

- 1 図のように、2本の電線が離隔距離 d [m] で平行に取り付けてある。両電線に直流電流 I [A] が図に示す方向に流れている場合、これらの電線間に働く電磁力は。

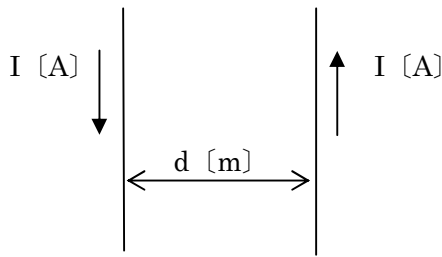


図15-1

解説

一般に電線に電流を流すとその電線の回りに磁界が発生する。電線を2本平行に置いた場合は、各々の電線に流れる電流の大きさに応じて、その電線の回りに磁界が発生し、たがいの電線が互いの発生する磁界に影響されてその電線間に力が働く。

2本の電線間に働く力 F [$\overset{\text{ニュートン}}{\text{N}}$] の大きさは各々の電線の電流 I_1 、 I_2 の積に比例し、電線間の離隔距離 d に反比例する。

$$F \propto \frac{I_1 \times I_2}{d} \quad \text{と、表わせる。} \quad (\propto : \text{比例記号})$$

解答

答え イ

- 2 図のような回路で、電流 I [A] は。ただし、電池の内部抵抗は無視する。

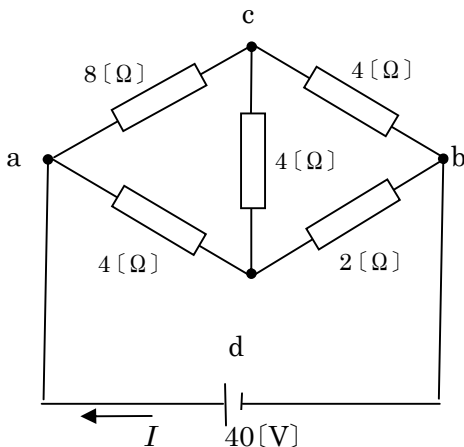


図15-2-1

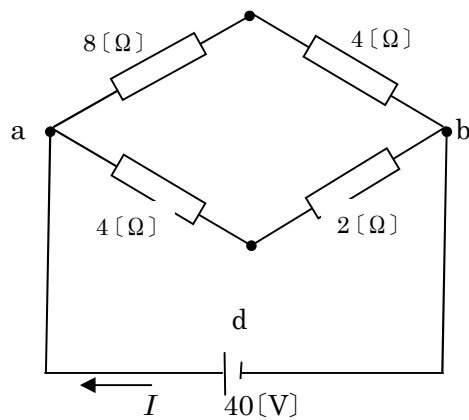


図15-2-2

考え方のポイント

① 題意の図15-2-1の四辺形の各辺の抵抗値の値を比べてみると、四辺形の上辺の各々の抵抗値を R_{ac} , R_{cb} および下辺の各々の抵抗値を R_{ad} , R_{db} とすると、

$$\text{四辺形の上辺の各々の抵抗値} \quad R_{ac} : R_{cb} = 8 [\Omega] : 4 [\Omega] = 2 : 1$$

$$\text{四辺形の下辺の各々の抵抗値} \quad R_{ad} : R_{db} = 4 [\Omega] : 2 [\Omega] = 2 : 1$$

となる。したがって、各抵抗値に加わる電圧はその抵抗値の大きさに比例して加わるから、四辺形の上辺の各々の抵抗値の両端の電圧 V_{ac} , V_{cb} は

$$V_{ac} : V_{cb} = R_{ac} : R_{cb} = 8 [\Omega] : 4 [\Omega] = 2 : 1$$

四辺形の下辺の各々の抵抗値の両端の電圧 V_{ad} , V_{db} は

$$V_{ad} : V_{db} = R_{ad} : R_{db} = 4 [\Omega] : 2 [\Omega] = 2 : 1$$

つまり、c点とd点の電圧（電位）同じとなる。

と言うことは、c点とd点の電位は同じであるためc点からd点（あるいはd点からc点）へは電流は流れない。電流が流れない回路にどんな抵抗値があっても他の回路には影響されない。

このような状態の回路を書き換えると図15-2-2のようになる。

② 題意の全電流 I の流れの考え方。

A : 四辺形の上辺の抵抗に流れる電流値と下辺の抵抗に流れる電流値を合成（足し算）する方法。

B : 全電流 I を求めるのであるから、全部の抵抗値（合成抵抗）で全電圧を割る方法。

解 答

上記 **解 説** の② A による方法

$$\text{図15-2-2から、上辺の電流 } I_{acb} = \frac{40[V]}{8+4 [\Omega]} = \frac{40}{12}$$

$$\text{下辺の電流 } I_{adb} = \frac{40[V]}{4+2[\Omega]} = \frac{40}{6}$$

よって題意の全電流 I は $I = I_{acb} + I_{adb}$

$$I = \frac{40}{12} + \frac{40}{6} = \frac{40}{12} + \frac{80}{12} = \frac{40+80}{12} = \frac{120}{12} = 10 [A]$$

答え = 10 [A]

解 答

上記 **解 説** の② Bによる方法

図15-2-2の回路の接続点aとbの間の合成抵抗値 R_{ab} を求める。

上辺は2個の抵抗値の直列接続なので $8 + 4 = 12 [\Omega]$

下辺も2個の抵抗値の直列接続なので $6 + 2 = 8 [\Omega]$

合成抵抗 R_{ab} は上辺の抵抗値と下辺の抵抗値の並列接続であるから、

$$R_{ab} = \frac{12 \times 6}{12 + 6} = \frac{72}{18} = 4 [\Omega]$$

$$I = \frac{V}{R_{ab}} = \frac{40}{4} = 10 \text{ [A]}$$

答え = 10 [A]

3 図のような交流回路で、電源電圧 E の値 [V] は。

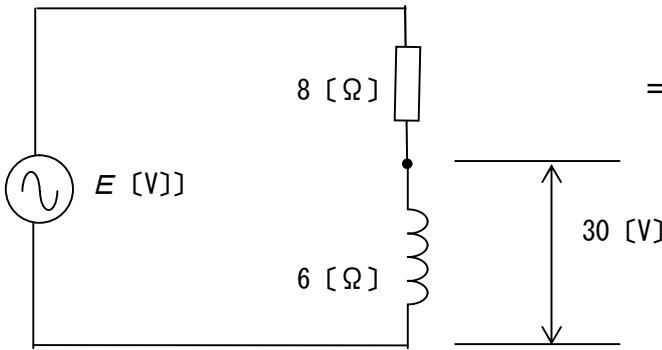


図15-3-1

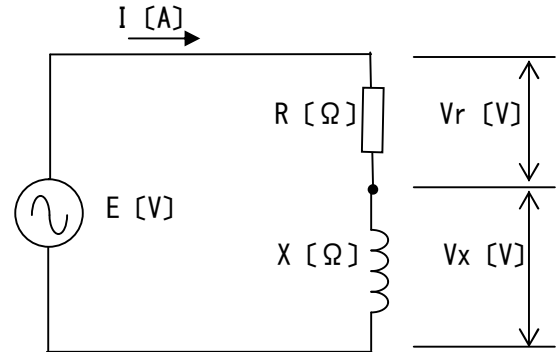


図15-3-2

考え方のポイント

この問題は1部分の電圧から全体の電圧を類推するものである。

題意の図15-3-1を一般的な考えで説明するため図15-3-2のように書きなおしてみる。

この問題は抵抗 R とリアクタンス X [Ω] の直列に接続した回路に電圧 E [V] を加えたときに全体の電流 I [A] とインピーダンス Z [Ω] の関係を調べることです。

その方法として、下記のように2通りが考えられます。

考え方 その1

- ① R と X の直列回路なので、全体の電流 I [A] は抵抗 R にもリアクタンス X [Ω] にも同じ値の電流 I [A] が流れる。
- ② 図15-3-1のリアクタンス X [Ω] (=6 [Ω]) とその両端に加わる電圧 V_x [V] (=30 [V]) からリアクタンス X [Ω] の電流 (=全体の電流 I) [A] は

$$I = \frac{V_x \text{ [V]}}{X \text{ [Ω]}} = \frac{30 \text{ [V]}}{6 \text{ [Ω]}} = 5 \text{ [A]}$$

- ③ 次に、抵抗 R (=8 [Ω]) の両端に加わる電圧 V_r [V] とそこに流れる電流 I [A] の関係は

$$V_r = I \times R = 5 \text{ [A]} \times 8 \text{ [Ω]} = 40 \text{ [V]}$$

- ④ 題意の全体の電圧 E [V] と抵抗 R およびリアクタンス X に加わるそれぞれの電圧

電圧 V_r [V] , V_x [V] との関係は、 $\dot{E} = \dot{V}_r + \dot{V}_x$ つまり ベクトル和であるから

$$E^2 = V_r^2 + V_x^2 \quad E = \sqrt{V_r^2 + V_x^2} \text{ [V]} = \sqrt{40^2 + 30^2} = \sqrt{1600 + 900} = \sqrt{2500}$$

$$= \sqrt{50^2} = 50 \text{ [V]}$$

答え □ 50 [V]

考え方 その2

① 抵抗 R とリアクタンス X [Ω] の関係からインピーダンス Z [Ω] を計算する方法。

抵抗 R とリアクタンス X [Ω] およびインピーダンス Z [Ω] との関係は

$$\dot{Z} = \dot{R} + \dot{X} \quad \text{つまり ベクトル和であるから}$$

$$Z^2 = R^2 + X^2 \quad Z = \sqrt{R^2 + X^2} \text{ [Ω]} = \sqrt{8^2 + 6^2} = \sqrt{64 + 36} = \sqrt{100} = 10 \text{ [Ω]}$$

② 全体の電流 I [A] とインピーダンス Z [Ω] から全体の電圧 V [V] を求めると

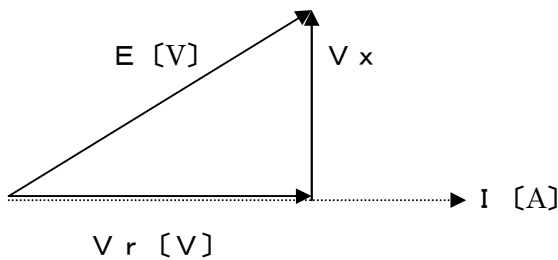
$$V = I \text{ [A]} \times Z \text{ [Ω]} \quad (\text{Iは上記**考え方** その1の②より } I = 5 \text{ [A]})$$

$$= 5 \text{ [A]} \times 10 \text{ [Ω]} = 50 \text{ [V]}$$

答え □ 50 [V]

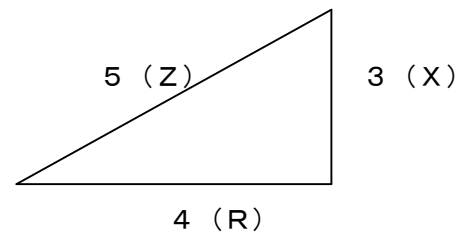
考え方 その3

上記の考え方を下図のようにベクトル図で表すことが出来る。この方法を用いるとほとんど暗算で出来る場合が多いので、慣れるようにしよう。



電圧関係で表したベクトルズ

(I が共通なので横軸基準とした)



