

令和 8 年度 上期

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、カナ氏名、受験番号、試験地が印字されています。受験票と照合の上、氏名、生年月日を記入してください。

マークシートに印字してある

- ・カナ氏名
- ・受験番号
- ・試験地

を受験票と照合の上、記入してください。

氏 名	
生年月日	
カナ氏名 (字数制限の省略あり)	印字あり
試験地	印字あり

受	験	番	号
印	字	あ	り

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。その中から最も適切なものを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 $f=50\text{ Hz}$ $670\text{ kV}\cdot\text{A}$)

② 数字以外と組み合わせる場合

(例: $I[\text{A}]$ 抵抗 $R[\Omega]$ 面積は $S[\text{m}^2]$)

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。

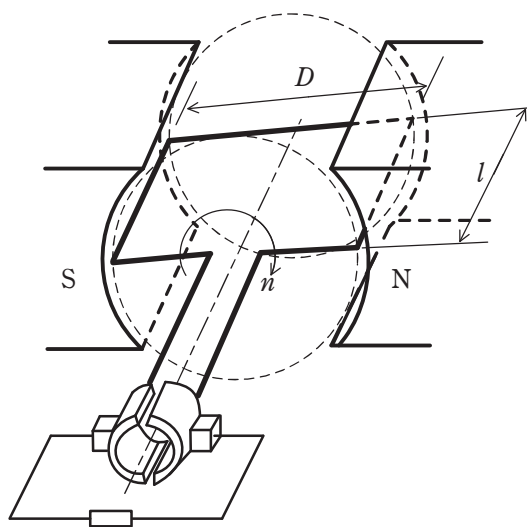
試験問題に関する質問にはお答えできません。

A 問題(配点は 1 問題当たり 5 点)

問 1 いろいろな直流機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) 電機子と界磁巻線が並列に接続された分巻発電機は、回転を始めた電機子巻線と磁極の残留磁束によって、まず低い電圧で発電が開始される。その結果、界磁巻線に電流が流れ始め、磁極の磁束が強まれば、発電する電圧が上昇し、必要な励磁が確立する。
- (2) 電機子と界磁巻線が直列に接続された直巻発電機は、出力電流が大きく界磁磁極が磁気飽和する場合よりも、出力電流が小さく界磁磁極が磁気飽和しない場合のほうが、出力電圧が安定する。
- (3) 電源電圧一定の条件下で運転される分巻電動機は、負荷が変動した場合でも、ほぼ一定の回転速度を保つので、定速度電動機とよばれる。
- (4) 直巻電動機は、始動時の大きな電機子電流が大きな界磁電流となる。直流電動機のトルクは界磁磁束と電機子電流から発生するので、大きな始動トルクが必要な用途に利用されてきた。
- (5) ブラシレス DC モータでは、直流機におけるブラシと整流子の機械的接触による整流の働きを半導体スイッチで電子的に実現する。

問2 図は、磁極数が2の直流発電機を模式的に表したものである。電機子巻線については、1巻き分のコイルを示している。電機子の直径 D は0.5 m、電機子導体の有効長 l は0.5 m、ギャップの磁束密度 B は、図の状態のように電機子導体が磁極の中心付近にあるとき一定で0.4 T、回転速度 n は 1500 min^{-1} である。図の状態におけるこの1巻きのコイルに誘導される起電力 e 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) 2.50

(2) 5.00

(3) 7.85

(4) 15.7

(5) 942

問3 次の文章は、誘導電動機の世界速度制御に関する記述である。

電源周波数 f を変えて速度を制御する方式の一つに (ア) 一定制御がある。これは、 f を変化させたときに (イ) の強さを一定に保つように入力電圧 V も変化させる方式であり、二次抵抗制御方式と比べて効率が高いので小容量機から大容量機まで広く用いられてきた。周波数の可変装置には (ウ) 電源装置やサイクロコンバータなどがある。

