

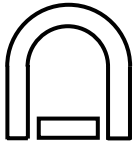



(8) 計測器の基礎

重要事項 (これを理解します)

- 1 , どんな測定器があるかを学びます。
- 2 , 測定器の測定範囲を広くする方法を学びます。
- 3 , 接地抵抗計の接続方法を学びます。

【例題 (よく出る問題)】 :

指示電気計器の動作原理を示す記号のうち、交流回路に使用できないものは。

イ.可動コイル形	ロ.整流形	ハ.可動鉄片形	ニ.誘導形
			

【例題 (よく出る問題) の模範解答】

各指示電気計器は、

- 1 , 可動コイル形は、直流用です。
- 2 , 整流形は、交流用です。
- 3 , 可動鉄片形は、交流用です。
- 4 , 誘導形は、交流用です。



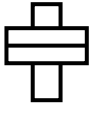



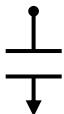
です。

ゆえに、選択肢は、イとなります。

【解法の準備】

例題を解くために次のことを学びます。

1, 指示電気計器とは

	動作原理	記号	用途	使用回路
可動コイル形	電磁力		電圧計、電流計、抵抗計	直流用
可動鉄片形	電磁力		電圧計、電流計、抵抗計	交流用
電流力計形	電磁力		電圧計、電流計、電力計、力率計、周波数計	交直両用
誘導形	電磁力		電圧計、電流計、電力計、	交流用
整流形	電磁力		電圧計、電流計	交流用
熱電形	熱起電力		電圧計、電流計	交直両用
静電形	静電力		電圧計	交直両用

指示電気計器には、主に使われるものとして、上図のような種類があります。それぞれを、簡単に説明しますと、次のようになります。

1) 可動コイル形

可動コイル形は、永久磁石の間に電磁コイルがあり、電磁コイルに測定する電流を流して、回転力を作ります。その回転力とスプリングによる戻す力とが釣り合ったところで回転が止まり、測定値の大きさを示します。

2) 可動鉄片形

可動鉄片形は、電流の流せるコイルを持っています。そして、そのコイルの中に可動できる鉄片を一部挿入しておきます。測定するときは、コイルに電流を流して、電磁石とします。鉄片は、電磁コイルで引きつけられ

てその移動量で測定値を示します。

3) 電流力計形

電流力計形は、電流を流せるコイルを2個持っています。そして、測定する電流を2個のコイルに流します。2個のコイル間に働く電磁力で、測定値を示します。

4) 誘導形

誘導形は、電動機(モーター)の一種です。指示電気計器の中に電動機がはいており、回転力で測定値を示します。

5) 整流形

整流形は、整流器(ダイオード)を内蔵する指示電気計器です。整流器によって、交流を整流して、直流とし、測定する計器です。整流器(ダイオード)を内蔵する指示電気計器の多くは、可動コイル形です。

6) 熱電形

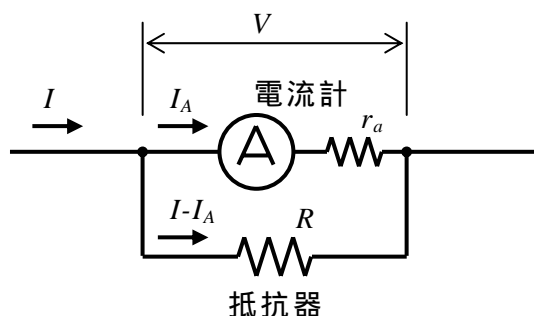
熱電形は、熱線と熱電対を持つ指示計器です。測定する電流を熱線に流し熱線を発熱させて、その発熱で、熱起電力を起し熱起電力により指示値を得ます。

7) 静電形

静電形は、高電圧の電極間に働く静電力を利用します。電極間に働く静電力を指示値とします。

2, 分流器とは

分流器とは、電流計に流す電流を分流する抵抗器を言います。分流することで、どのような良い点があるか説明します。



内部抵抗が r_a [] の電流計に並列に抵抗器 R [] を接続します。すると、図のように電流が流れます。電流計・抵抗器の両端の電圧が等しいので次の式が成り立ちます。