インピーダンス関係で表したベクトルズ

Rは横軸にとりXを縦軸とするとZは斜辺となる。つまり、

$Z^2 = R^2 + X^2$ の関係になる。 数学的には三平方の定理というが、電気回路では

3, 4, 5のインピーダンス三角形という。(3と4とは入れ替わっても成り立つ)

3, 4, 5のそれぞれの倍数の比率関係でも成り立つ。

(例 8, 6, 10 或は 80, 60, 100)

インピーダンス三角形の関係を使って計算式を経ずに、暗算で解いてみる。

X=6の部分の電圧が30 [V] で、R=8 [Ω] の部分の電圧は3, 4, 5の関係から

40 [V] となり、全体の電圧Eは3, 4, 5の関係から50 [V] となる。

(交流回路の計算を扱う時はこのインピーダンス三角形をフルに使いこなせる様に)

4 図のような交流回路で、スイッチSを閉じる前と閉じた後の電流計①の指示値の差 [A] はおよそ。

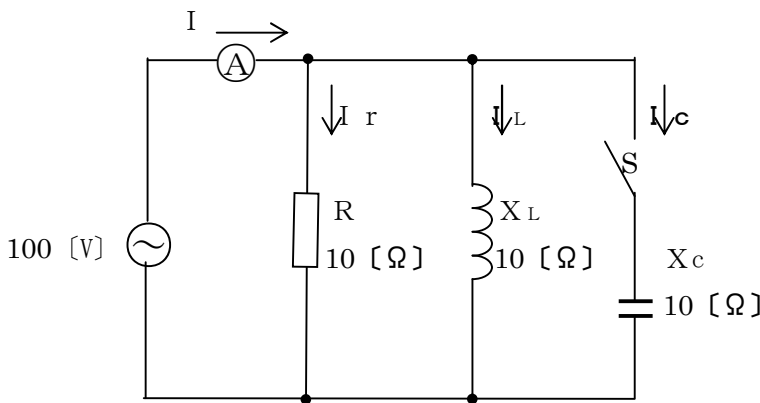


図15-4-1

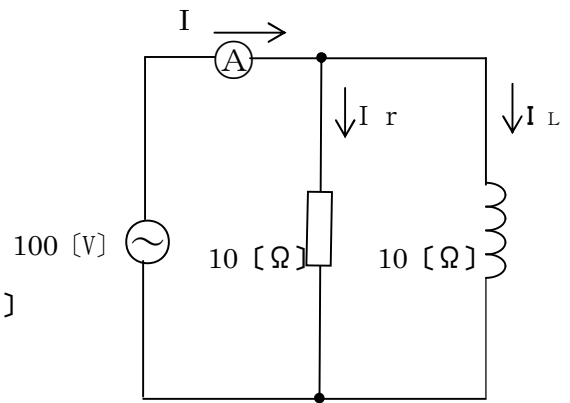


図15-4-2

考え方のポイント

- ① この問題はスイッチSが「開」の場合と「閉」の場合で、電気回路がどの様になるかである。
この場合は
 スイッチSが「開」で : コンデンサー回路に電流が流れないので図15-4-2の様にかえられる。したがって、RとXの並列接続回路として考える。
 スイッチSが「閉」で : コンデンサー回路にも電流が流れ、R、XL、XCの並列接続回路として考える。
- ② 題意の合成電流を計算するため、図15-4-1および図15-4-2の回路でR、XL、XCの並列接続の合成インピーダンスZを計算し、電源電圧を合成インピーダンスZで割る。
- ③ 上記①の考え方を下図のようにベクトル図で表すことが出来る。この方法を用いるとほとんど暗算で出せる場合が多いので、慣れるようにしよう。

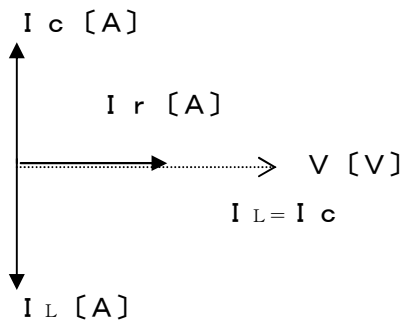
A) スイッチSが「閉」の場合 (R、XL、XCの並列接続回路)

XLの電流 ILは印加電圧に対して90° 遅れ電流である

XCの電流 Icは印加電圧に対して90° 進み電流である

したがって、ILとIcは大きさが同じで電流の方向が反対なのでILとIcは打ち消される。

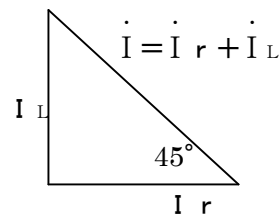
⇒ 電源から見るとRにのみ作用されて電流が流れる現象と同じになる。



スイッチSが「閉」の場合

電流関係で表したベクトルズ

(Vが共通なので横軸基準とした)



スイッチSが「開」の場合

電流関係で表したベクトルズ

Ir = ILなのでIはIrの√2倍(1.41倍)

解 答 その1

① スイッチSが「開」 (図15-4-2の回路)

全体の電流 I [A]、抵抗 R に流れる電流を I_r [A]、誘導性リアクタンス X_L に流れる電流を I_L [A] とすると I は I_r と I_L のベクトルの合成したものであるので

$$\dot{I} = \dot{I}_r + \dot{I}_L \quad \Rightarrow \quad I^2 = I_r^2 + I_L^2 \quad \text{の式を使う}$$

$$I_r = \frac{V \text{ [V]}}{R \text{ [\Omega]}} = \frac{100 \text{ [V]}}{10 \text{ [\Omega]}} = 10 \text{ [A]} \quad I_L = \frac{V \text{ [V]}}{X_L \text{ [\Omega]}} = \frac{100 \text{ [V]}}{10 \text{ [\Omega]}} = 10 \text{ [A]}$$

ゆえに $I^2 = I_r^2 + I_L^2 = 10^2 + 10^2 = 10^2 \times 2 = 100 \times 2$

$$\therefore I = \sqrt{100 \times 2} = \sqrt{100} \times \sqrt{2} = 10 \times \sqrt{2} = 10 \times 1.41 = 14.1 \text{ [A]}$$

② スイッチSが「閉」 (図15-4-1の回路)

全体の電流 I [A] は I_r と I_L と I_c のベクトル合成したものであるので、上記 **考え方のポイント**

③ のベクトル図 (左) より

$$\dot{I} = \dot{I}_r + \dot{I}_L + \dot{I}_c \quad \Rightarrow \quad I^2 = I_r^2 + (I_L - I_c)^2 \quad \text{の式を使う}$$

ここに $I_L = I_c$ であるから、上式は $I_L - I_c = 0$ となり

$$I^2 = I_r^2 \quad \Rightarrow \quad I = I_r = 10 \text{ [A]}$$

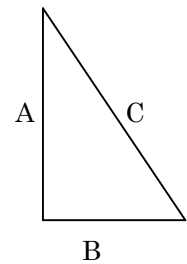
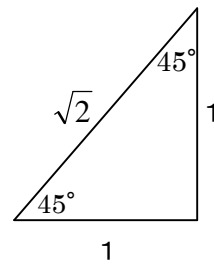
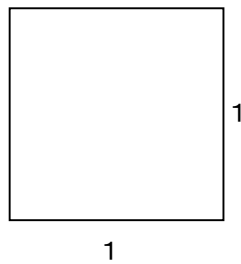
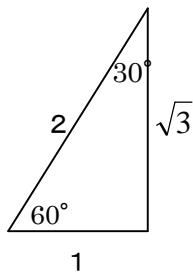
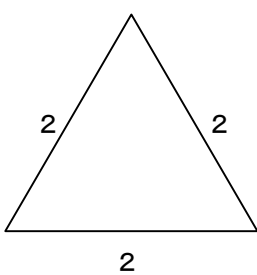
題意のスイッチSの「開」「閉」前後の電流差は

スイッチSの「開」時 14.1 [A]、 スイッチSの「閉」時 10 [A]

答え イ 4.1 [A]

(交流回路の計算を扱う時はこのベクトル図をフルに使いこなせる様に)

参考資料 特殊な三角形の特徴 (各辺の大きさおよび比率)



$$\sqrt{3} = 1.73$$

$$\sqrt{2} = 1.41$$

$$C^2 = A^2 + B^2$$

斜辺² = 底辺² + 垂線²

(三平方の定理)

直角三角形において、A : B が 3 : 4 のとき C は 5 となる (3と4入れ替わってもよい。3及び4の倍数なる時 C は 5 の倍数となる) 直角三角形の3,4,5の関係と言う。

(交流回路の計算を扱う時は 3, 4, 5 の関係を使うと便利です)

5 単相交流回路において、消費電力120 [KW]、力率80 [%] の負荷の無効電力 [kVar] は。

考え方のポイント

この問題は、皮相電力S [VA]、有効電力P [W]、無効電力Q [Var] の関係を問う内容と力率と無効率の関係を問う内容である。また、述語の使い分けを理解しているか？

(例 : 消費電力=有効電力=電力

: 力率=有効率 (=有効力率) = $\cos \theta$ との表現に切りかえられる)

: 無効率 (=無効力率) = $\sin \theta$ との表現に切りかえられる)

① 電力の関係

$$: (\text{皮相電力})^2 = (\text{有効電力})^2 + (\text{無効電力})^2 \quad S^2 = P^2 + Q^2$$

② 力率、無効率の関係

$$: (\text{有効率})^2 + (\text{無効率})^2 = 1 \quad : (\cos \theta)^2 + (\sin \theta)^2 = 1$$

$$\Rightarrow \cos \theta = \sqrt{1 - \sin^2} \quad \Rightarrow \sin \theta = \sqrt{1 - \cos^2}$$

$$: \cos \theta = 0.8 \text{ のとき } \sin \theta = 0.6 \quad \cos \theta = 0.6 \text{ のとき } \sin \theta = 0.8$$

$$\cos \theta = 1 \text{ (力率100\%)} \text{ のとき } \sin \theta = 0$$

③ 電力と力率の関係

$$\text{有効電力} = \text{皮相電力} \times \text{力率} \quad P [W] = S [VA] \times [\cos \theta]$$

$$\text{無効電力} = \text{皮相電力} \times \text{無効率} \quad Q [Var] = S [VA] \times [\sin \theta]$$

解 答

① 題意の無効電力を出すために、消費電力 (=有効電力) と力率から皮相電力を導く。

② 無効電力を出すために、無効率を力率からだし、皮相電力と無効率から無効電力を導く。

$$\text{消費電力 } P = \text{皮相電力 } S \times \cos \theta \quad \Rightarrow \quad S = \frac{P}{\cos \theta} = \frac{120 [KW]}{0.8} = 150 [KVA]$$

$$\text{無効率 } \sin \theta \quad \Rightarrow \quad \sin \theta = \sqrt{1 - \cos^2} = \sqrt{1 - 0.8^2} = 0.6$$

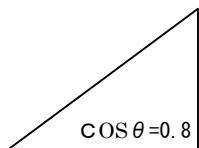
$$\text{無効電力 } Q = \text{皮相電力 } S \times \sin \theta \quad \Rightarrow \quad \text{無効電力 } Q = 150 [KVA] \times 0.6 = 90 [KVar]$$

