

平成 21 年度

第 1 種

機 械

(第 3 時限目)

答案用紙記入上の注意事項

この試験は、A問題とB問題に分かれており、それぞれ解答方式が異なります。答案用紙にはマークシートと記述用紙とがあり、A問題の解答はマークシートに、B問題の解答は問題冊子に折り込まれている記述用紙に記入してください。

以下は、答案用紙記入上の注意事項です。

1. マークシート記入上の注意事項（A問題、問1から問4まで）

(1) マークシートは機械で読み取りますので、濃度HBの鉛筆又はHB（又はB）のしんを用いたシャープペンシルでしっかり記入してください。ペン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正しくマークしてください。（次ページの「受験番号記入例」参照）

(3) マークシートの解答欄には、各小問につき一つマークしてください。二つ以上マークした場合には、採点されません。

(4) マークシートの記入欄以外の余白及び裏面には、何も記入しないでください。

(5) 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。

（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。）

2. 記述用紙記入上の注意事項（B問題，問5から問7まで）

- (1) 濃度HBの鉛筆又はHB（又はB）のしんを用いたシャープペンシルを使用してください。
- (2) 記述用紙には，各問ごとに試験地，受験番号及び生年月日を記入してください。
- (3) 問6と問7はどちらか1問を選択してください。記述用紙の選択欄で，選択する場合には「選択する」に，選択しない場合には「選択しない」に○を付けてください。2問とも選択した場合は採点されません。
- (4) 記述用紙は「選択する」「選択しない」のいずれの場合でも，また，白紙解答であっても，3枚とも必ず提出してください。

（受験番号記入例）

受験番号0141W0123Aの場合

受 験 番 号									
数 字			記号	数 字			記号		
0	1	4	1	W	0	1	2	3	A
●					●	○	○	○	●
①	●	①	●		①	●	①	①	●
②		②	②		②	②	●	②	●
③		③	③		③	③	③	●	●
④		●	④		④	④	④	④	●
⑤			⑤		⑤	⑤	⑤	⑤	●
⑥			⑥		⑥	⑥	⑥	⑥	●
⑦			⑦		⑦	⑦	⑦	⑦	●
⑧				●	⑧	⑧	⑧	⑧	●
⑨					⑨	⑨	⑨	⑨	●

A
B
C
K
L
M
N

以 上

第 1 種

機 械

A問題 (配点は1問題当たり小問各2点, 計10点)

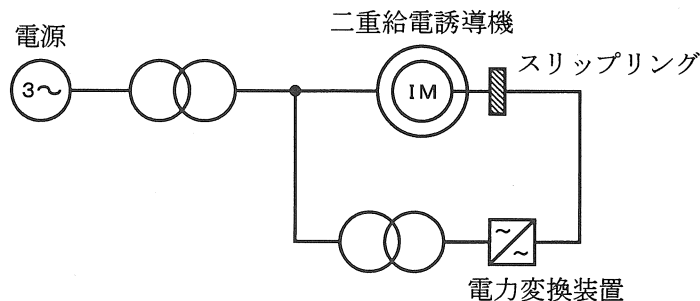
問1 次の文章は, 二重給電誘導機(Doubly-fed Induction Machine)に関する記述である。文中の に当てはまる最も適切な語句を解答群の中から選び, その記号をマークシートに記入しなさい。

図示されるように, 二重給電誘導機は一次巻線が商用周波数の電源に接続され, 二次巻線にはスリップリングを介して電力変換装置によって交流二次電流が供給される。電力変換装置は専用の変圧器を介して二重給電誘導機の一次側と同じ電源に接続される。回転速度の変化に応じて電力変換装置が常に (1) 周波数をもつ交流二次電流を供給することで, 二重給電誘導機は電源側との同期運転を行うことができる。

電力変換装置により二次電流の (2) を制御することによって, 電力変換装置と二次巻線との間で双方向に交流電力を制御することが可能である。静止セルビウス方式と比較して (3) での運転が可能のため, この方式は (4) と呼ばれる。

電力変換装置としてはサイクロコンバータが一般的であるが, 交流間接変換装置も適用される。電力分野への代表的な適用例として, 可変速揚水発電システムやエネルギー変換効率向上を意図した可変速 (5) などがある。

