

電気分野
専門区分

課目Ⅲ 電気設備及び機器

試験時間 10:50～12:40 (110分)

2 時限

問題 7, 8 工場配電

1～8 ページ

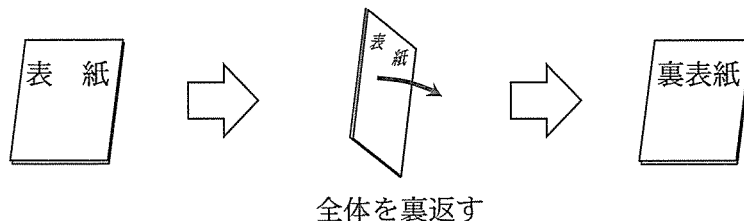
問題 9, 10 電気機器

9～18 ページ

I 全般的な注意

1. 試験開始の指示があるまで、この問題冊子の中を見ないこと。
2. 試験中に問題の印刷不鮮明、冊子のページの落丁・乱丁などに気付いた場合は、係の者に知らせること。
3. 問題の解答は答案用紙（マークシート）に記入すること。
4. 答案用紙の記入に当たっては、答案用紙に記載の「記入上の注意」に従うこと。「記入上の注意」に従わない場合には採点されない。該当欄以外にはマークや記入をしないこと。
5. 問題冊子の余白部分は計算用紙などに適宜利用してよい。
6. 試験終了後、問題冊子は持ち帰ること。

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。



指示があるまで、この問題冊子の中を見てはいけません。
問題の内容に関する質問にはお答えできません。

(工場配電)

問題7 次の各問に答えよ。(配点計 50 点)

(1) 次の各文章の ～ の中に入れるべき最も適切な字句又は式をそれぞれの解答群から選び、その記号を答えよ。なお、、、 及び は2箇所あるが、それぞれ同じ記号が入る。

1) 工場等における配電設備の電力損失は、配電線路と変圧器で発生する損失が主なものである。

i) 配電線路の電力損失を軽減する対策は、基本的には線路電流や を低減することである。線路電流を低減する対策としては、次のようなことなどが考えられる。

- ① 計画時に、負荷に応じて供給電圧をできるだけ高く選定する。
- ② 線路の負荷側に を設置する。

また、 を低減する対策としては、次のようなことなどが考えられる。

- ① 太い電線へ張り替える。
- ② 線路こう長を する。

ii) 一方、変圧器の損失低減策としては、次のようなことなどが効果的と考えられる。

- ① 高効率の変圧器を採用する。
- ② 夜間や休日に休止する負荷へ電力を供給する変圧器について、変圧器の を低減するために休止中には開放する。

< ～ の解答群 >

- | | | | |
|-----------|-----------|-----------|--------|
| ア 進相コンデンサ | イ 直列コンデンサ | ウ 直列リアクトル | エ 絶縁抵抗 |
| オ 線路抵抗 | カ 負荷損 | キ 無負荷損 | ク 漏れ電流 |
| ケ 延伸 | コ 短縮 | | |

2) 工場等における負荷設備の特性を表す諸係数には需要率、負荷率などがある。

i) 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、次の式①で表される。

$$\text{需要率} = \frac{\text{負荷の最大需要電力 [kW]}}{\text{負荷の } \boxed{5} \text{ [kW]}} \times 100 [\%] \quad \dots\dots\dots \text{①}$$

ii) 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、次の式②で表される。

$$\text{負荷率} = \frac{\text{ある期間の負荷の } \boxed{6} \text{ [kW]}}{\text{その期間の負荷の最大需要電力 [kW]}} \times 100 [\%] \quad \dots\dots\dots \text{②}$$

iii) とは、個々の負荷の最大需要電力の合計の、全負荷の最大需要電力に対する比率をいい、次の式③で表される。

$$\boxed{7} = \frac{\text{個々の負荷の最大需要電力の合計 [kW]}}{\text{全負荷の最大需要電力 [kW]}} \times 100 [\%] \quad \dots\dots\dots \text{③}$$

< ~ の解答群 >

- | | | | |
|----------|----------|--------|--------|
| ア 契約電力 | イ 最小需要電力 | ウ 皮相電力 | エ 平均電力 |
| オ 合計設備容量 | カ 損失係数 | キ 不等率 | ク 不平衡率 |

問題7の(1)3)及び(2)は次の3頁及び4頁にある

3) 図1に示すような、負荷A、負荷Bに電力を供給する単相3線式配電回路があり、各線路の抵抗は等しく R である。このときの線路全体の電力損失を求める。ただし、すべての負荷の力率は100%とする。

