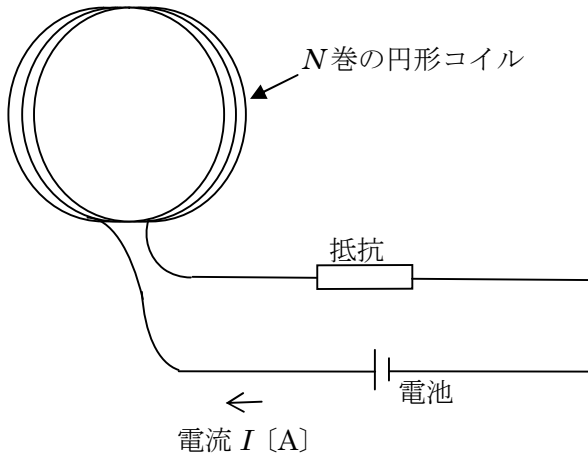


- 1 図のように、円形に巻かれた巻数 N のコイルがあり、電流 I [A] が流れている。
円形コイルの中心A点の磁界の強さは。



解 説

電流と磁界の関係 : 電線 (導体) に電流を流すと、その電線を中心とした回りに磁界が発生する。
その磁界の大きさはそこに流れている電流の大きさに比例して発生する。
電線を円形に巻いた円形コイル (ソレノイドコイル) の中心部には、コイル1巻きにより発生した磁界の大きさとコイルの巻回数の積で磁界が発生する。
また、磁界の大きさは、電線との距離に反比例する。
さらに、磁界方向と電線に流れる電流の方向には、下図 図19-1-1の矢印で示している様な関係がある。 この関係を「右ネジの法則」という。

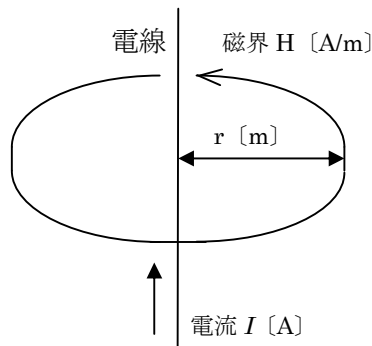


図19-1-1

電線が1本の場合

$$H = \frac{I}{2\pi r} \text{ [A/m]}$$

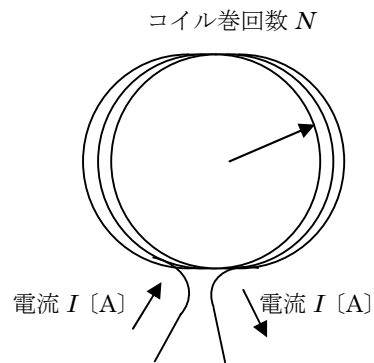
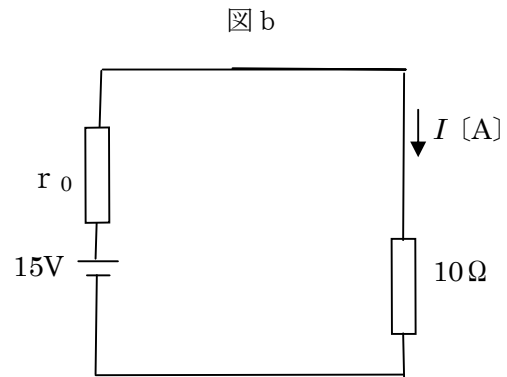
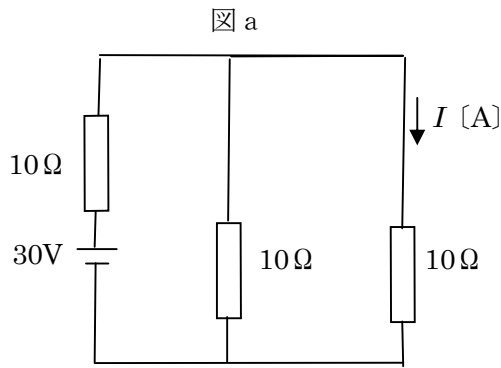


図19-1-2

電線が円形コイルの場合

$$H = \frac{NI}{2r} \text{ [A/m]}$$

2 図 a と 図 b では、電流 I [A] の値は同じであった。図 b の抵抗 r_0 の値 [Ω] は。



解 説

- ① 図 a 抵抗値がそれぞれ同じ値であるため、この特長を生かして、抵抗と電流の大小関係を見当つける。
右辺の電流 I [A] = 中辺の電流、 左辺の電流 = 右辺の電流 + 中辺の電流 = $2I$ [A]
- ② 図 a の抵抗値の接続状態を下図図 19-2-1 に変形できる。この図の抵抗値の大小関係を利用するとそれぞれの抵抗に加わる電圧は、元の電圧 30 [V] が、抵抗の大きさに比例按分される。

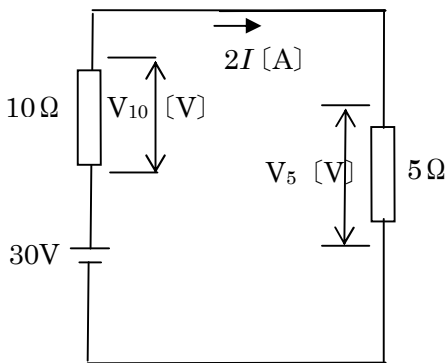


図 19-2-1

したがって、それぞれの抵抗値の両端の電圧 V_{10} [V], V_5 [V], 全電圧, V_{30} [V] とすれば

$$V_{10} = \frac{V_{10}}{V_{10} + V_5} \times V_{30} = \frac{10}{10 + 5} \times 30 = 20 \text{ [V]}$$

同様に

$$V_5 = \frac{V_5}{V_{10} + V_5} \times V_{30} = \frac{5}{10 + 5} \times 30 = 10 \text{ [V]}$$

また、

$$V_{10} = 2I \times 10\Omega = 20 \text{ [V]} \Rightarrow I = 1 \text{ [A]}$$

$$V_5 = 2I \times 5\Omega = 10 \text{ [V]} \Rightarrow I = 1 \text{ [A]}$$

- ③ b 図を図 19-2-2 のような等価回路に表わされる。

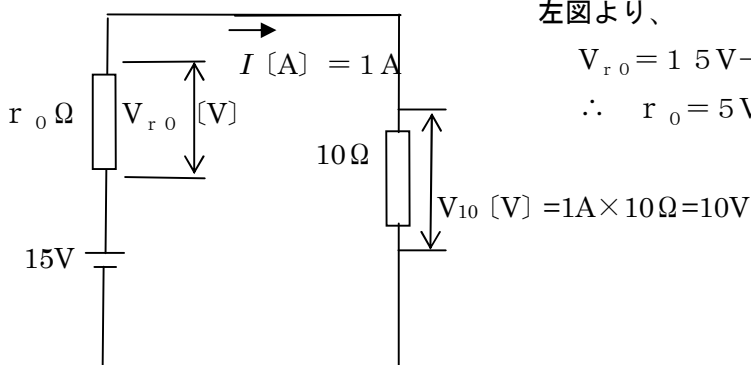


図 19-2-2

左図より、

$$V_{r_0} = 15V - V_{10} = 15 - 10 = 5 \text{ [V]}$$

$$\therefore r_0 = 5V / 1A = 5 \text{ [Ω]}$$

3 図のような交流回路の抵抗 R の値 $[\Omega]$ は。

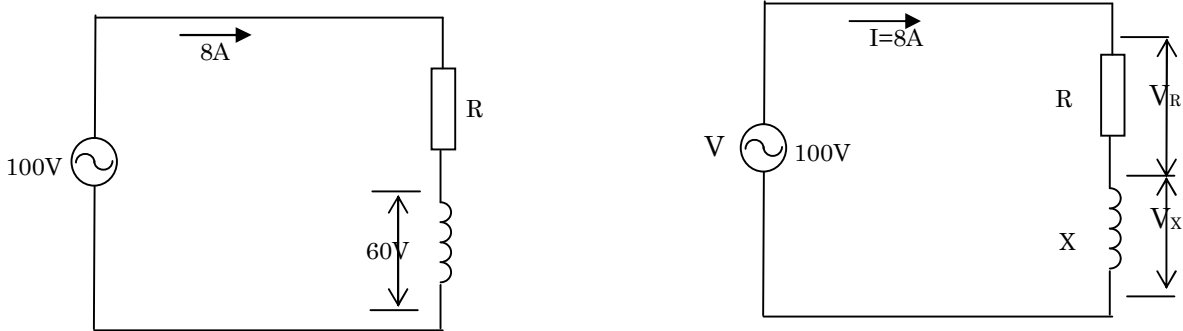


図 19-3

解 説

この回路は、交流回路における抵抗 R と誘導性リアクタンス X の直列接続回路である。

全体の電圧、全体の電流の値が与えられているので、それより全体のインピーダンス Z を算出し、部分的なその要素を計算する方法が考えられる。

Z , R , X 3要素の関係は、

$$Z^2 = R^2 + X^2 \quad [\Omega] \quad \text{または、} \quad Z = \sqrt{R^2 + X^2} \quad \text{①}$$

また、図 19-3 で示す R , X に加わる電圧 V_R , V_X と全体の電圧 V の関係は、

$$V^2 = V_R^2 + V_X^2 \quad [\Omega] \quad \text{または、} \quad V = \sqrt{(V_R)^2 + (V_X)^2} \quad \text{②} \quad \text{となる。}$$

解 答

1) 図 19-3 および上式 ① より

$$V_R = \sqrt{(V)^2 - (V_X)^2} = \sqrt{(100)^2 - (60)^2} = \sqrt{10000 - 3600} = \sqrt{6400} = 80 \quad [\text{V}]$$

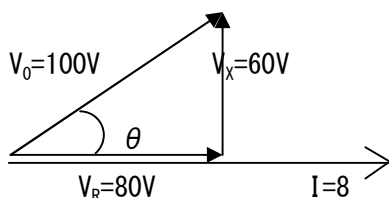
また、 $V_R = I \cdot R$ であるから

$$V_R = 8 \times R \quad \therefore \quad R = \frac{80}{8} = 10 \quad [\Omega]$$

答え ハ 10

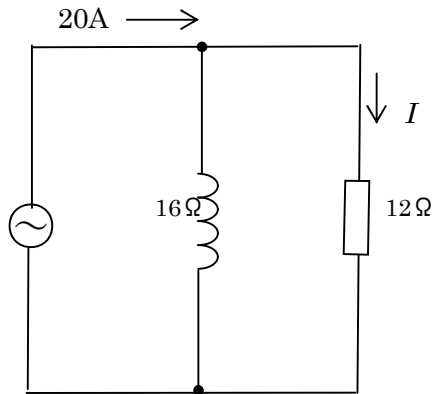
参 考

上の回路の電圧・電流の関係をベクトル表示すると、下図の様に表される。



$$\text{力率 } \cos \theta = \frac{V_R}{V_0} = \frac{80}{100} = 0.8$$

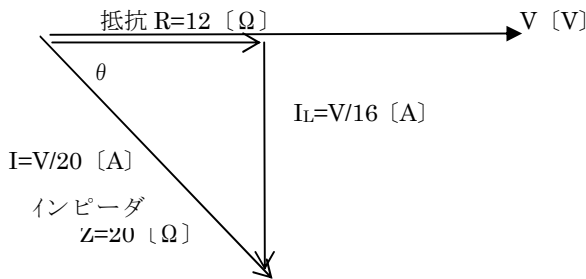
4 図のような交流回路において、抵抗12〔Ω〕に流れる電流Iの値〔A〕は。



解 説

インピーダンスの並列接続の電流関係は、オームの法則を適用すると計算が複雑になる。並列回路の特長を生かして、下図のようにベクトル図で処理すると、単純に解き易い場合が多い。すなわち、並列回路は各インピーダンスに加わる電圧は同じであるため、この電圧を基準とした電圧と各インピーダンスの電流等をベクトル図に表わしてみる。

