

A問題

問1 次の文章は、電力用油入変圧器の寿命の基本的考え方に関する記述である。文中の [] に当てはまる語句又は数値を解答群の中から選び、その記号をマークシートに記入しなさい。

変圧器は運転に入ってから、温度、湿度、 [(1)] 等により絶縁物が次第に劣化し、それが進行すると、雷サージ、開閉サージなどの異常電圧あるいは外部短絡の際の電磁機械力などの電気的・機械的異常ストレスを受けた場合、破壊する危険度が増してくる。

変圧器の寿命を支配する絶縁物の劣化は、 [(2)] 温度 θ に最も大きな影響を受ける。この温度と寿命との関係は一般に次式で表される。

$$\text{寿命} = Ae^{-0.1155\theta} \quad A: \text{定数} \quad e: \text{自然対数の底}$$

すなわち、温度 θ が [(3)] (°C) 上昇すると寿命は半減することとなる。

油入変圧器では、耐熱 [(4)] の絶縁物が最も多く使用されており、冷却媒体温度 25 (°C) における [(2)] 温度 θ は、巻線内を循環する油が自然循環、強制循環のいずれの場合においても [(5)] (°C) となる。従来の経験によれば、適切な管理の下にこの温度で連続使用した場合、30年程度の寿命が十分期待できるとされている。

(参考: $\log_{10} e = 0.4343$)

〔解答群〕

- | | | | |
|----------|-----------|-----------|-----------|
| (イ) 酸素 | (ロ) 135 | (ハ) クラス A | (ニ) 巻線最高点 |
| (ホ) 8 | (ヘ) 4 | (ト) 二酸化炭素 | (セ) 巻線平均 |
| (リ) 冷却媒体 | (シ) クラス B | (ク) 105 | (ソ) クラス F |
| (ル) 95 | (ス) 窒素 | (サ) 6 | |

問2 次の文章は、直流電気車に関する記述である。文中の に当てはまる語句を解答群の中から選び、その記号をマークシートに記入しなさい。

直流電気鉄道で使用される車両の駆動には、従来、電動機固有の速度-トルク特性が電気車に適している (1) 電動機が主として使用されてきた。その速度制御は、 (2) 制御、主回路の直並列切換制御及び弱め界磁制御によって行われ、また、電気制動は発電制動である。

1970年代には、半導体電力変換装置の開発・実用化が進み、直流チョッパによる電気車の速度制御方式が導入された。チョッパ制御方式は、従来の方式に比べて著しく少ない損失で電圧制御ができ、回生制動も可能であるため省エネルギー効果がある。また、 (3) 制御ができるので乗り心地がよく、粘着特性も優れている。

1980年代に入ると、駆動装置の軽量化や保守性の向上を図ろうとする傾向が強まり、主電動機に (4) 電動機を使用し、大容量 (5) を用いたインバータで制御する方式が広く使われるようになった。この方式は、主回路のみの制御で電気車の駆動に必要な特性が出せるうえに、回生制動も可能である。

【解答群】

- | | | |
|-----------|------------|---------------|
| (1) リアクトル | (10) PWM | (A) パワートランジスタ |
| (2) 巻線形誘導 | (11) 他励直流 | (B) 連続 |
| (3) 電圧 | (12) GTO | (C) 同期 |
| (4) 直流直巻 | (13) かご形誘導 | (D) ダイオード |
| (5) 抵抗 | (14) 断続 | (E) 直流分巻 |

問3 次の文章は、誘電加熱に関する記述である。文中の に当てはまる語句又は式を解答群の中から選び、その記号をマークシートに記入しなさい。

誘電加熱は、交番電界中に置かれた誘電体の誘電体損による発熱を利用したものである。平行板電極間に被加熱物を挿入して高周波電界を加えると、誘電体内の分子や極性をもった基などが (1) の方向に配列しようとして、速い交番周期で振動・回転などを起こし、内部摩擦により熱を発生する。被加熱物の単位体積当たりの発熱量 Q は次式で表される。

$$Q = k f E^2 \varepsilon \tan \delta$$

ここで、 k : 比例定数、 f : 周波数、 E : 電界の強さ、 ε : 誘電率、 δ : (2) である。

一般に、誘電体を電氣的等価回路で表すと、損失抵抗分 R と静電容量 C の並列回路となる。 R 及び C を流れる電流をそれぞれ I_R 、 I_C とすると $\delta = \tan^{-1}$ (3) で与えられる。

