

A問題(配点は1問題当たり5点)

問1 直流電動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) 直巻電動機は、負荷電流の増減によって回転速度が大きく変わる。トルクは、回転速度が小さいときに大きくなるので、始動時のトルクが大きいという特徴があり、クレーン、巻上機などの電動機として適している。
- (2) 分巻電動機は速度制御の方法の一つとして界磁制御法がある。これは、界磁巻線に直列に接続した界磁抵抗器によって界磁電流を調整して界磁磁束の大きさを換え、速度を制御する方法である。
- (3) 分巻電動機は、端子電圧を一定として機械的な負荷を増加したとき、電機子電流が増加し、回転速度は、わずかに減少するがほぼ一定である。このため、定速度電動機と呼ばれる。
- (4) 複巻電動機には、直巻界磁巻線及び分巻界磁巻線が施され、合成界磁磁束が直巻界磁磁束と分巻界磁磁束との和になっている構造の和動複巻電動機と、差になっている構造の差動複巻電動機とがある。
- (5) 直巻電動機は、界磁電流が負荷電流(電動機に流れる電流)と同じである。このため、未飽和領域では界磁磁束が負荷電流に比例し、トルクも負荷電流に比例する。

問2 界磁に永久磁石を用いた小形直流電動機があり、電源電圧は定格の12 V、回転を始める前の静止状態における始動電流は4 A、定格回転数における定格電流は1 Aである。定格運転時の効率の値[%]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、ブラシによる電圧降下及び電機子反作用は無視できるものとし、損失は電機子巻線による銅損しか存在しないものとする。

(1) 80

(2) 75

(3) 70

(4) 65

(5) 60

問3 三相かご形誘導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) 同じ容量の三相巻線形誘導機よりも構造が簡単で、安価である。
- (2) 発電機として、一部の水力発電や風力発電に採用されている。
- (3) 発電運転中の滑りは負となる。
- (4) 大容量の電動機にはアルミダイカスト回転子が広く用いられている。
- (5) 回転子に棒状の導体を用いている三相かご形誘導機は、同じ容量の三相巻線形誘導機よりも機械的に過酷な使用に耐えられる。

問 4 一般的な三相かご形誘導電動機がある。

出力が大きい定格運転条件では、誘導機の等価回路の電流は、「二次電流 $\gg$ 励磁電流」であるから、励磁回路を省略しても特性をほぼ表現できる。さらに、「二次抵抗による電圧降下 $\gg$ その他の電圧降下」となるので、一次抵抗と漏れリアクタンスを省略しても、おおよその特性を検討できる。

このような電動機でトルク一定負荷の場合に、電流 80 A の定格運転から電源電圧と周波数を共に 5 % 下げて回転速度を少し下げた。このときの電動機の電流の値[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) 72

(2) 76

(3) 80

(4) 84

(5) 88

問5 2台の同期発電機を並列運転するためには、両発電機の (ア) に加えて、電圧の大きさ及び (イ) が一致していなければならない。発電機の並列に際し、これらの条件が一つでも満足されていなければ、並列と同時にじょう乱が発生するので、(ウ) を用いてこれらの3条件が一致した同期状態にあることを確認したうえで並列する必要がある。

上記の記述中の空白箇所(ア)～(ウ)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)
(1)	回転速度	位 相	電流計
(2)	力 率	方 向	同期検定器
(3)	周波数	位 相	同期検定器
(4)	回転速度	方 向	電圧計
(5)	周波数	位 相	周波数計

問6 定格出力 $7500 \text{ kV} \cdot \text{A}$ 、定格電圧(線間電圧) 3300 V の星形結線三相同期発電機がある。また、定格電流に等しい持続短絡電流を流すのに必要な界磁電流は 200 A 、無負荷で定格電圧を発生するのに必要な界磁電流は 240 A であった。発電機の実効端で三相短絡事故が発生したときに発電機の巻線に流れる持続短絡電流の実効値 $[\text{A}]$ として、最も近いものを次の(1)～(5)のうちから一つ選べ。

- (1) 1100 (2) 1600 (3) 1900 (4) 2700 (5) 3400

問7 次の文章は、スイッチトリラクタンスモータ(SRM)に関する記述である。

一般に、SRMの構造は、固定子の巻線が (ア) ，回転子の形状が (イ) となっている。固定子の巻線に流す電流をスイッチで切り替えると、 (イ) の回転子が、固定子の磁極に引き付けられて回転する。

