

電験どうでしょう管理人
KWG presents

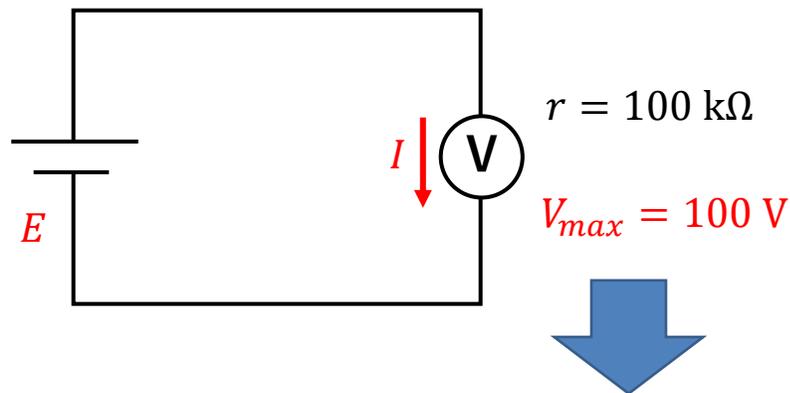
短期集中講座

第9回 電気計測

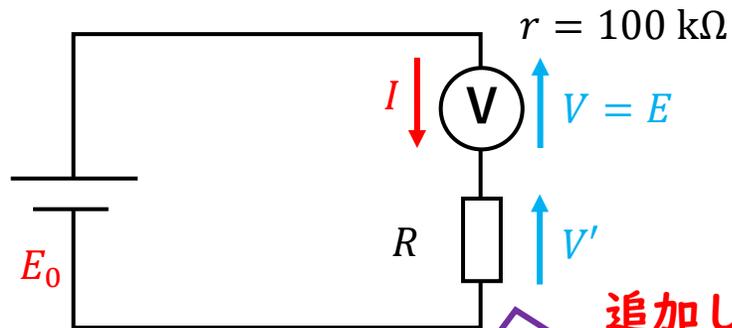
2023.01.28 Sat

倍率器と分流器

倍率器



$V_{max} = 500 \text{ V}$ にしたい



追加した抵抗 = 倍率器

倍率器 R の値

$$I = \frac{E}{r} = \frac{E_0}{R + r}$$

$$\frac{E_0}{E} = m = \frac{R + r}{r} \quad m : \text{倍率}$$

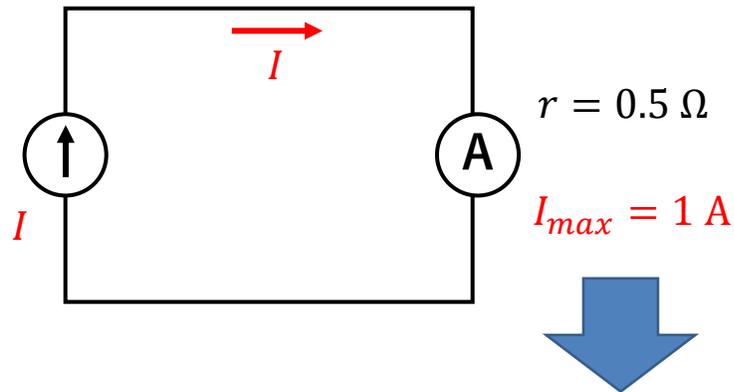
$$R = (m - 1)r$$

$$R = (5 - 1) \times 100\text{k} = 400 \text{ k}\Omega$$

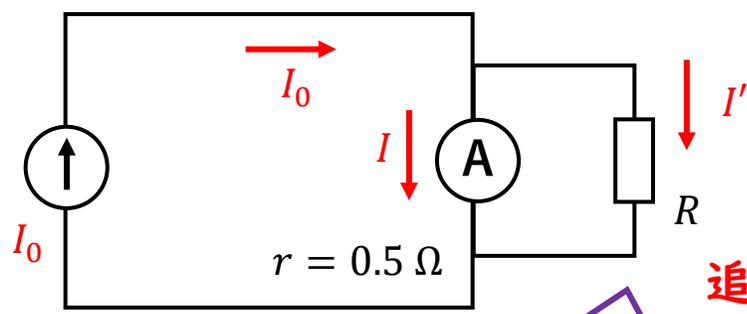
追加した電圧で電圧計に大きな電圧がかからないように抵抗を直列に追加する

計測器の電圧を一定に保ち、より多くの電圧を計測するために用いる。(主に電圧計の倍率を上げるために使用する方法)

分流器



$I_{max} = 5 A$ にしたい



追加した抵抗 = 分流器

追加した電流が電流計を流れないように抵抗を並列に追加する

分流器Rの値

$$I_0 = I + I'$$

$$rI = RI' = R(I_0 - I)$$

$$rI = RI_0 - RI$$

$$(r + R)I = RI_0$$

$$\frac{I_0}{I} = m = \frac{r + R}{R} \quad m : \text{倍率}$$

$$R = \frac{r}{m - 1}$$

$$R = \frac{r}{m - 1} = \frac{0.5}{5 - 1} = \frac{0.5}{4} = 0.125 \Omega$$

計測器の電流を一定に保ち、より多くの電流を計測するために用いる。(主に電流計の倍率を上げるために使用する方法)

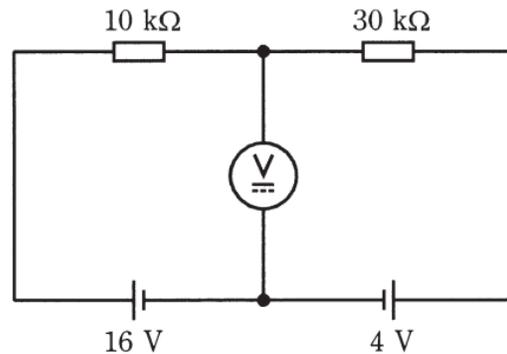
H24 問17

問17 直流電圧計について、次の(a)及び(b)の間に答えよ。

(a) 最大目盛 1 [V]、内部抵抗 $r_v = 1000$ [Ω] の電圧計がある。この電圧計を用いて最大目盛 15 [V] の電圧計とするための、倍率器の抵抗 R_m [$k\Omega$] の値として、正しいものを次の(1)～(5)のうちから一つ選べ。

- (1) 12 (2) 13 (3) 14 (4) 15 (5) 16

(b) 図のような回路で上記の最大目盛 15 [V] の電圧計を接続して電圧を測ったときに、電圧計の指示 [V] はいくらになるか。最も近いものを次の(1)～(5)のうちから一つ選べ。

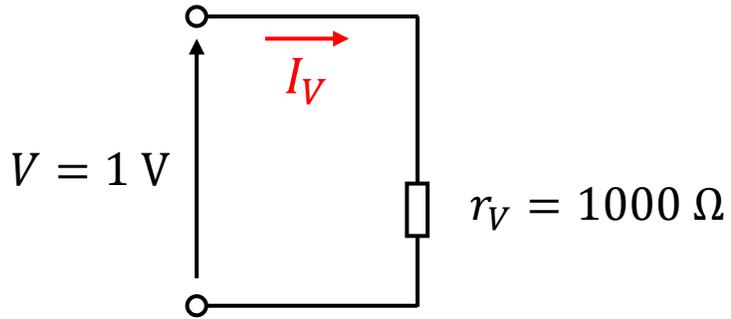


- (1) 7.2 (2) 8.7 (3) 9.4 (4) 11.3 (5) 13.1

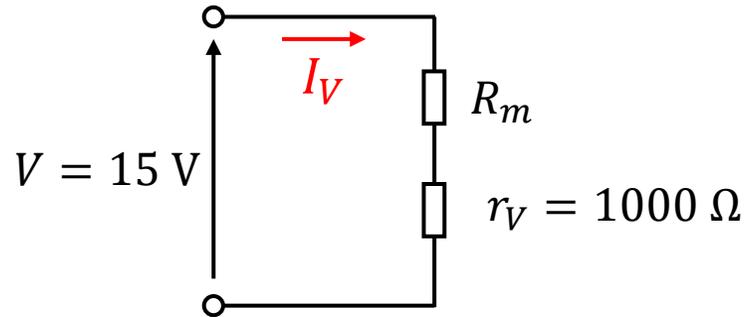
導出のポイント

(a) 最大目盛 1 [V]、内部抵抗 $r_V = 1000$ [Ω] の電圧計がある。この電圧計を用いて最大目盛 15 [V] の電圧計とするための、倍率器の抵抗 R_m [k Ω] の値として、正しいものを次の(1)～(5)のうちから一つ選べ。

- (1) 12 (2) 13 (3) 14 (4) 15 (5) 16



$$I_V = \frac{V}{r_V} = 1 \text{ mA}$$



$I_V = 1 \text{ mA}$ を超えないように
 R_m を設定しないとイケない

$$\frac{V}{I_V} = R_m + r_V$$

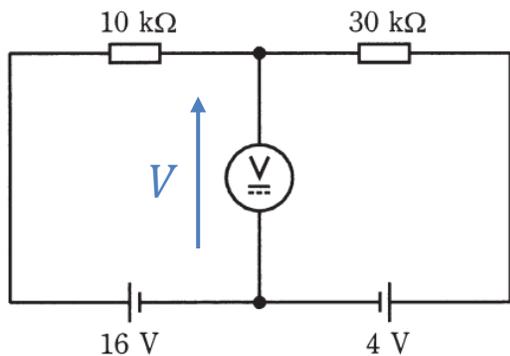
$$\frac{15}{1\text{m}} = R_m + 1\text{k}$$

$$R_m = 15\text{k} - 1\text{k} = 14 \text{ k}\Omega$$

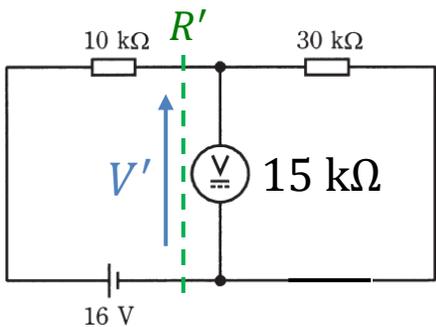
この電圧計は1 mAしか流せない

導出のポイント

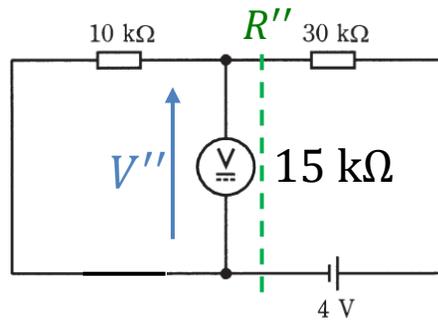
(b) 図のような回路で上記の最大目盛 15 [V] の電圧計を接続して電圧を測ったときに、電圧計の指示 [V] はいくらになるか。最も近いものを次の (1)～(5)のうちから一つ選べ。



- (1) 7.2 (2) 8.7 (3) 9.4 (4) 11.3 (5) 13.1



回路(1)



回路(2)

回路(1)より

$$R' = \frac{30 \cdot 15}{30 + 15} = \frac{450}{45} = 10 \text{ k}\Omega$$

$$V' = \frac{10}{10 + 10} \times 16 = 8 \text{ V}$$

回路(2)より

$$R'' = \frac{10 \cdot 15}{10 + 15} = \frac{150}{25} = 6 \text{ k}\Omega$$

$$V'' = \frac{6}{30 + 6} \times 4 = \frac{4}{6} = 0.667 \text{ V}$$

$$V = 8 + 0.667 = 8.7 \text{ V}$$

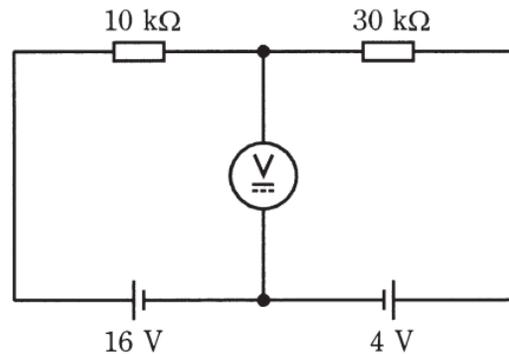
H24 問17

問17 直流電圧計について、次の(a)及び(b)の間に答えよ。

(a) 最大目盛 1 [V]、内部抵抗 $r_v = 1000$ [Ω] の電圧計がある。この電圧計を用いて最大目盛 15 [V] の電圧計とするための、倍率器の抵抗 R_m [$k\Omega$] の値として、正しいものを次の(1)～(5)のうちから一つ選べ。

- (1) 12 (2) 13 (3) 14 (4) 15 (5) 16

(b) 図のような回路で上記の最大目盛 15 [V] の電圧計を接続して電圧を測ったときに、電圧計の指示 [V] はいくらになるか。最も近いものを次の(1)～(5)のうちから一つ選べ。



- (1) 7.2 (2) 8.7 (3) 9.4 (4) 11.3 (5) 13.1

R02 問16

問16 最大目盛 150 V、内部抵抗 18 kΩの直流電圧計 V_1 と最大目盛 300 V、内部抵抗 30 kΩの直流電圧計 V_2 の二つの直流電圧計がある。ただし、二つの直流電圧計は直動式指示電気計器を使用し、固有誤差はないものとする。次の(a)及び(b)の問に答えよ。

(a) 二つの直流電圧計を直列に接続して使用したとき、測定できる電圧の最大の値[V]として、最も近いものを次の(1)～(5)のうちから一つ選べ。

- (1) 150 (2) 225 (3) 300 (4) 400 (5) 450

(b) 次に、直流電圧 450 V の電圧を測定するために、二つの直流電圧計の指示を最大目盛にして測定したい。そのためには、直流電圧計 $(ア)$ に、抵抗 $(イ)$ kΩを $(ウ)$ に接続し、これに直流電圧計 $(エ)$ を直列に接続する。このように接続して測定することで、各直流電圧計の指示を最大目盛にして測定をすることができる。

上記の記述中の空白箇所(ア)～(エ)に当てはまる組合せとして、正しいものを次の(1)～(5)のうちから一つ選べ。

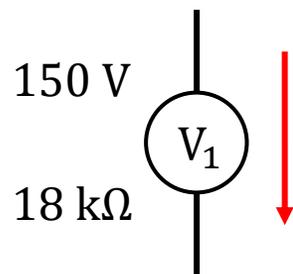
	(ア)	(イ)	(ウ)	(エ)
(1)	V_1	90	直列	V_2
(2)	V_1	90	並列	V_2
(3)	V_2	90	並列	V_1
(4)	V_1	18	並列	V_2
(5)	V_2	18	直列	V_1

導出のポイント

問 16 最大目盛 150 V、内部抵抗 18 kΩの直流電圧計 V₁と最大目盛 300 V、内部抵抗 30 kΩの直流電圧計 V₂の二つの直流電圧計がある。ただし、二つの直流電圧計は直動式指示電気計器を使用し、固有誤差はないものとする。次の(a)及び(b)の間に答えよ。

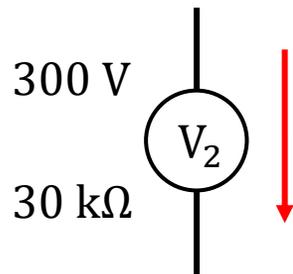
(a) 二つの直流電圧計を直列に接続して使用したとき、測定できる電圧の最大の値[V]として、最も近いものを次の(1)～(5)のうちから一つ選べ。

直流電圧計 V₁



$$I_{1MAX} = \frac{150}{18k} = 8.33 \text{ mA}$$

直流電圧計 V₂



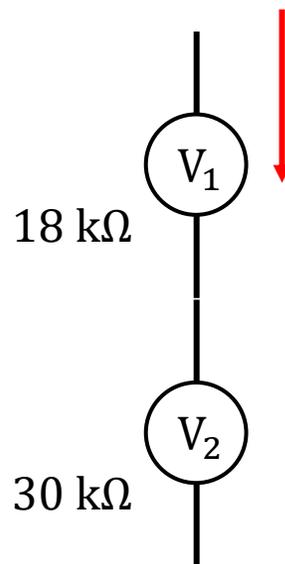
$$I_{2MAX} = \frac{300}{30k} = 10 \text{ mA}$$

<ポイント>

電流計、電圧計は最大電流が決まっている

最大目盛→『これ以上電流を流せない』

と読み替える



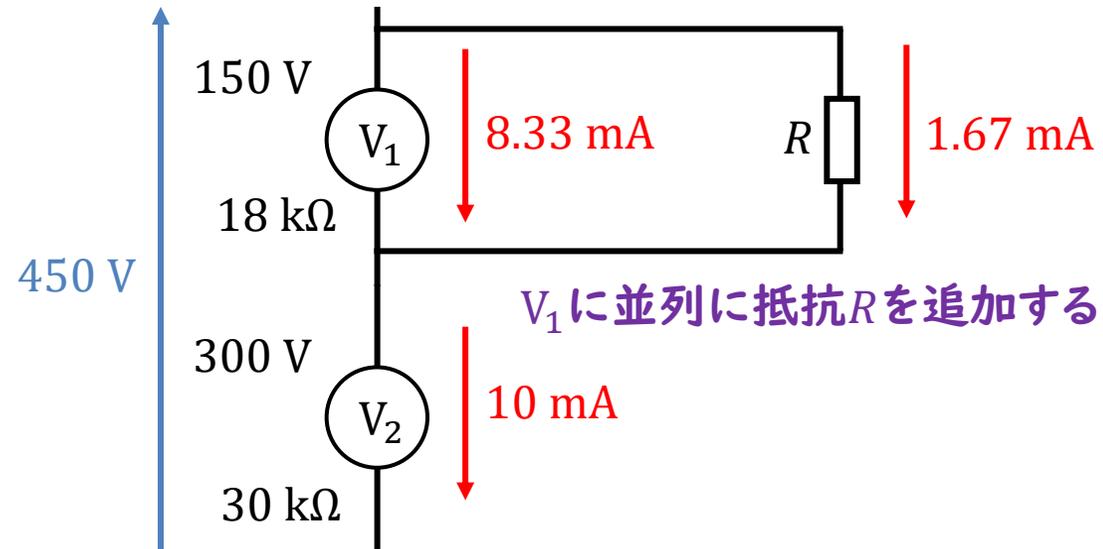
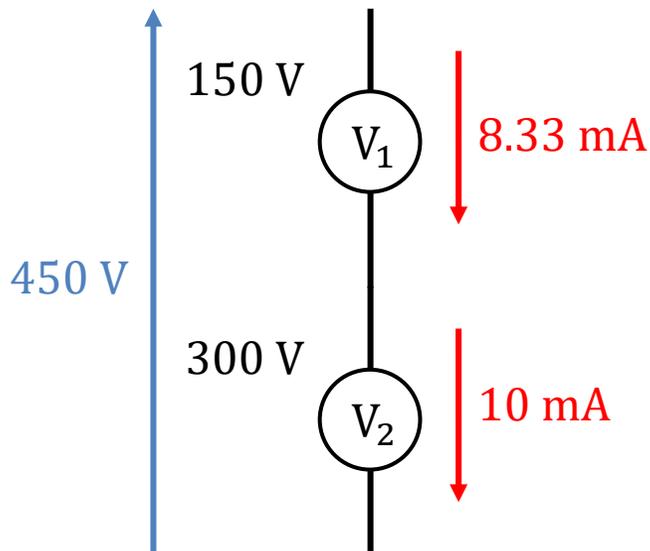
I_{1MAX} 以上流せない

$$V = (18k + 30k) \times 8.33m = 400 \text{ V}$$

導出のポイント

(b) 次に、直流電圧 450 V の電圧を測定するために、二つの直流電圧計の指示を最大目盛にして測定したい。そのためには、直流電圧計 (ア) に、抵抗 (イ) kΩ を (ウ) に接続し、これに直流電圧計 (エ) を直列に接続する。このように接続して測定することで、各直流電圧計の指示を最大目盛にして測定をすることができる。