答え ハ 90 [KVar]

(交流回路の計算を扱う時は $\cos \theta = 0.8$ のとき $\sin \theta = 0.6$

$\cos \theta = 0.6$ のとき $\sin \theta = 0.8$ の関係を使うと便利です)

3, 4, 5の三角形を使うと題意の各要素は、ほぼ暗算で求められる



P=120 [KW]

$$\cos \theta = 0.8 \text{ のとき } \sin \theta = 0.6$$

⇒ 有効電力分 (底辺) : 無効電力分 (垂線) が 0.8 : 0.6 なので皮相電力分は 1

つまり P = 120 [KW] : Q = 90 [KVar] : S = 150 [KVA] と暗算で出きる。

6 図のような線間電圧210[V]の三相交流回路で、線電流Iの値[A]はおよそ。
 ただし、各相の抵抗 $R=8[\Omega]$ 、リアクタンス $X=6[\Omega]$ とする。

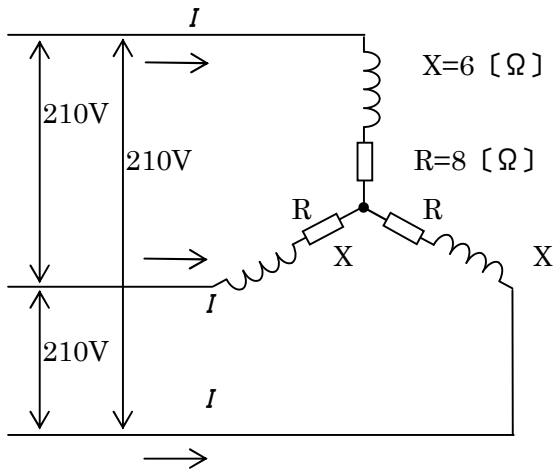


図15-6-1

⇒

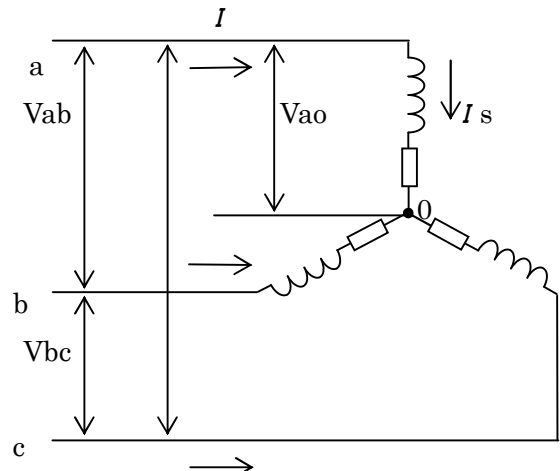


図15-6-2

考え方のポイント

- この問題は、三相回路のY, Δ結線の回路における、それぞれの線電流と相電流及び線間電圧と相電圧の大小関係の理解度を問うている。
- 三相回路は各相平衡負荷であるため、考え方、計算方法は1相のみで計算し三相回路の結線方法に応じ、題意に照らして換算するとよい。

① スター（Y）結線の電圧・電流の関係

図15-6-2からa相のみについて考察すると

$$\text{線間電圧 } V_{ab} = \sqrt{3} \times V_{ao} \quad , \quad I = I_s \quad \sqrt{3} = 1.73$$

- ② 1相の電流を求めるには、1相の電圧を1相のインピーダンスで割る。
- ③ 1相のインピーダンスを簡単に暗算するには、インピーダンス三角形の3, 4, 5の関係を思い出す(利用する)。

インピーダンス三角形において、 $R : X$ が $3 : 4$ ならば Z は 5 となる。

解 答

① 1相のインピーダンス $Z[\Omega]$ の計算

$$R=8[\Omega], \quad X=6[\Omega] \quad \text{インピーダンス三角形の3, 4, 5関係より} \quad Z=10[\Omega]$$

② 1相の電圧 線間電圧 $V_{ab}=\sqrt{3} \times V_{ao}$ の関係から

$$V_{ao} = \frac{V_{ab}}{\sqrt{3}} = \frac{210}{1.73}$$

③ 1相の電流 $I_s[A]$ の計算 $I_s = \frac{V_{ao}}{Z} = \frac{1.73}{10} = 12.1$

④ 線電流 $I = I_s = 12.1[A]$

7 最大目盛が3 [V]、内部抵抗が30 [KΩ] の電圧計の測定範囲を最大300 [V] に拡大したい。
 必要な倍率器の抵抗値 [KΩ] は。

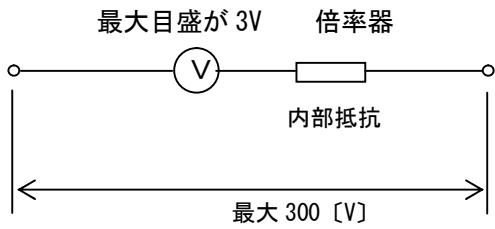


図 15-7-1

⇒

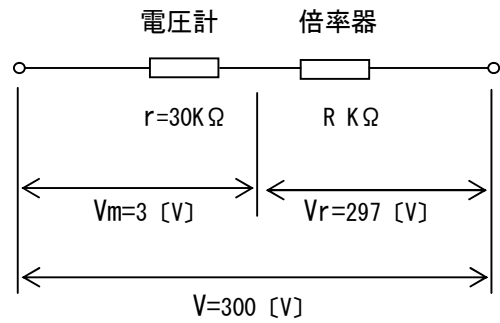


図 15-7-2

考え方のポイント

直流回路において抵抗の直列接続に加わる電圧は、それぞれの抵抗値の大きさに比例して電圧が加わる。
 いわゆる分圧されるのである。

この種の問題のポイントは、それぞれの抵抗値と電圧値の大きさの比例式をつくり、既知数をから部分値を導く。

解 答

図 15-7-2 のように各部の記号をつけて、電圧と抵抗値の比例式を作ると

$V_m : V = r : (r + R)$ この式では計算できないので、分数式比例式に直すと

$\frac{V_m}{V} = \frac{r}{r + R}$ ①式 または $\frac{V_m}{r} = \frac{V}{r + R}$ ②式 で表される。

今、問われているのは、上式の R であるから、R について整理すると、

①式から $V_m \cdot (r + R) = V \cdot r$ $V_m \cdot r + V_m \cdot R = V \cdot r$
 $V_m \cdot R = V \cdot r - V_m \cdot r = r (V - V_m)$

$\therefore R = \frac{r \cdot (V - V_m)}{V_m}$ ③式

③式に与えられた数値を代入すると

ここに $r = 30 \text{ [K}\Omega]$ 、 $V_m = 3 \text{ [V]}$ 、 $V = 300 \text{ [V]}$

$R = \frac{r \cdot (V - V_m)}{V_m} = \frac{30 \cdot (300 - 3)}{3} = 2970 \text{ [K}\Omega]$

答え イ 2970 [KΩ]

解 答 別の理論から

電圧計⓪には3 [V] しかかけられず、内部抵抗は30 [KΩ] なので、電圧計⓪に流せる電流 I は

$I = \frac{3 \text{ [V]}}{30 \times 1000 [\Omega]} = 0.1 \text{ [mA]}$ となる。

一方、倍率器の抵抗値 R [K Ω] で分担すべき電圧 V_r は、印加電圧 V [V] から電圧計で分担する電圧 V_m 差し引けばよい。

すなわち $V_r = V - V_m = 300 - 3 = 297$ [V]

よって、この倍率器の抵抗 R に電流 I ($=0.1$ [mA]) を流すと、その両端の電圧は V_r ($=297$ [V]) であるから

$$V_r = I \cdot R \qquad R = \frac{V_r}{I} = \frac{297 \text{ [V]}}{0.1 \text{ [mA]}} = 2970 \times 1000 = 2970 \text{ [K}\Omega\text{]}$$

答え イ 2970 [K Ω]

8 図1のような単相2線式電路を、図2のように単相3線式電路に変更した場合、線路の損失 [W] はおよそ何ワット減少するか。ただし、負荷は 20 [Ω] の抵抗負荷とし、電線1本当たりの抵抗は 0.1 [Ω] とする。

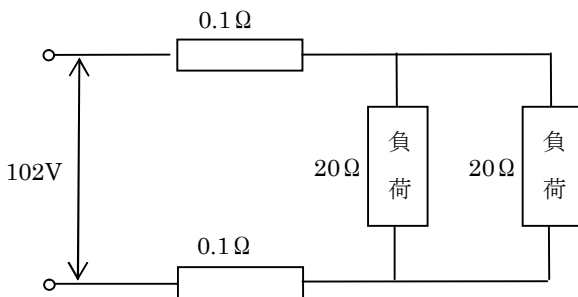


図15-8-1

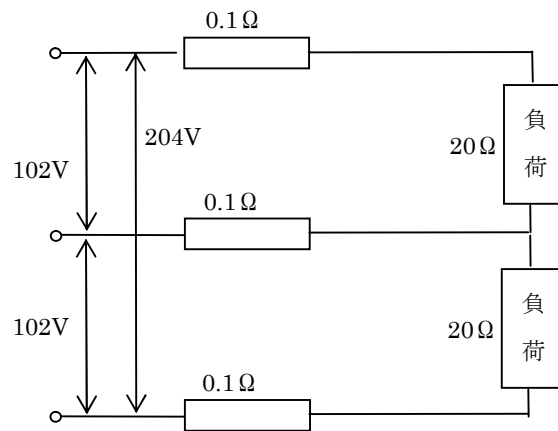


図15-8-2

考え方のポイント

配電線路の電力損失は、電線の抵抗に流れる電流により発生する。したがって、その配線ごとの電力損失を合計すればよい。

ただし、単相3線式配線の中性線には図15-8-2の上側の負荷電流と下側の負荷電流の差が流れるのでそれを間違わないようにしなければならない。

つまり、単相3線式配線の各相の電流の方向を理解している必要がある。

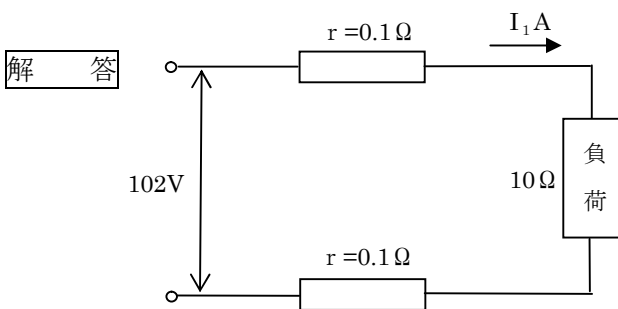


図15-8-3

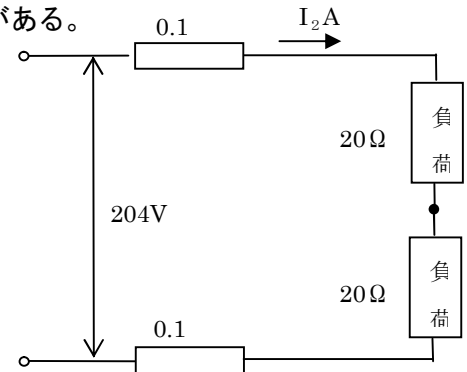


図15-8-4

- ① 単相の場合の電路の電力損失の計算は、図15-8-1は図15-8-3の様に書き換えられるので、線路電流 I_1 [A] は

$$I_1 = \frac{V}{R} = \frac{102}{0.1+10+0.1} = \frac{102}{10.2} = 10 \text{ [A]}$$