このモータは、回転子の構造が簡単で強固であるため、 (ウ) に適している。また、ネオジムなどの (エ) を使用せず、鉄心と巻線のみで磁気回路を構成できる特長を有する。

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)	集中巻	円筒形	低速回転	軟磁性体
(2)	分布巻	突極形	低速回転	希土類磁石
(3)	集中巻	突極形	高速回転	希土類磁石
(4)	分布巻	円筒形	高速回転	希土類磁石
(5)	集中巻	突極形	低速回転	軟磁性体

問8 次の文章は、太陽光発電設備におけるパワーコンディショナに関する記述である。

近年、住宅に太陽光発電設備が設置され、低圧配電線に連系されることが増えてきた。連系のためには、太陽電池と配電線との間にパワーコンディショナが設置される。パワーコンディショナは (ア) と系統連系用保護装置とが一体になった装置である。パワーコンディショナは、連系中の配電線で事故が生じた場合に、太陽光発電設備が (イ) 状態を継続しないように、これを検出して太陽光発電設備を系統から切り離す機能をもっている。パワーコンディショナには、(イ) の検出のために、電圧位相や (ウ) の急変などを常時監視する機能が組み込まれている。ただし、配電線側で発生する (エ) に対しては、系統からの不要な切り離しをしないよう対策がとられている。

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)	逆変換装置	自立運転	発電電力	停電
(2)	逆変換装置	単独運転	発電電力	瞬時電圧低下
(3)	逆変換装置	単独運転	周波数	瞬時電圧低下
(4)	整流装置	自立運転	発電電力	停電
(5)	整流装置	単独運転	周波数	停電

問9 ある変圧器の負荷力率 100 %における全負荷効率は 98 %である。この変圧器の負荷力率 80 %における全負荷効率[%]の値として、最も近いものを次の(1)～(5)のうちから一つ選べ。

(1) 78.4

(2) 81.6

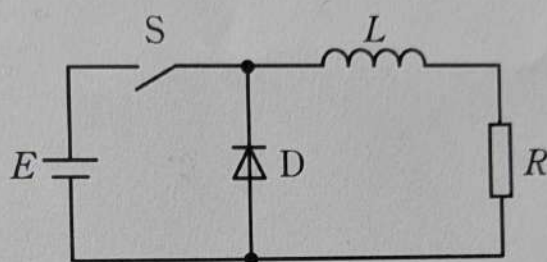
(3) 97.5

(4) 98.4

(5) 99.6

問 10 図のような直流チョッパがある。

直流電源電圧 $E=400\text{ V}$ ，平滑リアクトル $L=1\text{ mH}$ ，負荷抵抗 $R=10\ \Omega$ ，スイッチ S の動作周波数 $f=10\text{ kHz}$ ，通流率 $d=0.6$ で回路が定常状態になっている。 D はダイオードである。このとき負荷抵抗に流れる電流の平均値[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) 40.0

(2) 24.0

(3) 16.0

(4) 3.8

(5) 2.5

問 11 巻上機によって電動機出力 4 kW で質量 900 kg の物体を一定速度で巻き上げているときの巻上速度の値 $[\text{m/s}]$ 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。なお、重力加速度は 9.8 m/s^2 とする。

(1) 0.37

(2) 0.41

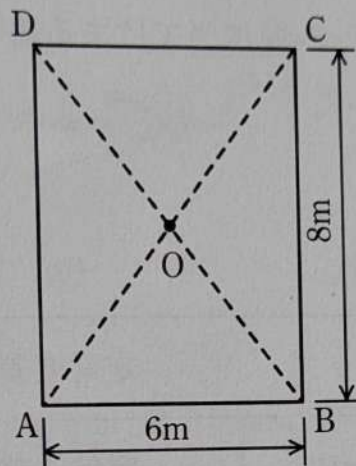
(3) 0.45

(4) 0.59

(5) 0.87



問 12 図に示すような幅 6 m, 奥行き 8 m の長方形の駐車場の四隅に柱を立て, 各柱の地上から 5 m の頂点に全光束 5 000 lm のランプを設置した。駐車場の中心 O の水平面照度 [lx] の値として, 最も近いものを次の (1) ~ (5) のうちから一つ選べ。
ただし, 各ランプは均等光源とする。



