

令和 4 年度

第 1 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、カナ氏名、受験番号、試験地が印字されています。受験票と照合の上、**氏名、生年月日**を記入してください。

マークシートに印字してある

- ・カナ氏名
- ・受験番号
- ・試験地

を受験票と照合の上、記入してください。

氏 名	
生年月日	
カナ氏名 (字数制限の省略あり)	印字あり
試験地	印字あり

受	験	番	号		
：	印	字	あ	り	：
：	：	：	：	：	：

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)

 と表示のある問に対して (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、マークは各小問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)

問 1				
(1)	(2)	(3)	(4)	(5)
●	○	○	○	○
○	●	○	○	○
○	○	●	○	○
○	○	○	●	○
○	○	○	○	●
○	○	○	○	○
○	○	○	○	○
○	○	○	○	○

問		
(1)	(2)	(3)
○	○	○
○	○	○
○	○	○
○	○	○
○	○	○
○	○	○
○	○	○
○	○	○
○	○	○

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 [m²])

(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 1 種

電 力

A問題(配点は1問題当たり小問各2点, 計10点)

問1 次の文章は, 揚水発電所の始動方法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。

近年の揚水発電所では, 一般的にポンプ水車が採用されている。ポンプ水車の発電方向の始動は普通の水車と同様の取り扱いとなるが, 揚水方向の始動はポンプ運転時のランナの反抗トルクを減らす目的で (1) が行われた状態で行う。

発電電動機の始動方法としては, サイリスタ始動が広く用いられている。サイリスタ始動とは, 停止中の発電電動機の回転子にあらかじめ (2) を与えておき, 発電電動機の回転子 (3) からの信号によりサイリスタ始動装置を制御し, 回転子の磁極位置に対応した零(0)から発電電動機の (4) まで変化する交流を (5) に供給して始動する方法である。

[問1の解答群]

- | | | |
|------------|---------------|------------|
| (イ) 加速度検出器 | (ロ) 回転 | (ハ) 回生制動 |
| (ニ) 定格電流 | (ホ) 電機子 | (ヘ) 定格周波数 |
| (ト) 速度検出器 | (チ) 限流リアクトル投入 | (リ) 定格出力 |
| (ヌ) 位置検出器 | (ル) 励磁 | (フ) 始動用電動機 |
| (ワ) 負荷 | (カ) 水面押し下げ | (ヱ) 制動巻線 |

問2 次の文章は、石炭ガス化複合発電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。

石炭ガス化複合発電は、石炭を (1) することにより (2) や水素を主成分とするガス燃料に変換する石炭ガス化炉、その生成ガスから主としてばいじんや (3) などを除去する (4) ,その生成ガスを燃料としたガスタービン複合発電を組み合わせた発電方式である。

石炭ガス化複合発電は、LNG^だ焚き複合発電と比較するとその送電端熱効率は (5) 。

〔問2の解答群〕

- | | | |
|------------|-----------|--------------|
| (イ) ガス精製装置 | (ロ) 窒素酸化物 | (ハ) 還元 |
| (ニ) 高い | (ホ) 硫黄分 | (ヘ) 電気式集じん装置 |
| (ト) 二酸化炭素 | (チ) スラグ | (リ) 空気分離装置 |
| (ヌ) 低い | (ル) 完全燃焼 | (フ) 部分酸化 |
| (ワ) 等しい | (カ) 天然ガス | (ヱ) 一酸化炭素 |

問3 次の文章は、送電線の誘導障害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。

送電線と通信線が接近交差している区間が長くなると、通信線に対して [(1)] あるいは電磁誘導などの誘導障害を及ぼすことがある。 [(1)] は送電線と通信線の [(2)] によって定まるため、送電線の [(3)] が不十分のときは常時においても通信線に [(1)] 電圧が生じ通信障害となる。

電磁誘導は、送電線に過大な [(4)] 故障電流が流れたときに、通信線に大きな電磁誘導電圧を生じ、通信線の作業員への危害や通信機器を破壊する障害を与える恐れがある。