(ア) 一定制御には低速回転時に回転速度や負荷トルクが急変した直後の速度を正確に制御できないという課題があり、この点を改善した速度制御法として (エ) 制御がある。(エ) 制御は、速度とトルクを精密に制御でき、始動トルクが (オ) 、負荷変動の大きなクレーンや工作機械などに用いられる。

上記の記述中の空白箇所(ア)～(オ)に当てはまる組合せとして、最も適切なものを次の(1)～(5)のうちから一つ選べ。

	(ア)	(イ)	(ウ)	(エ)	(オ)
(1)	V/f	回転磁界	VVVF	ベクトル	大きく
(2)	V/f	回転電界	CVCF	ベクトル	小さく
(3)	$V \cdot f$	回転磁界	VVVF	ベクトル	小さく
(4)	$V \cdot f$	回転電界	CVCF	スカラー	大きく
(5)	V/f	回転磁界	CVCF	スカラー	小さく

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。ただし, 機械損は無視するものとする。

(1) 19

(2) 20

(3) 21

(4) 25

(5) 27

問 5 次の文章は、三相同期発電機に関する記述である。

三相同期発電機は、水車を原動機とする水車発電機や、蒸気タービンを原動機とするタービン発電機などに用いられている。水車発電機では、水車の回転速度が比較的 (ア) ため、発電機の極数を (イ) しなければならない。また、水車発電機の回転子は、軸方向に比べて直径が (ウ) になっている。

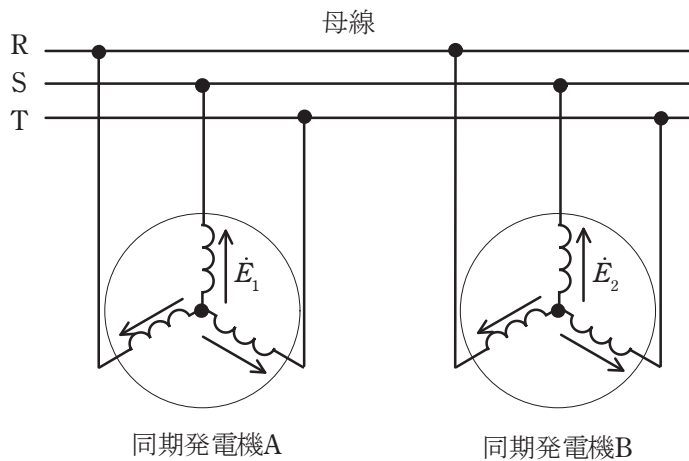
タービン発電機の回転子は、水車発電機に比べて回転速度が (エ) ので、回転子の機械的強度の関係から、回転子の直径は軸方向の長さに対して (オ) した設計になっている。

上記の記述中の空白箇所(ア)～(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)	小さい	小さく	大きく	大きい	大きく
(2)	小さい	大きく	大きく	大きい	小さく
(3)	小さい	大きく	大きく	大きい	大きく
(4)	大きい	大きく	小さく	小さい	小さく
(5)	大きい	小さく	小さく	小さい	大きく

問6 二つの同期発電機 A と B を図に示すように平衡した三相交流の母線に接続し並行運転するとき、両発電機の起電力 $\dot{E}_1$ と $\dot{E}_2$ が等しくなるように発電機の色度および界磁電流が調整される。起電力 $\dot{E}_1$ と $\dot{E}_2$ に差がある場合は横流と呼ばれる循環電流が流れ、損失増加の一要因となる。発電機 A と B は同一仕様で同一特性を持ち、同一速度で回転している。定格電圧 V_n は 6 000 V、定格容量 P は 4 500 kV・A、短絡比 S は 1.25 である。 $\dot{E}_1$ と $\dot{E}_2$ の差が $|\dot{E}_1 - \dot{E}_2| = 400$ V であるとき、横流の実効値[A]として、最も近いものを次の(1)～(5)のうちから一つ選べ。

- (1) 18.0 (2) 31.3 (3) 54.1 (4) 62.5 (5) 108



問 7 次の文章は、交流整流子モータに関する記述である。

交流整流子モータは、直流直巻電動機に類似した構造となっている。直流直巻電動機では、加える直流電圧の極性を逆にしても、磁束と電機子電流の向きが共に (ア) ので、トルクの向きは変わらない。交流整流子モータは、この原理に基づき回転力を得ている。

