

令和4年 電験2種二次 電力・管理 試験問題

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。(配点は1問題当たり30点)

問1

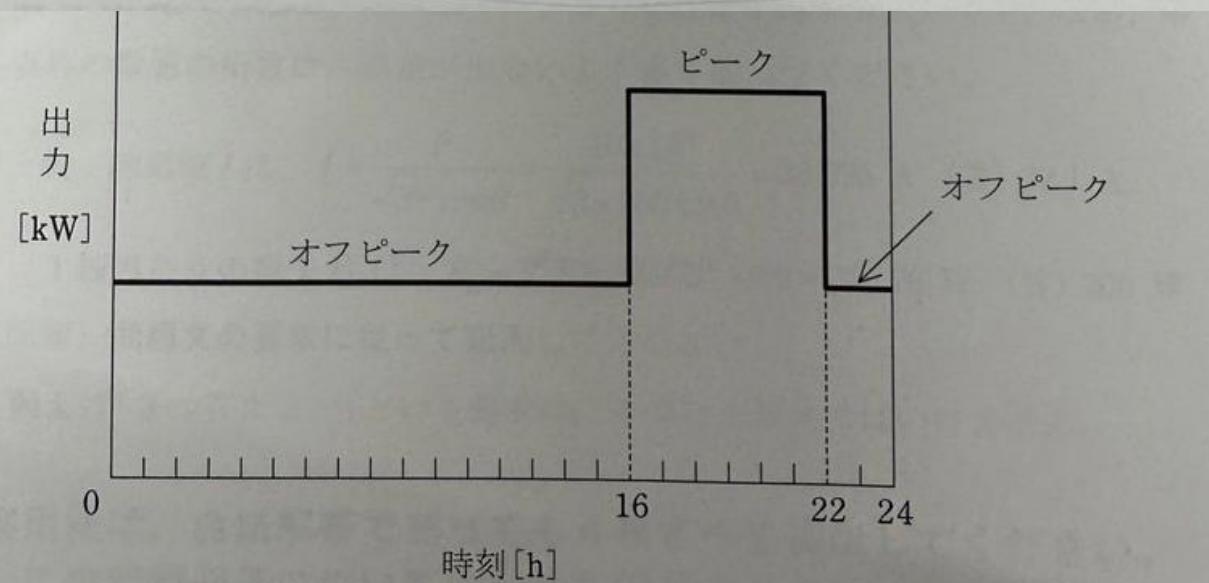
問1 調整池式の水力発電所の運用に関して、次の間に答えよ。

有効貯水量 $180 \times 10^3 \text{ m}^3$ の調整池を有する有効落差 60 m の水力発電所がある。

自然流量が $20 \text{ m}^3/\text{s}$ であるとき、図に示す負荷曲線で運転した場合のピーク負荷時の出力 [kW]及びオフピーク負荷時の出力 [kW]を求めよ。ただし、年間を通して毎日同様の運転を繰り返すものとし、調整池は最大限活用し、オフピーク負荷時には越流させないこととする。

