

電気分野
専門区分

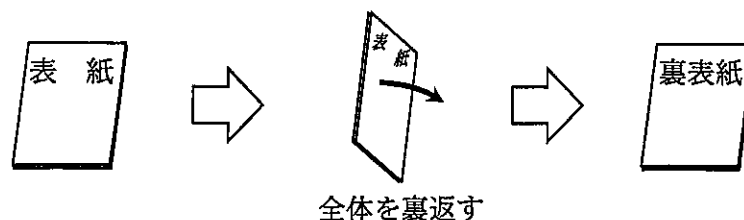
試験時間 16:10~17:30 (80分)

課目Ⅲ 電気設備及び機器

問題 7	工場配電	1~4 ページ
問題 8	電気機器	5~7 ページ

※試験開始の指示があるまで開いてはいけません。
※問題の内容に関する質問にはお答えできません。

- 答案用紙には、**問題番号**、**生年月日**、**研修地**、**研修番号**を記入すること。
- 答案用紙は、1 問題につき 1 枚を使用すること。
- 答案用紙は、解答未記入の場合も提出すること。
- 試験終了後、問題冊子は持ち帰ること。
- 問題の解答上の注意は、裏表紙に記載してあるので、この問題冊子全体を裏返して必ず読むこと。



(工場配電)

問題7 次の各文章の ～ の中に入れるべき最も適切な字句等をそれぞれの解答群から選び、解答例にならってその記号を答えよ。なお、 ～ は複数箇所あるが、それぞれ同じ記号が入る。

また、 ～ に当てはまる数値を計算し、必ず計算の過程を記述した上で、解答例にならってその結果を有効数字3桁で答えよ。

(解答例 10 - キ)
 E - 1.23)

(1) 工場や事業場における配電設備の電力損失は、配電線路と変圧器の電力損失が主なものとなるので、省エネルギーの観点からは、これらの損失をできるだけ低減することが望ましい。

1) 配電線路の電力損失低減のためには、次のような対策がある。

① 配電用変圧器の負荷近傍への設置

変圧器を負荷の近くに設置することにより、低圧側の負荷の線路こう長を短縮する。

② 負荷に供給する配電電圧（公称電圧）をできるだけ高く選定

負荷容量が同じ場合、配電電圧を高くすると線路電流が低減するので、線路電流の

乗及び線路抵抗に比例する配電線路の電力損失は低減する。

③ 高い力率の維持

力率改善用コンデンサなどを使用して負荷側の を低減し、高い力率を維持する。

< 及び の解答群 >

ア 2

イ 3

ウ 4

エ 波形ひずみ

オ 有効電力

カ 無効電力

2) 変圧器における電力損失低減のためには、次のような対策がある。

- ① 高効率変圧器を採用する。
- ② 負荷機器への印加電圧が適正な電圧となるように、変圧器の を選定する。
- ③ 変圧器の による電力損失を低減するため、無負荷時の変圧器停止などを行う。

< 及び の解答群 >

- | | | | | | |
|---|-----|---|----|---|-------|
| ア | タップ | イ | 位相 | ウ | 結線 |
| エ | 鉄損 | オ | 銅損 | カ | 漂遊負荷損 |

(2) 変圧器の結線は、その特長や短所を考慮して選定される。三相変圧器の結線方法の中で、Y- Δ 結線あるいは Δ -Y 結線のものは、中性点を することで地絡時などにおける異常電圧が軽減できること、第三調波励磁電流が Δ 結線内を環流するので電圧の波形のひずみが少ないことなどが特長であるが、一次と二次の線間電圧間に の位相差がある。

< 及び の解答群 >

- | | | | | | |
|---|-------|---|-----|---|-----|
| ア | 30° | イ | 60° | ウ | 90° |
| エ | タップ切換 | オ | 絶縁 | カ | 接地 |

