

平成 27 年度

第 1 種
機 械

(第 3 時限目)

機 械

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：0141W01234Bの場合）

受 験 番 号											
数 字				記号	数 字				記号		
0	1	4	1	W	0	1	2	3	4	B	
●					●	○	○	○	○	○	A
○	●	○	●		○	●	○	○	○	●	B
○	○	○	○		○	○	●	○	○	○	C
○	○	○	○		○	○	○	●	○	○	K
○	○	●	○		○	○	○	○	○	●	L
○	○		○		○	○	○	○	○	○	M
○	○		○		○	○	○	○	○	○	N
○					○	○	○	○	○		
○				●	○	○	○	○	○		
○					○	○	○	○	○		

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。

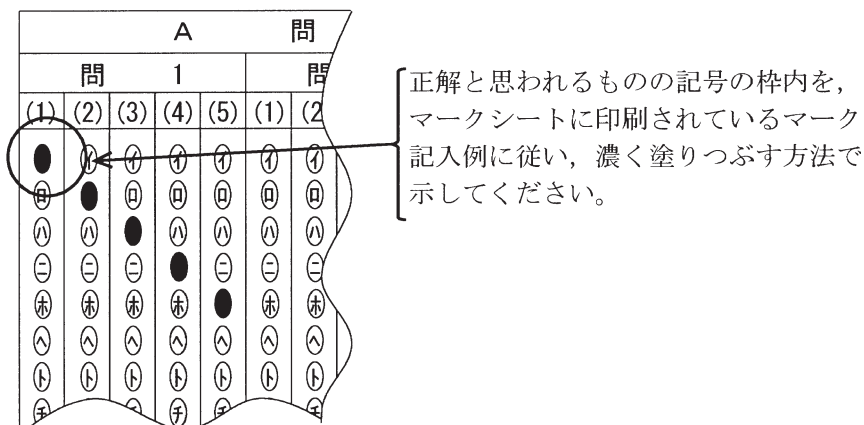
4. マークシートは、折り曲げたり汚したりしないでください。

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) と表示のある間に対して(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)



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 [Ω] 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, 誘導機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びなさい。

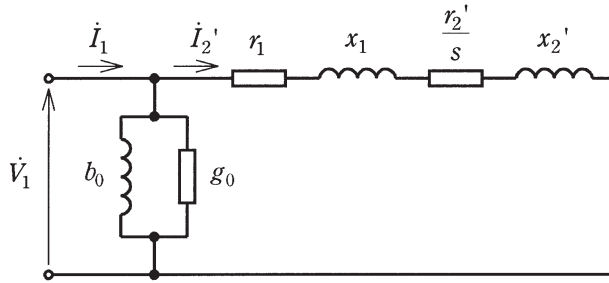
三相電源に接続した誘導機の固定子巻線は, 電源周波数と (1) とで決まる同期速度 N_0 の回転磁界を発生させる。回転子の回転速度 N が回転磁界に対して相対速度をもてば, これに応じた誘導電流が回転子巻線に流れ, トルクを発生させる。この相対速度の関係を滑り $s = \frac{N_0 - N}{N_0}$ で表す。

図は, 誘導機の1相分の簡易等価回路である。これから一次相電圧 \dot{V}_1 (大きさ V_1) を基準ベクトルとし, 励磁電流を考慮して入力複素電力 \dot{W}_1 を求めると,

$$\dot{W}_1 = P_1 + jQ_1 = 3\bar{V}_1 \dot{I}_1 = 3V_1^2 [\text{ (2) }]$$

となる。ここで, $R = r_1 + \frac{r_2'}{s}$, $X = x_1 + x_2'$ とする。電動機が無負荷 (軸出力が零) であれば, 機械損 P_m (風損や摩擦損など) と釣り合うトルクを発生すればよいので, (3) = 0 を満たす正の小さい滑りとなり, 回転子は同期速度より少し遅い速度で回転する。

この回転子を他の原動機によって駆動して機械損を補償し, さらに同期速度以上の速度で回転磁界の方向に回転させると, 発電機運転となり, 原動機からの機械的入力に抗して回転子のトルクは回転磁界と逆の方向に働く。すなわち, 機械的入力から機械損を引き, さらに励磁損と銅損との和 (4) を除いたものが電気出力となる。この出力を大きくすると, 滑りは (5), 遅れ無効電力の誘導機での消費が増える。この無効電力は三相電源から供給しなければならないので, 同期機のように単独での発電機運転はできない。



r_1, x_1 : 一次1相当りの抵抗及びリアクタンス

r_2', x_2' : 一次換算二次1相当りの抵抗及びリアクタンス

g_0, b_0 : 1相当りの励磁コンダクタンス及び励磁サセプトランス

\dot{I}_1, \dot{I}_2' : 一次電流及び一次換算二次電流

\dot{V}_1 : 一次相電圧

s : 滑り

[問1の解答群]

