

令和 5 年度

第 2 種

電 力

(第 2 時限目)

電 力

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H B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、消しき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 <small>(字数制限の省略あり)</small>	印字あり		
試験地	印字あり		

受 驗 番 号				
印	字	あ	り	
:	:	:	:	:

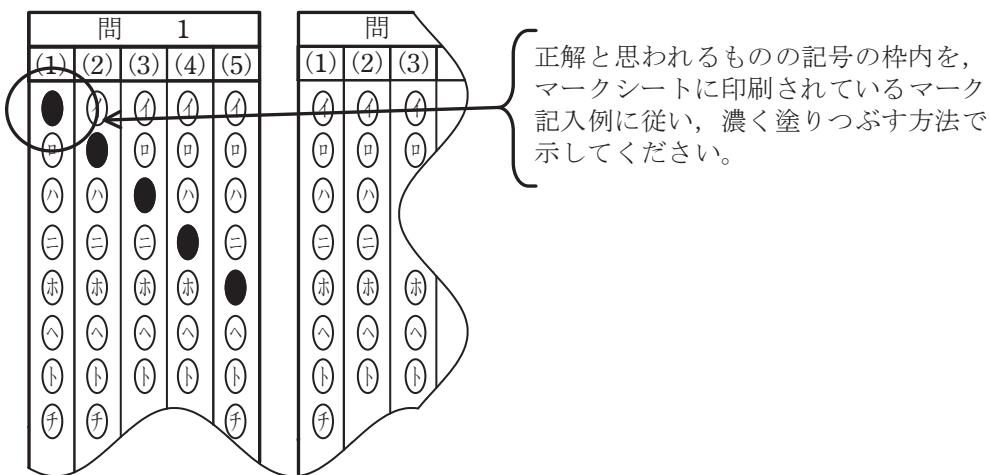
3. マークシートの余白及び裏面には、何も記入しないでください。
4. マークシートは、折り曲げたり汚したりしないでください。

5. 解答は、マークシートの問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)



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 $f = 50 \text{ Hz}$ 670 kV·A)

② 数字以外と組み合わせる場合

(例： $I[\text{A}]$ 抵抗 $R[\Omega]$ 面積は $S[\text{m}^2]$)

(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。

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、フランシス水車で用いられる電気式調速機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。

調速機の制御部は、[1] 等からの電気信号により周波数を検出する部分、目標となる [2] を設定する部分、基準周波数を設定する部分、ガイドベーン [3] からのリターン信号から [4] を検出する部分、そしてアクチュエータへの指令信号を作成する演算增幅回路から構成される。

最近の大型機には [5] 制御が用いられることが多い。[5] 制御は、目標値と現在値の偏差に比例した制御出力を発生する比例要素、目標値に対するオフセットを埋める積分要素、目標値に迅速に近づけるための微分要素を組み合わせて、調速機の安定性と速応性を高めている。

〔問 1 の解答群〕

- | | | |
|--------------|--------------|------------|
| (イ) 最適レギュレータ | (ロ) 基準電圧 | (ハ) 配圧弁 |
| (ニ) 65F | (ホ) 出力偏差 | (ヘ) PMG |
| (ト) 基準流量 | (チ) パイロットバルブ | (リ) 流量偏差 |
| (ヌ) PID | (ル) 出力 | (ヲ) 圧力偏差 |
| (ワ) 65P | (カ) PI | (ヨ) サーボモータ |

問2 次の文章は、太陽光発電の系統連系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。

太陽電池はシリコン系と非シリコン系(化合物系)に大別される。非シリコン系は変換効率が極めて高いものの、高コストなので特殊な用途に適用されている。シリコン系の太陽電池にも複数の種類があるが、住宅用で最も広く普及しているものは [1] であり、製造が容易で安価な特徴を有している。

多数の太陽電池を組み合わせた太陽電池アレイは、接続箱を介して昇圧チョッパに接続される。昇圧チョッパは太陽電池アレイの電圧を適切に昇圧してインバータの直流リンク回路に入力すると同時に、太陽電池アレイの電圧を変えて [2] 制御を行う。インバータは直流を交流に変換する役割を担い、現在稼働している太陽光発電の系統連系用途としては、[3] が半導体スイッチとして最も多く用いられている。インバータの制御に際しては、電力系統との連系点における有効・無効電力がそれぞれ目標値となるように交流側電圧が生成されている。例えば無効電力出力は、インバータ出力点と連系点の [4] の差に大きく依存する。