なお、水車と発電機の合成効率は、ピーク負荷時出力で 85 %、オフピーク負荷時出力で 80 % とする。

また、発電機の定格出力はピーク負荷を十分供給できるものとする。



問2

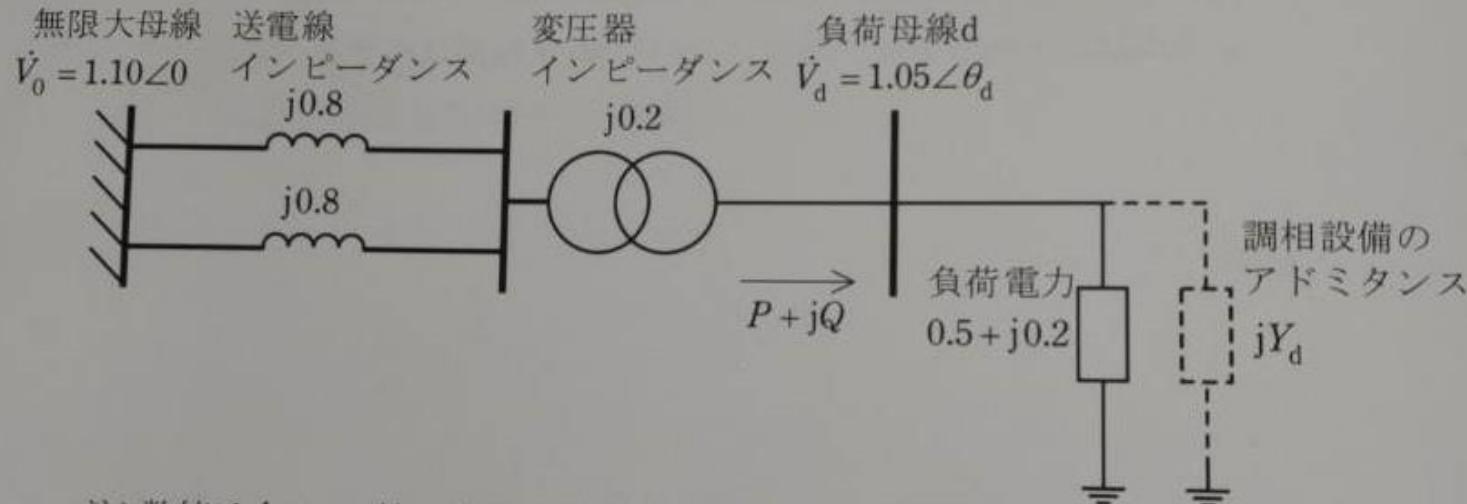
問2 電力系統には雷擊や系統運用における過渡現象などにより異常電圧が発生することがあり、電気施設の絶縁保護を目的に、変電所等に避雷器が設置される。近年は、特に、保護特性の優れた、直列ギャップを使用しない酸化亜鉛(ZnO)を主成分とした酸化亜鉛形避雷器(ギャップレス避雷器)が多く使用されている。変電所に設置される酸化亜鉛形避雷器(ギャップレス避雷器)について、次の間に答えよ。

- (1) 変電所における避雷器の設置上の留意点及びその理由を 100 字程度以内で述べよ。
- (2) 酸化亜鉛形避雷器(ギャップレス避雷器)の特徴を三つ挙げ、それによるメリットも含めてそれぞれ 50 字程度以内で述べよ。
- (3) 酸化亜鉛形避雷器(ギャップレス避雷器)では、保護レベルと機器寿命の関係を定量的に表すのに、常時連続的に印加される電圧ストレスの大きさを示す課電率(通常、連続使用電圧/動作開始電圧)を用いる。そこで、課電率による保護レベル設定と機器寿命の関係について 80 字程度内で述べよ。

問3

問3 送電線により受電する下図の負荷母線dの受電電圧 V_d を1.05 p.u.に維持するためには必要な調相設備(コンデンサあるいはリアクトル)のサセプタンス Y_d を、単位法を用いて、以下の手順で求める。それぞれの間に答えよ。なお、遅れ無効電力を正とする。

- (1) 負荷母線dに到達する有効電力Pに関する式を用いて、 $\sin \theta_d$ の値を求めよ。
- (2) 負荷母線dに到達する遅れ無効電力Qを $\cos \theta_d$ の関数で表せ。
- (3) 上記小問(2)の解を用いて必要調相設備サセプタンス Y_d を $\cos \theta_d$ の関数で表せ。
- (4) 上記の各小問の解を用いて必要調相設備サセプタンス Y_d を求めよ。ただし、
 $|\theta_d| < \frac{\pi}{2}$ とする。



注) 数値は全てp.u.値(ただし、位相はrad)