ここで、線路電流 i_A の大きさを I_A 、線路電流 i_B の大きさを I_B 、線路電流 i_0 の大きさを I_0 とし、 I_A と I_B の和の $\frac{1}{2}$ を I 、 $\frac{I_0}{I_A + I_B}$ を α としたとき、 I_A 、 I_B 及び I_0 の関係は、次の式④及び式⑤で表される。

$$I_A + I_B = 2I \quad \dots\dots\dots ④$$

$$I_0 = I_A - I_B = \alpha(I_A + I_B) = 2\alpha I \quad \dots\dots\dots ⑤$$

式④及び式⑤から、線路全体の電力損失 W は I 、 α 及び R を用いて、次の式⑥で表される。

$$W = \boxed{8} \quad \dots\dots\dots ⑥$$

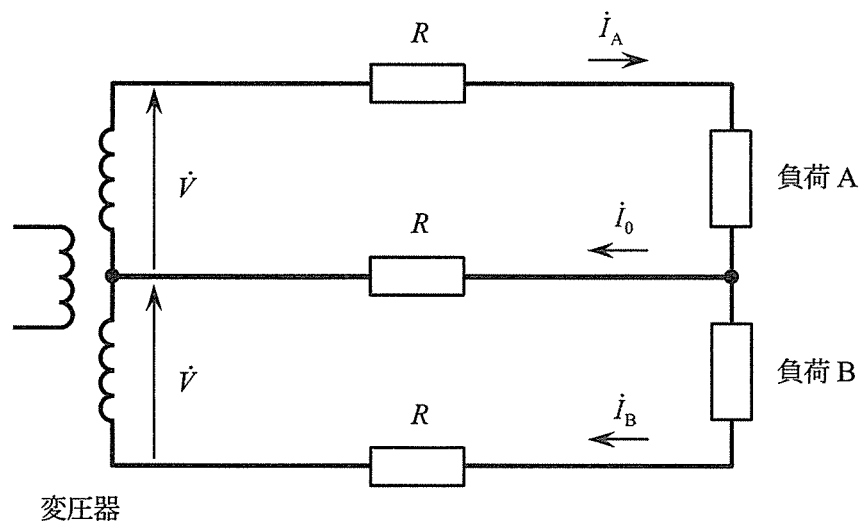


図1 単相3線式配電回路

< $\boxed{8}$ の解答群 >

- ア $(1+2\alpha^2)I^2R$ イ $2(1+2\alpha^2)I^2R$ ウ $(1+3\alpha^2)I^2R$ エ $2(1+3\alpha^2)I^2R$

- (2) 次の各文章の A abc ~ D ab に当てはまる数値を計算し、その結果を答えよ。ただし、解答は解答すべき数値の最小位の一つ下の位で四捨五入すること。

図2に示すように、ある工場の受電用変電所から三相3線式配電線路を経由して、A棟受電点に電圧6600Vで配電する系統があり、A棟内で平衡三相負荷に接続されている。この平衡三相負荷は、大きさが1000kW、遅れ力率が80% ($\cos\phi = 0.8$) である。また、変電所からA棟受電点までの電源側の線路の1線当たりの線路抵抗 R [Ω] の単位長当たりの抵抗は $0.3 \Omega/\text{km}$ 、1線当たりの線路リアクタンス X [Ω] の単位長当たりのリアクタンスは $j0.5 \Omega/\text{km}$ とし、線路のこう長は1.5kmとする。

このとき、棟内のコンデンサの接続の有無による電力損失の低減効果について考える。ただし、A棟受電点の電圧はコンデンサ接続の有無によらず6600V一定に制御されるものとする。また、A棟受電点以降の棟内の線路等による電圧降下、及び記載されている以外のインピーダンスは無視するものとする。