今後、供給力に占める太陽光発電の比率が一層増加すると [5] するため、電力系統における過渡安定性の対策が求められる。

[問2の解答群]

- | | | |
|---------------|---------------|-------------|
| (イ) 高調波含有率が増加 | (ロ) 薄膜系 | (ハ) 電圧の大きさ |
| (ニ) 電圧の位相 | (ホ) MOSFET | (ヘ) SiC 半導体 |
| (ト) PWM | (チ) 電流 | (リ) MPPT |
| (ヌ) FRT | (ル) 単結晶 | (ヲ) 多結晶 |
| (ワ) IGBT | (カ) 三相不平衡率が増加 | (ヨ) 同期化力が低下 |

問3 次の文章は、電線の振動対策と着氷雪対策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。

比較的緩やかな一様な風が、電線に直角に吹くと、電線の背後に空気の (1) ができる、電線に対し鉛直方向に上下交互に圧力が与えられる。その周波数が電線の径間、張力及び重さによって定まる固有振動数に等しくなると、電線は共振を起こして、上下に振動する。電線振動による断線を防ぐ方法としては、クランプ近くの電線を補強する (2) や、適当な制動子をつけて振動を防止するダンパなどがある。

電線に氷雪が付着した場合、氷雪脱落時に電線が跳ね上がる (3) が発生し、(4) 事故が発生するおそれがある。事故防止の観点では、電線の配列は (5) 配列とすることが最もよい。

[問3の解答群]

- | | | |
|--------------|--------------|-----------|
| (イ) スリートジャンプ | (ロ) SLF | (ハ) 垂直 |
| (ニ) 水平 | (ホ) 逆フラッショーバ | (ヘ) 線間短絡 |
| (ト) 不平衡張力 | (チ) アーマロッド | (リ) 風圧荷重 |
| (ヌ) 地絡 | (ル) ギヤロッピング | (ヲ) カルマン渦 |
| (ワ) アークホーン | (カ) 相間スペーサ | (ヨ) 三角 |

問4 次の文章は、電力系統の短絡容量と、この計算に關係するインピーダンス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。

地点 S の短絡容量 W_S [MV・A] は、同地点の単位法の基準電圧(定格電圧)を V_S [kV]、3相短絡電流を I_S [kA] とするとき、次式で定義される。

$$W_S = \sqrt{3}V_S \times I_S$$

上式は、短絡地点 S [1] 正相インピーダンスの大きさを Z_S [p.u.]、単位法の系統基準容量を W_{base} [MV・A] とするとき、次式で記述できる。

$$W_S = [2]$$

Z_S は、複数母線系統では、一般に [3] の駆動点インピーダンス要素として得られる。この Z_S は、系統規模が大きく、また系統が [4] であるほど小さいため、こうした系統では短絡容量は大きくなる。これらの特徴から、短絡容量の大小はその地点近傍の [5] 能力を表す目安としても用いられる。

[問4の解答群]

- | | | |
|-------------|---|------------------|
| (イ) から系統を見た | (ロ) $\frac{W_{\text{base}}}{Z_S}$ | (ハ) 樹枝状 |
| (乙) 電圧維持 | (ホ) $\frac{W_{\text{base}}}{\sqrt{3}Z_S}$ | (ヘ) ノードインピーダンス行列 |
| (ト) に接続する | (フ) ヤコビ行列 | (リ) と発電機母線間の |
| (ヌ) 電力変動抑制 | (ル) 放射状 | (ヲ) 発電電力制御 |
| (ワ) 短絡特性行列 | (カ) $\frac{\sqrt{3}W_{\text{base}}}{Z_S}$ | (ヨ) メッシュ状 |

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、火力発電所のボイラ設備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。

ドラムは、火炉水冷壁や蒸発管などで加熱された汽水混合物を導き、ここで蒸気と水を分離し、蒸気は過熱器へ、水は再度蒸発管に送るための設備である。そのため、汽水混合状態がない [1] ボイラでは用いられない。