問4

問4 高圧受電設備の保護について、次の間に答えよ。

(1) 高圧受電設備の主遮断装置と保護の方式について、受電設備容量 300 kV·A

以下とそれ以上に分けて、それぞれ 130 字程度以内で記載せよ。

(2) 地絡方向リレー(DGR)と地絡リレー(GR)の地絡事故に対する動作原理の違

いを、150 字程度以内で記載せよ。

問5

問5 再生可能エネルギーに関して、次の間に答えよ。

- (1) 総合エネルギー統計によれば、令和2年度（2020年度）の日本の総発電電力量は約1兆kW·hである。このうち、再生可能エネルギーの発電電力量の占める割合は約何割であるか、有効数字一桁で答えよ。
- (2) 温室効果ガスの排出削減のため、今後も再生可能エネルギーを最大限導入する必要がある。この場合において、太陽光発電及び風力発電の導入拡大を図っていくに当たって、電力系統に生じる技術的課題を電力需給、送配電設備容量及び安定度の三つの視点から、それぞれについて70字程度で述べよ。

問 6

問6 ある変電所から、配電線A, Bにより、下表に示す需要設備a, b, cに電力を供給しているとき、次の間に答えよ。配電線はA, B以外にはないものとし、需要設備a, b, cの力率は全て90%(遅れ一定)とする。

- (1) 需要設備a, b, cの最大電力[kW]をそれぞれ求めよ。
- (2) 変電所の総合最大電力[kW]を求めよ。
- (3) 需要設備a, b, cの平均電力[kW]をそれぞれ求めよ。
- (4) 変電所の総合負荷率[%]を求めよ。

配電線	需要設備	設備容量 [kV·A]	需要率	負荷率 [%]	需要設備間 の不等率	配電線間 の不等率
A	a	9 000	0.6	70	—	1.1
B	b	5 000	0.7	80	1.25	
	c	3 000	0.8	60		

第 2 種

機械・制御

問1～問4の中から任意の2問を解答すること。(配点は1問題当たり30点)

問1

問1 同期発電機に関して、次の間に答えよ。

定格電圧 6 000 V, 容量 5 000 kV·A の三相同期発電機がある。無負荷で定格電圧を発生させる界磁電流における三相短絡電流は 300 A であった。この発電機について次の間に答えよ。なお、巻線抵抗は無視し、定格力率は 90 % とする。また、磁気飽和は無視する。

- (1) 定格電流 I_N [A] を求めよ。
- (2) 短絡比 K を求めよ。
- (3) 基準インピーダンス Z_N [Ω] を求めよ。
- (4) 同期リアクタンス Z_S [Ω] を求めよ。
- (5) 定格状態で運転しているときの電圧変動率 ε [%] を求めよ。

問2

問2 定格線間電圧 200 V, 定格周波数 50 Hz, 4 極の三相かご形誘導電動機がある。この電動機の三相星形結線 1 相分の L 形等価回路の定数を, 励磁アドミタンス $\dot{y}_0 = 0.05 - j0.1 \text{ S}$, 一次巻線抵抗 $r_1 = 0.1 \Omega$, 一次漏れリアクタンス $x_1 = 0.3 \Omega$, 二次抵抗の一次換算値 $r'_2 = 0.15 \Omega$, 二次漏れリアクタンスの一次換算値 $x'_2 = 0.5 \Omega$ とする。この誘導電動機を定格電圧, 定格周波数の三相交流電源に接続して, 運転している。そのときの回転速度が 1455 min^{-1} である。この電動機について次の値を求めよ。

- (1) 電動機の滑り $s [\%]$
- (2) 励磁電流 $I_0 [A]$
- (3) 二次電流の一次換算値 $I'_2 [A]$
- (4) 銅損 [W]
- (5) 電動機の入力電流 $I_1 [A]$
- (6) 電動機の入力力率 [%]

令和4年
電験2種二次
機械・制御
試験問題

問3

問3 三相誘導電動機を駆動する電力変換システムに関して、次の間に答えよ。

図1は対称三相交流電源、三相ダイオード整流器、直流フィルタ回路、PWM制御三相電圧形インバータ及び三相誘導電動機からなるシステムを示す。ここで、交流電源は電源インピーダンスが無視でき、パワーデバイス及び回路に損失はないものとする。以下の間に答えよ。