解 答



右図から、電圧関係を中心に関係式をみると
印加電圧 $V = I \cdot R = I_r \cdot 12 = 12 \cdot I_r$

$$\therefore I_r = \frac{V}{12} \dots \dots \dots \text{①}$$

$$= I_L \cdot X = I_L \cdot 16 = 16 I_L$$

$$\therefore I_L = \frac{V}{16} \dots \dots \dots \text{②}$$

①, ②式より $V = 12 I_r = 16 I_L$

$$\therefore I_L = \frac{12}{16} I_r \dots \dots \dots \text{③}$$

一方、上図の電流関係は $I^2 = I_r^2 + I_L^2 = 20^2 \dots \dots \dots \text{④}$

④式に③式を代入すると

$$I^2 = I_r^2 + \left(\frac{12}{16} I_r \right)^2 = \frac{16^2}{16^2} I_r^2 + \frac{12^2}{16^2} I_r^2 = \left(\frac{256}{256} + \frac{144}{256} \right) I_r^2 = 20^2$$

$$= \frac{400}{256} I_r^2 = 20^2 = 400$$

$$\therefore I_r^2 = 400 \times \frac{256}{400} = 256 = 16^2 \quad \therefore I_r = 16 \text{ [A]}$$

5 図 a の等価回路が図 b であるとき、インピーダンス \dot{Z}_2 を示す式は。

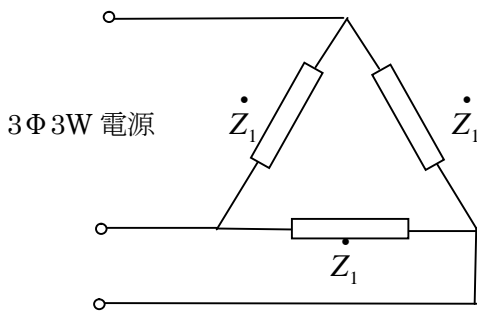


図 a

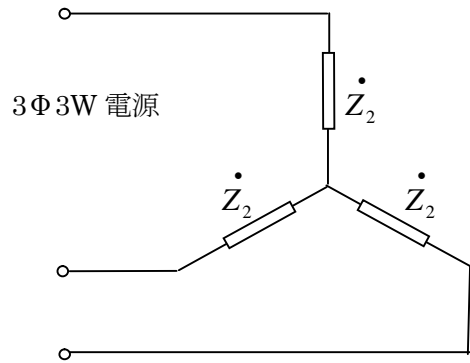


図 b

解説 (平成23年類似問題)

Δ (デルタ) 結線と同一電圧で、Y (スター) 結線にした場合でも、同じ負荷電流とするためには、各相のインピーダンスの大きさを $1/3$ の値にすればよい。

(一般の計算式は有るが、記憶するのには複雑そうに感じるので、結果のみ暗記すると良い。)

① Δ ⇒ Y の変換 の場合 $Z_Y = 1/3 Z_\Delta$

② Y ⇒ Δ の変換 の場合 $Z_\Delta = 3 Z_Y$

Zの内部に、R, X_L , X_C を含んでいても、それぞれの値を換算すればよい

解答 上記 ①より、 $\dot{Z}_2 = \frac{\dot{Z}_1}{3}$

答え イ $\frac{\dot{Z}_1}{3}$

6 図のような配電線路において、負荷の端子電圧200 [V]、電流10 [A]、力率80 [%] (遅れ)である。1線当たりの線路抵抗が0.4 [Ω]、線路リアクタンスが0.3 [Ω] であるとき、電源電圧 V_s の値 [V] は。

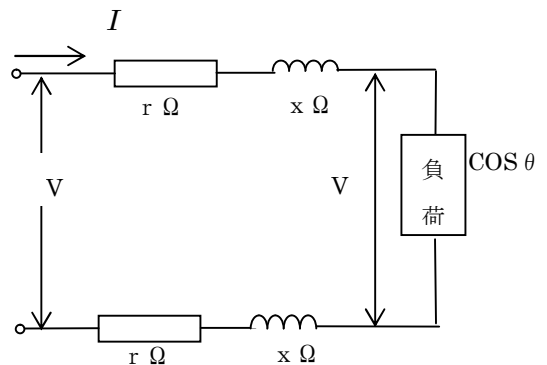
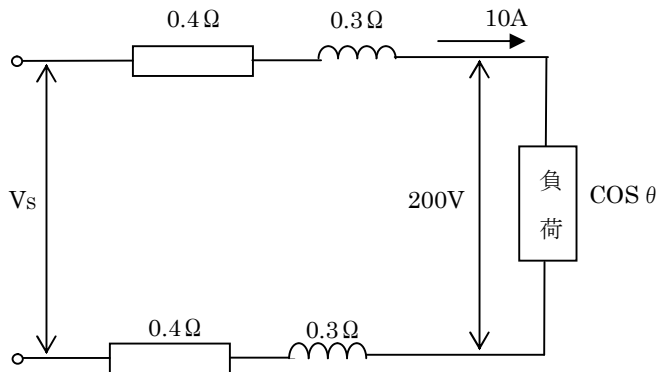


図 19-6-2

解説 (平成14年類似問題)

配電線の電圧降下は、配電方式により異なるため問題によく出される2種類の公式を暗記しておかなければならない。 図19-6-2より

電線の1線当たりの電圧降下 V_d とすると

単相2線式の場合 : $2 \cdot V_d = 2 \cdot I (r \cdot \cos \theta + \chi \cdot \sin \theta) = V_{2d}$ [V]

あるいは : $V_{2d} = V_s - V_r$ $V_r = V_s - V_{2d}$

三相3線式の場合 : $V_{3d} = \sqrt{3} I (r \cdot \cos \theta + \chi \cdot \sin \theta)$ [V]

解答

上記、単相2線式の場合 : $V_{2d} = 2 I (r \cdot \cos \theta + \chi \cdot \sin \theta)$ [V]において

$I = 10$ [A] , $\cos \theta = 0.8$, $\sin \theta = 0.6$

$r = 0.4$ [Ω] , $\chi = 0.3$ [Ω] を代入すると

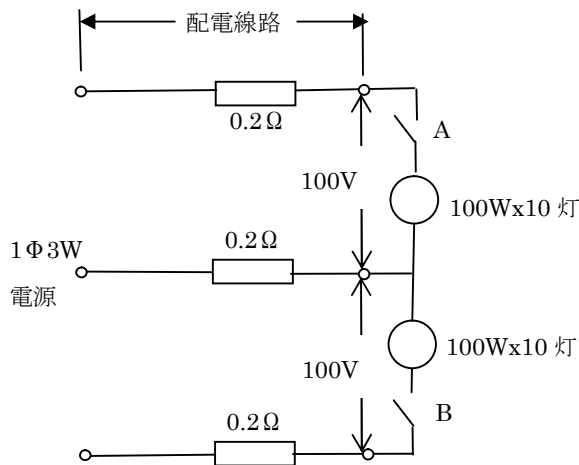
$V_{2d} = 2 \times 10 (0.4 \times 0.8 + 0.3 \times 0.6)$

$= 10$ [V]

$V_s = V_r + V_{2d} = 200 + 10 = 210$ [V]

答え □ 210 [V]

7 図のように、定格100 [V]、100 [W]の白熱電球20灯に供給する単相3線式配電線路がある。スイッチAのみを閉じたときの配電線路の損失 [W] は、スイッチAとBを閉じたときの配電線路の損失 [W] の何倍か。



解説 (平成18年に類似問題)

単純な単相配電線の電圧降下および電力損失の問題である。したがって、題意により

- ① スイッチAのみを閉じたときの配電線路状態と
- ② スイッチAとBを閉じたとき配電線路状態を等価な回路に書き直すと、それぞれは次の図19-7-1および図19-7-2のようになる。

ここで、等価回路に書き直す場合のポイントは

- イ) 自分の見慣れた図に近づける。
- ロ) スイッチの開閉状態でスイッチが「開」、又は「断線」等の場合は、電流が流れないので、その回路部分は抹消（消す）する。（書かない）
- ハ) スイッチの「閉」状態の場合は、配線として接続した状態で書く。
- ニ) 回路が「短絡」の場合は、短絡部のインピーダンス「0」と成るので、配線図中ではインピーダンスを抹消（消す）して、配線で直結する。

③ この問題の次のポイントは

題意の配電線路は、単相3線式である。

この事は中性線電流の流れ方（大きさ・方向）電圧の掛り方を理解していないと難しいが、この配電線路の負荷のインピーダンスの大小関係が同じであることに着目すると、中性線に電流が流れない。すなわち、上記 ロ) の考えにより 図19-7-2 のような等価回路に書き表せる。

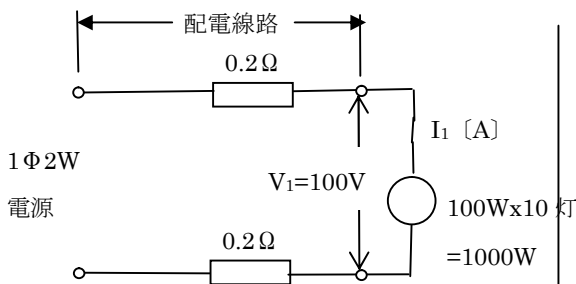


図19-7-1

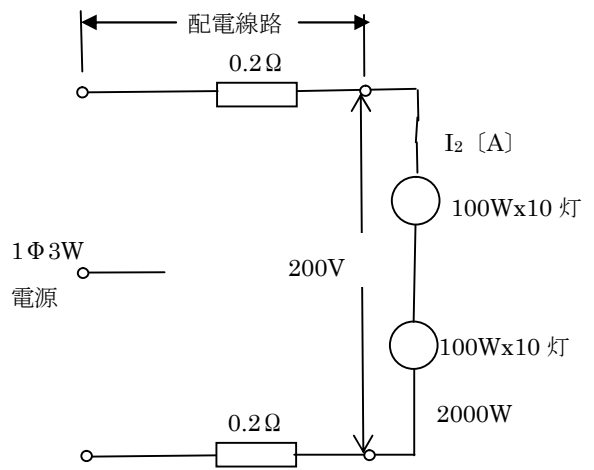


図19-7-2

解 答

上図より回路電流 I_1 [A] は

$$P = VI \text{ から } I = \frac{P}{V}$$

$$I_1 = \frac{P}{V} = \frac{1000}{100} = 10 \text{ [A]}$$

線路電力損失 W_{L1} [W] 図19-7-1より、

$$\begin{aligned} W_{L1} &= 2 I_1^2 \cdot r \text{ [W]} \\ &= 2 \cdot 10^2 \cdot 0.2 \\ &= 40 \text{ [W]} \end{aligned}$$