(イ) $\left(R + \frac{1}{g_0}\right) - j\left(X + \frac{1}{b_0}\right)$

(ロ) $3V_1^2 \left(\frac{R}{R^2 + X^2}\right) - P_m$

(ハ) $3V_1^2 \left(\frac{\frac{1-s}{s}r_2'}{R^2 + X^2} + g_0\right)$

(ニ) $3V_1^2 \left(\frac{R}{R^2 + X^2} + g_0\right)$

(ホ) 極数

(ヘ) 導体数

(ト) $3V_1^2 \left(\frac{\frac{r_2'}{s}}{R^2 + X^2}\right) - P_m$

(チ) $\left(\frac{R}{R^2 + X^2} + g_0\right) - j\left(\frac{X}{R^2 + X^2} + b_0\right)$

(リ) 変わらず

(ヌ) $\left(\frac{1}{R} + g_0\right) - j\left(\frac{1}{X} + b_0\right)$

(ル) $3V_1^2 \left(\frac{r_1 + r_2'}{R^2 + X^2} + g_0\right)$

(リ) 負で絶対値が大きくなり

(ロ) 巻数

(ハ) $3V_1^2 \left(\frac{\frac{1-s}{s}r_2'}{R^2 + X^2}\right) - P_m$

(エ) 正に大きくなり

問2 次の文章は、同期機の時定数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びなさい。

同期機の過渡現象計算に用いられる時定数は、以下で扱う電流の初期過渡、過渡及び直流の変化成分の初期値からの変化量が初期値から最終値までの変化量の (1) %となるのに要する時間である。

直軸開路初期過渡時定数 T_{d0}'' は電機子巻線開路時の直軸 (2) 回路時定数であり、直軸短絡初期過渡時定数 T_d'' は電機子巻線閉路時の直軸 (2) 回路時定数である。 T_d'' は三相突発短絡電流の交流分の最初の数サイクル(初期過渡)の急激な減衰を定める時定数であり、 $T_d'' = \text{ (3)} \times T_{d0}''$ となる。

直軸開路時定数 T_{d0}' は電機子巻線開路時の界磁回路時定数であり、直軸短絡過渡時定数 T_d' は電機子巻線閉路時の界磁回路時定数である。 T_d' は三相突発短絡電流の交流分から前述の初期過渡の急激な減衰電流を除外した電流の減衰を定める時定数であり、 $T_d' = \text{ (4)} \times T_{d0}'$ となる。

電機子時定数 T_a は、電機子回路の直流分電流に対する時定数で、突発短絡電流の直流分の減衰を定める時定数であり、

$$T_a = \frac{\text{ (5)}}{2\pi f R_a}$$

となる。ただし、 f は周波数、 R_a は電機子巻線抵抗である。

なお、解答群において、 X_d'' は直軸初期過渡リアクタンス、 X_d' は直軸過渡リアクタンス、 X_d は直軸同期リアクタンス、 X_1 は正相リアクタンス、 X_2 は逆相リアクタンス、 X_0 は零相リアクタンスである。

[問2の解答群]

- | | | | |
|--------------------------------|--------------------------|-----------------------------|----------|
| (イ) 制動巻線 | (ロ) 一次巻線 | (ハ) X_0 | (ニ) 50 |
| (ホ) $\frac{X_d'}{X_d'+X_d''}$ | (ヘ) $\frac{X_d'}{X_d}$ | (ト) $\frac{X_d'}{X_d+X_d'}$ | (チ) 63.2 |
| (リ) $\frac{X_d''}{X_d'+X_d''}$ | (ヌ) $\frac{X_d''}{X_d'}$ | (ル) $\frac{X_d}{X_d+X_d'}$ | (フ) 二次巻線 |
| (ワ) X_1 | (カ) 36.8 | (コ) X_2 | |

問3 次の文章は、単相変圧器の並行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ものを解答群の中から選びなさい。

