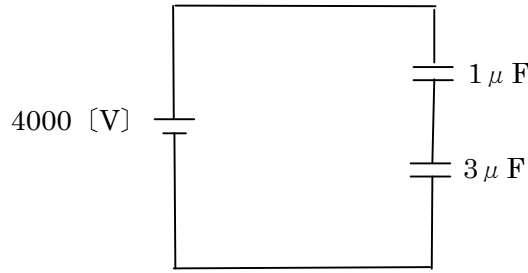


1 図のような回路において、静電容量 $1 [\mu\text{F}]$ のコンデンサに蓄えられる静電エネルギー $[\text{J}]$ は。



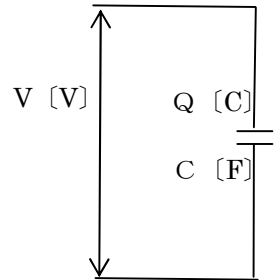
解 説

この問題は、コンデンサの直・並列接続による静電容量の計算および、コンデンサに蓄えられる静電エネルギーの関係等を理解・暗記していなければならない。（右図参照）

1 コンデンサ C [$\overset{\text{ファラド}}{\text{F}}$]、印加電圧 V [V] とすると、コンデンサに電荷 Q [$\overset{\text{クーロン}}{\text{C}}$] が蓄えられ
 $Q = CV$ [$\overset{\text{クーロン}}{\text{C}}$] の関係になる

2 コンデンサ C [F] に蓄えられるエネルギー W [$\overset{\text{ワット}}{\text{J}}$] は

$$W = \frac{1}{2} CV^2 \quad [\overset{\text{ジュール}}{\text{J}}]$$



3 コンデンサの直列接続（下図23-1-1参照）

① コンデンサ C_1 , C_2 の直列接続したときの合成静電容量 C_0 は、

$$C_0 = \frac{C_1 \times C_2}{C_1 + C_2} \quad [\text{F}] \quad \text{直列接続では上は掛け算、下は足し算（抵抗の接続式の逆）}$$

② コンデンサ C_1 , C_2 に同じ電荷 Q が蓄えられるので

$$Q = C_1 V_1 = C_2 V_2 \quad [\overset{\text{クーロン}}{\text{C}}]$$

4 コンデンサの並列接続（下図23-1-2参照）

① コンデンサ C_1 , C_2 の並列接続したときの合成静電容量 C_0 は

$$C_0 = C_1 + C_2 \quad [\text{F}] \quad \text{並列接続はそれぞれの足し算（抵抗の接続式の逆になる）}$$

② 図23-1-2において、全電荷 Q と各コンデンサ C_1 , C_2 の電荷 Q_1 , Q_2 の関係は

$$Q_1 = C_1 V \quad Q_2 = C_2 V \quad [\overset{\text{クーロン}}{\text{C}}]$$

$$Q = Q_1 + Q_2 = C_1 V + C_2 V = (C_1 + C_2) V \quad [\overset{\text{クーロン}}{\text{C}}]$$

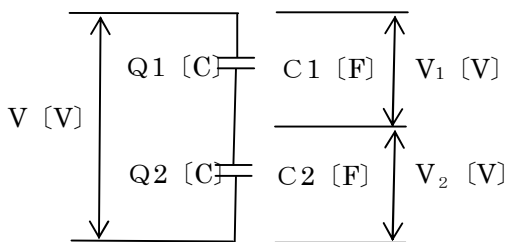


図23-1-1

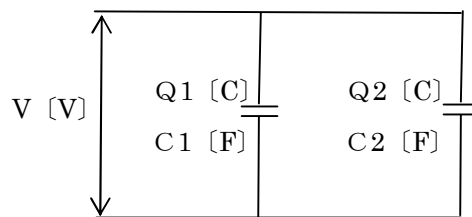


図23-1-2

解 答

① コンデンサ $C_1 = 1$ [μF], コンデンサ $C_2 = 3$ [μF] の電荷 Q は等しいので、
 コンデンサ C_1 、 C_2 の印加電圧 V_1 、 V_2 と電荷 Q の関係は
 $Q = C_1 V_1 = C_2 V_2 \quad 1 [\mu\text{F}] \cdot V_1 = 3 [\mu\text{F}] \cdot V_2 \quad V_1 = 3 [\mu\text{F}] \cdot V_2 \quad V_1 = 3 V_2$
 $V = V_1 + V_2 = 4000 [\text{V}] \quad V_1 = 4000 - V_2 = 4000 - \frac{1}{3} V_1 \quad (\because V_2 = \frac{1}{3} V_1)$
 $V = 4000 = V_1 + \frac{1}{3} V_1 = \frac{4}{3} V_1 \quad \therefore V_1 = \frac{3}{4} \times 4000 = 3000$

② コンデンサ C [F] に蓄えられるエネルギー W [J] は $W = \frac{1}{2} C V^2$ [J] より
 コンデンサ $C_1 = 1$ [μF] 蓄えられるエネルギー W_1 [J] は
 $W_1 = \frac{1}{2} C_1 V_1^2 = \frac{1}{2} \times \frac{1}{10^6} \times 3000^2 = \frac{1}{2} \times 3^2 = 4.5$ [J]

答え ハ 4.5 [J]

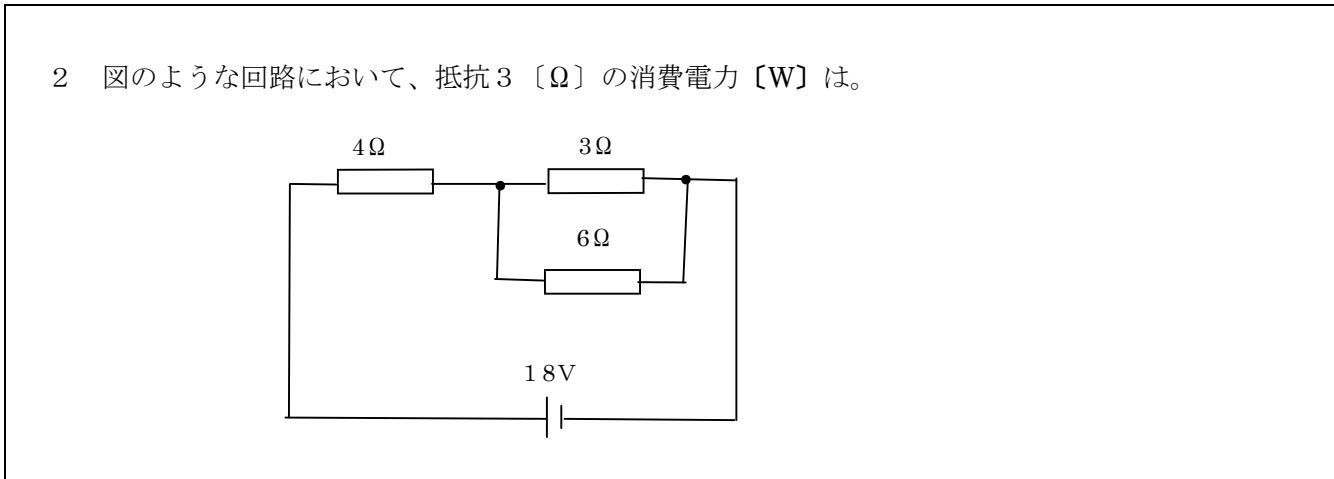
参 考

簡単な暗算で解く方法。 (比例、反比例の関係を駆使すると簡単に解ける場合が多い。)

C_1 の電圧は C_2 の電圧の3倍である。

一般式 $Q = C V$ [C] から $V = \frac{Q}{C}$ つまり V は C に反比例する。

$V_1 : V_2 = C_2 : C_1 = 3 : 1 = \frac{3}{4} : \frac{1}{4} \quad \therefore V_1 = 4000 [\text{V}] \times \frac{3}{4} = 3000 [\text{V}]$



解 説

抵抗の直並列の計算および分岐回路の分流値、または抵抗値に比例して分圧される理論を比例・反比例で考えると暗算で解ける。消費電力の式は3通りあるが、下記に比例・反比例で暗算形式と理論で解説します。

解 答

平成23年度 一般問題

- ① 3Ωと6Ωの並列回路の合成抵抗値は、分母は足し算分子は掛け算の暗算で $3 \times 6 / (3+6) = 2 \Omega$
- ② 全体の抵抗値は $4 \Omega + 2 \Omega = 6 \Omega$
- ③ 電源18Vが4Ωと2Ω = 2 : 1 = 2 / 3 : 1 / 3 = 12 : 6 [V] に分圧される。
- ④ 3Ωの両端の電圧は6 [V]
- ④ 3Ωに流れる電流は、 $6 \text{ V} / 3 \text{ M}\Omega = 2 \text{ [A]}$
- ⑤ 3Ωの消費電力Pは、 $P = I^2 R$ の式により $2^2 \times 3 = 12 \text{ [W]}$
 または $P = V^2 / R$ の式により $2^2 / 3 = 12 \text{ [W]}$
 または $P = V I$ の式により $6 \times 2 = 12 \text{ [W]}$

答え ハ 12 [W]

3 図のような回路において、電源電圧は100 [V]、回路電流は25 [A]、リアクタスは5 [Ω]である。この回路の抵抗Rの消費電力 [W] は。

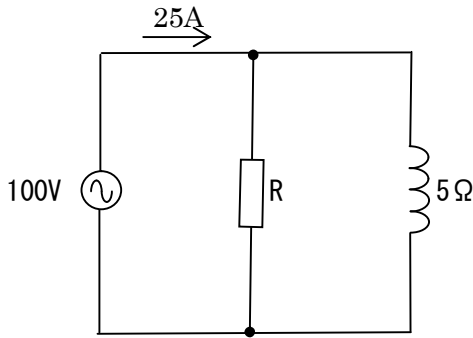


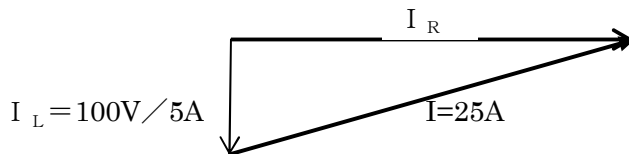
図23-3-1

解説 (平成22年同一、26年類似問題)

この問題のポイントは、各インピーダンスの電流の合成を下図のようなベクトル図で解答できるかである。図23-3-1のように、回路電流25 [A] は各インピーダンスの電流 (I_R , I_L) の合成である。これをベクトル図で描くと

$$\text{下図より、} I^2 = I_R^2 + I_L^2 \quad I_R^2 = I^2 - I_L^2 \quad I_R = \sqrt{I^2 - I_L^2}$$

$$I_L = 100 \text{ V} / 5 \text{ A} = 20 \text{ [A]}$$

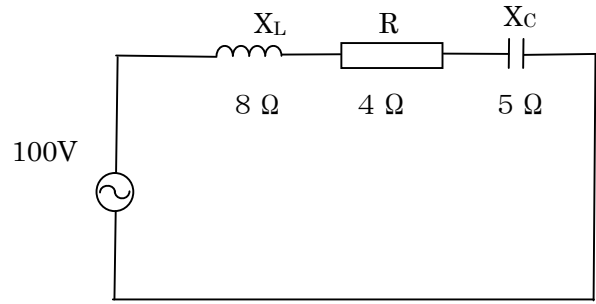


$$I_R = \sqrt{I^2 - I_L^2} = \sqrt{25^2 - 20^2} = \sqrt{25^2 - 20^2} = \sqrt{625} = 15$$

抵抗Rの消費電力Pは、 $P = V I = 100 \times 15 = 1500 \text{ [W]}$

答え ロ 1500 [W]

