

平成 28 年度

第 3 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：0141A01234Aの場合）

受 験 番 号											
数 字		記号	数 字		数 字		数 字		記号		
0	1	4	1	A	0	1	2	3	4	A	
●				●	●	○	○	○	○	●	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、正しいものを次の(1)～(5)のうちから一つ選べ。

(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. 問17と問18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5点）

問1 電機子巻線抵抗が 0.2Ω である直流分巻電動機がある。この電動機では界磁抵抗器が界磁巻線に直列に接続されており界磁電流を調整することができる。また、この電動機には定トルク負荷が接続されており、その負荷が要求するトルクは定常状態においては回転速度によらない一定値となる。

この電動機を、負荷を接続した状態で端子電圧を 100V として運転したところ、回転速度は 1500min^{-1} であり、電機子電流は 50A であった。この状態から、端子電圧を 115V に変化させ、界磁電流を端子電圧が 100V のときと同じ値に調整したところ、回転速度が変化し最終的にある値で一定となった。この電動機の最終的な回転速度の値 $[\text{min}^{-1}]$ として、最も近いものを次の(1)～(5)のうちから一つ選べ。

ただし、電機子電流の最終的な値は端子電圧が 100V のときと同じである。また、電機子反作用及びブラシによる電圧降下は無視できるものとする。

- (1) 1290 (2) 1700 (3) 1730 (4) 1750 (5) 1950

問2 次の文章は、直流機に関する記述である。

直流機では固定子と回転子の中で直流電力と機械動力の変換が行われる。この変換を担う機構の一種にブラシと整流子とがあり、これらを用いた直流機では通常、界磁巻線に直流の界磁電流を流し、 を回転子とする。

このブラシと整流子を用いる直流機では、電機子反作用への対策として補償巻線や補極が設けられる。ブラシと整流子を用いる場合には、補極や補償巻線を設けないと、電機子反作用によって、固定子から見た 中性軸の位置が変化するために、これに合わせてブラシを移動しない限りブラシと整流子片との間に が生じて整流子片を損傷するおそれがある。なお、小形機では、補償巻線と補極のうち が一般的に用いられる。

上記の記述中の空白箇所(ア)、(イ)、(ウ)及び(エ)に当てはまる組合せとして、正しいものを次の(1)～(5)のうちから一つ選べ。

	(ア)	(イ)	(ウ)	(エ)
(1)	界磁	電氣的	火花	補償巻線
(2)	界磁	幾何学的	応力	補極
(3)	電機子	電氣的	火花	補極
(4)	電機子	電氣的	火花	補償巻線
(5)	電機子	幾何学的	応力	補償巻線

問3 次の文章は、三相誘導電動機の誘導起電力に関する記述である。

三相誘導電動機で固定子巻線に電流が流れると (ア) が生じ、これが回転子巻線を切ることで回転子巻線に起電力が誘導され、この起電力によって回転子巻線に電流が流れることでトルクが生じる。この回転子巻線の電流によって生じる起磁力を (イ) ように固定子巻線に電流が流れる。

回転子が停止しているときは、固定子巻線に流れる電流によって生じる (ア) は、固定子巻線を切ると同じ速さで回転子巻線を切る。このことは原理的に変圧器と同じであり、固定子巻線は変圧器の (ウ) 巻線に相当し、回転子巻線は (エ) 巻線に相当する。回転子巻線の各相には変圧器と同様に (エ) 誘導起電力を生じる。

回転子が $n[\text{min}^{-1}]$ の速度で回転しているときは、(ア) の速度を $n_s[\text{min}^{-1}]$ とすると、滑り s は $s = \frac{n_s - n}{n_s}$ で表される。このときの (エ) 誘導起電力の大きさは、回転子が停止しているときの (オ) 倍となる。