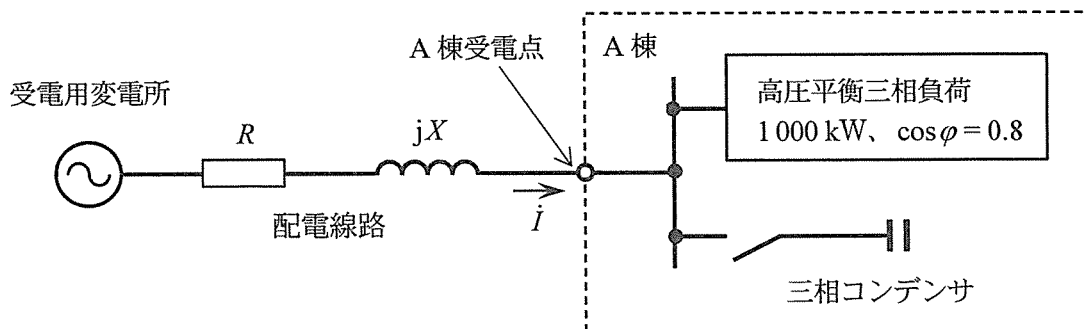


図2 受配電系統

- 1) 図2の三相コンデンサが未接続のとき、受電点を流れる電流 i の大きさは A abc [A] であり、配電線路での線間の電圧降下 ΔV は B abc [V] となる。ただし、電圧降下の計算には簡略式 $\Delta V = \sqrt{3}I (R\cos\phi + X\sin\phi)$ を用いる。
- 2) 次に、図2の三相コンデンサを接続し、負荷の力率を95% (遅れ) に改善することを考える。このときの三相コンデンサの必要容量は C abc [kvar] である。また、三相コンデンサを接続して負荷の力率が95%に改善されたとき、配電線路での三相分の電力損失はコンデンサ未接続のときの D ab [%] になる。

2) 高調波が発生すると各種電気設備の様々な障害の要因となる。変圧器や電動機などの鉄心を有する電気機器では、 の増大による過熱の他、異常音、振動などの原因となる。計算機、制御装置、計測器などの電子機器では、電源電圧の や電磁誘導などがノイズの原因となる。また、電気機器のうち、コンデンサやコンデンサ用の直列リアクトルなどの高調波による異常過熱は、主に によるものが多い。

高調波による障害を防止するには、発生源側で高調波の発生量を抑える方法と、影響を受ける側で対策する方法がある。影響を受ける側の対策としては、高調波耐量が強化された機器の採用、系統分離などが考えられる。

〈 ～ の解答群 〉

- | | | |
|---------|-------------|--------|
| ア ハンチング | イ フリッカ | ウ 回路共振 |
| エ 静電誘導 | オ 短絡インピーダンス | カ 鉄損 |
| キ 突入電流 | ク 波形ひずみ | ケ 飽和特性 |

3) 瞬時電圧低下とは「送配電系統の電圧が瞬時的に低下する現象」であり、送配電系統への落雷や冰雪などによる系統故障の他、系統につながる大きな負荷が始動したときなどに生じる。瞬時電圧低下が発生すると、コンピュータの誤作動や停止、 の開放による負荷の停止、電動機用インバータの停止、照明のちらつきや消灯などが起こる。

瞬時電圧低下対策としては、送配電系統側では、雷害対策の実施、事故点の高速除去による継続時間の低減、電源側インピーダンスを大きくすることによる電圧低下の抑制などがあり、影響を受ける機器側では、順逆変換装置と蓄電池から構成された無停電電源装置の設置などが推奨されている。

〈 の解答群 〉

- | | | |
|-----------|-------|---------|
| ア 始動リアクトル | イ 断路器 | ウ 電磁開閉器 |
|-----------|-------|---------|

問題 8 の (1) 4) 及び (2) は次の 7 頁及び 8 頁にある

4) 電力の需要を平準化し、最大需要電力を削減することは、需要家にとっては受電設備や配電設備の効率的運用につながり、電力供給側としては発電設備や送電設備の容量の低減につながるため、その意義は大きい。

電力の需要の平準化については、経済産業省告示「工場等における電気の需要の平準化に資する措置に関する事業者の指針」で、平準化すべき時間帯と平準化対策が具体的に示されている。その中で、平準化すべき時間帯すなわち電気需要平準化時間帯は とする、とされている。また、事業者は同省告示「工場等におけるエネルギーの使用の合理化に関する事業者の判断基準」で定められている 原単位を指標として、技術的かつ経済的に可能な範囲でそれらの有効な実施を図るものとする、とされている。

指針で示されている対策としては、大きくは電気需要平準化時間帯において、「電気の使用から燃料又は熱の使用への転換」や「電気需要平準化時間帯以外の時間帯への電気を使用する機械器具の使用時間の変更」などがある。

その他、比較的簡便に実施可能な対策として、契約電力を超過する恐れがあるときなどの必要時に限定して、優先度の低い負荷の停止あるいは設定値の変更などを行って、最大需要電力を抑制することができる 装置を用いる方法がある。

これらの対策を行うことにより、最大需要電力を一定の値以下に抑えれば、電力設備の負荷率は高くなり効率的運転も可能となる。

< ~ の解答群 >

ア デマンド監視制御

イ 電圧調整

ウ 力率制御

エ 電気エネルギー消費

オ 電気需要平準化評価

カ 用途別エネルギー消費

キ 7月1日～9月30日の8時～22時

ク 7月1日～9月30日の8時～22時及び12月1日～3月31日の8時～22時

ケ 通年の8時～22時まで

(2) 次の各文章の $\boxed{A \mid a.bc}$ ～ $\boxed{E \mid ab.c}$ に当てはまる数値を計算し、その結果を答えよ。ただし、解答は解答すべき数値の最小位の一つ下の位で四捨五入すること。