電力損失 W_1 [W] は

$$W_1 = 2 I_1^2 r = 2 (10^2 \times 0.1) = 20 \text{ [W]}$$

- ② 単相3線式の場合の電路の電力損失の計算は、図15-8-2は図15-8-4の様に書き換えられる。すなわち、図15-8-2の上側の負荷と下側の負荷が同じ20Ωなので、中性線の電流は0[A]となって図15-8-4のように書き換えられる。

線路電流 I_2 [A] は

$$I_2 = \frac{V}{R} = \frac{204}{0.1+20+20+0.1} = \frac{204}{40.2} \doteq 5.07 \text{ [A]}$$

電力損失 W_2 [W] は

$$W_2 = 2 I_2^2 r = 2 (5.07^2 \times 0.1) = 5.14 \text{ [W]}$$

$$W_2 - W_1 = 20 - 5.14 = 14.9 \text{ [W]}$$

答え ハ 15 [W]

- 9 図のように、三相3線式配電線路に消費電力300 [KW]、遅れ力率80 [%] の負荷が接続され、負荷の端子電圧は6,000 [V] であった。電線1本当たりの抵抗を0.32 [Ω] とすると、この配電線路の損失 [KW] は。

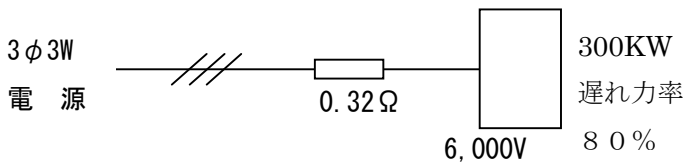


図15-7-1

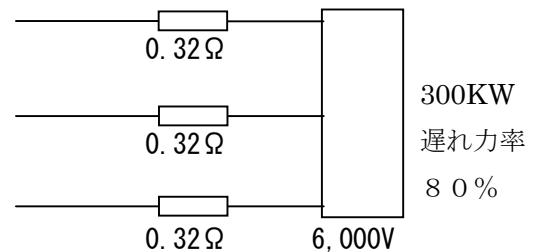


図15-7-2

考え方のポイント

配電方式による配電線路の電力損失の考え方と、三相電力の電圧、電流、力率との関係を理解の理解度の問題。

- ① 配電方式には、単相2線式、単相3線式、三相3線式、三相4線式等があるが、その配電方式によって、配電線の抵抗による電圧降下及びそれによる電力損失がそれぞれ異なるため、その電流の流れ方と大きさを理解すれば、簡単なオームの法則で解ける。
また、各配電方式による電圧降下あるいは電力損失の公式があるので、それを暗記しておれば適用出来る。

- ② 下記に配電線における電圧降下および電力損失の一般式を示すので、式の意味を理解し自分でその式を誘導して作れるようになればベストである。式の結果だけを暗記するのもよい。

1線の電圧降下: V_d [V], 線路電流: I [A], 負荷力率: $\cos \phi$

1線の電線の抵抗： r [Ω], リアクタンス： χ [Ω] 配電線の電力損失： W [W], とすると

A：電圧降下

① 単相2線式 の場合

$$V_{d2} = 2 I (r \cdot \cos\phi + \chi \cdot \sin\phi) \quad [V]$$

② 3相3線式 の場合

$$V_{d3} = \sqrt{3} I (r \cdot \cos\phi + \chi \cdot \sin\phi) \quad [V]$$

B：電力損失

① 単相2線式 の場合

$$W_2 = 2 I^2 \cdot r \quad [W]$$

② 3相3線式 の場合

$$W_3 = 3 I^2 \cdot r \quad [W]$$

C： $\cos\phi$ 力率（有効率）と $\sin\phi$ 無効率 の関係

$$(\cos\phi)^2 + (\sin\phi)^2 = 1 \quad \text{あるいは} \quad \sin\phi = \sqrt{1 - (\cos\phi)^2}$$

特別な数値の場合（問題にはよく使われる値）

$$\cos\phi = 0.8 \quad \text{のとき} \quad \sin\phi = 0.6 \quad \cos\phi = 0.6 \quad \text{のとき} \quad \sin\phi = 0.8 \quad \text{となる}$$

D：三相3線式の電力 P_3 （消費電力）の一般式は

$$P_3 = \sqrt{3} V I \cos\phi \quad [W]$$

解 答

三相3線式配線であるため、配電線の電力損失の式 $W_3 = 3 I^2 \cdot r$ [W] の式を使う

そのため、負荷電流 I を電力の式（消費電力） $P_3 = \sqrt{3} V I \cos\phi$ [W] から変形して計算する。

$$I = \frac{P_3}{\sqrt{3} V \cos\phi} = \frac{300 \times 1000}{\sqrt{3} \times 6000 \times 0.8} = \frac{300 \times 1000}{\sqrt{3} \times 4800} = \frac{3 \times 1000}{\sqrt{3} \times 48} \quad [A] \quad (1000 \text{ は電力が kW})$$

表示を W に換算した

3相3線式 の配電線の電力損失の式より

$$W_3 = 3 I^2 \cdot r \quad [W]$$

$$= 3 \times \left(\frac{3 \times 1000}{\sqrt{3} \times 48} \right)^2 \times 0.32 = 3 \times \frac{3^2 \times 1000^2}{3 \times 48^2} \times 0.32 \quad [W]$$

$$= 1.25 \quad [kW]$$

答え ハ 1.25 [kW]

10 図のような単相3線式電路で、電流 \dot{i}_A の大きさは20 [A]、電流 \dot{i}_B の大きさは20 [A]、負荷Aの力率は100 [%]、負荷Bの力率は50 [%] (遅れ) である、電流 \dot{i}_A 、電流 \dot{i}_B 及び中性線に流れる電流 \dot{i}_N のベクトル図として、正しいものは。

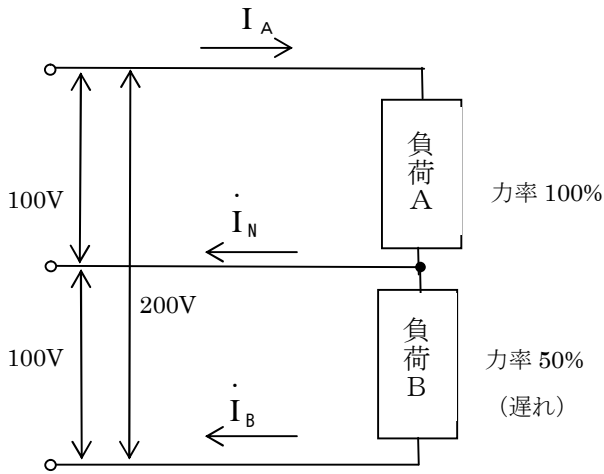


図15-10-1

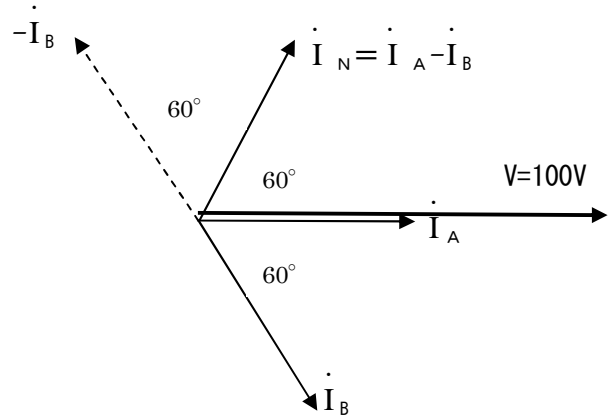


図15-10-2

考え方のポイント

単相3線式配線の各電線の電流と方向は 図15-10-1 で示す方向となる。ただし、 \dot{i}_N の大きさは \dot{i}_A と \dot{i}_B の差になる。

これをベクトル表示すると 図15-10-2 よう表わせる。

\dot{i}_B は \dot{i}_A と大きさは同じで50 [%] (遅れ) つまり $0.5 = \cos 60^\circ$ 遅れである。

$\dot{i}_N = \dot{i}_A - \dot{i}_B = \dot{i}_A + (-\dot{i}_B)$ となる。

解 答

答え ニ

11 図のような三相3線式配電線路で、電線1本あたりの抵抗を r [Ω]、リアクタンスを χ [Ω]、電路に流れる電流を I [A] とするとき、電圧降下 ($V_s - V_r$) の近似値 [V] を示す式は。ただし、負荷力率電流 $\cos \theta > 0.8$ で、遅れ力率であるとする。

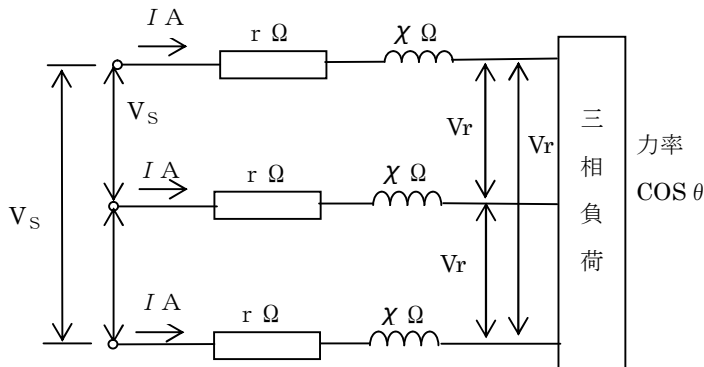


図15-11-1

考え方のポイント

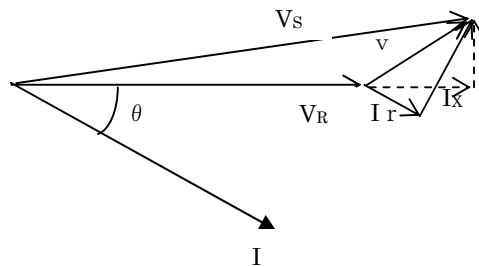
三相3線式配線の線路の電圧降下の式は複雑である。
 本来は、ベクトル図から導き示されるのであるが結果の式だけを暗記しよう。
 単相2線式電圧降下の公式とセットで暗記するほうがよい。

- ① 単相2線式電圧降下 V_{2d} $V_{2d} = 2I (r \cos \theta + \chi \cdot \sin \theta)$
- ② 三相3線式電圧降下 V_{3d} $V_{3d} = \sqrt{3} I (r \cdot \cos \theta + \chi \cdot \sin \theta)$

解 答

答え イ

参 考



12 図に示す高圧需要家の受電点A点から見た電源側の百分率インピーダンス%Zは10〔MVA〕基準でいくらか。
 ただし、配電用変電所の変圧器の%Zは30〔MVA〕基準で21〔%〕、変電所から電源側及び高圧配電線の%Zは10〔MVA〕基準でそれぞれ2〔%〕及び3〔%〕とする。