負荷の増大に伴って変圧器を増設する場合、又は負荷変動に応じて変圧器の運転台数を変えて経済的な運転を図る場合に、変圧器の並行運転が行われる。単相変圧器の並行運転において、以下の配慮が必要である。

- a. 各変圧器の (1) を等しく、一次及び二次の定格電圧をそれぞれ等しくすることが望ましい。等しくない場合は各変圧器間に (2) 電流が流れ、変圧器が過熱したり、負荷に十分な電力を供給できない。
- b. 結線にあたっては (3) を合わせる。
- c. 各変圧器がそれぞれの定格容量に比例して負荷電流を分担するためには、自己容量をベースとする百分率インピーダンス降下が近いものを用いる。百分率インピーダンス降下が大きく異なる場合は、定格容量に比例した負荷分担が不可能となる。

いま、一次定格電圧が 22 kV、及び二次定格電圧が 3.3 kV である 2 台の単相変圧器 A 及び B があり、定格容量及び百分率インピーダンス降下はそれぞれ変圧器 A が 20 MV・A、5.5 %、変圧器 B が 16 MV・A、5.2 % である。また、各変圧器の巻線抵抗の漏れリアクタンスに対する比は等しいものとする。これら 2 台の変圧器を並行運転して定格容量以内で供給できる最大負荷は (4) MV・A であり、定格容量に達する変圧器は、 (5) である。

[解答群]

- | | | | |
|----------------|----------|----------|----------|
| (イ) 極 性 | (ロ) 短絡比 | (ハ) A | (ニ) 負 荷 |
| (ホ) B | (ヘ) 励 磁 | (ト) 循 環 | (チ) 34.9 |
| (リ) A 及び B の両方 | (ヌ) 32.8 | (ル) 定 格 | (ツ) 高電位 |
| (リ) 電 源 | (カ) 巻数比 | (コ) 36.0 | |

問4 次の文章は、固体発光の原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びなさい。

光の発生方法は、①熱放射によるもの、②ルミネセンスによるものの二つに大別される。ルミネセンスは、熱放射以外の発光を総称したものであり、原子、分子、イオン又は電子が外部からのエネルギーを吸収して励起、イオン化又は加速するなどした後、それらが吸収したエネルギーを放射エネルギーとして再び放出する発光現象である。

近年、発光ダイオード(LED)の普及に伴って、ルミネセンスは、固体発光を応用したものと放電現象を応用したものにて区分されるようになった。固体発光を応用した光源には、 (1) で発光する真性EL(エレクトロルミネセンス)と電流で発光する注入形ELとがある。

発光ダイオードは注入形ELであり、その原理は以下のようなになる。半導体のp形に正電圧、n形に負電圧を印加し、 (2) 方向に電流を流すと、 (3) に正孔と電子とが流れ込み再結合する。このとき、正孔と電子とのエネルギー差に相当する (4) の光が発生する。

(5) は、発光ダイオードと同様に、正孔と電子との再結合で発光する。OLEDとも呼ばれ、注入電流が効率、寿命などの特性に大きく影響する。

[解答群]

- | | | | |
|----------|---------|-----------|----------|
| (イ) 光色 | (ロ) 輸送層 | (ハ) 正 | (ニ) 接合層 |
| (ホ) 無機EL | (ヘ) 電界 | (ト) 緩衝層 | (チ) 有機EL |
| (リ) 逆 | (ヌ) 振動数 | (ル) 放射 | (フ) 磁界 |
| (ワ) 順 | (カ) 光度 | (エ) 分散形EL | |

B問題 (配点は1問題当たり20点)

問5 次の文章は、図1に示す三相ブリッジ接続の電圧形自励インバータ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びなさい。

このインバータの交流出力端子 U, V, W は、インバータ容量を基準として 10 % 程度のリアクタンスをもつリアクトル X を介して一定電圧・一定周波数の三相交流電源 E に接続されている。出力電圧は、パルス幅変調制御によって制御されている。パルス幅変調制御は、例えば U 相では、図2に示すように U 相の正弦波の信号波 v_s を三角波の搬送波 v_c と比較して行われている。