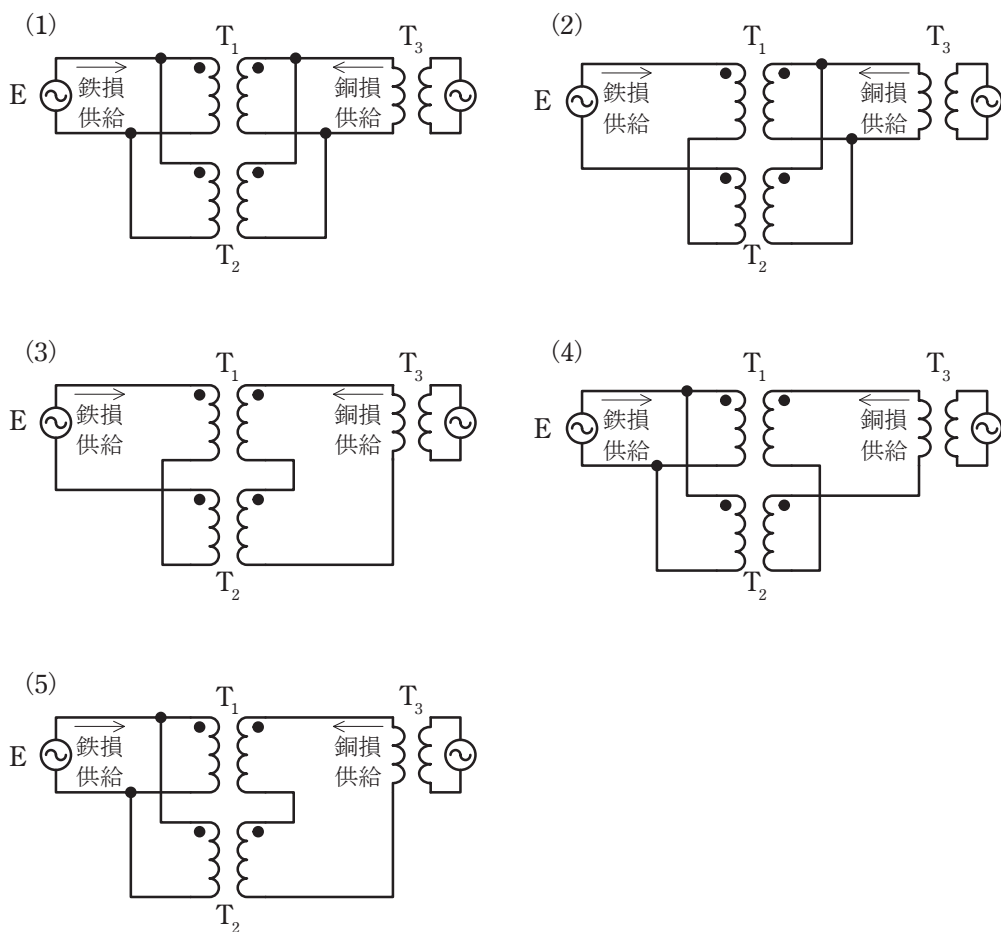
構造上の特徴として、交流整流子モータでは、磁気回路の磁束が交番するので、界磁鉄心および継鉄を (イ) としていることが挙げられる。

交流整流子モータは、一般に始動トルクが大きく、回転速度が (ウ) なので、電気ドリル、電気掃除機、小型ミキサなどのモータとして用いられている。なお、小容量のものでは、交流と直流の両方に使用できるものもあり、(エ) と呼ばれる。

上記の記述中の空白箇所(ア)～(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)	逆になる	塊状鉄心	高速	ユニバーサルモータ
(2)	逆になる	積層鉄心	高速	ユニバーサルモータ
(3)	変わらない	積層鉄心	低速	ブラシレス DC モータ
(4)	変わらない	塊状鉄心	低速	ユニバーサルモータ
(5)	変わらない	積層鉄心	高速	ブラシレス DC モータ

