

平成 22 年度

第 3 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：0141A01234Lの場合）

受 験 番 号										
数 字				記号	数 字				記号	
0	1	4	1	A	0	1	2	3	4	L
●				●	●	0	0	0	0	A
①	●	①	●		①	●	①	①	①	B
②	②	②	②		②	②	●	②	②	C
③	③	③	③		③	③	③	●	③	K
④	④	●	④		④	④	④	④	●	L
⑤	⑤		⑤		⑤	⑤	⑤	⑤	⑤	M
⑥	⑥		⑥		⑥	⑥	⑥	⑥	⑥	N
⑦					⑦	⑦	⑦	⑦	⑦	
⑧					⑧	⑧	⑧	⑧	⑧	
⑨					⑨	⑨	⑨	⑨	⑨	

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. 問題の解答の選択肢は(1)から(5)まであります。その中から一つ選びマークシートの解答欄にマークしてください。

なお、二つ以上マークした場合には、採点されません。

(解答記入例)

問1 日本で一番高い山として、正しいのは次のうちどれか。

(1) 大雪山 (2) 浅間山 (3) 富士山 (4) 立山 (5) 阿蘇山

正解は「(3)」ですから、マークシートには

問題番号	選 択 肢 番 号
1	① ② ● ④ ⑤

のように選択肢番号の枠内を塗りつぶしてください。

6. 選択問題は、いずれか一つの問題を選んで解答してください。

なお、2問とも解答した場合には、採点されません。

(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。

第 3 種

機 械

A問題 (配点は1問題当たり5点)

問1 直流電動機の速度とトルクを次のように制御することを考える。

損失と電機子反作用を無視した場合、直流電動機では電機子巻線に発生する起電力は、界磁磁束と電機子巻線との相対速度に比例するので、 では、界磁電流一定、すなわち磁束一定条件下で電機子電圧を増減し、電機子電圧に回転速度が するように回転速度を制御する。この電動機では界磁磁束一定条件下で電機子電流を増減し、電機子電流とトルクとが するようにトルクを制御する。この電動機の高速運転では電機子電圧一定の条件下で界磁電流を増減し、界磁磁束に回転速度が するように回転速度を制御する。このように広い速度範囲で速度とトルクを制御できるので、 は圧延機の駆動などに広く使われてきた。

上記の記述中の空白箇所(ア)、(イ)、(ウ)及び(エ)に当てはまる語句として、正しいものを組み合わせたのは次のうちどれか。

	(ア)	(イ)	(ウ)	(エ)
(1) 直巻電動機	反比例	比 例	比 例	比 例
(2) 直巻電動機	比 例	比 例	比 例	反比例
(3) 他励電動機	反比例	反比例	反比例	比 例
(4) 他励電動機	比 例	比 例	比 例	反比例
(5) 他励電動機	比 例	比 例	反比例	比 例

問 2 直流発電機の損失は，固定損，直接負荷損，界磁回路損及び漂遊負荷損に分類される。

定格出力 50 [kW]，定格電圧 200 [V] の直流分巻発電機がある。この発電機の定格負荷時の効率は 94 [%] である。このときの発電機の固定損 [kW] の値として，最も近いのは次のうちどれか。

ただし，ブラシの電圧降下と漂遊負荷損は無視するものとする。また，電機子回路及び界磁回路の抵抗はそれぞれ 0.03 [Ω] 及び 200 [Ω] とする。

- (1) 1.10 (2) 1.12 (3) 1.13 (4) 1.30 (5) 1.32

問3 次の文章は、三相の誘導機に関する記述である。

固定子の励磁電流による同期速度の (ア) と回転子との速度の差(相対速度)によって回転子に電圧が発生し、その電圧によって回転子に電流が流れる。トルクは回転子の電流と磁束とで発生するので、トルク特性を制御するため、巻線形誘導機では回転子巻線の回路をブラシと (イ) で外部に引き出して二次抵抗値を調整する方式が用いられる。回転子の回転速度が停止(滑り $s = 1$) から同期速度(滑り $s = 0$)の間、すなわち、 $1 > s > 0$ の運転状態では、磁束を介して回転子の回転方向にトルクが発生するので誘導機は (ウ) となる。回転子の速度が同期速度より高速の場合、磁束を介して回転子の回転方向とは逆の方向にトルクが発生し、誘導機は (エ) となる。

上記の記述中の空白箇所(ア)、(イ)、(ウ)及び(エ)に当てはまる語句として、正しいものを組み合わせたのは次のうちどれか。

	(ア)	(イ)	(ウ)	(エ)
(1)	交番磁界	スリップリング	電動機	発電機
(2)	回転磁界	スリップリング	電動機	発電機
(3)	交番磁界	整流子	発電機	電動機
(4)	回転磁界	スリップリング	発電機	電動機
(5)	交番磁界	整流子	電動機	発電機

