

【04】電気電子部門

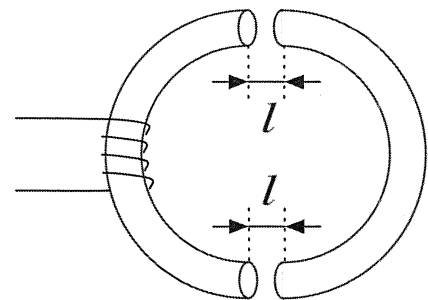
IV 次の30問題のうち25問題を選んで解答せよ。(解答欄に1つだけマークすること。)

IV-1 電磁気現象について誤っている記述は次のうちのどれか。

- ① 磁界に直交する導体に電流が流れるとき、その導体に働く電磁力の方向はフレミングの左手法則による。
- ② 直流電流が流れている平行導線間に働く力は、電流が同方向に流れている場合は引力、反対方向に流れている場合は斥力となる。
- ③ 回路に鎖交する磁束数が変化する場合には、その変化を妨げる方向に電流を流そうとする起電力が誘起される。
- ④ 空間に蓄えられているエネルギー密度は、その点の電界の2乗に比例し、また同じ電界なら、誘電体の誘電率が大きいほど多くのエネルギーを蓄えている。
- ⑤ 電磁波は、伝播速度が媒質の誘電率と透磁率の平方根に反比例する縦波である。

IV-2 下図のように、ドーナツ状の鉄心を均等に2分割し、そのうちの1つに巻線を巻く。次に、2つの鉄心の切断面を対向させ、2ヶ所のギャップ長がともに l になるように真空中に置く。巻線に電流源をつないで一定電流を流したときの、2つの鉄心間に働く吸引力の大きさとギャップ長との関係として正しいものは次のうちどれか。なお、ギャップ長 l は十分短く、鉄心の透磁率は無限大と仮定する。

- ① 吸引力は、ギャップ長の平方根に反比例する。
- ② 吸引力は、ギャップ長に反比例する。
- ③ 吸引力は、ギャップ長の $\frac{3}{2}$ 乗に反比例する。
- ④ 吸引力は、ギャップ長の2乗に反比例する。
- ⑤ 吸引力は、ギャップ長の3乗に反比例する。



IV-3 下図に示される，スイッチ，直流理想電圧源，抵抗器，コンデンサ（キャパシタ）からなる回路で，時刻 $t=0$ で，スイッチを閉じる。そのとき，コンデンサの電圧 $v(t)$ に関して微分方程式

$$\frac{dv(t)}{dt} = av(t) + bE \quad (t \geq +0)$$

が成り立つ。ただし， R ， C ， E は定数である。この微分方程式の解で，初期条件 $v(0) = v_0$ を満たす電圧 $v(t)$ は，次のどれが正しいか。

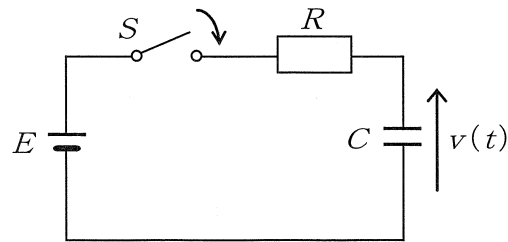
① $(v_0 + E)e^{-\frac{t}{RC}} + E$

② $(v_0 + E)e^{-\frac{t}{RC}} - E$

③ $(v_0 - E)e^{\frac{t}{RC}} - E$

④ $(v_0 - E)e^{\frac{t}{RC}} + E$

⑤ $(v_0 - E)e^{-\frac{t}{RC}} + E$



IV-4 下図に示される2端子回路の端子2に対する端子1の電位を開放電圧といい、 E_0 と表す。また、端子1と2を短絡したとき、端子1から端子2へ流れる I_0 を短絡電流といい、 I_0 と表す。このとき、開放電圧 E_0 と短絡電流 I_0 は、次のうちどれが正しいか。ただし、回路で、図記号の◇部分は理想電圧源で、その起電力が抵抗 R_1 の抵抗器を図のように流れる電流 I_1 に比例する電圧 $r_m I_1$ である。このような特殊な電圧源を電流制御電圧源という。

