

平成 21 年度

第 2 種
機 械

(第 3 時限目)

答案用紙記入上の注意事項

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（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. 問7と問8はどちらか1問を選択してください。選択した問題は、マークシートの「選択問題マーク欄」にマークしてください。2問とも選択した場合は採点されません。
5. 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。
6. 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。）

(受験番号記入例)

受験番号0141M0123Aの場合

受 験 番 号									
数		字		記号	数		字		記号
0	1	4	1	M	0	1	2	3	A
●					●	0	0	0	●
①	●	①	●		①	●	①	①	⑧
②		②	②		②	②	●	②	⑨
③		③	③		③	③	③	●	⑩
④		●	④		④	④	④	④	⑪
⑤			⑤	●	⑤	⑤	⑤	⑤	⑫
⑥			⑥		⑥	⑥	⑥	⑥	⑬
⑦					⑦	⑦	⑦	⑦	⑭
⑧					⑧	⑧	⑧	⑧	⑮
⑨					⑨	⑨	⑨	⑨	⑯

A
B
C
K
L
M
N

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。

第 2 種

機 械

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、三相誘導電動機の不平衡運転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。

誘導電動機に接続されている三相電源の供給電圧が不平衡になった場合、対称座標法を用いて正相分と逆相分とに分けて電流を計算し、重ねの理(重ね合わせの理)によって実際の電流を求めることができる。

正相電圧に対して誘導電動機が滑り s で運転しているとき、逆相電圧に対しては滑り (1) で運転している。したがって、誘導電動機の (2) 等価回路は、 (3) 等価回路における滑り s を滑り (1) に置き換えたものとなる。

また、電動機トルクについては、正相電流によるトルクに対して逆相電流によるトルクは (4) であるから、三相電源の供給電圧が平衡である場合のトルクに比して、不平衡である場合にはその大きさは減少する。

通常は三相運転であるが、もし三相電源と誘導電動機を接続する線路の1線が断線した異常な場合には、他の2線から電圧・電流の供給を受けて、 (5) として運転を継続する。

[解答群]

- | | | | |
|-----------|-------------|---------------|-------------|
| (イ) $2-s$ | (ロ) 直 軸 | (ハ) 逆方向 | (ニ) 単相同期電動機 |
| (ホ) 常に零 | (ヘ) 単相誘導電動機 | (ト) $1-s$ | (フ) 正 相 |
| (リ) 静止座標 | (ヌ) $-s$ | (ル) 零 相 | (ワ) 同じ方向 |
| (リ) 逆 相 | (カ) 横 軸 | (エ) 二重給電誘導電動機 | |

問2 次の文章は、二巻線変圧器の損失と効率と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。

変圧器の損失には、無負荷損と負荷損とがある。

無負荷損は、一方の巻線を開路し、他方の巻線に定格周波数の電圧を加えたときに消費される有効電力である。無負荷損は、そのほとんどが (1) である。

負荷損は、一方の巻線を短絡し、他方の巻線に定格周波数の電圧を加えて電流を通じたときに消費される有効電力であり、 (2) 巻線温度における値に補正して表す。

変圧器の効率 η は、定格二次電圧及び定格周波数における出力、並びに全損失を用いて次式で求められる値で表す。これを (3) 効率という。ここで全損失とは、無負荷損と負荷損との和である。

$$\eta = \frac{\text{出力 [W]}}{\text{出力 [W] + 全損失 [W]}} \times 100 [\%]$$

定格容量 S_n [V・A] の変圧器がある。その定格電圧における無負荷損は P_i [W]、定格電流を通じたときの負荷損は P_c [W] である。力率が $\cos \phi$ の負荷を二次端子に接続し、定格二次電圧及び定格周波数としてこの変圧器を負荷率(負荷の容量の変圧器定格容量に対する比) m [p.u.] で用いたときの効率 η は、次式となる。

$$\eta = \frac{\text{(4)}}{\text{(4)} + P_i + \text{(5)}} \times 100 [\%]$$

[解答群]