(3) 工場の電力使用状況を表す需要率、負荷率、不等率は、省エネルギー、電力設備の有効活用、電気需要の平準化対策の観点からも重要な指標である。

1) 需要率とは、負荷の最大需要電力の、負荷の に対する比率をいい、次式で表される。

$$\text{需要率} = \frac{\text{負荷の最大需要電力}}{\text{負荷の }$$

$$\times 100 [\%]$$

< の解答群 >

ア 合計設備容量

イ 電力損失

ウ 平均電力

2) 負荷率とは、ある期間の負荷の の、その期間の負荷の最大需要電力に対する比率をいい、次式で表される。

$$\text{負荷率} = \frac{\text{ある期間の負荷の }$$

$$\text{その期間の負荷の最大需要電力}} \times 100 [\%]$$

< の解答群 >

ア 最小電力

イ 平均電力

ウ 平均無効電力

3) 不等率とは、個々の負荷の の合計の、全負荷の最大需要電力に対する比率をいい、次式で表される。

$$\text{不等率} = \frac{\text{個々の負荷の }$$

$$\text{の合計}}{\text{全負荷の最大需要電力}}$$

< の解答群 >

ア 最大需要電力

イ 電力損失

ウ 平均電力

(4) 図に示すように、1相分の線路抵抗が $R[\Omega]$ 、1相分の線路リアクタンスが $X[\Omega]$ の高圧三相3線式配電線路に、負荷電力が900kW、負荷力率（力率角 ϕ ）が80%（遅れ）の平衡三相負荷と力率改善用の進相コンデンサが接続されている配電系統がある。なお、負荷端の線間電圧は6.6kV一定とし、高圧配電線路のインピーダンス以外のインピーダンスは無視できるものとする。

また、三相3線式の線間電圧降下 ΔV の計算には、線路電流を $I[A]$ として、次の近似式を用いるものとする。

$$\Delta V = \sqrt{3} I (R \cos \phi + X \sin \phi) \text{ [V]}$$

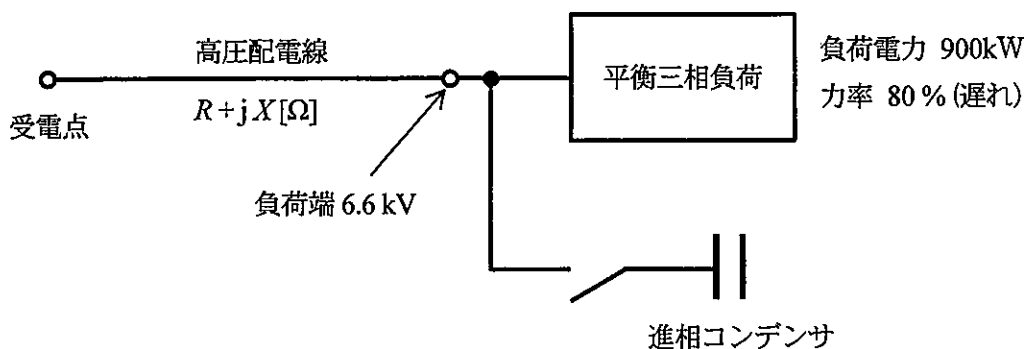


図 配電系統

- 1) 進相コンデンサが接続されていないとき、この平衡三相負荷の無効電力は [kvar] である。
- 2) 進相コンデンサが接続されていないとき、配電線路の電力損失（3相分）が19kW、受電点から負荷端までの線間電圧降下 ΔV が105Vであった。このとき、受電点から負荷端までの配電線の1線当たりの線路抵抗 R は $[\Omega]$ 、リアクタンス X は $[\Omega]$ である。
- 3) ここで、力率改善のため負荷端に500kvarの進相コンデンサを接続すると、負荷端における力率は [%] に改善される。なお、コンデンサを接続しても負荷端の電圧及び平衡三相負荷の力率は変わらないものとする。

(電気機器)

問題 8 次の各文章の ～ の中に入れるべき最も適切な字句等をそれぞれの解答群から選び、解答例にならってその記号を答えよ。

また、 ～ に当てはまる数値を計算し、必ず計算の過程を記述した上で、解答例にならってその結果を、有効数字 3 桁で答えよ。

(解答例 14 - ソ)
 E - 123)

(1) 半導体電力変換装置は、高耐電圧、大電流容量の半導体バルブデバイスのオンオフ動作を利用して、電圧、電流、位相、相数の一つ以上を、実質的な電力損失なしに変換する装置である。

1) 半導体電力変換装置はバルブデバイスのオンオフにより動作するため、電流又は電圧の波形が 波の組合せとなり、高調波と無効電力を発生する。高調波は系統の電圧・電流波形をひずませ、電力機器の過熱・焼損や通信線などへの の原因となる。無効電力は、送電損失の増加やリアクタンス降下による電圧変動を生じる。なお、電圧が頻繁に変動する場合には、照明などへの 障害が生じることもある。

< ～ の解答群 >

ア フリッカ イ 破損 ウ 波及事故 エ 漂游損失 オ 放電
カ 誘導障害 キ 三角 ケ 正弦 コ 方形

2) 汎用インバータは、ダイオードを用いた三相ブリッジ結線の 回路と、IGBT などのパワートランジスタ類を用いた三相ブリッジ結線を基本構成とする 形インバータを組み合わせて構成されたものが一般的である。電圧及び周波数の制御は共にインバータ側でなされ、制御方式としては通常 方式が用いられている。