問 8 電力用大形変圧器の温度上昇試験の一つに返還負荷法がある。この試験法では、外部電源から鉄損と銅損に相当する電力のみを供給すればよいので試験電源が比較的小規模なものです。単相変圧器におけるこの試験の結線方法及び図中に示す鉄損、銅損の供給方法として、次の(1)～(5)のうちから正しいものを一つ選べ。ただし、 T_1 、 T_2 は試験対象となる同じ仕様の変圧器、 T_3 は補助変圧器であり、鉄損を供給する電源 E の電圧は定格電圧とする。

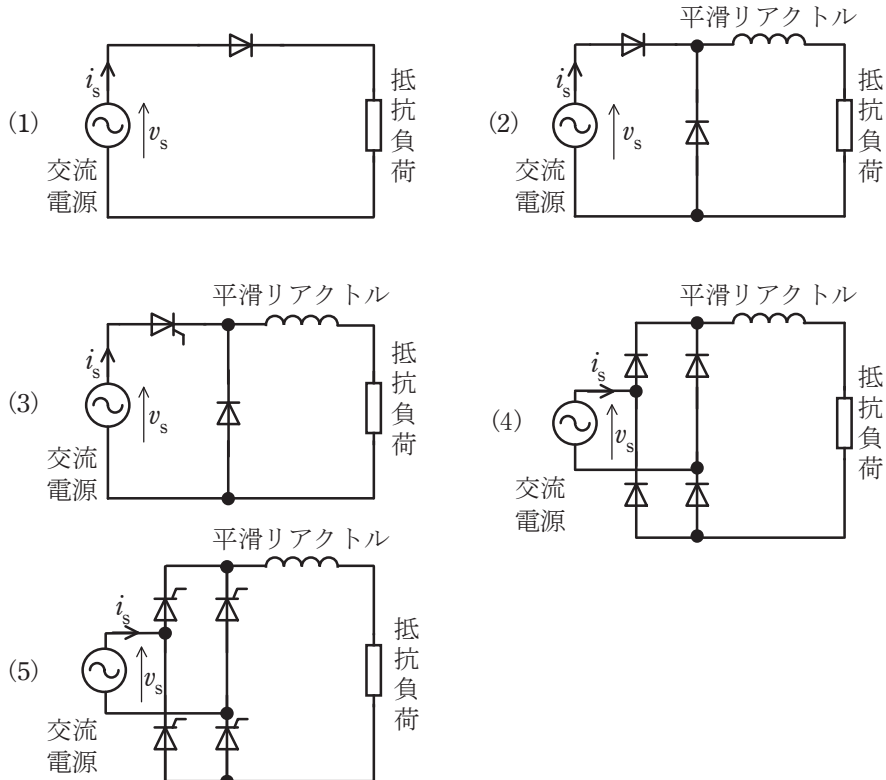
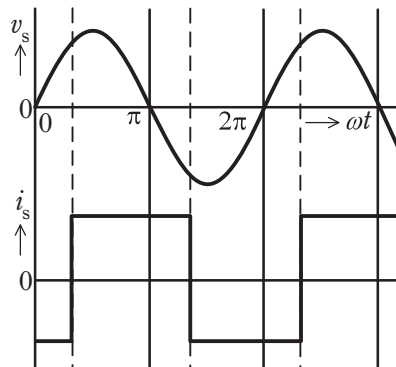


問 9 定格容量 $100\text{kV}\cdot\text{A}$ の単相変圧器 3 台を Δ – Δ 結線した 1 組の三相変圧器として使用可能な容量を $P_{\Delta} [\text{kV}\cdot\text{A}]$ とする。これに対して、同一仕様の単相変圧器 1 台を追加し、 V – V 結線の三相変圧器を 2 組並列運転で使用する場合の合計容量を $P [\text{kV}\cdot\text{A}]$ とする。このとき、 P_{Δ} に対する P の比である $\frac{P}{P_{\Delta}}$ の値について、最も近いものを次の(1)～(5)のうちから一つ選べ。