上記の記述中の空白箇所(ア)、(イ)、(ウ)、(エ)及び(オ)に当てはまる組合せとして、正しいものを次の(1)～(5)のうちから一つ選べ。

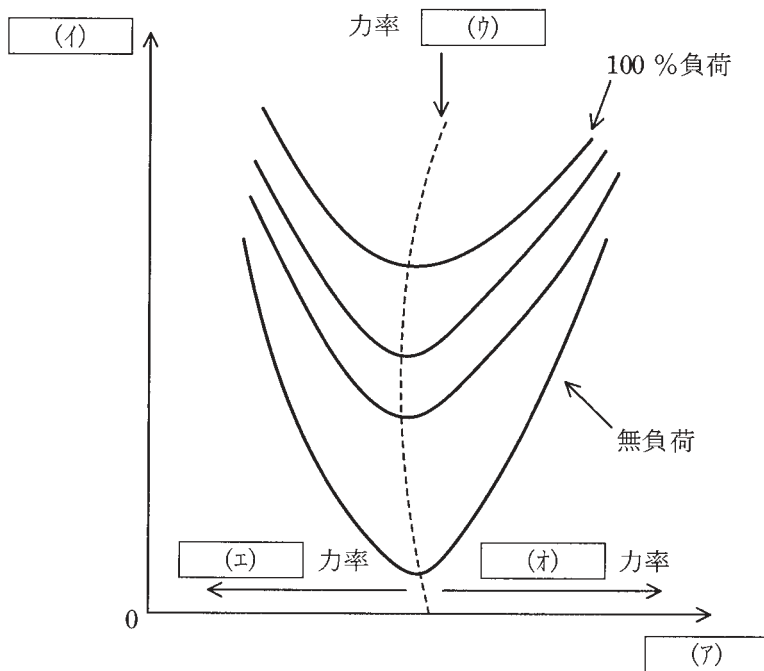
	(ア)	(イ)	(ウ)	(エ)	(オ)
(1)	交番磁界	打ち消す	二次	一次	$1-s$
(2)	回転磁界	打ち消す	一次	二次	$\frac{1}{s}$
(3)	回転磁界	増加させる	一次	二次	s
(4)	交番磁界	増加させる	二次	一次	$\frac{1}{s}$
(5)	回転磁界	打ち消す	一次	二次	s

問 4 定格周波数 50 Hz, 6 極のかご形三相誘導電動機があり, トルク 200 N・m, 機械出力 20 kW で定格運転している。このときの二次入力 (同期ワット) の値 [kW] として, 最も近いものを次の (1) ~ (5) のうちから一つ選べ。

- (1) 19 (2) 20 (3) 21 (4) 25 (5) 27

問5 次の文章は、同期電動機に関する記述である。記述中の空白箇所の記号は、図中の記号と対応している。

図は同期電動機の位相特性曲線を示している。形がVの字のようになっているのでV曲線とも呼ばれている。横軸は (ア) ，縦軸は (イ) で、負荷が増加するにつれ曲線は上側へ移動する。図中の破線は、各負荷における力率 (ウ) の動作点を結んだ線であり、この破線の左側の領域は (エ) 力率、右側の領域は (オ) 力率の領域である。



上記の記述中の空白箇所(ア)、(イ)、(ウ)、(エ)及び(オ)に当てはまる組合せとして、正しいものを次の(1)～(5)のうちから一つ選べ。

(選択肢は右側に記載)

	(ア)	(イ)	(ウ)	(エ)	(オ)
(1)	電機子電流	界磁電流	1	遅れ	進み
(2)	界磁電流	電機子電流	1	遅れ	進み
(3)	界磁電流	電機子電流	1	進み	遅れ
(4)	電機子電流	界磁電流	0	進み	遅れ
(5)	界磁電流	電機子電流	0	遅れ	進み

問6 次の文章は、電源電圧一定(交流機の場合は多相交流巻線に印加する電源電圧の周波数も一定。)の条件下における各種電動機において、空回しの無負荷から、負荷の増大とともにトルクを発生する現象に関する記述である。

無負荷条件の直流分巻電動機では、回転速度に比例する (ア) と (イ) とがほぼ等しく、電機子電流がほぼ零となる。この状態から負荷が掛かって回転速度が低下すると、電機子電流が増大してトルクが発生する。