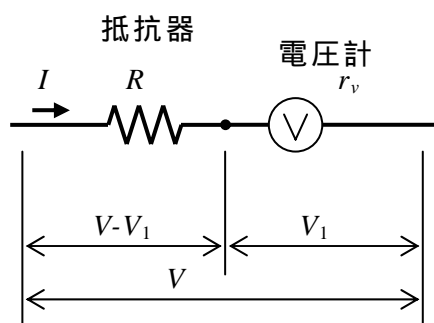
$$\begin{aligned}(I - I_A)R &= I_A r_a \\ IR - I_A R &= I_A r_a \\ IR &= I_A R + I_A r_a \\ IR &= I_A (R + r_a) \\ \frac{I}{I_A} &= \frac{R + r_a}{R} = n\end{aligned}$$

すなわち、電流計に I_A [A]の小さな電流しか流さないで、 n 倍の I [A]という大きな電流を流す(測定する)ことができます。この n を倍率と言います。

例えば、 $r_a = 0.9$ [Ω]、 $R = 0.1$ [Ω] のとき $I_A = 1$ [A]、 $I = 10$ [A] となり $n = 10$ 倍の電流を測定することができます。

3、倍率器とは

次に、倍率器について説明します。倍率器というのは、電圧計に直列に抵抗を接続するものです。



まず、抵抗器と電圧計には、同じ電流 I [A]が流れていますから、

$$I = \frac{V - V_1}{R} = \frac{V_1}{r_v}$$

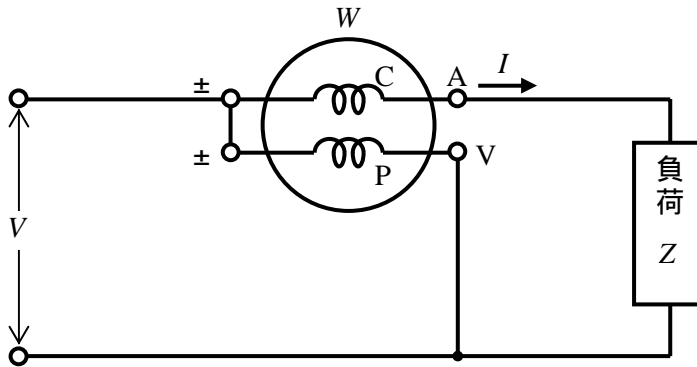
よって、

$$\begin{aligned}\frac{V - V_1}{R} &= \frac{V_1}{r_v} \\ (V - V_1)r_v &= V_1 R \\ Vr_v - V_1 r_v &= V_1 R \\ Vr_v &= V_1 R + V_1 r_v \\ Vr_v &= V_1 (R + r_v) \\ \frac{V}{V_1} &= \frac{R + r_v}{r_v} = m\end{aligned}$$

となります。

すなわち、小さな電圧 $V_1[V]$ で大きな電圧 $V[V]$ を測定できます。分流器と同じように m を倍率と言います。

4．単相電力の測定とは



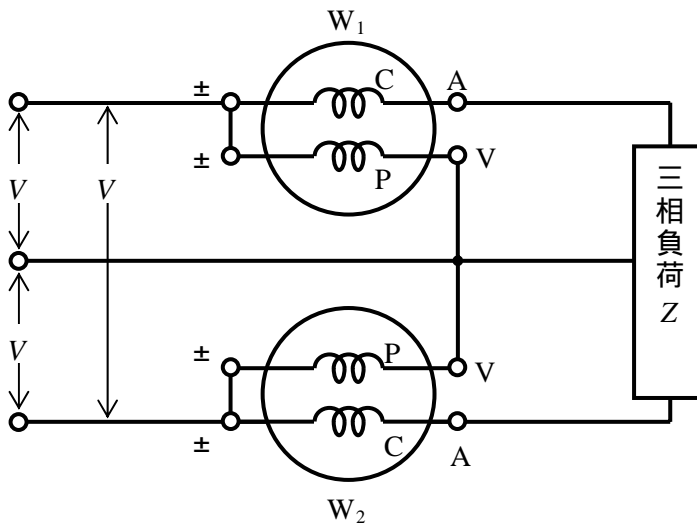
電力計は、電流コイル C と電圧コイル P を持っています。そして、それぞれを図のように接続します。すると、電力計 W の指示値は、

$$W = VI \cos \theta \quad [\text{W}]$$

となります。(ここで、 \cos は、力率です)