以下のような状態が作れば
2つの電圧計で450Vを測定できる



抵抗 R の値を求める

$$\frac{150\text{V}}{10\text{mA}} = 15\text{ k}\Omega$$

$$15 = \frac{18R}{18 + R} \rightarrow 18R = 15(18 + R)$$

$$18R = 15R + 15 \times 18 = 15R + 270$$

$$3R = 270$$

$$R = 90\text{ k}\Omega$$

R02 問16

問16 最大目盛 150 V、内部抵抗 18 kΩの直流電圧計 V_1 と最大目盛 300 V、内部抵抗 30 kΩの直流電圧計 V_2 の二つの直流電圧計がある。ただし、二つの直流電圧計は直動式指示電気計器を使用し、固有誤差はないものとする。次の(a)及び(b)の問に答えよ。

(a) 二つの直流電圧計を直列に接続して使用したとき、測定できる電圧の最大の値[V]として、最も近いものを次の(1)～(5)のうちから一つ選べ。

- (1) 150 (2) 225 (3) 300 (4) 400 (5) 450

(b) 次に、直流電圧 450 V の電圧を測定するために、二つの直流電圧計の指示を最大目盛にして測定したい。そのためには、直流電圧計 $(ア)$ に、抵抗 $(イ)$ kΩを $(ウ)$ に接続し、これに直流電圧計 $(エ)$ を直列に接続する。このように接続して測定することで、各直流電圧計の指示を最大目盛にして測定をすることができる。

上記の記述中の空白箇所(ア)～(エ)に当てはまる組合せとして、正しいものを次の(1)～(5)のうちから一つ選べ。

	(ア)	(イ)	(ウ)	(エ)
(1)	V_1	90	直列	V_2
(2)	V_1	90	並列	V_2
(3)	V_2	90	並列	V_1
(4)	V_1	18	並列	V_2
(5)	V_2	18	直列	V_1

AD変換

アナログ信号とデジタル信号

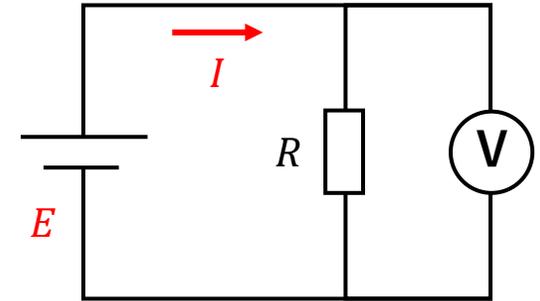
○アナログ信号

連続的に変化する信号

(例：指針付きの計測器など)



ナリカ社 直流電圧計



電圧計

○デジタル信号

離散的 (飛び飛び) な値をとる信号

コンピュータで処理できる信号

(例：8セグLED表示の計測器)



Fluke社 デジタルマルチメータ

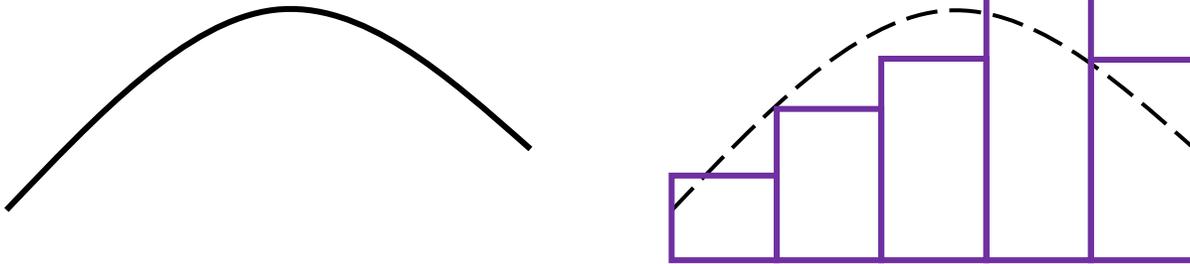


デジタル信号のメリット

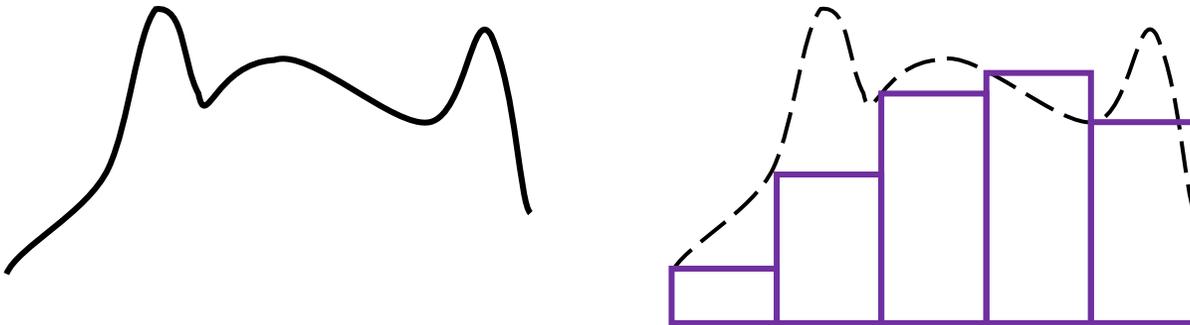
- ノイズに強い
(トランシーバはザーザー聞こえるけど、スマホははっきり聞こえる)
- アナログ回路に比べてデジタル回路は小さく設計できる
- デジタル信号はデータの加工が容易
(2つの信号を足したり、ノイズ除去をしたり、時間をずらしたり)
- 高速で通信ができる
(電気信号を光信号に変換して通信)

デジタル信号のデメリット

- 大きさを離散化することで、信号の値に誤差（量子化誤差）が生じる



- 時間的に離散化することで、瞬間的な値の変化が消えてしまう



- アナログ信号の再現性を高くするとデータ量が膨大になる

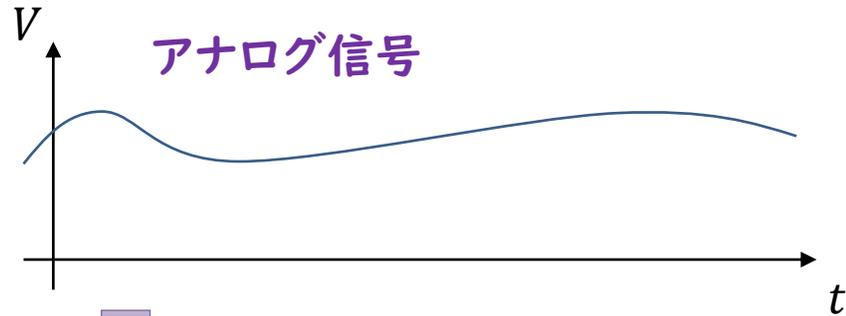
例えば、動画ファイルだと

きれいな画像にすると → ピクセル数が増える

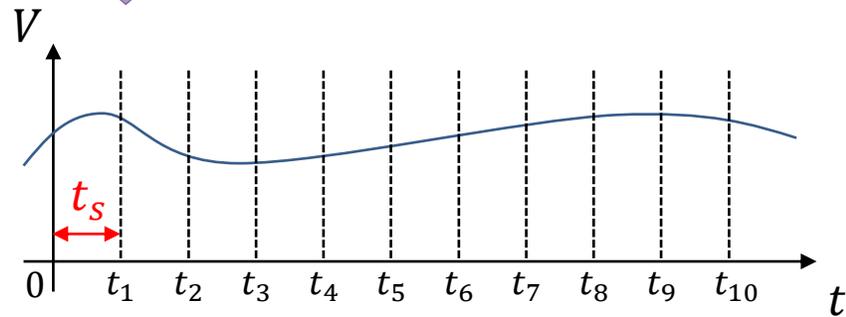
白黒からカラーにする → 色を識別するデータが増える

1秒間のコマ数（フレームレート）を増やす → 動きがスムーズになるがデータが増える

AD変換

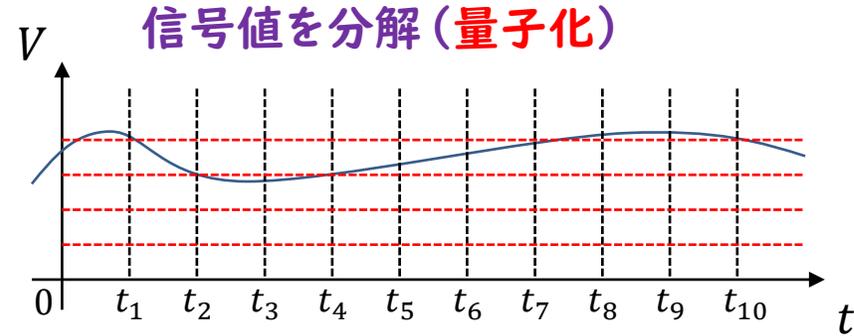


時間を分解 (標本化/サンプリング)



離散化する時間間隔: t_s

→ サンプリング周期/サンプリング周波数



デジタル信号への変換完了



計測器
センサ
受信機

アナログ信号
電気回路
電子回路

AD変換器

デジタル信号
論理回路
プログラム

コンピュータ (データ解析)
計測器 (データ表示)

DA変換器

制御
データ転送

AD変換の方式いろいろ

- **積分型（2重積分形）**

アナログ信号の大きさに比例した時間幅のパルスを作りその時間幅でデジタル信号を作る方式

- **逐次比較型（SAR型）**

性格診断テストみたいに比較器を複数回通して、アナログ信号をデジタル信号に変換する方式

- **$\Delta - \Sigma$ 形**

1つの比較器に対して何度もAD変換を行うことでデジタル信号に変換する方式

- **パイプライン型**

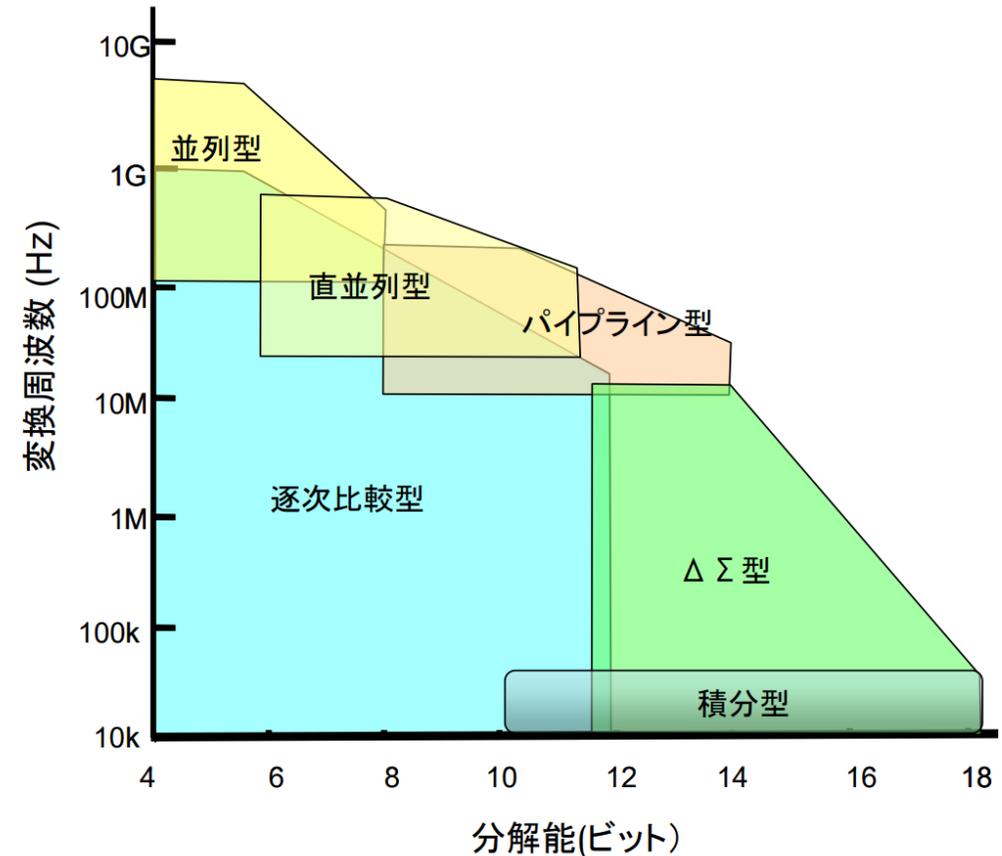
アナログ信号を抵抗で分圧してコンデンサの充電が時間をもとにデジタル信号を作る方式

- **並列型**

比較器を並列に並べて一瞬でADする

- **直並列型**

並列型の一部を直列にすることで分解能を改善する



H28 問14

問14 デジタル計器に関する記述として、誤っているものを次の(1)～(5)のうちから一つ選べ。

- (1) デジタル計器用のA-D変換器には、二重積分形が用いられることがある。
- (2) デジタルオシロスコープでは、周期性のない信号波形を測定することはできない。
- (3) 量子化とは、連続的な値を何段階かの値で近似することである。
- (4) デジタル計器は、測定値が数字で表示されるので、読み取りの間違いが少ない。
- (5) 測定可能な範囲(レンジ)を切り換える必要がない機能(オートレンジ)は、測定値のおよその値が分からない場合にも便利な機能である。

H28 問14

問14 デジタル計器に関する記述として、誤っているものを次の(1)～(5)のうちから一つ選べ。

- (1) デジタル計器用のA-D変換器には、二重積分形が用いられることがある。
- (2) デジタルオシロスコープでは、周期性のない信号波形を測定することはできない。
- (3) 量子化とは、連続的な値を何段階かの値で近似することである。
- (4) デジタル計器は、測定値が数字で表示されるので、読み取りの間違いが少ない。
- (5) 測定可能な範囲(レンジ)を切り換える必要がない機能(オートレンジ)は、測定値のおよその値が分からない場合にも便利な機能である。

H25 問14

問14 デジタル計器に関する記述として、誤っているものを次の(1)～(5)のうちから一つ選べ。

- (1) デジタル交流電圧計には、測定入力端子に加えられた交流電圧が、入力変換回路で直流電圧に変換され、次のA-D変換回路でデジタル信号に変換される方式のものがある。
- (2) デジタル計器では、測定量をデジタル信号で取り出すことができる特徴を生かし、コンピュータに接続して測定結果をコンピュータに入力できるものがある。
- (3) デジタルマルチメータは、スイッチを切り換えることで電圧、電流、抵抗などを測ることができる多機能測定器である。
- (4) デジタル周波数計には、測定対象の波形をパルス列に変換し、一定時間のパルス数を計数して周波数を表示する方式のものがある。
- (5) デジタル直流電圧計は、アナログ指示計器より入力抵抗が低いので、測定したい回路から計器に流れ込む電流は指示計器に比べて大きくなる。

H25 問14

問14 デジタル計器に関する記述として、誤っているものを次の(1)～(5)のうちから一つ選べ。

- (1) デジタル交流電圧計には、測定入力端子に加えられた交流電圧が、入力変換回路で直流電圧に変換され、次のA-D変換回路でデジタル信号に変換される方式のものがある。
- (2) デジタル計器では、測定量をデジタル信号で取り出すことができる特徴を生かし、コンピュータに接続して測定結果をコンピュータに入力できるものがある。
- (3) デジタルマルチメータは、スイッチを切り換えることで電圧、電流、抵抗などを測ることができる多機能測定器である。
- (4) デジタル周波数計には、測定対象の波形をパルス列に変換し、一定時間のパルス数を計数して周波数を表示する方式のものがある。
- (5)** デジタル直流電圧計は、アナログ指示計器より入力抵抗が低いので、測定したい回路から計器に流れ込む電流は指示計器に比べて大きくなる。

RO1 問18

問18 図1は、二重積分形A-D変換器を用いたデジタル直流電圧計の原理図である。次の(a)及び(b)の間に答えよ。

(a) 図1のように、負の基準電圧 $-V_r$ ($V_r > 0$) [V]と切換スイッチが接続された回路があり、その回路を用いて正の未知電圧 V_x (> 0) [V]を測定する。まず、制御回路によってスイッチが S_1 側へ切り換わると、時刻 $t = 0$ sで測定電圧 V_x [V]が積分器へ入力される。その入力電圧 V_i [V]の時間変化が図2(a)であり、積分器からの出力電圧 V_o [V]の時間変化が図2(b)である。ただし、 $t = 0$ sでの出力電圧を $V_o = 0$ Vとする。時刻 t_1 における V_o [V]は、入力電圧 V_i [V]の期間 $0 \sim t_1$ [s]で囲われる面積 S に比例する。積分器の特性で決まる比例定数を k (> 0)とすると、時刻 $t = T_1$ [s]のときの出力電圧は、 $V_m =$ (ア) [V]となる。

定められた時刻 $t = T_1$ [s]に達すると、制御回路によってスイッチが S_2 側に切り換わり、積分器には基準電圧 $-V_r$ [V]が入力される。よって、スイッチ S_2 の期間中の時刻 t [s]における積分器の出力電圧の大きさは、 $V_o = V_m -$ (イ) [V]と表される。

積分器の出力電圧 V_o が 0 Vになると、電圧比較器がそれを検出する。 $V_o = 0$ Vのときの時刻を $t = T_1 + T_2$ [s]とすると、測定電圧は $V_x =$ (ウ) [V]と表される。さらに、図2(c)のようにスイッチ S_1 、 S_2 の各期間 T_1 [s]、 T_2 [s]中にクロックパルス発振器から出力されるクロックパルス数をそれぞれ N_1 、 N_2 とすると、 N_1 は既知なので N_2 をカウントすれば、測定電圧 V_x がデジタル信号に変換される。ここで、クロックパルスの周期 T_s は、クロックパルス発振器の動作周波数に (エ) する。