無負荷条件の誘導電動機では、周波数及び極数で決まる (ウ) と回転速度とがほぼ等しく、(エ) がほぼ零となる。この状態から負荷が掛かって回転速度が低下すると、(エ) が増大してトルクが発生する。

無負荷条件の同期電動機では、界磁単独の磁束と電機子反作用を考慮した電機子磁束との位相差がほぼ零となる。この状態から負荷が掛かっても回転速度の低下はないが、上記両磁束の位相差、すなわち (オ) が増大してトルクが発生する。

上記の記述中の空白箇所(ア)、(イ)、(ウ)、(エ)及び(オ)に当てはまる組合せとして、正しいものを次の(1)～(5)のうちから一つ選べ。

	(ア)	(イ)	(ウ)	(エ)	(オ)
(1)	逆起電力	電源電圧	同期速度	滑り	負荷角
(2)	誘導起電力	逆起電力	回転磁界	二次抵抗	負荷角
(3)	逆起電力	電源電圧	定格速度	二次抵抗	力率角
(4)	誘導起電力	逆起電力	同期速度	滑り	負荷角
(5)	逆起電力	電源電圧	回転磁界	滑り	力率角

問7 各種変圧器に関する記述として、誤っているものを次の(1)～(5)のうちから一つ選べ。

- (1) 単巻変圧器は、一次巻線と二次巻線とが一部分共通になっている。そのため、一次巻線と二次巻線との間が絶縁されていない。変圧器自身の自己容量は、負荷に供給する負荷容量に比べて小さい。
- (2) 三巻線変圧器は、一つの変圧器に三組の巻線を設ける。これを3台用いて三相Y-Y結線を行う場合、一組目の巻線をY結線の一次、二組目の巻線をY結線の二次、三組目の巻線を Δ 結線の第3調波回路とする。
- (3) 磁気漏れ変圧器は、磁路の一部にギャップがある鉄心に、一次巻線及び二次巻線を巻く。負荷のインピーダンスが変化しても、変圧器内の漏れ磁束が変化することで、負荷電圧を一定に保つ作用がある。
- (4) 計器用変成器には、変流器(CT)と計器用変圧器(VT)がある。これらを用いると、大電流又は高電圧の測定において、例えば最大目盛りが5A、150Vという通常の電流計又は電圧計を用いることができる。
- (5) 変流器(CT)では、電流計が二次側の閉回路を構成し、そこに流れる電流が一次側に流れる被測定電流の起磁力を打ち消している。通電中に誤って二次側を開放すると、被測定電流が全て励磁電流となるので、鉄心の磁束密度が著しく大きくなり、焼損するおそれがある。

問 8 変圧器の規約効率を計算する場合、巻線の抵抗値を 75 °C の基準温度の値に補正する。

ある変圧器の巻線の温度と抵抗値を測ったら、20 °C のとき 1.0 Ω であった。この変圧器の 75 °C における巻線抵抗値 [Ω] として、最も近いものを次の (1) ~ (5) のうちから一つ選べ。

ただし、巻線は銅導体であるものとし、 T [°C] と t [°C] の抵抗値の比は、

$$(235+T) : (235+t)$$

である。

- (1) 0.27 (2) 0.82 (3) 1.22 (4) 3.75 (5) 55.0

問9 図は、2種類の直流チョップを示している。いずれの回路もスイッチS、ダイオードD、リアクトルL、コンデンサC(図1のみに使用されている。)を用いて、直流電源電圧 $E=200\text{ V}$ を変換し、負荷抵抗Rの電圧 v_{d1} 、 v_{d2} を制御するためのものである。これらの回路で、直流電源電圧は $E=200\text{ V}$ 一定とする。また、負荷抵抗Rの抵抗値とリアクトルLのインダクタンス又はコンデンサCの静電容量の値とで決まる時定数が、スイッチSの動作周期に対して十分に大きいものとする。各回路のスイッチSの通流率を0.7とした場合、負荷抵抗Rの電圧 v_{d1} 、 v_{d2} の平均値 V_{d1} 、 V_{d2} の値[V]の組合せとして、最も近いものを次の(1)～(5)のうちから一つ選べ。