4 図のような回路において、電源電圧は100 [V]
 誘導性リアクタンス $X_L=8$ [Ω] 抵抗 $R=4$ [Ω]
 容量性リアクタンス $X_C=5$ [Ω] である。回路の
 消費電力 [kW] は。



解 説

R, L, Cの回路においてそれらの結線状態が、直列接続あるいは並列接続であっても、その回路で電力を消費するのは抵抗Rのみであり、他の誘導性リアクタンス X_L や容量性リアクタンス X_C では消費しない。したがってR [Ω] に作用するその両端の電圧 V_R 、[V] それに流れる I_R [A] で電力が消費される。

消費電力Pの一般式は、

$$P = VI \quad P = I^2 R \quad P = V^2 / R \quad \text{で表せる。}$$

どの式を適用するかは、与えられた回路・数値等全体を考慮して見通しをするが、上の一般式に即、適用するような単純な問題ではない。2段構え、3段構えで思考しなければならない。

交流回路の基礎におけるインピーダンスやそれによる電圧の加わり方や電流の流れ方の理解度を問われている問題である。

解 答

この回路は、負荷の直列回路であるため、その回路電流は各負荷に同じ値で流れる。

まず、インピーダンスZを求め、回路電流Iを算出し抵抗Rの電力を求める。

- ① 全体のインピーダンスZと抵抗Rと誘導性リアクタンス X_L 、と容量性リアクタンス X_C の関係式は
 $Z^2 = R^2 + (X_L - X_C)^2 \quad Z^2 = 4^2 + (8 - 5)^2 = 25 = 5^2 \quad \therefore Z = 5$ [Ω]
- ② 回路電流Iは、 $I = V / Z = 100$ [V] / 5 [Ω] = 20 [A]
- ③ 回路の消費電力Pは、 $P = I^2 R = 20^2 \cdot 4 = 1600$ [W] = 1.6 [kW]

答え ハ 2.0

5 図aの三相交流回路の消費電力は、図bの三相交流回路の消費電力の何倍か。

但し、電源は三相200 [V]、抵抗 $R=25$ [Ω] とする。

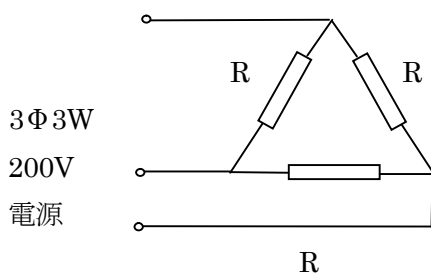


図 a

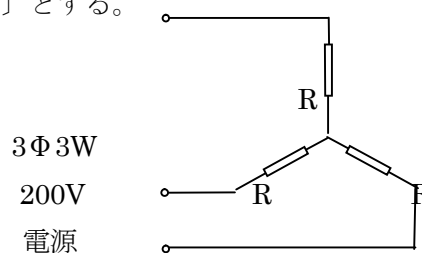


図 b

解 説

三相交流回路の^{スター}Y結線と^{デルタ}Δ結線の各相に掛かる電圧と各相の電流関係を問う課題と三相電力の考え方の理解度が求められる。

- ① 三相電力の基本的な考えは、三相電力 P_3 は1相電力 P_1 の3倍である

$$P_3 = 3 \cdot P_1$$

- ② ^{スター}Y結線の1相に掛かる電圧 V_s は、線間電圧 V_L の $1/\sqrt{3}$ である。

解 答

消費電力Pの一般式は、

$$P = VI \quad P = I^2 R \quad P = V^2 / R$$

- ① ^{デルタ}Δ結線の場合の三相電力Pdは、1相の電力 P_1 の3倍である。

$$1 \text{ 相の電力 } P_1 = V^2 / R = 200^2 [V] / R [\Omega]$$

$$\text{三相電力 } Pd = 3 \cdot P_1 = 3 \cdot 200^2 [V] / R [\Omega]$$

- ② ^{スター}Y結線の三相電力 P_s は、1相の電力 P_1 の3倍であるが、

$$1 \text{ 相の電圧 } V_s \text{ (いわゆる相間電圧)} V_s \text{ は、線間電圧 } V_L \text{ の } 1/\sqrt{3}$$

$$1 \text{ 相の電力 } P_1 = V_s^2 / R = (200/\sqrt{3})^2 [V] / R [\Omega] = 200^2 / 3 / R = 200^2 R / 3$$

$$\text{三相電力 } P_s = 3 \cdot P_1 = 3 \cdot 200^2 R / 3 = 200^2 R$$

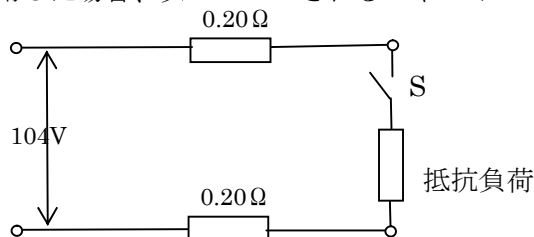
ここで「AはBの何倍か」の場合 A/B か B/A か 惑う場合がある。

その時は、具体的な数字を入れてみる。例、100は10の何倍か？ ですぐわかる。

- ③ Pdは P_s の何倍か？ $Pd/P_s = 3 \times \frac{200^2 R}{200^2 R} = 3$

答え = 3.00

- 6 図のような単相2線式配電線路で、電源電圧は104[V]、電線1線当たりの抵抗は0.20[Ω]である。スイッチSを閉じると、抵抗負荷の両端の電圧は100[V]になった。この負荷を10分間使用した場合、負~~荷~~されるエネルギー[KJ]は。ただし、電源電圧は一定とする。



解 説

電気エネルギーと熱エネルギー、つまり電力量と熱量等の物理的な基本関係の理解が必要となる。

電力量と熱量の換算式は

$$1 \text{ [ワット} \cdot \text{秒]} = 1 \text{ [ジュール]} \quad , \quad 1 \text{ [kW} \cdot \text{h]} = 3,600 \text{ [kJ]}$$

$$1 \text{ [kW} \cdot \text{h]} = 860 \text{ [kcal]}$$

$$\text{消費電力量} \quad 1 \text{ [kW]}、1 \text{ [時間]} \quad 1 \text{ [kW} \cdot \text{h]} = 3600 \text{ [kJ]}$$

- ① 配電線路の電圧降下から負荷電流を算出し、抵抗負荷の消費電力を出す。
- ② 消費電力と使用時間の積（掛け算）により電力量を求め、エネルギー換算する。

解 答

配電線路電流 I による電線1線当たりの線路抵抗 r 、一線の電圧降下 V_d 、受電端電圧 V_R と送電端電圧 V_S の関係は

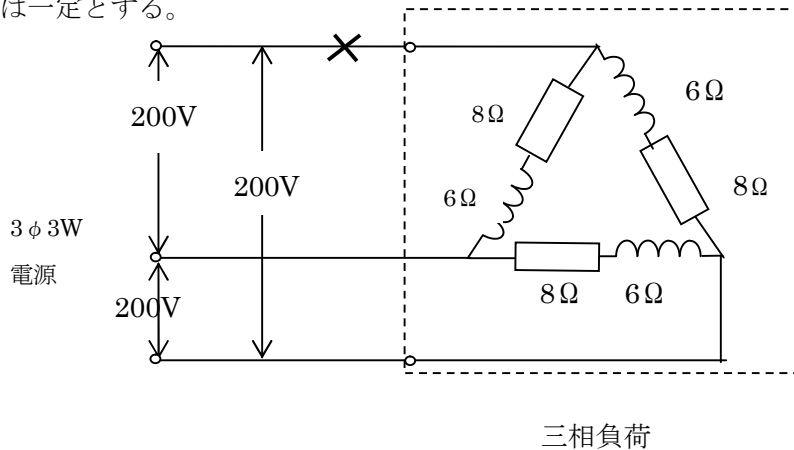
受電端電圧 $V_R = \text{送電端電圧 } V_S - 2 \cdot V_d$

- ① $V_d = (V_S - V_R) / 2 = 104 - 100 / 2 = 2$ [V]
- ② $V_d = I \cdot r \quad I = V_d / r = 2 / 0.20 = 10$ [A]
- ③ 抵抗負荷 R は、 $V_R / I = 100 / 10 = 10$ [Ω]
- ④ 消費電力 P [W] は $P = I^2 R$ から $P = 10^2 \times 10 = 1000$ [W] = 1 [kW]
- ⑤ 10分間に消費した消費電力量 W [$\text{W} \cdot \text{S}$] は、
 1 [kW] \times 10分 \times 60 [秒] = 1 [kW] \times 600 / 3600 [h] = 1 / 6 [kW \cdot h]

上記解説で示した 1 [kW \cdot h] = 3,600 [kJ] の換算式により
 $1 / 6$ [kW \cdot h] = 3600 / 6 = 600 [kJ]

答え 口 600

7 図のような配電線路において、図中の×印の箇所で断線した場合、負荷の全消費電力 [kW] は。ただし、負荷の抵抗は8 [Ω]、リアクタンスは6 [Ω] で、配電線路のインピーダンスは無視し、電源電圧は一定とする。



解 説

- ① R, L, Cの回路においてそれらの結線状態が、直列接続あるいは並列接続であっても、その回路で電力を消費するのは抵抗 R のみであり、他の誘導性リアクタンス X_L や容量性リアクタンス X_C では消費しない。したがって R [Ω] に作用するその両端の電圧 V_R 、それに流れる I_R [A] で電力が消費される。

消費電力 P の一般式は、

$P = VI \quad P = I^2 R \quad P = V^2 / R$ で表せる。

どの式を適用するかは、与えられた回路・数値等全体を考慮して見通しをたてるが、上の一般式に即、

適用するような単純な問題少ない。2段構え、3段構えで思考しなければならない。

- ② 交流回路の基礎おけるインピーダンスやその電圧のかかり方や電流の流れ方の理解度を問われている問題である。
- ① また、三相3線式配線において負荷の結線方式による、負荷の相電流・線電流または負荷にかかる相電圧・線間電圧の関係を問うと共に、1線断線という現象に対してその結果電圧のかかり方及び電流の流れが理解できているかの問題である。
- ② 1線断線という現象に対しては、断線した線には電流が流れないのでその線を図から消すと、本問の図から下図23-7-1へさらに図23-7-2の様に書き替えられ、単相回路のインピーダンスが直並列になっているだけであり簡単に計算出来る。

