

令和 4 年度

第 2 種
電力・管理

(第 1 時限目)

答案用紙記入上の注意事項

1. 答案用紙（記述用紙）について

- 記入には、濃度HBの鉛筆又はシャープペンシルを使用してください。
- 指示がありましたら答案用紙4枚を引き抜き、4枚とも直ちに試験地、受験番号及び生年月日を記入してください。なお、氏名は記入不要です。
- 「選択した問の番号」欄には、必ず選択した問番号を記入してください。
記入した問番号で採点されます。問番号が未記入のものは、採点されません。
- 答案用紙は1問につき1枚です。
- 答案用紙にはページ番号を付しており、(1)～(3)ページに記述します。(4)ページは、図表等の問題に使用するもので、使用する場合は問題文で指定します。

2. 試験問題について

(計算問題) 解に至る過程を簡潔に記入してください。

- 導出過程が不明瞭な答案は、0点となる場合があります。
- 答は、問題文で指定がない限り、3桁（4桁目を四捨五入）です。なお、解答以外の数値の桁数は、誤差が出ないように多く取ってください。

例：線電流 I は、
$$I = \frac{P}{\sqrt{3}V \cos \theta} = \frac{10 \times 10^3}{\sqrt{3} \times 200 \times 0.9} = 32.075 \text{ A} \quad (\text{答}) 32.1 \text{ A}$$

1線当たりの損失 P_L は、
$$P_L = I^2 R = 32.075^2 \times 0.2 = 205.76 \text{ W} \quad (\text{答}) 206 \text{ W}$$

(記述問題) 問題文の要求に従って記入してください。

- 例えば「3つ答えよ。」という要求は、4つ以上答えてはいけません。

答案用紙は、白紙解答であっても4枚すべて提出してください。
なお、この問題冊子についてはお持ち帰りください。

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 調整池式の水力発電所の運用に関して、次の問に答えよ。

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、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。

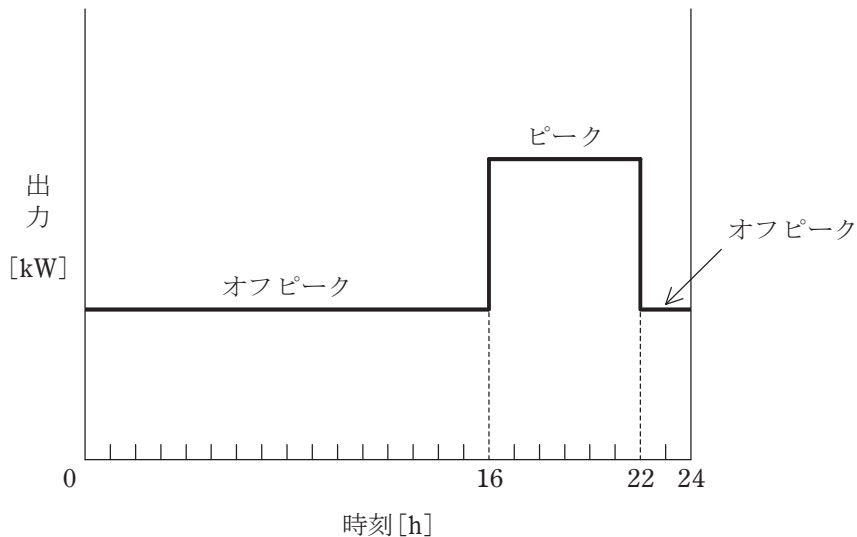


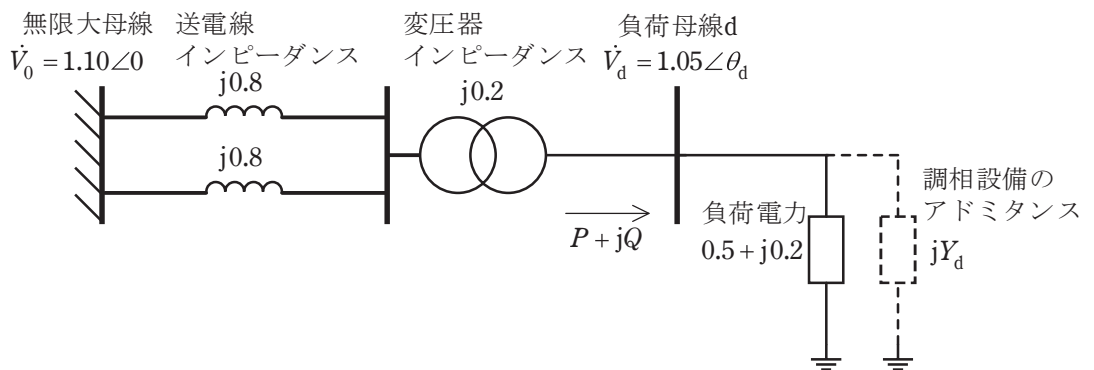
図 負荷曲線(運転パターン)

問2 電力系統には雷撃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、次の問に答えよ。

- (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字程度以内で述べよ。

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 に関する数式を用いて、 $\sin\theta_d$ 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 高圧受電設備の保護について、次の問に答えよ。

- (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 $300\text{ kV}\cdot\text{A}$ 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 再生可能エネルギーに関して、次の問に答えよ。

- (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 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、次の問に答えよ。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		