上図より回路電流 I_2 [A] は

$$I_2 = \frac{P}{V} = \frac{2000}{200} = 10 \text{ [A]}$$

線路電力損失 W_{L2} [W] 図19-7-2より、

$$\begin{aligned} W_{L2} &= 2 I_2^2 \cdot r \text{ [W]} \\ &= 2 \cdot 10^2 \cdot 0.2 \\ &= 40 \text{ [W]} \end{aligned}$$

④ AはBの何倍になるか？ の比較問題が多々ある。

$\frac{A}{B}$ か？又は $\frac{B}{A}$ か？迷った場合は、AおよびBに簡単な数値を入れると直ぐ判別できる。

- 8 定格容量100 [kVA]、消費電力80 [kW]、力率80 [%] (遅れ) の負荷に電力を供給する高圧受電設備に、定格容量30 [kVar] の高圧進相コンデンサを設置し、力率を改善した。力率改善後におけるこの設備の無効電力 [kVar] の値は。

解 説 (平成14年類似問題)

① 力率の意味

交流回路において、周波数に影響を受ける誘導性リアクタンス及び容量性リアクタンスがあり それにより電流が遅れたり、進んだりする現象が発生する。

- ① 誘導性リアクタンスは主としてコイル製品がほとんどで (電動機、蛍光灯安定器等) あり電流を遅らせる現象をする。
- ② 容量性リアクタンスはほとんどがコンデンサであり電流を進める役目がある。
(誘導性リアクタンスと正反対の性質)

- ③ 負荷全体として大半が誘導性リアクタンスであるため、配電線回路では電流が遅れる。

その結果、電力を供給しても100%の電力消費が出来ない。あるいは、100%の消費電力を期待するためには100%以上の電力を供給しなければならない。

この現象の率を力率という。つまり供給した電力 (皮相電力S) に対して実際に有効に消費した電力 (有効電力P) の比率で表すことを力率 (COS θ) という。

$$\text{式で表すと} \quad \text{力率} = \frac{\text{有効電力}}{\text{皮相電力}} \quad \text{COS } \theta = \frac{P \text{ [W]}}{S \text{ [VA]}}$$

また、電力を有効に作用する率 COS θ に対して、電流を遅らせ (進め) ようとする率を無効率 sin θ といい、COS θ と sin θ の関係は下記のように表される。

$$(\text{COS } \theta)^2 + (\text{sin } \theta)^2 = 1 \quad , \quad \text{COS } \theta = \sqrt{1 - (\text{sin } \theta)^2}$$

$$(\text{有効率})^2 + (\text{無効率})^2 = 1$$

よく使う (出てくる) COS θ と sin θ 関係で

$$\text{COS } \theta = 0.8 \quad \text{の場合は} \quad \text{sin } \theta = 0.6$$

$$\text{COS } \theta = 0.6 \quad \text{の場合は} \quad \text{sin } \theta = 0.8 \quad \text{となる}$$

(この関係の数値を是非 覚えておこう)

上記の力率表現は、電力関係であるが、その他下記の様にも表すことが出来るので理解しよう。

$$\text{電流関係で表す場合} \quad \text{COS } \theta = \frac{\text{有効電流}}{\text{全体の電流}} = \frac{I_r}{I}$$

$$\text{インピーダンス関係で表す場合} \quad \text{COS } \theta = \frac{\text{有効分 (抵抗分)}}{\text{全体のインピーダンス}} = \frac{R}{Z}$$

$$\text{電圧関係で表す場合} \quad \text{COS } \theta = \frac{\text{有効分に作用する電圧}}{\text{全体の電圧}} = \frac{V_r}{V}$$

本問に照らしてベクトル図で表現すると
 有効分は水平に描く
 無効分は垂直に描く
 有効分と無効分の合成は斜辺である。

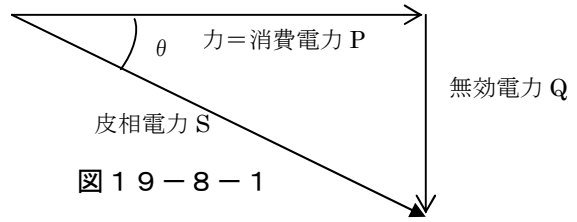


図19-8-1

$$\frac{\text{水平分}}{\text{斜辺分}} = \cos \theta \quad \frac{\text{垂直分}}{\text{斜辺分}} = \sin \theta$$

図19-8-1にコンデンサを接続し力率を改善した場合のベクトルを図19-8-2に示す。

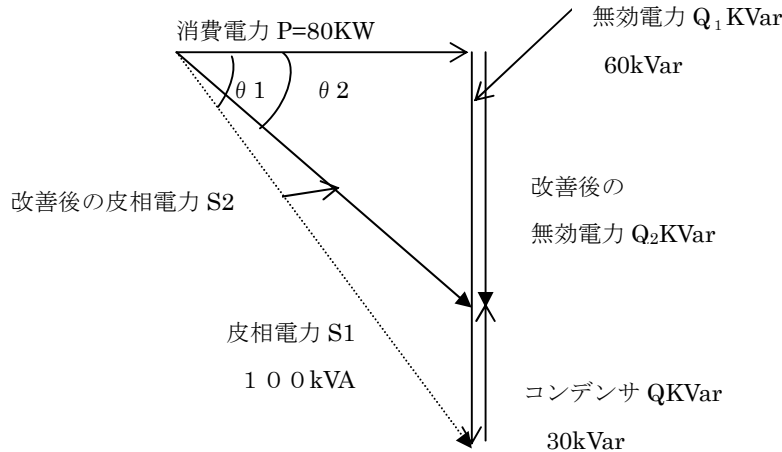


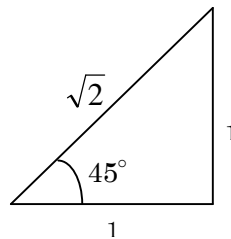
図19-8-2

図19-8-2より、消費電力P [KW] の負荷の力率 $\cos \theta_1$ から $\cos \theta_2$ に改善するための必要なコンデンサの容量Q [KVar] は

$$\begin{aligned} Q &= Q_1 - Q_2 & Q_1 &= P \tan \theta_1, & Q_2 &= P \tan \theta_2 \\ &= P \tan \theta_1 - P \tan \theta_2 \\ &= P (\tan \theta_1 - \tan \theta_2) \dots \dots \dots \textcircled{1} \end{aligned}$$

参 考 三角関数の知識

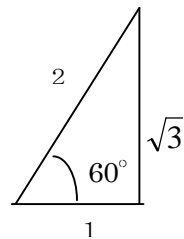
$$\tan \theta = \frac{\text{垂線}}{\text{底辺}} = \frac{Q}{P} = \frac{\sin \theta}{\cos \theta}$$



$$\tan 45^\circ = 1$$

$$\cos 45^\circ = \frac{1}{\sqrt{2}}$$

$$\sin 45^\circ = \frac{1}{\sqrt{2}}$$



$$\tan 60^\circ = \sqrt{3}$$

$$\cos 60^\circ = \frac{1}{2}$$

$$\sin 60^\circ = \frac{\sqrt{3}}{2}$$

解 答

① 力率改善前の 力率 $\cos \theta_1$ および $\sin \theta_1$ は図19-8-2から

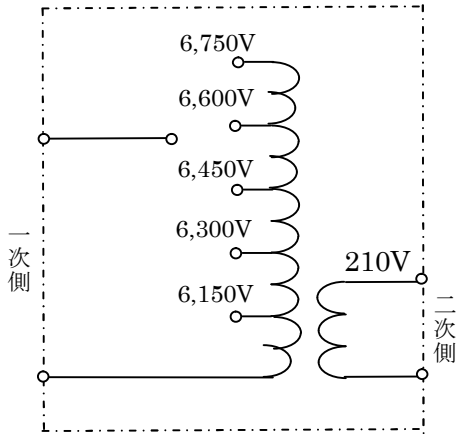
$$\cos \theta_1 = \frac{P}{S_1} = \frac{80}{100} = 0.8, \quad \sin \theta_1 = \frac{Q_1}{S_1} = \frac{60}{100} = 0.6$$

$$Q_1 = S_1 \times \sin \theta_1 = 100 \times 0.6 = 60$$

② $Q_1 = Q + Q_2 = 60 \quad \therefore Q_2 = Q_1 - Q = 60 - 30 = 30 \quad [\text{kVar}]$

答え 口 30

- 9 配電用6kVモールド変圧器（定格容量75[kVA]、定格一次電圧6600[V]、定格二次電圧210[V]）において、一次側タップを6600[V]に設定してあるとき、二次側電圧を200[V]であった。二次側電圧を210[V]に最も近い値とするための一次側タップ電圧の値[V]は。



(変圧器内部結線図)

解説 (平成15年類似問題)

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）

変圧器の二次電圧を一定（105Vまたは210V）に保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

定格二次電圧210[V]において、一次側タップを6,600Vに制定してあるときの二次電圧が200[V]であるから、実際に配電線路に加わっている電圧 V_1 [V]は、

下記に示すように変圧器コイルの巻数比と電圧比の式が成り立つ。

一次タップ電圧 : E_1 定格二次電圧 : E_2 の比は
 一次電圧 : V_1 定格二次電圧 : V_2 の比に等しい。

$\frac{V_1}{V_2} = \frac{E_1}{E_2}$ である。

題意の数値を適用すると

$$\frac{V_1}{200} = \frac{6600}{210} \quad \therefore V_1 = \frac{6600}{210} \times 200 \doteq 6,290 \quad [\text{V}]$$

配電線路には、この電圧6,290 [V] が送電されているので、二次側電圧を210 [V] を出力するには、変圧器のタップを6,290 [V] の近似値の6,300V を接続すればよい。