問4 極数4で50〔Hz〕用の巻線形三相誘導電動機があり、全負荷時の滑りは4〔%〕である。全負荷トルクのまま、この電動機の回転速度を1200〔min⁻¹〕にするために、二次回路に挿入する1相当りの抵抗〔Ω〕の値として、最も近いのは次のうちどれか。

ただし、巻線形三相誘導電動機の二次巻線は星形(Y)結線であり、各相の抵抗値は0.5〔Ω〕とする。

- (1) 2.0 (2) 2.5 (3) 3.0 (4) 7.0 (5) 7.5

問5 三相同期電動機は、50 [Hz] 又は 60 [Hz] の商用交流電源で駆動されることが一般的であった。電動機としては、極数と商用交流電源の周波数によって決まる一定速度の運転となること、 電流を調整することで力率を調整することができ、三相誘導電動機に比べて高い力率の運転ができることなどに特徴がある。さらに、誘導電動機に比べて を大きくできるという構造的な特徴などがあることから、回転子に強い衝撃が加わる鉄鋼圧延機などに用いられている。

しかし、商用交流電源で三相同期電動機を駆動する場合、 トルクを確保する必要がある。近年、インバータなどパワーエレクトロニクス装置の利用拡大によって可変電圧可変周波数の電源が容易に得られるようになった。出力の電圧と周波数がほぼ比例するパワーエレクトロニクス装置を使用すれば、 を変えると が変わり、このときのトルクを確保することができる。

さらに、回転子の位置を検出して電機子電流と界磁電流をあわせて制御することによって幅広い速度範囲でトルク応答性の優れた運転も可能となり、応用範囲を拡大させている。

上記の記述中の空白箇所(ア)、(イ)、(ウ)、(エ)及び(オ)に当てはまる語句として、正しいものを組み合わせたのは次のうちどれか。

	(ア)	(イ)	(ウ)	(エ)	(オ)
(1)	励磁	固定子	過負荷	周波数	定格速度
(2)	励磁	固定子	始動	電圧	定格速度
(3)	電機子	空げき	過負荷	電圧	定格速度
(4)	電機子	固定子	始動	周波数	同期速度
(5)	励磁	空げき	始動	周波数	同期速度

問6 電気機器は磁束を利用する観点から、次のように分類して考えることができる。

- a. 交流で励磁する (ア) と (イ) は、負荷電流を流す巻線が磁束を発生する巻線を兼用するなどの共通点があるので、基本的に同じ形の等価回路を用いて特性計算を行う。
- b. 直流で励磁する (ウ) と (エ) は、負荷電流を流す電機子巻線と、磁束を発生する界磁巻線を分けて設ける。
- c. (オ) を自己始動電動機として用いる場合、その磁極表面にかご形導体を設け、(イ) と同様の始動トルクを発生させる。

上記の記述中の空白箇所(ア)、(イ)、(ウ)及び(エ)に当てはまる語句として、正しいものを組み合わせたのは次のうちどれか。

	(ア)	(イ)	(ウ)	(エ)
(1)	誘導機	変圧器	直流機	同期機
(2)	変圧器	誘導機	同期機	直流機
(3)	誘導機	変圧器	同期機	直流機
(4)	変圧器	誘導機	直流機	同期機
(5)	変圧器	同期機	直流機	誘導機

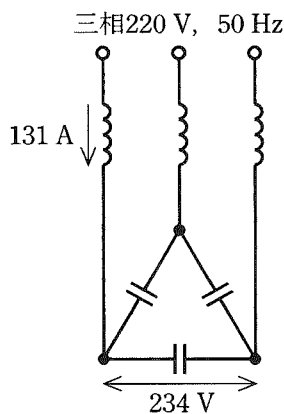
問7 力率改善の目的で用いる低圧進相コンデンサは、図のように直列に6 [%]のリアクトルを接続することを標準としている。このため、回路電圧 V_L [V] の設備に用いる進相コンデンサの定格電圧 V_N [V] は、次の式で与えられる値となる。

$$V_N = \frac{V_L}{1 - \frac{L}{100}}$$

ここで、 L は、組み合わせて用いる直列リアクトルの%リアクタンスであり、 $L = 6$ である。

これから、回路電圧 220 [V] (相電圧 127.0 [V]) の三相受電設備に用いる進相コンデンサでは、コンデンサの定格電圧を 234 [V] (相電圧 135.1 [V]) とする。