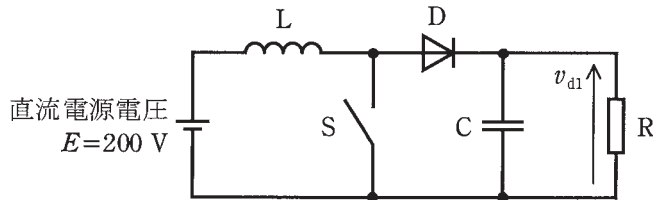


図1

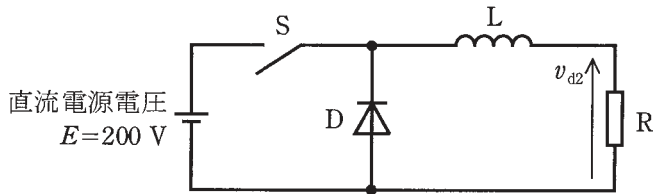


図2

	V_{d1}	V_{d2}
(1)	667	140
(2)	467	60
(3)	667	86
(4)	467	140
(5)	286	60

問10 次の文章は、太陽光発電システムに関する記述である。

図1は交流系統に連系された太陽光発電システムである。太陽電池アレイはインバータと系統連系用保護装置とが一体になった (ア) を介して交流系統に接続されている。

太陽電池アレイは、複数の太陽電池セルを直列又は直並列に接続して構成される太陽電池モジュールをさらに直並列に接続したものである。太陽電池セルはp形半導体とn形半導体とを接合したpn接合ダイオードであり、照射される太陽光エネルギーを (イ) によって電気エネルギーに変換する。

また、太陽電池セルの簡易等価回路は電流源と非線形の電流・電圧特性をもつ一般的なダイオードを組み合わせて図2のように表される。太陽電池セルに負荷を接続し、セルに照射される太陽光の量を一定に保ったまま、負荷を変化させたときに得られる出力電流・出力電圧特性は図3の (ウ) のようになる。このとき負荷への出力電力・出力電圧特性は図4の (エ) のようになる。セルに照射される太陽光の量が変化すると、最大電力も、最大電力となるときの出力電圧も変化する。このため、(ア) には太陽電池アレイから常に最大の電力を取り出すような制御を行うものがある。この制御は (オ) 制御と呼ばれる。

上記の記述中の空白箇所(ア)、(イ)、(ウ)、(エ)及び(オ)に当てはまる組合せとして、正しいものを次の(1)～(5)のうちから一つ選べ。

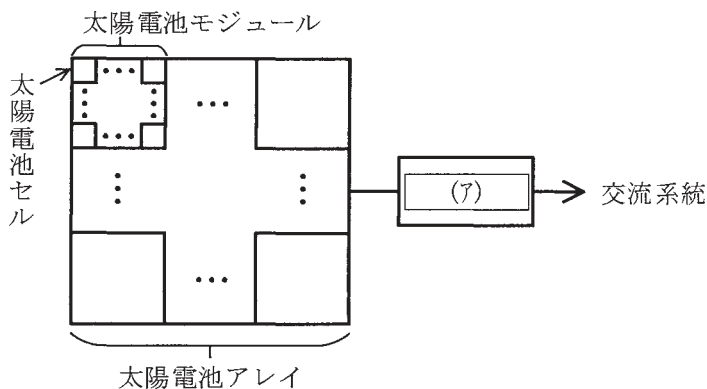


図1 交流系統に連系された太陽光発電システム

(選択肢は右側に記載)