[(1)] を低減するための対策としては、送電線地上高の増加や、遮へい設備の施設、2回線垂直配列の送電線では [(5)] の採用が行われる。

[問3の解答群]

- | | | |
|-----------|-----------|------------|
| (イ) ねん架 | (ロ) 地絡 | (ハ) 電流の大きさ |
| (ニ) 短絡 | (ホ) 欠相 | (ヘ) 同相配列 |
| (ト) コロナ雑音 | (チ) 相互の位置 | (リ) 中性点接地 |
| (ヌ) 絶縁方式 | (ル) 混触 | (ヲ) 高調波対策 |
| (ワ) 逆相配列 | (カ) 埋設地線 | (ヨ) 静電誘導 |

問4 次の文章は、配電線への避雷器設置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。

避雷器は、襲雷時に、配電用機器を保護するために、機器の (1) より低い電圧で放電を開始し、自動的に (2) を遮断させるもので、このことにより、配電線路は絶縁を回復し、襲雷前と全く同じ状態で運転が可能となる。

避雷器の保護効果を高めるため、避雷器の接地は、接地抵抗値をできるだけ低くし、かつ配電用機器の接地と (3) 接地することが望ましい。さらに (4) サージの低減効果を高めるため、架空地線の接地とも (3) 接地する。

また、常時開放の開閉器については、一般にその (5) に避雷器を取り付けることが望ましい。

[問4の解答群]

- | | | |
|----------|----------|---------|
| (イ) 連接 | (ロ) 近傍雷 | (ハ) 誘導雷 |
| (ニ) 零相電圧 | (ホ) 前後 | (ヘ) 続流 |
| (ト) 負荷側 | (チ) 電源側 | (リ) 抵抗 |
| (ヌ) 破壊電圧 | (ル) 定格電圧 | (ヲ) 横流 |
| (リ) 転流 | (カ) 別々に | (ヨ) 直撃雷 |

B問題(配点は1問題当たり計20点)

問5 次の文章は、系統保護のための距離リレーにおける、測距インピーダンスの基本的な特性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。

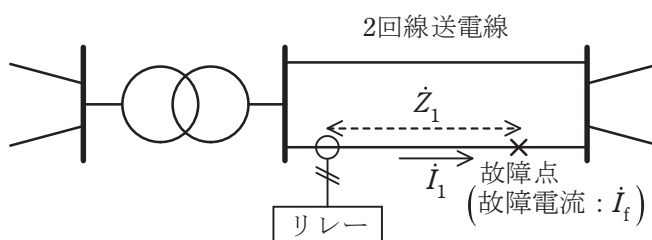
距離リレーは、変圧器や送電線など電力設備の主保護リレー又は後備保護リレーとして、幅広く使用されている。図の場合の線間短絡距離リレー、あるいは1線地絡距離リレーが見る測距インピーダンス $\dot{Z}_r$ は、いずれも次式の形式で表現される。

$$\dot{Z}_r = \dot{Z}_1 + \dot{Z}_f$$

上式右边第1項 $\dot{Z}_1$ は、リレー設置点から故障点までの正相インピーダンスである。右边第2項の $\dot{Z}_f$ は、短絡距離リレーの場合は故障点抵抗を R_f とするとき、この R_f と図中の電流 $\dot{I}_1$ 、 $\dot{I}_f$ を用いて (1) で表される。また地絡距離リレーの場合は、故障点抵抗に加え、故障回線及び健全回線の (2) に関する変数で構成される。

これら距離リレーの適用にあたっては、健全相のリレーが見る $\dot{Z}_r$ の値 $\dot{Z}_{r0}$ にも注意を払う必要がある。一部の健全相リレーの $\dot{Z}_{r0}$ は、故障点が (3) 場合、 $\dot{Z}_{r0}$ の (4) が小さくなる傾向にあり、 (5) となって不要動作する可能性がある。