誘電加熱では、被加熱物自体が発熱体となるので、熱効率が高く、加熱時間も短くできる。また、被加熱物の材質が均一であれば (4) の低いものでも内部から一様に加熱することができる。誘電加熱では、負荷のインピーダンスが電源回路のインピーダンスと必ずしも一致しないので、電力を効率よく伝えるためには、電源回路と負荷の間に (5) を挿入する必要がある。

[解答群]

- | | | |
|-----------------------|----------|--|
| (イ) 導電率 | (ロ) 移相回路 | (ハ) 磁力線 |
| (ニ) フィルタ | (ホ) 熱伝導率 | (ア) $\frac{I_R}{\sqrt{I_C^2 + I_R^2}}$ |
| (ヒ) $\frac{I_C}{I_R}$ | (ヘ) 整合回路 | (イ) 誘電位相角 |
| (ス) 誘電力率角 | (ベ) 熱抵抗率 | (ロ) 電気力線 |
| (セ) $\frac{I_R}{I_C}$ | (エ) 等電位線 | (ハ) 誘電損失角 |

問4 次の文章は、線形制御システムに関する記述である。文中の [] に当てはまる語句を解答群の中から選び、その記号をマークシートに記入しなさい。

最適レギュレータにおいては、線形システムを [(1)] で記述し、状態変数と入力に関する [(2)] の積分を評価関数とし、それが最小となるように制御を決定する。これは、[(3)] の微分方程式の解から得られる係数を用いて、状態変数のフィードバック制御として構成できる。しかし、実際には、すべての状態変数を観測することはできないので、[(4)] により推定した値を用いることが多い。

特に、積分評価関数の積分範囲が零から無限大のときは、定係数の状態フィードバックとなる。この場合は、[(5)] として設計することができる。

(解答群)

- | | | | |
|-----------|-----------|-----------|------------|
| (i) 多項式 | (d) オブザーバ | (n) オイラー | (c) フィルタ |
| (k) リカッチ | (v) 同定問題 | (l) 状態方程式 | (f) コントローラ |
| (g) サーボ問題 | (x) 二次形式 | (m) カルマン | (e) 時間関数 |
| (j) 極配置問題 | (h) 等価モデル | (o) 最小二乗法 | |

B問題

問5 次の文章は、誘導電動機のベクトル制御に関する記述である。文中の [] に当てはまる語句を解答群の中から選び、その記号を解答欄に記入しなさい。

誘導電動機のベクトル制御は、電動機の [(1)] を磁束電流成分とトルク電流成分とにベクトル的に分解して、それぞれ独立に制御し、特に [(2)] 制御を行うことによって、直流機と同等の制御応答性を得ようとするものである。

その方式には、磁界オリエンテーション形ベクトル制御方式と、滑り周波数形ベクトル制御方式とがあり、前者は電動機に内蔵したセンサによって [(3)] を検出して制御する方式で、構造が複雑となる。

一方、後者は [(4)] ベクトル制御とも呼ばれ、二次磁束指令値 ϕ_2^* とトルク電流指令値 i_q^* とからベクトル制御に必要な [(5)] 指令値 i_d^* と滑り角周波数指令値 ω_s^* とを求めて制御する方式である。電動機の二次抵抗値を R_2 、二次インダクタンスを L_2 、相互インダクタンスを M とした場合、滑り角周波数指令値 ω_s^* は次式のように求められる。

$$\omega_s^* = \frac{M \cdot R_2}{L_2} \cdot \frac{i_q^*}{\phi_2^*}$$

この方式は、 [(6)] を必要とせず、始動又は低速運転時にも良好な特性が得られる利点を有するが、 [(7)] を使って制御を行っているため、温度上昇等の影響を受ける欠点がある。

[解答群]