定格設備容量 50 [kvar]、定格周波数 50 [Hz] の進相コンデンサ設備を考える。その定格電流は、131 [A] となる。この進相コンデンサ設備に直列に接続するリアクトルのインダクタンス [mH] (1 相分) の値として、最も近いのは次のうちどれか。

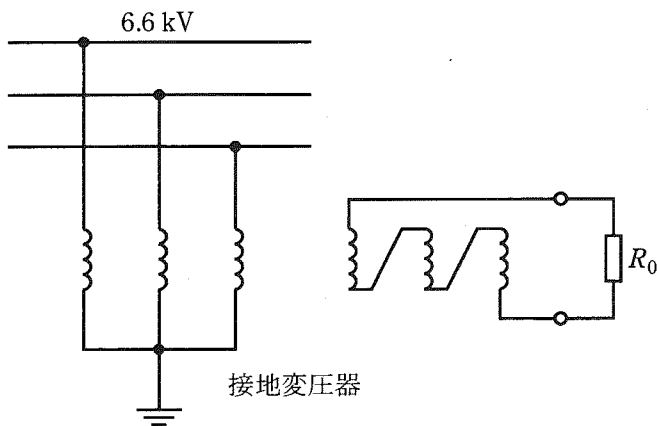


- (1) 0.20 (2) 0.34 (3) 3.09 (4) 3.28 (5) 5.35

問8 単相変圧器3台が図に示すように6.6[kV]電路に接続されている。一次側は星形(Y)結線、二次側は開放三角結線とし、一次側中性点は大地に接続され、二次側開放端子には図のように抵抗 R_0 が負荷として接続されている。三相電圧が平衡している通常の状態では、各相が打ち消しあうため二次側開放端子には電圧は現れないが、電路のバランスが崩れ不平衡になった場合や電路に地絡事故などが発生した場合には、二次側開放端子に電圧が現れる。このとき、二次側の抵抗負荷 R_0 は各相が均等に負担することになる。

いま、各単相変圧器の定格一次電圧が $\frac{6.6}{\sqrt{3}}$ [kV]、定格二次電圧が $\frac{110}{\sqrt{3}}$ [V]で、二次接続抵抗 $R_0 = 10$ [Ω]の場合、一次側に換算した1相当たりの二次抵抗[k Ω]の値として、最も近いのは次のうちどれか。

ただし、変圧器は理想変圧器であり、一次巻線、二次巻線の抵抗及び損失は無視するものとする。



- (1) 4.00 (2) 6.93 (3) 12.0 (4) 20.8 (5) 36.0

問 9 真空遮断器 (VCB) は 10^{-5} [MPa] 以下の高真空中での高い (ア) と強力な拡散作用による (イ) を利用した遮断器である。遮断電流を増大させるために適切な電極材料を使用するとともに、アークを制御することで電極の局部過熱と溶融を防いでいる。電極部は (ウ) と呼ばれる容器に収められており、接触子の周囲に円筒状の金属製シールドを設置することで、電流遮断時のアーク (電極から蒸発した金属と電子によって構成される) が真空中に拡散し絶縁筒内面に付着して絶縁が低下しないようにしている。真空遮断器は、アーク電圧が低く電極の消耗が少ないので長寿命であり、多頻度の開閉用途に適していることと、小形で簡素な構造、保守が容易などの特徴があり、24 [kV] 以下の電路において広く使用されている。一方で他の遮断器に比べ電流遮断時に発生するサージ電圧が高いため、電路に接続された機器を保護する目的でコンデンサと抵抗を直列に接続したもの又は (エ) を遮断器前後の線路導体と大地との間に設置する場合が多い。

上記の記述中の空白箇所(ア)、(イ)、(ウ)及び(エ)に当てはまる語句として、正しいものを組み合わせたのは次のうちどれか。

(選択肢は右側に記載)

	(ア)	(イ)	(ウ)	(エ)
(1)	冷却能力	消弧能力	空気容器	リアクトル
(2)	絶縁耐力	消弧能力	真空容器	リアクトル
(3)	消弧能力	絶縁耐力	空気容器	避雷器
(4)	絶縁耐力	消弧能力	真空容器	避雷器
(5)	消弧能力	絶縁耐力	真空容器	避雷器

問10 図1は、降圧チョッパの基本回路である。オンオフ制御パルプデバイス Q は、IGBT を用いており、 $\frac{T}{2}$ [s] の期間はオン、残りの $\frac{T}{2}$ [s] の期間はオフで、周期 T [s] でスイッチングし、負荷抵抗 R には図2に示す波形の電流 i_R [A] が流れているものとする。