(1) 283

(2) 141

(3) 31.8

(4) 22.5

(5) 5.6

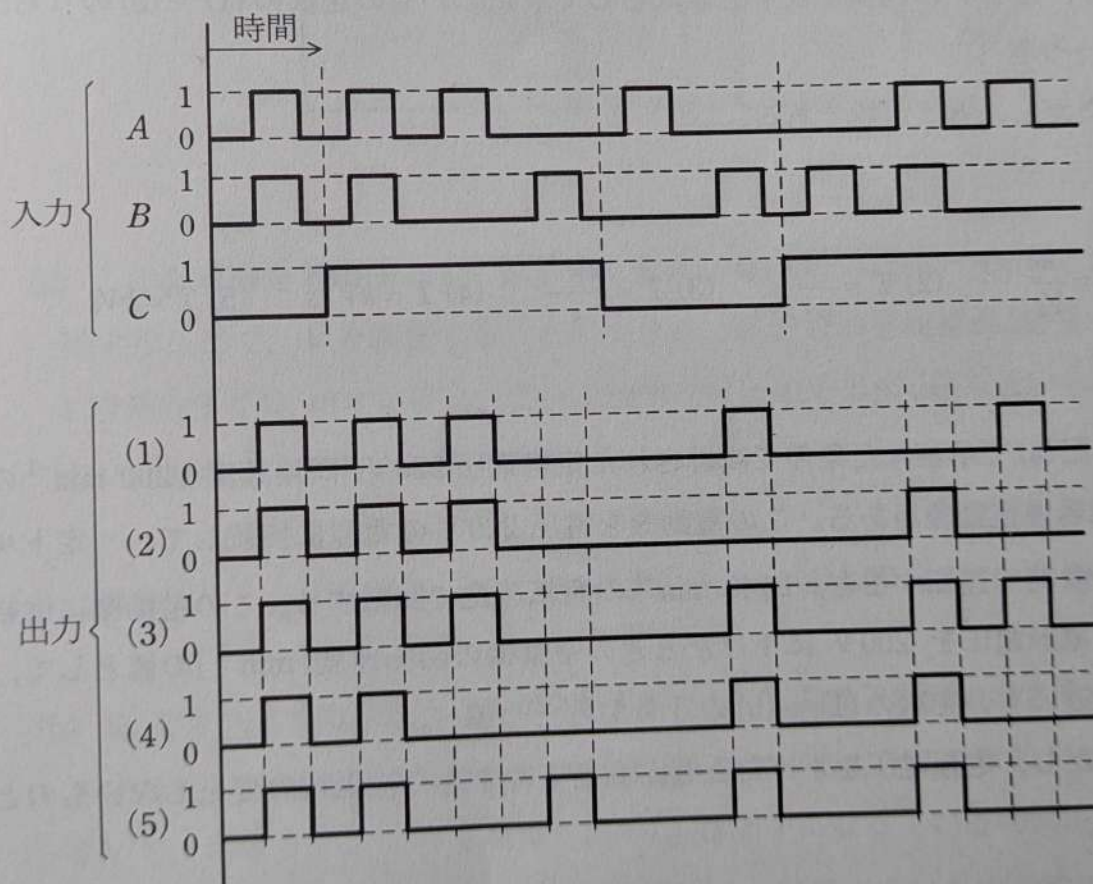
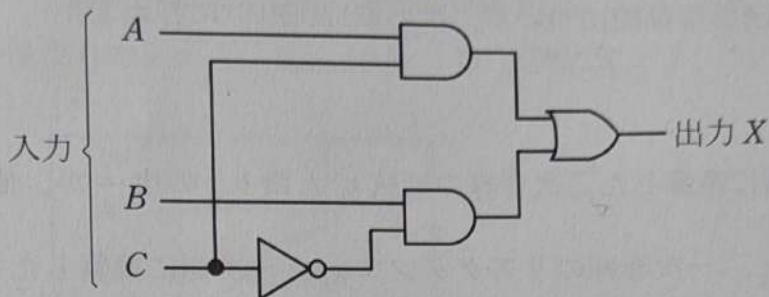
問 13 一般のフィードバック制御系においては、制御系の安定性が要求され、制御系の特性を評価するものとして、(ア) 特性と過渡特性がある。

サーボ制御系では、目標値の変化に対する追従性が重要であり、過渡特性を評価するものとして、(イ) 応答の遅れ時間、立上り時間、(ウ) などが用いられる。

上記の記述中の空白箇所(ア)～(ウ)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)
(1)	定 常	ステップ	定常偏差
(2)	追 従	ステップ	定常偏差
(3)	定 常	ステップ	行過ぎ量
(4)	追 従	インパルス	行過ぎ量
(5)	定 常	インパルス	定常偏差