- (1) 0.577 (2) 0.943 (3) 1.15 (4) 1.33 (5) 1.73

問 10 入力交流電圧波形 v_s に対し、図のような入力電流波形 i_s となる電力変換回路として、正しいのは次のうちどれか。

ただし、交流電源のインピーダンスは無視できるものとし、電力変換回路における平滑リアクトルは十分に大きなインダクタンスを持っているものとする。



問 11 巻上機によって質量 $1\,000\text{ kg}$ の物体を毎秒 0.5 m の一定速度で巻き上げているときの電動機出力の値[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 90% , ロープの質量及び加速に要する動力については考慮しないものとする。

- (1) 0.6 (2) 4.4 (3) 4.9 (4) 5.5 (5) 6.0

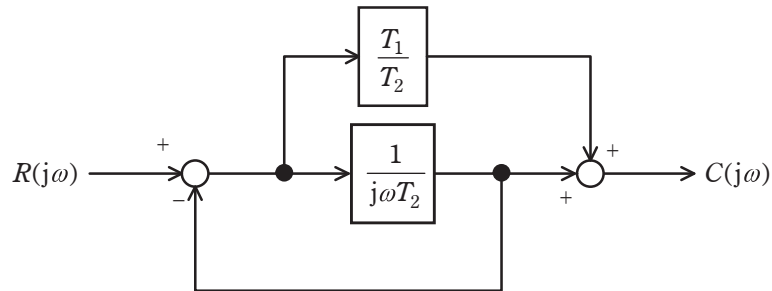
問 12 リチウムイオン二次電池と比較した電気二重層キャパシタの特徴に関する記述として、誤っているものを次の(1)～(5)のうちから一つ選べ。

- (1) エネルギー密度 $[\text{J/kg}]$ が小さい。
- (2) 出力密度 $[\text{W/kg}]$ が大きい。
- (3) 充放電の繰り返しによる劣化のため、寿命が短い。
- (4) 自己放電による電圧の低下が速い。
- (5) 急速充電が可能である。

問 13 図のようなブロック線図で示す制御系がある。出力信号 $C(j\omega)$ の入力信号

$R(j\omega)$ に対する比，すなわち $\frac{C(j\omega)}{R(j\omega)}$ を示す式として，正しいものを次の(1)～(5)

のうちから一つ選べ。



(1) $\frac{T_1 + j\omega}{T_2 + j\omega}$

(2) $\frac{T_2 + j\omega}{T_1 + j\omega}$

(3) $\frac{j\omega T_1}{1 + j\omega T_2}$

(4) $\frac{1 + j\omega T_1}{1 + j\omega T_2}$

(5) $\frac{1 + j\omega \frac{T_1}{T_2}}{1 + j\omega T_2}$

問 14 2 進数, 10 進数, 16 進数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) 16 進数の $(6)_{16}$ を 16 倍すると $(60)_{16}$ になる。
- (2) 2 進数の $(1010101)_2$ と 16 進数の $(57)_{16}$ を比較すると $(57)_{16}$ の方が大きい。
- (3) 2 進数の $(1011)_2$ を 10 進数に変換すると $(11)_{10}$ になる。
- (4) 10 進数の $(12)_{10}$ を 16 進数に変換すると $(C)_{16}$ になる。
- (5) 16 進数の $(3D)_{16}$ を 2 進数に変換すると $(111011)_2$ になる。

B 問題(配点は 1 問題当たり (a)5 点, (b)5 点, 計 10 点)

問 15 周波数が 60 Hz の電源で駆動されている 4 極の三相同期電動機(星形結線)があり, 端子の相電圧 V は $\frac{400}{\sqrt{3}}$ V, 電機子電流 I_M は 200 A, 力率 1 で運転している。