- | | | | |
|-----------|-------------|------------|---------------|
| (1) 速度センサ | (11) 一次電流 | (21) 直接形 | (31) 二次電流 |
| (2) 磁束一定 | (12) 磁束センサ | (22) 電機子電流 | (32) V/f 一定 |
| (3) 回転速度 | (13) 負荷トルク | (23) 電動機定数 | (33) 巻線温度 |
| (4) 間接形 | (14) ギャップ磁束 | (24) 温度センサ | (34) 周波数変動 |
| (5) 磁化電流 | (15) 位相 | (25) 複合形 | (35) 滑り |
| (6) 位相角一定 | | | |

解答欄は、別紙です。必ず、試験地、受験番号及び生年月日を記入してください。

問6及び問7は選択問題ですから、このうちから1問を選んで解答してください。

(選択問題)

問6 次の文章は、照度を求める計算に関する記述である。文中の に当てはまる式又は数字を解答欄に記入しなさい。

床面の点Oの真上h[m]の高さに、鉛直方向に最大光度I[cd]で鉛直角θに対してIcosθの配光を持つ点光源Qがある場合について、点Oから水平距離x[m]にある点Pにおける照度を計算する。

a. 点Pにおける法線照度E_nを高さh[m]と鉛直角θを用いて表すと、

$$E_n = \frac{I(\theta)}{r^2} = \frac{I}{h^2} \times \text{ (1) [lx]} \dots\dots\dots \text{①}$$

となる。ただし、rは点光源Qと点P間の距離である。よって、点Pにおける水平面照度E_hと鉛直面照度E_vは次のように表される。

$$E_h = \frac{I}{h^2} \times \text{ (2) [lx]} \dots\dots\dots \text{②}$$

$$E_v = \frac{I}{h^2} \times \text{ (3) [lx]} \dots\dots\dots \text{③}$$

b. 点Pにおける最大鉛直面照度E_{vmax}[lx]は、③式をθで微分して零と置くことにより次のように求まる。

$$\frac{dE_v}{d\theta} = \frac{I}{h^2} \frac{d}{d\theta} (\text{ (3)}) = \frac{I}{h^2} (\cos^2\theta \times \text{ (4)} - 3\cos^2\theta \times \text{ (5)})$$

$$= \frac{I}{h^2} \cos^2\theta (\text{ (6)}) = 0 \dots\dots\dots \text{④}$$

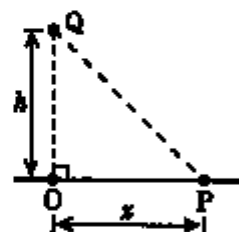
最大鉛直面照度を求める問題であるのでθ=0は不適である。よって、

④式からtanθ = (7) の値が得ら

れる。

この結果を③式に代入し、最大鉛直面照度E_{vmax}は次のようになる。

$$E_{vmax} = \frac{I}{h^2} \times \text{ (8) [lx]}$$



解答欄は、別紙です。必ず、試験地、受験番号及び生年月日を記入してください。

(選択問題)

問7 次の文章は、情報伝送における変調方式に関する記述である。文中の に当てはまる語句を解答欄に記入しなさい。

電気信号を遠隔地に効率よく送る場合、一般に搬送波を原信号の波形に従って変調して送っている。その変調方式にはさまざまな方法がある。

(1) 方式は、入力信号に応じて搬送波の振幅を変化させる変調方式である。この方式は他の変調方式に比べ簡単であるが、雑音の影響を受け易い。

(2) 方式は、入力信号の振幅に応じて搬送波の周波数を変化させる変調方式である。この方式は (3) が少なく、雑音の影響を受けにくい。広い (4) を必要とする。

(5) 方式は、搬送波として連続する方形パルスを使用し、入力信号の振幅を (6) の符号に変換する変調方式である。特に、入力信号を符号に変換する過程において、時間的に連続している信号の中から離散的な時点で標本値を取り出す操作を行っており、これを (7) という。この方式は雑音の影響を受けにくく、装置を小形・軽量化できる。

解答欄は、別紙です。必ず、試験地、受験番号及び生年月日を記入してください。