このとき、ダイオード D に流れる電流 i_D [A] の波形に最も近い波形は、図2の(1)から(5)のうちのどれか。

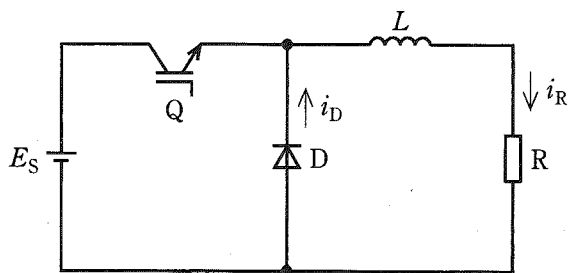


図 1

(選択肢は右側に記載)

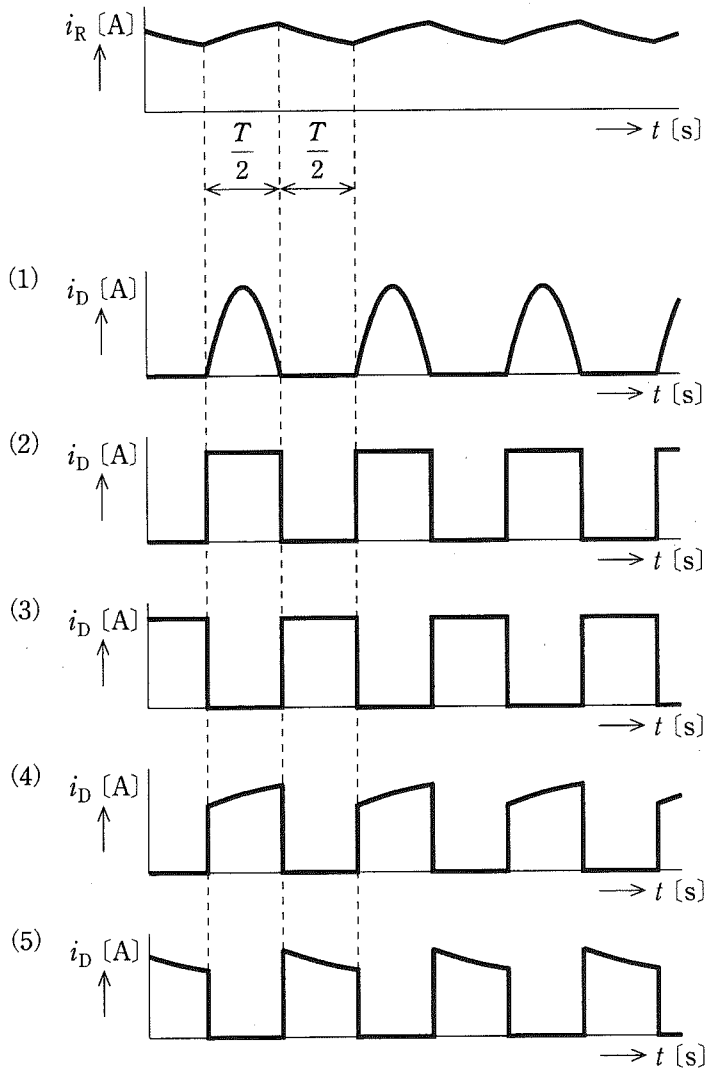


图 2

問11 エレベータの昇降に使用する電動機の出力 P を求めるためには、昇降する実質の質量を M [kg]、一定の昇降速度を v [m/min]、機械効率を η [%] とすると、

$$P = 9.8 \times M \times \frac{v}{60} \times \boxed{\text{(ア)}} \times 10^{-3}$$

となる。ただし、出力 P の単位は [$\boxed{\text{(イ)}}$] であり、加速に要する動力及びロープの質量は無視している。

昇降する実質の質量 M [kg] は、かご質量 M_C [kg] と積載質量 M_L [kg] とのかご側合計質量と、釣合いおもり質量 M_B [kg] との $\boxed{\text{(ウ)}}$ から決まる。定格積載質量を M_n [kg] とすると、平均的に電動機の必要トルクが $\boxed{\text{(エ)}}$ なるように、釣合いおもり質量 M_B [kg] は、

$$M_B = M_C + \alpha \times M_n$$

とする。ただし、 α は $\frac{1}{3} \sim \frac{1}{2}$ 程度に設計されることが多い。

電動機は、負荷となる質量 M [kg] を上昇させるときは力行運転、下降させるときは回生運転となる。したがって、乗客がない(積載質量がない)かごを上昇させるときは $\boxed{\text{(オ)}}$ 運転となる。

上記の記述中の空白箇所(ア)、(イ)、(ウ)、(エ)及び(オ)に当てはまる語句、式又は単位として、正しいものを組み合わせるのは次のうちどれか。

(選択肢は右側に記載)