上記の記述中の空白箇所(ア)、(イ)、(ウ)及び(エ)に当てはまる組合せとして、正しいものを次の(1)～(5)のうちから一つ選べ。

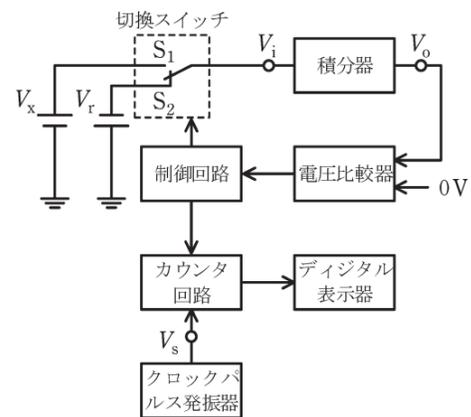


図1

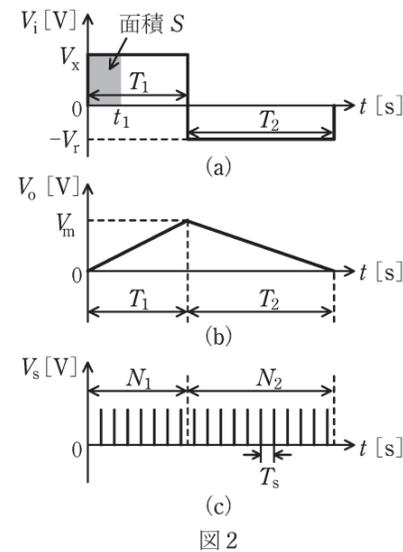


図2

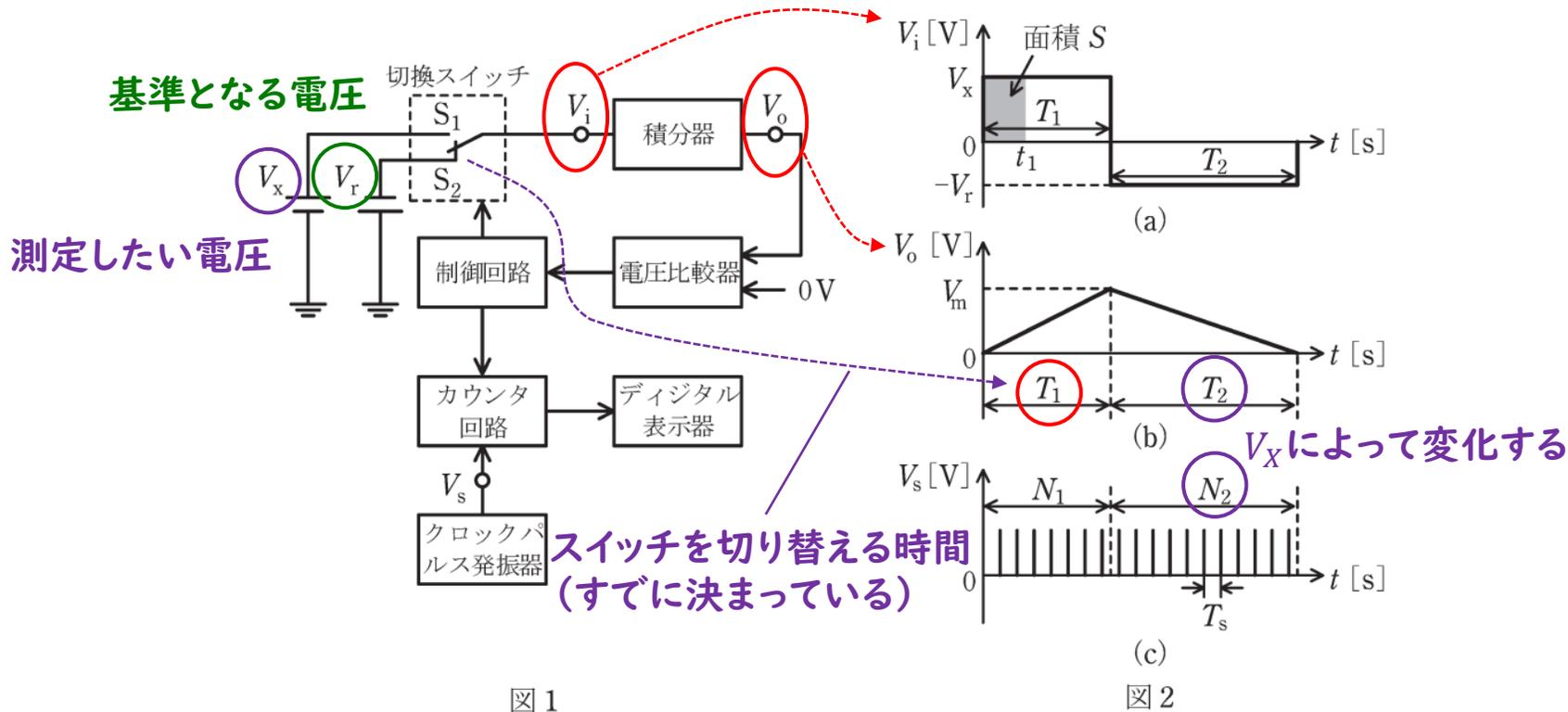
	(ア)	(イ)	(ウ)	(エ)
(1)	$kV_x T_1$	$kV_r(t - T_1)$	$\frac{T_2}{T_1} V_r$	反比例
(2)	$kV_x T_1$	$kV_r T_2$	$\frac{T_2}{T_1} V_r$	反比例
(3)	$k \frac{V_x}{T_1}$	$k \frac{V_r}{T_2}$	$\frac{T_1}{T_2} V_r$	比例
(4)	$k \frac{V_x}{T_1}$	$k \frac{V_r}{T_2}$	$\frac{T_1}{T_2} V_r$	反比例
(5)	$kV_x T_1$	$kV_r(t - T_1)$	$T_1 T_2 V_r$	比例

(b) 基準電圧が $V_r = 2.0$ V、スイッチ S_1 の期間 T_1 [s]中のクロックパルス数が $N_1 = 1.0 \times 10^3$ のデジタル直流電圧計がある。この電圧計を用いて未知の電圧 V_x [V]を測定したとき、スイッチ S_2 の期間 T_2 [s]中のクロックパルス数が $N_2 = 2.0 \times 10^3$ であった。測定された電圧 V_x の値[V]として、最も近いものを次の(1)～(5)のうちから一つ選べ。

- (1) 0.5 (2) 1.0 (3) 2.0 (4) 4.0 (5) 8.0

導出のポイント

二重積分形A-D変換器



測定したい電圧 V_X



自分で設定した T_1 と V_r をうまく使って V_X を T_2 に変換



時間をデジタル信号に変換する

$$T_1 \rightarrow N_1$$

$$T_2 \rightarrow N_2$$



N_2, N_1, V_r からデジタル信号の V_X を得る

A-D変換とは、アナログ信号をデジタル信号に変換すること

アナログ信号：自分で測定したデータ

デジタル信号：コンピュータで処理できるデータ

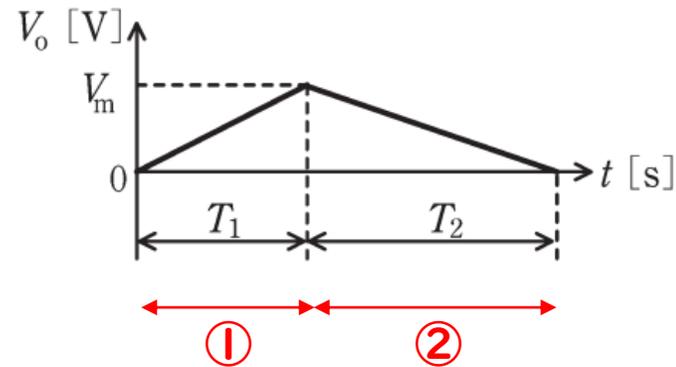
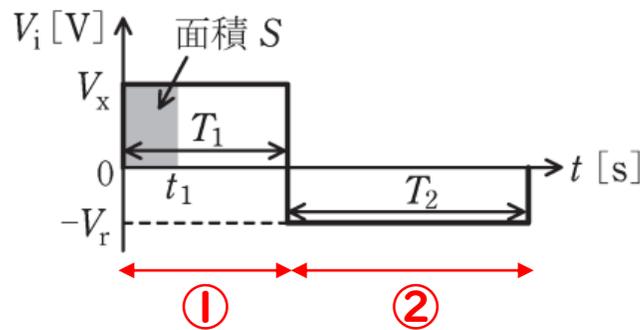
導出のポイント

問 18 図 1 は、二重積分形 A-D 変換器を用いたデジタル直流電圧計の原理図である。次の(a)及び(b)の間に答えよ。

(a) 図 1 のように、負の基準電圧 $-V_r$ ($V_r > 0$) [V] と切換スイッチが接続された回路があり、その回路を用いて正の未知電圧 V_x (> 0) [V] を測定する。まず、制御回路によってスイッチが S_1 側へ切り換わると、時刻 $t = 0$ s で測定電圧 V_x [V] が積分器へ入力される。その入力電圧 V_i [V] の時間変化が図 2(a) であり、積分器からの出力電圧 V_o [V] の時間変化が図 2(b) である。ただし、 $t = 0$ s での出力電圧を $V_o = 0$ V とする。時刻 t_1 における V_o [V] は、入力電圧 V_i [V] の期間 $0 \sim t_1$ [s] で囲われる面積 S に比例する。積分器の特性で決まる比例定数を k (> 0) とすると、時刻 $t = T_1$ [s] のときの出力電圧は、 $V_m = \boxed{\text{(ア)}}$ [V] となる。

定められた時刻 $t = T_1$ [s] に達すると、制御回路によってスイッチが S_2 側に切り換わり、積分器には基準電圧 $-V_r$ [V] が入力される。よって、スイッチ S_2 の期間中の時刻 t [s] における積分器の出力電圧の大きさは、 $V_o = V_m - \boxed{\text{(イ)}}$ [V] と表される。

積分器の出力電圧 V_o が 0 V になると、電圧比較器がそれを検出する。 $V_o = 0$ V のときの時刻を $t = T_1 + T_2$ [s] とすると、測定電圧は $V_x = \boxed{\text{(ウ)}}$ [V] と表される。さらに、図 2(c) のようにスイッチ S_1 , S_2 の各期間 T_1 [s], T_2 [s] 中にクロックパルス発振器から出力されるクロックパルス数をそれぞれ N_1 , N_2 とすると、 N_1 は既知なので N_2 をカウントすれば、測定電圧 V_x がデジタル信号に変換される。ここで、クロックパルスの周期 T_s は、クロックパルス発振器の動作周波数に $\boxed{\text{(エ)}}$ する。



①について (S1 ON)

$$S = V_x \cdot t \quad \rightarrow \quad V_o = kV_x \cdot t \quad \xrightarrow{t = T_1} \quad V_m = kV_x T_1 \quad (\text{ア})$$

$$V_o = kS$$

②について (S2 ON)

$$S = V_x T_1 - V_r(t - T_1) \quad \rightarrow \quad V_o = k[V_x T_1 - V_r(t - T_1)]$$

$$V_o = kS \quad \rightarrow \quad V_o = V_m - kV_r(t - T_1) \quad (\text{イ})$$

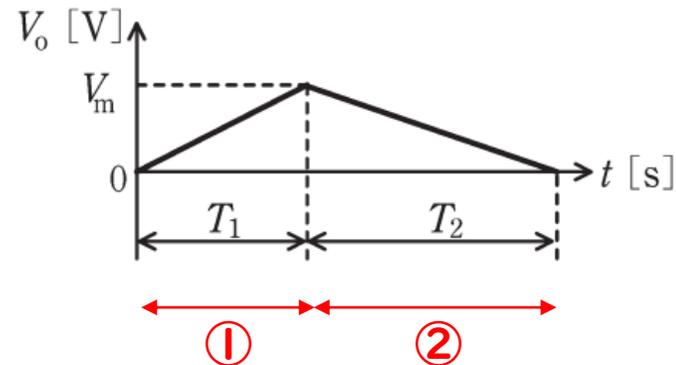
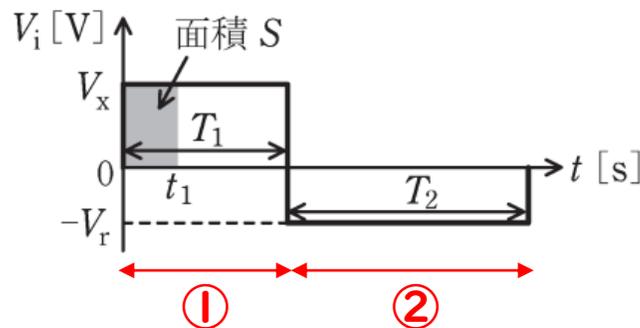
導出のポイント

問 18 図 1 は、二重積分形 A-D 変換器を用いたデジタル直流電圧計の原理図である。次の(a)及び(b)の間に答えよ。

(a) 図 1 のように、負の基準電圧 $-V_r$ ($V_r > 0$) [V] と切換スイッチが接続された回路があり、その回路を用いて正の未知電圧 V_x (> 0) [V] を測定する。まず、制御回路によってスイッチが S_1 側へ切り換わると、時刻 $t = 0$ s で測定電圧 V_x [V] が積分器へ入力される。その入力電圧 V_i [V] の時間変化が図 2(a) であり、積分器からの出力電圧 V_o [V] の時間変化が図 2(b) である。ただし、 $t = 0$ s での出力電圧を $V_o = 0$ V とする。時刻 t_1 における V_o [V] は、入力電圧 V_i [V] の期間 $0 \sim t_1$ [s] で囲われる面積 S に比例する。積分器の特性で決まる比例定数を k (> 0) とすると、時刻 $t = T_1$ [s] のときの出力電圧は、 $V_m = \boxed{\text{(フ)}}$ [V] となる。

定められた時刻 $t = T_1$ [s] に達すると、制御回路によってスイッチが S_2 側に切り換わり、積分器には基準電圧 $-V_r$ [V] が入力される。よって、スイッチ S_2 の期間中の時刻 t [s] における積分器の出力電圧の大きさは、 $V_o = V_m - \boxed{\text{(イ)}}$ [V] と表される。

積分器の出力電圧 V_o が 0 V になると、電圧比較器がそれを検出する。 $V_o = 0$ V のときの時刻を $t = T_1 + T_2$ [s] とすると、測定電圧は $V_x = \boxed{\text{(ウ)}}$ [V] と表される。さらに、図 2(c) のようにスイッチ S_1 , S_2 の各期間 T_1 [s], T_2 [s] 中にクロックパルス発振器から出力されるクロックパルス数をそれぞれ N_1 , N_2 とすると、 N_1 は既知なので N_2 をカウントすれば、測定電圧 V_x がデジタル信号に変換される。ここで、クロックパルスの周期 T_s は、クロックパルス発振器の動作周波数に $\boxed{\text{(エ)}}$ する。



②について (S2 ON)

$$V_o = k[V_x T_1 - V_r(t - T_1)] \xrightarrow[t = T_1 + T_2]{V_o = 0} 0 = V_m - kV_r(T_1 + T_2 - T_1)$$

$$= V_m - kV_r(t - T_1) \quad (\text{イ}) \quad 0 = V_m - kV_r T_2$$

$$0 = V_m - kV_r T_2$$

$$0 = kV_x T_1 - kV_r T_2$$

$$V_x = \frac{T_2}{T_1} V_r \quad (\text{ウ})$$

A-D変換

$$V_x = \frac{N_2 T_s}{N_1 T_s} V_r$$

T_s : クロックパルスの周期
(周波数に反比例)

(エ)

導出のポイント

(b) 基準電圧が $V_r = 2.0 \text{ V}$ ，スイッチ S_1 の期間 T_1 [s] 中のクロックパルス数が $N_1 = 1.0 \times 10^3$ のデジタル直流電圧計がある。この電圧計を用いて未知の電圧 V_x [V] を測定したとき，スイッチ S_2 の期間 T_2 [s] 中のクロックパルス数が $N_2 = 2.0 \times 10^3$ であった。測定された電圧 V_x の値 [V] として，最も近いものを次の (1) ~ (5) のうちから一つ選べ。

- (1) 0.5 (2) 1.0 (3) 2.0 (4) 4.0 (5) 8.0

$$V_x = \frac{N_2 T_s}{N_1 T_s} V_r = \frac{N_2}{N_1} V_r = \frac{2.0 \times 10^3}{1.0 \times 10^3} \times 2.0 = 2 \times 2.0 = 4.0 \text{ V}$$

RO1 問18

問 18 図 1 は、二重積分形 A-D 変換器を用いたデジタル直流電圧計の原理図である。次の(a)及び(b)の間に答えよ。

(a) 図 1 のように、負の基準電圧 $-V_r$ ($V_r > 0$) [V] と切換スイッチが接続された回路があり、その回路を用いて正の未知電圧 V_x (> 0) [V] を測定する。まず、制御回路によってスイッチが S_1 側へ切り換わると、時刻 $t = 0$ s で測定電圧 V_x [V] が積分器へ入力される。その入力電圧 V_i [V] の時間変化が図 2(a) であり、積分器からの出力電圧 V_o [V] の時間変化が図 2(b) である。ただし、 $t = 0$ s での出力電圧を $V_o = 0$ V とする。時刻 t_1 における V_o [V] は、入力電圧 V_i [V] の期間 $0 \sim t_1$ [s] で囲われる面積 S に比例する。積分器の特性で決まる比例定数を k (> 0) とすると、時刻 $t = T_1$ [s] のときの出力電圧は、 $V_m = \boxed{\text{(ア)}}$ [V] となる。

定められた時刻 $t = T_1$ [s] に達すると、制御回路によってスイッチが S_2 側に切り換わり、積分器には基準電圧 $-V_r$ [V] が入力される。よって、スイッチ S_2 の期間中の時刻 t [s] における積分器の出力電圧の大きさは、 $V_o = V_m - \boxed{\text{(イ)}}$ [V] と表される。

積分器の出力電圧 V_o が 0 V になると、電圧比較器がそれを検出する。 $V_o = 0$ V のときの時刻を $t = T_1 + T_2$ [s] とすると、測定電圧は $V_x = \boxed{\text{(ウ)}}$ [V] と表される。さらに、図 2(c) のようにスイッチ S_1 、 S_2 の各期間 T_1 [s]、 T_2 [s] 中にクロックパルス発振器から出力されるクロックパルス数をそれぞれ N_1 、 N_2 とすると、 N_1 は既知なので N_2 をカウントすれば、測定電圧 V_x がデジタル信号に変換される。ここで、クロックパルスの周期 T_s は、クロックパルス発振器の動作周波数に $\boxed{\text{(エ)}}$ する。

上記の記述中の空白箇所(ア)、(イ)、(ウ)及び(エ)に当てはまる組合せとして、正しいものを次の(1)～(5)のうちから一つ選べ。

	(ア)	(イ)	(ウ)	(エ)
(1)	$kV_x T_1$	$kV_r(t - T_1)$	$\frac{T_2}{T_1} V_r$	反比例
(2)	$kV_x T_1$	$kV_r T_2$	$\frac{T_2}{T_1} V_r$	反比例
(3)	$k \frac{V_x}{T_1}$	$k \frac{V_r}{T_2}$	$\frac{T_1}{T_2} V_r$	比例
(4)	$k \frac{V_x}{T_1}$	$k \frac{V_r}{T_2}$	$\frac{T_1}{T_2} V_r$	反比例
(5)	$kV_x T_1$	$kV_r(t - T_1)$	$T_1 T_2 V_r$	比例

(b) 基準電圧が $V_r = 2.0$ V、スイッチ S_1 の期間 T_1 [s] 中のクロックパルス数が $N_1 = 1.0 \times 10^3$ のデジタル直流電圧計がある。この電圧計を用いて未知の電圧 V_x [V] を測定したとき、スイッチ S_2 の期間 T_2 [s] 中のクロックパルス数が $N_2 = 2.0 \times 10^3$ であった。測定された電圧 V_x の値[V]として、最も近いものを次の(1)～(5)のうちから一つ選べ。