- | | | | |
|---------------------------------------|---------------------------------------|--------|-----------------------------------|
| (イ) 実測 | (ロ) 規約 | (ハ) 鉄損 | (ニ) $m \cdot P_c$ |
| (ホ) 漂遊負荷損 | (ヘ) $(m \cdot \cos \phi)^2 \cdot P_c$ | (ト) 理論 | (フ) $m \cdot S_n \cdot \cos \phi$ |
| (リ) 定格 | (ヌ) $m^2 \cdot P_c$ | (ル) 銅損 | (七) $m^2 \cdot S_n$ |
| (リ) $(m \cdot \cos \phi)^2 \cdot S_n$ | (カ) 最高 | (エ) 基準 | |

問3 次の文章は、避雷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。

高電圧システムの施設・機器の絶縁を過電圧から保護するための避雷器として近年、主に用いられているのは非直線抵抗体に (1) 素子を用いた避雷器である。

この素子だけで一切のギャップを用いないギャップレス避雷器と、この素子に直列又は並列に何らかのギャップを用いたギャップ付避雷器とがある。

絶縁容器(磁器、ポリマーがい管など)内部を絶縁媒体(気体、液体又は固体)で満たし、この中にこの素子又はこの素子と直列ギャップとを収納した構造のものをその構造から (2) 避雷器と呼ぶ。

この避雷器の保護性能及び復帰性能を表現するために用いる放電電流の規定値を (3) という。また、放電中、この避雷器の両端子間に発生する電圧を (4) という。この避雷器が障害を起こすことなく、所定の回数流すことができる所定波形の放電電流波高値の最大限度を (5) という。

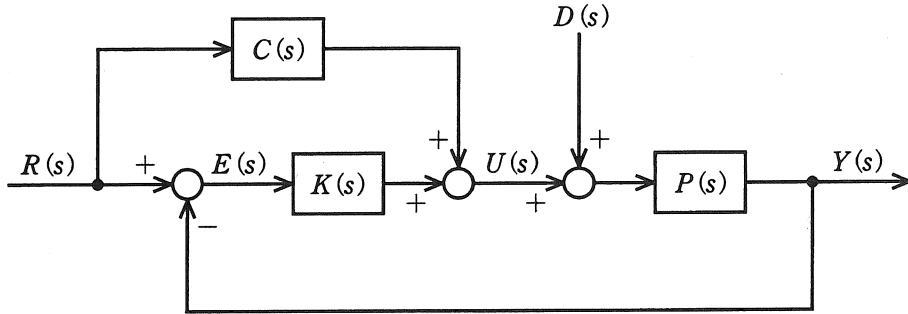
[解答群]

- | | | | |
|----------|----------|-------------|------------|
| (イ) シリコン | (ロ) 動作責務 | (ハ) サージ電流 | (ニ) 制限電圧 |
| (ホ) 課電寿命 | (ヘ) がいし形 | (ト) 炭化けい素 | (チ) アーク電圧 |
| (リ) 酸化亜鉛 | (ヌ) 定格電圧 | (ル) タンク形 | (フ) 公称放電電流 |
| (ワ) 弁形 | (カ) 放電耐量 | (コ) 急しゅん波電流 | |

問4 次の文章は、図に示す二つの補償器を含む2自由度制御系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。ただし、 $R(s)$ は目標値、 $E(s)$ は偏差、 $D(s)$ は外乱、 $U(s)$ は操作量、 $Y(s)$ は出力を表す。また、 $P(s)$ は制御対象、 $K(s)$ と $C(s)$ はそれぞれの補償器の伝達関数とする。

図の制御系において、 $R(s) = 0$ のとき、 $D(s)$ から $E(s)$ までの伝達関数は (1) で与えられ、補償器 $C(s)$ によらない。補償器 $C(s)$ は、 (2) と呼ばれ、 (3) 特性を改善する目的で導入される補償器である。図から、 $D(s) = 0$ のとき、 $R(s)$ から $E(s)$ までの伝達関数は (4) となる。