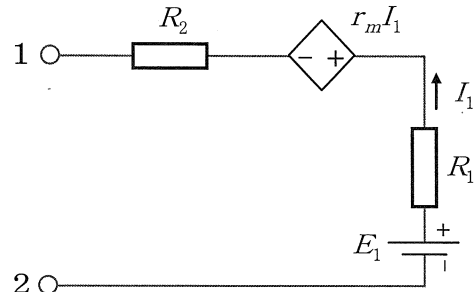
① $E_0 = E_1 - r_m I_1, \quad I_0 = \frac{E_1}{R_1 + R_2}$

② $E_0 = E_1 - r_m I_1, \quad I_0 = \frac{E_1}{R_1 + R_2 - r_m}$

③ $E_0 = E_1, \quad I_0 = \frac{E_1}{R_1 + R_2}$

④ $E_0 = E_1, \quad I_0 = \frac{E_1}{R_1 + R_2 + r_m}$

⑤ $E_0 = E_1, \quad I_0 = \frac{E_1}{R_1 + R_2 - r_m}$



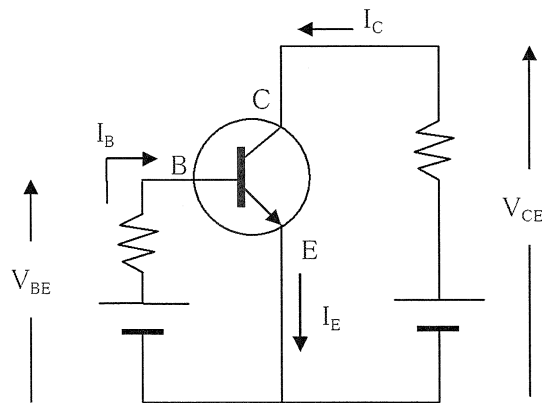
IV-5 角周波数 ω の正弦波交流回路のある素子の電流フェーザ（ベクトル）が $I = |I|e^{j\phi}$ で、電圧フェーザ（ベクトル） $V = |V|e^{j\theta}$ であるとき、次のうちどれが間違っているか。

- ① 有効電力は $|V||I| \cos(\theta - \phi)$ かつ、 $|V||I| \cos(\phi - \theta)$ である。
- ② 無効電力は $|V||I| \sin(\phi - \theta)$ である。
- ③ 瞬時電力は有効電力から $|V||I| \cos(2\omega t + \theta - \phi)$ を引いたものである。
- ④ 皮相電力は $|V||I|$ である。
- ⑤ 複素電力は $\bar{V}I$ である。

IV-6 角周波数 ω の正弦波定常状態にある回路において、抵抗 R の抵抗器、インダクタンス L のインダクタ、キャパシタンス C のキャパシタ（コンデンサ）が直列接続されている。その直列接続部分の合成インピーダンスは $Z = R + jX$ と表される。次のうちどれが間違っているか。

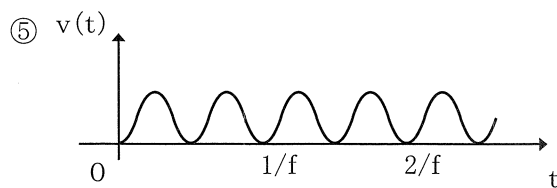
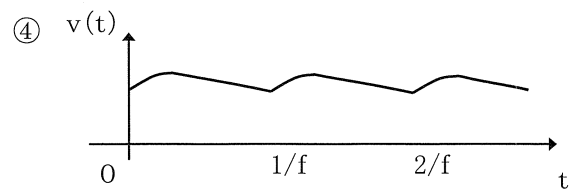
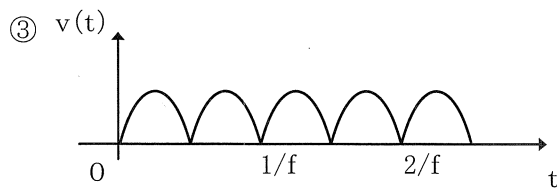
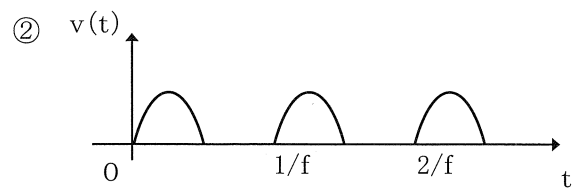
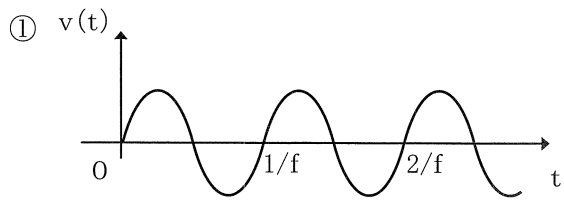
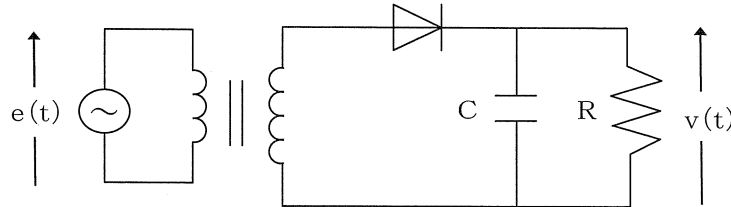
- ① $X = 0$ を与える角周波数 ω を直列共振角周波数という。
- ② $X = 0$ であるとき、それを与える角周波数 ω_0 に対して $Q = \omega_0 L/R$ とおくと、インダクタの電圧のフェーザ（ベクトル）は jQV となる。ただし、 V は抵抗器の電圧のフェーザ（ベクトル）である。
- ③ 直列接続部分に加わる電圧を一定とし、直列接続部分を通る電流のフェーザ（ベクトル）を I と表す。そのとき、 I の大きさ $|I|$ は角周波数 ω の変化に対して、 $\omega = \omega_0$ で極値をとる。 ω_0 は $X = 0$ を与える角周波数である。
- ④ 抵抗器で消費される有効電力が $X = 0$ を与える角周波数 ω_0 での抵抗器で消費される有効電力の半分となる周波数は二つ存在し、その差の絶対値を共振曲線の半値幅という。
- ⑤ $R = 10\Omega$ 、 $L = 10mH$ 、 $C = 1\mu F$ であるときの直列共振周波数は $10^4/\pi$ である。