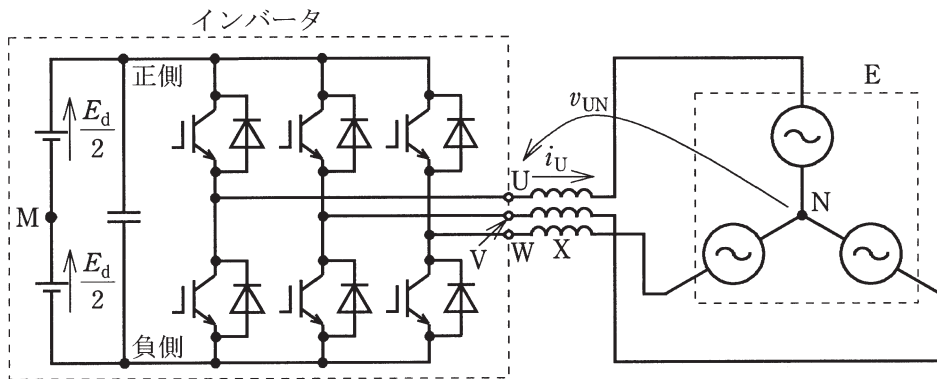


図1

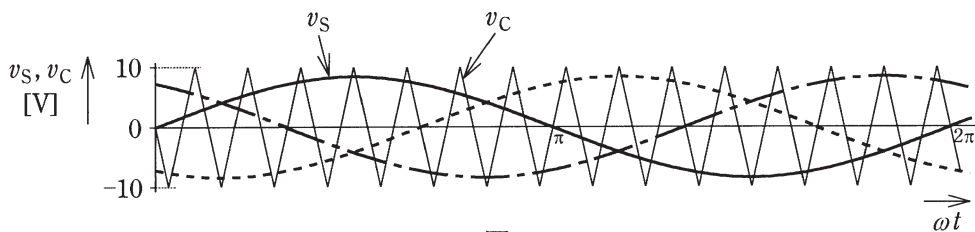


図2

直流電圧 E_d が 330 V, v_c の振幅が 10 V, v_s の振幅が 9 V のとき、出力端子における線間交流電圧の基本波実効値は (1) V である。 v_c の周波数は、 v_s の周波数の 15 倍としている。線間交流電圧には主として (2) の高調波電圧を生じる。図3は、このインバータ各部の電圧波形である。この内、三相交流電源 E の中点 N に対する U 相端子電圧 v_{UN} の波形は、図の (3) である。

このインバータで交流電源における基本波力率が 1 になるようにして基本波交流電流の大きさを変えたとき、基本波電圧の振幅は 。

各相の正側のアームの IGBT をオフして負側のアームの IGBT をオンするとき、又はその逆に負側をオフして正側をオンするとき、実際には直流短絡を防止するためにオフからオンまでの間にデッドタイムを設ける。デッドタイムの期間の仮想直流中点 M に対する当該相の出力電圧は、交流電流が負の状態（インバータに流れ込む方向）のときは、 となる。

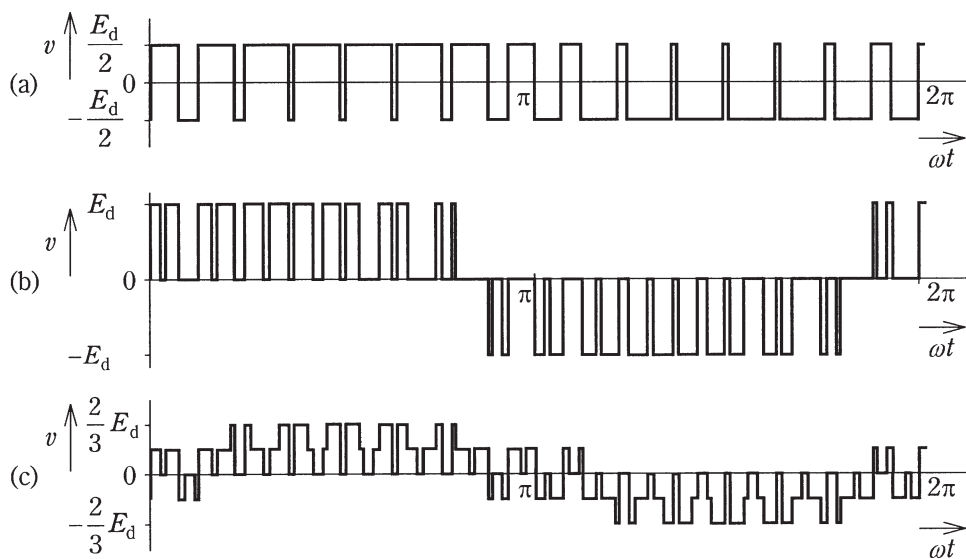


図 3

[問 5 の解答群]