いま、 $P(s) = \frac{1}{s+1}$ 、 $K(s) = K_c$ 、 $D(s) = 0$ のとき、 $C(s) = 0$ の場合は、単位ステップ関数の目標値 $R(s)$ に対する定常位置偏差は、 $\frac{1}{1+K_c}$ となるが、一方、 $C(s) = C_c$ を導入した場合は、 $C_c =$ (5) と選ぶことによって定常位置偏差を零にできる。



[解答群]

- | | | |
|-------------------------------------|-------------------------------------|--------------------------------------|
| (イ) フィードバック補償器 | (ロ) $-\frac{K(s)}{1+K(s)P(s)}$ | (ハ) 1 |
| (ニ) $-\frac{K(s)P(s)}{1+K(s)P(s)}$ | (ホ) 減衰 | (ヘ) $-\frac{1+C(s)P(s)}{1+K(s)P(s)}$ |
| (ト) フィードフォワード補償器 | (チ) -1 | (コ) 目標値追従 |
| (ス) 外乱抑制 | (ク) $\frac{1-C(s)P(s)}{1+K(s)P(s)}$ | (セ) 安定化補償器 |
| (リ) $\frac{1+C(s)P(s)}{1+K(s)P(s)}$ | (ケ) 2 | (ソ) $-\frac{P(s)}{1+K(s)P(s)}$ |

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, 円筒形同期発電機の電機子反作用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。

界磁磁極を同期速度で回転させると, 電機子巻線に起電力が発生する。負荷に電力を供給すると電機子電流が流れ, 電機子電流の位相によって交差, 減磁又は増磁起磁力として作用する。このような作用を電機子反作用という。この様子を遅れ力率で運転されている三相円筒形同期発電機の一相の電機子巻線について, ベクトル(フェーザ)で表すと図のようになる。ただし, 誘導起電力を \dot{E} , 電機子電流を \dot{I}_a , \dot{I}_a による起磁力を \dot{F}_a 及び電機子巻線に鎖交する磁束を $\dot{\Phi}$ とする。電機子電流 \dot{I}_a を基準にとると, \dot{F}_a は \dot{I}_a と同相にあつて, 主界磁起磁力 \dot{F}_f との合成起磁力 \dot{F}_r による鎖交磁束 $\dot{\Phi}$ によって電機子巻線に誘導される起電力 \dot{E} は, \dot{F}_r 又は $\dot{\Phi}$ より $\frac{\pi}{2}$ [rad] 遅れている。また, 無負荷誘導起電力 \dot{E}_0 は, \dot{F}_f より $\frac{\pi}{2}$ [rad] 遅れている。

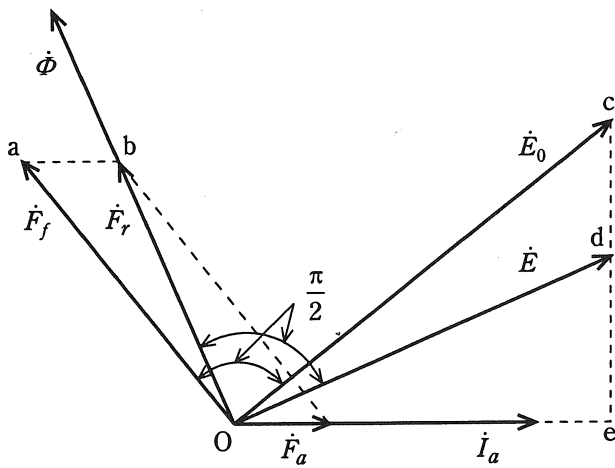
図において, ベクトル(フェーザ)で \dot{E}_0 , \dot{F}_f , \dot{E} , \dot{F}_r の大きさには $\frac{E_0}{F_f} = \frac{E}{F_r}$ の関係があり, また, $\angle aOb = \angle cOd$ であるから (1) は相似である。 \overline{ab} と \overline{Oe} は平行であるから, \overline{cd} は \overline{Oe} に垂直である。また, \overline{cd} は I_a に比例するから, $\overline{cd} = X_a I_a$ とおけば,