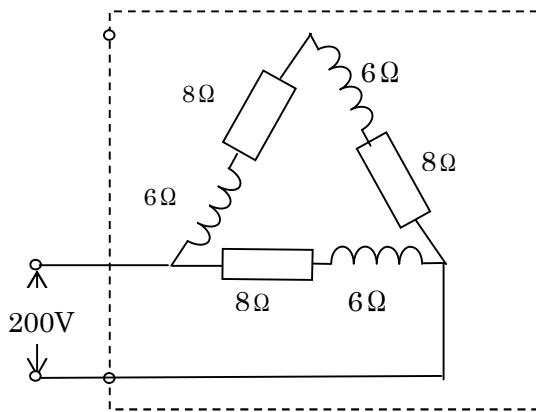


図23-7-1

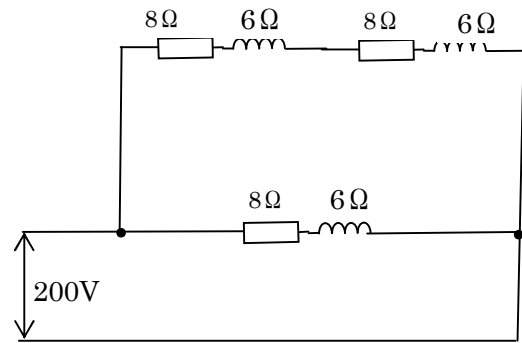


図23-7-2

解 答

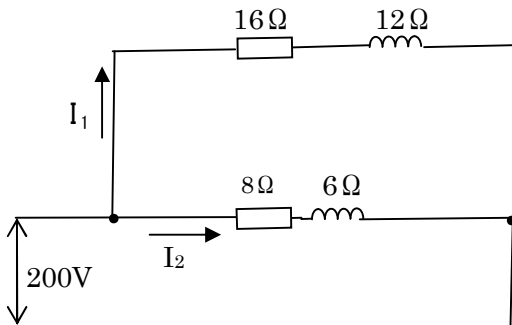


図23-7-2をさらに等価な左図に書き換えて
図の上辺の電流を I_1 [A] インピーダンスを Z_1 [Ω]、
下辺を I_2 [A] インピーダンスを Z_2 [Ω] とすると

$$I_1 = 200 \text{ [V]} / Z_1 \text{ [Ω]}$$

$$I_2 = 200 \text{ [V]} / Z_2 \text{ [Ω]}$$

$$Z_1 = \sqrt{16^2 + 12^2} = 20 \text{ [Ω]}$$

$$Z_2 = \sqrt{8^2 + 6^2} = 10 \text{ [Ω]}$$

$$I_1 = 200 \text{ [V]} / 20 \text{ [Ω]} = 10 \text{ [A]}$$

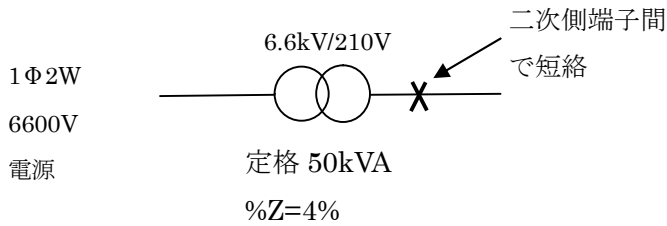
$$I_2 = 200 \text{ [V]} / 10 \text{ [Ω]} = 20 \text{ [A]}$$

上辺の消費電力を $P_1 = I_1^2 \times 16$ [Ω]、下辺の消費電力を $P_2 = I_2^2 \times 8$ [Ω] となるから
全消費電力 P は、

$$P = P_1 + P_2 = 10^2 \times 16 + 20^2 \times 8 = 4800 \text{ [W]} = 4.8 \text{ [kW]}$$

答え □ 4.8 [kW]

- 8 定格容量50 [kVA]、定格一次電圧6600 [V]、定格二次電圧210 [V]、百分率インピーダンス4 [%] の単相変圧器がある。一次側に定格電圧が加わっている状態で二次側端子間で短絡した場合、二次側の短絡電流 [kA] は。ただし、変圧器より電源側のインピーダンスは無視するものとする。



解 説

(平成20年度類似問題)

三相短絡電流の意味は、上図において事故点で短絡した場合にどれぐらいの大電流が流れ、その短絡電流を直近上位の開閉装置（遮断装置）により事故回線を素早く確実に切り離す（開路＝遮断）必要がある。その短絡電流の大きさはその事故点から電源側を見た場合、線路および変圧器の持つインピーダンスのみにより制限されるだけである。

ここに、1相当たりのインピーダンス Z 、抵抗 r 、及びリアクタンス X と1相当たりの電圧 V_s の関係により短絡電流が求められる。

- 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。

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

または、 $P_s = \text{基準容量 [MVA]} \times \frac{100}{\%Z}$ [MVA] 基準容量は10 [MVA] とする。

- ③ 百分率インピーダンス（パーセントインピーダンス） $\%Z$ I_n : 定格電流 [A]

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

上記③式の分子 $Z \cdot I_n$ は配電線路中の定格電流による電圧降下分を意味する。

上記③ $\%Z$ の式が示す意味は、定格電圧 V に対する配電線路電圧降下の比率である。

- 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

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

解 答

この回路は、単相配電線であるため上記解説の三相回路を単相回路に置き換え、考えて計算する。

上記②式から P_s 計算し、短絡電流 I_s を導く。(ただし、単相回路扱いとなる)

平成23年度 一般問題

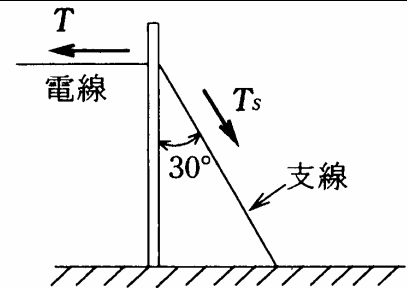
$$P_s = \frac{50}{\%Z} = \frac{50}{4} \times 100 = 1250 \text{ [kVA]}$$

$$I_s = \frac{P_s}{\sqrt{3} \cdot V_2}$$

単相回路であるので2次側の短絡電流 $I_s = \frac{P_s}{V_2} = \frac{1250}{210} = 5.95 \text{ [kA]}$

答え ニ 5.95 [kA]

9 図のように取り付け角度が 30° となるように支線を
施設する場合、支線の許容張力を $T_s = 24 \text{ [kN]}$ とし、
支線の安全率を2とすると、電線の水平張力 T の最大 $[\text{kN}]$ は。



解説 (平成12年類似問題)

支線と電線の交点をPとした場合の、力の合成または分力（水平分力）のバランス計算の問題である。
支線の許容張力 T_s の水平分力は T_s の $\sin 30^\circ$ であるが、許容張力 T_s の安全率は2であるため、
これを考慮する

解答

T_s の水平分力 $T_h = T_s \cdot \sin 30^\circ = 24 \times 0.5 = 12 \text{ [kN]}$ となるが、この水平分力は
安全率2を含んだ張力であるため、実際に電線に架かる水平張力は安全率 $1/2$ となる。

電線の水平張力 T_h は $12 \times 1/2 = 6 \text{ [kN]}$

答え イ 6 [kN]

10 全電化マンション等で一般に使われている電磁調理器の加熱方式は。

解説

電熱概要 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、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 イ 誘導加熱

11 三相全波整流回路のダイオード6個の結線として、正しいものは。

イ.

三相交流 直流出

ロ.

三相交流 直流出

ハ.

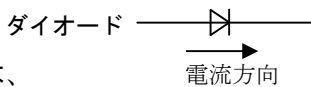
三相交流 直流出力

ニ.

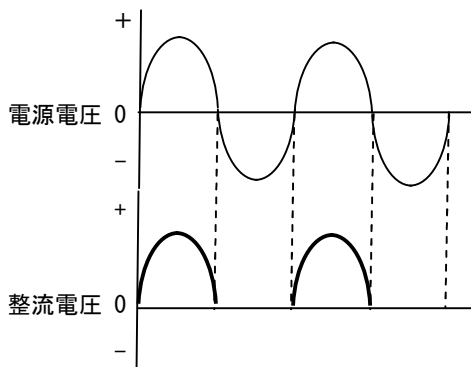
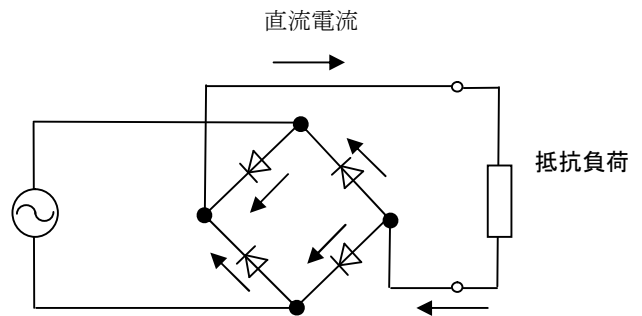
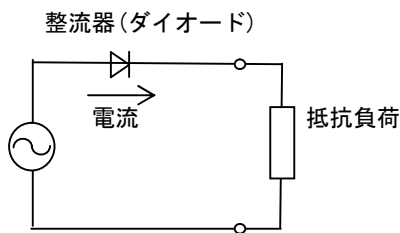
三相交流 直流出

解 説

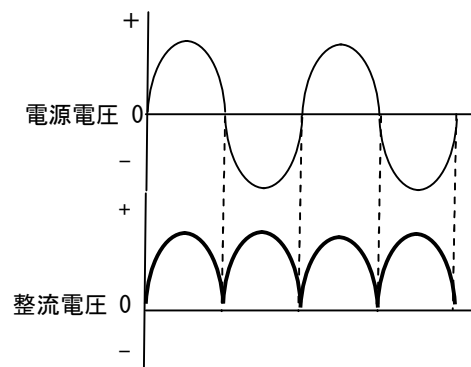
整流用ダイオードの直流出力の取り出しは1方向にのみ流れ、逆方向へは流れない。



基本回路は、



半波整流回路と直流出力波形（太線）



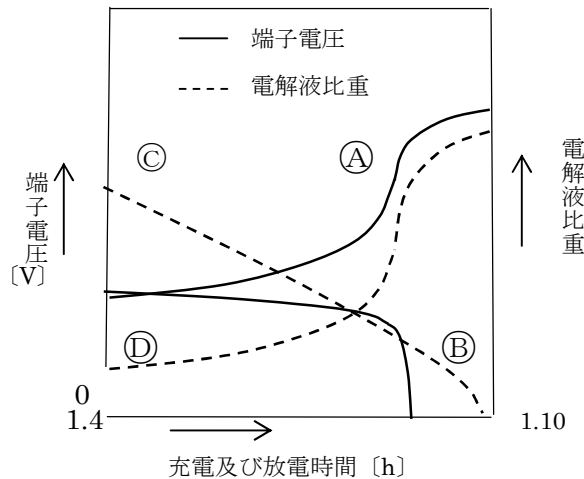
全波整流回路と直流出力波形（太線）

解 答

直流出力の方向は交流電源の方向が逆方向に変化しても $- \text{---} \text{---} \text{---} +$ のように発生する。三相の場合は電気角120度ずれて発生するため直流出力波形は比較的滑らかな曲線となり、直線（直流）に近づく。

答え ニ

12 図は、鉛蓄電池の端子電圧・電解液比重の充電及び放電特性曲線である。組合せとして、正しいものは。



解 説

鉛蓄電池

電解液 : 電解液（希硫酸 H_2SO_4 ）、電極として 陽極(+)に2酸化鉛 (PbO_2) 陰極(-)に鉛(Pb)を用いて充電・放電を行う。放電時は電解液の希硫酸(H_2SO_4)が水(H_2O)となって、比重が低下する。充電をすると電解液の比重は高くなる。

端子電圧 : 充電すると次第に高くなる一方、過充電になると電極の寿命（劣化）に影響するため注意を要する。放電時は、次第に低下する。

解 答

答え ロ

13 コンピュータ等の電源側の停電及び瞬時電圧低下に対する対策のために使用されるものは。

解 説

コンピュータ等の電子機器はわずかの時間（数 μ 秒）の停電（瞬断）でもシステムダウンしてデータが失われたり、コンピュータ制御の関連機器が停止する。特に近年のライフライン（電気、水道、通信設備、インタ