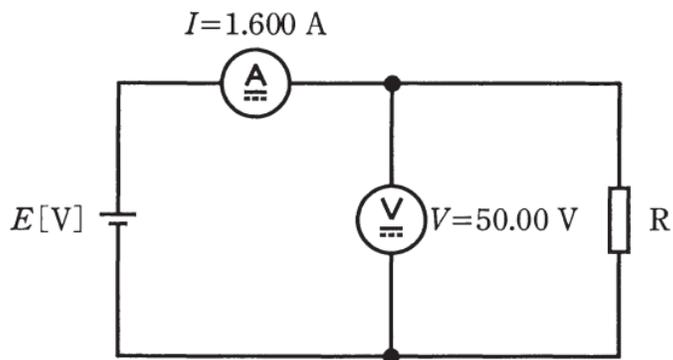
- (1) 0.5 (2) 1.0 (3) 2.0 (4) 4.0 (5) 8.0

電流 / 電圧計測

H28 問16

問16 図のような回路において、抵抗 R の値 $[\Omega]$ を電圧降下法によって測定した。この測定で得られた値は、電流計 $I=1.600\text{ A}$ 、電圧計 $V=50.00\text{ V}$ であった。次の (a) 及び (b) の間に答えよ。

ただし、抵抗 R の真の値は $31.21\ \Omega$ とし、直流電源、電圧計及び電流計の内部抵抗の影響は無視できるものである。また、抵抗 R の測定値は有効数字4桁で計算せよ。



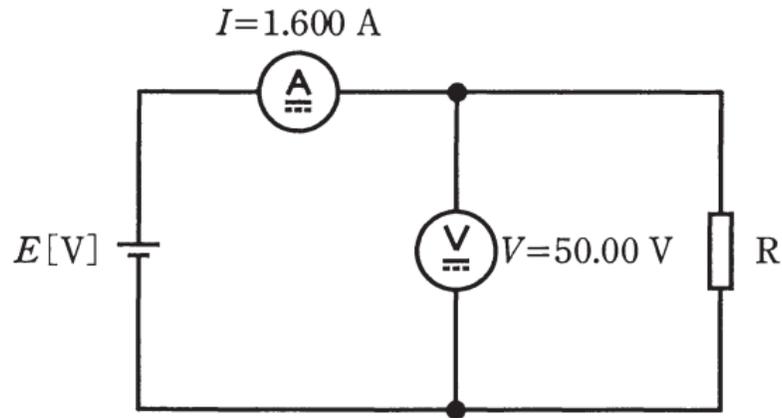
(a) 抵抗 R の絶対誤差 $[\Omega]$ として、最も近いものを次の (1) ~ (5) のうちから一つ選べ。

- (1) 0.004 (2) 0.04 (3) 0.14 (4) 0.4 (5) 1.4

(b) 絶対誤差の真の値に対する比率を相対誤差という。これを百分率で示した、抵抗 R の百分率誤差(誤差率) $[\%]$ として、最も近いものを次の (1) ~ (5) のうちから一つ選べ。

- (1) 0.0013 (2) 0.03 (3) 0.13 (4) 0.3 (5) 1.3

導出のポイント



$$R_{act} = 31.21 \Omega$$

(a) 抵抗 R の絶対誤差 [Ω] として、最も近いものを次の (1) ~ (5) のうちから一つ選べ。

$$R_{mes} = \frac{V}{I} = \frac{50.00}{1.600} = 31.25 \Omega$$

絶対誤差 = (測定値) - (真値) の絶対値

$$|R_{mes} - R_{act}| = |31.25 - 31.21| = 0.04 \Omega$$

(b) 絶対誤差の真の値に対する比率を相対誤差という。これを百分率で示した、抵抗 R の百分率誤差 (誤差率) [%] として、最も近いものを次の (1) ~ (5) のうちから一つ選べ。

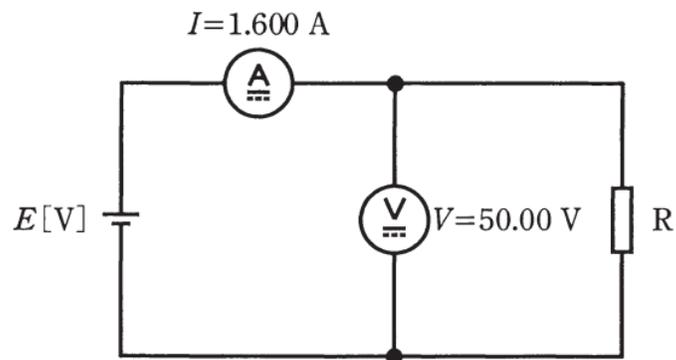
$$\text{相対誤差} = \frac{\text{絶対誤差}}{\text{真値}} \times 100 = \frac{|\text{測定値} - \text{真値}|}{\text{真値}} \times 100 [\%]$$

$$\frac{|R_{mes} - R_{act}|}{R_{act}} \times 100 = \frac{0.04}{31.21} \times 100 = 0.13 \%$$

H28 問16

問16 図のような回路において、抵抗 R の値 $[\Omega]$ を電圧降下法によって測定した。この測定で得られた値は、電流計 $I=1.600\text{ A}$ 、電圧計 $V=50.00\text{ V}$ であった。次の (a) 及び (b) の間に答えよ。

ただし、抵抗 R の真の値は $31.21\ \Omega$ とし、直流電源、電圧計及び電流計の内部抵抗の影響は無視できるものである。また、抵抗 R の測定値は有効数字4桁で計算せよ。



(a) 抵抗 R の絶対誤差 $[\Omega]$ として、最も近いものを次の (1) ~ (5) のうちから一つ選べ。

- (1) 0.004 (2) 0.04 (3) 0.14 (4) 0.4 (5) 1.4

(b) 絶対誤差の真の値に対する比率を相対誤差という。これを百分率で示した、抵抗 R の百分率誤差(誤差率) $[\%]$ として、最も近いものを次の (1) ~ (5) のうちから一つ選べ。

- (1) 0.0013 (2) 0.03 (3) 0.13 (4) 0.3 (5) 1.3

H30 問18

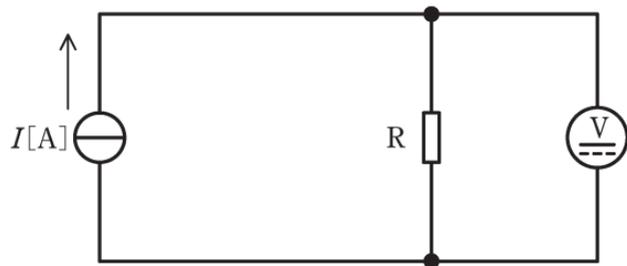
問18 内部抵抗が $15\text{ k}\Omega$ の 150 V 測定端子と内部抵抗が $10\text{ k}\Omega$ の 100 V 測定端子をもつ永久磁石可動コイル形直流電圧計がある。この直流電圧計を使用して、図のように、電流 $I[\text{A}]$ の定電流源で電流を流して抵抗 R の両端の電圧を測定した。

測定Ⅰ： 150 V の測定端子で測定したところ、直流電圧計の指示値は 101.0 V であった。

測定Ⅱ： 100 V の測定端子で測定したところ、直流電圧計の指示値は 99.00 V であった。

次の(a)及び(b)の間に答えよ。

ただし、測定に用いた機器の指示値に誤差はないものとする。



(a) 抵抗 R の抵抗値 $[\Omega]$ として、最も近いものを次の(1)～(5)のうちから一つ選べ。

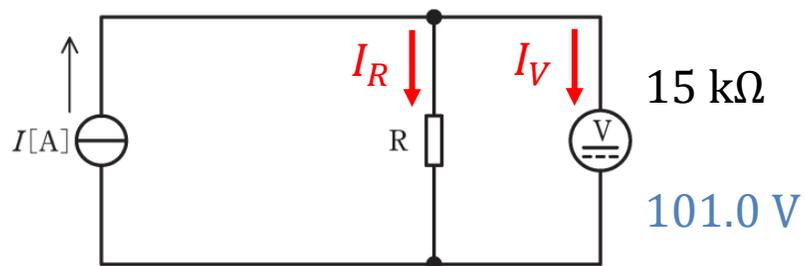
- (1) 241 (2) 303 (3) 362 (4) 486 (5) 632

(b) 電流 I の値 $[\text{A}]$ として、最も近いものを次の(1)～(5)のうちから一つ選べ。

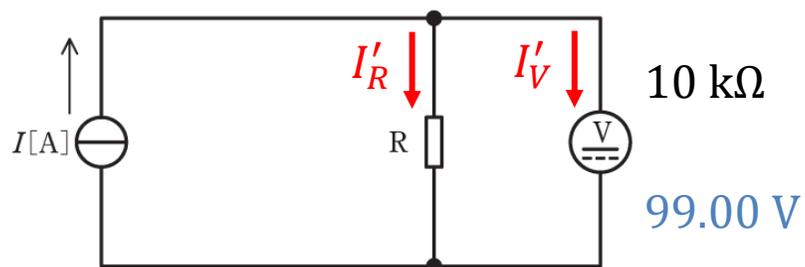
- (1) 0.08 (2) 0.17 (3) 0.25 (4) 0.36 (5) 0.49

導出のポイント

測定Ⅰ：150 V の測定端子で測定したところ、直流電圧計の指示値は 101.0 V であった。



測定Ⅱ：100 V の測定端子で測定したところ、直流電圧計の指示値は 99.00 V であった。



(a) 抵抗 R の抵抗値[Ω]として、最も近いものを次の(1)～(5)のうちから一つ選べ。

$$I = I_R + I_V = I'_R + I'_V$$

$$= \frac{101}{R} + \frac{101}{15} = \frac{99}{R} + \frac{99}{10}$$

$$\frac{101}{R} - \frac{99}{R} = \frac{99}{10} - \frac{101}{15}$$

$$\frac{2}{R} = \frac{99}{10} - \frac{101}{15}$$

$$\frac{2}{R} = 9.9 - 6.733$$

$$R = \frac{2}{9.9 - 6.733} = 0.632 \text{ k}\Omega = 632 \Omega$$

(b) 電流 I の値[A]として、最も近いものを次の(1)～(5)のうちから一つ選べ。

$$I = \frac{99}{0.632} + \frac{99}{10} = 167 \text{ mA} = 0.17 \text{ A}$$

H30 問18

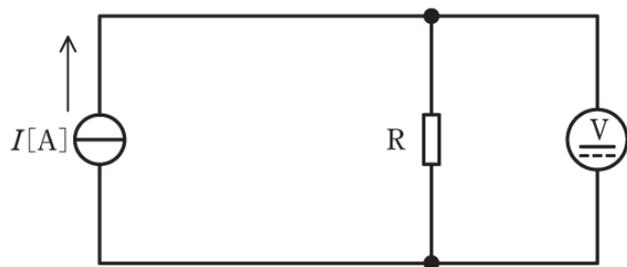
問18 内部抵抗が $15\text{ k}\Omega$ の 150 V 測定端子と内部抵抗が $10\text{ k}\Omega$ の 100 V 測定端子をもつ永久磁石可動コイル形直流電圧計がある。この直流電圧計を使用して、図のように、電流 $I[\text{A}]$ の定電流源で電流を流して抵抗 R の両端の電圧を測定した。

測定Ⅰ： 150 V の測定端子で測定したところ、直流電圧計の指示値は 101.0 V であった。

測定Ⅱ： 100 V の測定端子で測定したところ、直流電圧計の指示値は 99.00 V であった。

次の(a)及び(b)の間に答えよ。

ただし、測定に用いた機器の指示値に誤差はないものとする。



(a) 抵抗 R の抵抗値 $[\Omega]$ として、最も近いものを次の(1)～(5)のうちから一つ選べ。

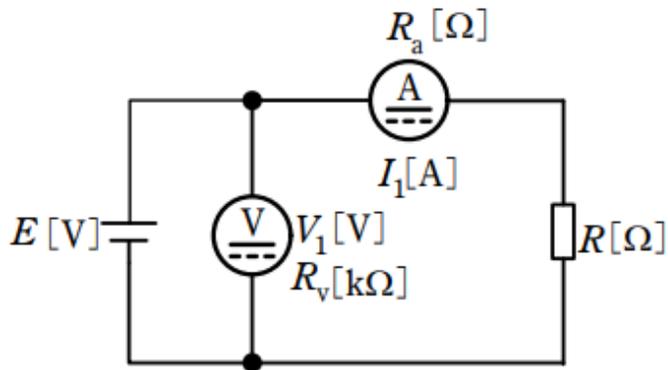
- (1) 241 (2) 303 (3) 362 (4) 486 (5) 632

(b) 電流 I の値 $[\text{A}]$ として、最も近いものを次の(1)～(5)のうちから一つ選べ。

- (1) 0.08 (2) 0.17 (3) 0.25 (4) 0.36 (5) 0.49

R03 問16

問16 図のように、電源 E [V]、負荷抵抗 R [Ω]、内部抵抗 R_v [k Ω] の電圧計及び内部抵抗 R_a [Ω] の電流計を接続した回路がある。この回路において、電圧計及び電流計の指示値がそれぞれ V_1 [V]、 I_1 [A] であるとき、次の(a)及び(b)の間に答えよ。ただし、電圧計と電流計の指示値の積を負荷抵抗 R [Ω] の消費電力の測定値とする。



(a) 電流計の電力損失の値 [W] を表す式として、正しいものを次の(1)～(5)のうちから一つ選べ。

(1) $\frac{V_1^2}{R_a}$

(2) $\frac{V_1^2}{R_a} - I_1^2 R_a$

(3) $\frac{V_1^2}{R_v} + I_1^2 R_a$

(4) $I_1^2 R_a$

(5) $I_1^2 R_a - I_1^2 R_v$

(b) 今、負荷抵抗 $R = 320 \Omega$ 、電流計の内部抵抗 $R_a = 4 \Omega$ が分かっている。

この回路で得られた負荷抵抗 R [Ω] の消費電力の測定値 $V_1 I_1$ [W] に対して、 R [Ω] の消費電力を真値とするとき、誤差率の値 [%] として最も近いものを次の(1)～(5)のうちから一つ選べ。

(1) 0.3

(2) 0.8

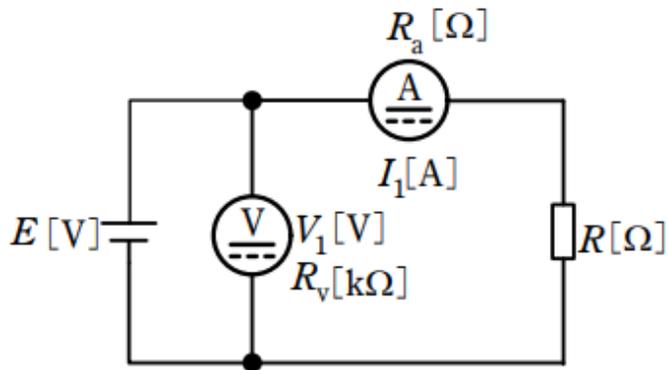
(3) 0.9

(4) 1.0

(5) 1.2

導出のポイント

問 16 図のように、電源 E [V]、負荷抵抗 R [Ω]、内部抵抗 R_v [k Ω] の電圧計及び内部抵抗 R_a [Ω] の電流計を接続した回路がある。この回路において、電圧計及び電流計の指示値がそれぞれ V_1 [V]、 I_1 [A] であるとき、次の (a) 及び (b) の間に答えよ。ただし、電圧計と電流計の指示値の積を負荷抵抗 R [Ω] の消費電力の測定値とする。



(a) 電流計の電力損失の値 [W] を表す式として、正しいものを次の (1) ~ (5) のうちから一つ選べ。

$$P_a = R_a I_1^2$$

(b) 今、負荷抵抗 $R = 320 \Omega$ 、電流計の内部抵抗 $R_a = 4 \Omega$ が分かっている。

この回路で得られた負荷抵抗 R [Ω] の消費電力の測定値 $V_1 I_1$ [W] に対して、 R [Ω] の消費電力を真値とすると、誤差率の値 [%] として最も近いものを次の (1) ~ (5) のうちから一つ選べ。

$$P' = V_1 I_1 = (R_a + R) I_1 \times I_1 = \underbrace{R_a I_1^2}_{\text{誤差}} + \underbrace{R I_1^2}_{\text{真値}}$$

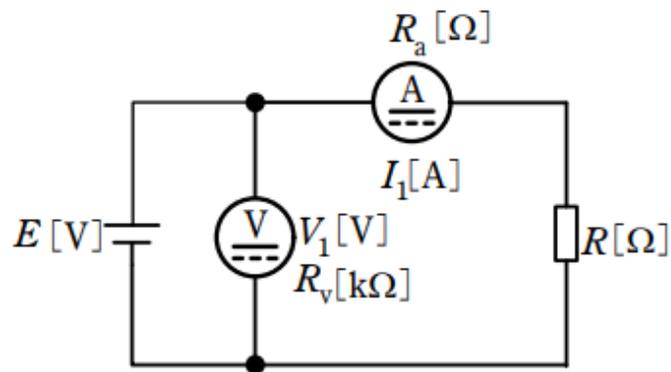
$$\text{誤差} = (\text{測定値}) - (\text{真値})$$

$$\text{誤差率} = \frac{(\text{測定値}) - (\text{真値})}{(\text{真値})}$$

$$\begin{aligned} \text{誤差率} &= \frac{P' - R I_1^2}{R I_1^2} = \frac{R_a I_1^2 + R I_1^2 - R I_1^2}{R I_1^2} = \frac{R_a I_1^2}{R I_1^2} = \frac{R_a}{R} \\ &= \frac{4}{320} = \frac{1}{80} = 0.0125 \rightarrow 1.25 \% \end{aligned}$$

R03 問16

問16 図のように、電源 E [V]、負荷抵抗 R [Ω]、内部抵抗 R_v [k Ω] の電圧計及び内部抵抗 R_a [Ω] の電流計を接続した回路がある。この回路において、電圧計及び電流計の指示値がそれぞれ V_1 [V]、 I_1 [A] であるとき、次の(a)及び(b)の間に答えよ。ただし、電圧計と電流計の指示値の積を負荷抵抗 R [Ω] の消費電力の測定値とする。



(a) 電流計の電力損失の値 [W] を表す式として、正しいものを次の(1)～(5)のうちから一つ選べ。

(1) $\frac{V_1^2}{R_a}$

(2) $\frac{V_1^2}{R_a} - I_1^2 R_a$

(3) $\frac{V_1^2}{R_v} + I_1^2 R_a$

(4) $I_1^2 R_a$

(5) $I_1^2 R_a - I_1^2 R_v$

(b) 今、負荷抵抗 $R = 320 \Omega$ 、電流計の内部抵抗 $R_a = 4 \Omega$ が分かっている。

この回路で得られた負荷抵抗 R [Ω] の消費電力の測定値 $V_1 I_1$ [W] に対して、 R [Ω] の消費電力を真値とするとき、誤差率の値 [%] として最も近いものを次の(1)～(5)のうちから一つ選べ。