問 14 図の論理回路に、図に示す入力 A , B 及び C を加えたとき、出力 X として正しいものを次の(1)～(5)のうちから一つ選べ。



B問題(配点は1問題当たり(a)5点, (b)5点, 計10点)

問15 三相誘導電動機について, 次の(a)及び(b)に答えよ。

- (a) 一次側に換算した二次巻線の抵抗 r_2' と滑り s の比 $\frac{r_2'}{s}$ が, 他の定数(一次巻線の抵抗 r_1 , 一次巻線のリアクタンス x_1 , 一次側に換算した二次巻線のリアクタンス x_2') に比べて十分に大きくなるように設計された誘導電動機がある。この電動機を電圧 V の電源に接続して運転したとき, この電動機のトルク T と滑り s , 電圧 V の関係を表す近似式として, 正しいものを次の(1)～(5)のうちから一つ選べ。

ただし, k は定数である。

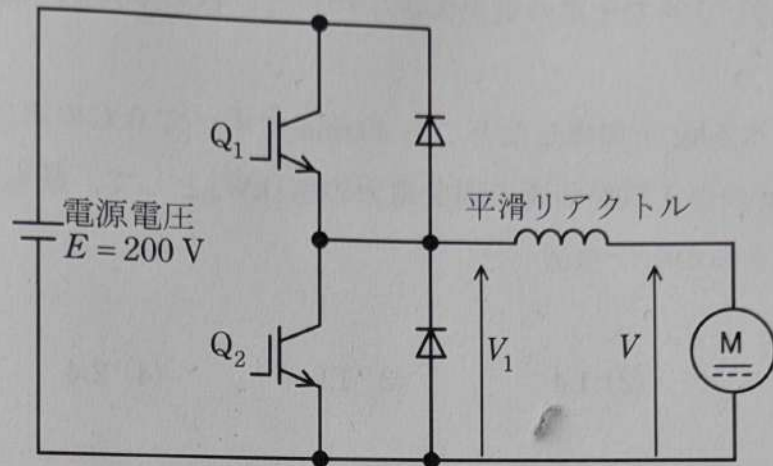
$$(1) T = \frac{k}{Vs} \quad (2) T = \frac{k}{V^2 s} \quad (3) T = \frac{kV^2}{s} \quad (4) T = kV^2 s \quad (5) T = kVs$$

- (b) 上記(a)で示された条件で設計された定格電圧 220 V, 同期速度 1200 min^{-1} の三相誘導電動機がある。この電動機を電圧 220 V の電源に接続して, 一定トルクの負荷で運転すると, 1140 min^{-1} の回転速度で回転する。この電動機に供給する電源電圧を 200 V に下げたときの電動機の回転速度 [min^{-1}] の値として, 最も近いものを次の(1)～(5)のうちから一つ選べ。

ただし, 電源電圧を下げたとき, 負荷トルクと二次抵抗は変化しないものとする。

$$(1) 1150 \quad (2) 1127 \quad (3) 1113 \quad (4) 1091 \quad (5) 1000$$

問 16 図のように他励直流機を直流チョップাで駆動する。電源電圧は $E = 200 \text{ V}$ で一定とし、直流機の電機子電圧を V とする。IGBT Q_1 及び Q_2 をオンオフ動作させるときのスイッチング周波数は 500 Hz であるとする。なお、本問では直流機の定常状態だけを扱うものとする。次の (a) 及び (b) の間に答えよ。



- (a) この直流機を電動機として駆動する場合、 Q_2 をオフとし、 Q_1 をオンオフ制御することで、 V を調整することができる。電圧 V_1 の平均値が 150 V のとき、1 周期の中で Q_1 がオンになっている時間の値 $[\text{ms}]$ として、最も近いものを次の (1) ~ (5) のうちから一つ選べ。

(1) 1.75 (2) 1.50 (3) 1.25 (4) 1.00 (5) 0.7

- (b) Q_1 をオフして Q_2 をオンオフ制御することで、電機子電流の向きを (a) の場合と反対にし、直流機に発電動作 (回生制動) をさせることができる。この制御において、スイッチングの 1 周期の間で Q_2 がオンになっている時間が 0.4 ms のとき、この直流機の電機子電圧 V の値 $[\text{V}]$ として、最も近いものを次の (1) ~ (5) のうちから一つ選べ。

(1) 1000 (2) 250 (3) 200 (4) 160 (5) 40

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 熱効率が70%で一定の電熱装置について、次の(a)及び(b)の間に答えよ。