IV-7 下図の電子回路に関する記述で誤っているものは、次のうちどれか。



- ① ベース-エミッタ間に、ある値以上の電圧 V_{BE} を加えるとベース電流 I_B が流れる。
- ② ベース電流 I_B が流れているとき、コレクタ-エミッタ間に電圧 V_{CE} を加えるとコレクタ電流 I_C が流れる。
- ③ エミッタ電流 I_E の値はコレクタ電流 I_C の値とベース電流 I_B の値の和となる。
- ④ ベース電流 I_B を大きくしてもコレクタ電流 I_C の大きさはほとんど変わらない。
- ⑤ エミッタ電流 I_E の値はコレクタ電流 I_C の値にほぼ等しい。

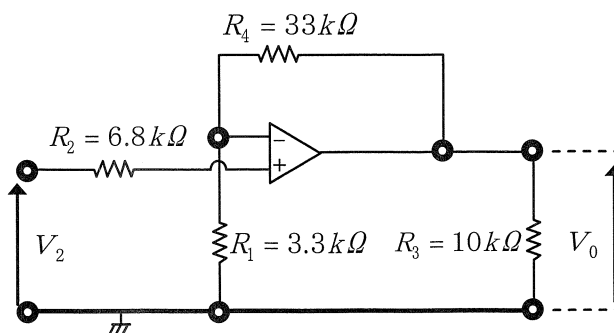
IV-8 ダイオードを使った下図の回路で、 $e(t)$ として正弦波交流電圧を与えた場合の電圧 $v(t)$ の波形に相当するものは次のうちどれか。なお、 $e(t)$ の周波数 f に対し、 CR は $1/f$ より十分大きいとする。