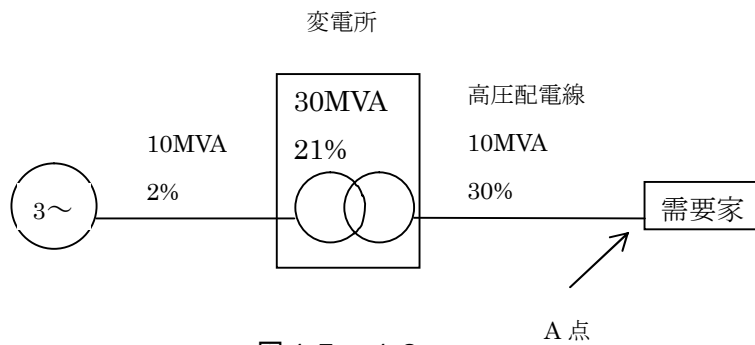


図15-12

解 説

- ① 三相短絡電流 I_s : 配電線等で三相短絡した場合に流れる電流。通常単位は〔KA〕で表す。
- ② 三相短絡容量 P_s : 三相短絡電流が流れた時の容量。通常単位は〔MVA〕で表す。

$$P_s = \sqrt{3} V \cdot I_s \quad [VA] \quad V : \text{定格電圧} [V]$$

$$\text{または、} P_s = \text{基準容量} [MVA] \times \frac{100}{\%Z} \quad [MVA]$$

基準容量は10〔MVA〕とする。

- ③ パーセントインピーダンス%Z

$$\%Z = \frac{Z \cdot I_n}{V} \times 100 \quad [\%] \quad Z : \text{回路の電源側のインピーダンス}$$

④ 定格容量 P_n : $P_n = \sqrt{3} V \cdot I_n$ [VA] [VA]

⑤ 定格電流 I_n : $I_n = \frac{P_n}{\sqrt{3}V}$ [A]

⑥ 三相短絡電流 I_s : $I_s = \frac{100}{\%Z} \cdot I_n$ [A]

⑦ %Zの換算

$$\text{基準容量ベースの}\%Z = \%Z' \times \frac{\text{基準容量}}{\text{容量}}$$

⑧ 合成パーセントインピーダンス%Z

配電線路のパーセントインピーダンス%Z₁、 基準容量P₁

変圧器のパーセントインピーダンス%Z₂、 基準容量P₂

送電線路のパーセントインピーダンス%Z₃、 基準容量P₃ とすると

イ 基準容量が等しい場合 $\%Z = \%Z_1 + \%Z_2 + \%Z_3$

ロ 基準容量が異なる場合

$$\%Z = \%Z_1 + \frac{P_1}{P_2} \times \%Z_2 + \frac{P_1}{P_3} \times \%Z_3$$

解 答

A点から電源側の合成パーセントインピーダンス%Zは上記⑧より

$$\begin{aligned} \%Z &= \%Z_a + \%Z_b + \%Z_c \\ &= 3\% + \frac{10}{30} \times 21\% + 2\% = 12 \quad [\%] \end{aligned}$$

答え ニ 26 [%]

13 負荷電圧6600 [V]、負荷電流50 [A]、遅れ力率60 [%]の三相負荷がある。
負荷端において力率を80 [%]に改善した場合、線路に流れる電流 [A]は。
ただし、負荷電圧及び消費電力は変わらないものとする。

考 え 方 ・ **解 答**

三相電力P [W]の一般式は

$$P = \sqrt{3} V I \cos \theta \quad \text{であるから}$$

力率60 [%]時における三相電力P [W]は

$$P = \sqrt{3} V I_6 \cos \theta_6 = \sqrt{3} \cdot 6600 \cdot 50 \cdot 0.6$$

力率80 [%]時においても三相電力P [W]は変わらないので、その時の電流I₈は

$$I_8 = \frac{P}{\sqrt{3} V \cos \theta_8} = \frac{\sqrt{3} \cdot 6600 \cdot 50 \cdot 0.6}{\sqrt{3} \cdot 6600 \cdot 0.8} = 37.5 \quad [\text{A}]$$

答え ハ 37.5 [A]

14 照明用光源のうち、光源の効率〔lm/W〕が最も高いものは。

参 考

照明器具（光源）による発光効率値

高圧ナトリウムランプ	110～120〔lm/W〕
水銀ランプ	80～100〔lm/W〕
蛍光ランプ	40～75〔lm/W〕
ハロゲンランプ	21～22〔lm/W〕
白熱電球	7～14〔lm/W〕

解 説

- ① 高圧ナトリウムランプ
：管内にナトリウムガスとアルゴンガスを混合し、ガス圧を高圧に封入してある。
：黄橙色（だいだい色）の単色光で、発光効率は最も高く道路照明やトンネルの照明に多く用いられる。
- ② 水銀ランプ
：ランプ内に封入する水銀蒸気の圧力により、高圧（1気圧程度）、低圧水銀ランプ及び超高压水銀ランプがある。
- ③ 蛍光ランプ
：一般的光源であるが、最近では電子式安定器（インバータ）にて高周波（10,000Hz以上）とし発光効率が従来の2～3となっているものも多く普及している。

解 答

答え ロ 高圧ナトリウムランプ

15 定格電圧100〔V〕、定格消費電力1〔KW〕の電熱を、電源電圧90〔V〕で10分間使用したときの発生熱量〔KJ〕は。
ただし、電熱器の温度による抵抗の変化は無視するものとする。

解 説

- ① 電力量と熱量の関係の基本式を暗記しなければならない。
 $1 \text{ [KWh]} = 860 \text{ [Kcal]} = 3600 \text{ [KJ]}$
 $1 \text{ [cal]} = 4.18 \text{ [J]}$
- ② 消費電力Pと電圧Vの関係が必要になる。
 $P = V I \cos \theta \text{ [W]}$ ただし、本問では $\cos \theta = 1$ （抵抗のみ） または、
 $P = \frac{V^2}{R} \text{ [W]}$ または $P = I^2 R \text{ [W]}$

解 答

定格電圧100 [V]、定格1 [KW] の条件により、電熱器の抵抗を求める。

$$P_1 = \frac{V^2}{R} \text{ [W]} \quad \text{より } R = \frac{V^2}{P} = \frac{100 \times 100}{1000} = 10 \text{ [}\Omega\text{]}$$

上式から、消費電力は電圧の2乗に比例するため定格電圧100 [V] が90 [V] に変化した場合消費電力 P_{90} [KW] は、 $(0.9)^2$ 倍、すなわち0.81倍となる。

$$P_{90} = 1 \text{ [KW]} \times 0.81 = 0.810 \text{ [KW]}$$

一方0.810 [KW] の電熱器を10分 ($= \frac{10}{60}$ 時間) 使用したのでその発熱量は、

$$0.810 \text{ [KW]} \times \frac{10}{60} \text{ [h]}$$

1 [KWh] で **3600 [KJ]** であるから

$$0.810 \text{ [KW]} \times \frac{10}{60} \text{ [h]} \quad \text{で } \mathbf{C \text{ [KJ]}}$$

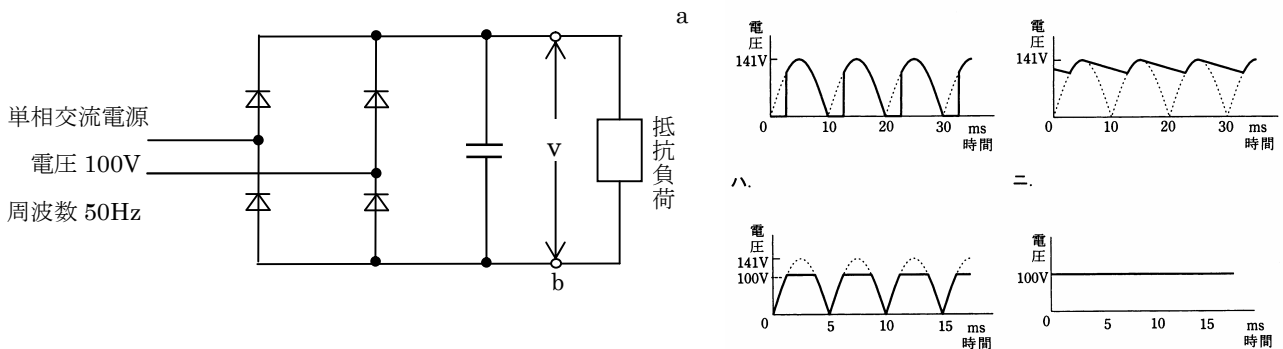
ゆえに、

$$C = 3600 \text{ [KJ]} \times 0.810 \text{ [KW]} \times \frac{10}{60} \text{ [h]} = 486 \text{ [KJ]}$$

答え ハ 486 [KJ]

16 図の整流回路において、端子 a-b 間の電圧 v の波形は。

ただし、単相交流電源は電圧100 [V]、周波数50 [Hz] とする。



解説

- ① 本問の回路は、基本的には整流器が4つなので全波整流回路となり、上図のイ図、ロ図またはハ図の点線で示す波形になるが、抵抗負荷と並列にコンデンサCの接続により、このCにチャージされた電圧が20~30 [ms] の間に放電され、負荷に電圧が印加される。
- ③ 電圧の大きさは、正弦波交流の最大値が整流されるため、整流波形の最大値も実効値の1.41倍の電圧が整流波形となる。

解答

答え ロ

17 電気機器の絶縁材料は、JISにより電気製品の絶縁耐熱クラスごとに許容最高温度〔℃〕が定められている。耐熱クラスB, E, F, Hのなかで、許容最高温度の最も高いものは。

解 説

絶縁材料の種別と最高許容温度

種 別	許容最高温度〔℃〕	主 な 絶 縁 材 材 料
Y	90	木綿、絹、ケー四、紙、ポリエチレン、ピニル
A	105	Y種絶縁材料をワニス類または油で含浸したもの
E	120	ポリビニルホルマール、コンパウンド、エポキシ樹脂
B	130	マイカ、石綿、アスベスト、ガラス繊維、各種ガラス
F	155	B種絶縁材料をアルキッド樹脂などの接着剤で使用するもの
H	180	B種絶縁材料をシリコン樹脂などの接着剤で使用するもの
C	180超過	磁器、石英、生マイカ

解 答

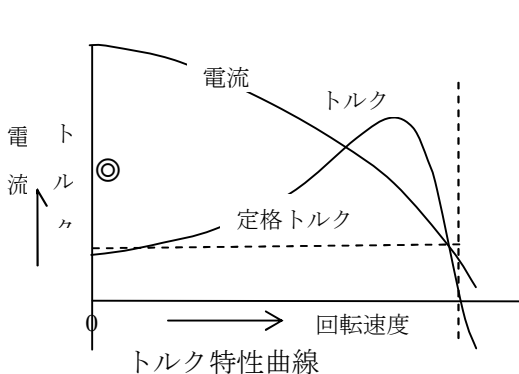
答え 二

18 図において、一般用低圧三相かご形誘導電動機の回転速度に対するトルク特性曲線は。

解 説 (平成24年同一問題)

問題の4つの曲線であまり見かけないのが「曲線B」で、電動機のトルク τ （回転力）は、回転数が「0」の時つまり始動時にある程度のトルク（回転力）が発生し、回転が増すにつれてトルク τ （回転力）も増加するが、定格速度にて最高トルク（回転力）に達し、それ以上の回転速度が出るとトルク（回転力）が減衰し、同期速度と同じになってトルク（回転力）は「0」となる。