ある工場では、定格容量 $150 \text{ kV}\cdot\text{A}$ の三相変圧器 1 台を用いて、図のような日負荷曲線の平衡三相負荷に電力を供給している。変圧器の無負荷損は 0.3 kW 、定格出力時の負荷損は 1.5 kW である。また、変圧器は定格電圧一定で運転されているものとする。

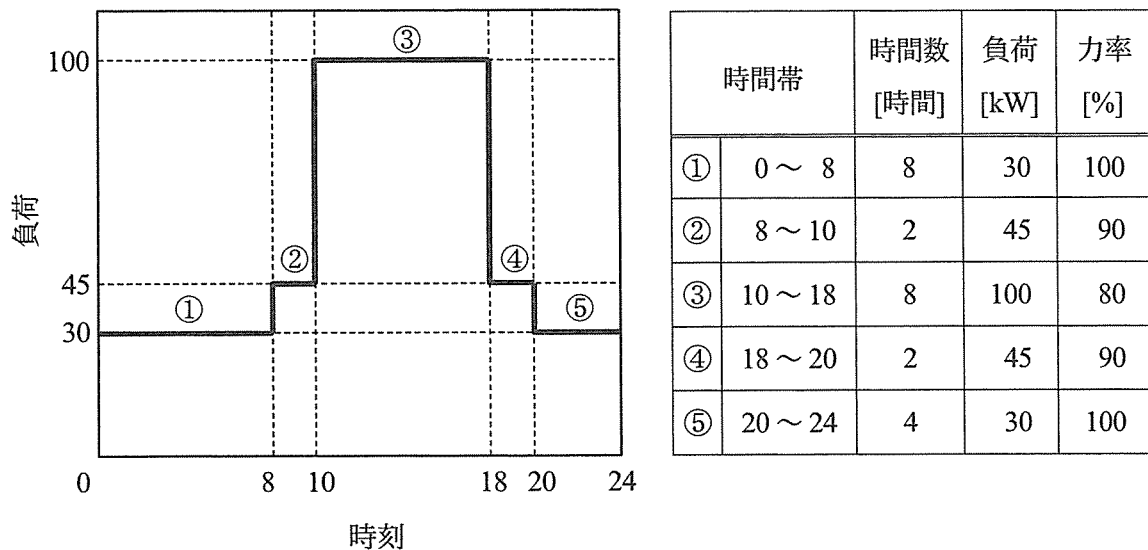


図 電力の日負荷曲線

1) この変圧器の無負荷損による 1 日の損失電力量 W_1 は $\boxed{A \mid a.bc}$ [kW·h]、負荷損による 1 日の損失電力量 W_2 は $\boxed{B \mid a.bc}$ [kW·h] となる。よって、この変圧器の全日効率は $\boxed{C \mid ab.c}$ [%] となる。

2) 次に、変圧器の電力損失を低減する目的で、重負荷となる 10 時～18 時の時間帯③だけ負荷と並列にコンデンサを接続して、力率を 95% に保って運転することとした。このように力率を改善することにより、1 日の変圧器の損失電力量を $\boxed{D \mid a.bc}$ [kW·h] 減少させることができる。

3) さらに、電力負荷平準化を図るため、時間帯③の電力負荷を各時間均等に低減し、時間帯③以外の時間帯①、②、④及び⑤の電力負荷が 45 kW 均等になるまで移行することとした。これにより、移行前に約 55% であった負荷率は、 $\boxed{E \mid ab.c}$ [%] まで向上する。

(電気機器)

問題 9 次の各文章の ～ の中に入れるべき最も適切な字句、数値又は式をそれぞれの解答群から選び、その記号を答えよ。

また、 ～ に当てはまる数値を計算し、その結果を答えよ。ただし、解答は解答すべき数値の最小位の一つ下の位で四捨五入すること。(配点計 50 点)

(1) かも形誘導電動機の運転特性について考える。

1) 普通かも形誘導電動機を全電圧始動すると、電源電圧を印加された瞬間には回転子が停止状態なので、二次側(回転子)では抵抗に比べて相対的に が大きくなる。このため、力率が悪く、大電流の割には を発生させる有効電流成分が少ない。

このかも形誘導電動機の始動特性を改良するために考案された特殊かも形誘導電動機は、二次導体の 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なっており、定格出力 5.5 kW 以上の誘導電動機に採用されている。