IV-9 演算増幅器（オペアンプ）を用いた下図の非反転増幅回路における増幅率 $A = \frac{V_0}{V_2}$

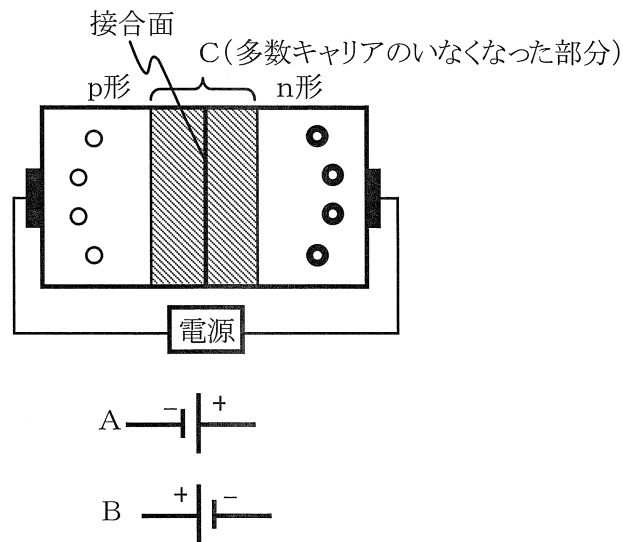
の、おおよその値は、次のうちどれか。

- ① 10 ② 51.85
 ③ 13 ④ 1.47
 ⑤ 11



IV-10 下図のようなpn接合ダイオードの記述で誤っているものは、次のうちどれか。

- ① pn接合ダイオードのpに-を，nに+をつけた（図中のAの電源）場合を逆方向という。
- ② ハッチのかかったCの部分をベース部分と言う。
- ③ 順方向に電圧を印加するとCの部分は小さくなる。
- ④ p形半導体には正孔，n形半導体には自由電子があり，キャリアとして作用する。
- ⑤ pn接合ダイオードには，整流作用がある。



IV-11 光通信用デバイス技術に関する記述で誤っているものは、次のうちどれか。

- ① 一般的に長距離光通信で使われている単一モードファイバのコア径はおおよそ $10\mu\text{m}$ である。
- ② SI型光ファイバの構造は，コアの屈折率が中心から外側方向に2次関数的に変化しているものである。
- ③ $1.55\mu\text{m}$ 帯の発光素子として一般的に使われているレーザ素子は，*InP*の基板上に制作される。
- ④ DFBレーザとは，レーザの活性層付近に回折格子構造を有している。
- ⑤ 受光素子として使われているフォトダイオードは，逆バイアスを加えて使われる。

IV-12 4変数 A, B, C, D の論理式, $F(A, B, C, D) = \Sigma (1, 5, 7, 12, 13, 14, 15) = 0001 + 0101 + 0111 \dots$ を下記のカルノーマップを参考にして最も簡単化した論理式として正しいものは, 次のうちどれか。

- ① $F(A, B, C, D) = AB + BD + \overline{A}\overline{C}D$
- ② $F(A, B, C, D) = ABC\overline{C} + BD + ABC + \overline{A}\overline{C}D$
- ③ $F(A, B, C, D) = AB + \overline{A}\overline{C}D$
- ④ $F(A, B, C, D) = \overline{A}\overline{B} + \overline{B}\overline{D} + AC\overline{D}$
- ⑤ $F(A, B, C, D) = \overline{A}\overline{B}\overline{C}D + BD + AB\overline{D}$

	CD	00	01	11	10
AB					
00			1		
01			1	1	
11		1	1	1	1
10					

IV-13 下表の二元符号 A~F のうち瞬時に復号可能な符号のみを最も多く選んでいるのは, 次のうちどれか。ただし, 瞬時に復号可能とは, 符号語系列を受信した際, 次の符号語を受信する前にその符号語を正しく復号できることを言う。

符号A	符号B	符号C	符号D	符号E	符号F
000	010	1	0	0	0
010	11	10	10	10	01
001	01	110	110	110	011
011	10	1110	1110	1110	0111
110	00	11110	11110	1111	01111

- ① A, D
- ② A, D, E
- ③ A, C, D, E
- ④ A, D, E, F
- ⑤ A, C, E, F

IV-14 長さ N の信号値系列 $\{x(n)\}$ の DFT (離散フーリエ変換) $X(k)$ は次式のように表される。

$$X(k) = \sum_{n=0}^{N-1} x(n) e^{-j\frac{2\pi nk}{N}}$$

$\{x(n)\}$ が次式のように与えられた場合、 $X(k)$ を計算した結果の正しいものは次のうちどれか。

$$x(n) = \begin{cases} 3, & n = 0 \\ -1, & n = 1, N - 1 \\ 0, & 2 \leq n \leq N - 2 \end{cases}$$

- ① $3 - 2\sin\frac{2\pi}{N}k$ ② $3 - 2j\sin\frac{2\pi}{N}k$
- ③ $3 - 2\cos\frac{2\pi}{N}k$ ④ $3 - 2j\cos\frac{2\pi}{N}k$
- ⑤ $3 - \cos\frac{2\pi}{N}k - j\sin\frac{2\pi(N-1)}{N}k$

IV-15 生成多項式 $G(x) = x^3 + x + 1$ が作る符号長 7 の巡回符号を考える。この巡回符号に含まれない符号語は次のうちどれか。なお、 $G(x)$ が作る符号長 7 の巡回符号とは、係数が 0 または 1 なる多項式 $F(x) = w_6x^6 + w_5x^5 + w_4x^4 + w_3x^3 + w_2x^2 + w_1x + w_0$ のうち、 $G(x)$ でわりきれものの係数の系列 $w_6w_5w_4w_3w_2w_1w_0$ で表される二元符号である。この際、modulo 2 の演算が行われる。

