

第 2 種

電力・管理

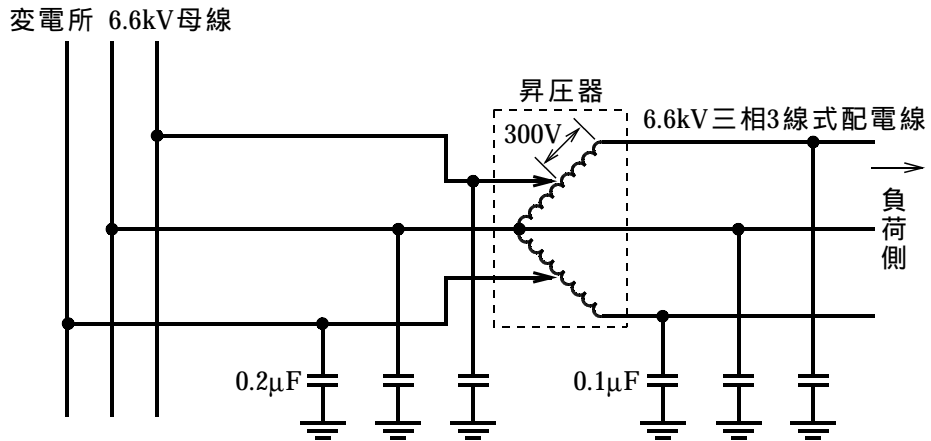
問 1 ～ 問 6 の中から任意の 4 問を解答すること。

問 1 大容量火力発電所における非常用発電装置の設置目的について述べるとともに、非常用発電装置の負荷として接続される機器を三つ以上挙げ、接続される理由を簡潔に説明せよ。

問2 変圧器の主な三相結線方式（3巻線変圧器を含む）を3種類挙げ、その特徴と適用の考え方について述べよ。

問3 洞道内には通常は各種ケーブルが多条数布設されることが多く、万一、火災等が発生した場合、その影響が大きい。これら洞道内等暗きょ式により布設される地中ケーブルの防火対策を3項目以上挙げ、簡潔に説明せよ。

問4 下図に示すように 6.6 [kV], 60 [Hz], 中性点非接地の三相 3 線式配電線の途中に昇圧電圧 300 [V] の V 結線昇圧器を設置した。変電所の 6.6 [kV] 母線における零相電圧 (残留電圧) の大きさを求めよ。ただし, 昇圧器設置前の母線の零相電圧は 0 [V], 昇圧器の変電所母線側及び負荷側の配電線の対地静電容量は, それぞれ一相当たり $0.2 [\mu\text{F}]$ 及び $0.1 [\mu\text{F}]$ とし, 昇圧器の内部インピーダンス, その他の定数は無視するものとする。



問5 架空送電線路において、次の自然現象によって事故に至るメカニズムを簡潔に述べよ。

(1) 雷

(2) 雪

問 6 変電所から特別高圧三相 3 線式の 1 回線送電線で受電している工場がある。

送電線路の 1 線当たりの抵抗 r 及びリアクタンス x はそれぞれ $2 [\Omega]$ 及び $4 [\Omega]$, 工場の負荷 P は $20\,800 [\text{kW}]$, 力率 $\cos\theta$ は 0.8 (遅れ) , 工場の受電端電圧 \dot{V}_r の大きさは $65.0 [\text{kV}]$ である。これについて , 次の問に答えよ。

ただし , 工場の負荷は一定とし , 送電線路の静電容量は無視するものとする。

- (1) 受電端電圧 \dot{V}_r の位相を基準として , 工場の負荷電流 $\dot{I}_r [\text{A}]$ を直交座標系の複素数で求めよ。
- (2) 受電端電圧 \dot{V}_r の位相を基準として , 送電端電圧 $\dot{V}_s [\text{kV}]$ を直交座標系の複素数で求めよ。
- (3) 受電端電圧 \dot{V}_r の大きさを $65.5 [\text{kV}]$ に改善するため , 工場に設置する電力用コンデンサの必要容量 $Q_c [\text{kvar}]$ の値を求めよ。

問 1 ~ 問 4 の中から任意の 2 問を解答すること。

問 1 一次、二次巻線とも Y 結線されている定格電圧 200〔V〕、定格周波数 50〔Hz〕、4 極の三相巻線形誘導電動機がある。L 形等価回路において星形一相一次換算の抵抗値及びリアクタンス値は、次のとおりである。

$$\text{一次抵抗 } r_1 = 0.0812 \text{ } [\Omega], \text{ 一次漏れリアクタンス } x_1 = 0.184 \text{ } [\Omega]$$

$$\text{二次抵抗 } r_2' = 0.0823 \text{ } [\Omega], \text{ 二次漏れリアクタンス } x_2' = 0.278 \text{ } [\Omega]$$

この電動機に回転速度に比例するトルクの負荷をかけ、二次抵抗制御を行って運転するとき、次の問に答えよ。

(1) 二次側に外部抵抗を挿入せず、定格電圧、定格周波数の電源に接続し、回転速度 1455〔min⁻¹〕で運転しているとき、次の値を求めよ。

- a . 滑り s_1 〔%〕
- b . 出力 P 〔kW〕
- c . トルク T_1 〔N・m〕

(2) 二次側に外部抵抗を挿入して、回転速度 1155〔min⁻¹〕で運転するとき、次の値を求めよ。ただし、電動機の滑りとトルクの関係は直線で表せる範囲にあるものとする。

- d . トルク T_2 〔N・m〕
- e . 二次側に挿入する抵抗の値 r_x 〔 Ω 〕

問2 2台の容量の等しい単相変圧器 T_1 , T_2 を図1のようにスコット結線に接続して、一次側対称三相交流電圧から二次側に電圧の大きさが同じで 90° 位相の異なる2組の二相交流電圧を得るものとする。二次側には平衡した二相の負荷電流が流れるものとし、次の問に答えよ。なお、図2は電圧ベクトル図を示す。