- (1) 図1において、直流リアクトルDCLに流れる直流電流は一定とすると、直流電圧は三相整流電圧平均値となる。三相交流電源は実効値220V, 50Hzとすると、直流電圧 E_d [V]はいくらであるか、数値で答えよ。
- (2) 小問(1)において、誘導電動機を運転したところ、有効電力は10kWであった。直流電流 I_d [A]はいくらであるか、数値で答えよ。
- (3) 三相ダイオード整流器は力率1で運転している。小問(1), (2)において、入力の交流電源電流 i_a の基本波実効値 I_a [A]はいくらであるか、数値で答えよ。

次に、図2は、図1のインバータのPWM制御で使われている三相正弦波信号波 v_u^* , v_v^* , v_w^* とキャリア波 v_c を示す。キャリア波の周波数は信号波の周波数に対して十分大きいものとする。以下の間に答えよ。

- (4) 信号波(振幅0.9)とキャリア波(振幅1)が図2に示す波形であるときに、直流電圧 E_d の中点から見たインバータの出力相電圧 v_u の基本波波高値 V_{up} はいくらであるか、数値で答えよ。
- (5) 小問(4)において、インバータのu-v相出力線間電圧 v_{uv} の基本波実効値 V_{uve} はいくらであるか、数値で答えよ。
- (6) インバータは電動機を可変するためにV/f一定制御をしている。誘導電動機の定格周波数50Hz時に定格電圧を発生するためのu相信号波が図2に示す v_u^* であり、改めてこのときの信号波を v_{u50}^* と呼ぶ。出力周波数25Hzではどのようなu相信号波 v_{u25}^* とすべきか、信号 v_{u50}^* を4周期分書き込んだ図が解答用紙に示してあるので、 v_{u25}^* を信号の大きさ及び周期が明確に分かるように追記せよ。

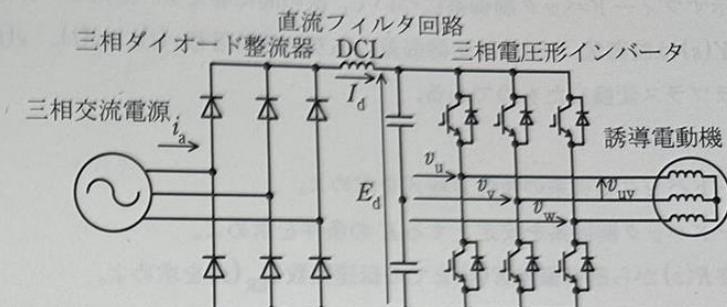


図1 三相誘導電動機を駆動する電力変換システム

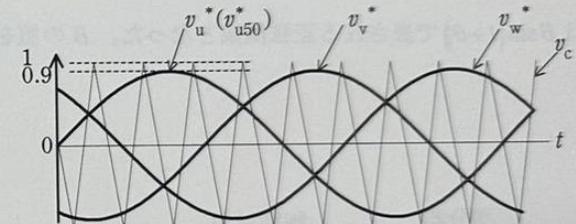


図2 PWM制御における三相正弦波信号波とキャリア波

問4

問4 図に示すフィードバック制御系について、次の間に答えよ。ただし、 $R(s)$ は目標値、 $Y(s)$ は制御量、 $E(s)$ は制御偏差であり、時間信号 $r(t)$ 、 $y(t)$ 、 $e(t)$ をそれぞれラプラス変換したものである。

- (1) フィードバック制御系の特性方程式を求めよ。
- (2) フィードバック制御系を安定とする K の条件を求めよ。
- (3) 目標値 $R(s)$ から制御偏差 $E(s)$ までの伝達関数 $T_{ER}(s)$ を求めよ。
- (4) $K = 2$ とおく。目標値 $r(t)$ を傾き2でランプ変化させたときの定常速度偏差 e_v を求めよ。
- (5) $K = 2$ とおく。正弦関数 $2\sin t$ で表される目標値 $r(t)$ に対し、定常状態での制御偏差 $e(t)$ は $B\sin(t+\theta)$ で表される正弦関数となった。 B の値を求めよ。