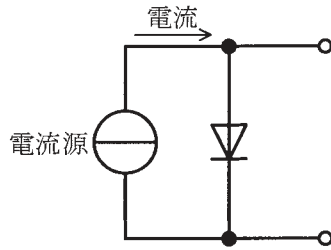


図2 太陽電池セルの簡易等価回路

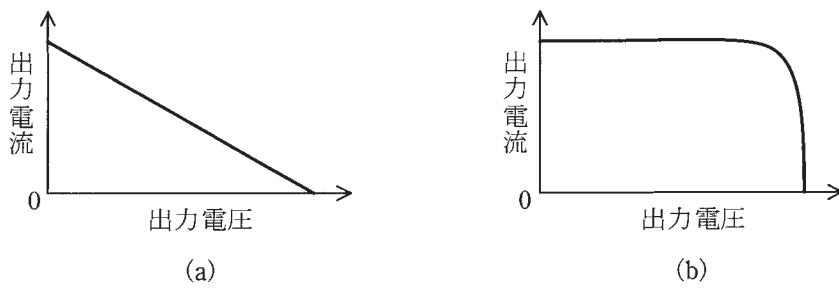


図3 出力電流・出力電圧特性

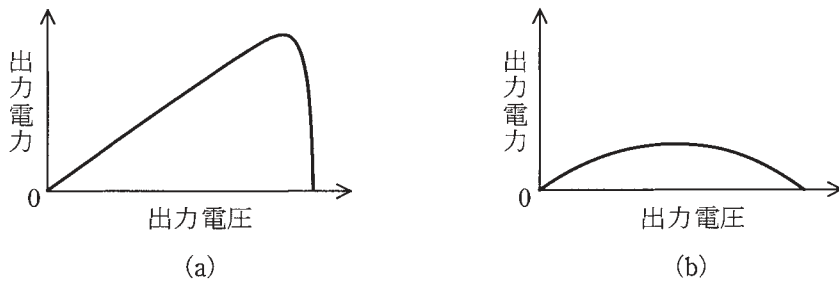


図4 出力電力・出力電圧特性

	(ア)	(イ)	(ウ)	(エ)	(オ)
(1)	パワーコンディショナ	光起電力効果	(b)	(a)	MPPT
(2)	ガバナ	光起電力効果	(b)	(b)	PWM
(3)	パワーコンディショナ	光起電力効果	(a)	(b)	MPPT
(4)	ガバナ	光導電効果	(b)	(a)	PWM
(5)	パワーコンディショナ	光導電効果	(a)	(b)	PWM

問11 かごの質量が 200 kg, 定格積載質量が 1 000 kgのロープ式エレベータにおいて、釣合いおもりの質量は、かごの質量に定格積載質量の 40 %を加えた値とした。このエレベータで、定格積載質量を搭載したかごを一定速度 90 m/minで上昇させるときに用いる電動機の出力の値 [kW]として、最も近いものを次の(1)～(5)のうちから一つ選べ。ただし、機械効率は 75 %, 加減速に要する動力及びロープの質量は無視するものとする。

- (1) 1.20 (2) 8.82 (3) 11.8 (4) 23.5 (5) 706

問12 電池に関する記述として、誤っているものを次の(1)～(5)のうちから一つ選べ。

- (1) 充電によって繰り返し使える電池は二次電池と呼ばれている。
- (2) 電池の充放電時に起こる化学反応において、イオンは電解液の中を移動し、電子は外部回路を移動する。
- (3) 電池の放電時には正極では還元反応が、負極では酸化反応が起こっている。
- (4) 出力インピーダンスの大きな電池ほど大きな電流を出力できる。
- (5) 電池の正極と負極の物質のイオン化傾向の差が大きいほど開放電圧が高い。

問13 次の文章は、フィードバック制御における三つの基本的な制御動作に関する記述である。

目標値と制御量の差である偏差に して操作量を変化させる制御動作を 動作という。この動作の場合、制御動作が働いて目標値と制御量の偏差が小さくなると操作量も小さくなるため、制御量を目標値に完全に一致させることができず、 が生じる欠点がある。

一方、偏差の 値に応じて操作量を変化させる制御動作を 動作という。この動作は偏差の起こり始めに大きな操作量を与える動作をするので、偏差を早く減衰させる効果があるが、制御のタイミング(位相)によっては偏差を増幅し不安定になることがある。