(1) 0.3

(2) 0.8

(3) 0.9

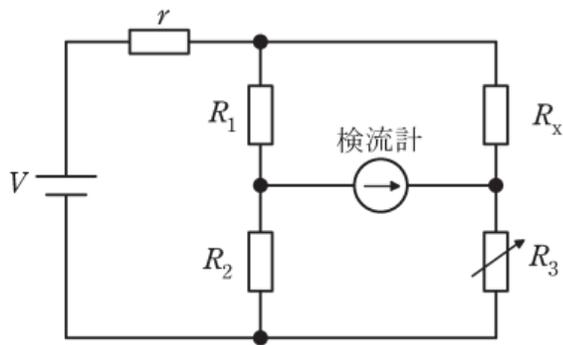
(4) 1.0

(5) 1.2

R03 問14

問14 図のブリッジ回路を用いて、未知の抵抗の値 R_x [Ω] を推定したい。可変抵抗 R_3 を調整して、検流計に電流が流れない状態を探し、平衡条件を満足する R_x [Ω] の値を求める。求めた値が真値と異なる原因が、 R_k ($k=1, 2, 3$) の真値からの誤差 ΔR_k のみである場合を考え、それらの誤差率 $\varepsilon_k = \frac{\Delta R_k}{R_k}$ が次の値であったとき、 R_x の誤差率として、最も近いものを次の(1)～(5)のうちから一つ選べ。

$$\varepsilon_1 = 0.01, \quad \varepsilon_2 = -0.01, \quad \varepsilon_3 = 0.02$$



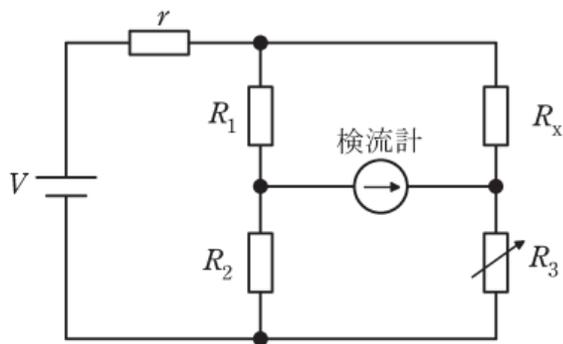
- (1) 0.0001 (2) 0.01 (3) 0.02 (4) 0.03 (5) 0.04

導出のポイント

問 14 図のブリッジ回路を用いて、未知の抵抗の値 R_x [Ω] を推定したい。可変抵抗 R_3 を調整して、検流計に電流が流れない状態を探し、平衡条件を満足する R_x [Ω] の値を求める。求めた値が真値と異なる原因が、 R_k ($k=1, 2, 3$) の真値からの誤差 ΔR_k のみである場合を考え、それらの誤差率 $\varepsilon_k = \frac{\Delta R_k}{R_k}$ が次の値であったとき、 R_x

の誤差率として、最も近いものを次の(1)～(5)のうちから一つ選べ。

$$\varepsilon_1 = 0.01, \quad \varepsilon_2 = -0.01, \quad \varepsilon_3 = 0.02$$



- (1) 0.0001 (2) 0.01 (3) 0.02 (4) 0.03 (5) 0.04

$$\text{誤差} = (\text{測定値}) - (\text{真値})$$

$$\text{誤差率} = \frac{(\text{測定値}) - (\text{真値})}{(\text{真値})}$$

$$\varepsilon_k = \frac{\Delta R_k}{R_k} \rightarrow \varepsilon_k = \frac{R'_k - R_k}{R_k} \rightarrow R'_k = (1 + \varepsilon_k)R_k$$

R'_k : 抵抗の測定値 R_k : 抵抗の真値

ブリッジの平衡条件より

$$R'_1 R'_3 = R'_2 R'_x$$

$$R'_x = \frac{R'_1 R'_3}{R'_2} = \frac{(1 + \varepsilon_1)R_1(1 + \varepsilon_3)R_3}{(1 + \varepsilon_2)R_2} = \frac{(1 + \varepsilon_1)(1 + \varepsilon_3)}{(1 + \varepsilon_2)} \times \frac{R_1 R_3}{R_2}$$

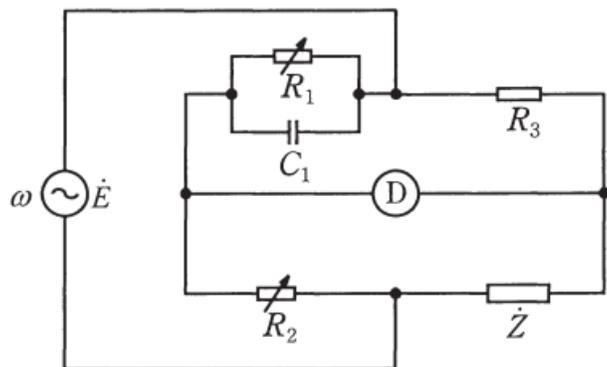
$$= \frac{(1 + 0.01)(1 + 0.02)}{(1 - 0.01)} \times \frac{R_1 R_3}{R_2} = \frac{1.01 \times 1.02}{0.99} \times \frac{R_1 R_3}{R_2}$$

$$= 1.041 \times \frac{R_1 R_3}{R_2} = (1 + 0.041) \times R_x$$

$\frac{R_1 R_3}{R_2} = R_x$ $0.041 = \varepsilon_x$

H29 問15

問15 図は未知のインピーダンス \dot{Z} [Ω] を測定するための交流ブリッジである。電源の電圧を \dot{E} [V]、角周波数を ω [rad/s] とする。ただし ω 、静電容量 C_1 [F]、抵抗 R_1 [Ω]、 R_2 [Ω]、 R_3 [Ω] は零でないとする。次の(a)及び(b)の問に答えよ。



(a) 交流検出器 D による検出電圧が零となる平衡条件を \dot{Z} 、 R_1 、 R_2 、 R_3 、 ω 及び C_1 を用いて表すと、

() $\dot{Z} = R_2 R_3$

となる。

上式の空白に入る式として適切なものを次の(1)～(5)のうちから一つ選べ。

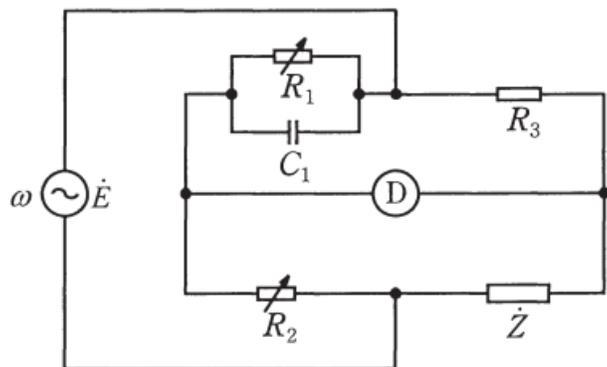
- (1) $R_1 + \frac{1}{j\omega C_1}$ (2) $R_1 - \frac{1}{j\omega C_1}$ (3) $\frac{R_1}{1 + j\omega C_1 R_1}$
 (4) $\frac{R_1}{1 - j\omega C_1 R_1}$ (5) $\sqrt{\frac{R_1}{j\omega C_1}}$

(b) $\dot{Z} = R + jX$ としたとき、この交流ブリッジで測定できる R [Ω] と X [Ω] の満たす条件として、正しいものを次の(1)～(5)のうちから一つ選べ。

- (1) $R \geq 0, X \leq 0$ (2) $R > 0, X < 0$ (3) $R = 0, X > 0$
 (4) $R > 0, X > 0$ (5) $R = 0, X \leq 0$

導出のポイント

問 15 図は未知のインピーダンス \dot{Z} [Ω] を測定するための交流ブリッジである。電源の電圧を \dot{E} [V]、角周波数を ω [rad/s] とする。ただし ω 、静電容量 C_1 [F]、抵抗 R_1 [Ω]、 R_2 [Ω]、 R_3 [Ω] は零でないとする。次の(a)及び(b)の間に答えよ。



(a) 交流検出器 D による検出電圧が零となる平衡条件を \dot{Z} 、 R_1 、 R_2 、 R_3 、 ω 及び

C_1 を用いて表すと、

$$\left(\quad \right) \dot{Z} = R_2 R_3 \quad \frac{R_1 \times 1/j\omega C}{R_1 + 1/j\omega C} = \frac{R_1}{1 + j\omega C R_1}$$

となる。

上式の空白に入る式として適切なものを次の(1)～(5)のうちから一つ選べ。

(b) $\dot{Z} = R + jX$ としたとき、この交流ブリッジで測定できる R [Ω] と X [Ω] の満たす条件として、正しいものを次の(1)～(5)のうちから一つ選べ。

- (1) $R \geq 0, X \leq 0$ (2) $R > 0, X < 0$ (3) $R = 0, X > 0$
 (4) $R > 0, X > 0$ (5) $R = 0, X \leq 0$

ブリッジの平衡条件より

$$\dot{Z} \frac{R_1}{1 + j\omega C R_1} = R_2 R_3$$

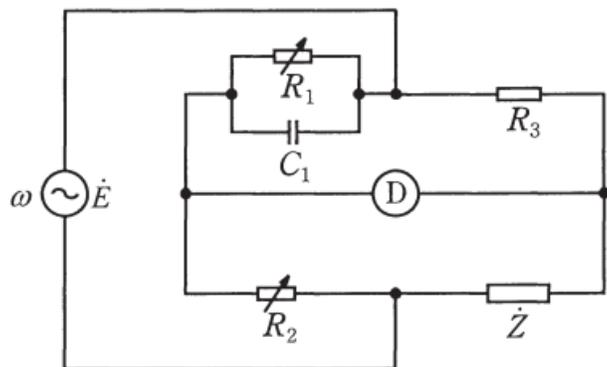
$$\dot{Z} = R_2 R_3 \times \frac{1 + j\omega C R_1}{R_1} = \frac{R_2 R_3}{R_1} + j\omega C R_2 R_3 = R + jX$$

$$R = \frac{R_2 R_3}{R_1} > 0$$

$$X = \omega C R_2 R_3 > 0$$

H29 問15

問15 図は未知のインピーダンス \dot{Z} [Ω] を測定するための交流ブリッジである。電源の電圧を \dot{E} [V]、角周波数を ω [rad/s] とする。ただし ω 、静電容量 C_1 [F]、抵抗 R_1 [Ω]、 R_2 [Ω]、 R_3 [Ω] は零でないとする。次の(a)及び(b)の問に答えよ。



(a) 交流検出器 D による検出電圧が零となる平衡条件を \dot{Z} 、 R_1 、 R_2 、 R_3 、 ω 及び C_1 を用いて表すと、

() $\dot{Z} = R_2 R_3$

となる。

上式の空白に入る式として適切なものを次の(1)～(5)のうちから一つ選べ。

- (1) $R_1 + \frac{1}{j\omega C_1}$ (2) $R_1 - \frac{1}{j\omega C_1}$ (3) $\frac{R_1}{1 + j\omega C_1 R_1}$
 (4) $\frac{R_1}{1 - j\omega C_1 R_1}$ (5) $\sqrt{\frac{R_1}{j\omega C_1}}$

(b) $\dot{Z} = R + jX$ としたとき、この交流ブリッジで測定できる R [Ω] と X [Ω] の満たす条件として、正しいものを次の(1)～(5)のうちから一つ選べ。

- (1) $R \geq 0, X \leq 0$ (2) $R > 0, X < 0$ (3) $R = 0, X > 0$
 (4) $R > 0, X > 0$ (5) $R = 0, X \leq 0$

H27 問15

問15 図のように、a-b間の長さが15 cm、最大値が $30\ \Omega$ のすべり抵抗器R、電流計、検流計、電池 E_0 [V]、電池 E_x [V]が接続された回路がある。この回路において次のような実験を行った。

実験Ⅰ：図1でスイッチSを開いたとき、電流計は200 mAを示した。

実験Ⅱ：図1でスイッチSを閉じ、すべり抵抗器Rの端子cをbの方向へ移動させて行き、検流計が零を指したとき移動を停止した。このとき、a-c間の距離は4.5 cmであった。

実験Ⅲ：図2に配線を変更したら、電流計の値は50 mAであった。

次の(a)及び(b)の問に答えよ。

ただし、各計測器の内部抵抗及び接触抵抗は無視できるものとし、また、すべり抵抗器Rの長さ[cm]と抵抗値[Ω]とは比例するものとする。

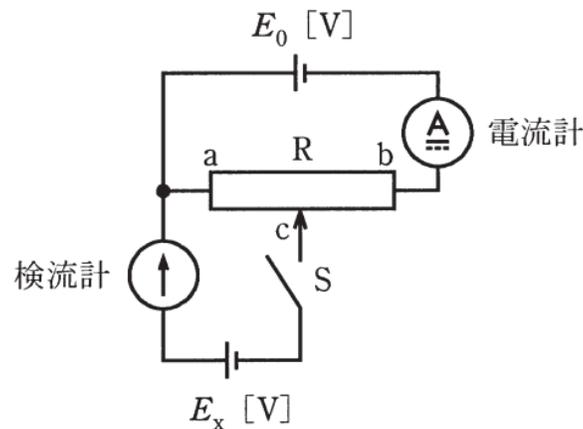


図1

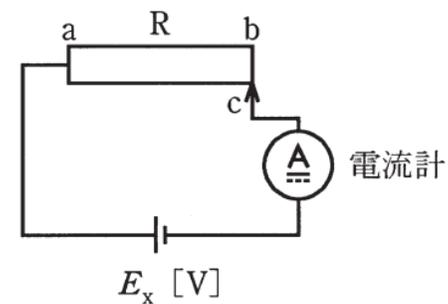


図2

(a) 電池 E_x の起電力の値[V]として、最も近いものを次の(1)～(5)のうちから一つ選べ。

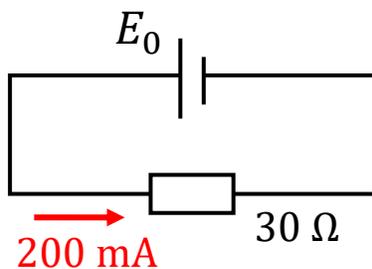
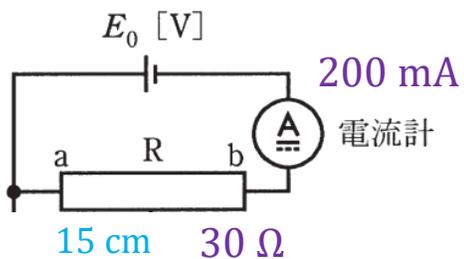
- (1) 1.0 (2) 1.2 (3) 1.5 (4) 1.8 (5) 2.0

(b) 電池 E_x の内部抵抗の値[Ω]として、最も近いものを次の(1)～(5)のうちから一つ選べ。

- (1) 0.5 (2) 2.0 (3) 3.5 (4) 4.2 (5) 6.0

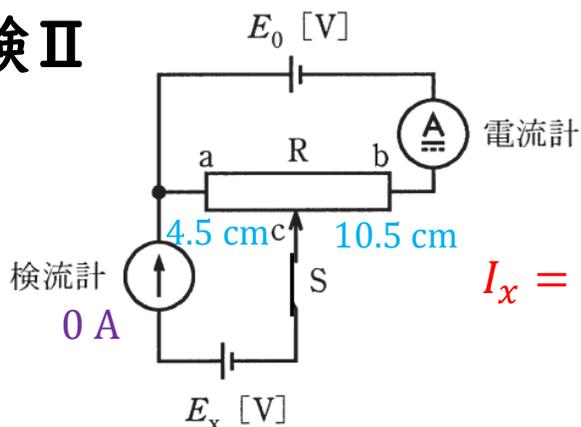
導出のポイント

実験 I



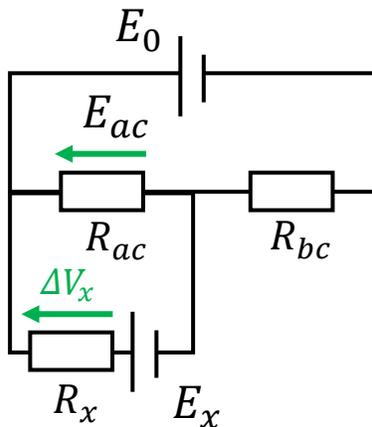
$$E_0 = 30 \times 0.2 = 6 \text{ V}$$

実験 II



$I_x = 0 \text{ A}$

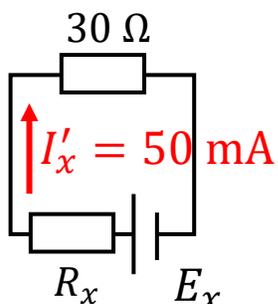
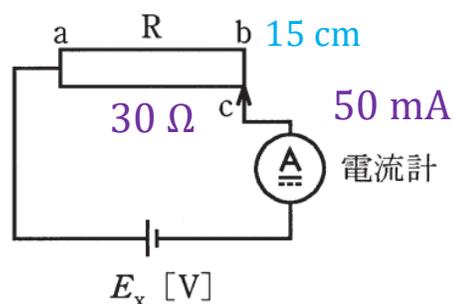
内部抵抗含む



$$E_{ac} = \frac{R_{ac}}{R_{ac} + R_{bc}} E_0 = \frac{4.5}{15} \times 6 = 1.8 \text{ V}$$

$$E_x = \Delta V_x + E_{ac} = R_x \underbrace{I_x}_{0 \text{ A}} + E_{ac} = E_{ac} = 1.8 \text{ V}$$

実験 III



$$E_x = (R_x + 30) I'_x$$

$$R_x + 30 = \frac{E_x}{I'_x} = \frac{1.8}{0.05} = 36$$

$$R_x = 36 - 30 = 6 \text{ Ω}$$

内部抵抗含む

H27 問15

問15 図のように、a-b間の長さが15 cm、最大値が $30\ \Omega$ のすべり抵抗器R、電流計、検流計、電池 E_0 [V]、電池 E_x [V]が接続された回路がある。この回路において次のような実験を行った。

実験Ⅰ：図1でスイッチSを開いたとき、電流計は200 mAを示した。

実験Ⅱ：図1でスイッチSを閉じ、すべり抵抗器Rの端子cをbの方向へ移動させて行き、検流計が零を指したとき移動を停止した。このとき、a-c間の距離は4.5 cmであった。