過熱器は、[2] に近いところに設けられ、主に放射伝熱により熱吸収する放射形と、主に燃焼ガスとの接触伝熱により熱吸収する対流形に分類される。

再熱器は、タービンで仕事をした蒸気を取り出し、再びボイラで [3] まで上げるために設備で、プラントの熱効率向上、[4] によるタービン翼のエロージョン(侵食)防止などを目的として設置される。

節炭器は、ボイラの下流側に配置され、燃焼ガスの保有する熱を回収してボイラ水に与えるための装置で、[5] を減少してボイラの効率を高めることなどを目的として設置されている。

[問5の解答群]

- | | | |
|-----------|-----------|----------|
| (イ) 火炉出口 | (ロ) 過熱蒸気 | (ハ) 湿り蒸気 |
| (ニ) 過熱温度 | (ホ) 自然循環 | (ヘ) 飽和温度 |
| (ト) 排ガス損失 | (チ) 強制循環 | (リ) 気化温度 |
| (ヌ) 抽気損失 | (ル) 乾き蒸気 | (ヲ) 火炉入口 |
| (ワ) 絞り損失 | (カ) 空気予熱器 | (ヨ) 貫流 |

問 6 次の文章は、絶縁設計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。

電力系統には送電線や変圧器などの機器が接続されているが、これらの絶縁強度はそれぞれの機器単独で決めるべきものではなく、系統に発生する異常電圧を考慮して統一のとれたものでなければならない。絶縁強度は信頼性に関わるため、

[1] レベルより高くとる必要があるが、逆に強度が高すぎて不経済なものであってもならない。すなわち、電力系統全体の絶縁設計を、発生する過電圧を考慮して [2] などの各種 [1] 装置と関連させて合理化し、事故の防止を図るとともに経済的で信頼性のある状態となるよう設計する必要がある。これを [3] という。

[3] の検討は、次の手順で行われる。

- ① 運用条件や [2] の配置など、系統に発生する過電圧の解析条件を設定する。
- ② 過去の実績や解析結果に基づいて、系統に生じる各種過電圧(短時間交流過電圧、雷サージ電圧、開閉サージ電圧)の大きさとその [4] を予測し、[5] 値を設定する。
- ③ 機器の絶縁性能に与える要因とその影響を考慮して、②で求めた過電圧種類ごとの [5] 値に対する機器の所要耐電圧を決める。
- ④ 各種過電圧に対して、試験電圧の選定や絶縁設計の条件を決定する。

[問 6 の解答群]

- | | | |
|----------------|----------|----------|
| (イ) 標準偏差の 3 倍の | (ロ) 避雷器 | (ハ) 絶縁 |
| (ニ) 対策 | (ホ) リレー | (ヒ) 最大 |
| (ト) 放圧装置 | (チ) 絶縁耐力 | (リ) 繼続時間 |
| (ヌ) 相互作用 | (ル) 絶縁解析 | (ヲ) 発生頻度 |
| (ワ) 平均 | (カ) 保護 | (ヨ) 絶縁協調 |

問 7 次の文章は、事故時の配電線の許容電流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。

配電線は、(1) 発生時に事故配電線の健全区間の負荷の一部、又は全部を分担するため、切替余力を確保することが重要である。

(1) 発生時、健全な配電線路(融通元)から電力を融通する場合において、融通元の配電線では融通先の分の電流も流れることから、許容電流以上の電流が流れの場合がある。融通が必要となる時間は、事故復旧までであることから、設備の有効活用の観点より、許容電流に(2) 許容電流を用いることが妥当である。

(2) 許容電流は、(3) 時間が長くなく、(4) があまり高くなれば流すことができる電流で、(3) 時間は(5) 程度である。

[問 7 の解答群]

- | | | |
|-------------|------------|------------|
| (イ) 頻度 | (ロ) 瞬時電圧低下 | (ハ) 負荷 |
| (ニ) 需要家構内事故 | (ホ) 短時間 | (ヘ) 事故検出 |
| (ト) 数十時間～数日 | (チ) 現地出向 | (リ) 瞬時 |
| (ヌ) 隣接配電線事故 | (ル) 過電圧 | (ヲ) 数分～数時間 |
| (ワ) 繼続 | (カ) 数秒～数分 | (ヨ) 災害時 |