また、偏差の 値に応じて操作量を変化させる制御動作を 動作という。この動作は偏差が零になるまで制御動作が行われるので、 を無くすることができる。

上記の記述中の空白箇所(ア)、(イ)、(ウ)及び(エ)に当てはまる組合せとして、正しいものを次の(1)～(5)のうちから一つ選べ。

	(ア)	(イ)	(ウ)	(エ)
(1)	積分	目標偏差	微分	比例
(2)	比例	定常偏差	微分	積分
(3)	微分	目標偏差	積分	比例
(4)	比例	定常偏差	積分	微分
(5)	微分	定常偏差	比例	積分

問14 次の文章は、基数の変換に関する記述である。

- ・ 2進数 00100100 を 10進数で表現すると である。
- ・ 10進数 170 を 2進数で表現すると である。
- ・ 2進数 111011100001 を 8進数で表現すると である。
- ・ 16進数 を 2進数で表現すると 11010111 である。

上記の記述中の空白箇所(ア)、(イ)、(ウ)及び(エ)に当てはまる組合せとして、正しいものを次の(1)～(5)のうちから一つ選べ。

	(ア)	(イ)	(ウ)	(エ)
(1)	36	10101010	7321	D7
(2)	37	11010100	7341	C7
(3)	36	11010100	7341	D7
(4)	36	10101010	7341	D7
(5)	37	11010100	7321	C7

B問題 (配点は1問題当たり(a)5点, (b)5点, 計10点)

問15 定格出力 $3300 \text{ kV}\cdot\text{A}$, 定格電圧 6600 V , 定格力率 0.9 (遅れ) の非突極形三相同期発電機があり, 星形接続1相当りの同期リアクタンスは 12.0Ω である。電機子の巻線抵抗及び磁気回路の飽和は無視できるものとして, 次の(a)及び(b)の間に答えよ。

(a) 定格運転時における1相当りの内部誘導起電力の値 [V]として, 最も近いものを次の(1)～(5)のうちから一つ選べ。

- (1) 3460 (2) 3810 (3) 6170 (4) 7090 (5) 8690

(b) 上記の発電機の励磁を定格状態に保ったまま運転し、星形結線1相当りのインピーダンスが $13 + j5 \Omega$ の平衡三相誘導性負荷を接続した。このときの発電機端子電圧の値 [V] として、最も近いものを次の (1) ~ (5) のうちから一つ選べ。

- (1) 3810 (2) 4010 (3) 5990 (4) 6600 (5) 6950

問16 純抵抗を負荷とした単相サイリスタ全波整流回路の動作について、次の(a)及び(b)の間に答えよ。

(a) 図1に単相サイリスタ全波整流回路を示す。サイリスタ $T_1 \sim T_4$ に制御遅れ角 $\alpha = \frac{\pi}{2}$ [rad]でゲート信号を与えて運転しようとしている。 T_2 及び T_3 のゲート信号は正しく与えられたが、 T_1 及び T_4 のゲート信号が全く与えられなかった場合の出力電圧波形を e_{d1} とし、正しく $T_1 \sim T_4$ にゲート信号が与えられた場合の出力電圧波形を e_{d2} とする。図2の波形1～波形3から、 e_{d1} と e_{d2} の組合せとして正しいものを次の(1)～(5)のうちから一つ選べ。