参 考

ごく概略的な考えでいくと、現状の二次電圧200Vから210Vにアップする、つまり
 $210 - 200 = 10 \text{ V}$ 5%アップするのである。
 一方、現状の一次タップ電圧は、6,600Vであるから、このタップ値を5%替えるとよい。
 ここで、大切なことは、二次側電圧を アップするには、
 一次タップ電圧 ダウン させる事 に間違わないよう。
 つまり、この問題に当てはめると、二次側電圧を 5% (10V) アップ
 一次タップ電圧 5% (6600Vの5% \doteq 300V) ダウン
 一次側タップを6,300Vにする。

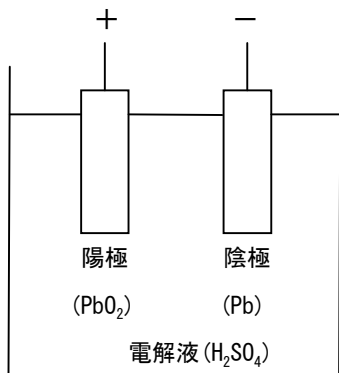
答え ロ 6300

10 アルカリ蓄電池に関する記述として、正しいものは。

解 説

(平成17年、25年、26年類似問題)

1 鉛蓄電池



左図のように、電解液の希硫酸 (H_2SO_4) 中に、電極として陽極 (+) に2酸化鉛 (PbO_2) 陰極 (-) に鉛 (Pb) を用いる。

放電を行うと、電解液の希硫酸 (H_2SO_4) が水 (H_2O) となって、電解液の比重が低下する。

特徴：

- 1) 起電力は約2 [V]。 2) 電圧変動率が小さい。
- 3) 過放電、過充電に弱い。 4) アルカリ電池より寿命が短い。
- 5) 開放形は蒸留水を補給しなければならない。
- 6) 密閉形(シール形)(触媒栓付)は補給水はほとんど要しない。

図19-1

2 アルカリ電池

電解液 : 水酸化カリウム (KOH)

陽極 (+) : オキシ水酸化ニッケル (NiOOH)

陰極 (-) : カドミウム (Cd)

- 特徴 :
- 1) 起電力は約1.2 (V)。
 - 2) 電圧変動率が大きい。
 - 3) 過放電、過充電に耐えられる。
 - 4) 保守が容易である。
 - 5) 密閉・小型・軽量化が容易である。

3 充電方式

浮動充電方式が主流である。

蓄電池が負荷と並列に接続されて、蓄電池自体の自己放電および比較的小さい負荷電流に対しては、常時補給充電しながら完全充電状態を保っている。

一時的に負荷電流が大きくなると、蓄電池から供給される。

- その結果、
- ① 充電器の容量が小さく出来る。
 - ② 蓄電池の寿命が長くなる。(充・放電を頻繁に繰り返さない為)
 - ③ 操作が簡単で、経済的である。

4 蓄電池容量

表示 : Ah (アンペア・アワー又はアンペア時) で表示される。

Ahの定義は、完全充電した状態の蓄電池を一定電流し、放電終了電圧まで放電したときの時間を言う。 $Ah = \text{放電電流} [A] \times \text{放電時間} [h]$ で示す。

解 答

答え ハ

11 電子レンジの加熱方式は。

電熱概要

(平成17年、25年、26年類似問題)

電気エネルギーを熱エネルギーに変換して、加熱・焼入れ・溶融等工業製品加工や家庭電化製品にも多岐にわたり、応用されている。

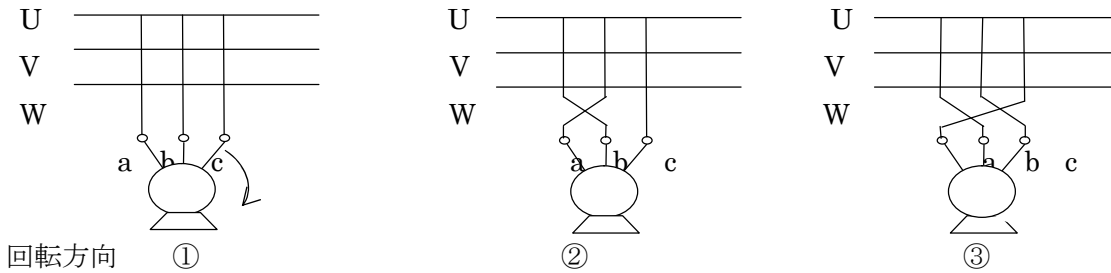
- ① 抵抗加熱 金属体に電流を流して金属体の抵抗熱(ジュール熱)を発生させる。
 - 直接式 : 金属の加熱、ガラスの溶融
 - 間接式 : 食品加工、工業製品加工
- ② アーク加熱 金属体に大電流を流しアーク放電させ、アークによる発熱を利用する。
 - 直接式 : 製鉄所のアーク炉、アーク溶接による金属の接合
 - 間接式 : 製鉄所のアーク炉
- ③ 誘導加熱 導電性物質(鉄等)にコイルを巻きつけ高周波又は低周波電源にて、導体内部にうず電流損、磁気ヒステリシス損による発熱を利用して、金属の溶融・焼入れ・焼き戻し等に利用されている。
- ④ 誘電加熱 電気の絶縁体に高周波電圧を加え、その絶縁体内部に発生する誘電体損による発熱を利用する。物質の内部から均一に短時間で加熱でき、食品の調理(電子レンジ)や木材の乾燥等に広く利用されている。

解 答

答え ニ 誘電過熱

1 2 三相誘導電動機の結線①を②、③のように変更した時、①の回転方向に対して、②、③の回転方向の記述として、正しいものは。

三相交流



解 答

三相誘導電動機の回転方向は、基準配線順（R,S,T）を正の方向とすると3線の内2線を振替えると、逆転する。さらに再度2線を振替えると元の回転方向になる。

答え ニ ②は逆転し、③は①と同じ回転をした。

1 3 照明に関する記述として、誤っているものは。

光源（ランプ）の特徴

- ① 白熱電球 ガラス球の中に不活性ガスを封入し、タングステンヒラメントを加熱して光を発生させる。
(不活性ガス中でなければタングステンは昇華断線する)
- ② 蛍光灯ランプ（管）は、ガラス管に少量の水銀を封入し、放電により紫外線を発生させ、ガラス管に塗布した蛍光物質に照射させ可視光線を得る。点灯時は、点灯管（グロースタータ）のバイメタルを利用して、点灯時のみ作用し、点灯安定後は蛍光灯点灯回路を切り離す。
- ③ キセノンランプ キセノンガスを封入したガラス管に電圧を加え、放電発光させる。
高照度、長寿命である。
- ④ ハロゲン電球 白熱灯の1種で管内にハロゲン元素を封入したもの。
高効率、長寿命である。
- ⑤ 高圧水銀灯ランプ 蒸気圧の高い水銀蒸気圧の中で放電発光させたもの。
白熱灯より高効率、長寿命。点灯時間が長い（数分かかる）。
- ⑥ 高圧ナトリウムランプ 蒸気圧の高いナトリウム蒸気圧の中で放電発光させたもの。
光色は橙色で遠方まで光が届き、道路照明に適している。
ランプ効率は水銀灯の2倍、長寿命。点灯時間が長い（数分かかる）

解 答

答え ニ

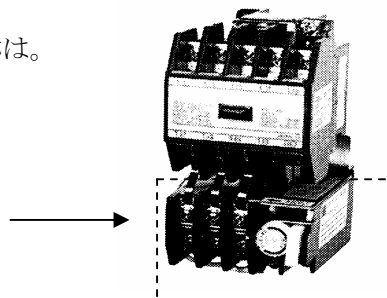
14 写真に示す材料の名称は。



解 答

答え ロ 金属製可とう電線管

15 写真に示す矢印の機器の名称は。



解 説

写真全体は、電磁開閉器(通称マグネットスイッチ)または、電磁接触器である。

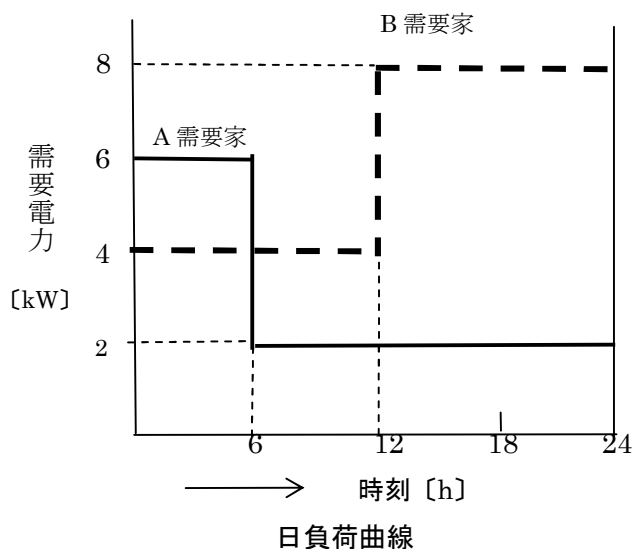
矢印部分は、過負荷電流をキャッチするセンサー部分で、過熱温度で作動するバイメタルが内蔵されており、主回路部の接点を保持しているマグネットコイル回路をひらく。

バイメタル部と感度調整部を総称して 熱動継電器(サーマルリレー)という。

解 答

答え イ 熱動継電器

16 図のような日負荷曲線をもつA、Bの需要家がある。需要家A、B合計の日負荷率 [%] は。



解 説

何軒かある需要家群に配電する変圧器の容量を決める場合に、各需要家群の負荷率、需要率および不等率や設備容量および最大需要電力、力率等から決められ、変圧器容量・配電線の太さ・遮断器の容量等が順次決められる。

- ① **負荷率** ある期間中（日、月、年）の平均需用電力が、その期間中の最大需用電力の何%になるかを示すものである。ある期間中の扱い方によりそれぞれ日負荷率、月負荷率、年負荷率があり負荷率が大きいほどその設備等が有効に利用されていることになる。

$$\text{負荷率} = \frac{\text{ある期間中の平均需要電力 [KW]}}{\text{ある期間中の最大需要電力 [KW]}}$$

- ② **平均需用電力**

ある期間中の電力量の合計をある期間の時間で割った（平均化）もの。

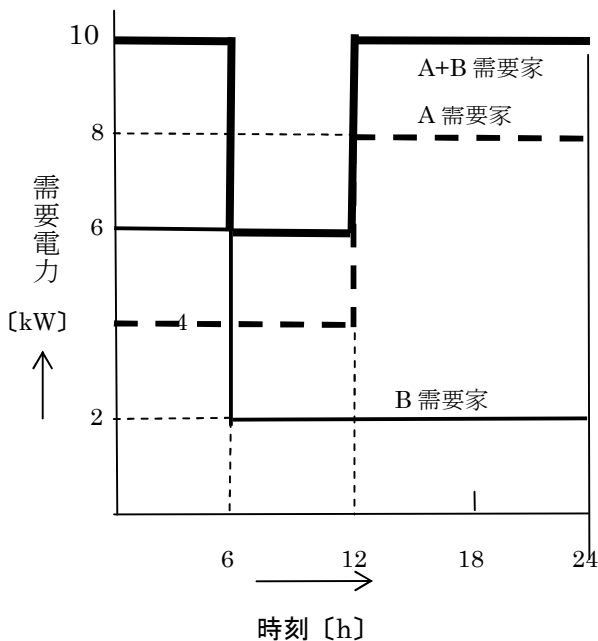
$$\text{平均需要電力} = \frac{\text{ある期間中の総使用電力量 [KW} \cdot \text{h]}}{\text{ある期間中の総時間 [h]}} \quad [\text{kW}]$$