実験Ⅲ：図2に配線を変更したら、電流計の値は50 mAであった。

次の(a)及び(b)の問に答えよ。

ただし、各計測器の内部抵抗及び接触抵抗は無視できるものとし、また、すべり抵抗器Rの長さ[cm]と抵抗値 $[\Omega]$ とは比例するものとする。

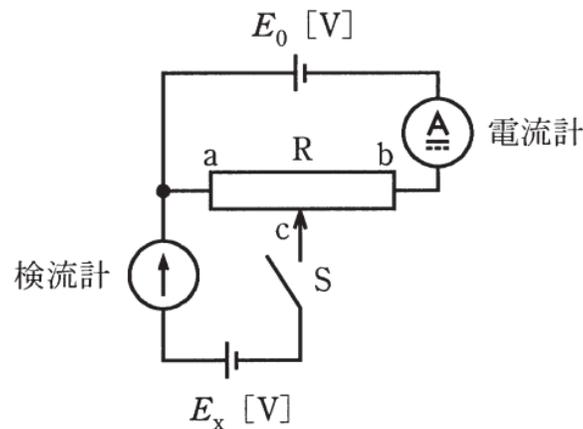


図1

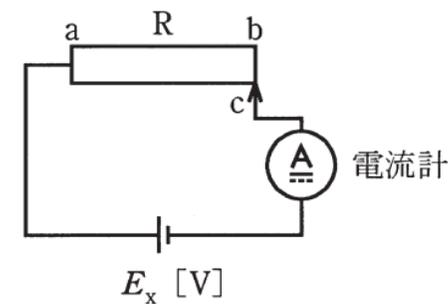


図2

(a) 電池 E_x の起電力の値[V]として、最も近いものを次の(1)～(5)のうちから一つ選べ。

- (1) 1.0 (2) 1.2 (3) 1.5 (4) 1.8 (5) 2.0

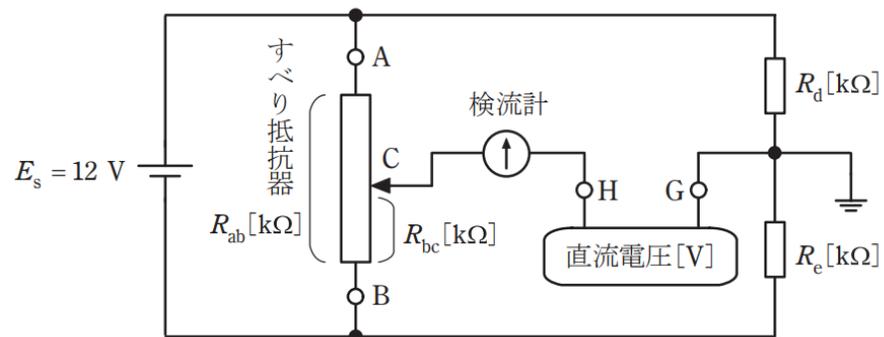
(b) 電池 E_x の内部抵抗の値 $[\Omega]$ として、最も近いものを次の(1)～(5)のうちから一つ選べ。

- (1) 0.5 (2) 2.0 (3) 3.5 (4) 4.2 (5) 6.0

R04 問16

問 16 図は、抵抗 R_{ab} [k Ω] のすべり抵抗器、抵抗 R_d [k Ω]、抵抗 R_e [k Ω] と直流電圧 $E_s = 12$ V の電源を用いて、端子 H、G 間に接続した未知の直流電圧 [V] を測るための回路である。次の (a) 及び (b) の間に答えよ。

ただし、端子 G を電位の基準 (0 V) とする。



(a) 抵抗 $R_d = 5$ k Ω 、抵抗 $R_e = 5$ k Ω として、直流電圧 3 V の電源の正極を端子 H に、負極を端子 G に接続した。すべり抵抗器の接触子 C の位置を調整して検流計の電流を零にしたところ、すべり抵抗器の端子 B と接触子 C 間の抵抗 $R_{bc} = 18$ k Ω となった。すべり抵抗器の抵抗 R_{ab} [k Ω] の値として、最も近いものを次の (1) ~ (5) のうちから一つ選べ。

- (1) 18 (2) 24 (3) 36 (4) 42 (5) 50

(b) 次に、直流電圧 3 V の電源を取り外し、未知の直流電圧 E_x [V] の電源を端子 H、G 間に接続した。ただし、端子 G から見た端子 H の電圧を E_x [V] とする。

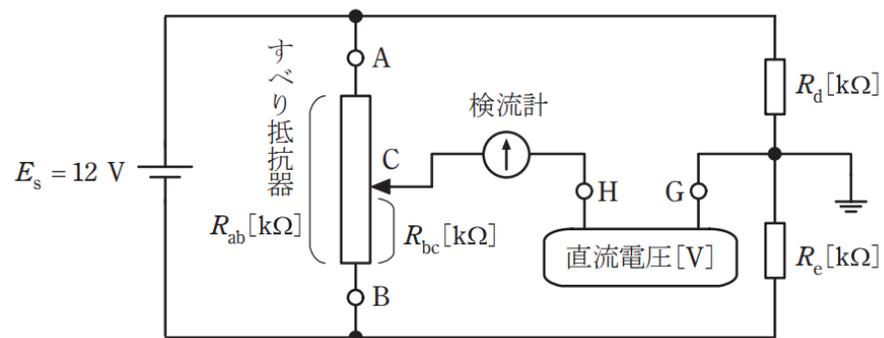
抵抗 $R_d = 2$ k Ω 、抵抗 $R_e = 22$ k Ω としてすべり抵抗器の接触子 C の位置を調整し、すべり抵抗器の端子 B と接触子 C 間の抵抗 $R_{bc} = 12$ k Ω としたときに、検流計の電流が零となった。このときの E_x [V] の値として、最も近いものを次の (1) ~ (5) のうちから一つ選べ。

- (1) -5 (2) -3 (3) 0 (4) 3 (5) 5

導出のポイント

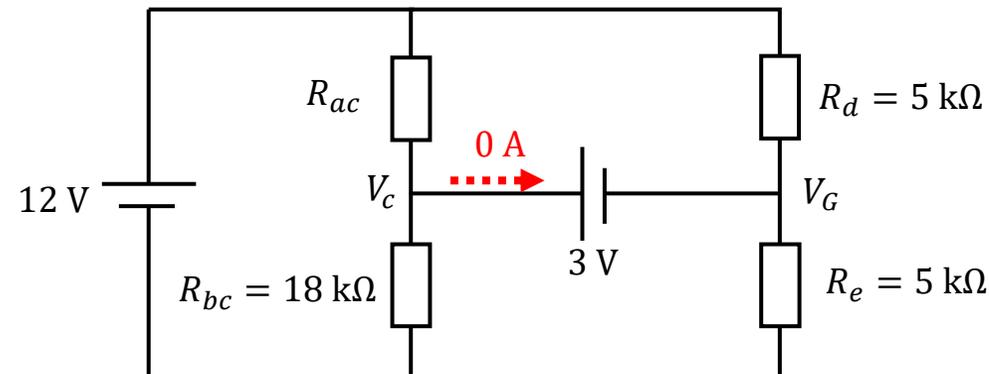
問 16 図は、抵抗 R_{ab} [kΩ] のすべり抵抗器、抵抗 R_d [kΩ]、抵抗 R_e [kΩ] と直流電圧 $E_s = 12$ V の電源を用いて、端子 H、G 間に接続した未知の直流電圧 [V] を測るための回路である。次の (a) 及び (b) の間に答えよ。

ただし、端子 G を電位の基準 (0 V) とする。



(a) 抵抗 $R_d = 5$ kΩ、抵抗 $R_e = 5$ kΩ として、直流電圧 3 V の電源の正極を端子 H に、負極を端子 G に接続した。すべり抵抗器の接触子 C の位置を調整して検流計の電流を零にしたところ、すべり抵抗器の端子 B と接触子 C 間の抵抗 $R_{bc} = 18$ kΩ となった。すべり抵抗器の抵抗 R_{ab} [kΩ] の値として、最も近いものを次の (1) ~ (5) のうちから一つ選べ。

- (1) 18 (2) 24 (3) 36 (4) 42 (5) 50



$$V_G = \frac{R_e}{R_d + R_e} \times 12 = \frac{5}{5 + 5} \times 12 = 6 \text{ V}$$

直流電源の電圧と C 点と G 点の間の電位差が一致すると、電源に流れる電流は零になるので、

$$3 \text{ V} = V_C - V_G \rightarrow V_C = 3 + V_G = 9 \text{ V}$$

$$V_C = 9 = \frac{R_{bc}}{R_{ac} + R_{bc}} \times 12 \rightarrow 9(R_{ac} + R_{bc}) = 12R_{bc}$$

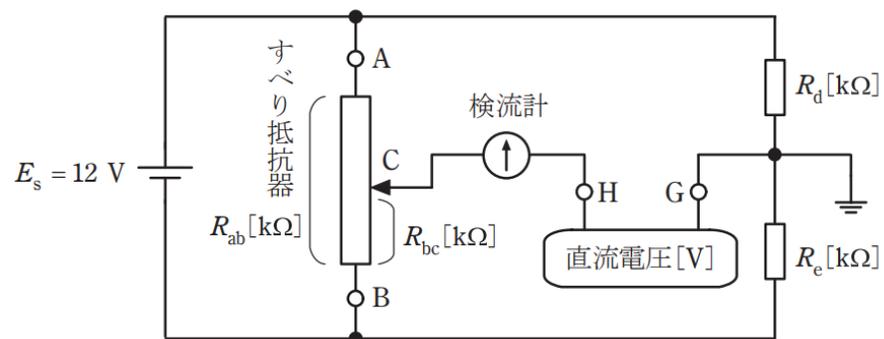
$$9R_{ac} = 12R_{bc} - 9R_{bc} = 3R_{bc} \rightarrow R_{ac} = \frac{1}{3}R_{bc} = \frac{1}{3} \times 18$$

$$R_{ac} = 6 \text{ kΩ} \rightarrow R_{ab} = R_{ac} + R_{bc} = 6 + 18 = 24 \text{ kΩ}$$

導出のポイント

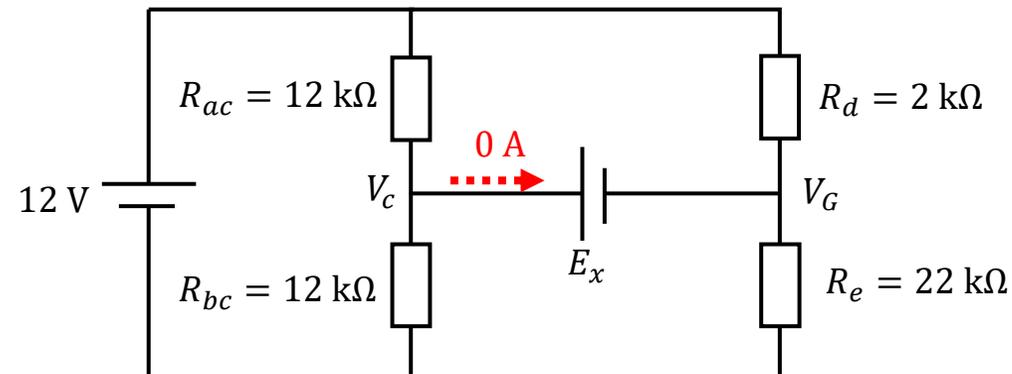
問 16 図は、抵抗 R_{ab} [k Ω] のすべり抵抗器、抵抗 R_d [k Ω]、抵抗 R_e [k Ω] と直流電圧 $E_s = 12$ V の電源を用いて、端子 H、G 間に接続した未知の直流電圧 [V] を測るための回路である。次の (a) 及び (b) の間に答えよ。

ただし、端子 G を電位の基準 (0 V) とする。



(b) 次に、直流電圧 3 V の電源を取り外し、未知の直流電圧 E_x [V] の電源を端子 H、G 間に接続した。ただし、端子 G から見た端子 H の電圧を E_x [V] とする。

抵抗 $R_d = 2$ k Ω 、抵抗 $R_e = 22$ k Ω としてすべり抵抗器の接触子 C の位置を調整し、すべり抵抗器の端子 B と接触子 C 間の抵抗 $R_{bc} = 12$ k Ω としたときに、検流計の電流が零となった。このときの E_x [V] の値として、最も近いものを次の (1) ~ (5) のうちから一つ選べ。



$$V_G = \frac{R_e}{R_d + R_e} \times 12 = \frac{22}{2 + 22} \times 12 = 11 \text{ V}$$

$$V_C = \frac{R_{bc}}{R_{ac} + R_{bc}} \times 12 = \frac{12}{12 + 12} \times 12 = 6 \text{ V}$$

直流電源の電圧と C 点と G 点の間の電位差が一致すると、電源に流れる電流は零になるので、

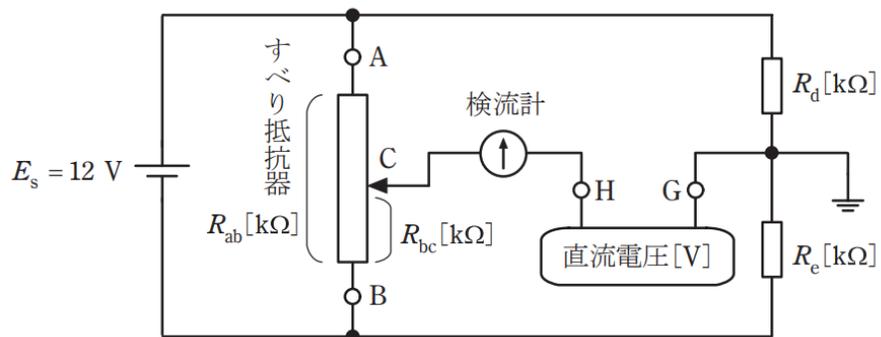
$$E_x = V_C - V_G = 6 - 11 = -5 \text{ V}$$

- (1) 5 (2) -3 (3) 0 (4) 3 (5) 5

R04 問16

問 16 図は、抵抗 R_{ab} [k Ω] のすべり抵抗器、抵抗 R_d [k Ω]、抵抗 R_e [k Ω] と直流電圧 $E_s = 12$ V の電源を用いて、端子 H、G 間に接続した未知の直流電圧 [V] を測るための回路である。次の (a) 及び (b) の間に答えよ。

ただし、端子 G を電位の基準 (0 V) とする。



(a) 抵抗 $R_d = 5$ k Ω 、抵抗 $R_e = 5$ k Ω として、直流電圧 3 V の電源の正極を端子 H に、負極を端子 G に接続した。すべり抵抗器の接触子 C の位置を調整して検流計の電流を零にしたところ、すべり抵抗器の端子 B と接触子 C 間の抵抗 $R_{bc} = 18$ k Ω となった。すべり抵抗器の抵抗 R_{ab} [k Ω] の値として、最も近いものを次の (1) ~ (5) のうちから一つ選べ。

- (1) 18 (2) 14 (3) 36 (4) 42 (5) 50

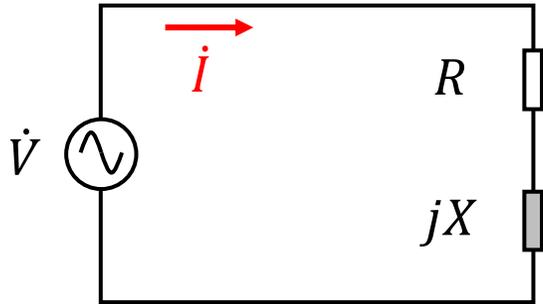
(b) 次に、直流電圧 3 V の電源を取り外し、未知の直流電圧 E_x [V] の電源を端子 H、G 間に接続した。ただし、端子 G から見た端子 H の電圧を E_x [V] とする。

抵抗 $R_d = 2$ k Ω 、抵抗 $R_e = 22$ k Ω としてすべり抵抗器の接触子 C の位置を調整し、すべり抵抗器の端子 B と接触子 C 間の抵抗 $R_{bc} = 12$ k Ω としたときに、検流計の電流が零となった。このときの E_x [V] の値として、最も近いものを次の (1) ~ (5) のうちから一つ選べ。

- (1) 5 (2) -3 (3) 0 (4) 3 (5) 5

電力計測

電力と力率



皮相電力：電源から送り出される電力

$$S = VI = \sqrt{P^2 + Q^2} \quad \text{単位：VA}$$

有効電力：負荷（抵抗）で消費される電力

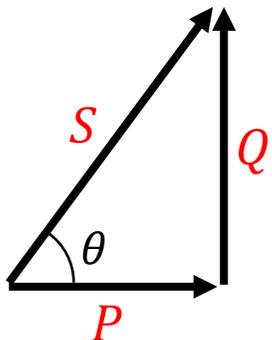
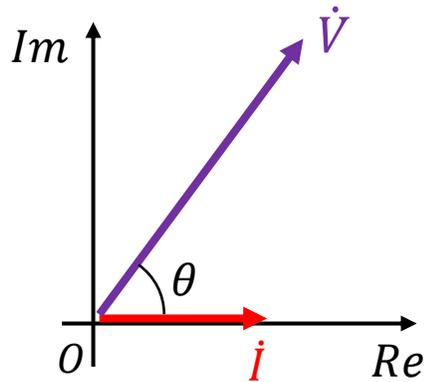
$$P = VI \cos \theta = \sqrt{S^2 - Q^2} = RI_R^2 = \frac{V_R^2}{R} \quad \text{単位：W}$$

無効電力：負荷（コイル、コンデンサ）で一時的に蓄えられる電力

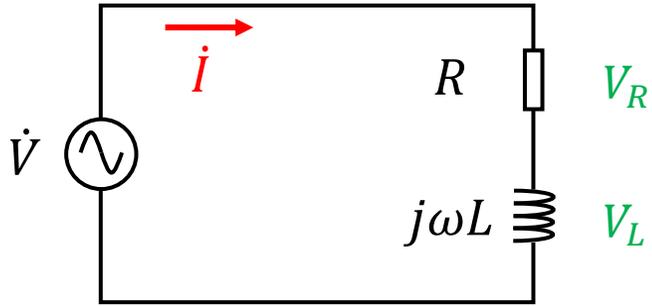
$$Q = VI \sin \theta = \sqrt{S^2 - P^2} = XI_X^2 = \frac{V_X^2}{X} \quad \text{単位：var}$$

力率：皮相電力に対する有効電力の割合

$$\cos \theta = \frac{P}{S}$$



直列回路と力率



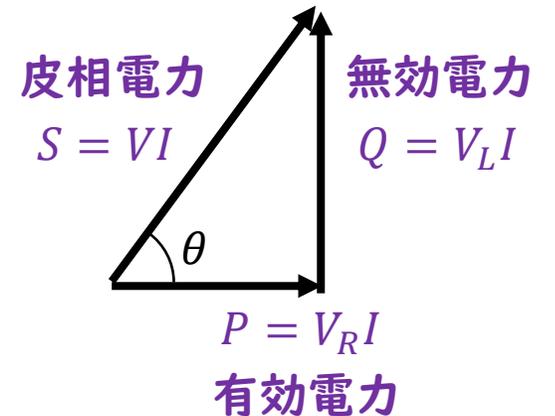
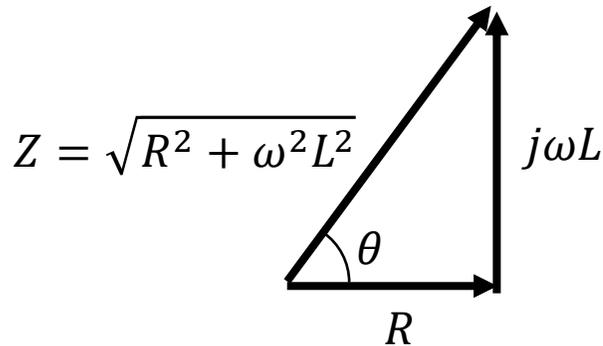
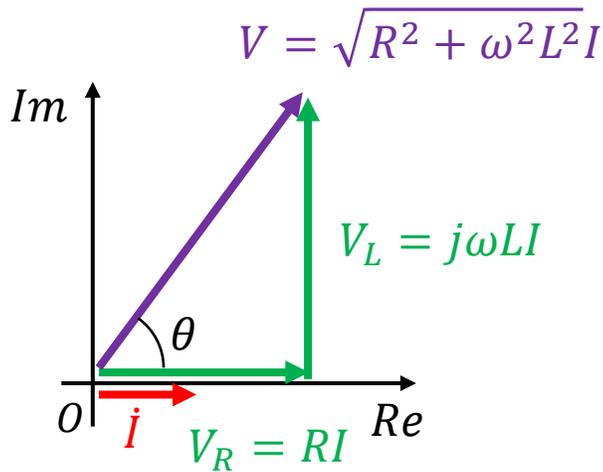
力率とは皮相電力に対する有効電力の割合
→電圧と電流の間の位相差

$$\cos \theta = \frac{P}{S} = \frac{V_R}{V} = \frac{R}{\sqrt{R^2 + \omega^2 L^2}}$$