$$\dot{E} = \text{ } \quad (2)$$

と表すことができるので, 電機子反作用による \dot{E}_0 から \dot{E} への変化を電機子電流による (3) として表したことになる。 E を内部起電力, X_a を電機子 (4) という。電機子巻線の抵抗を R_a , 漏れリアクタンスを X_l , 端子電圧を \dot{V} とすれば, 電圧関係式は次のようになる。

$$\dot{V} = \dot{E}_0 - (R_a + jX_s)\dot{I}_a$$

ただし, $X_s = \text{ } \quad (5)$ であり, 同期リアクタンスという。



[問5の解答群]

- | | | |
|---------------------------------------|---------------------------------------|---------------------------------------|
| (イ) $X_a + R_a$ | (ロ) リアクタンス降下 | (ハ) $R_a + X_l$ |
| (ニ) $\triangle Ocd$ と $\triangle Ode$ | (ホ) $\dot{E}_0 - jX_a \dot{I}_a$ | (ヘ) 抵抗降下 |
| (ト) 反作用リアクタンス | (チ) $\triangle Oab$ と $\triangle Ode$ | (リ) 反作用トルク |
| (ヌ) $\dot{E}_0 + jX_a \dot{I}_a$ | (ル) 作用リアクタンス | (レ) $\dot{E}_0 - X_a \dot{I}_a$ |
| (リ) 容量性リアクタンス | (カ) $X_a + X_l$ | (ロ) $\triangle Oab$ と $\triangle Ocd$ |

問6 次の文章は、直流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。

図に示すチョップは、入出力電圧の関係で分類すると (1) チョップである。この図のチョップに用いられているオンオフ制御バルブデバイス(スイッチングデバイス。以下デバイスと略す。)Qは、その図記号から (2) である。

デバイスQは、 T の周期で、 T_{on} の時間はオンし、残りの T_{off} の時間はオフする。デバイスQをオンすると、リアクトル L に流れている電源電流 i_S は、電源 $S \rightarrow$ リアクトル $L \rightarrow$ デバイスQ \rightarrow 電源 S の経路で流れ、リアクトル L に蓄えられるエネルギーが増加する。

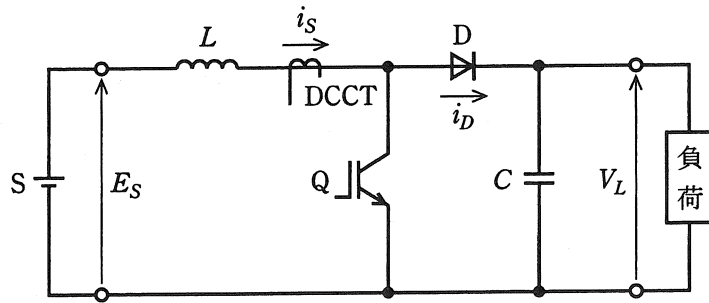
デバイスQをオフすると、リアクトル L に蓄えられたエネルギーが負荷側に放出され、電源電流 i_S は、電源 $S \rightarrow$ リアクトル $L \rightarrow$ ダイオードD \rightarrow コンデンサC \cdot 負荷 \rightarrow 電源 S の経路を流れる。このとき、電源電流 i_S のリプルが十分に小さく一定値 I_S と見なせると仮定すると、ダイオードDに流れる電流 i_D の平均値 I_D は、次式となる。

$$I_D = \text{ (3)}$$

チョップの出力電圧は、コンデンサCで十分に平滑化されて一定値と見なせるものとし、その値を V_L とする。チョップ内での損失がないと仮定すれば、電源Sからチョップへの入力電力 $E_S \times I_S$ と、チョップから負荷への出力電力 $V_L \times I_D$ とは等しくなり、これと上記の式から出力電圧 V_L は次式となる。

$$V_L = \text{ (4)}$$

なお、出力電圧制御を行うときは、出力回路にコンデンサがあることからコンデンサの充電電圧を変化させようとしたときの悪影響などを防止するため、マイナーループ制御として (5) 制御を加えて行う。