(a) 0°C の氷5kgを加熱したところ30minですべて 0°C の水になった。融解熱が 334kJ/kg のとき電熱装置の消費電力の値[kW]として、最も近いものを次の(1)～(5)のうちから一つ選べ。

(1) 0.9

(2) 1.4

(3) 1.9

(4) 2.4

(5) 2.9

(b) 電熱装置の消費電力が 1.7 kW のとき、 0°C の水 5 kg が 50°C になるのに要する時間 $[\text{min}]$ 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、水の比熱は $4.2 \text{ kJ}/(\text{kg}\cdot\text{K})$ とする。

(1) 11

(2) 15

(3) 19

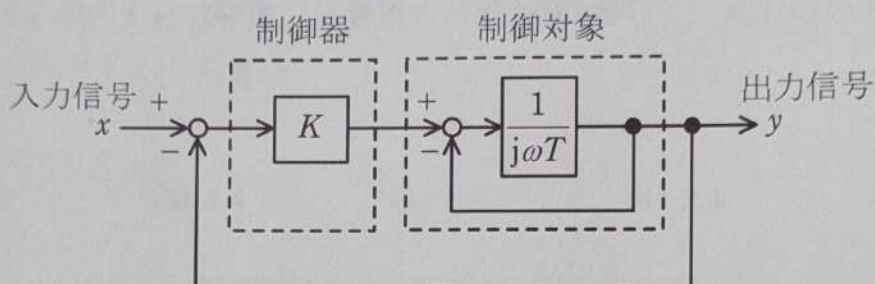
(4) 25

(5) 30

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 図は、出力信号 y を入力信号 x に一致させるように動作するフィードバック制御系のブロック線図である。次の (a) 及び (b) の問に答えよ。



(a) 図において、 $K=2$ 、 $T=0.5$ として、入力信号からフィードバック信号までの一巡伝達関数(開ループ伝達関数)を表す式を計算し、正しいものを次の(1)～(5)から一つ選べ。

(1) $\frac{2}{1-j\omega 0.5}$

(2) $\frac{2}{1+j\omega 0.5}$

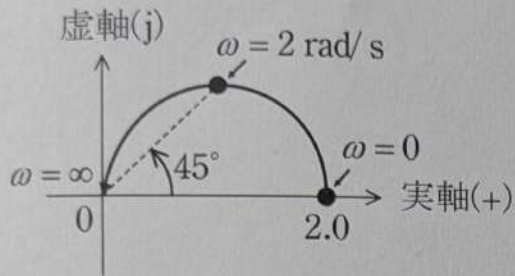
(3) $\frac{1}{1+j\omega 0.5}$

(4) $\frac{2}{3-j\omega 0.5}$

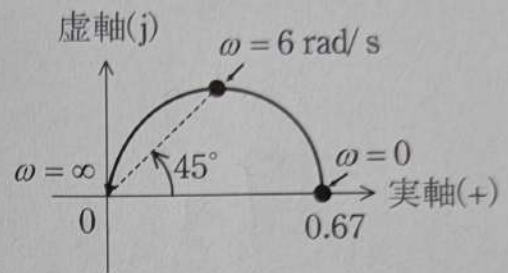
(5) $\frac{2}{3+j\omega 0.5}$

(b) (a) で求めた一巡伝達関数において、 ω を変化させることで得られるベクトル軌跡はどのような曲線を描くか、最も近いものを次の (1) ~ (5) のうちから一つ選べ。

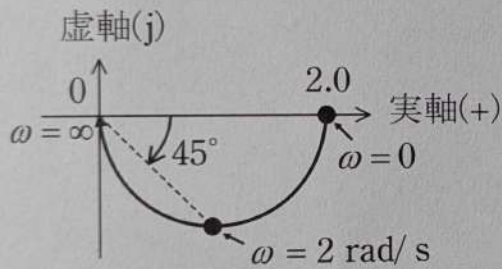
(1)



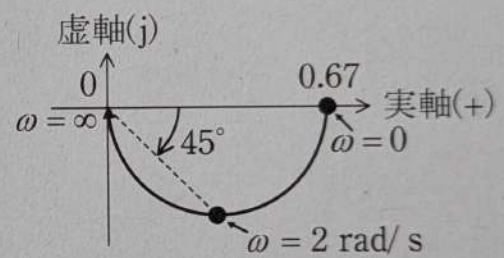
(2)



(3)



(4)



(5)