< ～ の解答群 >

ア PCM イ PMC ウ PWM エ 自励変換 オ 整流
カ 電圧 キ 電流 ケ 電力 コ 電流平滑

(2) 普通かご形誘導電動機は、二次巻線の両端が されている。これを、無負荷で全電圧始動すると、電圧印加直後には二次（回転子）回路抵抗は小さく、抵抗に比してリアクタンスが大きくなる。このため、力率は悪く、大電流の割にトルクを発生させる 電流成分は少ない。この欠点を改善し、二次回路の実効抵抗が始動時には自動的に大きくなり、定格運転時には小さくなるような構造としたものが特殊かご形誘導電動機である。これには 形と深みぞかご形の2種類があり、両者ともに、二次回路に現れる周波数の変化を利用するものである。一次回路である電源側の周波数を f_1 、定格運転時の滑りを s とすると、始動瞬時の二次回路周波数は f_1 であり、定格運転時の二次回路周波数は である。

< ~ の解答群 >

- | | | | |
|-----------|--------------|--------------|---------|
| ア sf_1 | イ $(1+s)f_1$ | ウ $(1-s)f_1$ | エ 浅みぞかご |
| オ くま取りコイル | カ 二重かご | キ 開放 | ケ 短絡 |
| コ 地絡 | サ 有効 | ス 無効 | セ 漏洩 |

(3) 複数台の変圧器を並行運転するためには、各々の変圧器の一次及び二次の定格電圧が等しく、 を一致させて接続してあること、巻数比が等しいことが必要である。三相変圧器の場合は、これらの条件に加えて、 の方向と位相変位が等しいことが必要である。

なお、並行運転される複数台の変圧器が、各々の変圧器容量に比例して負荷電流を分担するには、各々の変圧器の 基準での短絡インピーダンスが等しいことが必要である。

< ~ の解答群 >

- | | | | | |
|-------|--------|--------|--------|-------|
| ア 極数 | イ 極性 | ウ 最大効率 | エ 残留磁束 | オ 相回転 |
| カ 相表示 | キ 定格容量 | ケ 抵抗値 | コ 冷却 | |

問題 8 は次の頁に続く

(4) 表に示すような定格値の変圧器 A と変圧器 B を並行運転する場合について考える。

表

諸 元	変圧器 A	変圧器 B
定格容量	500 kV·A	200 kV·A
無負荷損	656 W	340 W
負荷損(定格出力における値)	4 100 W	2 380 W
短絡インピーダンス	5.0 %	6.0 %

1) 変圧器 A の効率が最大となるのは定格容量の [%] の負荷が接続されたときである。
このとき、変圧器 A の全損失は [kW] となる。

2) 次に、変圧器 A と変圧器 B を並行運転する場合について、各変圧器の負荷分担比率を計算する。
ただし、負荷分担の計算においては、短絡インピーダンスに含まれる抵抗分は無視するものとする。

変圧器 A と変圧器 B との容量比 K が $K = \frac{500}{200} = 2.5$ であること、及び変圧器 A と変圧器 B の短絡インピーダンスが異なることを考慮すると、変圧器 A が負荷全体の [%] を分担し、残りを変圧器 B が分担することになる。

例えば、変圧器 A の負荷分担が 500 kV·A であるとしたとき、変圧器 B が負担する負荷は [kV·A] となる。

(空 白)

(空 白)

(空 白)

(表紙からの続き)

● 解答群からの選択式問題の解答上の注意

□ 1 □、□ 2 □ などの解答は、解答群の字句等 (字句、数値、式、記述、図、グラフ等を含む) から当てはまるものを選択し、対応する記号「ア」、「イ」、「ウ」、「エ」…などを記入すること。

● 計算問題の解答上の注意

1. 問題文中の □ A □、□ B □ などについては、解答の数値を記入すること。その際、以下の条件に従うこと。

(1) 計算の過程の記述を求める問題は、問題ごとにその旨が明記されており、計算結果だけでなく計算の経過も採点対象となるので、必ず答案用紙に計算過程を記述すること。

(2) 有効数字の桁数が指定されている問題については、数値をその桁数で解答すること。また、数値計算を逐次に行う場合、途中の計算過程においては、最終的に求める有効数字桁数より多い桁数で計算し、最後に四捨五入して解答した値が指定された桁数まで有効となるようにすること。

(3) 問題文中で与えられる数値については、記載してある位より下の位は「0」として扱うものとする。

例えば、2.1 kg の 2.1 は、2.100… と考える。

2. □ 1 □、□ 2 □ などの解答のうちで計算を伴うものは、計算結果を基に、解答群の数値から当てはまるものを選択し、対応する記号「ア」、「イ」、「ウ」、「エ」…などを記入すること。なお、問題文中で与えられる数値については、上記 1 の (3)と同様に扱うものとする。