

平成 30 年度

第 2 種

電 力

(第 2 時限目)

答案用紙記入上の注意事項等

1. マークシート（答案用紙）は機械で読み取りますので、濃度HBの鉛筆又はHBの芯を用いたシャープペンシルで濃く塗りつぶしてください。
色鉛筆やボールペンでは機械で読み取ることができません。

なお、訂正は「プラスチック消しゴム」できれいに消し、消しくずを残さないでください。

2. マークシートには氏名、生年月日、試験地及び受験番号を記入し、受験番号のマーク欄にはマークシートに印刷されているマーク記入例に従い、正しくマークしてください。

（受験番号記入例：0141M01234Aの場合）

受 験 番 号										
数 字			記号	数 字				記号		
0	1	4	1	M	0	1	2	3	4	A
●					●	○	○	○	○	●
①	●	①	●		①	●	①	①	①	⑥
②		②	②		②	②	●	②	②	⑦
③		③	③		③	③	③	●	③	⑧
④		●	④		④	④	④	④	●	⑨
⑤			⑤	●	⑤	⑤	⑤	⑤	⑤	⑩
⑥			⑥		⑥	⑥	⑥	⑥	⑥	⑪
⑦					⑦	⑦	⑦	⑦	⑦	⑫
⑧					⑧	⑧	⑧	⑧	⑧	⑬
⑨					⑨	⑨	⑨	⑨	⑨	⑭

3. マークシートの余白及び裏面には、何も記入しないでください。
4. マークシートは、折り曲げたり汚したりしないでください。

5. 解答は、マークシートの間番号に対応した解答欄にマークしてください。

例えば、問1の (1) と表示のある間に対して(イ)と解答する場合は、下の例のように問1の(1)の (イ) をマークします。

なお、マークは各小間につき一つだけです。二つ以上マークした場合には、採点されません。

(マークシートへの解答記入例)

A 問						
問 1					問	
(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(1)	(2)
<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>
<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>
<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

正解と思われるものの記号の枠内を、マークシートに印刷されているマーク記入例に従い、濃く塗りつぶす方法で示してください。

6. 問題文で単位を付す場合は、次のとおり表記します。

① 数字と組み合わせる場合

(例： 350 W $f=50$ Hz 670 kV·A)

② 数字以外と組み合わせる場合

(例： I [A] 抵抗 R [Ω] 面積は S [m^2])

(この問題は持ち帰ってください。また、白紙部分はメモ用紙として使用できます。)

次ページ以降は試験問題になっていますので、試験開始の合図があるまで、開いてはいけません。

試験問題に関する質問にはお答えできません。

第 2 種

電 力

A問題(配点は1問題当たり小問各3点,計15点)

問1 次の文章は水車に関する記述である。文中の に当てはまる最も適切なものを解答群の中から選べ。

ある有効落差,水口開度,吸出し高さにおいて (1) 運転させたとき,回転速度は無制限に上昇せずに一定の速度に落ち着く。この速度を (2) 速度という。水車の (2) 速度は, (3) 水車やフランシス水車では一般に最高落差時に最大となり, (3) 水車の場合,定格回転速度の概ね (4) 倍,フランシス水車の場合,定格回転速度の概ね1.6~2.2倍になる。

また,揚水発電所で用いるフランシス形ポンプ水車は,ランナ径が水車専用機よりも (5) ため,ポンプ水車の (2) 速度は水車専用機よりも低くなる。

[問1の解答群]

- | | | |
|-------------|-------------|----------|
| (イ) 無拘束 | (ロ) 2.0~2.5 | (ハ) 収束 |
| (ニ) 大きい | (ホ) 同期 | (ヘ) 小さい |
| (ト) 無負荷 | (チ) 調相 | (リ) デリア |
| (ヌ) 1.5~2.0 | (ル) 制限 | (フ) 定格 |
| (ワ) 2.5~3.0 | (カ) カプラン | (ヱ) ペルトン |