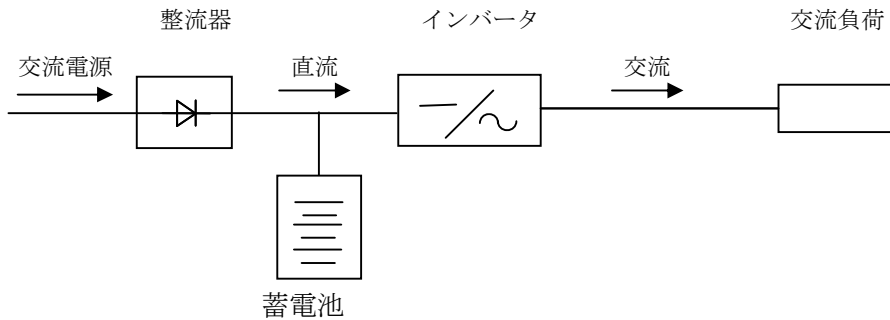
ネット、交通機関、金融関係のATM処理)等が多大な影響を受ける。

この瞬断をバックアップし、その電子機器の電源は常時無停電を保つシステムが必要とされている。

一般的には、UPS (アインタプター・パワー・システム=交流無停電電源装置) と称して中小規模では多く採用されている。

その他に多くは業務用として、CVCF (定電圧・定周波数) 装置がある。

下図にUPSのシステム構成を示す。

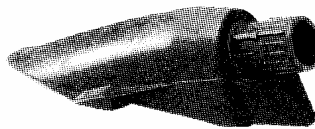


- UPS説明 : ① 常時、交流電源を整流器で直流に変換し、蓄電池を充電しながら、インバータに直流を送り、交流に変換して交流負荷に接続している。
② 交流電源が遺失した場合や電圧低下した場合は、蓄電池から自動的にインバータへ送る。
③ 蓄電池の直流電源はスイッチで切替え(瞬断)することなく交流電源が得られる。

解 答

答え イ

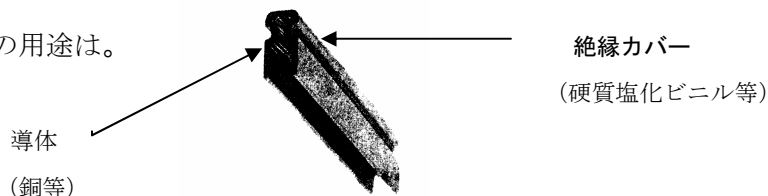
14 写真に示す材料の名前は。



解 答

答え ロ エンドカバー

15 写真に示す品物の用途は。



解 答

答え ハ

16 全揚程が H [m]、揚水量が Q [mm³/S] である揚水ポンプの電動機の入力 [kW] を示す式は。ただし、電動機の効率を η_m 、ポンプの効率を η_p とする。

解 説

1. 物体の持つエネルギーには
 - ① 位置エネルギー
 - ② 運動エネルギー
 - ③ 熱エネルギー
 - ④ 電気エネルギー
 等がある。
2. 水力発電の場合は、ダムにある水の持つ位置エネルギーを落差により、水を落下させ運動エネルギー（水車の回転力）に変える。
3. 水車の回転力を介し発電機を回転させることにより電気エネルギーを発生させる。
4. 揚水ポンプの電動機の運動エネルギーにより電動機にてダムへ水を揚水する（位置エネルギー）になる
5. このエネルギーの変換は理想的には全入力全出力として変換されるものであるが
 現実的には、電動機の場合は、機械的損失（摩擦熱の発生による損失、回転時の風損、振動、音等）や、電動機コイルの電気抵抗の発熱による損失等が発生し、入力＝出力 とならない。
 いわゆる、損失があり効率100%でなくなる。
6. 電動機の入力（運動エネルギー）を出力（位置エネルギー）に変換するには、
 揚水ポンプの電動機の入力は、発電機の原理と逆である。
 電動機の入力〔KW〕は、流量Q〔m³/S〕、有効落差H〔m〕、総合効率 η とすると
 発電機出力 $P = 9.8QH\eta$ 〔KW〕 を総合効率 η で除したものとなる。
 発電機の場合の総合効率 η_g は $\eta_g = \eta_t \times \eta_m$
 電動機の場合の総合効率 η_m は $\eta_m = \eta_p \times \eta_m$

解 答

$$P = \frac{9.8QH}{\eta_p \eta_m} \text{〔KW〕 となる。}$$

答え イ

17 太陽光発電に関する記述として、誤っているものは。

解 説

太陽光エネルギーを電気エネルギーに変換して、交流電源として使用するためには次のような事を理解しておく必要があり、近年特にその知識・技術を求めらる。

- ① 発電原理として、一般には半導体のPN接合部に光を当て発生する電圧を取り出す。
- ② 発生電圧は直流で、1セルあたりの発生電圧は数V、出力は数Wと比較的少ない。
 このため、太陽光発電の基板を数多く連結させなければならない。
 発電出力は、1m²あたり150〔W〕前後であるが、これからの総合的な技術改革により更に容量アップしつつある。
- ③ 発生した直流電圧を、交流電圧に変換する装置（インバーター：逆変換装置）が必要である。
- ④ 発生した直流電力を蓄電して、使用時交流電圧に変換して利用する方法がある。
- ⑤ 発生した直流電力を交流電圧に変換して電気事業者（電力会社）の系統と接続（連系）させて利用する方法があるが、次の事を考慮する必要がある。
 イ) 連系点における力率が適正である事。
 ロ) 発電設備の異常・故障時に連系系統に波及しない様、保護継電器等を設置し系統から発電設備を速やかに切り離すことができる事。

ハ) 電圧、周波数の面で、他の需要家に悪影響を及ぼさない事。

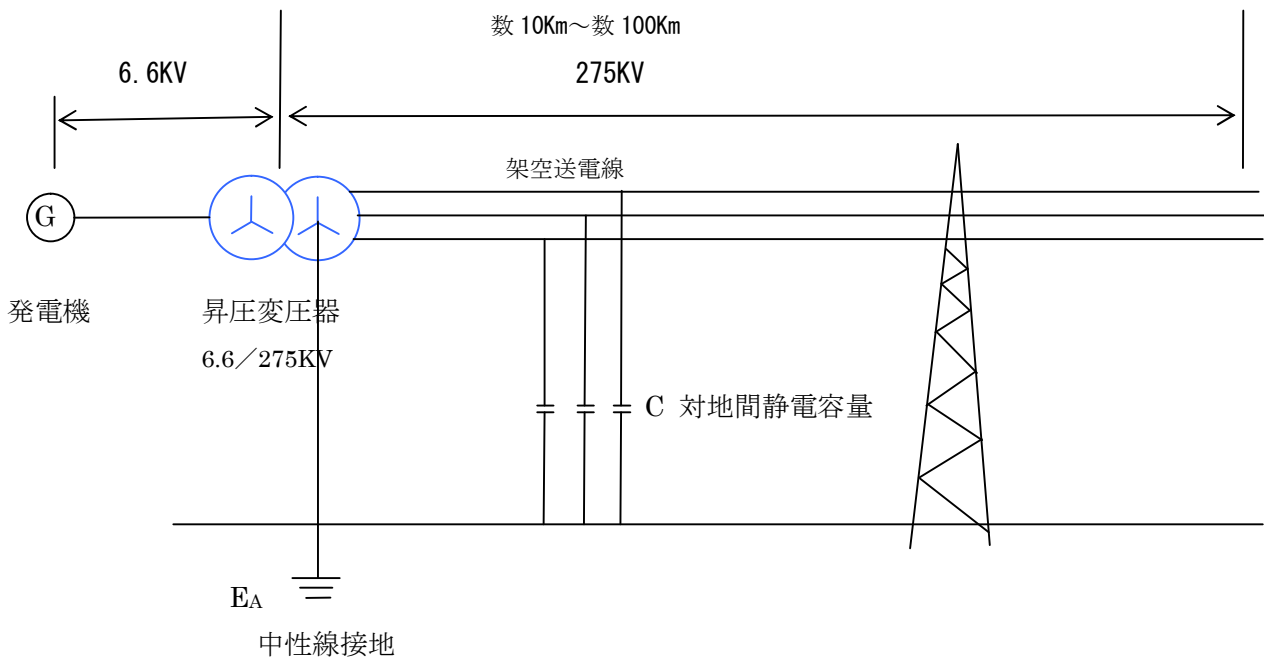
解 答

答え 二

18 送電用変圧器の中性点接地方式に関する記述として、誤っているものは。

解 説 (平成21年類似問題)

発電所から発生した電圧を需要場所へ送電・配電する送電システムの概要の一例を、次に図示して説明する。



送電経路構成図の一例

発電電圧6.6KVの高圧を発電所内の昇圧用変圧器にて275KVの超高電圧に昇圧し、その変圧器の2次側(275KV側)の中性点を接地する。この配電方式を採用する事により、以下に述べる現象が発生し、また対処方法が考えられている。

送電線路は長距離送電が多く、山間部や河川を横断するため架空電線となる場合がほとんどであり線路のインピーダンス(電線自体の抵抗rと線路中のリアクタンスl)による電圧降下や、抵抗rによる電力損失が発生する。

また、対地間静電容量Cも無視できないほどに影響し、軽負荷時には末端の電圧が上昇する。

- ① 線路電圧降下を軽減し同一電力を送電するために送電電圧を高くし、電流を少なく出来るようにする。反面、送電電圧を高くすると、昇圧変圧器や電路の対地間絶縁強度を十分に保つ必要がある。
- ② 高電圧の対地間絶縁強度の緩和対策として、昇圧変圧器の2次側(275KV側)の中性点を接地することにより対地間電圧は $275/\sqrt{3} = 157KV$ となる。(上図参照)
- ③ 中性点を接地すると、地絡事故発生時に保護継電器を確実に動作させ、電線路の対地電圧の上昇を抑制し、地絡事故発生時に生ずる通信障害の抑制にもなる。
- ④ 中性点の接地方式には、イ)直接接地方式、ロ)抵抗接地方式、ハ)消弧リアクトル接地方式があるが275KVでは直接接地方式が一般的である。

- ⑤ 送電線路は山間部や河川を横断する為、電線の引っ張り強度を強くし、軽量にする必要がある。そのため、電線は2重構造とし芯線のアルミニウムに電流を、外周には鋼線を使用し張力を負担させる。架空線の仕上がり外形は許容電流に基づく電線より太くなるが、これは鉄塔の碍子でコロナ放電の発生を軽減にもなる。
- ⑥ 電線路にケーブルを用いると、ケーブルの絶縁体の対地静電容量Cが架空電線路のそれよりも著しく大となり地絡事故時の保護継電器の感度調整がとりにくく、経済的にも長距離には不利である。

解 答

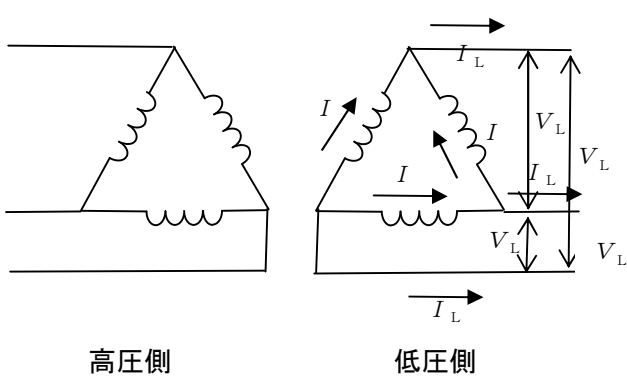
答 え 口

19 図のような単相変流器 T_1 、 T_2 を結線した場合の最大出力 [kV・A] は。
 ただし、変圧器は過負荷で運転しないものとする。

解 説

3相電力を変圧器により出力させるには、理論的には、単相変圧器を3台結線して（Y結線やΔ結線）するのが一般的である。（3相変圧器は、単相のコイルを3台結線して1つのケースの中に収めてあると解釈すると理解しやすい。）