速度特性とトルク



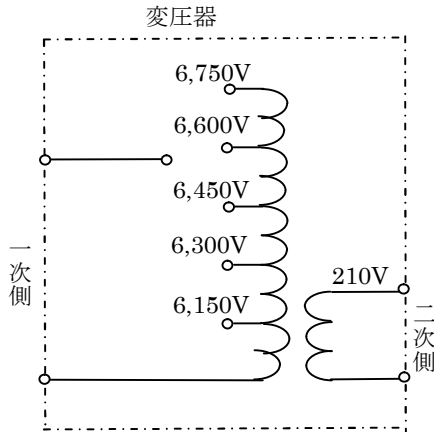
- ① 始動トルク τ_s は電源電圧Vの2乗に比例する。

$$\tau_s = k V^2 \quad k: \text{係数}$$
- ② 出力を一定とすれば、トルク τ は回転速度Nに反比例する。

解 答

答え 口

19 図のような配電用変圧器を基準タップ 6,600V で使用していたが、二次電圧が 196 [V] となったので、タップを変更して二次電圧を 210 [V] に近づけたい。適切なタップ電圧は。



考え方のポイント

変圧器のコイルの巻数比を変えて、二次側出力電圧を変える考え方の計算である。
 変圧器の二次電圧を調整するには、一次側でタップ切替により段階的に巻数比を替えるのである。

解説 (平成19年同一問題)

① 変圧器のタップ電圧の意味と概要

変圧器の出力電圧（二次側電圧）は、通常一定であるのが望ましいが、入力電圧（一次側電圧）は一定でなく、配電線路の末端になるほど配電線の電圧が低下する。（電源に近いほど高い）
 この現象を緩和・修正する方法のひとつとして、変圧器の内部構造を上図の様に段階的に調整できるように切替え式タップを設けている。

（高圧回路が活線時は切替え調整が出来ない。停電作業となる）

③ 変圧器の二次電圧を一定（105Vまたは210V）たもつために上述のタップを切替えて一次側の電源電圧に近いタップに接続して、二次側に定格電圧に近い電圧を取出す方法である。

解答

現在は、1次側の電圧は基準タップ

$$6,600 \text{ [V]} \quad \text{のとき} \quad 210 \text{ V}$$

したがって、現在一次側に加わっている電圧 V_1 のとき、2次側の出力電圧 V_2 は 196 [V] であるので

$$6,600 : 210 = V_1 : 196 \quad \text{あるいは} \quad \frac{6,600}{210} = \frac{V_1}{196}$$

ゆえに $V_1 = \frac{196}{210} \times 6,600 = 6,160 \text{ [V]}$

現在、1次側に 6,160 [V] が加わっており、2次側の出力電圧 V_2 は 196 [V] である。

これを、変圧器のタップを切り替えて、つまり変圧器のコイルの巻数比を変えて2次側の出力電圧 V_2 を210 [V]にするには

1次側のタップ V_1 は

$$V_1 = 210 \text{ [V]} \times \frac{1}{\text{巻数比}} = 210 \times \frac{6160}{210} = 6,160 \text{ [V]}$$

6,160 [V] の近似タップは6,150である。

答え イ

20 水力発電所の水車の種類を、適用落差の高いものから低いものの順に左から右に並べたものは。

解 説

ペルトン水車 : 水の落差による衝動力を利用して、高速にてノズルから水流をランナーに噴射して回転力に変える。

フランシス水車 : ケーシングに流水を通し、さらに吸出管により落下効果を増加させその反動力にてランナーを回転力に変える。

プロペラ水車 : 船のスクリューのように水流をそのまま回転力に変える。

落 差	水 車
高 落 差 用	ペ ル ト ン 水 車
中 落 差 用	フ ラ ン シ ス 水 車
低 落 差 用	プ ロ ペ ラ 水 車

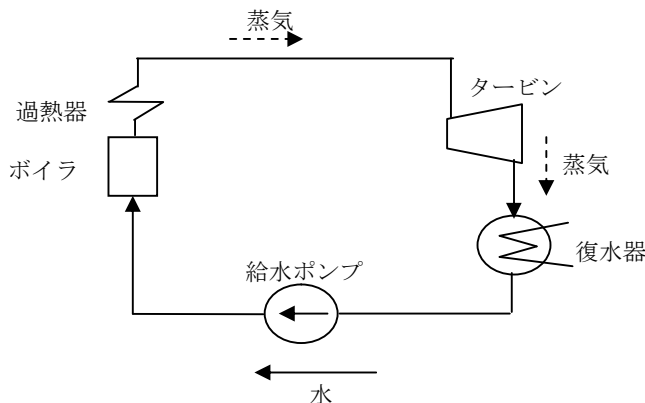
解 答

答え ニ

21 汽力発電における水及び蒸気の流れとして正しいものは。

解 説

汽力発電の水及び蒸気の基本的な流れ（「熱サイクル」という）は、下図のようになる。



熱サイクルの方法にはその他、「再生サイクル」、「再熱サイクル」、「再熱再生サイクル」がある。

解 答

答え イ

22 ディーゼル機関のはずみ車（フライホイール）の目的として、正しいものは。

解 説

エンジンのピストン運動を回転運動に変える構造であるため、回転速度にばらつきが発生する。これを緩和し回転むらをなくするため、クランク軸にはずみ車（フライホイール）を直結している。

解 答

答え イ

23 架空送電線の雷害対策として、適切なものは。

解 説

- イ：送電線に取り付けるダンパは、電線のゆれによる相間接触を防止するために用いる。
- ロ：碍子に取り付けるアークホーンは、送電線の雷のような異常電圧を大地（鉄塔）に放電させる。
- ハ：碍子用シリコンコンパウンドは、碍子の表面に塗布すると水をはじいたり塵埃が付着しにくくなり、絶縁効果も期待できる。
- ニ：沿岸地域の送電線の碍子には、海水の塩分が付着しやすいので、このために水柱銃のようなもので放水してを定期的に自動洗浄する装置を取付ける。

解 答

答え ロ

24 変電所の大型変圧器の内部故障を電氣的に検出する一般的な保護継電器は。

解 説

- イ：距離継電器 送電線の故障点の電氣的距離が一定値以内の場合に動作する継電器。
- ロ：比率作動継電器 大型変圧器等の内部故障による1次側と2次側の一定比率以上になると動作する継電器。
- ハ：不足電圧継電器 回路の定格電圧の整定値以下の電圧または無電圧になった時に動作する継電器。
- ニ：過電圧継電器 回路の定格電圧の整定値以上の電圧になった時に動作する継電器。

解 答

答え ロ

25 太陽光発電設備を電気事業者の低圧配電系統と連系する場合の要件として、不適切なものは。

解 説

コジェネレーションシステム及び太陽光発電設備の電源と、買電（電力会社からのいわゆる商用電源）を直接接続（連系）する要件、として 電氣的に基本的なことは下記に示す。

- ① 電圧及び周波数が等しいこと。 ② 力率が適正となること。
- ③ 発電設備に異常や故障があるときは、発電設備を即時系統と切り離すこと。
- ④ 連系された系統側において故障が発生した場合は、即時系統と切り離すこと。

解 答

答え ハ

26 最大電力400 [KW]、1ヶ月（30日）の使用電力量72,000 [KW・h] の需要家がある。
この需要家の月負荷率 [%] は。

解 説

① 負荷率とは、ある期間中における平均電力と最大電力の比で表す。

つまり、 負荷率 = $\frac{\text{平均電力 [KW]}}{\text{最大電力 [KW]}}$

② ある期間とは、例えば1日、1ヶ月、1年のことで、それぞれを日負荷率、月負荷率、年負荷率
といい、その期間の電力使用状況を検討する場合に用いる。

考え方のポイント

上記 負荷率の式で、分母の最大電力の単位も [KW]、分子の平均電力の単位も [KW] である。つまり、
分母及び分子とも同じ単位に換算しなければ、負荷率は無名数（単位なし）とならない。

解 答

上記 負荷率の式で示す平均電力を出すため、1ヶ月（30日）の使用電力量は72,000 [KW・h]
であるから、1ヶ月（30日）を時間 [h] に換算すると

$h = 30 \text{日} \times 24 \text{h} \quad [h]$ ゆえに 平均電力は $\frac{72,000[KW \cdot h]}{30 \times 24[h]} = 100 [KW]$

負荷率 = $\frac{\text{平均電力 [KW]}}{\text{最大電力 [KW]}} = \frac{100}{400} = 0.25 \quad 25 [\%]$

答え 口

27 高調波の発生源とならない機器は。

解 説 （平成16年類似、22年同一問題）

◎ 高調波の発生源

- ① 電力用変換装置 : インバータ, 整流器, 無停電電源装置 (UPS), サイリスタ電動機等
- ② 不規則な変動電流による機器 : 交流アーク炉, 蛍光灯
- ③ 磁器飽和現象を起こす機器 : 変圧器, 電動機
- ④ 事務用・家庭用機器 : OA機器, インバーター採用エアコン・蛍光灯, ビデオ, テレビ

◎ ①及び②は一般に大容量のものが多く、高調波発生量の大部分を占めている。

③の励磁電流による影響は数%程度であるので、高調波電流の比率は①に比べてわずかである。

④は個々の高調波の発生量は小さいが、高調波含有率が高いため数が多くなると無視できなくなる。

解 答

答え 二

28 B種接地工事の接地抵抗値を決めるのに関係のあるものは。

解 説 (平成23年同一問題)

◎ 電気設備の技術基準では、低圧電路には原則として対地電圧を150[V]以下に抑えなければならない。B種接地工事の目的は、変圧器の内部絶縁破壊に伴う高・低圧混触した場合、低圧電路及びその機器等に高電圧がかかるのを低減(150[V]以下)にするためのものである。

したがって、変圧器が高・低圧混触した場合に高圧回路から低圧回路へ流れる電流を計算し、その電流が流れたために発生する低圧側の対地電圧の上昇を抑える(150[V]以下)ような抵抗値が必要である。

◎ この高圧回路から低圧回路へ流れる電流を「高圧側の1線地絡電流」といい「 I_1 」で表す。

B種接地工事の抵抗値を表す値は、150を高圧側の1線地絡電流で除した値以下であること。

つまり、 $R_b = \frac{150}{I_1}$ という意味である。

ここに示す分子の150の単位は[V]であり、

分母の I_1 の単位は[A]を意味しているものである。したがって R_b 単位は[Ω]となる。

答え 口

29 漏電遮断器に関する記述として、誤っているものは。

解 説

技術基準では

金属製外箱のある60[V]を超える低圧の電気機器の電路で、人が触れる恐れのある場合には、感電防止のため漏電遮断器を設置しなければならない。

ただし、下記の場合は省略できる。

- ① 機械器具を乾燥した場所に施設する場合。(対地電圧が150[V]を超えても良い)
- ② 対地電圧が150[V]以下の機械器具を水気のある場所以外の場所に施設する場合。
- ③ 機械器具の接地抵抗値が3[Ω]以下の場合。
- ④ 機械器具が二重絶縁構造のものである場合。