- ① 0 0 0 0 0 0 0
- ② 0 1 0 1 1 1 0
- ③ 0 0 1 1 1 0 1
- ④ 1 0 0 1 1 1 0
- ⑤ 1 1 0 1 0 0 1

IV-16 ATM通信方式で用いられる技術の記述で、誤っているものは次のうちどれか。

- ① 入力バッファ型スイッチは、スイッチの前段にバッファを有しているスイッチである。
- ② 大規模なデータやバーストデータを転送するのは、ATM-CBRサービスが適している。
- ③ ユーザのトラフィックの状況を監視／制御する方式として、リーキーバケットUPCがある。
- ④ ATMは、コネクションオリエンテッドな通信方式の1つである。
- ⑤ ATMは53バイトの固定長のセルと呼ばれるパケットにより転送する方式である。

IV-17 インターネット通信方式に関する記述で誤っているものは、次のうちどれか。

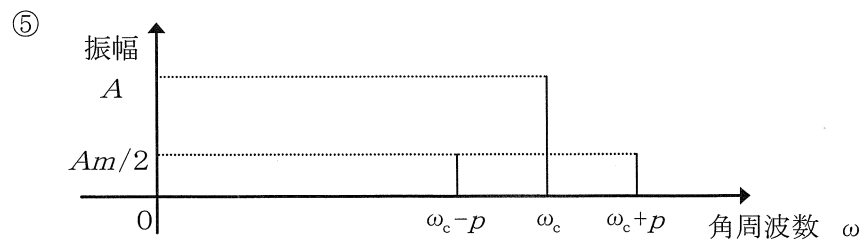
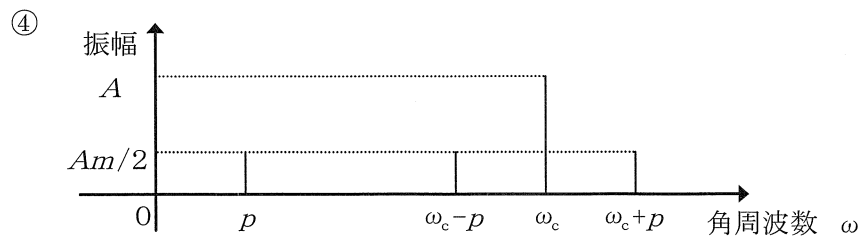
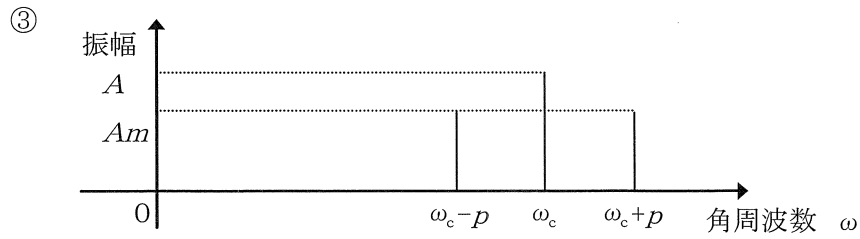
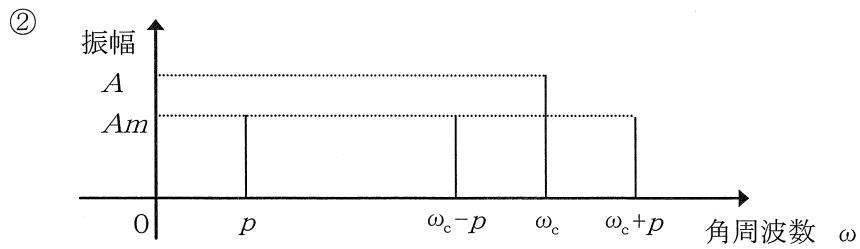
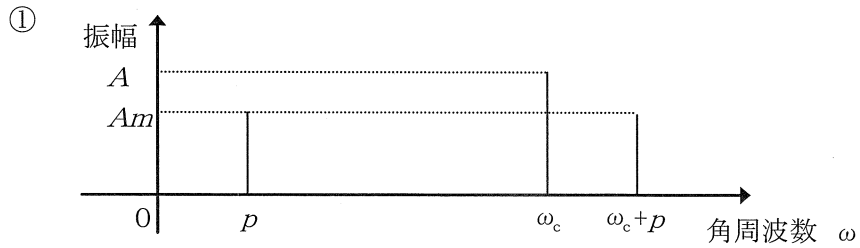
- ① インターネット通信では、パケットのヘッダにあるIPアドレスをもとに転送される。
- ② パケットが繰り返ループを作って転送されないように、TTLビットを減算し、無限ループを検出する。
- ③ インターネットでは、TCP-IPプロトコルが多く用いられている。
- ④ インターネットで用いられているRIP (Routing Information Protocol) とは、リンクステート型のルーティングプロトコルである。
- ⑤ AS (Autonomous System) 内のルーティングプロトコルをIGP (Interior Gateway Protocol), AS間のルーティングプロトコルをEGP (Exterior Gateway Protocol) と言う。