他に単相変圧器を2台用いて下図の右のように3相出力をV結線で出力する方法がある。

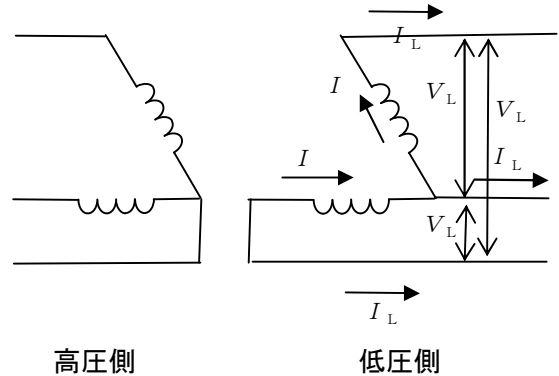


変圧器のΔ接線

$$I_L = \sqrt{3} I \quad [A]$$

I_L : 線電流、 I : 相電流

式の説明上 $V_L = V$ と書き換える



変圧器のV接線

$$I_L = I \quad [A]$$

I : 相電流

上図の変圧器のΔ接線の出力 S_3 は

$$S_3 = \sqrt{3} V_L I_L = \sqrt{3} V \sqrt{3} I = 3 V I \text{ [VA]}$$

$$\text{利用率} = \frac{\text{三相出力}}{\text{単相変圧器3台の容量}}$$

$$= \frac{3 V I}{3 V I} = 1 \quad (100\%)$$

解 答

上図の変圧器のV接線の出力 S_V は

$$S_V = \sqrt{3} V_L I_L = \sqrt{3} V I \text{ [VA]}$$

$$\text{利用率} = \frac{\text{三相出力}}{\text{単相変圧器2台の容量}}$$

$$= \frac{\sqrt{3} V I}{2 V I} = 0.866$$

上記 **解 説** により、変圧器のV接線の利用率の式から

$$\text{三相出力} = \text{単相変圧器2台の容量} \times \text{利用率}$$

$$= 100 \text{ [kV} \cdot \text{A]} \times 2 \times 0.866 \div 173 \text{ [kV} \cdot \text{A]}$$

答え ハ 173

20 B種接地工事の接地抵抗値を求めるのに必要とするものは。

解 説

接地工事の目的は基本的には人体の感電防止であるが、電波通信障害の影響を防止する。

また、一般家庭等の電気知識に比較的乏しい人が、電気機器の絶縁劣化により感電した場合人体に印加される大地間電圧が150Vを超えないようにするために**B種接地工事**を規程している。

150 / I₁ : 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の

数値150は 高圧電路を遮断する装置が 1秒以内 である時は 300

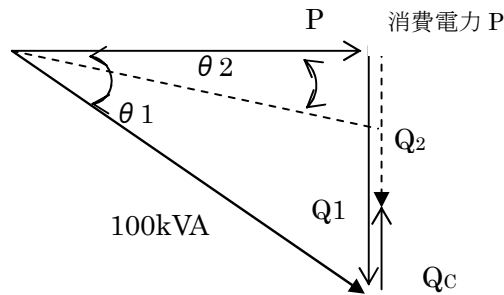
高圧電路を遮断する装置が 1～2秒以内 である時は 600

とすることができる。

接地工事種別と概要

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	2.6mm	高圧機器の鉄箱等、電路の金属製防護装置等
B種接地工事	150 / I ₁	2.6mm (4mm)	変圧器の低圧側の1線
C種接地工事	10Ω	1.6mm	300Vを超える低圧機器の金属製箱、電路の金属製防護装置等
D種接地工事	100Ω	1.6mm	300V未満の主に低圧機器の金属製箱、電路の金属製防護装置等

- 21 容量100 [kVA]、力率80 [%] (遅れ)の負荷を有する高圧受電設備に高圧進相コンデンサを設置し、力率95 [%] (遅れ)程度に改善したい。必要なコンデンサの容量 Q_C [kvar] として、適切なものは。ただし、 $\cos \theta_2$ が0.95のとき $\tan \theta_2$ は0.33とする。



- 1 力率改善の目的は、一般の負荷設備（電動機、蛍光灯の安定器や誘導加熱装置等）はコイル（誘導性インダクタンス L ）が多い。コンデンサ（容量性インダクタンス）を挿入することにより、力率を改善し配電線や変圧器の負荷の軽減をする。

力率改善に関するコンデンサ容量・力率等の設問として、主に次の2種類の類似問題が多い。

- ① 力率改善に必要なコンデンサの容量を問う場合。
- ② コンデンサを設置した後の力率改善の力率を問う場合。

予備知識

① VA（ボルト・アンペア）とW（ワット）の違い

WやkWは、よく耳にする電力の単位なのですが、それとVAやkVAという言葉を目にしたことがあると思います。これは電気機器の電気の入り口（入力）と出口（出力）の話なのです。モーター（電動機）で何kWというのは出力のことです。簡単に言えば、W（またはkW）は出力を表します。

- ② 私達が使っている交流の電気は、仕事に役立つ電力と役立つでない電力で構成されています。

前者を「有効電力（ P [W：ワット]）」といい、

後者を「無効電力（ Q [Var：ヴァール]）」といいます。

そして仕事に役立つ電力(出力)を取り出すためには、無効電力の分も含めて入力をしなければならない。

- ③ この二つの電力を合わせた電力（ベクトル和）を「皮相電力（ S [VA：ボルトアンペア]）」という。なぜこのような現象になるか？

電気製品はコイルできているもの（電動機、蛍光灯の安定器、誘導加熱装置等）が多く、このコイルが電流を遅らせる働きをして、機器に加えた電圧と電流にわずかな時間差（位相差）が生じ、電圧と電流を掛けたもの、いわゆる $V \cdot A$ として正味の仕事（電力）として効力が出なく、出力が少なくなってしまう。この少なくなる率を「力率（ $\cos \theta$ ：コサインシータ）」といい、皮相電力と有効電力と力率の関係は $P = S \cdot \cos \theta$ [W：ワット] となります。

④ 有効電力、皮相電力とは

見かけ上の電力（皮相電力）と実際に使用できる電力（有効電力）は密接な関係にあります。

見かけ上の電力（皮相電力）は一定とすると、位相がずれる（＝力率が悪化する）ことで実際に使用できる電力（有効電力）は減り、位相のずれが少ない（＝力率が良い）程実際に使用できる電力（有効電力）が増えます。

つまり、皮相電力と有効電力の位相のずれが大きいほど、その機器は力率（＝効率）が悪いということです。よく、交流機器の電力仕様を表現するのに [V・A] という単位が使われますが、有効電力（＝「W」）

と区別し、単位で違いが分かるようになっていきます。

また有効電力のことを消費電力と表現する場合がありますが同じ意味です。

解 説

図23-21 にコンデンサを接続し力率を改善した場合のベクトル図をに示す。

図23-21より、消費電力P [KW] の負荷の力率 $\cos \theta_1$ を $\cos \theta_2$ に改善するために必要なコンデンサの容量Q [kvar] は

$$Q = Q_1 - Q_2 \quad Q_1 = P \tan \theta_1, \\ = P \tan \theta_1 - P \tan \theta_2 \\ Q_2 = P \tan \theta_2 \\ = P (\tan \theta_1 - \tan \theta_2)$$

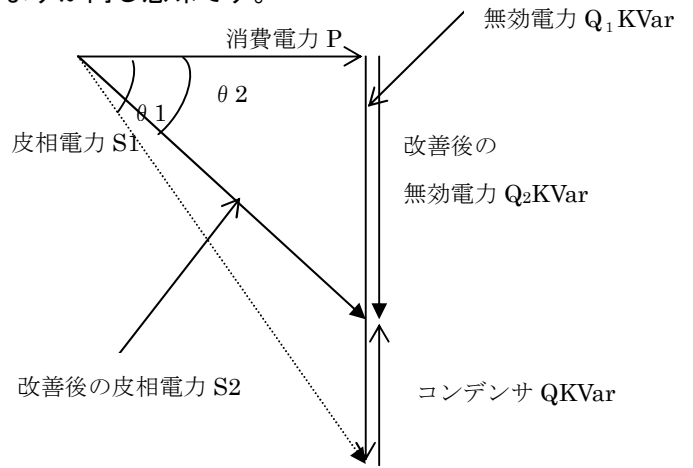


図23-21

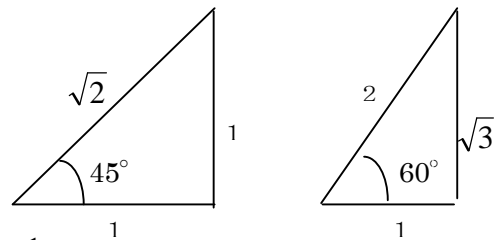
参 考 三角関数の知識

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

$\cos \theta = 0.8$ のとき、 $\sin \theta = 0.6$
 ($\cos \theta = 0.6$ のとき、 $\sin \theta = 0.8$) となる。

上図の三角形の場合

$$\begin{aligned} \tan 45^\circ = 1 \quad \sin 45^\circ = \frac{1}{\sqrt{2}} \quad \cos 45^\circ = \frac{1}{\sqrt{2}} \\ \tan 60^\circ = \sqrt{3} \quad \sin 60^\circ = \frac{\sqrt{3}}{2} \quad \cos 60^\circ = \frac{1}{2} \end{aligned}$$



解 答

① 図23-21より、力率改善後の力率 $\cos \theta_2$ と設置するコンデンサ容量 Q_C は

$$Q_C = Q_1 - Q_2$$

図21-1の垂線部分 Q_1 、 Q_2 及び P のそれぞれの関係は

$$\tan \theta_1 = \frac{\text{垂線}}{\text{底辺}} = \frac{Q_1}{P} \quad Q_1 = \tan \theta_1 \times P$$

$$\tan \theta_2 = \frac{\text{垂線}}{\text{底辺}} = \frac{Q_2}{P} \quad Q_2 = \tan \theta_2 \times P$$

$$\cos \theta_1 = \frac{\sin \theta_1}{\tan \theta_1} \quad \tan \theta_1 = \frac{\sin \theta_1}{\cos \theta_1}$$

$$P = S \cdot \cos \theta$$

題意により、それぞれ $S = 100$ 、 $\cos \theta_1 = 80$ [%]、 $\cos \theta_2 = 95$ [%]

$$\tan \theta_2 = 0.33$$

上記の式 $P = S \cdot \cos \theta$ にそれぞれ代入すると

$$P \text{ [kW]} = 100 \text{ [kvar]} \cdot 0.8 = 80 \text{ [kW]} \quad \tan \theta_1 = \frac{\sin \theta_1}{\cos \theta_1} = \frac{0.6}{0.8} = 0.75$$

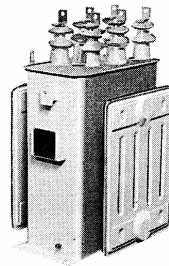
$$Q_1 = \tan \theta_1 \times P = \frac{\sin \theta_1}{\cos \theta_1} \times P = 0.75 \times 80 \text{ [kW]} = 60 \text{ [kvar]}$$

$$Q_2 = \tan \theta_2 \times P = 0.33 \times 80 = 26.4 \text{ [kvar]}$$

故に、設置コンデンサ容量 $Q_C = Q_1 - Q_2 = 60 - 26.4 = 33.6$

答え ロ 35 [%]

22 写真に示す品物の用途は。



解説

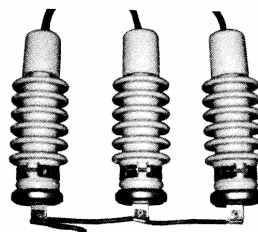
直列リアクトル (SR)

- ◎ 電力用コンデンサ (SC) の直近上部に取り付け、高調波による電力用コンデンサの過熱・焼損を防止する。
- ◎ 変圧器との区別は写真上部の碍子の大きさが同じ大きさ (1次側と2次側とも高圧碍子である)。一般の変圧器 (特に電力用変圧器と言う事がある) の高圧側と低圧側の碍子の大きさが異なる。