- ⑤ 機械器具がゴムや合成樹脂などの絶縁物で被覆されている場合。

漏電遮断器の設置目的は、

上記のようであるが最近の負荷設備の状況ではコンピューター関連のOA機器やライフラインに直結した負荷設備が多数あり、不用意な漏電による全面停電による2次災害を防止するため、漏電遮断器の感度電流の協調をとることにより、事故地点の直近上位の漏電遮断器のみが作動するようにしている。つまり末端の分岐回路には高感度形を、幹線には中感度のものを用いる。

答え 口

30 エコ電線として使用される600Vポリエチレン絶縁耐燃性ポリエチレンシースケープル平形(EM600VEEF/F)に関する記述として、誤っているものは。

解 説

- ◎ 従来のビニル系絶縁電線及びケーブルに比較して、燃焼時にもダイオキシン、塩化水素ガス等の有害物質を発生しない、いわゆる地球環境に配慮した絶縁材料として、EM電線(エコ・マテリアル電線)が採用されるようになってきた。
- ◎ その特徴は
- ① EM電線・ケーブルの仕上がり外形、曲げ半径等はビニル系と大差はない。
 - ② 可とう性はやや硬い。(電線の被覆はぎとり・配管等の入線時は少し硬い。)
 - ③ 耐燃性ポリエチレン絶縁電線の許容電流は75℃であり、ビニル系絶縁電線(60℃)より約1.2倍ある。
 - ④ ビニル系電線とエコ電線の混在で廃棄、回収する時、比重が少し低いため、分別収集(リサイクル)がしやすくなった。

解 答

答え ハ

31 高圧受電設備の定期点検で通常用いないものは。

解 説

受変電設備の定期点検には、点検項目により高圧側の全停電を伴うものがある。

停電作業に対して、安全確認器具や保護具等点検時に使用する器具(測定器)が多数ある。

安全確認機器

- イ 高圧検電器 : 高圧停電全と停電後の電圧の有無を確認する時に用いる。充電部に近づけると音と光で確認できるものがある。(音光式)ネオンランプのみで発光させるものもある。
- ロ 短絡接地用具 : 高圧機器及び高圧ケーブルは、停電させた直後はこの機器やケーブル等にまだ電荷が残っており、これを大地に放電させなければ、感電する恐れがある。これを防止するために、相間及び大地間を短絡させて放電する。またこの短絡接地用具を停電

作業中は常時取り付けておき、誤って作業中に高圧送電された場合にも作業者が感電することがないようにする目的でこれを取り付けて、停電作業を開始し、全作業が完了確認した後にこれを取り外す。

- ハ 絶縁抵抗計 : 高圧回路及び低圧回路の絶縁状態を測定し、技術基準で示されている絶縁抵抗値が保たれているかどうかを停電中に確認する。
- ニ 検相器 : 動力回路の電動機は、その回転方向があるのでそれを確認する時に用いる。高圧側及び低圧側で確認する場合でも、通電中でなければ確認できない。高圧受電設備の定期点検には無関係である。

解 答

答え ニ

3 2 高圧屋内配線で、乾燥した場所であって展開した場所において施工できる工事の種類は。

解 説

高圧屋内配線で施設できる工事方法は、次の2種類に限られている。

- ① 碍子引き工事 制限事項：乾燥して展開した場所。
- ② ケーブル工事

解 答

答え ニ

3 3 人が触れるおそれがある場所の300〔V〕を超える低圧屋内配線を、600ビニル絶縁ビニル外装ケーブルによって施設する場合、防護のためそのケーブルを金属管に収めた。そのとき、金属管に施す接地工事の種類は。

解 説

接地工事種別と概要

接地線に使用する金属線は、下表による太さの軟銅線又はこれと同等以上の強さおよび太さの容易に腐食し難い金属線であって、故障の際に流れる電流を安全に通ずる事が出来るものを使用すること。

(アルミニウム線、鋼線、亜鉛鍍金鉄線等の使用を禁止している。)

接地工事の種類	接地抵抗値	接地線の最小太さ	接地工事対象物
A種接地工事	10Ω	2.6 mm (5.5 mm ² 相当)	高圧機器の金属製箱等, 電路の金属製防護装置等
B種接地工事	150 / I ₁ * 1 参照	4 mm (14 mm ² 相当)	変圧器の低圧側の1線
C種接地工事	10Ω	1.6 mm (2 mm ² 相当)	300Vを超える低圧機器の鉄箱, 電路の金属製防護装置等。 * 2
D種接地工事	100Ω * 3	1.6 mm (2 mm ² 相当)	300V未満の主に低圧機器の鉄箱, 電路の金属製防護装置等

* 1 : I_1 高圧電路の1線地絡電流 [A]

: 高圧電路が低圧電路に混触したとき、数値150は下記のようにすることができる。

イ 高圧電路を遮断する装置が 1秒以内 である時は 600

ロ 高圧電路を遮断する装置が 1~2秒以内 である時は 300

その他、特殊条件により接地工事の種類が緩和されたり、省略される場合いわゆる特例がある。

* 2 : C種接地工事の特例

人の容易に触れる恐れがないように施設する場合は、D種接地工事とすることが出来る。

* 3 : D種接地工事で、地絡を生じた場合に0.5秒以内に当該電路を自動的に遮断する装置を施設するときは、500 [Ω] 以下であること。

金属体と大地との間の電気抵抗値が100 [Ω] 以下である場合は、D種接地工事を施したものとみなされる。

解 答

答え ハ

34 アクセスフロア内の配線等に関する記述として、不適切なものは。

解 説 (平成23年同一問題)

「内線規程」の3170節「アクセスフロア内のケーブル配線」では、

電線：アクセスフロア内及びアクセスフロア内からアクセスフロア上に引き出されるケーブル配線には

1 使用電圧が300 [V] 以下の場合

ビニル外装ケーブル、ポリエチレン外装ケーブル、クロロプレン外装ケーブル、
ビニルキャブタイヤケーブル、二種以上のキャブタイヤケーブル

2 使用電圧が300 [V] を超える場合

ケーブルまたは、三種以上のキャブタイヤケーブル

3 施設：アクセスフロア内のペイント表示やテープによる色分けまたはセパレータなどにより、ケーブル配線と弱電流電線のルート識別及び接触防止措置を施すこと。

: 移動伝染を引き出すアクセスフロアの貫通部は、移動電線を損傷しないように保護材を挿入する等、適切な処置を施すこと。

: コンセント、分電盤は原則としてアクセスフロア内に施設してはいけないが、住宅用以外のアクセスフロアであって、更に条件付で施設可能な場合がある

解 答

答え イ

35 変圧器の絶縁油の劣化診断に直接関係のないものは。

解 説

高圧用の電力機器に用いる絶縁油の劣化試験は、一般的には

- ① 絶縁破壊電圧値の測定
- ② 全酸価値の測定
- ③ 外観試験(色、にごり、浮遊物の有無)

特高用の絶縁油の劣化試験は、水分分析、ガス成分分析、引火点、体積抵抗率等がある。

(高圧用機器ではあまり実施しない。)

真空度測定

真空遮断器(VCB)の真空度をチェックするのに使用する。

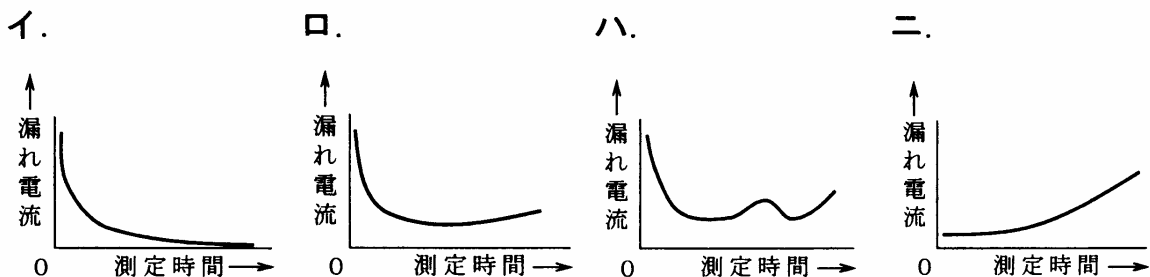
答え □

36 6,600 [V] CVTケーブルの直流漏れ電流測定の結果として、ケーブルが正常であることを示す測定チャートは。

解説

高圧ケーブルの経年による絶縁劣化診断方法の1つとして、「直流漏れ電流測定」がある。

この方法にて、印加電圧と直流漏れ電流の経過時間変化状態を観察することにより、ケーブルの劣化進捗状態が判定出来る。



- ① 高圧ケーブルの芯線(導体)とシールドの間に、直流の高電圧(例: 10,000V)を印加すると、上図のように印加直後はケーブルの静電容量(絶縁体がコンデンサの現象となる)による充電電流と漏れ電流が流れる。
 - ② 時間経過につれて充電電流が減少して、最終的には絶縁体による漏れ電流となる。
 - ② ケーブルの絶縁体が正常である場合は、
 - イ. の曲線を示す。
 - ロ. 時間経過につれて漏れ電流が増加したり
 - ハ. 電圧印加途中で漏れ電流に変動があったり
 - ニ. 印加時点から漏れ電流が増加したり
- する現象がある場合は、ケーブルの絶縁体が劣化傾向にあると判断できる。

解答

答え イ

37 受電電圧6,600 [V] の受電設備における竣工検査で一般に行われていないものは。

解 説 (平成21年類似問題)

電気設備の施工が完成した時、送電する前に自主検査し安全を確認しなければならない。

高圧受電設備に関してその検査とし

- ① 外観検査 設計・仕様どおり機器等が施工され、配線・配管・機器等が堅固に取り付けられ回路の導通を確認し、それぞれが技術基準に適合しているかを目視等で確認をする。
- ② 接地抵抗測定 技術基準に規程されている箇所にそれぞれの種類の接地が取り付けられているか。
- ③ 絶縁抵抗測定 各回路電圧に応じた絶縁抵抗値を保たれていること。
- ④ 絶縁耐力試験 高圧機器や高圧ケーブルの線間相互および大地間に規程電圧に応じた試験電圧を印加しこれに耐え、絶縁耐力試験後の絶縁抵抗に異常がないことを確認する。
- ⑤ 保護継電器試験 高圧地絡継電器、過電流継電器等の整定および動作を確認し、保護継電器と連動させる開閉装置との動作を確認する。

変圧器単体の試験として工場出荷前にいわゆる工場試験をする。変圧器容量に応じた試験電流を流す温度上昇試験や極性試験（減極性）、巻数比、鉄損・銅損等測定する。

解 答

答え 二

38 電気工事業の業務の適正化に関する法律による登録電気工事業者の登録の有効期限は。

解 説 (平成20年類似問題)

電気工事業者の義務

- ① 主任電気工事士の設置 : 各営業所ごとに第1種電気工事士または、第2種電気工事士として3年以上の実務経験のある者をおく。
 - ② 業務の登録及び変更 : 都道府県知事への登録（営業所が2以上の場合は経済産業大臣）。
: 5年ごとに登録を更新する。
 - ③ 標識の掲示 : 営業所及び電気工事施工場所ごとに標識を掲示する。
 - ④ 帳簿の備付 : 営業所ごとに帳簿を備え、必要事項を記載し5年間保存する。
 - ⑤ 測定器具の備付 : 絶縁抵抗計（メガ）、回路計（テスト）、接地抵抗計（アーステスト）
- 注）：電気主任技術者は、自家用電気工作物設置場所に選任するもので、電気主任技術者第3種以上の資格が必要である。主任電気工事士と混同しないように。