測距インピーダンスは、上記の短絡・地絡検出用途の他、 (6) リレーにおいても用いられる。本リレーは、系統動揺時の (7) における RX 平面上での測距インピーダンスの特徴を利用したものであり、その時間変化は (8) と呼ばれる。



〔問 5 の解答群〕

- (イ) インピーダンスレコード (ロ) $R_f \times \frac{\dot{I}_1}{\dot{I}_f}$ (ハ) 抵抗成分
- (ニ) リアクタンス成分 (ホ) アンダーリーチ (ヘ) オーバーリーチ
- (ト) $R_f \times \frac{\dot{I}_f}{\dot{I}_1}$ (チ) 電氣的中心点近傍 (リ) $R_f \times \left| \frac{\dot{I}_f}{\dot{I}_1} \right|^2$
- (ヌ) インピーダンスライン (ル) 脱調分離 (ヲ) 需要中心点近傍
- (リ) 零相及び逆相電流 (カ) 零相電流 (ヨ) リレー設置点に近い
- (タ) インピーダンスローカス (レ) 循環電流 (ヨ) 脱調未然防止
- (ツ) リレー設置点から遠い

問6 次の文章は、直流送電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。

直流送電は、各国で系統連系、長距離大電力送電、洋上風力からの送電などを目的として、導入例が増えている。

直流送電は、長距離大電力送電であっても交流系統のように同期安定性の問題がなく送電容量を送電線の [(1)] まで大きくできる、海底ケーブルを用いる場合であっても交流系統と異なり線路の [(2)] による送電容量低下がない、送電電力を高速かつ正確に制御することができるなどの利点を有している。また周波数の異なる電力系統の連系のための [(3)] を実現できることも直流送電の利点である。一方、直流送電には、交直変換器の費用がかさむ、交直変換器に起因する交流側の高調波への対策が必要である、大容量の直流 [(4)] が技術開発の途上にあるため多端子構成には課題があるなどの短所もある。

直流送電用の変換器としては、これまで他励式変換器が広く用いられてきたが、近年は自励式変換器の採用例も増えている。

① 他励式変換器

サイリスタを用いた変換器であり、位相制御により有効電力制御を行う。有効電力の増大に伴い無効電力の消費も増大するため、変換器容量の60%程度の [(5)] が必要となる。変換器の制御にあたっては、順変換器側の定電流制御に、逆変換器側における [(6)] を避けるための定余裕角制御を組み合わせるなどの方式が採用される。なお短絡容量の [(7)] 交流系統に接続した場合、変換器の制御が不安定となることがある。

② 自励式変換器

自己消弧素子を用いた変換器であり、有効電力と無効電力を独立して高速に制御することができる。このため、自励式変換器では、基本的には [(5)] が不要であるとともに、変換器容量の範囲内でSTATCOM(静止形無効電力補償装置)と同様の [(8)] 安定化制御が可能である。

最近では、変換器セルを複数個接続しアームを構成する回路を用いた変換器も現れている。この回路構成の変換器を [(9)] 変換器と呼ぶ。この場合、等価的なスイッチング回数が増えるため交流側の高調波電流を低減できるが、それに伴いスイッチング損失も増えるため、最適なスイッチング周波数を選ぶことが重要である。

〔問6の解答群〕

- | | | |
|-----------------|-------------|------------|
| (イ) 中性点クランプ | (ロ) 小さい | (ハ) 周波数 |
| (ニ) 遮断器 | (ホ) 断路器 | (ヘ) BTB |
| (ト) PWM | (チ) 大きい | (リ) 交流フィルタ |
| (ヌ) モジュラーマルチレベル | (ル) 分路リアクトル | (ヲ) 送電損失 |
| (リ) 固有送電容量 | (カ) 並列コンデンサ | (ヨ) 熱容量 |
| (タ) 潮流過負荷抑制 | (レ) 充電電流 | (ヅ) 電圧 |
| (ツ) 高調波不安定 | (ネ) 転流失敗 | |