< ～ の解答群 >

ア トルク

イ パーミアンス

ウ 固定損失

エ 漂遊負荷損

オ 交流実効抵抗

カ 磁束密度

キ 主リアクタンス

ク 漏れリアクタンス

ケ 漏れ抵抗

2) 特殊かご形誘導電動機は、始動電流を制限し、始動を確実にするために、二次巻線を特殊構造としたものである。二次巻線の構造から、次の代表的な二つの方式がある。

i) 4 かご形誘導電動機の回転子は、表面に近い外側導体に高抵抗材料を用い、中心に近い内側導体に低抵抗材料を用いている。5 は外側のかご形導体に比べて、内側のかご形導体の方がはるかに大きいため、始動時の二次周波数が高い間は、大部分の二次電流は高抵抗の外側導体を流れる。速度が上昇し、二次周波数が低くなると、大部分の二次電流は低抵抗の内側導体を流れるようになる。

ii) もう一つの方式である 6 かご形誘導電動機の回転子は、スロットの形が半径方向に細長い構造となっている。このため、始動時の二次周波数が高い間は、表皮効果により導体内の電流密度分布が回転子表面に近いほど大きくなって不均一となり、あたかも導体の断面積が小さくなったのと同様の作用をして、始動電流が制限される。しかし、速度が上昇するにしたがって、二次周波数は低くなり、電流分布は次第に底部へ広がる。

一次回路の電源周波数を f とすると、運転速度上昇にしたがって、滑り s が小さくなる。したがって、式 7 で表される二次回路の周波数も低くなることで、導体内での電流分布も均一となり、二次導体は低抵抗導体として作用するので損失の増大が抑制される。

< 4 ~ 7 の解答群 >

- | | | | |
|--------|-----------------|--------------------|--------|
| ア sf | イ $\frac{s}{f}$ | ウ $\frac{s}{1-s}f$ | エ 浅みぞ |
| オ 深みぞ | カ 細みぞ | キ 円筒 | ク 多層 |
| ケ 二重 | コ 磁束分布 | サ 漏れリアクタンス | シ 漏れ電流 |

問題9の(2)及び(3)は次の11頁～13頁にある

(2) 同一定格の複数台の単相変圧器を用いて、平衡三相負荷に電力を供給することを考える。

ここで、図1のように3台の単相変圧器を $\Delta-\Delta$ 接続として用いる場合と、図2のように2台の単相変圧器をV-V接続として用いる場合との三相変圧器としての全損失を比較してみる。

複数台の単相変圧器は同じ仕様であり、1台当たりについて定格二次電圧が V_2 [V]、定格二次電流が I_2 [A]、無負荷損が P_0 [W]、定格容量時の負荷損が P_c [W]であるものとする。

また、三相回路に構成された変圧器に接続される負荷の大きさは、 $\Delta-\Delta$ 接続及びV-V接続の両者共に S_L [V·A]とする。

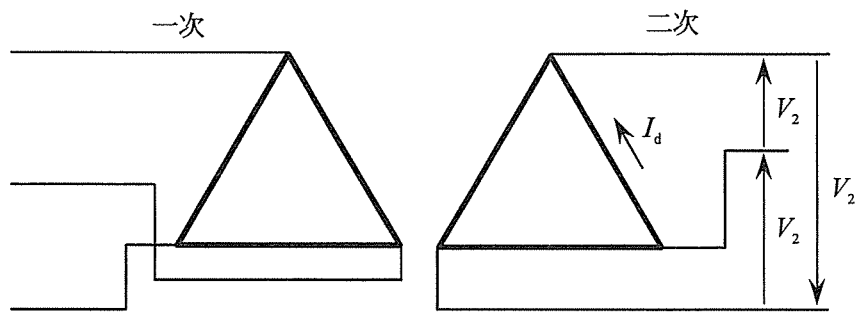


図1 $\Delta-\Delta$ 接続

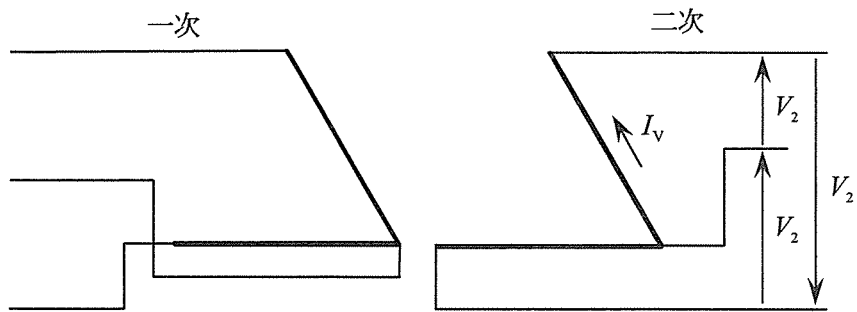


図2 V-V接続

1) $\Delta-\Delta$ 接続の場合、負荷 S_L を接続したときに 1 台の変圧器に流れる電流を I_d とすると、
 $I_d = \boxed{8}$ [A] となり、このとき三相接続での変圧器の全損失 W_d は $\boxed{9}$ [W] となる。