(注)ここで取り上げた「二重給電誘導機」は, ほかに「二重給電同期機」(JEC-2130), 「二次周波数制御巻線形誘導機」などとも表記される。



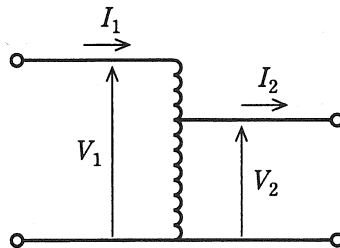
[問1の解答群]

- | | | |
|---------------|----------------|------------|
| (イ) 超同期クレーマ方式 | (ロ) 燃料電池発電システム | (ハ) 同期速度以上 |
| (ニ) 太陽光発電システム | (ホ) 大きさと周波数 | (ヘ) 商用 |
| (ト) 無励磁状態 | (チ) 滑り | (リ) 二次抵抗制御 |
| (ヌ) 風力発電システム | (ル) 静止クレーマ方式 | (レ) 高調波成分 |
| (ワ) 2倍 | (カ) 超同期セルビウス方式 | (エ) 過渡直流分 |

問2 次の文章は、単相単巻変圧器に関する記述である。文中の に当てはまる最も適切な語句、式又は数値を解答群の中から選び、その記号をマークシートに記入しなさい。

単巻変圧器は、図に示すように一次及び二次巻線の共通な分路巻線と、共通でない直列巻線とから構成される。無負荷時の二次電圧 V_2 に対する一次電圧 V_1 の比を $\frac{V_1}{V_2}$ ($V_1 > V_2$) とすると、電圧比が (1) ほど分路巻線に流れる電流が小さくなり、同じ負荷容量の二巻線変圧器に比べてサイズが小さく、銅損が少なく、さらに (2) という利点がある。また、単巻変圧器の自己容量は図示した電圧と電流を用いて (3) として表せる。

ここに、容量 30 [kV・A] の単相二巻線変圧器がある。一次電圧及び二次電圧(負荷側)がそれぞれ 120 [V] 及び 480 [V]、また、短絡インピーダンスの値が 8 [%] であるとする。この単相二巻線変圧器の一次巻線を直列巻線に、二次巻線を分路巻線とした単相単巻変圧器を構成すると、原理的にはその単相単巻変圧器の負荷容量は (4) [kV・A] となり、その容量ベースでの短絡インピーダンスの値は (5) [%] となる。ただし、励磁電流は無視するものとする。



[問2の解答群]

- | | | |
|--------------------|------------------------------|----------------------|
| (イ) 150 | (ロ) 4.8 | (ハ) $(V_1 - V_2)I_1$ |
| (ニ) 8 | (ホ) 1に近い | (ヘ) 30 |
| (ト) 励磁電流が大きい | (チ) $(I_1 - I_2)V_1$ | (リ) 6 |
| (ヌ) $\sqrt{3}$ に近い | (ル) 電圧変動率が小さい | (レ) $V_1 I_1$ |
| (ワ) 1.6 | (カ) $\frac{1}{\sqrt{3}}$ に近い | (エ) 絶縁性が良い |

問3 次の文章は、三相インバータで駆動される交流電動機の電位の変動に関する記述である。文中の に当てはまる最も適切な語句又は式を解答群の中から選び、その記号をマークシートに記入しなさい。

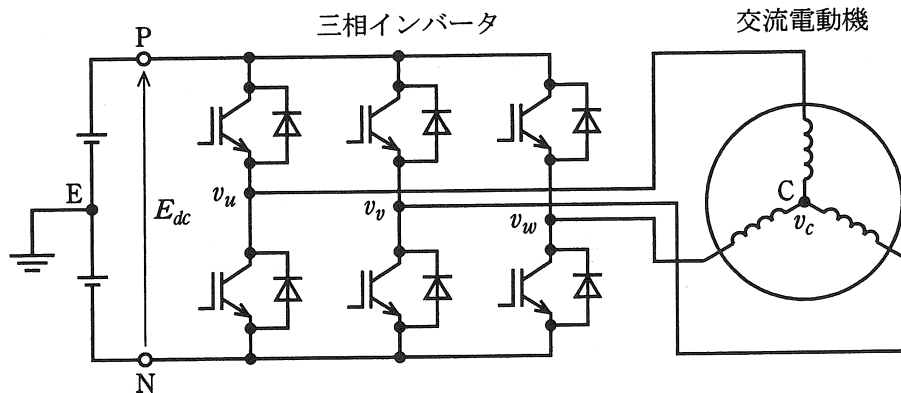
図は、三相インバータで交流電動機を駆動する場合の回路を示す。インバータの直流電源電圧を E_{dc} とし、直流電源の中心点 E を接地した場合、運転しているインバータの出力の各相電位は直流プラス端子 P の電位 $\frac{E_{dc}}{2}$ か、直流マイナス端子 N の電位 $-\frac{E_{dc}}{2}$ のいずれかとなる。