解答

答え ハ 高調波電流を抑制する

23 写真に示す品物の用途は。



解説

答え ニ 高圧電路の雷電圧保護

24 低圧の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

イ 配線器具(コンセント、配線用遮断器=ブレーカ)や配線材料(電線)を使用する場合には、その施設する環境に適合した工事方法で行わなければならない。

- ① 水気ある場所で使用する場合、雨露にさらされる恐れがある場合は防水器具または耐水器具を使用し、雨水等が侵入しないよう施設しなければならない。
- ② 防水器具等が絶縁劣化により漏電した場合には、この回路を速やかに遮断する能力のある、漏電遮断器を当該回路に取付ること。

漏電遮断器は、定格感度電流15[mA]以下、動作時間0.1秒以下の性能を有すること。

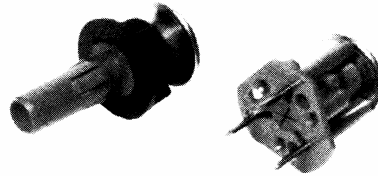
ロ コンセントの分岐回路において、コンセント負荷容量を超過する遮断装置を取付けてはいけない。(当該回路の配線の過熱・焼損の保護の為)

ハ 低圧電路と弱電流電路が接触しないように、合成樹脂等の絶縁性のあるもので隔壁を設けること。

解 答

答え ハ

25 写真に示す材料の名前は。



解 説

イ インサート 金属管や合成樹脂管等の配管工事で主に天井下面の建築のコンクリート型枠に取付けて、型枠を撤去後にボルトをねじ入れ、照明器具や配管支持材等の固定にする。

デッキプレート用とコンクリート型枠用がある。

ロ フィックスチュアスタッド コンクリートボックスやアウトレットボックスの底面に取付けて照明器具、配管支持材やケーブルラック等を固定する。

ハ ボルト型コネクタ

電線の分岐・接続に芯線を寄り添わせ又は突き合せて、ボルト・ナットにて締め付け接続をする。

ニ ユニバーサルエルボ

金属管配管の経路で直角に曲がって配管する場合(梁や柱等)に使用する。

解 答

答え イ

26 工具類に関する記述として、誤っているものは。

解 説

高速切断機は鋼材等を切断する電動工具である。高速で回転する砥石の側面は、側面からの力に耐えることはできない。砥石の側面使用は労働安全衛生法で禁じられており、防塵メガネの着用を義務付けている。

解 答

答え ニ

27 アクセスフロア内の低圧屋内配線等に関する記述として、不適切なものは。

解 説

近年の事務所ビルのフロアは、床面コンセント配線及び通信線等が必要不可欠である。また事務所内のレイアウト変更等に即応できるよう、床面を二重にしてその空間に配線し、机等の必要箇所に立ち上げて配線する。通称フリーアクセスフロアと称し、点検できる隠蔽場所として、配線方式と電線を取り扱える。注意として、低圧配線と弱電流電線はセパレータ等により接触しないよう保持すること。分電盤は原則フロア内に施設ない。

解 答

答え イ

28 高圧屋内配線を、乾燥し展開した場所で、かつ、人が触れるおそれがない場所に施設する方法として、不適切なものは。

解 説

高圧屋内配線の種類は、次のイ)及びロ)の二種類であること。

イ) 碍子引き工事(乾燥した展開した場所に限る)

- ① 使用電線 : 直径2.6mm以上の高圧絶縁電線
- ② 支持点間の距離は : 6m以下 (造営材に沿う場合は2m以下)
- ③ 電線相互間は : 8cm以上
- ④ 電線と造営材の距離は : 5cm以上

ロ) ケーブル工事

- ① 支持点間の距離は : 2m以下 (垂直に取り付ける場合は6m以下)
- ② 金属体の防護装置(金属管、プルボックス、ラック等)には **A種接地工事**を施すこと。
ただし、人がふれるおそれがないように接触防護措置を施した場合は **D種接地工事**でもよい。
- ③ 他の高圧屋内配線、低圧屋内配線、弱電流電線、水管、ガス管等と、**15cm以上**離隔する。
ただし、耐火性のある堅牢な隔壁を設け、または金属管等の堅牢な管路に入れた場合は、その離隔距離を維持しなくてもよい。

解 答

答え ロ

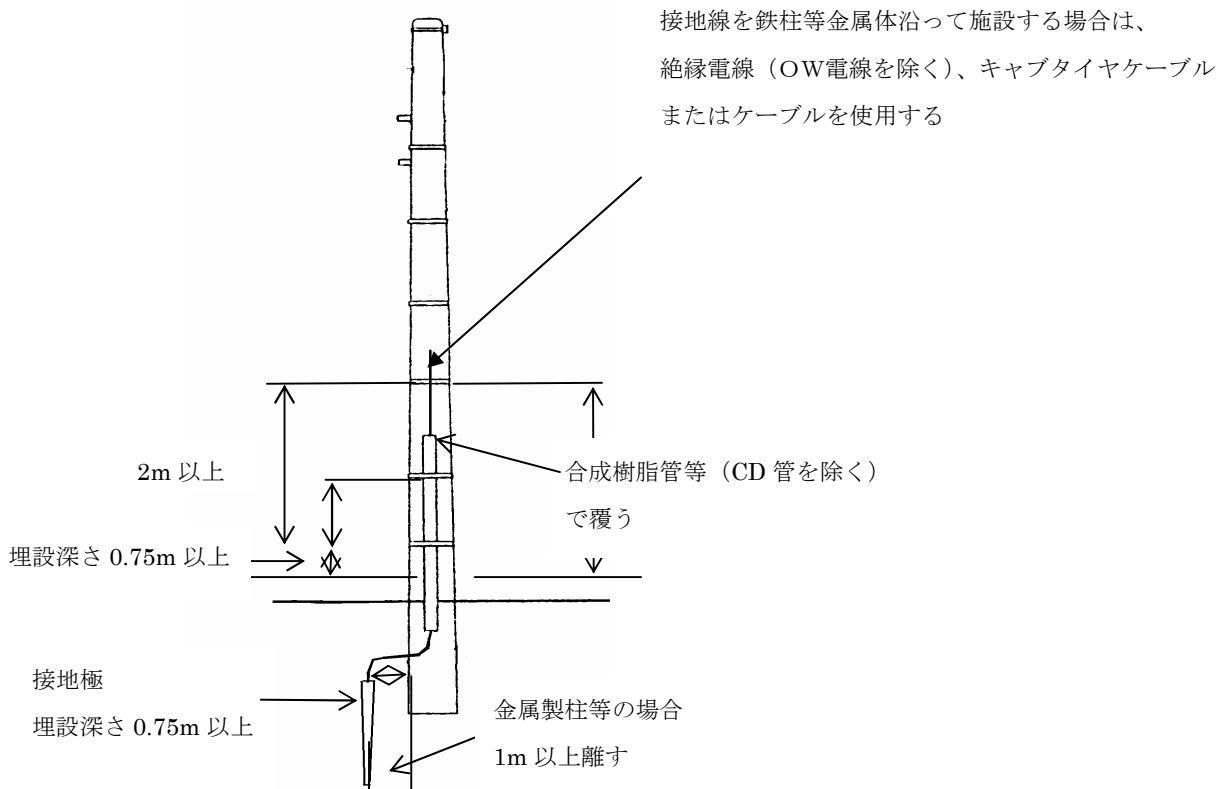
29 接地工事に関する記述として、不適切なものは。

解 説

- イ) A種及びD種接地工事の接地極は共用しても支障はない。
- ロ) 接地極としてアルミ板を地中に埋設すると、アルミ板の表面が酸化されてその表面に酸化アルミが発生し不良導体となる。また、酸化の進行により接地極の効力が低減する。
- ハ) B種接地工事の目的は、変圧器の二次側の一線を接地し変圧器内部の故障により、低圧配電線回路に高電圧が侵入した場合にその電圧を軽減することにある。(高・低圧混触事故防止)
事故時には、B種接地線に大電流が流れるおそれがあり、その接地線の保護として金属管を使用すると、その大電流により金属管自体に起電力が発生し、接地線の過熱、絶縁破壊、断線に至ることがある。したがって、不導体の防護管(合成樹脂管等)にて電氣的保護及び化学的・機械的保護をする。
- ニ) 接地線の保護として、接地線の地下0.75[m]から地表2.0[m]迄の間(=人が容易に触れるおそれのある)は合成樹脂管又は同等以上の機械的強さ及び絶縁性のあるもので防護すること。
- ホ) 400[V]回路の金属製防護装置(電線管、接続箱等)の接地工事は、C種接地工事である。

解 答

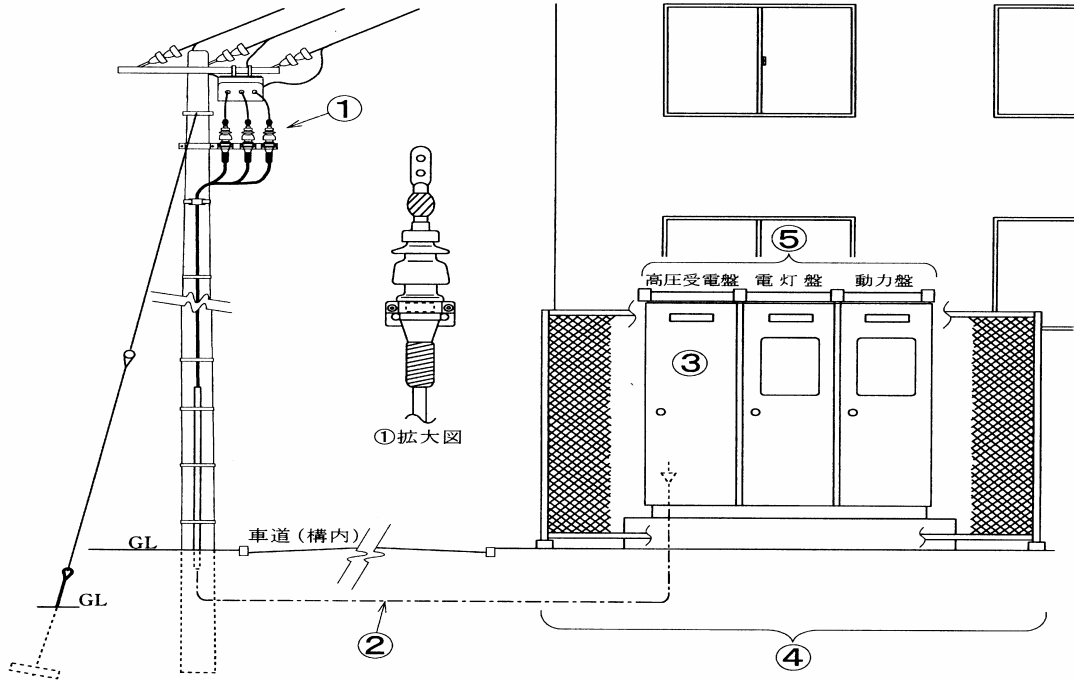
答え イ



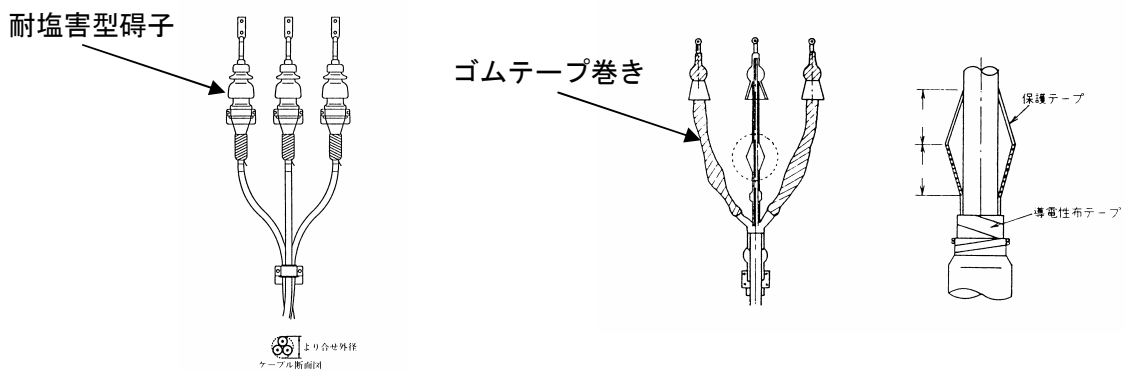
問い30～問い34は、下の図に関する問いである。

図は、自家用電気工作物（500〔kW〕未満）の引込柱から屋外キュービクル式高圧受電設備に至る施設の見取り図である。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、答えを一つ選びなさい。