[問6の解答群]

- | | | | |
|------------------------------------|---|------------------------------------|---|
| (イ) IGBT | (ロ) $E_S \times \frac{T_{on}}{T_{off}}$ | (ハ) $I_S \times \frac{T_{on}}{T}$ | (ニ) 昇降圧 |
| (ホ) $I_S \times \frac{T_{off}}{T}$ | (ヘ) 降圧 | (ト) 電流 | (チ) $I_S \times \frac{T_{off}}{T_{on}}$ |
| (リ) MOSFET | (ス) 電力 | (ル) $E_S \times \frac{T}{T_{off}}$ | (ツ) 電圧 |
| (リ) 昇圧 | (セ) $E_S \times \frac{T}{T_{on}}$ | (ヲ) GTO | |

問7及び問8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7 次の文章は、電球形蛍光ランプ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。

近年、白熱電球と同じ口金で、ほぼ同じ形状・寸法をもつ電球形蛍光ランプが開発された。このランプは、U字形の発光管を複数接合したものやスパイラル形の発光管を (1) とともに、一つのコンパクトなグローブ内に収納した光源である。

発光原理は、一般の蛍光ランプと同様であり、約 (2) [Pa] の水銀蒸気圧中の放電で発生した紫外放射を (3) に塗布した蛍光物質によって可視光に変換する。

一般に、発光管と (1) をコンパクトなグローブ内に収納して点灯すると、熱がこもり、水銀蒸気圧が (4) して、発光効率が大きく低下する。そこで、電球形蛍光ランプでは、発光管内の電極近傍に水銀アマルガムを封入し、水銀蒸気圧を適切に制御することによってこの問題を解決し、10 [W] ~ 13 [W] 程度で白熱電球 (5) [W] とほぼ同じ光出力を得ている。

[解答群]

- | | | | |
|------------|------------|-------------|---------|
| (イ) 低下 | (ロ) 60 | (ハ) 電流制御抵抗 | (ニ) 1 |
| (ホ) グローブ内面 | (ヘ) 周期的に変動 | (ト) 40 | (チ) 上昇 |
| (リ) 10 | (ヌ) 発光管内面 | (ル) 0.1 | (ツ) 100 |
| (リ) 発光管外面 | (カ) 点灯回路 | (コ) グロースタータ | |

(選択問題)

問8 次の文章は、コンピュータシステムの性能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。

コンピュータシステムは、その用途に合わせて構成されるので、単純にその処理性能を比較することはできないが、マイクロプロセッサの処理性能を比較するための基準としては、下式で求められる処理時間が用いられる。

$$\text{処理時間} = \text{ (1)} \times \text{CPI} \times \text{命令数}$$

ここで、マイクロプロセッサは動作クロックと呼ばれるパルス信号に同期して処理を行い、 (1) は1クロック当たりの時間であり、CPIは1命令当たりに使用する平均クロック数である。マイクロプロセッサの処理能力の評価指標としては、1秒間に実行できる命令数を100万単位で表す (2) や、1秒間に実行できる浮動小数点演算数で表す (3) などがある。

また、コンピュータシステムの処理効率や操作性等を評価する標準的なプログラムをベンチマークプログラムと呼び、整数演算の性能評価として (4) などの指標が用いられている。

端末機器、ネットワーク、ソフトウェアなども含んだシステム全体としての性能を評価するものとして、トランザクション処理性能評議会が策定した (5) が利用されている。さらに、最近では、消費電力効率などの性能評価も重要視されている。

[解答群]

- | | | |
|-------------|-----------------|--------------|
| (イ) FLEPS | (ロ) アクセスタイム | (ハ) MIPS |
| (ニ) TCIP | (ホ) MTBF | (ヘ) SPEC int |
| (ト) 動作周波数 | (チ) FPU | (リ) TPC-C |
| (ヌ) SPEC fp | (ル) クロックサイクルタイム | (レ) TSS |
| (ワ) FLOPS | (カ) SPEC com | (ロ) MTTR |