各相電位を v_u, v_v, v_w とし、交流電動機の巻線は平衡で星形接続されているものとする、その星形に接続された点 C の電位 v_c は、 v_u, v_v 及び v_w を用いて、

$$v_c = \text{ (1)}$$

と表され、各相の出力状態によって変動する。一般的に (2) 電位と呼ばれるこの電位は、接地電位に対して変動する電位という見方からコモンモード電位と呼ばれることもある。PWM 制御の方法によってパワー半導体デバイスの導通パターンは異なるが、組み合わせが可能なすべてのパターンまで含めると、電位 v_c がとり得る値は、 E_{dc} を用いると (3) となる。

インバータの運転によるこれらの電位の変動は、パワー半導体デバイスの (4) に起因したものであるから急しゅんな変動である。したがって、出力ケーブル、交流電動機などと対地との間の (5) を通して高周波漏れ電流になって周囲の機器に障害を起こしたり、又は交流電動機のベアリングを電流が流れることによって劣化させたりすることがある。三相インバータ、交流電動機あるいは交流電動機負荷側の機器などの設置状況によってこの現象は異なるので、対地電位の時間的な変化量を抑制するなどの対策が検討される。



[問3の解答群]

- | | | |
|--|------------------------------------|------------------------------------|
| (イ) 中間点 | (ロ) スイッチング | (ハ) $\frac{1}{3}(v_u + v_v + v_w)$ |
| (ニ) 漂遊インダクタンス | (ホ) 電磁誘導 | (ヘ) 漏れ電流 |
| (ト) $v_u + v_v + v_w$ | (チ) 中性点 | (リ) 導通抵抗 |
| (ヌ) 漂遊静電容量 | (ル) $\frac{1}{6}(v_u + v_v + v_w)$ | |
| (ヲ) ディファレンシャルモード(ノーマルモード) | | |
| (リ) $-\frac{E_{dc}}{6}, +\frac{E_{dc}}{6}$ の二つ | | |
| (ハ) $-\frac{E_{dc}}{2}, -\frac{E_{dc}}{6}, +\frac{E_{dc}}{6}, +\frac{E_{dc}}{2}$ の四つ | | |
| (コ) $-\frac{E_{dc}}{2}, -\frac{E_{dc}}{3}, -\frac{E_{dc}}{6}, +\frac{E_{dc}}{6}, +\frac{E_{dc}}{3}, +\frac{E_{dc}}{2}$ の六つ | | |

問4 次の文章は、電気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語句を解答群の中から選び、その記号をマークシートに記入しなさい。

熱の伝達には伝導、対流、放射があり、放射による熱エネルギーを利用した加熱方式に遠赤外加熱がある。ある物質は自身の温度が高い場合、そのもっているエネルギーは電磁波の形で放射される。あらゆる波長の電磁波を吸収し、また、放射する仮想物体(黒体)の放射エネルギーの強さを表す放射発散度を、温度と波長の関係として表したのが (1) の法則である。通常、遠赤外加熱の熱源として使用される物質は、摂氏数百度の温度で、被加熱物のもつ幾つかの大きな熱振動の領域である (2) の波長の遠赤外放射を発生する。

被加熱物が誘電体の場合、電磁波による分極作用を利用したマイクロ波加熱及び誘電加熱がある。特に周波数の高いマイクロ波加熱では、電磁波の浸透深さで加熱範囲が制限され、その浸透深さは波長に比例し、比誘電率の平方根と (3) との積に反比例する。また、純水の場合には、誘電加熱の領域である数十 MHz 以下では誘電損による加熱は極めて効率が低いが、塩分などのイオン源を含むと (4) が増加し有効に加熱される。