- (1) T_1 を主座変圧器(M座), T_2 をT座変圧器として用いるものとし, T_1 変圧器の巻数比を $a:1$ とするとき, T_2 の巻数比はいくらにすればよいか。
- (2) 上記(1)における変圧器の総合利用率〔%〕を求めよ。
- (3) 一次線間電圧 6600 〔V〕の対称三相交流回路から, 二次側に 200 〔V〕, 80 〔kV・A〕の二相交流電力を得る場合について, 次の値を求めよ。
 - a. T_1 及び T_2 の巻数比
 - b. 二次電流 I_2 〔A〕
 - c. 一次電流 I_1 〔A〕
 - d. 単相変圧器に必要な容量 S 〔kV・A〕

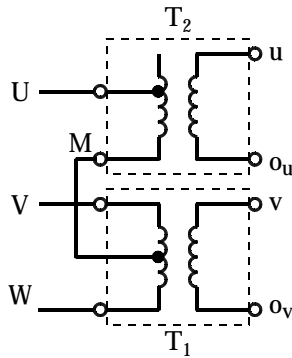


図1

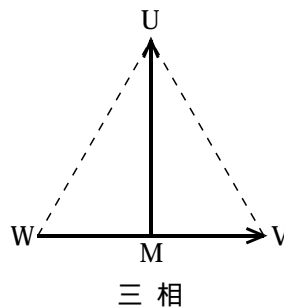
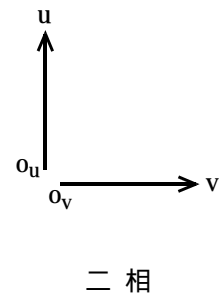


図2

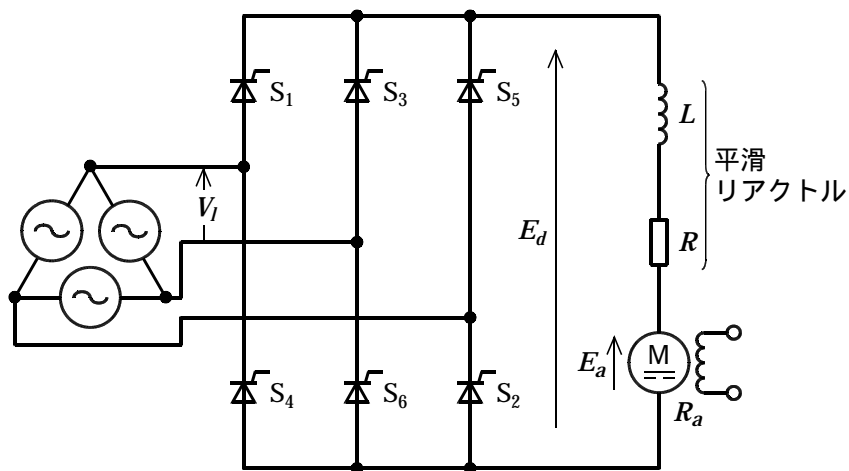


問3 電機子抵抗 R_a が 0.1 $[\Omega]$ で、定格電圧 250 $[\text{V}]$ を供給したとき、電機子電流 40 $[\text{A}]$ 、回転速度 1200 $[\text{min}^{-1}]$ の直流他励電動機がある。この電動機を図に示すように、界磁電流を一定として、線間電圧 200 $[\text{V}]$ 、周波数 60 $[\text{Hz}]$ の三相電源から、三相全波位相制御回路を通して駆動しているとき、次の問に答えよ。ただし、パルプデバイスには損失が無く、電機子電流は連続し、重なり角は無視できるものとし、また、ブラシの電圧降下、電機子反作用、鉄損、風損、摩擦損は無視するものとする。

(1) 三相側の線間電圧を V_l $[\text{V}]$ としたとき、位相制御角 α のときの三相全波位相制御回路の直流出力電圧 E_d は、 $\frac{3\sqrt{2}}{\pi} V_l \cos \alpha$ となることを導出せよ。

(2) 位相制御角 $\alpha = 30^\circ$ 、電機子電流 $I_a = 35.0$ $[\text{A}]$ 、平滑リアクトルのインダクタンス $L = 10.0$ $[\text{mH}]$ 、その抵抗分 $R = 0.150$ $[\Omega]$ の場合、次の値を求めよ。

- a. 電機子誘導起電力 E_a $[\text{V}]$
- b. 回転速度 n $[\text{min}^{-1}]$
- c. 電動機出力 P $[\text{kW}]$
- d. 発生トルク T $[\text{N}\cdot\text{m}]$



問4 図のようなフィードバック制御系について、次の問に答えよ。ここで、 $R(s)$ は目標値、 $E(s)$ は偏差、 $C(s)$ は制御量、 $D(s)$ は外乱である。なお、 K 及び T は正の値とする。

- (1) $C(s)$ を $R(s)$ 及び $D(s)$ を用いて表せ。
- (2) $E(s)$ を $R(s)$ 及び $D(s)$ を用いて表せ。
- (3) $R(s) = 0$ として、単位ステップ状の外乱 $D(s)$ に対する定常偏差 e_D を求めよ。
- (4) $D(s) = 0$ として、単位ステップ状の目標値 $R(s)$ に対する定常偏差 e_R を求めよ。
- (5) $D(s) = 0$ として、閉ループ伝達関数 $\frac{C(s)}{R(s)}$ を 2 次遅れ要素の標準形式で表したときの減衰係数 ζ 及び固有角周波数 ω_n を求めよ。