- ③ **需要率** = $\frac{\text{最大需要電力 [KW]}}{\text{設備容量 [KW]}}$ [%]

- ④ **不等率** = $\frac{\text{最大需要電力 [KW]}}{\text{その群の最大需要電力の和 [KW]}}$ (必ず1以上)

解 答

題意により需要家A, B合計の日負荷曲線は **——** 線で示すようになる。



このA+Bの需要家の1日の平均需用電力は

0～6時 A 需要家 6kW 6時間

B 需要家 4kW 6時間

6～12時 A 需要家 2kW 6時間

B 需要家 4kW 6時間

12～24時 A 需要家 2kW 12時間

B 需要家 8kW 12時間

この合計を式にすると

1日の平均需用電力量は

$$(4 + 6)\text{kW} \times 6\text{h} + (2 + 4)\text{kW} \times 6\text{h} + (2 + 8)\text{kW} \times 12\text{h} = 216 \text{ [kWh]}$$

平均需用電力は24時間（1日）で割ると

$$\frac{216\text{KWh}}{24\text{h}} = 9 \text{ [kW]}$$

最大需用電力はこの **——** 曲線から 10 [kW]

$$\text{負荷率} = \frac{\text{平均需用電力}}{\text{最大需用電力}} = \frac{9\text{ kW}}{10\text{ kW}} = 0.9 = 90 \text{ [%]}$$

17 水力発電の出力 P に関する記述として正しいものは。
 ただし、 N は水車の回転速度、 H は有効落差、 Q は流量とする。

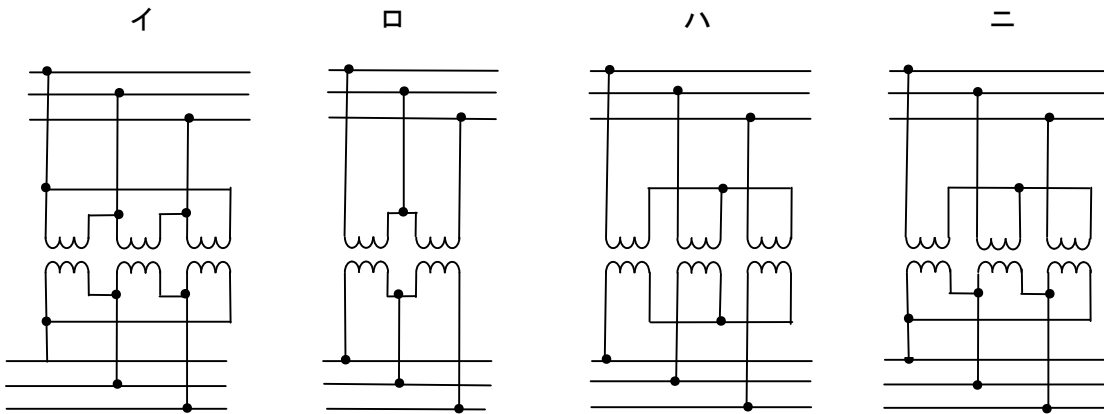
解 説

発電機の出力 P [KW] は、流量 Q [m^3/S]、有効落差 H [m]、総合効率 η とすると
 $P = 9.8QH\eta$ [KW] となる 総合効率 η は $\eta = \eta_t \times \eta_g$
 上式から判るように発電機出力は、流量と有効落差の積に比例する。 水車の回転速度には関係しない。

解 答

答え ニ PはQHに比例する

18 変圧器の結線方法のうち $\Delta - \Delta$ 結線は。



解 説

3相電力を出力する方法で単相の変圧器（単相コイル）を結線する方法には、変圧器の1次側コイル（高圧側）の結線方法と2次側コイル（低圧側）の結線方法の組み合わせにより、次のような数通りが考えられる。

Δ 結線（三角結線またはデルタ結線と読む）

- : 単相コイルを3台組み合わせる場合、
 - R相のコイルの巻き終わりとS相コイルの始めとおよび
 - S相コイルの巻き終わりとT相コイルの始め
 - T相のコイルの巻き終わりとR相コイルの始め を接続し
 その接続点に3相電源を入力したり、出力したりする方法。

Y 結線（星型結線またはスター結線とも言う）

- : 単相コイルを3台組み合わせる場合
 - 各相（R, S, T）コイルの巻き終わりを接続し、各コイルの巻き始めに
 - 3相電源を入力したり、出力したりする方法。

V 結線

- : 単相コイルを2台組み合わせて、3相電力を変換する方法
 - Δ 結線の変形（応用）で結線の形から見て Δ （三角形）の一辺を無くした形である。

(三相出力は△結線の約87%になる)

この結線方法の組み合わせにより、1次側-2次側

△-△， Y-△， Y-Y， △-Y 4通りの結線と
V結線（V-V結線とは言わない）

参 考

- ◎ 一般の電力用変圧器の容量の大きさにより、概ね 100kVA 以下 △-△、150kVAを超過で、Y-△結線が多く用いられている。
- ◎ 通常、変圧器といえば6kV/200, 100Vに使用するものをさすが、他の用途の変圧器（例：昇圧用変圧器、弱電用100/24-12V等）と区別して扱う場合は、特に電力用変圧器または、汎用変圧器と言う場合がある。
- ◎ Y接続、△接続にはそれぞれの電氣的な意味と構造上の理由があります。
- ◎ 上記問題、答え欄中 イ：△-△、ロ：V、ハ：Y-Y、ニ：Y-△ 結線

答 え イ

19 配電及び変電室設備に使用するがしいの塩害対策に関する記述として、誤っているものは。

解 説

- ① 碍子に取付けるアークホーンは、雷や異常電圧が発生した場合に、碍子表面の絶縁物（うわ薬）がアーク熱によって融かされたり、破壊されるのを防ぐために、ある限界電圧が配電線路に発生した場合にアークホーンで強制的に放電させて、碍子を保護するものである。
異常電圧が消滅するとアーク放電が止まり、配電線路電圧は元にもどる。
- ② 塩害
海岸地方では、塩分を含んだいわゆる潮風が吹くと、あらゆるものに塩分が付着する。
高電圧の碍子を塩害から保護・軽減するためには、
 - イ) 碍子の構造を強度にする。 碍子の沿面距離を大きくする。連結数を増やす。
 - ロ) 定期的に、碍子の清掃・洗浄をする。
 - ハ) シリコンクリーナー等撥水性の絶縁物質を塗布する。

答 え ニ がいしにアークホーンをとりつける

20 受電電圧6600 [V]、受電電力97 [kW]、力率80 [%] の高圧需要家の受電用遮断器に用いる過電流継電器の適切なタップ値 [A] は。
ただし、変流器の定格は20/5 [A] とし、タップ整定値は全負荷電流の150 [%] とする。

解 説

過電流継電器の目的・概要

高圧回路で、過負荷及び短絡事故が発生した場合に、その過負荷程度（短絡事故も含む）によりある程度時間を持たせて過電流継電器が作動させて、遮断器をトリップ（開放）させる。

また、構造上電流センサーである変流器の電流比タップを変えることにより感度を段階的に調整できるようにしている。

過電流継電器の取付け位置は、高圧側は高圧母線のR相及びT相の変流器（CT）の二次側配線に接続する。通常、三相のうちR相とT相に取付けることにより、三相電流を検出できる。

変流比、タップの調整の基本は、高圧回路の負荷に何〔kW〕または何〔A〕掛かっているか？負荷容量がどれぐらいであるかを想定したりして、その値を決めなければならない。

そのために

- ① 負荷電流の算出
- ② 高圧側の過負荷電流に対して変流器（変流比）よって過電流継電器に何〔A〕発生するか？
- ③ 負荷電流に対して過負荷を何〔%〕で過電流継電器を動作させるか？

① 全負荷電流の計算

$P = \sqrt{3} V I \cos \theta$ の式に題意の $P = 97$ 〔kW〕、 $V = 6,600$ 〔V〕、 $\cos \theta = 0.8$

$$\text{負荷電流 } I = \frac{P}{\sqrt{3} V \cos \theta} = \frac{97000}{\sqrt{3} \cdot 6600 \cdot 0.8} \doteq 10.6 \text{ [A]}$$

本問題意により、全負荷電流の150〔%〕で動作であるから

高圧回路に $10.6 \text{ [A]} \times 150 \text{ [\%]} \doteq 16 \text{ [A]}$ 発生すると過電流継電器が作動する。

- ② 変流比 20/5〔A〕ということは、高圧側に20〔A〕流れたときに、変流器二次側に5〔A〕流れるという意味である。

- ③ タップ値 変流器の変流比は20/5とすると、一旦取り付けると固定的になって負荷の変動に対応しにくい、したがって過電流調整も困難である。

そのために、変流器の二次側は基準5〔A〕であるが継電器側で、電流切替タップで6, 5, 4, 3〔A〕の段階的に調整できる構造となっている。

つまり 高圧側に20〔A〕流れたとき二次側に5〔A〕流れ、継電器は動作する。

例えば、タップを4〔A〕と整定したときは基準値5〔A〕に対して4〔A〕であるから基準値5〔A〕の80〔%〕になり、高圧側に換算すると20〔A〕の80〔%〕 = 16〔A〕で過電流継電器は作動することになる。