	(ア)	(イ)	(ウ)	(エ)	(オ)
(1)	$\frac{100}{\eta}$	kW	差	小さく	力行
(2)	$\frac{\eta}{100}$	kW	和	大きく	力行
(3)	$\frac{100}{\eta}$	kW	差	小さく	回生
(4)	$\frac{\eta}{100}$	W	差	小さく	力行
(5)	$\frac{100}{\eta}$	W	和	大きく	回生

問12 マイクロ波加熱の特徴に関する記述として、誤っているのは次のうちどれか。

- (1) マイクロ波加熱は、被加熱物自体が発熱するので、被加熱物の温度上昇（昇温）に要する時間は熱伝導や対流にはほとんど無関係で、照射するマイクロ波電力で決定される。
- (2) マイクロ波出力は自由に制御できるので、温度調節が容易である。
- (3) マイクロ波加熱では、石英ガラスやポリエチレンなど誘電体損失係数の小さい物も加熱できる。
- (4) マイクロ波加熱は、被加熱物の内部でマイクロ波のエネルギーが熱になるため、加熱作業環境を悪化させることがない。
- (5) マイクロ波加熱は、電熱炉のようにあらかじめ所定温度に予熱しておく必要がなく熱効率も高い。

問13 図は、負荷に流れる電流 i_L [A] を電流センサで検出して制御するフィードバック制御系である。

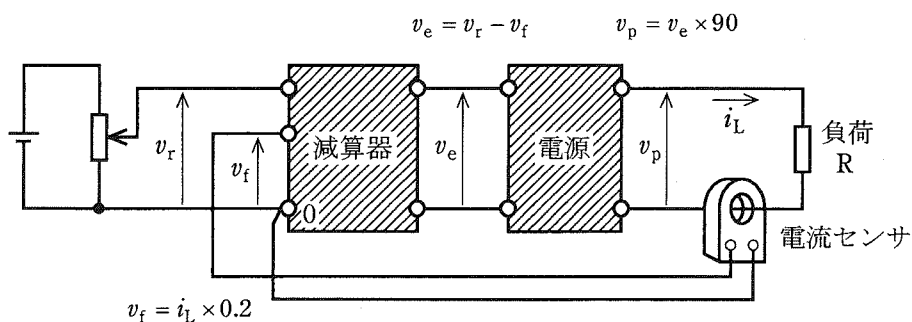
減算器では、目標値を設定する電圧 v_r [V] から電流センサの出力電圧 v_f [V] を減算して、誤差電圧 $v_e = v_r - v_f$ を出力する。

電源は、減算器から入力される入力電圧(誤差電圧) v_e [V] に比例して出力電圧 v_p [V] が変化し、入力信号 v_e [V] が 1 [V] のときには出力電圧 v_p [V] が 90 [V] となる。

負荷は、抵抗 R の値が 2 [Ω] の抵抗器である。

電流センサは、検出電流(負荷に流れる電流) i_L [A] が 50 [A] のときに出力電圧 v_f [V] が 10 [V] となる。

この制御系において目標値設定電圧 v_r [V] を 8 [V] としたときに負荷に流れる電流 i_L [A] の値として、最も近いのは次のうちどれか。



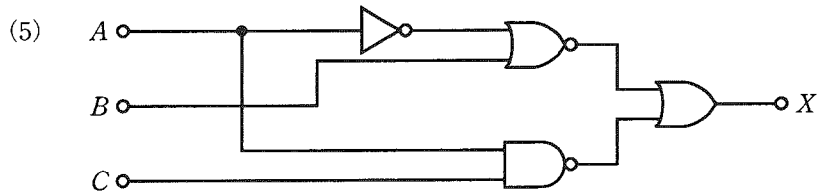
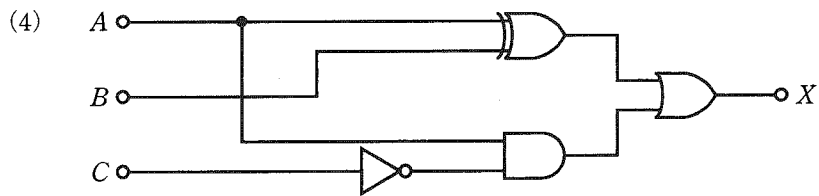
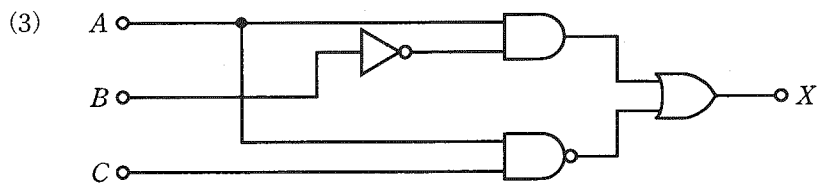
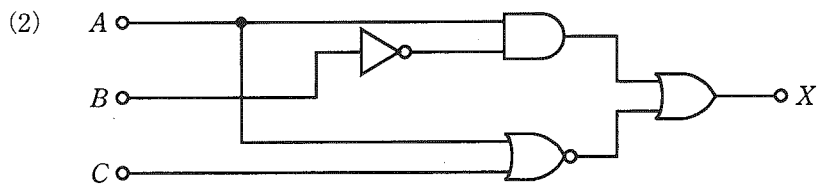
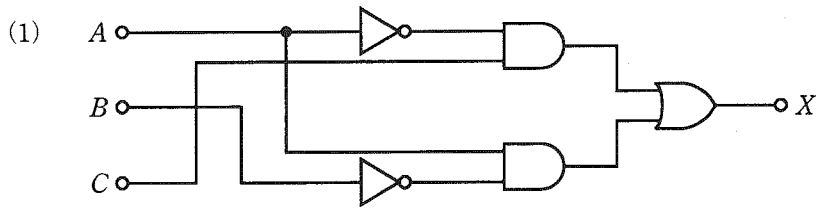
- (1) 8.00 (2) 36.0 (3) 37.9 (4) 40.0 (5) 72.0