IV-18 無線の変調方式に関する記述で誤っているものは、次のうちどれか。

- ① BPSK (Binary Phase Shift Keying) は、2相位相シフトキーイングで2値の変調方式である。
- ② QPSK (Quadrature Phase Shift Keying) は、BPSKよりも雑音の影響を受けやすい。
- ③ QAM (Quadrature Amplitude Modulation) 方式は位相と振幅を同時に変調する方式である。
- ④ 16値QAM方式は、QPSKよりも周波数利用効率が高い変調方式である。
- ⑤ FSK (Frequency Shift Keying) は、一般的にASK (Amplitude Shift Keying) よりも雑音の影響を受けやすい。

IV-19 次式のAM（振幅変調）波の周波数スペクトルを正しく表しているグラフは次のうちどれか。

$$f(t) = A(1 + m \cos pt) \cos \omega_c t$$



IV-20 電気事業について誤っている記述は次のうちのどれか。

- ① 一般電気事業者とは、一般の需要に応じ電気を供給する事業者のことをいい、東京電力（株）など地域の電力会社がこれに当たる。
- ② 卸電気事業者とは、一般電気事業者にその事業のための電気を供給する事業者のことをいう。現在、許可を得ている事業者は、電源開発（株）及び日本原子力発電（株）の2社となっている。
- ③ 特定電気事業者とは、特定の供給地点における需要に応じ電気を供給する事業者のことをいう。具体的には、六本木ビル内の需要に対して電気を供給する六本木エネルギーサービス（株）のような事業者がある。
- ④ 特定規模電気事業とは、平成12年3月から開始した電力小売自由化において、電気の供給相手を選ぶことが可能となった需要家に対して小売を行う事業者のことをいう。電気の小売に当たり、特定規模電気事業者は自営線を介して行うこととされている。
- ⑤ 電気工作物設置者には、電気工作物の工事・維持及び運用に関する保安の監督をさせるため、主任技術者の選任及び届出義務が課せられている。また、主任技術者にはその保安の監督の職務を誠実にを行う義務が課せられる。

IV-21 分散型電源について誤っている記述は次のうちのどれか。

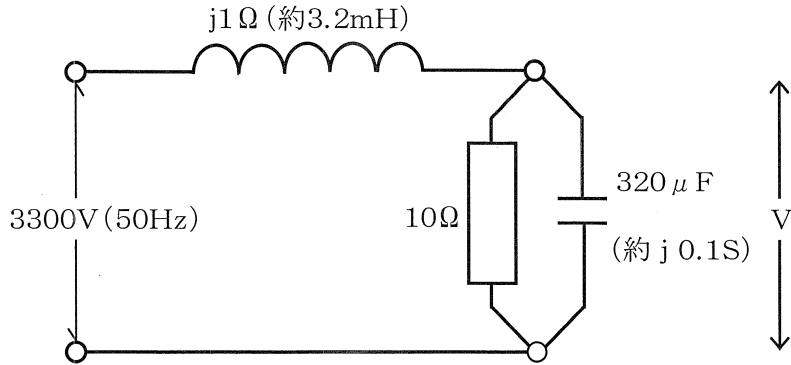
- ① 太陽電池は、日射量や温度によって出力特性が刻一刻と変化するため、出力電力が最大となるようパワーコンディショナにより最大電力追従制御が行われる。
- ② 風力発電機の連系方式には、発電機の発生交流電力をそのまま電力系統に連系するACリンク方式と、発電機の発生交流電力を整流器で直流電力に変換してその電力をインバータで交流電力に変換して電力系統に連系するDCリンク方式とがある。通例、同期発電機はACリンクされ、誘導発電機はDCリンクされる。
- ③ 燃料電池は水素と大気中の酸素とを化学的に反応させることにより直接電気を発生させる装置である。電解質等の相違によって、燃料電池にはりん酸形、熔融炭酸塩形、固体電解質形、固体高分子形などがある。
- ④ マイクロガスタービン発電装置は圧縮機、タービン及び発電機にて構成され、燃焼ガスによりタービンを高速に回転させ、直結または減速機を介して結合された発電機により発電する。マイクロガスタービンの容量は大略1000kW以下であり、主として25kWから259kWクラスのものが多く開発されている。
- ⑤ 分散型電源が連系している電力系統が事故などにより系統電源と切り離された状態で、分散型電源だけで発電を継続し、他需要家に電力供給している状態を単独運転と呼び、系統連系技術要件ガイドラインにより単独運転の防止対策が示されている。