解 答

過電流継電器の電流タップ整定値は

負荷電流 × 過負荷率 × タップ整定値 × 変流比

上記の解説①により 150〔%〕過負荷 は 高圧側電流で 16〔A〕であるから

タップ整定値 $\frac{16[A]}{20[A]} \times 5 [A] = 4$

21 ディーゼル機関の熱損失を、大きいものから順に並べたものは。

解説

近年の自家発電設備の種類として、

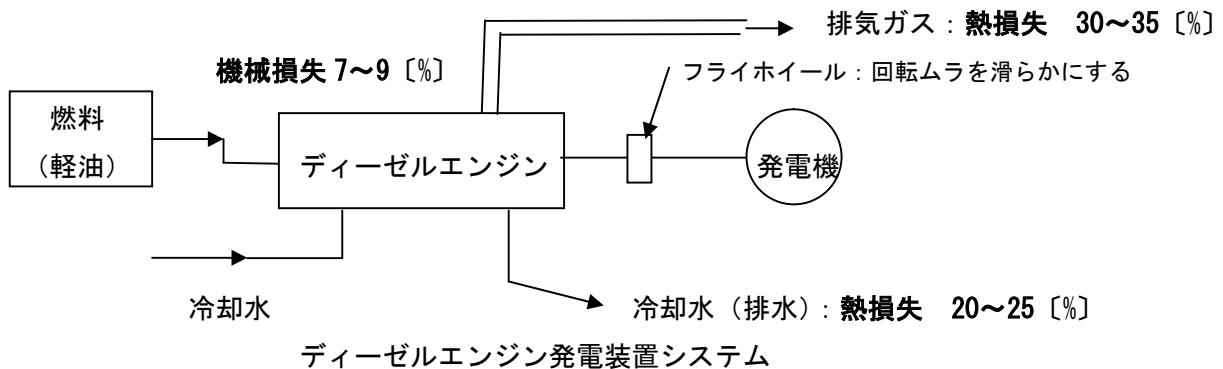
- ① ディーゼル機関による発電設備
- ② 太陽光発電設備
- ③ 風力発電設備
- ④ 燃料電池による発電設備

等があり、それぞれ用途により非常用電源または保安用電源として設備されるものと近年のエコ対策の一環として常用電源の一部として脚光を集めているものがあり、研究開発の途上にあるものもある。

それぞれには、発電規模の大きさや目的に応じた性能を生かせながら、初期設備コストや運転維持コスト（ランニングコスト）さらに保守・耐用年数等を、また地下資源エネルギーの枯渇を考慮しながら、発電設備そのものの技術開発や周辺機器の高度開発技術を高め、早く導入していく必要がある昨今である。

I ディーゼル機関による発電設備のシステム

(小規模発電設備として、多く用いられている。)



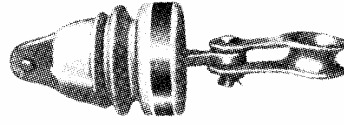
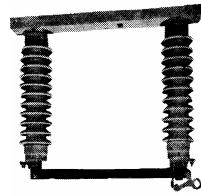
ディーゼルエンジンの動作工程

- ① 吸気 : シリンダー内に空気を吸入する。
- ② 圧縮 : 吸気した空気を圧縮して高温化する。
- ③ 爆発 : 高温・圧縮したシリンダー内へ噴霧状にした燃料を噴射して、急速燃焼（爆発）させ、シリンダーと連結したピストンにより回転運動に変換する。
- ④ 排気 : 燃焼ガスを排気する。

解答

22 写真に示す品物の名称は。

- イ 高圧ピンがいし
- ロ ステーションポストがいし
- ハ 高圧耐張がいし
- ニ 高圧中実がいし

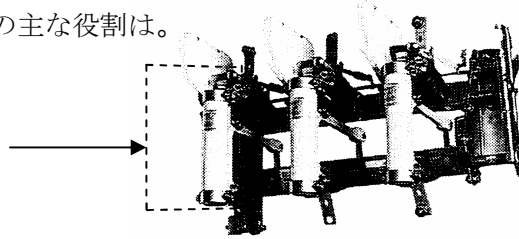


特高のDSの支持として使用

解 答

答え ニ

23 写真の機器の矢印で示す部分の主な役割は。



解 説

この写真の全体は「高圧気中負荷開閉器 (LBS)」である。主な目的は

- ① 小規模受電設備 (300kVA以下) の受電用主開閉装置とする。
- ② 変圧器や高圧コンデンサーの1次側の開閉装置とする。

この高圧気中負荷開閉器に電力用ヒューズ (PF) (または限流ヒューズとも言う) を取付けて、上記①、②に取付けられている高圧機器 (変圧器、高圧コンデンサーあるいは計器用変成器等) の過負荷電流や短絡電流を速やかに溶断させて、高圧気中負荷開閉器を開路させる。

ヒューズであるため1度溶断すると、取替えが必要になる (非再生性)。

答え欄の説明

イ 高圧電路の地絡保護

高圧電路の地絡電流を検出する「零相変流器 (ZCT)」と「地絡継電器」を組合わせ地絡電流を事故電流と認識した感度調整し、その回路の上位にある高圧開閉装置を開路 (トリップ) させる。

ロ 高圧電路の過電圧保護

高圧回路に異常電圧が発生した場合「過電圧継電器」を動作させ、上位の高圧開閉装置を開路させる。

ハ 高圧電路の高調波電流抑制

高圧、低圧を問わず高調波の発生源は多岐であるが、特にインバーター装置による3次5次7次の高調波被害が多く、機器の過熱・損傷に直結している。

この抑制策として、L-Cフィルター、アクティブフィルターや低圧コンデンサ等を発生機器の回路に接続する方法がある。

ニ 高圧電路の短絡保護

高圧回路の短絡時の電流は数kAになることがあり、負荷開閉装置では短絡電流を開路する能力がない。

この短絡電流を開路する能力のある装置を「遮断装置」といい、具体的には真空遮断器（VCB）、電力用ヒューズ（PF）が一般的である。

高圧開閉装置のうちで、短絡電流を開路する能力のあるものを遮断器という。

短絡電流を開路する能力のないものは、開閉器といい遮断器とはいわない。

解 答

答え ニ

24 低圧配線器具等の施設方法に関する記述として、不適切なものは。

解 説

低圧回路における分岐回路の過電流遮断器とコンセントの制限。 電技第171条解釈

低圧屋内電路の種類	コンセント
定格電流が15A以下の過電流遮断器で保護されるもの	定格電流が15A以下のもの
定格電流が15Aを超え20A以下の配線用遮断器で保護されるもの	定格電流が20A以下のもの
定格電流が15Aを超え20A以下の過電流遮断器で保護されるもの（配線用遮断器を除く）	定格電流が20A以下のもの（定格電流が20A未満の差込プラグが接続できるものを除く）
定格電流が20Aを超え30A以下の過電流遮断器で保護されるもの	定格電流が20A以上30A以下のもの（定格電流が20A未満の差込プラグが接続できるものを除く）
定格電流が30Aを超え40A以下の過電流遮断器で保護されるもの	定格電流が30A以上40A以下のもの
定格電流が40Aを超え50A以下の過電流遮断器で保護されるもの	定格電流が40A以上50A以下のもの

解 答

答え ロ

25 600Vビニル絶縁電線の許容電流（連続使用時）に関する記述として、適切なものは。

解 説

電線の許容電流

絶縁電線に過電流を流すと絶縁電線の温度が上昇し絶縁体を劣化させる。絶縁電線の材質によって異なるが、その絶縁電線に許される最高の温度のことを「最高許容温度」といい、この最高許容温度まで温度上昇させ

る電流のことを「許容電流」という。

ビニル絶縁電線（IV）の連続使用最高許容温度は、60℃である。

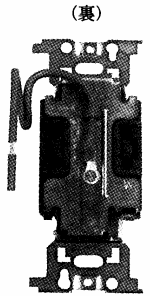
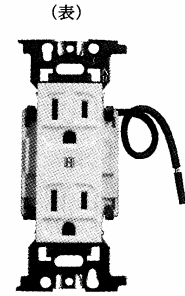
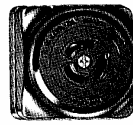
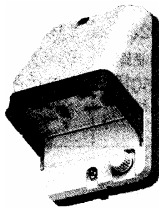
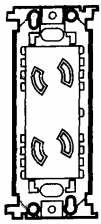
架橋ポリエチレン絶縁（CV）は 90℃

解 答

答え イ

26 写真に示す器具の名称は。

解 説



イ. 抜け止形コンセント

ロ. 防雨形コンセント

キ. 露出形

ク. 埋め込形

ハ. 引掛形コンセント

ニ. 医用コンセント

解 答

答え ニ

27 バスダクト工事に関する記述として、誤っているものは。

解 説

(平成24年類似問題)

バスダクト工事（電技182条解釈）

- 1 ダクト相互および電線相互は、堅ろうに、かつ、電氣的に完全に接続すること。
- 2 ダクトを造営材に取付ける場合は、ダクトの支持点間の距離を3m（取扱者以外の者が出入りできないように施設した場所において、垂直に取付ける場合は6m）以下とする。
- 3 ダクト（換気型のものを除く）の終端は、閉そくすること。
- 4 ダクト（換気型のものを除く）の内部に塵埃が侵入し難いようにすること。
- 5 低圧屋内配線の使用電圧が300V以下の場合は、ダクトには、D種接地工事を施すこと。
- 6 低圧屋内配線の使用電圧が300Vをこえる場合は、ダクトには、C種接地工事を施すこと。
(ただし、人が触れる恐れがないように施設する場合は、D種接地工事によることが出来る。)

解 答

答え ハ

28 低圧屋内配線において、ケーブルを使用する工事の施工に関する記述として、不適切なものは。

解 説

- 1 ケーブルは構造により略称記号化されている。低圧用ケーブルと高圧ケーブルの構造が異なる。
- 2 下記の材質の () 内文字は、その材質の頭文字を示します。

イ. 低圧ケーブルの場合

- 導 体 : 銅、アルミニウム
- 絶 縁 体 : ビニル(V)、ポリエチレン系(C)、ゴム系(R)
- 外装(シース) : ビニル(V)、ポリエチレン系(C)、ゴム系(R)、金属体(鉛、銅、鉄)
- 仕上り外形(形状) : 丸型(R)、平型(F)、ケーブル単体の3本撚り(トリプレックス:T)

ロ. 高圧ケーブルは、

絶縁電線と外装の間に銅テープを巻きつけ接地を取付け、外部への電界遮へいをする。

- 3 略称のつけ方は、使用電圧、絶縁体の材質、外装の材質、形状又は芯線数の順に明記する。

例: 600V架橋ポリエチレン絶縁・ビニルシース・トリプレックスケーブル ⇒ 600V CV-T

6KV架橋ポリエチレン絶縁・ビニルシース・丸型・3芯 ⇒ 6KV CV 3芯

外形が丸の場合は、特に「R」をつけない場合がある。平型ケーブルのみ「F」をつける。

例 CV, VVR, VVF

解 答

答え ハ

29 人が触れる恐れがある場所で使用電圧が300[V]を超える低圧屋内配線において、600Vビニル絶縁ビニルシースケーブルを金属管に収めて施設した。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 : I₁ 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。