問14 入力信号が A , B 及び C , 出力信号が X の論理回路として, 次の真理値表を満たす論理回路は次のうちどれか。

真理値表

入力信号			出力信号
A	B	C	X
0	0	0	1
0	0	1	0
0	1	0	1
0	1	1	0
1	0	0	1
1	0	1	1
1	1	0	0
1	1	1	0

(選択肢は右側に記載)



B問題 (配点は1問題当たり(a)5点, (b)5点, 計10点)

問15 1相当りの同期リアクタンスが $1[\Omega]$ の三相同期発電機が無負荷電圧 $346[V]$ (相電圧 $200[V]$)を発生している。そこに抵抗器負荷を接続すると電圧が $300[V]$ (相電圧 $173[V]$)に低下した。次の(a)及び(b)に答えよ。

ただし, 三相同期発電機の回転速度は一定で, 損失は無視するものとする。

(a) 電機子電流 [A] の値として、最も近いのは次のうちどれか。

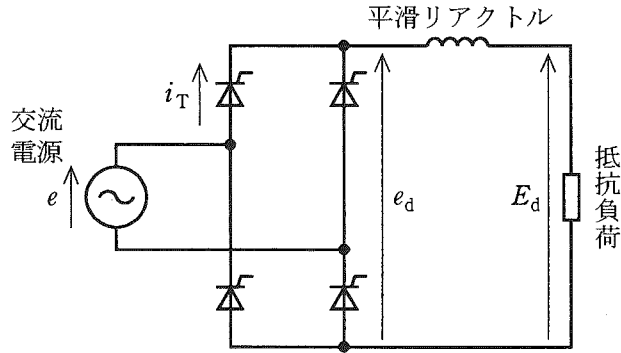
- (1) 27 (2) 70 (3) 100 (4) 150 (5) 173

(b) 出力 [kW] の値として、最も近いのは次のうちどれか。

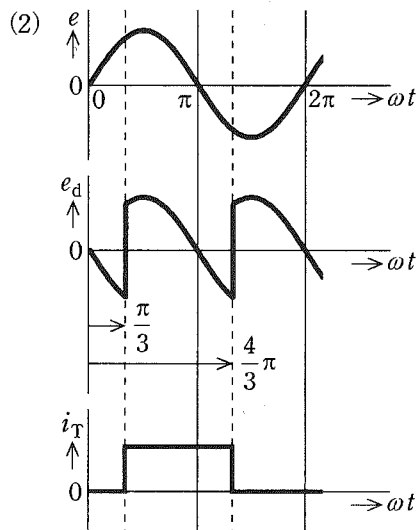
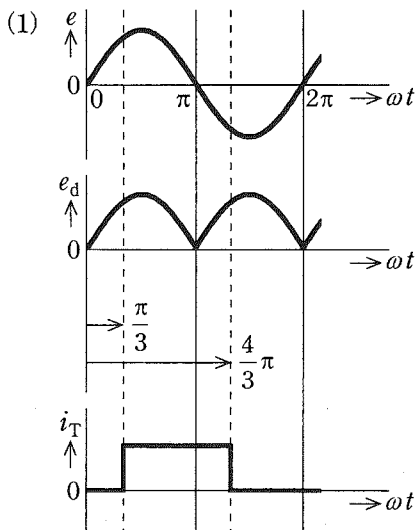
- (1) 24 (2) 30 (3) 52 (4) 60 (5) 156