2) 他方、V-V 接続では、負荷 S_L を接続したときに 1 台の変圧器に流れる電流 I_v は、負荷への線路電流と同じとなるので、 $I_v = \boxed{10}$ [A] となり、V-V 接続での変圧器の全損失 W_v は $\boxed{11}$ [W] となる。

< $\boxed{8}$ ~ $\boxed{11}$ の解答群 >

ア $\frac{S_L}{3I_r}$ イ $\frac{S_L}{2V_2}$ ウ $\frac{S_L}{\sqrt{2}V_2}$ エ $\frac{S_L}{3V_2}$ オ $\frac{S_L}{\sqrt{3}V_2}$

カ $2P_i + 2P_c \times \left(\frac{I_v}{I_r}\right)^2$ キ $2P_i + 2P_c \times \left(\frac{I_d}{I_r}\right)^2$

ク $2P_i + 2P_c \times \left(\frac{I_r}{I_v}\right)^2$ ケ $3P_i + 3P_c \times \left(\frac{I_d}{I_r}\right)^2$

コ $3P_i + 3P_c \times \left(\frac{I_d}{I_r}\right)^2$ サ $3P_i + 3P_c \times \left(\frac{I_r}{I_d}\right)^2$

3) ここで、 $\Delta-\Delta$ 接続時の全損失 W_d と V-V 接続時の全損失 W_v が等しくなる負荷容量 S を求めると、 $S = \sqrt{\frac{P_i}{P_c}} \times \sqrt{3} I_r V_2$ [V·A] となり、この負荷容量より小さい負荷では、変圧器の全損失は V-V 接続の方が小さくなる。ただし、各変圧器を定格容量以内で使用する場合、V-V 接続では最大でも $\Delta-\Delta$ 接続時の $\boxed{12}$ [%] の負荷容量までしか接続できない。

< $\boxed{12}$ の解答群 >

ア 57.7 イ 66.7 ウ 86.6

問題 9 の (3) は次の 13 頁にある

(3) 表に示すような 500 kV・A の変圧器 A と 300 kV・A の変圧器 B を並行運転して負荷へ電力を供給する場合と、変圧器 A のみを単独運転して負荷へ電力を供給する場合の損失を比較する。

ここで、電力負荷は 300kW で力率が 87% (遅れ) であるものとする。

表

	変圧器A	変圧器B
定格容量	500 kV・A	300 kV・A
無負荷損	700 W	400 W
負荷損 (定格出力における値)	4 000 W	2 500 W
短絡インピーダンス	5.0 %	6.0 %

1) 2 台の変圧器が供給する負荷の皮相電力 S_L は [kV・A] であり、2 台の変圧器の容量比を K とすると、 $K = \frac{300}{500} = 0.6$ なので、基準容量を 300 kV・A としたときの変圧器 A の短絡インピーダンスは 3.0% となる。したがって、変圧器 A が分担する負荷の皮相電力 S_A は [kV・A]、変圧器 B が分担する負荷の皮相電力 S_B は [kV・A] となる。なお、短絡インピーダンスのうち抵抗分は無視するものとする。

2) 2 台の変圧器が、各々 1) で求めた S_A 及び S_B の負荷を負って運転しているとき、変圧器 A の全損失は [W]、変圧器 B の全損失は [W] となる。

3) 一方、全負荷を変圧器 A のみで供給した場合の変圧器 A の全損失は [W] となる。したがって、2 台の変圧器を並行運転した方が効率的となる。

(空 白)

(電気機器)

問題10 次の各文章の ～ の中に入れるべき最も適切な字句、式又は記述をそれぞれの解答群から選び、その記号を答えよ。

また、 a.bc ～ ab.c に当てはまる数値を計算し、その結果を答えよ。ただし、解答は解答すべき数値の最小位の一つ下の位で四捨五入すること。なお、円周率 $\pi = 3.142$ とする。

(配点計 50 点)

(1) 同期発電機の周波数と回転速度の関係式について考える。

1) 通常、同期発電機では、固定子が 、回転子が であることが多い。

2) 同期発電機が発生する正弦波電圧の周波数を f [Hz]、極数を p とすれば、 速度 N_s は次の式①で表される。

$$N_s = \frac{120f}{p} \text{ [min}^{-1}\text{]} \dots\dots\dots \text{①}$$

< ～ の解答群 >

- | | | |
|-------|-------|-------|
| ア 界磁 | イ 絶縁体 | ウ 接触子 |
| エ 電機子 | オ 誘電体 | カ 誘導子 |
| キ 共振 | ク 滑り | ケ 同期 |