解 答

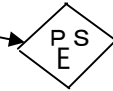
答え ハ

39 定格電圧100 [V] 以上300 [V] 以下の機械又は器具であって、電気用品安全法の適用を受ける特定電気用品は。

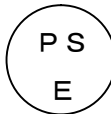
解 説 (平成18, 20, 22年に類似問題出題)

電気用品は、2つに分類されている。

- ① **特定電気用品** : 一般の使用者が、直接手に触れたり使用したりして、特に危険や障害の発生を起こす可能性多い電気用品。
: 表示 (マーク)



- ② 特定電気用品以外の電気用品

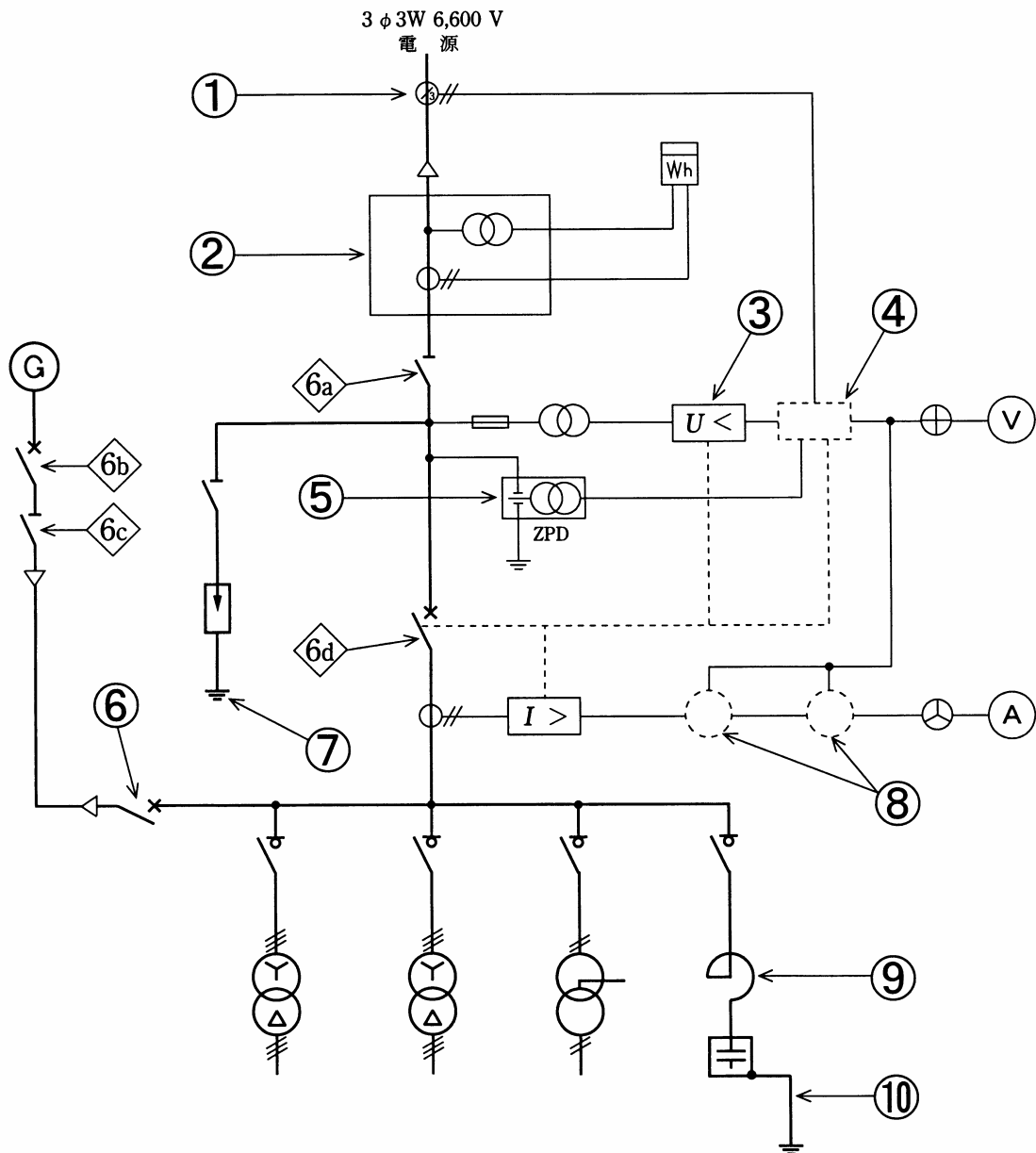


解 答

答え イ

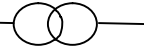
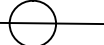
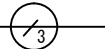
問題2. 配線図1 (問題数10、配点は1問当たり2点)

図は、非常用予備発電装置を有する高圧受電設備の単線結線図である。この図の矢印で示す10箇所に関する各問いには、4通りの答え(イ、ロ、ハ、ニ)が書いてある。それぞれの問いに対して、答えを1つ選びなさい。ただし、図において、問いに直接関係のない部分等は、省略又は簡略化してある。



4 1 ①の機器を設置する目的として、正しいものは。

解 説

- ① 基本シンボル 変成器（変圧器 T、計器用変圧器 VT）  変流器（CT）  Oに電線1本を貫通する。 零相変流器（ZCT） Oに電線3本を貫通する。  で表わす。

② VT、CTの2次側の用途。

VT：高電圧（6,600V）を低電圧（110V）に変圧し、電圧要素を必要とする機器 電圧計、電力計、力率計、電圧継電器（不足電圧継電器、過電圧継電器）の電源、電源表示灯、遮断器のトリップ電源 等に 配線する。

CT：高電圧回路の電流または低電圧の大電流を小電流（5A）に変換して、電流要素を必要とする機器 電流計、電力計、積算電力計、力率計、過電流継電器、遮断器のトリップの電源、等に配線する。

解 答

答え ニ

4 2 ②の機器の名称は。

解 説

上記問題 4 1 の解 説で示したシンボルから出ている信号及びその配線方向から、VT、CT⇒Wh（積算電力計）である。VT、CTを1つの函に収められた物をVCT（計器用変成器）といい、その取付け位置が引込みケーブルの直後であるため、この計器用変成器を特に別名 **電力需給用計器用変成器**という。

解 答

答え イ

4 3 ③の機器の名称は。

解 説

高圧自家用変電設備によく用いられる保護継電器として、大別すると

- ① 電流継電器 : 異常電流で作動するもの。
- ② 電圧継電器 : 異常電圧で作動するもの。
- ③ 電力継電器 : 設定電力値で作動するもの。

保護継電器のシンボルの基本は で表すが、

その の中に記号でその用途を分類している。

例 I : 電流で作動する。 , U : 電圧で作動する。 ,  : 方向性

> : 整定値より大きくなると作動する。 , < : 整定値より小さくなると作動する。
 $\frac{\perp}{\equiv}$: 地絡現象で作動する。 P ← : 逆電力方向になると作動する

解 答

答え ハ

この設問の機器③へ入っている信号は、VT(電圧)から U 、< へである。不足電圧継電器である。

イ：過電圧継電器
(OVR)

$U >$

$I \frac{\perp}{\equiv} >$
 $\frac{\perp}{\equiv}$

(DGR)

地絡方向継電器

ロ：逆電力継電器
(RPR)

P ←

$I \frac{\perp}{\equiv} >$

(OCGR) (ELR)

地絡継電器器、漏電警報器

ハ：不足電圧継電器
(UVR)

$U <$

$I d / I >$

(DCR)

比率差動継電器

ニ：過電流継電器
(OCR)

$I >$

4 4 ④の部分に設置する機器の図記号は。

解 説

上記問題 4 3 の解説で示したシンボルから出ている信号及びその配線方向から、地絡方向継電器である。ZCTから地絡電流が、ZPDから地絡電圧の信号が入っている。

解 答

答え ロ

4 5 ⑤の機器を設置する目的として、正しいものは。

解 説

高圧回路で地絡事故が発生すると、

イ。地絡電流が流れる : 零相変流器 (ZCT) にて検出する。

- ① その地絡電流の方向は、電源側 ⇒ ZCT ⇒ 地絡事故点 (地絡点) ⇒ 大地 ⇒ 電源側 と循環する。
- ② 地絡電流がZCTを通過しない場合は、地絡継電器は不動作である。
- ③ 他所の事故時の地絡電流は上記①の逆方向であっても、地絡継電器は動作する。

(誤動作：もらい事故、又は強力な空中電波にても動作する場合がある)

ロ。地絡電圧が発生する : 零相電圧検出装置 (ZPD) にて検出する。

このときの地絡電圧は、当該高圧配電線全域に発生する。

ハ。当該受電設備内の地絡事故のみ検出し保護継電器を作動させる必要があり、他所の誤動作による影響を

なくする必要がある。


- ニ 地絡方向継電器（方向地絡継電器）は、当該事故点の地絡電圧と地絡電流の方向が合致したときのみ作動する。

解 答

答え イ

46 ⑥の機器とインタロックをかけるべき機器は。

解 説

⑥は非常用発電機からの高圧回路と、常用回線の母線との連絡用遮断器である。従って、⑥の遮断器は常時には開路しているが、常用回路が停電した場合に閉路して発電機電源を常用回線の母線に接続する。発電機用遮断器⑥と常用受電用遮断器  が同時に投入しないようにインタロックをかける。

解 答

答え ニ

47 ⑦の接地工事の種類は。

解 説

⑦の接地記号の上位に接続されているのは、避雷器（LA：アレスタ）である。A種接地工事が必要である。

解 答

答え イ

48 ⑧の部分に設置する機器の組合わせとして、正しいものは。

解 説

⑧の双方のシンボルに入っている信号線は、VTから電圧、CTから電流である。電圧と電流を必要とする計器は、力率計と電力計となる。

解 答

答え ハ

49 ⑨の機器に関する記述として、不適切なものは。

解 説

⑨の記号は直列リアクトル（SR）である。その構造は変圧器のコイルの様のものである。その目的は、

- ① コンデンサの1次側に直列に接続し、高調波の浸入を押さえコンデンサの過熱・損傷を防止する。
- ② コンデンサの投入時の突入電流が大きくまた90度進み電流によりアークの発生が大きく開閉器の接点の破損・消耗等を抑制する。
- ③ コンデンサの1次側に直列に接続するため、残留電荷を放電させる効果はない。
残留電荷を放電させるものは、コンデンサ内蔵の放電コイル又は放電抵抗である。

解 答

答え ニ

50 ⑩の部分に使用する軟銅線の直径の最小値〔mm〕は。

解 説

（平成22年に類似問題）

高圧機器コンデンサである。A種接地工事となる。

A種接地工事 : その条件は特例を除き

- ① 接地抵抗値 : 10〔Ω〕以下
- ② 接地線の太さ : 単線2.6〔mm〕以上
- ③ 接地線の種類 : 軟銅線又はこれと同等以上の強さ及び太さの容易に腐食しがたい金属線であって、故障の際に流れる電流を安全に通ずる事が出来るものを使用しなければ成らない。

解 答

答え ロ