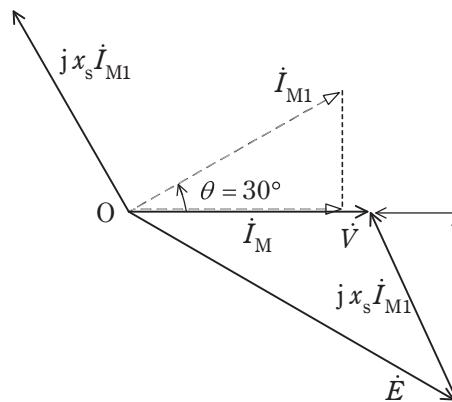
1 相の同期リアクタンス x_s [Ω] は 1.00Ω であり, 電機子の巻線抵抗, 及び機械損などの損失は無視できるものとして, 次の(a)及び(b)の間に答えよ。

(a) 上記の同期電動機のトルクの値 [$\text{N}\cdot\text{m}$] として最も近いものを, 次の(1)～(5)のうちから一つ選べ。

- (1) 12.3 (2) 368 (3) 735 (4) 1 270 (5) 1 470

(b) 上記の同期電動機の端子電圧及び出力を一定にしたまま界磁電流を増やした

ところ、電機子電流が I_{M1} [A] に変化し、力率 $\cos\theta$ が $\frac{\sqrt{3}}{2}$ ($\theta=30^\circ$) の進みとなった。出力が一定なので入力電力は変わらない。図はこのときの状態を説明するための 1 相の概略のベクトル図である。このときの 1 相の誘導起電力 E 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) 374

(2) 387

(3) 400

(4) 446

(5) 475

問 16 図 1 は三相ダイオード全波整流器を示している。入力電圧 v_a , v_b , v_c は①式のとおりであるとき、出力電圧 v_d は図 2 の太線に示すように線間電圧の絶対値のうち最も高いものが出力される。次の(a)及び(b)の間に答えよ。

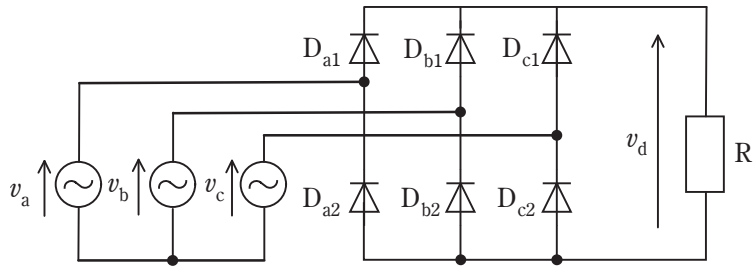


図 1 三相ダイオード全波整流器

$$\left. \begin{aligned} v_a &= \sqrt{2}V_s \sin \theta \\ v_b &= \sqrt{2}V_s \sin(\theta - \frac{2\pi}{3}) \\ v_c &= \sqrt{2}V_s \sin(\theta - \frac{4\pi}{3}) \end{aligned} \right\} \dots \dots \dots \text{①}$$