IV-22 上池の面積が0.1平方キロメートル、下池の面積は十分に広い揚水発電所で、落差が105mから95mになるまで水を落下させるときのエネルギーを40万キロワットの発電機の発電時間で換算すると正しいものは、次のうちどれか。ただし水車及び発電機の効率は100%とする。

- ① 約40分
- ② 約1時間
- ③ 約1時間20分
- ④ 約1時間50分
- ⑤ 約2時間30分

IV-23 下図のように $j1\Omega$ の直列リアクタンスで表された配電線の送電端に $3300V$ の商用周波($50Hz$)電圧が印加されている。受電端には 10Ω の抵抗と $320\mu F$ のコンデンサが並列に接続されている。受電端の電圧 V として正しいものは、次のうちどれか。

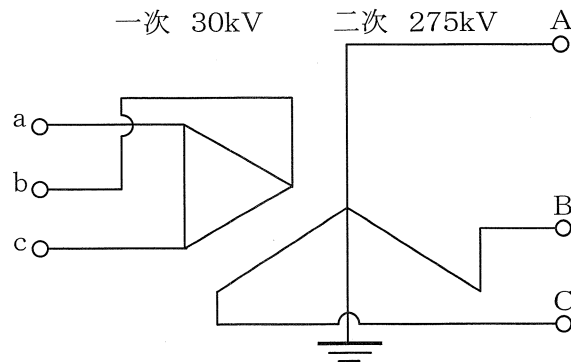
- ① $3284V$ ② $3296V$ ③ $3333V$ ④ $3644V$ ⑤ $3667V$



IV-24 下図は発電機と超高圧系統を接続するステップアップトランスの巻線を表し、一次巻線は三角結線、二次は星形結線である。電圧は一次 $30kV$ 、二次 $275kV$ （ともに線間電圧）である。描かれている一次、二次巻線の方法は鉄心の脚・電圧極性に対応している。また相順は a, b, c 及び A, B, C の順である。一次巻線と二次巻線の巻数比と、一次電圧と二次電圧の位相の関係について正しいものは、次のうちどれか。

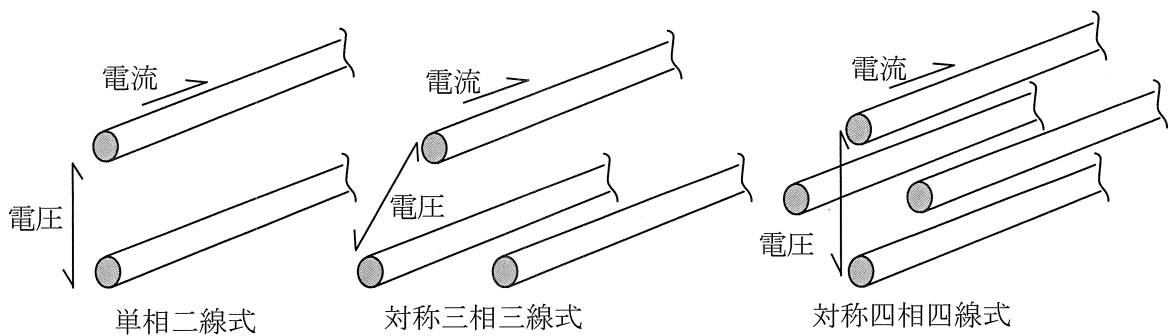
巻数比 位相

- ① $1 : 5.29$, 一次 a, b, c が二次 A, B, C より 60 度進み
 ② $1 : 9.17$, 一次が二次より 60 度進み
 ③ $1 : 5.29$, 一次が二次より 30 度進み
 ④ $1 : 9.17$, 一次, 二次同位相
 ⑤ $1 : 5.29$, 一次, 二次同位相