- | | | | |
|---------------------|---------------|----------------------|---------|
| (イ) 210 | (ロ) (b) | (ハ) 14 次・16 次 | (ニ) (c) |
| (ホ) 242 | (ヘ) 0 | (ト) 13 次・17 次 | (チ) 182 |
| (リ) $\frac{E_d}{2}$ | (ヌ) 15 次・30 次 | (ル) $-\frac{E_d}{2}$ | (フ) (a) |
- (ワ) 基本波電流の大きさの平方根に比例して変わる
 (カ) 基本波電流の大きさに比例して変わる
 (コ) あまり変わらない

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。
なお、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、加工用レーザー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びなさい。

レーザーから発せられるビームは、レンズなどの光学系を用いて微小なスポットに集光できるため、非常に高いエネルギー密度を得ることができる。また、被加工物の必要な部分にだけ照射することが容易なため、被加工物に与えるひずみも少ない。代表的な加工用レーザーには、エキシマレーザー、YAGレーザー、及びCO₂レーザーがある。

エキシマレーザーは、 (1) とハロゲンガスとの混合ガスを用いる気体レーザーであり、 (2) を発生する。エキシマレーザーは半導体製造工程における露光装置の光源などに用いられている。

YAGレーザー及びCO₂レーザーは、金属などの穴あけ、切断、溶接、微細な表面加工などに用いられている。YAGレーザーは、 (3) であり、発生する光の波長はCO₂レーザーの波長 (4) ，集光スポット径をより小さくできる。このため、より微細な加工が可能である。しかし、非金属物質を対象とする場合には、多くの物質においてその波長における光エネルギーの (5) が低いため、加工対象物の種類は限られる。

一方、CO₂レーザーは、加工対象物の種類が多く、YAGレーザーよりも (6) 光を得ることができるため、厚板の切断や溶接により適している。

[問6の解答群]

- | | |
|---|--------------------|
| (イ) 出力の大きな連続した | (ロ) 窒素ガス |
| (ハ) 活性ガス | (ニ) 赤外光を発生する気体レーザー |
| (ホ) よりも長く | (ヘ) 可視光を発生する固体レーザー |
| (ト) 反射率 | (フ) 光子エネルギーの大きな |
| (リ) と同じであるが | (ヌ) 紫外域のパルス光 |
| (ル) 赤外光を発生する固体レーザー | (フ) 吸収率 |
| (リ) 可視域のパルス光 | (カ) 希ガス |
| (ヨ) 透過率 | (ク) よりも短く |
| (レ) Qスイッチによる尖頭 ^{せん} 値の大きなパルス状の | |
| (リ) 紫外域の連続光 | |

(選択問題)

問7 次の文章は、IP ネットワーク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びなさい。

電力用通信網では、従来の専用線通信網に加え、IP (Internet Protocol) によってデータの送受信を実現する IP ネットワークの導入が進んできている。IP は、ネットワーク機器の IP アドレスを基にして、複数のネットワークをつなぎ、相互に通信可能にするプロトコルである。また、IP が位置する階層の上位層である (1) 層で代表的なインターネット・プロトコル・スイートである (2) は、アプリケーション間の仮想的な通信路(コネクション)を確立し、送信側と受信側との確実なデータ通信を実現するプロトコルである。その反面、ブロードキャストやマルチキャスト通信などには対応できない。さらに、アプリケーション層において、インターネットや LAN などで使用される代表的なプロトコルとして、以下のようなものがある。

HTTP : Web サーバとブラウザ間で (3) などのコンテンツを受け渡すプロトコルである。

POP : メールサーバにアクセスし、電子メールを (4) するプロトコルである。

(5) : ネットワーク上で稼働する機器の稼働状況を監視し、制御するための情報の通信方法を定めるプロトコルで、管理する側のマネージャ及び管理される側のエージェントの二つによってフレームワークが構成される。

[解答群]

- | | | |
|-------------|-------------|----------|
| (イ) SNMP | (ロ) トランスポート | (ハ) 送受信 |
| (ニ) 受信 | (ホ) FTP | (ヘ) PPP |
| (ト) TCP | (チ) TELNET | (リ) 送信 |
| (ヌ) UDP | (ル) データリンク | (レ) HTML |
| (ワ) インターネット | (カ) SMTP | (ロ) MAC |