〔注〕 図において、問いに直接関係ない部分等は、省略または簡略化してある。



30 ①で示すケーブル終端接続部の名称は。



上図はケーブル終端接続部の拡大図で、

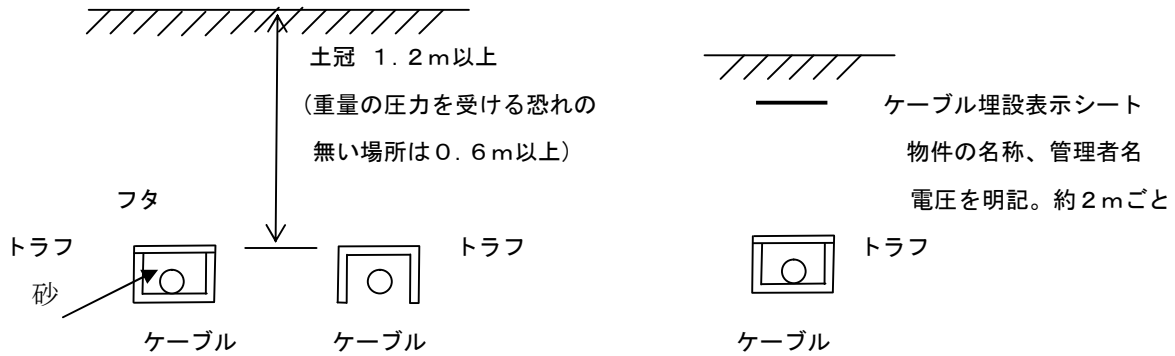
- ① 海岸地域の潮風等で絶縁劣化を防止する。
- ② 一般的な地域で使用する。

解 答

答え ニ

31 ②に示す構内の地中電線路を施設する場合の施工方法として、不適切なものは。

解 説



地中電線路の施設制限

- ① イ 直接埋設式 ロ 暗きょ式 ハ 管路式 により施設すること。
- ② 電線にケーブルを使用すること。
- ③ 直接埋設式により施設する場合は、
コンクリート製の堅牢な管またはトラフ収めて、さらに上図のように施設すること。
- ④ 低圧地中電線が地中弱電電線と30cm以内に接近または交叉する場合は、堅牢な耐火性のある隔壁を設けるか、地中電線を不燃性の管に納め、直接接触しないようにすること。
- ⑤ 管路式により施設する場合は
 - ◎ 管にはこれに加わる車両その他の重量物の圧力に耐えるものを使用しなければ成らない。
 - ◎ 需要場所に施設する場合は、JISに適合するポリエチレン被覆鋼管等を使用する場合は、埋設深さを地表面（舗装下面）から0.3m以上に出来る
（日本電気協会—高圧受電設備規程による）
- ⑥ 需要場所に施設する場合は、
施設の名称、管理者名、回路電圧を約2mごとに表示すること。（上図の左参照）
ただし、需要場所に施設する15m以下のものを除く。
- ⑦ 金属製の防護装置には、D種接地工事を施すこと。

解 答

答え イ

32 ③に示す高圧受電盤内の主遮断装置に、限流ヒューズ付高圧交流負荷開閉器を使用できる設備容量の最大値は。

解 説

高圧受電設備指針では、受電設備容量は主遮断装置の形式および施設場所の方式により、次の表に示す値を超えないこと。（CB：遮断器VCB等、PF：電力用限流ヒューズ、S：高圧負荷開閉器LBS等）
分類の一般的な呼称は

- ① **CB形** 受電主遮断装置 ： 遮断器で短絡保護をする。
- ② **PF・CB形** 受電主遮断装置 ： PFで短絡保護し遮断器で過負荷保護する。

受電主遮断装置の短絡遮断能力が不足・小さい場合に用いる場合がある

- ③ **PF・S形** : 受電主遮断装置、PFで短絡保護し開閉器(LBS等)で負荷開閉のみをする。

主遮断装置の形式および施設場所の方式

主遮断装置の形式		施設場所の方式		CB形	PF・CB形	PF・S形
		屋外式	屋内式			
箱に納めないもの	屋外式	屋上式		容量制限なし	500 kVA	150 kVA
		柱上式		—	—	100 kVA
		地上式		容量制限なし	500 kVA	150 kVA
	屋内式		容量制限なし	500 kVA	150 kVA	
箱に納めるもの		キュービクル式受電設備		1000 kVA	500 kVA	300 kVA
		キュービクル式受電設備		容量制限なし	—	—
		上記以外のもの		容量制限なし	—	—

解 答

答え ハ 300kV・A

33 ④に示す屋外キュービクルの施設に関する記述として、不適切なものは。

解 説

屋外に施設するキュービクルの施設は、高圧受電設備規程及び火災予防条例により下記のように施設する。

- ① 隣接する建築物または工作物並びに当該設備が設置された建築物等の開口部から**3m以上の距離**を有して施設すること。

但し、隣接する建築物等の部分が不燃材料で造られ、かつ、当該建築物の開口部に防火戸その他の防火設備が設けてある場合または消防長が火災予防上支障ないと認める構造を有するキュービクル式受電設備はこの限りではない。

- ② 金属箱の周囲の保有距離は、1m+保安上有効な距離以上とすること。

但し、隣接する建築物等の部分が不燃材料で造られ、かつ、当該建築物の開口部に防火戸その他防火設備が設けてある場合にあっては、別に定める「受電室の施設」に準じて保つこと。

解 答

答え イ

34 ⑤に示す受電設備の維持管理に必要な定期点検で通常行わないものは。

解 説

受電設備の維持管理は

- ① 日常(巡視)点検 : 主として運転中の電気設備を1日～3か月程度の周期で目視等により点検する。
- ② 定期点検 : 1年程度の周期で電気設備を停止し必要に応じ分解するなど、目視、測定器具等により点検及び試験を行う。
: 点検内容は基本的には、保安規程に定められているが具体的には通常
イ 接地抵抗測定、 ロ 絶縁抵抗測定 ハ 保護継電器試験
- ③ 精密点検 : 定期点検とほぼ同じであるが、3年程度の周期の場合設備の規模により実施する。
定期点検時の項目以外には、変圧器の絶縁油の劣化試験、高圧ケーブルの絶縁劣化診断・試験等がある。
* 絶縁耐力試験は高圧機器等の新設・増設・改造等の際に実施する。

解 答

答え ニ

35 最大使用電圧6,900[V]の交流電路に使用するケーブルの絶縁耐力試験を直流電圧で行う場合の試験電圧[V]の計算式は。

解 説 (平成17年 類似問題)

- 1. 高圧電路の絶縁耐力試験は、印加する電圧が
使用電圧=公称電圧=6,600[V]、**最大使用電圧**: 6,900[V]
イ) 交流電圧の場合
 - ① 試験電圧 : **最大使用電圧の 1.5倍**
最大使用電圧: 6,900[V] = 6,600 × 1.15 / 1.1
6,900[V] × 1.5 = **10,350 [V]**
 - ② 試験時間 : **連続して10分間**
- ロ) 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。

2. 絶縁耐力試験に耐えて後、絶縁抵抗に異常がないこと。

解 答

答え ハ

36 自家用電気工作物として施設する電路または機器について、D種接地工事を施さなければならないものは。

解 説

接地工事種別と概要

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	2.6mm	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	2.6mm (4mm)	変圧器の低圧側の1線 * 2 参照
C種接地工事	10Ω	1.6mm	300V を超える低圧機器の金属製箱, 電路の金属製防護装置等
D種接地工事	100Ω * 3 参照	1.6mm	① 300V未滿の主に低圧機器の鉄箱, 電路の金属製防護装置等 ② 高圧計器用変成器の二次側電路

* 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は下記の様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 口

37 C B形高圧受電設備と配電用変電所の過電流継電器との保護協調がとれているものは。
ただし、図中①の曲線は配電用変電所の過電流継電器の動作特性を示し、②の曲線は高圧受電設備の動作特性+C Bの遮断特性を示す。

解 説

自家用高圧受電設備内で異常（短絡、過負荷、地絡事故等）が発生した場合には、配電用変電所（電力会社）の保護装置が作動する前に自家用高圧受電設備の保護継電器が作動し、主遮断装置が作動（開路）し、電力会社に波及しない様にしなければならない。この考え方を**保護協調**という。

C B形動作特性 : C Bの遮断特性曲線は、配電用変電所保護継電器の特性曲線は時間的に早い曲線ではないなければならない

解 答

答え 二

38 電気用品安全法の適用を受ける特定電気用品は。

解 説

電気用品安全法の目的は、「電気用品の製造、販売を規制するとともに、電気用品の安否性の確保につき民間事業者の自主的な活動を促進することにより、電気用品による危険及び障害の発生を防止する」ことにある。

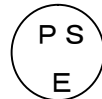
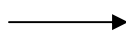
電気用品は、2つに分類されている。

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が多い電気用品。

: 表示 (マーク)



② 特定電気用品以外の電気用品



- * 電力量計及び進相コンデンサは電用品安全法の電気用品に該当しない。
- * フロアダクトは特定電気用品以外の電気用品である。
- * 定格電圧30 [V] 以上300 [V] 以下の発電機は、特定電気用品である。

解 答

答え ロ

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21年に類似問題出題)

第一種電気工事士の義務

- ① 工事範囲 : 一般用電気工および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の電気工事に従事することが出来る。
- ② 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。
- ③ 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。
- ④ 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。
- 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 第1種及び第2種電気工事士は、電気用品安全法に基づいた表示のある電気用品を使用すること。