IV-25 下図のような単相二線式，対称三相三線式，対称四相四線式(各相90度毎の位相差)の各送電方式を想定して，線間電圧(四相の場合は180度位相差の線間)の振幅と線電流の振幅が各方式とも等しいとしたとき，各送電方式の1線当たりの送電容量の比で正しいものは，次のうちどれか。

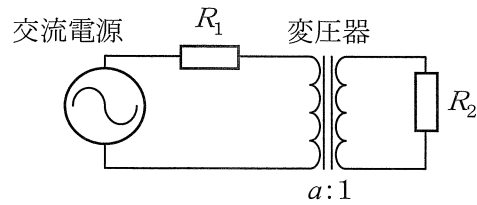
- ① 1 : 1.5 : 2
- ② 1 : 1.22 : 1.41
- ③ 1 : 1.15 : 1.15
- ④ 1 : 1.15 : 1
- ⑤ 1 : 1 : 1



IV-26 パワーエレクトロニクスを利用した次の装置の中で，他励転流によって動作するものはどれか。

- ① TCSC (Thyristor Controlled Series Capacitor)
- ② UPFC (Unified Power Flow Controller)
- ③ PWM (Pulse Width Modulation) 順変換器
- ④ STATCOM (STATIC synchronous COMPensator)
- ⑤ VVVF (Variable Voltage Variable Frequency) インバータ

IV-27 下図で抵抗 R_2 に与えられる電力が最大になる変圧器の巻数比 a は、次のうちのどれか。



- ① $\frac{2R_2}{R_1}$ ② $\frac{R_2}{R_1}$ ③ $\frac{R_1}{R_2}$ ④ $\sqrt{\frac{R_2}{R_1}}$ ⑤ $\sqrt{\frac{R_1}{R_2}}$

IV-28 OA機器等の著しい普及により要求が厳しくなってきた今日の電源品質の向上策に関する一般的な記述として、誤っているものは次のうちどれか。

- ① 冗長なシステムの構成法の一つは、常用機と予備機を用意し、常用機が故障時に予備機に切り替わって運転する方式である。
- ② 冗長なシステムのもう一つの構成法は、複数台の機器が負荷を分担して運転し、故障時は故障機を瞬時に切り離し、残りの健全機から電力を供給する方式である。
- ③ 事故時の予備電源装置への切換においては、瞬断切換方式に加えて、瞬断を発生させない無瞬断切換方式もある。
- ④ 無停電電源装置(UPS)は、定電圧定周波電源装置(CVCF)及び自家発電装置からなり、停電時にも長時間の給電が可能な装置である。
- ⑤ 定電圧定周波電源装置(CVCF)は、交流を整流したのち、インバータで再び交流に変換しており、電圧や周波数の安定した電力供給が可能である。

IV-29 太陽光発電装置において、ある気象条件での太陽電池アレイの電流 I [A]と電圧

V [V]の関係が $I = 3 - \frac{V^2}{1600}$ で近似されたとき、太陽電池アレイの出力を最大にする太陽電池の電圧 V として正しいものは次のうちどれか。

- ① 30[V] ② 40[V] ③ 50[V] ④ 60[V] ⑤ 70[V]

IV-30 サンプル値制御に関する記述として誤っているものは、次のうちどれか。

① パルス伝達関数において、 $z = \frac{1+w}{1-w}$ なる一次変換を施すと、連続時間系において

用いられるものと同様の安定判別法が利用できる。

② ある信号が持つ最高周波数が ω であるとき、その信号を完全に復元するためのサン

プリング周期 T の上限は $T = \frac{2\pi}{\omega}$ である。

③ サンプリング周期 T のサンプル値制御器において一般的に用いられる0次ホールド

の伝達関数は、 $\frac{1-e^{-Ts}}{s}$ で表される。

④ 連続時間系で設計した制御器は、例えば $z \cong \frac{1+sT/2}{1-sT/2}$ なる近似式を用いてサン

プリング周期 T のサンプル値制御器に書き直せる。

⑤ 出力 $Y(z)$ の初期値と最終値は、逆 z 変換するまでもなく、それぞれ $\lim_{z \rightarrow \infty} Y(z)$,

$\lim_{z \rightarrow 1} \frac{z-1}{z} Y(z)$ の式を用いて計算できる。