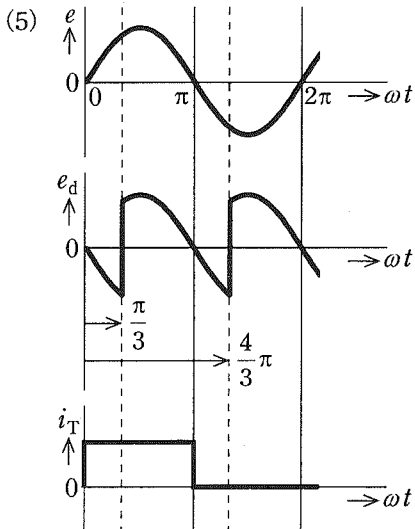
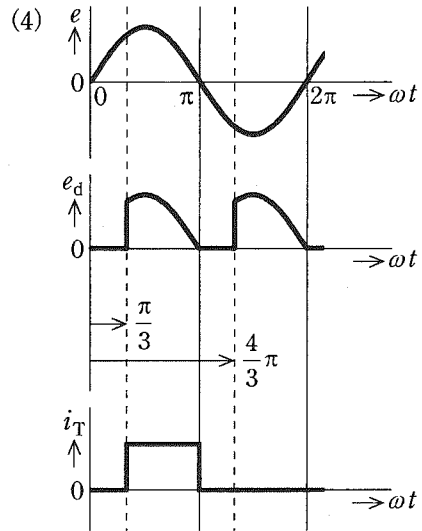
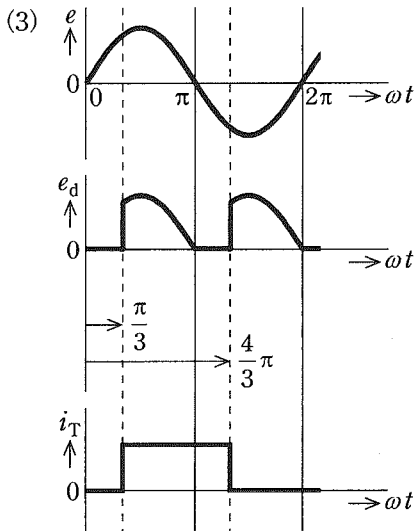
問16 図には、バルブデバイスとしてサイリスタを用いた単相全波整流回路を示す。交流電源電圧を $e = \sqrt{2}E \sin \omega t$ [V]、単相全波整流回路出力の直流電圧を e_d [V]、サイリスタの電流を i_T [A] として、次の(a)及び(b)に答えよ。

ただし、重なり角などは無視し、平滑リアクトルにより直流電流は一定とする。



(a) サイリスタの制御遅れ角 α が $\frac{\pi}{3}$ [rad] のときに、 e に対する、 e_d 、 i_T の波形として、正しいのは次のうちどれか。





(b) 負荷抵抗にかかる出力の直流電圧 E_d [V] は上記(a)に示された瞬時値波形の平均値となる。制御遅れ角 α を $\frac{\pi}{2}$ [rad] としたときの電圧 [V] の値として、正しいのは次のうちどれか。

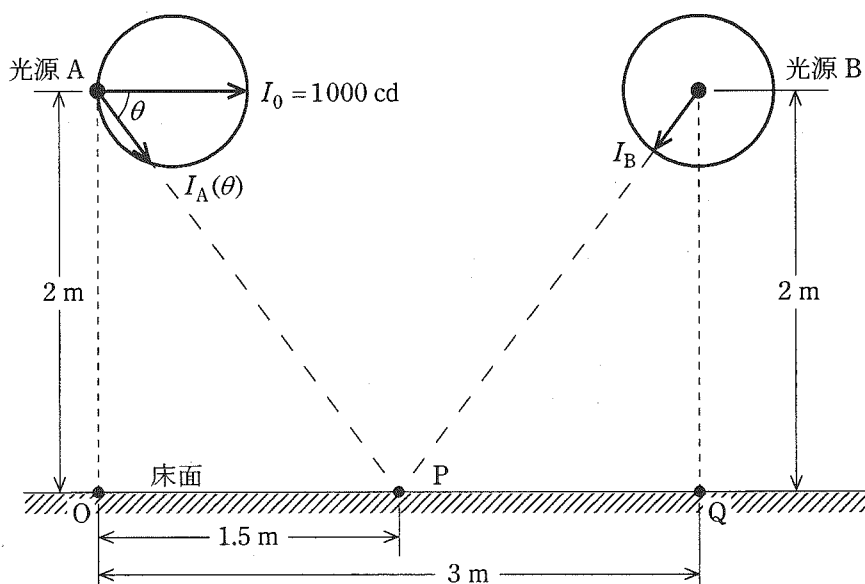
- (1) 0 (2) $\frac{\sqrt{2}}{\pi} E$ (3) $\frac{1}{2} E$ (4) $\frac{\sqrt{2}}{2} E$ (5) $\frac{2\sqrt{2}}{\pi} E$