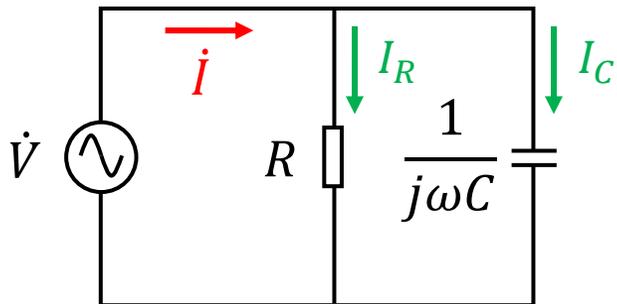
$$S = VI = \sqrt{P^2 + Q^2}$$

$$P = VI \cos \theta = IR^2 = \sqrt{S^2 - Q^2}$$

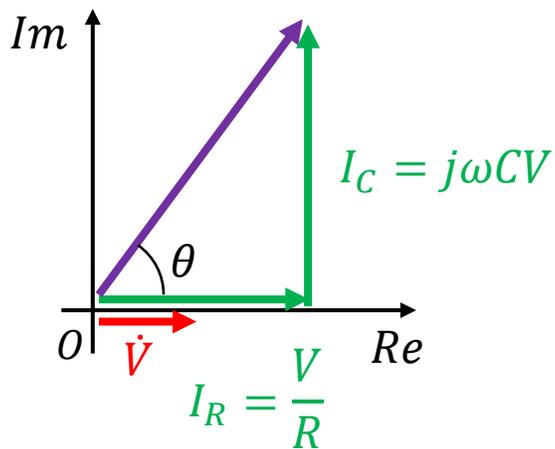
$$Q = VI \sin \theta = \sqrt{S^2 - P^2}$$



並列回路と力率



$$I = \sqrt{1/R^2 + \omega^2 C^2} V$$



力率とは皮相電力に対する有効電力の割合
→電圧と電流の間の位相差

$$\cos \theta = \frac{P}{S} = \frac{I_R}{I} = \frac{1/R}{\sqrt{1/R^2 + \omega^2 C^2}}$$

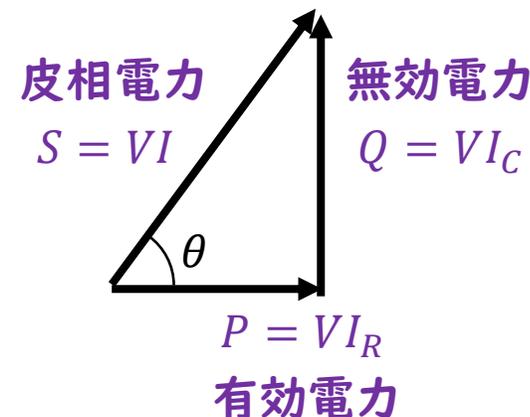
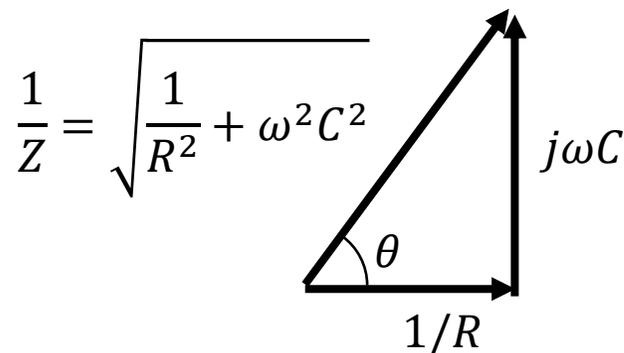
$$S = VI = \sqrt{P^2 + Q^2}$$

$$P = VI \cos \theta = \frac{V^2}{R} = \sqrt{S^2 - Q^2}$$

$$Q = VI \sin \theta = \sqrt{S^2 - P^2}$$

÷ V

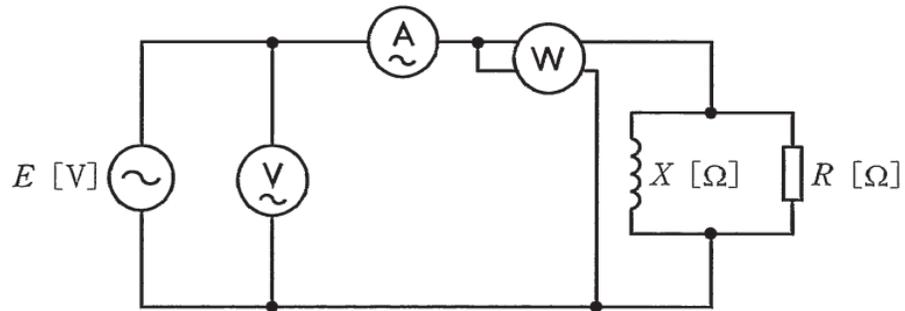
× V



H26 問15

問15 図のように、正弦波交流電圧 E [V] の電源が誘導性リアクタンス X [Ω] のコイルと抵抗 R [Ω] との並列回路に電力を供給している。この回路において、電流計の指示値は 12.5 A、電圧計の指示値は 300 V、電力計の指示値は 2250 W であった。

ただし、電圧計、電流計及び電力計の損失はいずれも無視できるものとする。
次の(a)及び(b)の問に答えよ。



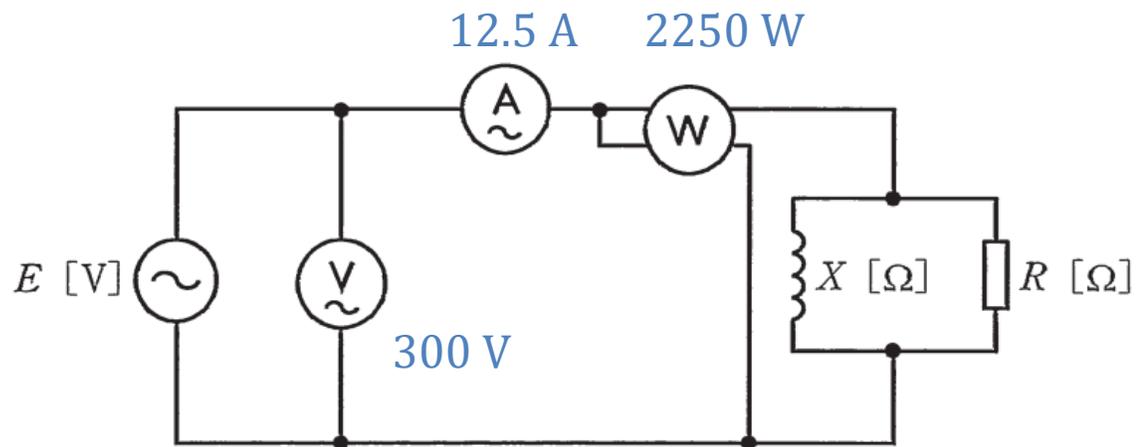
(a) この回路における無効電力 Q [var] として、最も近い Q の値を次の(1)～(5)のうちから一つ選べ。

- (1) 1800 (2) 2250 (3) 2750 (4) 3000 (5) 3750

(b) 誘導性リアクタンス X [Ω] として、最も近い X の値を次の(1)～(5)のうちから一つ選べ。

- (1) 16 (2) 24 (3) 30 (4) 40 (5) 48

導出のポイント



- (a) この回路における無効電力 Q [var] として, 最も近い Q の値を次の (1) ~ (5) のうちから一つ選べ。

$$S = VI = 300 \times 12.5 = 3750 \text{ VA}$$

$$Q = \sqrt{S^2 - P^2} = \sqrt{3750^2 - 2250^2} = 3000 \text{ var}$$

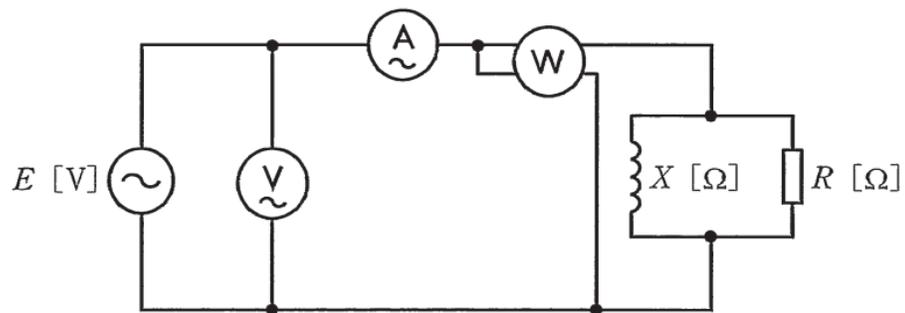
- (b) 誘導性リアクタンス X [Ω] として, 最も近い X の値を次の (1) ~ (5) のうちから一つ選べ。

$$Q = \frac{V^2}{X} \rightarrow X = \frac{V^2}{Q} = \frac{300^2}{3000} = 30 \Omega$$

H26 問15

問15 図のように、正弦波交流電圧 E [V] の電源が誘導性リアクタンス X [Ω] のコイルと抵抗 R [Ω] との並列回路に電力を供給している。この回路において、電流計の指示値は 12.5 A、電圧計の指示値は 300 V、電力計の指示値は 2250 W であった。

ただし、電圧計、電流計及び電力計の損失はいずれも無視できるものとする。
次の(a)及び(b)の間に答えよ。



(a) この回路における無効電力 Q [var] として、最も近い Q の値を次の(1)～(5)のうちから一つ選べ。

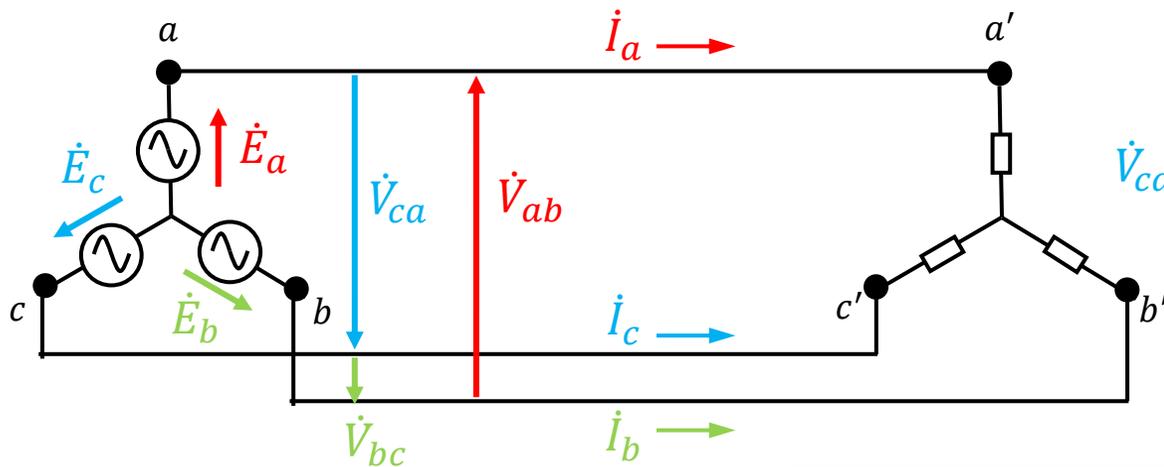
- (1) 1800 (2) 2250 (3) 2750 (4) 3000 (5) 3750

(b) 誘導性リアクタンス X [Ω] として、最も近い X の値を次の(1)～(5)のうちから一つ選べ。

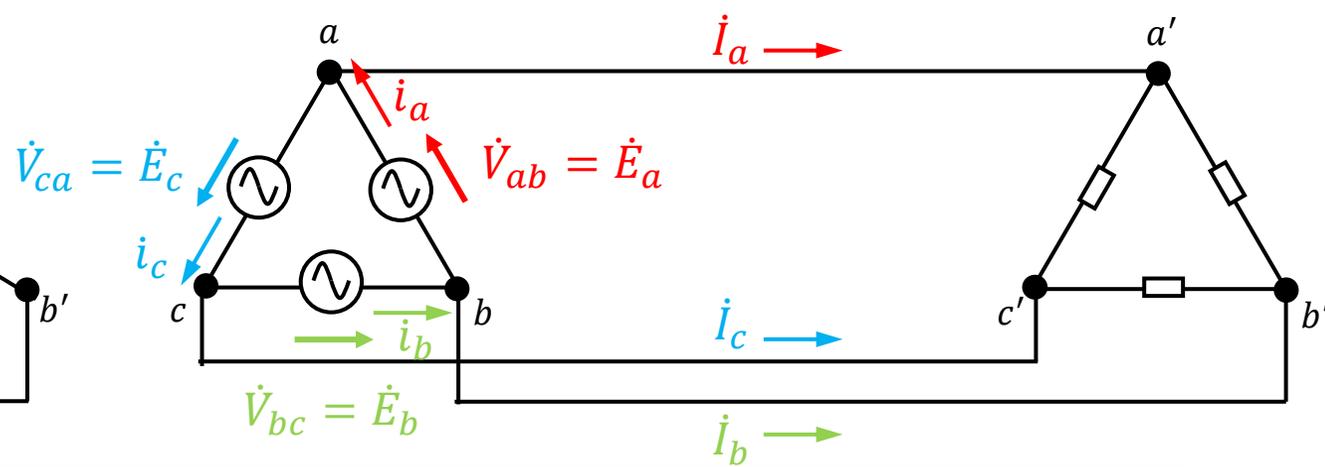
- (1) 16 (2) 24 (3) 30 (4) 40 (5) 48

Y結線とΔ結線

Y結線



Δ結線



$\dot{E}_a, \dot{E}_b, \dot{E}_c$: 相電圧

$\dot{V}_{ab}, \dot{V}_{bc}, \dot{V}_{ca}$: 線間電圧

i_a, i_b, i_c : 相電流

$\dot{I}_a, \dot{I}_b, \dot{I}_c$: 線電流

Y結線

線電流 = 相電流

線間電圧 = $\sqrt{3}$ × 相電圧

線間電圧は相電圧より位相が 30° 進む

Δ結線

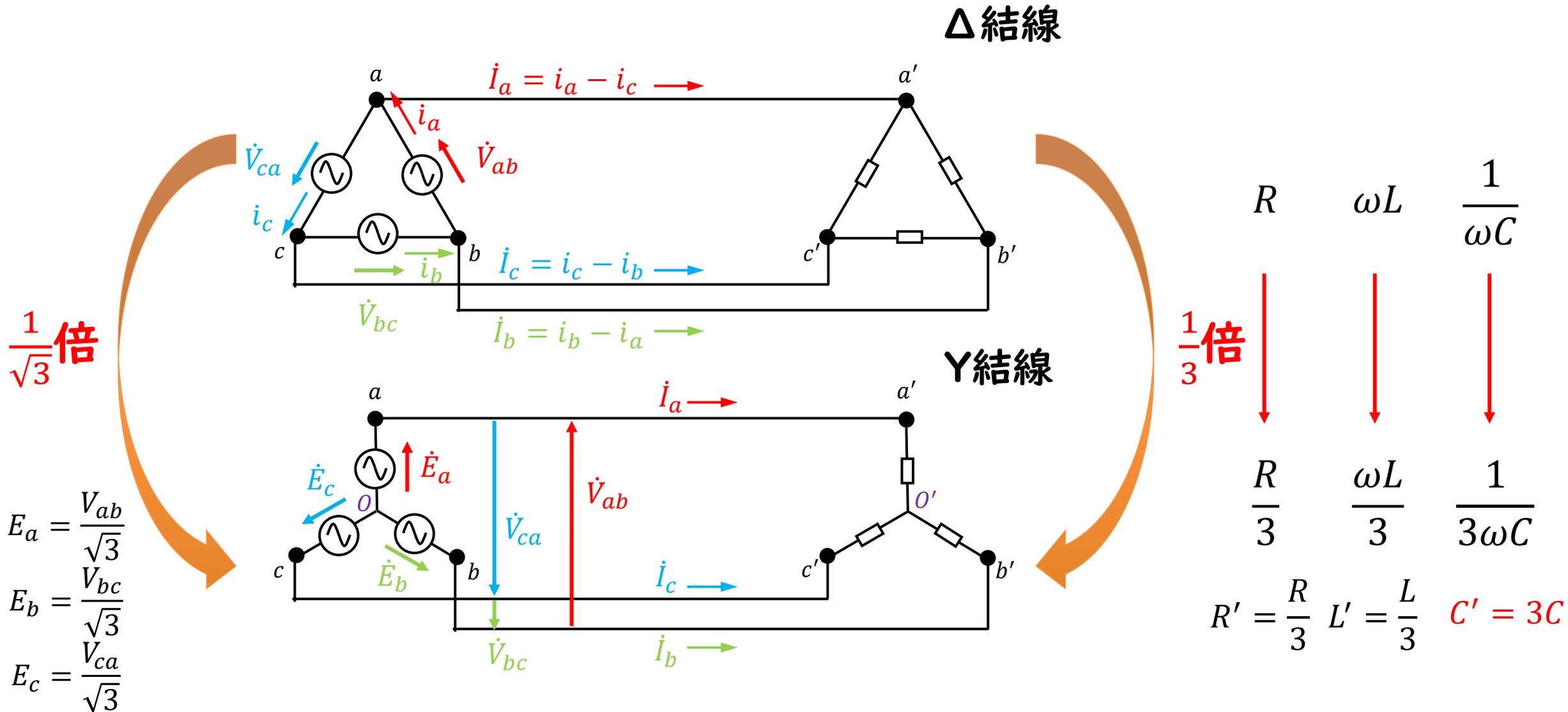
線間電圧 = 相電圧

線電流 = $\sqrt{3}$ × 相電流

線電流は相電流より位相が 30° 遅れる

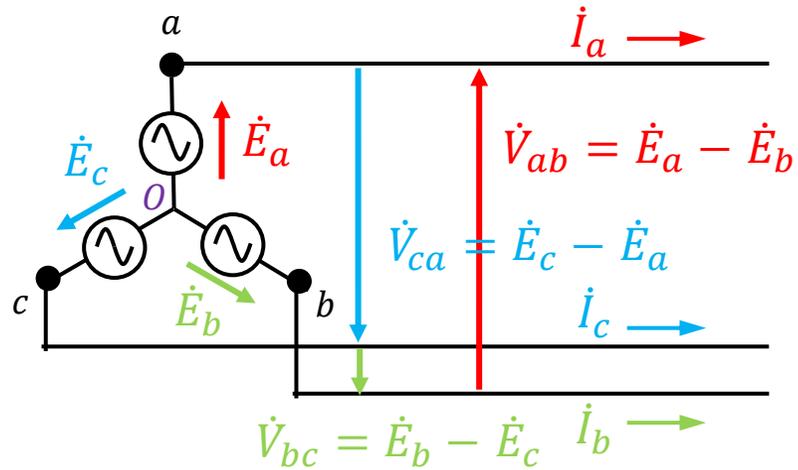
(相電流は線電流より位相が 30° 進む)