5．三相電力(二電力計法)とは

三相電力を測定するのに二電力計法というのがあります。



三相負荷に対して、図のように接続するのが二電力計法です。三相電力の測

定値 $W[W]$ は、

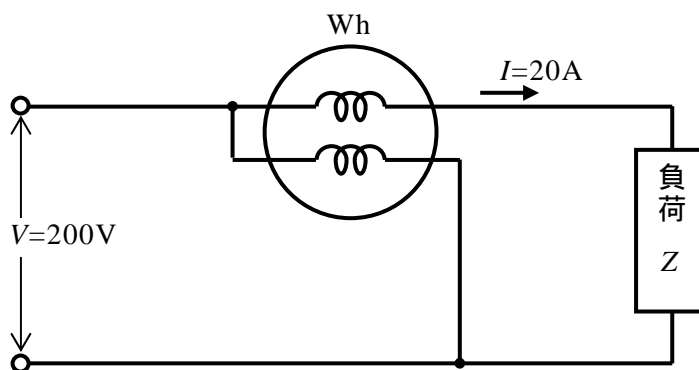
$$W = W_1 + W_2$$

として、求められます。ここで、負荷の力率が $\cos \theta = 0.5$ 以下(負荷の位相角が 60° よりも大きいとき)のときは、いずれかの電力計の指示値(W_1 または W_2)が、マイナスとなります。例えば、 $W_1=5[W]$ 、 $W_2=-3[W]$ のときは、 $W = W_1 + W_2 = 5 - 3 = 2[W]$ となります。

【確認問題 1】

図のような回路の電力量計 W_h の円板が 1 時間で 6000 回転した。この負荷の力率[%]は。

ただし、電力量計 W_h の計器定数(1[kWh]当たりの円板の回転数)は 2000、負荷電圧は 200[V]、負荷電流は 20[A]で一定とする。



- イ . 70 ロ . 75 ハ . 80 ニ . 85

【確認問題 1 の回答】ロ

【確認問題 1 の解説】

電力量計 W_h の計器定数(1[kWh]当たりの円板の回転数)が 2000 ですから、問題の電力量計 W_h の円板が 1 時間で 6000 回転したので、負荷の消費電力 $P[kW]$ は、