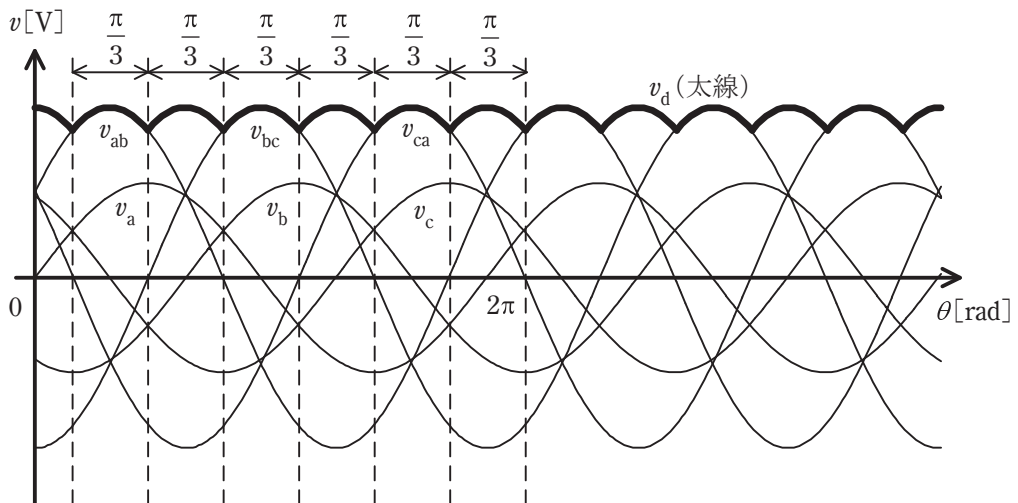


図 2 電圧波形

(a) 入力電圧 v_a , v_b , v_c の実効値を $V_s = 100 \text{ V}$ とするとき、線間電圧 v_{ab} の実効値 $V_{ab} [\text{V}]$ として、最も近いものを次の (1) ～ (5) のうちから一つ選べ。

- (1) 144 (2) 173 (3) 200 (4) 288 (5) 300

(b) 出力電圧 v_d は出力に平滑回路を用いない場合、図 2 の太線のように脈動した波形となる。いま、脈動率 δ_d を次式で定義する。

$$\delta_d = \frac{(\text{\textit{v}}_d \text{ の最大値}) - (\text{\textit{v}}_d \text{ の最小値})}{(\text{\textit{v}}_d \text{ の平均値})}$$

脈動率 δ_d 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、必要に応じて以下の関係を用いてよい。

$$\int_{\alpha}^{\beta} \sin \theta \, d\theta = -\cos \beta + \cos \alpha$$

- (1) 0.07 (2) 0.14 (3) 0.28 (4) 0.60 (5) 1.57

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 20℃において含水量 70 kg を含んだ木材 100 kg がある。これを 100℃に設定した乾燥器によって、100℃まで温めて乾燥させ、含水量を 5 kg としたい。次の (a) 及び (b) の間に答えよ。

ただし、木材の完全乾燥状態での比熱を $1.25 \text{ kJ}/(\text{kg} \cdot \text{K})$ 、水の比熱と蒸発潜熱をそれぞれ $4.19 \text{ kJ}/(\text{kg} \cdot \text{K})$ 、 $2.26 \times 10^3 \text{ kJ/kg}$ とする。

(a) この乾燥に要する全熱量の値 [kJ] として、最も近いものを次の (1)～(5) のうちから一つ選べ。

(1) 14.3×10^3 (2) 23.0×10^3 (3) 147×10^3 (4) 161×10^3 (5) 173×10^3

(b) 乾燥器の容量(消費電力)を 22 kW、総合効率を 55 % とするとき、乾燥に要する時間の値 [h] として、最も近いものを次の (1)～(5) のうちから一つ選べ。

(1) 1.2 (2) 4.0 (3) 5.0 (4) 14.0 (5) 17.0

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 18 論理関数に関する次の (a) 及び (b) の問に答えよ。

(a) 論理式 $X \cdot Y \cdot \bar{Z} + X \cdot Y \cdot Z + \bar{X} \cdot Y \cdot Z + \bar{X} \cdot \bar{Y} \cdot Z$ を積和形式で簡単化したものを次の

(1) ～ (5) のうちから一つ選べ。

(1) $X \cdot Y + X \cdot Z$ (2) $X \cdot \bar{Y} + Y \cdot Z$ (3) $\bar{X} \cdot Y + X \cdot Z$

(4) $X \cdot Y + \bar{Y} \cdot Z$ (5) $X \cdot Y + \bar{X} \cdot Z$

(b) 論理式 $(X + Y + Z) \cdot (X + \bar{Y} + Z) \cdot (\bar{X} + Y + Z)$ を和積形式で簡単化したものを次の (1) ～ (5) のうちから一つ選べ。

(1) $(X + Z) \cdot (\bar{Y} + Z)$ (2) $(\bar{X} + Y) \cdot (X + Z)$ (3) $(X + Y) \cdot (Y + Z)$

(4) $(X + Z) \cdot (Y + Z)$ (5) $(X + Y) \cdot (\bar{X} + Z)$