問2 次の文章は、タービン発電機の励磁方式に関する記述である。文中の [] に当てはまる最も適切なものを解答群の中から選べ。

交流励磁機方式は、発電機の界磁巻線へ直流電流を供給する励磁電源供給機器として、交流の励磁用同期発電機(交流励磁機)を使用するものである。交流励磁機の励磁電源には他励方式と分巻方式があるが、他励方式では、主発電機、交流励磁機と同一軸上に設置された [(1)] の出力を整流し、交流励磁機の励磁電源に使用する。

主発電機と同一軸上に回転電機子形発電機と回転整流器を取り付け、スリップリングを設けずに直接発電機の励磁電源に使用する方式を [(2)] 励磁方式という。

静止形励磁方式は、励磁用電源供給機器として [(3)] または励磁用変流器を使用するもので、サイリスタを用いた整流器で [(4)] を調整して直流出力電圧を変化させて、発電機の界磁電流を制御する。サイリスタ励磁方式には、サイリスタのみで構成される均一ブリッジ形と、サイリスタと [(5)] とを組み合わせて構成される混合ブリッジ形がある。

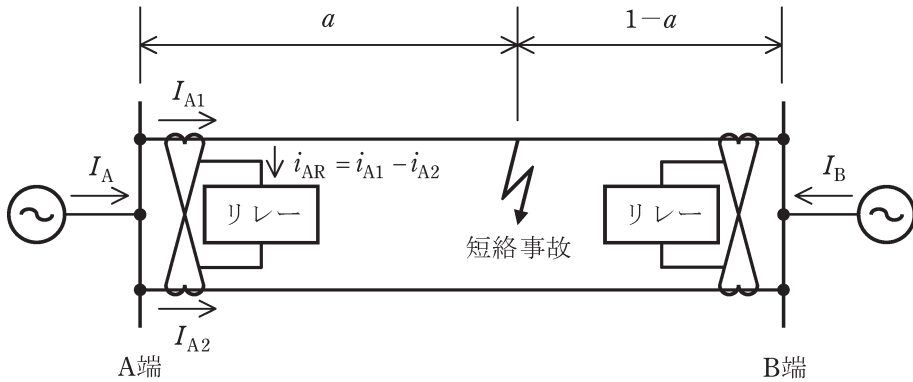
[問2の解答群]

- | | | |
|------------|------------|--------------|
| (イ) トランジスタ | (ロ) 直流発電機 | (ハ) 励磁用変圧器 |
| (ニ) 誘導電動機 | (ホ) 始動用励磁機 | (ヘ) ブラシレス |
| (ト) 副励磁機 | (チ) コンデンサ | (リ) 直接励磁 |
| (ヌ) 角速度 | (ル) パルス幅 | (レ) ダイオード |
| (リ) 蓄電池 | (カ) 点弧角 | (ロ) コミュテータレス |

問3 次の文章は、送電線保護リレーに関する記述である。文中の に当てはまる最も適切なものを解答群の中から選べ。

(1) は、平行2回線送電線路の保護リレー方式として、66～77kV級送電線路を主体に広く採用されている。この方式は、保護対象区間の範囲内の1回線事故の場合に、電源端では事故回線に流れる事故電流が健全回線に流れる事故電流と比べて (2) こと、及び、非電源端では両回線で事故電流の方向が反対になることを利用して事故回線を検出する。

送電線の短絡保護にこの保護リレー方式を適用した、両端が電源端である図の平行2回線送電線路において、A端からの距離の比率が a の地点（A端とB端の間の保護範囲内に限る。）で短絡事故が発生し、A端、B端から短絡電流 I_A 、 I_B が流入した場合を想定する。また、A端における各送電線の電流 I_{A1} 、 I_{A2} に対する変流器の2次電流を i_{A1} 、 i_{A2} とすると、A端のリレーに流れる電流 i_{AR} は $i_{AR} = i_{A1} - i_{A2}$ と表されるものとする。ここで、同じ変流比で I_A 、 I_B を変換したものを i_A 、 i_B と表すとき、A端のリレーに流れる電流 i_{AR} は i_A 、 i_B を用いて (3) と表される。事故点がA端近傍、B端近傍、及び中間付近の場合で i_{AR} を比較すると、 (4) の場合に i_{AR} が最も小さくなり、これがある一定値を下回るとA端のリレーは (5) 。