3) この式①の導出過程を次のように考えてみる。

1 対の対向する磁極 (2 極) の磁界中を導体が回転している状態を想定する。このとき、導体には の法則によって、正弦波交流電圧 e [V] が発生する。導体が 1 回転する間に、正弦波交流電圧は 1 周期分発生する。導体の回転速度を n_0 [s^{-1}] とすると、1 秒間に n_0 周期分の正弦波が発生することになるので、正弦波交流電圧の周波数 f は $f = n_0$ [Hz] となる。

同様に、磁極を 2 倍にした 4 極の場合は、導体が 1 周すると正弦波交流は 2 周期分生じることになり、導体の、外力による回転速度を 2 極と同じ n_0 とすると、正弦波交流電圧の周波数は $f = 2n_0$ [Hz] となる。さらに、6 極では $f = 3n_0$ [Hz]、8 極では $f = 4n_0$ [Hz] となる。

一般化すると、磁極の極数が p で、導体が回転速度 n_0 で回転するとき、発生する正弦波交流電圧の周波数は $f =$ [Hz] となり、この式から n_0 が求められる。この導出過程から同期発電機においては、 n_0 を 1 分間当たりの回転速度に変換したものが、式①で示される N_s となる。

< 及び の解答群 >

ア アンペール

イ フレミングの右手

ウ フレミングの左手

エ $\frac{pn_0}{2}$

オ $\frac{2n_0}{p}$

カ $\frac{2p}{n_0}$

問題 10 の (2) 及び (3) は次の 17 頁及び 18 頁にある

(2) 図1はダイオードを用いた単相ブリッジ整流回路を示したものである。

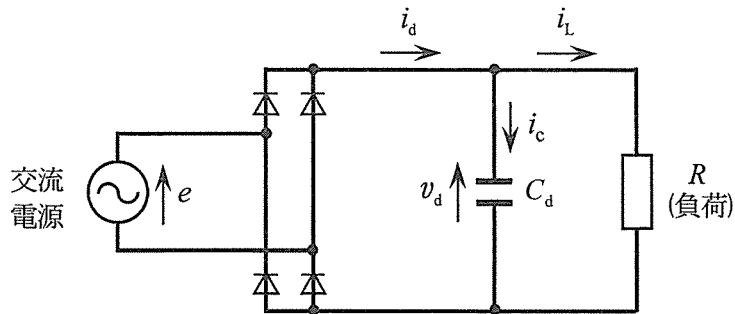


図1 ダイオードを用いた単相ブリッジ整流回路

1) 図1のコンデンサ C_d [F]は、直流電圧 v_d [V]の脈動を吸収するためのもので、 コンデンサと称されている。

2) いま、 C_d の端子間の電圧 v_d の時間的な変化である $\frac{dv_d}{dt}$ は、 C_d に流れる電流 $i_c (= i_d - i_L)$ [A]を用いて式 で表される。ここで、交流電源からの電流 i_d [A]は、交流正弦波電圧 e [V]が直流電圧 v_d より高い期間のみ流入し、 i_d が零となる期間の負荷電流 i_L [A]は C_d から供給される。したがって、 i_d は、電源電圧が直流電圧 v_d より高い期間のみに現れるパルス状の波形となる。

< 及び の解答群 >

- | | | |
|--------------------|------------------------------|------------------------------|
| ア $C_d(i_d - i_L)$ | イ $\frac{1}{C_d}(i_d - i_L)$ | ウ $\frac{1}{C_d(i_d - i_L)}$ |
| エ 電圧抑制 | オ 平滑 | カ 脈動 |

3) この整流回路を応用した直流電源では、 $\frac{\text{出力電圧の最大値と最小値の差}}{\text{$ で定義される電圧の

脈動率を小さくするように設計することが多い。そのためには C_d の容量が大きい方が望ましいが、交流電源から流入するパルス状電流のピーク値が高くなり、入力電圧波形がひずんだり、などの影響が出る。

4) この波形の改善のため、交流電源とダイオードブリッジの間、又はダイオードブリッジと C_d との間に を挿入する場合がある。これにより、通流幅を拡大してピーク値を抑制した電流波形とすることができ、交流電源から負荷側を見た も改善することができる。

< 8 ~ 11 の解答群 >

- | | | | |
|-------------|---------|-------------------|------------|
| ア ダイオード | イ リアクトル | ウ 抵抗 | エ 負荷率 |
| オ 変調率 | カ 力率 | キ 出力電圧の平均値 | ク 電源電圧の実効値 |
| ケ 電源電圧変動率 | | コ 高耐圧のダイオードを必要とする | |
| サ 直流電圧が低下する | | シ 入力側の高調波電流が大きくなる | |