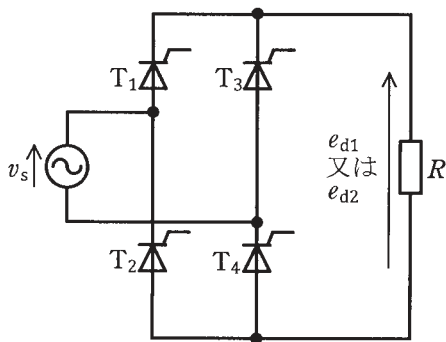


図1

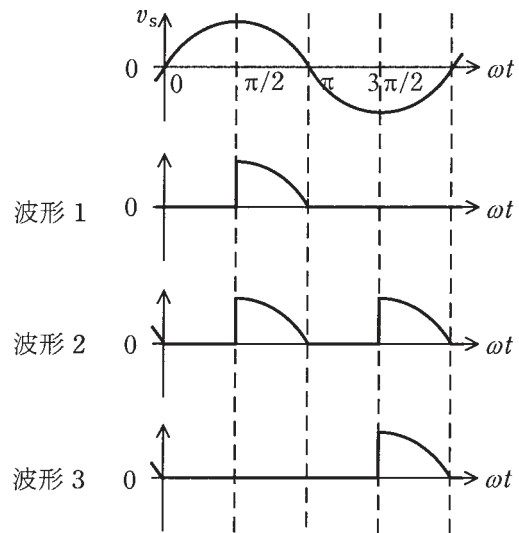


図2

	電圧波形 e_{d1}	電圧波形 e_{d2}
(1)	波形1	波形2
(2)	波形2	波形1
(3)	波形2	波形3
(4)	波形3	波形1
(5)	波形3	波形2

(b) 単相交流電源電圧 v_s の実効値を V [V] とする。ゲート信号が正しく与えられた場合の出力電圧波形 e_{d2} について、制御遅れ角 α [rad] と出力電圧の平均値 E_d [V] との関係を表す式として、正しいものに最も近いものを次の (1) ~ (5) のうちから一つ選べ。

$$(1) E_d = 0.45V \frac{1 + \cos\alpha}{2} \quad (2) E_d = 0.9V \frac{1 + \cos\alpha}{2} \quad (3) E_d = V \frac{1 + \cos\alpha}{2}$$

$$(4) E_d = 0.45V \cos\alpha \quad (5) E_d = 0.9V \cos\alpha$$

問17及び問18は選択問題であり、問17又は問18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)

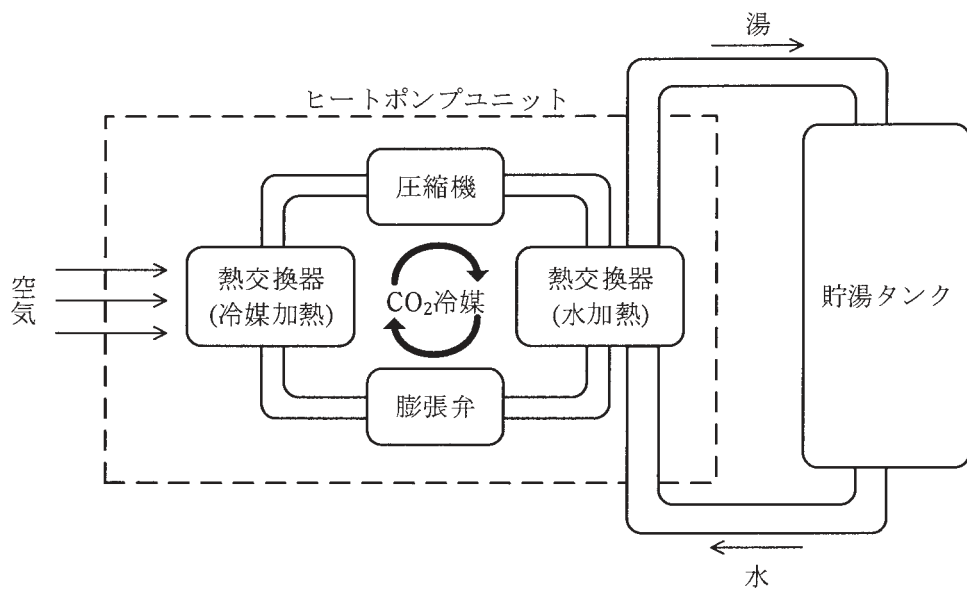
問17 図はヒートポンプ式電気給湯器の概要図である。ヒートポンプユニットの消費電力は1.34 kW、COP(成績係数)は4.0である。また、貯湯タンクには17℃の水460 Lが入っている。この水全体を88℃まで加熱したい。次の(a)及び(b)の間に答えよ。