$$P = \frac{6000}{2000} = 3 \quad [kW]$$

となります。

よって、消費電力 $P[kW]$ は、公式

$$P = VI \cos \theta \quad [kW]$$

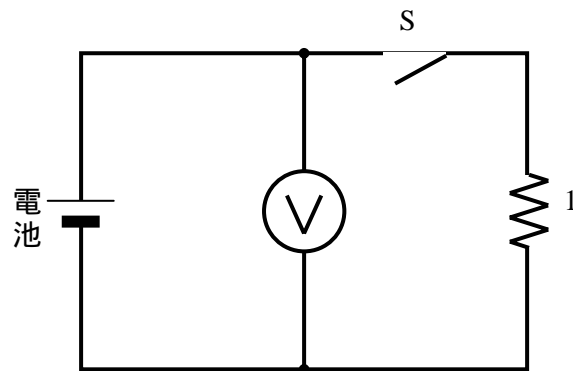
ですから、力率 $\cos \theta$ は、

$$\cos \theta = \frac{P}{VI} = \frac{3 \times 1000}{200 \times 20} = 0.75$$

となります。(ここで、1000 は、1[kW]=1000[W]だからです)
よって、力率は、75[%]となりますから選択肢は、ロとなります。

【確認問題 2】

図の回路において、電圧計の指示値は、スイッチ S を開いているとき 6[V]で、スイッチ S を閉じていると 5[V]であった。電池の内部抵抗の値[]は。

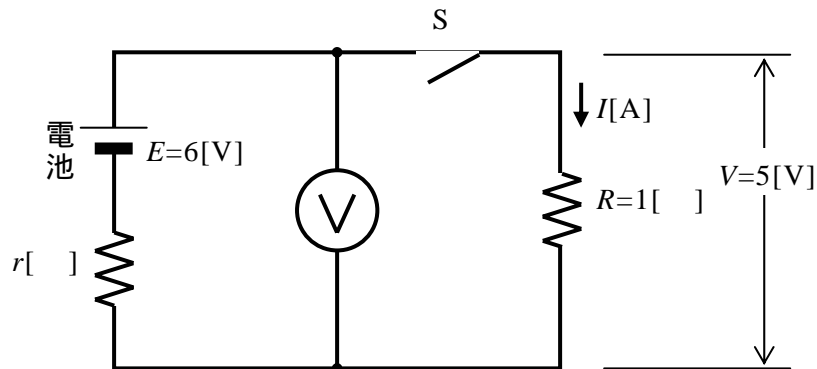


- イ . 0.1 ロ . 0.2 ハ . 0.4 ニ . 0.5

【確認問題 2 の回答】ロ

【確認問題 2 の解説】

スイッチが開いているときは、電池の起電力がそのまま電圧計で測定できます。回路図で示すと、下図となります。



ここで、 r []は、電池の内部抵抗です。

さて、スイッチ S を閉じると抵抗 1[]の両端に 5[V]の電圧降下が現れるのですから、オームの法則から次の式が成り立ちます。

$$I = \frac{V}{R} = \frac{5}{1} = 5 \quad [\text{A}]$$

また、キルヒホッフの法則から、電池の起電力と抵抗での電圧降下の関係式、次式が成り立ちます。

$$E = V + Ir$$

$$6 = 5 + 5r$$

r[]について解くと

$$r = \frac{6-5}{5} = 0.2 \quad []$$

ゆえに、選択肢は、口となります。

キーワード

可動コイル形、可動鉄片形、電流力計形、誘導形、整流形、熱電形、電磁力、熱起電力、静電力、分流器、倍率器、倍率

【例題（よく出る問題）の解説】

上に掲げた【例題（よく出る問題）】は、1) 指示計器にどのようなものがあるか、また、2) その指示計器は、どのような記号で、3) どのような原理で測定されるかを知っていれば、問題無く解答できます。

この3点についてよく理解してください。

これがポイント

- コツ1、どのような指示計器があるかを覚えること
- コツ2、その指示計器は、どのような記号で示されるか覚えること
- コツ3、指示計器の測定原理を覚えること

復習

- 1, 6種類の指示計器がすべて言えますか。
- 2, それぞれの指示計器の測定原理が言えますか。
- 3, 接地抵抗計の接続図を描けますか。

「電気と資格の広場」
<http://cgi.din.or.jp/~goukaku/>

アドバイス

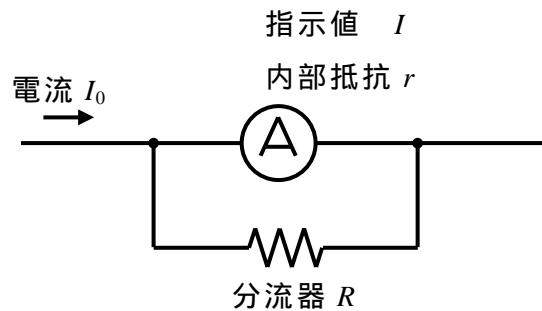
この種類の問題は、暗記問題です。 ひたすら暗記してください。

練習問題

【問 1】

図のような回路において、回路電流 I_0 [A]が流れたとき、電流計は I [A]を指示した。分流器の抵抗 R []は。

ただし、電流計の内部抵抗は r []とする。



イ . $\frac{I}{I_0 - I} \cdot r$ ㉑ . $\frac{I_0}{I_0 - I} \cdot r$ ㉒ . $\frac{I_0 - I}{I} \cdot r$ ニ . $\frac{I_0 - I}{I_0} \cdot r$