周囲の空気、水等の熱エネルギーを利用し、入力した電力エネルギー以上の熱エネルギーを得る加熱方式として、ヒートポンプ方式がある。この方式は、物理的に二つの (5) と二つの可逆断熱変化とからなる逆カルノーサイクルの原理を用いたものである。

[問4の解答群]

- | | | |
|--|------------------|-------------|
| (イ) 熱伝導率 | (ロ) マクスウェル | (ハ) 可逆等湿変化 |
| (ニ) 数 μm ~ 数十 μm | (ホ) 可逆等積変化 | (ヘ) 導電率 |
| (ト) ウィーデマン・フランツ | (チ) 誘電正接 | (リ) 誘電体損失係数 |
| (ヌ) 数 mm ~ 数十 mm | (ル) 透磁率 | (レ) 可逆等温変化 |
| (ワ) 誘電損角 | (カ) 数 nm ~ 数十 nm | (ヨ) プランク |

B問題 (配点は1問題当たり20点)

問5 次の文章は、同期発電機の出力に関する記述である。文中の に当てはまる最も適切な語句又は式を解答群の中から選び、その記号を記述用紙の解答欄に記入しなさい。

図は、遅れ力率で運転されている三相突極形同期発電機の一相分のベクトル図(フェーザ図)である。ただし、 \dot{V} は端子電圧(相電圧)、 \dot{E}_0 は無負荷誘導起電力(相電圧)、 \dot{I}_a は電機子電流、 \dot{I}_d は \dot{I}_a の直軸分、 \dot{I}_q は \dot{I}_a の横軸分、 X_d は直軸同期リアクタンス、 X_q は横軸同期リアクタンス、 (1) は負荷角、 ϕ は力率角とし、また、電機子抵抗は無視するものとする。

\dot{E}_0 を基準ベクトルとすると、ベクトル図から、 $\dot{E}_0 = E_0$ 、 $\dot{I}_a =$ (2) , $\dot{V} = Ve^{-j\delta}$ となるから、出力は

$$P = \text{Re}(3\bar{V}\dot{I}_a) = \text{ (3) } \dots\dots\dots \text{ ①}$$

となる。 I_d 、 I_q を求めるため、ベクトル図から、

$$V \cos \delta = E_0 - X_d I_d \dots\dots\dots \text{ ②}$$

$$V \sin \delta = X_q I_q \dots\dots\dots \text{ ③}$$

なる関係を得る。これを①式に代入して整理すると、

$$P = 3 \frac{VE_0}{X_d} \sin \delta + \frac{3}{2} \left(\frac{1}{X_q} - \frac{1}{X_d} \right) V^2 \times \text{ (4) } \dots\dots\dots \text{ ④}$$

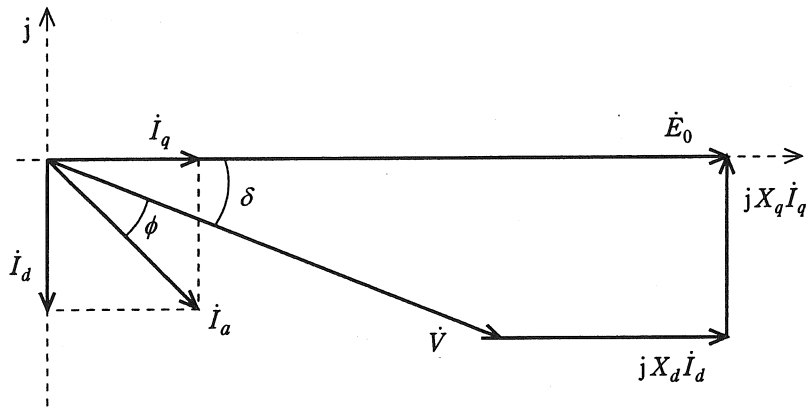
となる。一般に δ が $60 [^\circ] \sim 70 [^\circ]$ のときに突極形発電機の出力は最大となる。

非突極機では、 $X_d = X_q$ といえるから、これを X_s とおくと出力は、

$$P = 3 \frac{VE_0}{X_s} \sin \delta \dots\dots\dots \text{ ⑤}$$

となり、非突極機の出力は δ が $90 [^\circ]$ で最大となる。

突極機の場合、界磁電流の大きさに依存しない④式第二項が存在する。これは (5) に基づくもので、突極機に特有なものである。



[問5の解答群]