(a) この加熱に必要な熱エネルギー W_h の値 [MJ] として、最も近いものを次の(1)～(5)のうちから一つ選べ。ただし、貯湯タンク、ヒートポンプユニット、配管などからの熱損失はないものとする。また、水の比熱容量は4.18 kJ/(kg・K)、水の密度は $1.00 \times 10^3 \text{ kg/m}^3$ であり、いずれも水の温度に関係なく一定とする。

- (1) 37 (2) 137 (3) 169 (4) 202 (5) 297

(b) この加熱に必要な時間 t の値 [h] として、最も近いものを次の(1)～(5)のうちから一つ選べ。ただし、ヒートポンプユニットの消費電力及びCOPはいずれも加熱の開始から終了まで一定とする。

- (1) 1.9 (2) 7.1 (3) 8.8 (4) 10.5 (5) 15.4



(選択問題)

問18 次の論理回路について、(a) 及び (b) の間に答えよ。

(a) 図1に示す論理回路の真理値表として、正しいものを次の(1)～(5)のうちから一つ選べ。

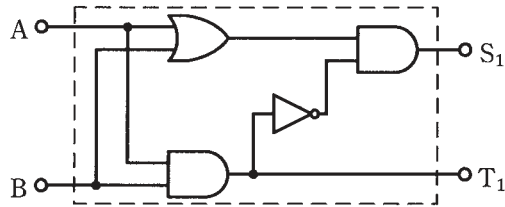


図1

(1)

入力		出力	
A	B	S ₁	T ₁
0	0	0	0
0	1	0	0
1	0	0	0
1	1	0	1

(2)

入力		出力	
A	B	S ₁	T ₁
0	0	0	1
0	1	0	0
1	0	0	0
1	1	0	1

(3)

入力		出力	
A	B	S ₁	T ₁
0	0	0	0
0	1	1	0
1	0	0	0
1	1	0	1

(4)

入力		出力	
A	B	S ₁	T ₁
0	0	0	0
0	1	1	0
1	0	1	0
1	1	0	1

(5)

入力		出力	
A	B	S ₁	T ₁
0	0	0	1
0	1	1	0
1	0	1	0
1	1	0	1

- (b) 図1に示す論理回路を2組用いて図2に示すように接続して構成したとき、
A、B及びCの入力に対する出力 S_2 及び T_2 の記述として、正しいものを次の
(1)～(5)のうちから一つ選べ。

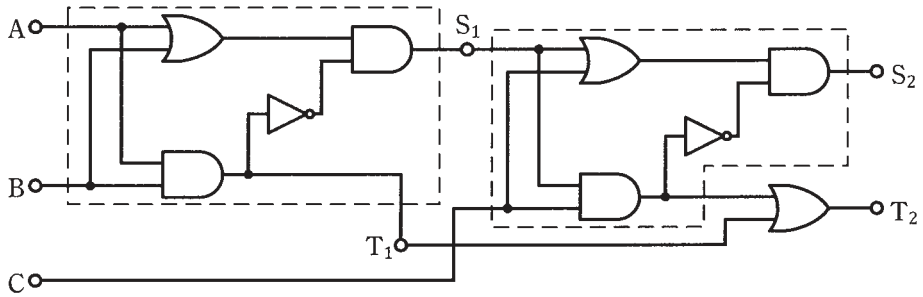


図2

- (1) $A=0, B=0, C=0$ を入力したときの出力は、 $S_2=0, T_2=1$ である。
- (2) $A=0, B=0, C=1$ を入力したときの出力は、 $S_2=0, T_2=1$ である。
- (3) $A=0, B=1, C=0$ を入力したときの出力は、 $S_2=1, T_2=0$ である。
- (4) $A=1, B=0, C=1$ を入力したときの出力は、 $S_2=1, T_2=0$ である。
- (5) $A=1, B=1, C=0$ を入力したときの出力は、 $S_2=1, T_2=1$ である。