問17及び問18は選択問題です。問17又は問18のどちらかを選んで解答してください。(両方解答すると採点されませんので注意してください。)

(選択問題)

問17 図に示すように、床面上の直線距離 3 [m] 離れた点 O 及び点 Q それぞれの真上 2 [m] のところに、配光特性の異なる 2 個の光源 A, B をそれぞれ取り付けたとき、 \overline{OQ} 線上の midpoint P の水平面照度に関して、次の (a) 及び (b) に答えよ。

ただし、光源 A は床面に対し平行な方向に最大光度 I_0 [cd] で、この I_0 の方向と角 θ をなす方向に $I_A(\theta) = 1000 \cos\theta$ [cd] の配光をもつ。光源 B は全光束 5000 [lm] で、どの方向にも光度が等しい均等放射光源である。



(a) まず，光源 A だけを点灯したとき，点 P の水平面照度 [lx] の値として，最も近いのは次のうちどれか。

- (1) 57.6 (2) 76.8 (3) 96.0 (4) 102 (5) 192

(b) 次に，光源 A と光源 B の両方を点灯したとき，点 P の水平面照度 [lx] の値として，最も近いのは次のうちどれか。

- (1) 128 (2) 141 (3) 160 (4) 172 (5) 256

(選択問題)

問18 数の表現法について、次の(a)及び(b)に答えよ。

(a) 10進法で表される正の整数 N は、10進法の2以上の整数 r を用いて、次式のように表すことができる。

$$N = a_n r^n + a_{n-1} r^{n-1} + \dots + a_1 r + a_0$$

ただし、 a_i は整数であり、 $0 \leq a_i < r$ ($i = 0, 1, \dots, n$) である。

このとき、 N を r 進法で次のように表現することとする。

$$(a_n a_{n-1} \dots a_2 a_1 a_0)_r$$

この表現方法によって次の計算が成り立つとき、 r の値として正しいのは次のうちどれか。

$$(122)_r - (42)_r = (40)_r$$

- (1) 5 (2) 6 (3) 7 (4) 8 (5) 9

(b) 8ビットの固定長で、正負のある2進法の数値を表現する場合、次のような①及び②で示す方式がある。また、D-Aコンバータにおいては次の③で示す方式が用いられる。

① 最上位ビット(左端のビット、以下MSBという)を符号ビットとして、残りのビットでその数の絶対値を表す方式は、絶対値表示方式と呼ばれる。この場合、MSB = 0 が正(+), MSB = 1 が負(-)と約束すると、10進数の-8は となる。

② 7ビット長で表された正の数 n に対して、 $-n$ を8ビット長の n の2の補数で表す方式がある。この方式による場合、10進数の-8は となる。この方式においても、MSB = 1 は負の整数、MSB = 0 は正の整数を示すことになる。この方式は、2進数の減算に適している。

③ D-A コンバータでは、デジタル入力値とアナログ出力値が比例の関係にある。8ビットのD-A コンバータではデジタル入力値として、 $(1000\ 0000)_2$ を与えた場合に、 0.0000 [V] が出力されるようにしたオフセット・バイナリ・コードを用いることが多い。この場合、出力電圧が正のときは、 $MSB = 1$ となり、負のときは、 $MSB = 0$ となる。

デジタル入力値が $(0000\ 0000)_2$ のときのアナログ出力値が -5.0000 [V] であるオフセット・バイナリ・コードのD-A コンバータでは、デジタル入力値が $(0111\ 1000)_2$ のときの出力電圧値は [V] となる。

上記の記述中の空白箇所(ア)、(イ)及び(ウ)に当てはまる数値として、正しいものを組み合わせたのは次のうちどれか。

	(ア)	(イ)	(ウ)
(1)	$(1000\ 1000)_2$	$(1000\ 0111)_2$	-0.2734
(2)	$(1111\ 1000)_2$	$(1000\ 1000)_2$	-0.3125
(3)	$(1000\ 1000)_2$	$(1111\ 1000)_2$	-0.3125
(4)	$(1111\ 1000)_2$	$(1000\ 0111)_2$	-0.3125
(5)	$(1000\ 1000)_2$	$(1111\ 1000)_2$	-0.2734