解 答

答え ハ

40 電気工事業の業務の適正化に関する法律において、主任電気工事士になれるものは。

解 説

電気工事の業務の適正化に関する法律（略称：電気工事業法）では次のことが義務付けられている。

- 1 主任電気工事士の設置
 - イ 事業所ごとに主任電気工事士を設置する。
 - ロ 主任電気工事士になり得る資格は、**第1種電気工事士免状の交付を受けたもの又は第2種電気工事士免状の交付を受けて3年以上の実務経験のあるもの。**
- 2 電気工事業の登録をし、5年以内ごとに更新をする。
 - イ 1つの都道府県内にのみ事業所が有る事業者 ⇒ 都道府県知事へ
 - ロ 2以上の都道府県内に事業所が有る事業者 ⇒ 経済産業大臣へ
- 3 標識の掲示
 - イ 事業所および施工場所ごとに標識を掲げる。
 - ロ 記載事項： 施工者の氏名又は名称、登録年月日、登録番号、電気工事業の氏名等
- 4 帳簿の備付（事業所ごと）
 - イ 記載事項： 注文者の氏名又は名称・住所、電気工事の種類（新設、増設、改修等）
配線図面、施工年月日、主任電気工事士の氏名作業者の氏名、検査結果記録等
- 5 測定機器・安全器具の備付（事業所ごと）
 - イ 一般用電気工作物の電気工事を行う事業所
 - ① 絶縁抵抗計（メガー）、 ② 接地抵抗計（アーステスター）、
 - ③ 回路計（抵抗、交流電圧測定可能なもの）。
 - ロ 自家用電気工作物の電気工事を行う事業所
 - ① 絶縁抵抗計（メガー）、② 接地抵抗計（アーステスター）、③ 回路計（抵抗、交流電圧測定可能なもの）。 ④ 高・低圧検電器 ⑤ 継電器試験装置 ⑥ 絶縁耐力試験装置ただし、上記⑤および⑥の試験装置は、必要なときに使用しうる措置が講じられている見なされるときは、常備する必要が無い。
(使用しうる措置： 他者に借り受ける事を覚書き文書等で明記されている場合。)
- 6 電気工事士等でない者を電気工事の作業に従事させてはならない。

解 答

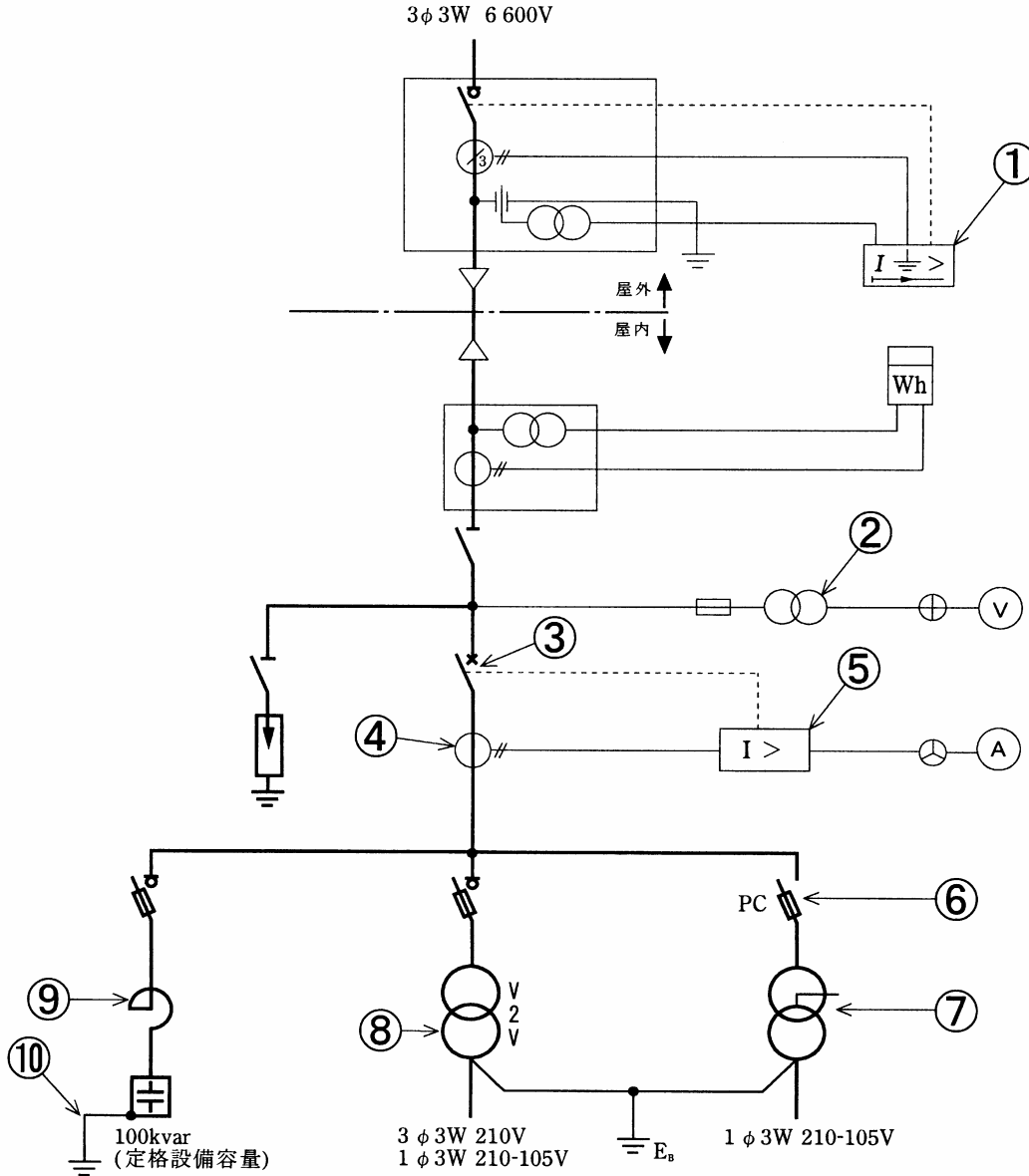
答え ニ

一般用電気工作物の電気事業者の場合は、低圧検電器あるいは電流測定器（クランプ型電流計）の備付を義務付けられていない。

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、問いに直接関係ない部分等は、省略または簡略化してある。



4 1 ①で示す機器の略号(文字記号)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

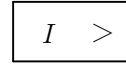
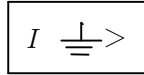
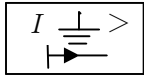
- ① 電流継電器 : 異常電流で作動するもの。
- ② 電圧継電器 : 異常電圧で作動するもの。
- ③ 電力継電器 : 設定電力値で作動するもの。

保護継電器のシンボルの基本は で表すが、

その の中に記号で示し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。 , $\dashv\rightarrow$: 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。
 \perp : 地絡現象で作動する。 $P \leftarrow$: 逆電力方向になると作動する。

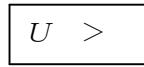
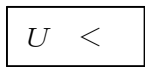
この設問の機器①へ入っている信号は、 I は零相変流器 (ZCT) 及び $\perp >$ 零相電圧検出装置 (ZPD) からである。



DGR 地絡方向継電器

GR 地絡継電器 (無方向)

OCR 過電流継電器



UVR 不足電圧継電器

OVR 過電圧継電器

* OCGR : 地絡過電流継電器を示す。

解 答

答え ハ

4 2 ②で示す機器の定格一次電圧 [kV] と定格二次電圧 [V] は。

解 説

- ②のシンボルの意味は、基本的には変圧器であるが、受電設備関係では
 イ 電力用変圧器 (一般的な変圧器) ロ 計器用変圧器 に区分できる
 この変圧器記号 の前後に接続されている機器・用途を確認する。
- ②のシンボルの1次側は高圧配線に接続され、2次側は電圧計が接続されているので、
 計器用変圧器である。
- 計器用変圧器は、規格により2次側電圧は 110 [V] となっている。
 例: 6,600/110 [V] 、 3,300/110 [V] 、 440/110 [V]

解 答

答え ニ

4 3 ③に設置する機器は。

解 説

主回路で表す開閉装置のシンボルや文字記号で、開閉器 (スイッチ) 記号の基本は で表わすが、
 補助文字を傍記し用途や性能等を表す。

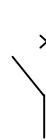
○ 高圧受電設備では



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)



プライマリカットアウトスイッチ
(PC)

設問の写真

- イ. 高圧負荷開閉器
- ロ. 断路器
- ハ. プライマリカットアウトスイッチ
- ニ. 真空遮断器

注) CBはサーキットブレーカーの頭文字で、高圧機器ではVCB(真空遮断器)が主流である。
 低圧回路のCBは配線用遮断器MCCB(モールドサーキットブレーカーの頭文字)。

解 答

答え ニ

44 ④で示す機器の端子記号を表したもので、正しいものは。

解 説

④のシンボルは高圧変流器である。規格により

- イ 高圧配線の電源側(一次側)の記号は K、負荷側(二次側)の記号は L
- ロ 低圧配線の電源側(一次側)記号は k、負荷側の記号は l で表す。
- ハ 変流器の二次側の電流は 5 [A] である。
 例 : 50/5 [A]、100/5 [A]、1000/5 [A]

解 答

答え ロ

45 ⑤で示す機器の動作特性試験に用いるものは。

解 説

⑤で示す機器は、過電流継電器である。

- イ の写真は、計測部(左)と電源部(電圧・電流調整)を組み合わせると過電流継電器を試験する。
- ロ の写真は、電源調整部(左)と絶縁油破壊試験用のオイルカップがある。
- ハ の写真は、計測器で測定単位・メモリが MΩ、絶縁抵抗測定器(メガー)である。
- ニ の写真は、計測器で測定単位が Ω、抵抗測定用の補助極接続用の端子がある。接地抵抗計。

解 答

答え イ

46 ⑥の機器で使用するヒューズは。

解 説

- イ PC（プライマリーカットアウトスイッチ）に取り付けるヒューズ（テンションヒューズ）
- ロ プラグヒューズ 数センチメートルの陶器製で低圧回路の制御用電源の保護として、比較的遮断能力のあるヒューズ筒が内蔵されている。
- ハ 包装筒型ヒューズ 電気室の低圧配電盤のナイフスイッチ（KS）に取付け。
- ニ 銅爪付ヒューズ 低圧用開閉器（ナイフスイッチ、カバー付きナイフスイッチ）に装着する。

解 答

答え イ

47 ⑦の部分に使用できる変圧器の最大容量〔kV・A〕は。

解 説

- ⑤の部分の変圧器一時側の過負荷保護装置はPC（ヒューズ付）である。
- 高圧受電設備指針による受電設備容量の制限では、PCは300〔kV・A〕まで使用可である。
- 300〔kV・A〕超過の場合は、短絡保護の遮断能力があるCB、PF等使用する。

解 答

答え ニ

48 ⑧で示す変圧器の結線図において、B種接地工事を施した図で、正しいものは。

解 説

- イ ⑧で示す変圧器の結線は、単相3線式の変圧器2台をV結線とし、三相3線（動力）と単相3線（電灯）を出力する方法である。
- ロ 変圧器の二次側の一線にB種接地工事を施すこと。
- ハ 単相3線（電灯）回路の二次側配線は、対地電圧が150〔V〕を超えないこと。

上記 イ、ロ、ハの条件を満たすのは、単相3線変圧器の中線に接地工事を施したものとなる。

解 答

答え ロ

49 ⑨で示す機器の容量 [kvar] として、最も適切なのは。

解 説

高圧受電設備規程により、

- イ 進相コンデンサには、高調波による障害防止及びコンデンサ回路の開閉による突入電流抑制のため、直列リアクトルを施すこと。
- ロ 配電線系統でよくトラブル（悪影響）になる高調波のうち、低次で含有率が最も大きい第5高調波以上に対して、高調波障害の拡大を防止するとともに、コンデンサの過負荷を生じないようにコンデンサ容量の6 [%] または13 [%] を当該コンデンサの直近上位に直列に施設すること。

解 答

コンデンサ容量は、100 [kvar] である。

$$6 [\%] \text{ の場合} : 100 [\text{kvar}] \times 6 [\%] = 6 [\text{kvar}]$$

$$13 [\%] \text{ の場合} : 100 [\text{kvar}] \times 13 [\%] = 13 [\text{kvar}]$$

答え ロ 6 [kvar]

50 ⑩の部分に使用する軟導線の直径の最小値 [mm] は。

解 説

高圧機器（コンデンサ）の金属製外箱にはA種接地工事を取付ける。

A種接地工事に使用する電線は、太さ 直径2.6 [mm] 以上の軟導線であること。

解 答

答え ハ 2.6