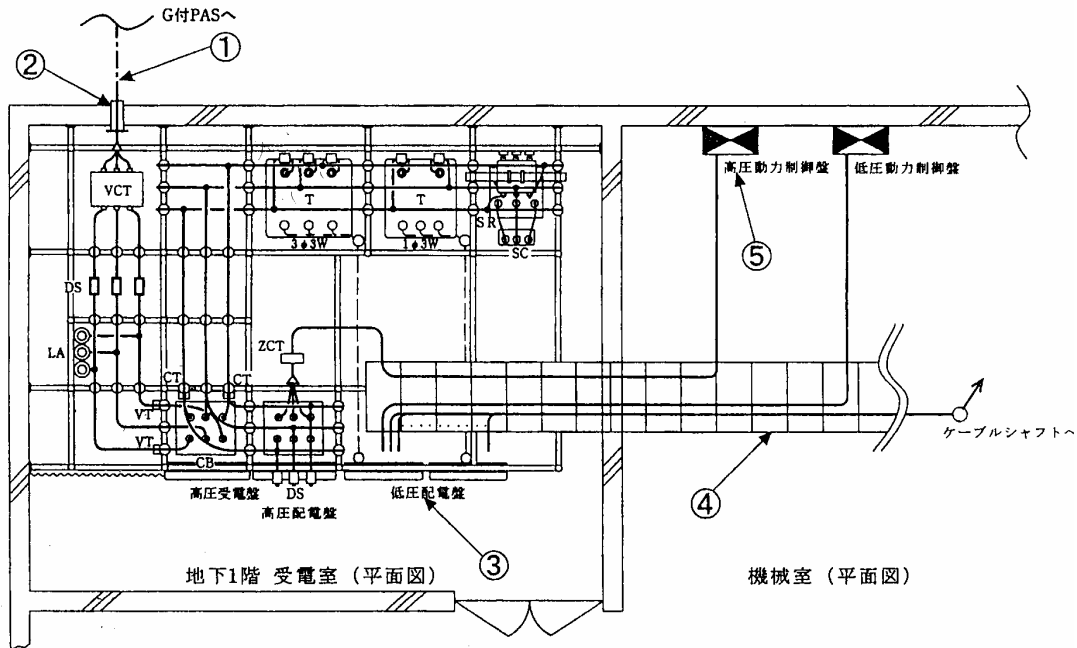
解 答

答え ハ

問い30から問い34までは、下の図に関する問いである。

図は、地下1階にある自家用電気工作物構内（500 [KW] 未満）の受電設備及び機械室を表した図である。この図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。

〔注〕 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。



30 ①に示す高圧ケーブルの太さを検討する場合に必要な事項は。

解 説

(平成29年類似問題)

一般に、電線の太さ(サイズ)を決める場合に考慮することは

- ① 負荷電流に対する許容電流時間耐過電流。つまり短絡事故時に、負荷電流の数倍又は数十倍流れる短絡電流に対して、保護装置の過電流継電器と遮断装置が作動する。それまでの短時間に絶縁体が過熱・絶縁破壊に耐えられるかどうかである。
- ② 電圧降下が許容範囲であること。

高圧回路において考慮することは上記条件であるが、電線の太さ以外に考慮すべき点は絶縁強度（絶縁耐力）である。特に、高圧ケーブルでは大地間に対して通常で相当漏れ電流が発生する。一方、地絡事故電流に対して正確に事故電流と判定して、地絡保護装置を作動させなければならない。

（電線の太さの決定には無関係である。）

解 答

答え ハ

3 1 ②に示す地中の高圧ケーブルが屋内に引き込まれる部分に使用される材料として、最も適切なものは。

解 説

高圧ケーブルの防護装置には特に制限がないが、この設問の地中の壁を貫通する場合なので 地下電気室への防水措置が必要である。防水鋳鉄管が用いられる。

解 答

答え イ

3 2 ③に示す低圧配電盤に設ける過電流遮断器として、不適切なものは。

解 説

配線・幹線保護のための過電流遮断器の条件

- ① 幹線の許容電流以下の定格電流のものであること。
- ② 電動機等が接続された幹線の過電流遮断器の場合は

$$I_B \leq 3 I_M + I_H \quad [A] \quad I_B: \text{幹線の過電流遮断器電流} \quad I_M: \text{電動機の定格電流の合計}$$

$$I_H: \text{他の負荷の定格電流の合計}$$

$$I_B \leq 2.5 I \quad [A] \quad \text{許容電流} I \text{が} \quad I_B > 2.5 I \text{ のとき}$$

- ③ 電動機用幹線の許容電流が100[A]を超える場合で過電流遮断器の標準定格に該当しない場合は直近上位の容量のものを使用することが出来る。
- ④ 各極に過電流遮断器を設けること。ただし、対地電圧が150[V]以下（単三配線）で接地側電線以外の過電流流遮断器が動作した場合に、各極が同時に遮断されるときは、接地側電線に過電流遮断器を施設しないことが出来る。（3極同時動作）

解 答

答え ロ

3 3 ④に示すケーブルラックに、高・低圧配電盤から配電されるケーブルを、同一ケーブルラック上に配線する場合の施工方法として、不適切なものは。

解 説

高圧ケーブルと他の配線等との離隔距離

高圧屋内配線、低圧屋内配線、弱電流線、水管、ガス管等とは15cm以上離す。

(ただし、耐火性の堅ろうな隔壁を設けた場合、ケーブルを耐火性のある堅ろうな管に納めた場合を除く。)

解 答

答え ロ

34 ⑤に示す高圧動力制御盤に取り付ける運転制御用の機器として、最も適切なものは。

解 説

イ 高圧交流負荷開閉器 (LBS)

- 主な目的は ① 小規模受電設備 (300kVA以下) の受電用主開閉装置とする。
② 変圧器や高圧コンデンサーの1次側の開閉装置とする。

ロ 高圧交流遮断器 (CB)

真空遮断器 (VCB) が主流である。高圧受電設備の受電遮断装置として多く用いられ、地絡継電器や過電流継電器と組み合わせ連動させて事故時の電路の遮断や、通常の電路の開閉装置として用いられる。

ハ 高圧電磁接触器 (MC : マクネットコンタクター)

高圧電動機の運転時の起動・停止に使用する。

ニ 高圧断路器 (DS)

- ① 高圧遮断器の1次側に取付け、電路や機器の点検・修理等を行う時に高圧電路の開閉に用いる。無負荷状態の電路のときのみ開閉できる能力しかない。(負荷電流を開閉する能力がないため絶対に負荷電流を開閉してはいけない。)

解 答

答え ハ

35 過電流継電器の最小動作電流の測定と限時特性試験を行う場合、必要でないものは。

解 説

高圧回路の過電流継電器は変流器と組み合わせて、異常電流時に遮断器を開路(トリップ)させるものである。この過電流継電器が正常動作するかを定期的に点検・試験をします。

過電流継電器の性能試験の内容は、変流器の2次側回路に模擬電流を流して

- ① 定格負荷電流(整定値)に対して規格範囲内の電流値で作動するか確認する。
② 整定値の200%、300%、500%と過負荷電流を流して、その定格電流の倍率に対して、作動する時間(サイクル)を測定する。

水抵抗器は模擬電流の調整、サイクルカウンターは作動時間の測定に使用する。電力計は不要である。

解 答

答え イ

36 電気設備の技術基準の解釈において、停電が困難なため低圧屋内配線の絶縁性能を、漏えい電流を測定して判定する場合、使用電圧が100〔V〕の電路の漏えい電流の上限値として、適切なものは。

解説 (平成24年、29年類似問題)

低圧電路で絶縁抵抗値の最小値は

対地電圧 150〔V〕以下 (単三200/100V回路)	0.1〔MΩ〕
対地電圧 150〔V〕超過 300〔V〕以下 (3相200V回路)	0.2〔MΩ〕
対地電圧 300〔V〕超過 (3相400V回路)	0.4〔MΩ〕

今回、使用電圧が100〔V〕であるため、オームの法則により

$$\begin{aligned} \text{漏えい電流 } I_g &= 100 \text{〔V〕} / 0.1 \text{〔M}\Omega\text{]} \\ &= 100 / (0.1 \times 10^6) = 0.0001 \text{〔A〕} = 0.1 \text{〔mA〕} \end{aligned}$$

解答

答え イ

37 最大使用電圧6900〔V〕の高圧受電設備の電路を一括して、交流で絶縁耐力試験を行う場合の試験電圧と試験時間の組み合わせとして適切なものは。

解説

高圧電路の絶縁耐力試験は交流電圧の場合

- ① 試験電圧 : 最大使用電圧の 1.5 倍
 $6,900 \text{〔V〕} \times 1.5 = 10,350 \text{〔V〕}$
- ② 試験時間 : 連続して10分間

試験電圧が直流電圧の場合 (ケーブルに限る。高圧機器は不可)

試験電圧 : 交流電圧の場合の2倍。 10分間。

答え ニ

38 第1種電気工事士は、自家用電気工作物の保安に関する定期講習を、免状の交付を受けた日から何年以内ごとに受けなければならないか。

解説 (平成19年類似問題、22年同一問題、)

第一種電気工事士の義務

- ① 電気工事士の免状は、工事士試験に合格した者が、都道府県に免状交付申請し交付を受ける。
第一種電気工事士試験に合格しても所定の実務経験がないと免状の交付はされない。

- ② 免状の携帯義務 電気工事に従事しているときは、常に携帯していること。
- ③ 更新・再講習の義務 免状交付を受けた日から**5年以内**に自家用電気工作物の保安に関する定期講習（再講習）を受け更新しなければならない。以後についても同様とする。
- ④ 工事範囲 特殊電気工事を除いた**最大電力500KW未満の自家用電気工作物**および一般用電気工作物の電気工事に従事することが出来る。
- ⑤ 非常用予備発電装置工事は、特殊電気工事資格者（非常用予備発電装置工事）の資格が必要。
- ⑥ 電気技術設備基準等の法令の遵守。
- ⑦ 報告の義務 事故等で電気設備および電気関連人身事故、電気火災、波及事故等は必要に応じ報告（速報、および詳報）の義務がある。

解 答

答え ハ

39 第一種電気工事士の免状の交付を受けている者でなければ従事できない作業は。

解 説 (平成29年同一問題、)

第一種電気工事士の義務

- ① 電気工事士の免状は、工事士試験に合格したものが、都道府県に免状交付申請し交付を受ける。
第一種電気工事士試験に合格しても所定の実務経験がないと免状の交付はされない。
- ② 免状の携帯義務 電気工事に従事しているときは、常に携帯していること。
- ③ 更新・再講習の義務 免状交付を受けた日から**5年以内**に自家用電気工作物の保安に関する定期講習（再講習）を受け更新しなければならない。以後についても同様とする。
- ④ 工事範囲 特殊電気工事を除いた**最大電力500KW未満の自家用電気工作物**および一般用電気工作物の電気工事に従事することが出来る。(自家用電気工作物:最大電力500〔KW〕未満の需要設備を言う。) 発電所、変電所、送電線路を除く
- ⑤ 非常用予備発電装置工事は、特殊電気工事資格者（非常用予備発電装置工事）の資格が必要。
- ⑥ 電気技術設備基準等の法令の遵守。
- ⑦ 報告の義務 事故等で電気設備および電気関連人身事故、電気火災、波及事故等は必要に応じ報告（速報、および詳報）の義務がある。
- ⑧ 都道府県知事は、第一種電気工事士が電気工事士法に違反したときは、その電気工事士免状の変納を命ずることができる