(3) 定格電圧 200V、定格周波数 50Hz、4 極の三相かご形誘導電動機があり、図 2 の簡易 L 形等価回路において、定格運転時の星形一相一次換算の抵抗及びリアクタンスは次のとおりである。なお、ここでは励磁回路の影響は無視する。

$$\text{一次抵抗 } r_1 = 0.0707 [\Omega]、\text{一次漏れリアクタンス } x_1 = 0.172 [\Omega]$$

$$\text{二次抵抗 } r'_2 = 0.0710 [\Omega]、\text{二次漏れリアクタンス } x'_2 = 0.267 [\Omega]$$

この電動機に、回転速度の 2 乗に比例するトルクを要求する負荷をかけ、一次周波数制御を行って運転するものとする。ただし、電動機のすべりは、トルクが一定ならば一次周波数にかかわらず一定とし、また電動機のすべりとトルクの関係は直線で表せる比例関係範囲にあるものとする。

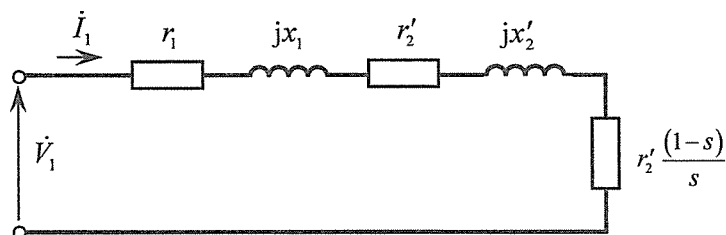


図 2 三相かご形誘導電動機の簡易 L 形等価回路

1) この電動機を、定格電圧及び定格周波数で運転したときの回転数は 1440 min^{-1} であった。

したがって、このときの電動機のすべり s_1 は、 [%] である。

また、一次負荷電流 I_1 は $60.86 [\text{A}]$ と計算されるので、二次入力 P_2 は [kW] となり、トルク T は [N·m] となる。

2) この電動機を、回転速度 1200 min^{-1} で運転すると、負荷が要求するトルク T_L は [N·m]

となる。題意より、トルクとすべりは比例関係にあることから、このときのすべり s_2 は 2.78% となるので、インバータの出力周波数は [Hz] となる。

(表紙からの続き)

II 解答上の注意

1. 問題の解答は、該当欄にマークすること。
2. 、 などは、解答群の字句、数値、式、図などから当てはまる記号「ア、イ、ウ、エ、オ・・・」を選択し、該当欄のその記号を塗りつぶすこと。
3. 、 などは、計算結果などの数値を解答する設問である。a,b,c,d などのアルファベットごとに該当する数字「0,1,2,3,4,5,6,7,8,9」(ただし、aは0以外とする)を塗りつぶすこと。

また、計算を伴う解答の場合は次の (1) ~ (3) によること。

- (1) 解答は解答すべき数値の最小位の一つ下の位で四捨五入すること。

このとき、解答すべき数値の計算過程においても、すべて最小位よりも一つ下の位まで計算し、最後に四捨五入すること。

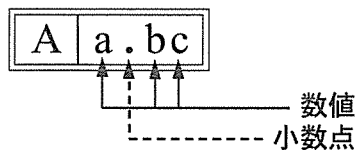
- (2) 既に解答した数値を用いて次の問題以降の計算を行う場合も、必要に応じて四捨五入後の数値ではなく、四捨五入前の数値を用いて計算することなど、(1) の計算条件を満足すること。

- (3) 問題文中で与えられる数値は、記載してある位以降は「0」として扱い、「解答は解答すべき数値の最小位の一つ下の位で四捨五入すること。」を満足しているものとする。

例えば、2.1 kg の 2.1 は、2.100... と考える。特に円周率などの場合、実際は $\pi = 3.1415...$ であるが、 $\pi = 3.14$ で与えられた場合は、3.1400... として計算すること。

「解答例 1」

(設問)



(計算結果)

6.827...
↓ 四捨五入
6.83

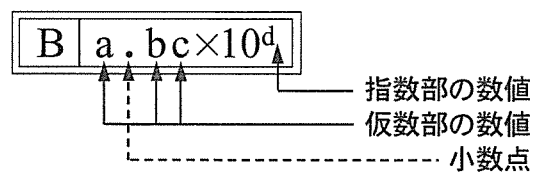
(解答)

「6.83」に
マークする ⇒

A				
	a	.	b	c
0			0	0
1			1	1
2			2	2
3			3	●
4			4	4
5			5	5
6			6	6
7			7	7
8			8	●
9			9	9

「解答例 2」

(設問)



(計算結果)

9.183×10^2
↓ 四捨五入
 9.18×10^2

(解答)

「 9.18×10^2 」に
マークする ⇒

B						
	a	.	b	c	×10	d
0			0	0		0
1			1	1		1
2			2	2		●
3			3	3		3
4			4	4		4
5			5	5		5
6			6	6		6
7			7	7		7
8			8	●		8
9			9	9		9