- | | | |
|---------------------------------|--------------------|---|
| (イ) $I_d - jI_q$ | (ロ) 反作用トルク | (ハ) $\delta - \phi$ |
| (ニ) $\delta + \phi$ | (ホ) $I_q + jI_d$ | (ヘ) $3V(I_q \cos \delta + I_d \sin \delta)$ |
| (ト) $I_q - jI_d$ | (チ) 作用トルク | (リ) $\cos \delta$ |
| (ヌ) $3V(I_q + I_d) \sin \delta$ | (ル) $\sin 2\delta$ | (レ) 負荷トルク |
| (ヲ) $\cos 2\delta$ | (カ) δ | (エ) $3V(I_d \cos \delta + I_q \sin \delta)$ |

解答欄は、別紙です。必ず、試験地、受験番号及び生年月日を記入してください。

問6及び問7は選択問題ですから、このうちから1問を選んで解答してください。

(選択問題)

問6 次の文章は、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語句又は数値を記述用紙の解答欄に記入しなさい。ただし、リチウムの原子量は6.94、亜鉛の原子量は65.4とする。

電池には一次電池と二次電池がある。このうち充電しない一次電池の代表はマンガン乾電池である。近年では、一次電池にもエネルギー密度の高いリチウムを利用した電池が数多く利用されるようになってきた。このリチウム一次電池では金属リチウムが負極として利用され、そこでは金属リチウムが (1) され、リチウムイオンとなる。マンガン乾電池では負極に亜鉛が利用される。負極の単位質量当たりで比べると、得られるリチウム一次電池とマンガン乾電池での電気量比は、理論的にリチウム/亜鉛で (2) 倍となる。すなわち、リチウム電池が圧倒的に大きな電気量が得られることになる。リチウムは金属の中でも酸化還元電位が最も卑な金属である。したがって、正極に二酸化マンガンを利用するリチウム電池は、マンガン乾電池公称電圧の (3) [V] に比べて高い電圧が得られる。電解液としては水溶液を用いることはできないので、炭酸プロピレン(プロピレンカーボネート)のような (4) 溶媒に過塩素酸リチウムを加えたものが多く利用されている。

マンガン乾電池では電解液として塩化アンモニウム、水酸化カリウム等の水溶液が用いられる。ここで亜鉛は水素に比べると (5) の大きいことが、電圧を決めるとともに、亜鉛負極の腐食問題に大きく関係している。

解答欄は、別紙です。必ず、試験地、受験番号及び生年月日を記入してください。

(選択問題)

問7 次の文章は、通信ネットワークにおけるデータ伝送制御の同期制御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語句を解答群の中から選び、その記号を記述用紙の解答欄に記入しなさい。

電力システムなどの大規模システムにおいては、多数のコンピュータが高速で大容量の通信回線によって接続され、膨大なデータを伝送・交換しながらその大規模システム全体を制御・運用している。データ通信の伝送制御としては、コンピュータと端末装置や周辺装置とのデータ通信が始まりといえる。このデータの送受信には、送信側と受信側との同期をとる必要があり、下記の主な同期制御方式がある。

(1) 方式：スタートやストップのビットを付加して送信する方式で、1文字ごとに同期をとる必要があるため、非同期方式と呼ばれる。また、伝送制御を実際に行うための伝送制御手順としては、受信する側の状態を確認することがないので (2) 手順で使用される。

(3) 方式：データの前に SYN と呼ばれる特定ビットパターンを2回以上付加して送信し、受信側では、SYN 信号を受信すると受信側の時計を SYN 信号に同期させ、送られてきた文字列データを (4) ごとに1文字に変換する方式である。

フレーム同期方式：伝送路に常にビットパターンを送信し、これをもとに受信側で同期をとる方式で、任意のビット列データを送信でき、 (5) 手順で使われている。

[解答群]

- | | | | |
|----------|------------|-------------|-------------|
| (イ) 調歩同期 | (ロ) 16ビット | (ハ) 低速 | (ニ) ベーシック同期 |
| (ホ) HDLC | (ヘ) 半二重化同期 | (ト) 8ビット | (フ) 高速 |
| (リ) 無 | (ヌ) アスキー同期 | (ル) BSC | (7) 時刻同期 |
| (リ) 1ビット | (カ) 専用 | (ヨ) キャラクタ同期 | |

解答欄は、別紙です。必ず、試験地、受験番号及び生年月日を記入してください。