[問3の解答群]

- | | | |
|---|--|---------------|
| (イ) B端近傍 | (ロ) $\left(1 - \frac{a}{2}\right) \times i_A + \frac{1-a}{2} \times i_B$ | (ハ) 方向比較リレー方式 |
| (ニ) 回線選択リレー方式 | (ホ) 動作しない | (ヘ) 大きくなる |
| (ヒ) $(1-a) \times (i_A + i_B)$ | (フ) 電流差動リレー方式 | (リ) 誤動作する |
| (ヌ) A端近傍 | (ル) 小さくなる | (レ) 動作する |
| (ヘ) $\frac{a}{2} \times i_A - \frac{1-a}{2} \times i_B$ | (カ) 等しくなる | (ロ) 中間付近 |

問4 次の文章は、配電系統の絶縁協調に関する記述である。文中の [] に当てはまる最も適切なものを解答群の中から選べ。

配電用機器は線路開閉時の内部異常電圧(内雷)には機器の [(1)] で十分に耐えられるように選定されているが、全ての雷に耐えるようにすることは経済的にも不可能に近い。すなわち、配電線や配電用機器の絶縁を外雷の [(2)] に耐える程度に高めることは経済的に困難なため、避雷器のような保護装置を設置して、 [(2)] の波高値を各機器の [(1)] 以下に抑制するような方策がとられている。この避雷器の [(3)] に対し、線路及び各機器の [(1)] が適切な余裕を持つよう絶縁設計を行うことで配電系統の絶縁協調を図っている。

一方で、避雷器には保護範囲があるため、避雷器の有効設置及び [(4)] の架設が効果的となる。 [(4)] に雷電圧が誘導されると、接地点で雷電圧と逆位相の [(5)] 波が発生し、この [(5)] 波が [(4)] との電氣的結合により電線に誘導されて、電線に発生した雷電圧を低減することが可能となる。

[問4の解答群]

- | | | |
|------------|------------|-------------|
| (イ) 衝撃性過電圧 | (ロ) 機械的強度 | (ハ) 架空地線 |
| (ニ) 定在 | (ホ) 矩形 | (ヘ) トリップコイル |
| (ト) アーク電流 | (チ) 放電電圧 | (リ) 開閉サージ |
| (ヌ) 定格電圧 | (ル) 反射 | (フ) 絶縁強度 |
| (リ) 変動電圧 | (カ) 架空共同地線 | (ヨ) 制限電圧 |

B問題(配点は1問題当たり小問各2点, 計10点)

問5 次の文章は, 太陽光発電システムの構成に関する記述である。文中の に当てはまる最も適切なものを解答群の中から選べ。

発電が可能な太陽電池の最小単位をセルといい, 結晶系シリコン太陽電池では1枚の太陽電池セルの出力電圧は約 (1) である。数十枚のセルを直並列に接続して必要な出力を得るが, これを (2) といい, 製品として流通する単位となる。 (2) を直列に接続したものを (3) といい, これが並列に接続されてインバータへ直流電力を供給する。

一部のセルが木の葉などで日陰になると発電しなくなり高抵抗となる。ここに電流が流れると発熱し (2) を破損することがあるので, (4) を設けて防止する。パワーコンディショナー(PCS)は太陽光発電システムの運転と制御を行うが, 異常発生時の保護リレーとして (5) などが備えられている。

[問5の解答群]

- | | | |
|-------------|------------|---------------|
| (イ) 0.5V | (ロ) 距離リレー | (ハ) アーム |
| (ニ) 電流差動リレー | (ホ) 1.5V | (ヘ) 逆流防止素子 |
| (ト) 過電圧リレー | (チ) 昇圧チョッパ | (リ) ストリング |
| (ヌ) モジュール | (ル) バイパス素子 | (レ) マイクロインバータ |
| (リ) ヒューズ | (カ) アレー | (ロ) 12V |