答え ハ

40 電気工事の業務の適正化に関する法律において、登録電気工事業者は一般用電気工作物に係る電気工事の業務を行う営業所ごとに、主任電気工事士を置かなければならないが、主任電気工事士になれる者は。

解 説 解 答

答 え ハ

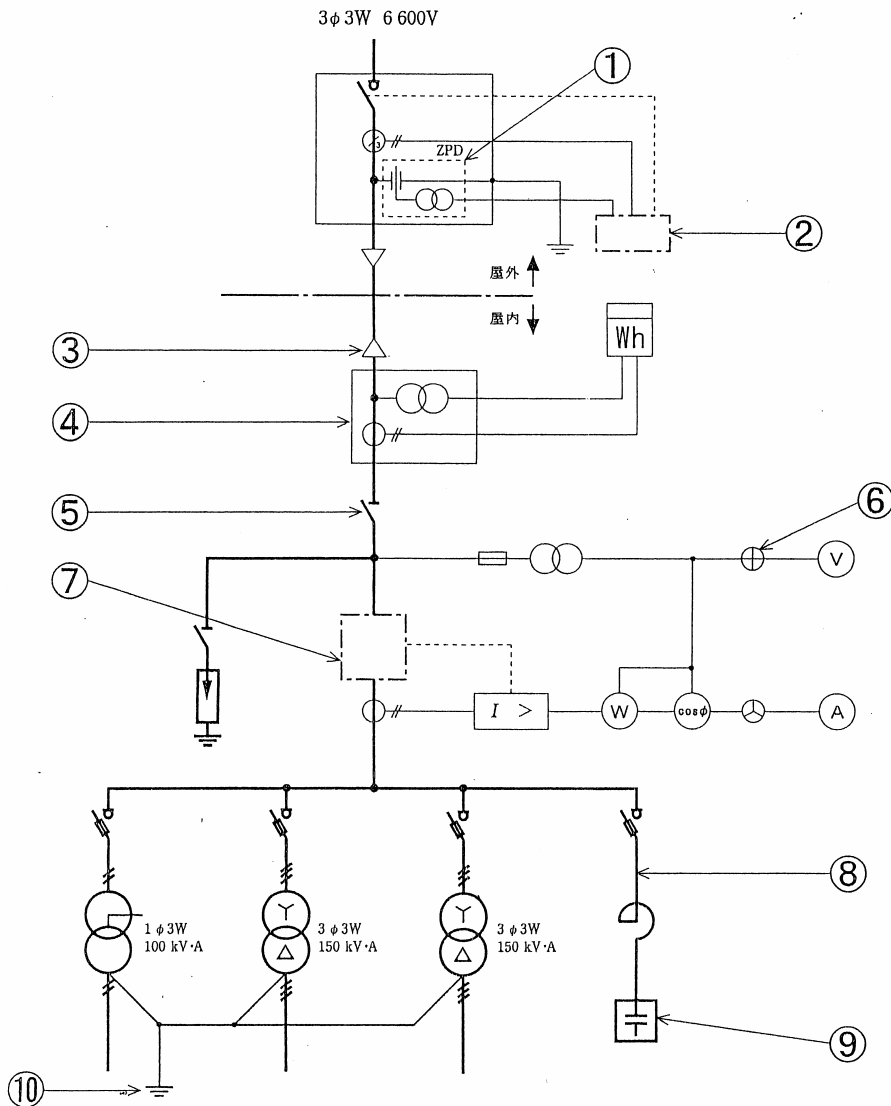
主任電気工事士の設置等

- ① 一般用電気工作物の電気工事を行う営業所ごとに、主任電気工事士を置くこと。
- ② 主任電気工事士は第一種電気工事士。
- ③ 第二種電気工事士で実務経験3年以上の者であること。

問題2. 配線図 (問題数10、配点は1問当たり2点)

図は、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。

[注] 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。



41 ①のZPD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、

- ① 地絡電流が流れる。
- ② 地絡電圧（零相電圧）が発生する。

この現象をキャッチするもの（センサー）が

地絡電流は：ZCT（零相変流器）及び 地絡電圧は：ZPD（零相電圧検出装置）で検出し、地絡継電器へその信号を送る。

地絡継電器には、イ 地絡電流のみで作動するもの（無方向性地絡継電器）

ロ 地絡電流と地絡電圧で作動するもの（方向地絡継電器）がある。

イ 地絡事故発生時のZCTの2次側回路に発生する電流は数100μA程度と微弱である。

これを地絡継電器で増幅し、補助電源を介して高圧開閉器を開路させるが微弱電流で継電器が作動するため、通信・無線電波や電源回路の異常信号にも敏感に作動することがある。いわゆる誤動作停電となる。

ロ 上記イの誤動作停電を防止するため、本当の地絡事故でさらに事故点が当該回路の場合のみ作動する。つまり、事故点がZCT取付け点より2次側（負荷側）に発生した場合は、事故電流は電源側から負荷側への方向となり、逆に他所の地絡事故の場合の事故電流方向は負荷側から電源側への方向となるか、あるいは事故電流は検出しない。この地絡事故電流の方向と発生した地絡電圧が合致したときのみ地絡継電器は作動する。

自己の地絡事故のみ検出する。つまり方向性を持たせているのである。

解答

答え イ

42 ②に設置する機器の図記号は。

解説（平成15、20年同一問題）

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：異常電流を検出して作動するもの。
- ② 電圧継電器：異常電圧を検出して作動するもの。がある。

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。

：地絡現象で作動する。

イ：地絡過電流継電器， ロ：方向地絡継電器， ハ：不足電流継電器， ニ：不足電圧継電器

解 答 この設問の機器へ入っている信号は、地絡電流と地絡電圧である。

答え ロ

4 3 ③で示す図記号は。

解 説

- 1 ケーブルは構造により略称記号化されている。低圧用ケーブルと高圧ケーブルの構造が異なる。
- 2 下記の材質の（ ）内文字は、その材質の頭文字を示します。

イ. 低圧ケーブルの場合

導 体 : 銅、アルミニウム

絶 縁 体 : ビニル(V)、ポリエチレン系(C)、ゴム系(R)

外装(シース) : ビニル(V)、ポリエチレン系(C)、ゴム系(R)、金属体(鉛、銅、鉄)

仕上り外形(形状) : 丸型(R)、平型(F)、ケーブル単体の3本撚り(トリプレックス:T)

ロ. 高圧ケーブルは、

絶縁電線と外装の間に銅テープを巻きつけ接地を取付け、外部への電界遮へいをする。

- 3 略称のつけ方は、使用電圧、絶縁体の材質、外装の材質、形状又は芯線数の順に明記する。

例: 600V架橋ポリエチレン絶縁・ビニルシース・トリプレックスケーブル ⇒ 600V CV-T

6KV架橋ポリエチレン絶縁・ビニルシース・丸型・3芯 ⇒ 6KV CV 3芯

外形が丸の場合は、特に「R」をつけない場合がある。平型ケーブルのみ「F」をつける。

例 CV, VVR, VVF

解 答

答え イ ケーブルヘッド

4 4 ④の部分に施設する機器の複線図として、正しいものは。

解 説

図のこの位置に設置すべき機器は、電力取引用の計器用変成器(VCT)である。

このVCTの2次側に積算電力計を接続し、電力量を計量するものである。

この高圧3相電力を測定するには、高圧側の3相電圧及び3相電流が必要となる。

3相電圧を取り出すには 計器用変圧器(VT) 2台をV結線する。

3相電流を取り出すには 高圧用変流器(CT) 2台で取り出す。

(3相電力は、2電力計法の理論により成り立つ。)

解 答

答え ニ

4 5 ⑤で示す機器の名称は。

解 説

単線結線図（スケルトン図）全体から見ると、電源6,600V～引込み開閉器～引込み高圧ケーブル～VCT～断路器～遮断器～各LBS～各変圧器、コンデンサーとなる。

断路器+遮断器はセットで使用する。

解 答

答え ニ 高圧断路器

46 ⑥に設置する機器は。

解 説

図の⊕は、電圧計Ⓥの直前に位置している。

イ：電流計切替開閉器 ロ：操作型セレクトスイッチ ハ：押釦スイッチ ニ：電圧計切替開閉器

答え欄の写真イとハの違い（識別）は、操作ハンドルのプレートを注視すると

イ は R, S, T の記号がある。各相の切替を示す。 各相の電流計切替開閉器


ロ は R-S, S-T, T-R の記号がある。各相間の切替を示す。電圧計切替開閉器

解 答

答え ニ

47 ⑦に設置する機器の図記号は。

解 説

シンボルで開閉器（スイッチ）記号の基本は  で表わすが、

シンボルにさらに補足して、記号でその用途や性能を分類している。高圧受電設備では



断路器
(DS)



高圧負荷開閉器 (LBS)
(電力ヒューズ付) (電力ヒューズなし)



遮断器
(CB)



プライマリーカットアウトスイッチ
(PC)

単線結線図全体から見ると、

引込み高圧ケーブル～VCT～断路器～遮断器～各LBS～各変圧器、コンデンサーとなる。

断路器+遮断器はセットで使用する。

解 答

答え ハ 遮断器

48 ⑧に示す高圧絶縁電線（KIP）の構造は。

解説 （平成24年類似問題）

- イ 高圧絶縁電線 ロ CVケーブル（高圧架橋ポリエチレン絶縁ビニルシースケーブル）
- ハ 600V CVケーブル（600V架橋ポリエチレン絶縁ビニルシースケーブル）
- ニ IV電線（600Vビニル絶縁電線）

解答

答え イ

49 ⑨に設置する機器は。

解説 （平成23年類、25年同一、26年類似問題）

- イ 直列リアクトル ブッシング碍子が1次側及び2次側とも高圧用碍子である
- ロ 電力用コンデンサ
- ハ 3相変圧器 1方は高圧ブッシング3ヶ 他方は低圧ブッシング側3ヶ
- ニ 単三用変圧器 1方は高圧ブッシング2ヶ 他方は低圧ブッシング側3ヶ

解答

答え ロ 電力用コンデンサ

50 ⑩の変圧器の低圧側電路に施す接地工事の種類として、適切なものは。

解説 （平成19年度 問題28の解説を参照のこと。）

B種接地工事

- ① $150 / I_1$ （高圧側の1線地絡電流）
ただし、高圧回路が低圧側に混蝕した場合、1秒を超え2秒以内に遮断する装置（高圧地絡継電器及び開閉器等）を設けるときは、 $300 / I_1$ 〔Ω〕以下
1秒以内に遮断する装置を設けるときは、 $600 / I_1$ 〔Ω〕以下
- ② 使用電線 直径4mm以上の軟銅線
- ③ 接地線の取付位置 特高又は高圧から低圧に変圧する低圧側の1線

解答

答え ロ