ヒント

電流計と分流器の各両端には、同じ電圧が加わっています。それを元に計算式を付けてください。

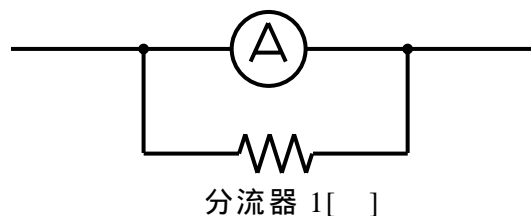
【回答】：イ

【問 2】

図のように、最大目盛 20[mA]、内部抵抗 9[]の電流計に 1[]の抵抗を分流器として接続した場合、測定できる電流の最大値[mA]は。

最大目盛 20[mA]

内部抵抗 9[]



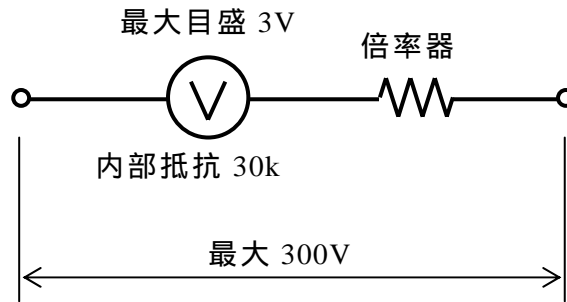
イ . 100 ㉑ . 200 ㉒ . 300 ニ . 400

ヒント 電流計に最大目盛 20[mA]が流れたとき、分流器に何アンペアの電流が流れるかを計算して、足し算してください。

【回答】：□

【問 3】

最大目盛が 3[V]、内部抵抗が 30[k]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[k]は。

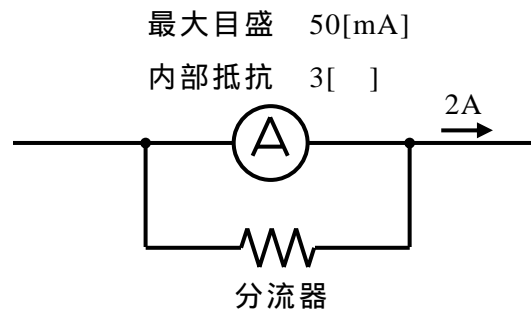


イ . 2970 □ . 3000 八 . 3030 二 . 3060

【回答】：イ

【問 4】

図のように、最大目盛 50[mA]、内部抵抗 3[]の電流計と分流器を用いて、線路電流を測定する。線路電流 2[A]が流れたときに、電流計の指示が 50[mA]を示すための分流抵抗器の抵抗値[]は。



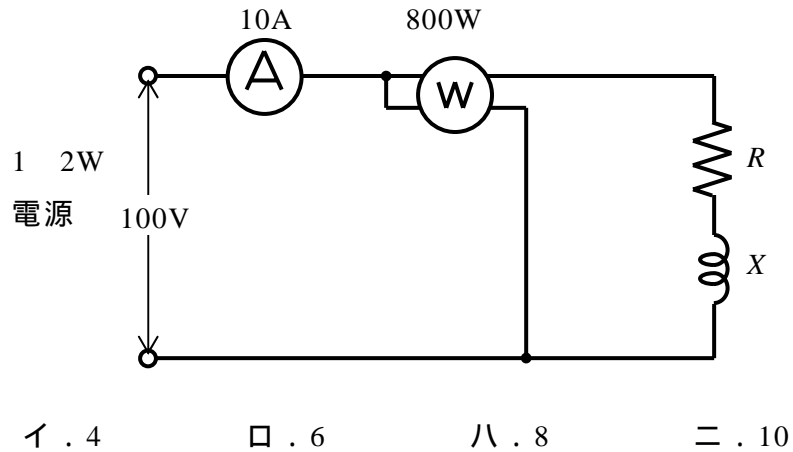
イ . 0.074 □ . 0.075 八 . 0.077 二 . 0.080

ヒント電流計と分流器の各両端の電圧が等しいことから分流器の抵抗値を求めて下さい。

【回答】：八

【問 5】

図のような抵抗 R [] とリアクタンス X [] の回路に交流 100[V] を印可したとき、電流計は 10[A]、電力計は 800[W] を示した。リアクタンス X [] の値は。



イ . 4

ロ . 6

ハ . 8

ニ . 10

ヒント

【回答】 : ロ