問6 次の文章は、変圧器の並行運転に関する記述である。文中の [] に当てはまる最も適切なものを解答群の中から選べ。

変電所の負荷の増大などに対応するため、複数台の変圧器を並行運転することが必要となる。変圧器の並行運転に必要な条件は、各変圧器がその [(1)] に比例した電流を分担し(条件①)、変圧器間の [(2)] が実用上問題ないレベルとなる(条件②)ことである。

条件①を満足するためには、各変圧器の自己容量ベースの [(3)] が等しくなければならない。各変圧器を流れる電流の分担率は [(3)] に反比例する。

条件②を満足するためには、 [(4)] の差が小さいことが必要である。 [(4)] はタップにより変化するため、定格タップ以外の値についても確認する必要がある。また、結線(星形結線、三角結線など)により二次側電圧に [(5)] の差が生じるため、これによる [(2)] が生じないような結線・接続とする必要がある。

[問6の解答群]

- | | | |
|---------------|------------|----------|
| (イ) 短絡インピーダンス | (ロ) 静電容量 | (ハ) 損失 |
| (ニ) 励磁インピーダンス | (ホ) 励磁突入電流 | (ヘ) 変圧比 |
| (ト) 容量 | (フ) 循環電流 | (リ) 力率 |
| (ヌ) 移行電圧 | (ル) 銅鉄比 | (レ) 電圧変動 |
| (リ) コンダクタンス | (カ) 位相 | (エ) 電圧歪 |

問7 次の文章は、送電電圧と送電電力に関する記述である。文中の に当てはまる最も適切なものを解答群の中から選べ。

三相3線式送電線路で、高い電圧が採用される理由を考察する。送電線は単導体一回線とし、送電端線間電圧を V 、線路電流を I 、送電端力率を $\cos\phi$ 、送電端送電電力を P 、 P に対する線路の電力損失の割合である送電損失率を λ 、送電距離を L 、電線1条の抵抗と断面積を R と A 、全電線合計の質量を G 、その質量密度を σ 、その体積抵抗率を ρ とする。また、線路は抵抗とリアクタンスのみで表現され、三相が平衡しており、表皮効果を見捨ると次式が成立する。なお、単位系はすべてSI単位系で表示されているものとする。

$$P = \text{ (1) } \dots\dots\dots \text{ ①}$$

$$\lambda = \frac{3RI^2}{P} \dots\dots\dots \text{ ②}$$

$$R = \text{ (2) } \dots\dots\dots \text{ ③}$$

$$G = \text{ (3) } \dots\dots\dots \text{ ④}$$

式①と④より、

$$\frac{P}{G} = \frac{VI\cos\phi}{\sqrt{3}\sigma AL} \dots\dots\dots \text{ ⑤}$$

であるから、式⑤を二乗し、式②、③を代入すると、

$$\frac{P^2}{G^2} = \frac{V^2\lambda P\cos^2\phi}{\text{ (4) }} \dots\dots\dots \text{ ⑥}$$

さらに、式⑥に式④を代入すると、式⑦が得られる。

$$P = V^2G\lambda \text{ (5) } \dots\dots \text{ ⑦}$$

よって、距離、質量及び電力損失率が同じ送電線を利用すると、送電電力は線間電圧の二乗に比例することになる。

[問 7 の解答群]

(イ) $\frac{\cos \varphi}{3\sigma\rho L}$

(ロ) $\sqrt{3}\sigma AL$

(ハ) $\frac{\rho L}{A}$

(ニ) $3VI \cos \varphi$

(ホ) $\sqrt{3}\sigma AL^2$

(ヘ) $\frac{\cos \varphi}{3\sigma\rho L^{3/2}}$

(ト) $3\sigma\rho AL^3$

(チ) $3\sigma AL$

(リ) $3\sigma\rho AL^2$

(ヌ) $\frac{\rho L^2}{A}$

(ル) ρAL

(レ) $\sqrt{3}VI \cos \varphi$

(ヲ) $VI \cos \varphi$

(カ) $\frac{\cos^2 \varphi}{3\sigma\rho L^2}$

(ケ) $9\sigma^2\rho AL^3$