Δ-Y変換

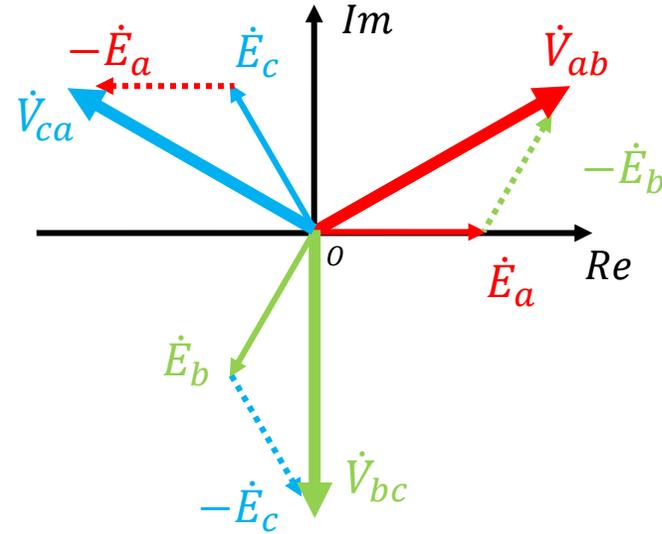


三相交流のベクトル(まとめ)

Y結線

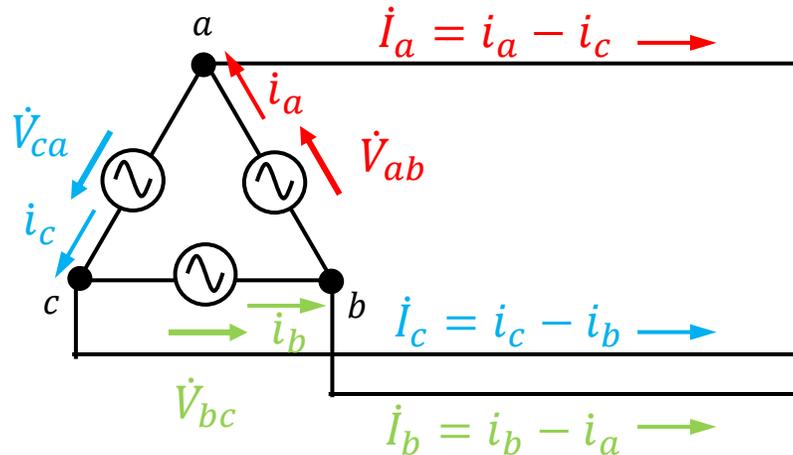


電圧のベクトル

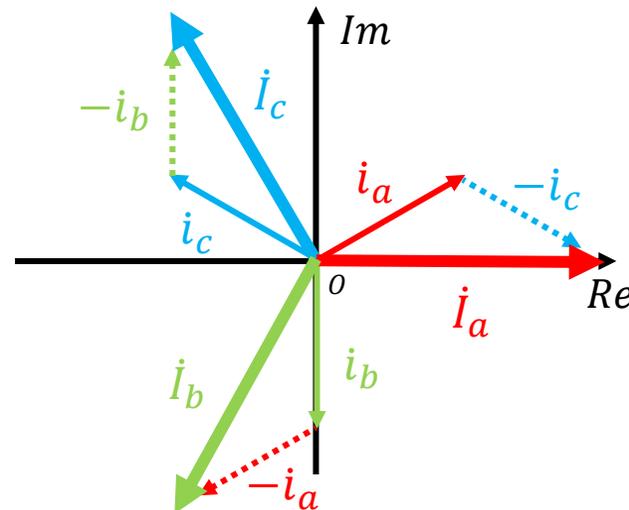


線電流 = 相電流
 線間電圧 = $\sqrt{3}$ × 相電圧
 線間電圧は相電圧より
 位相が 30° 進む

Δ結線



電流のベクトル

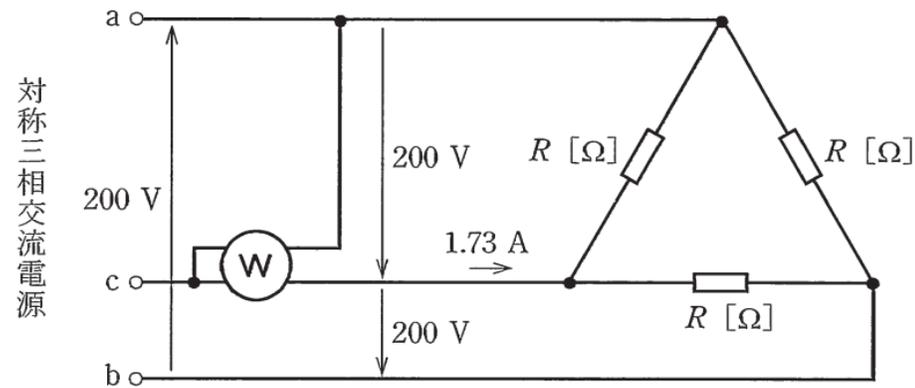


線間電圧 = 相電圧
 線電流 = $\sqrt{3}$ × 相電流
 線電流は相電流より
 位相が 30° 遅れる
 (相電流は線電流より
 位相が 30° 進む)

H26 問14

問14 図のように 200 V の対称三相交流電源に抵抗 $R [\Omega]$ からなる平衡三相負荷を接続したところ、線電流は 1.73 A であった。いま、電力計の電流コイルを c 相に接続し、電圧コイルを c - a 相間に接続したとき、電力計の指示 $P [\text{W}]$ として、最も近い P の値を次の(1)～(5)のうちから一つ選べ。

ただし、対称三相交流電源の相回転は a, b, c の順とし、電力計の電力損失は無視できるものとする。

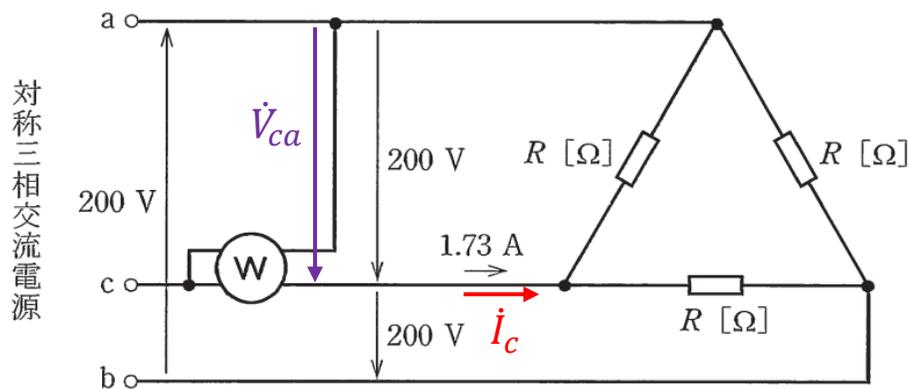


- (1) 200 (2) 300 (3) 346 (4) 400 (5) 600

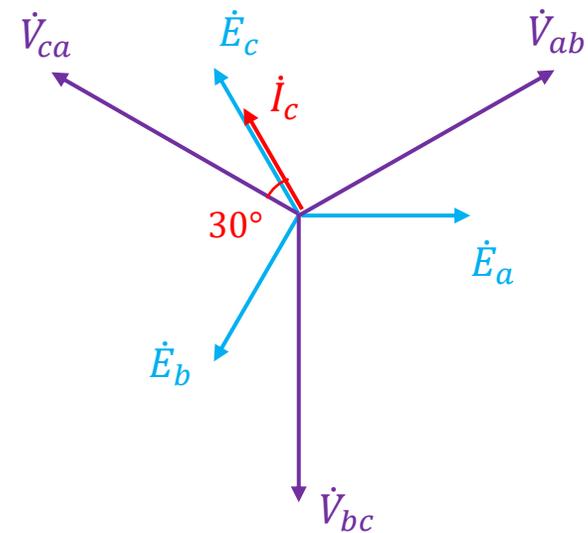
導出のポイント

問14 図のように 200 V の対称三相交流電源に抵抗 R [Ω] からなる平衡三相負荷を接続したところ、線電流は 1.73 A であった。いま、電力計の電流コイルを c 相に接続し、電圧コイルを c-a 相間に接続したとき、電力計の指示 P [W] として、最も近い P の値を次の (1) ~ (5) のうちから一つ選べ。

ただし、対称三相交流電源の相回転は a, b, c の順とし、電力計の電力損失は無視できるものとする。



ベクトル図を描く



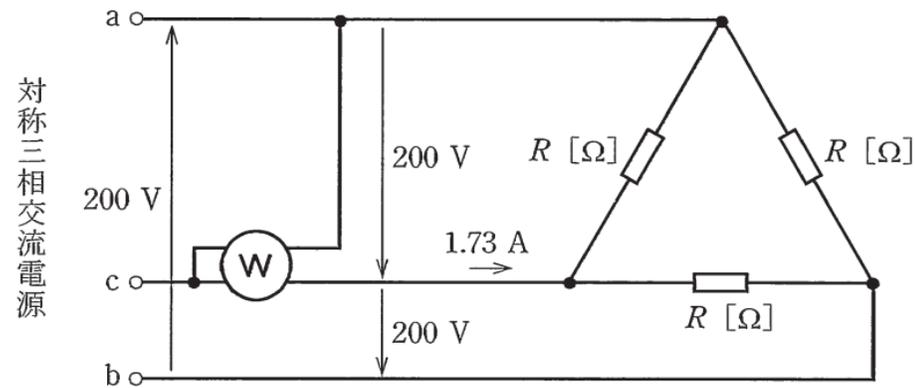
有効電力を求める

$$P = V_{ca} I_c \cos 30^\circ = 200 \times 1.73 \times \frac{\sqrt{3}}{2} = 300 \text{ W}$$

H26 問14

問14 図のように 200 V の対称三相交流電源に抵抗 $R [\Omega]$ からなる平衡三相負荷を接続したところ、線電流は 1.73 A であった。いま、電力計の電流コイルを c 相に接続し、電圧コイルを c - a 相間に接続したとき、電力計の指示 $P [\text{W}]$ として、最も近い P の値を次の (1)～(5) のうちから一つ選べ。

ただし、対称三相交流電源の相回転は a, b, c の順とし、電力計の電力損失は無視できるものとする。

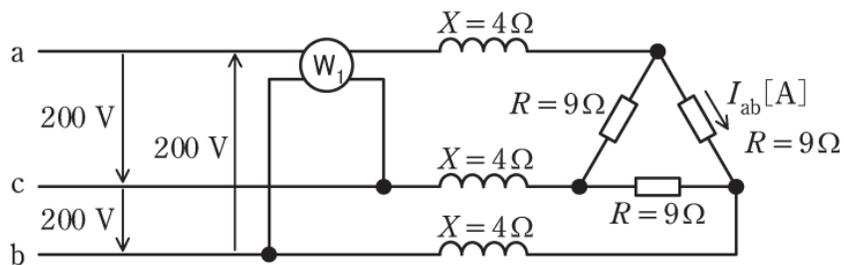


- (1) 200 (2) 300 (3) 346 (4) 400 (5) 600

R02 問15

問 15 図のように、線間電圧(実効値)200 V の対称三相交流電源に、1 台の単相電力計 W_1 、 $X=4\Omega$ の誘導性リアクタンス 3 個、 $R=9\Omega$ の抵抗 3 個を接続した回路がある。単相電力計 W_1 の電流コイルは a 相に接続し、電圧コイルは b-c 相間に接続され、指示は正の値を示していた。この回路について、次の(a)及び(b)の間に答えよ。

ただし、対称三相交流電源の相順は、a, b, c とし、単相電力計 W_1 の損失は無視できるものとする。



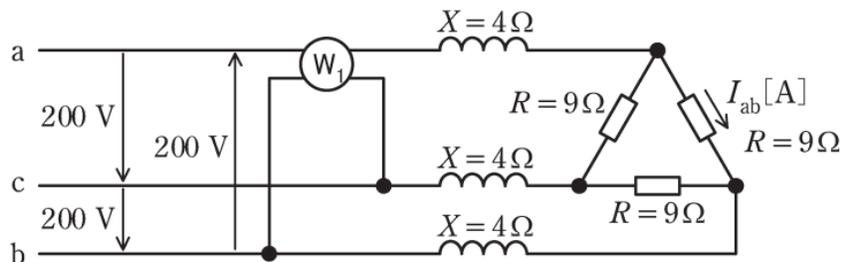
(a) $R=9\Omega$ の抵抗に流れる電流 I_{ab} の実効値[A]として、最も近いものを次の(1)～(5)のうちから一つ選べ。

- (1) 6.77 (2) 13.3 (3) 17.3 (4) 23.1 (5) 40.0

(b) 単相電力計 W_1 の指示値[kW]として、最も近いものを次の(1)～(5)のうちから一つ選べ。

- (1) 0 (2) 2.77 (3) 3.70 (4) 4.80 (5) 6.40

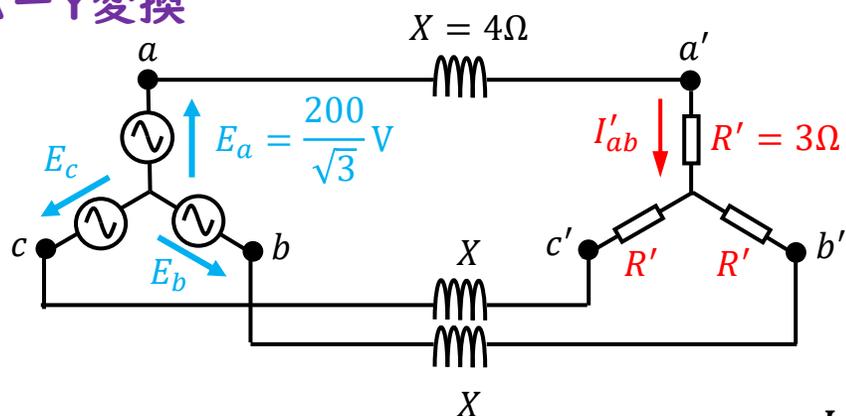
導出のポイント (設問a)



I'_{ab} を求める

$$I'_{ab} = \frac{E_a}{Z} = \frac{E_a}{\sqrt{R^2 + X^2}} = \frac{200}{\sqrt{3}} \times \frac{1}{\sqrt{3^2 + 4^2}} = \frac{40}{\sqrt{3}} \text{ A}$$

Δ-Y変換

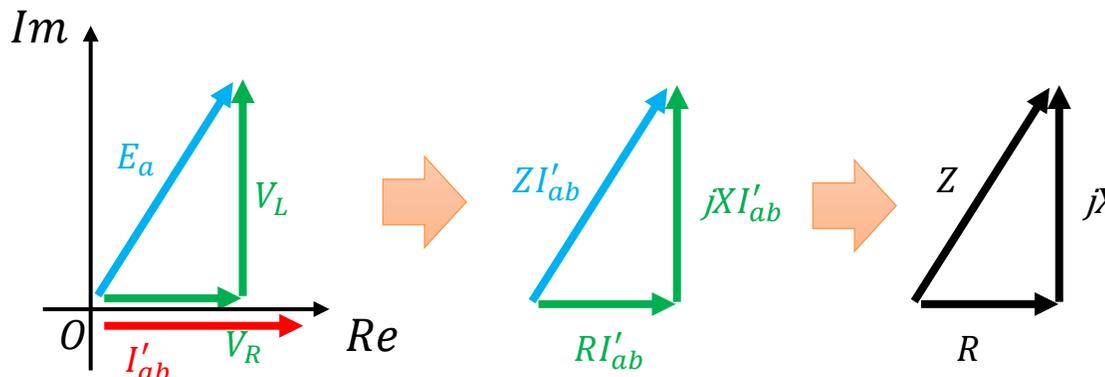
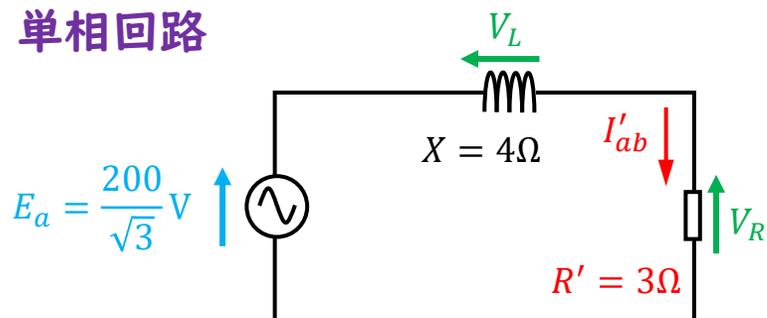


I'_{ab} から I_{ab} へ変換する

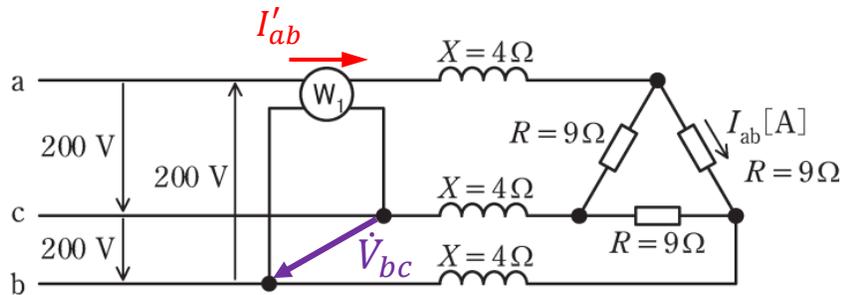
線電流から相電流の変換
 ・電流の大きさは $1/\sqrt{3}$ 倍
 ・位相は 30° 進む

$$I_{ab} = \frac{I'_{ab}}{\sqrt{3}} = \frac{1}{\sqrt{3}} \times \frac{40}{\sqrt{3}} = \frac{40}{3} = 13.3 \text{ A}$$

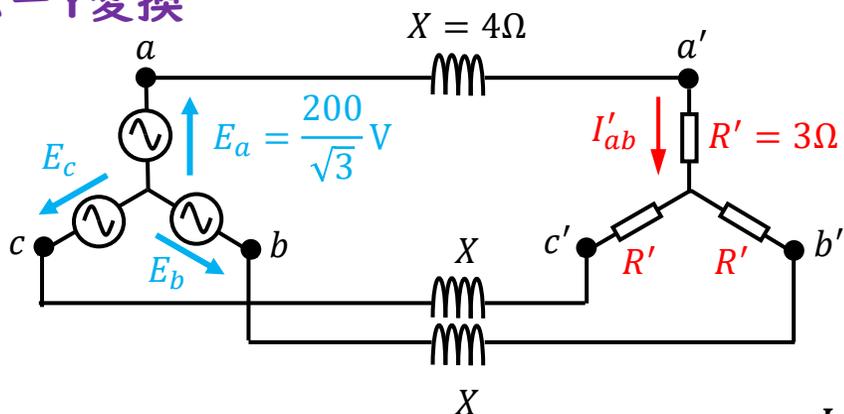
単相回路



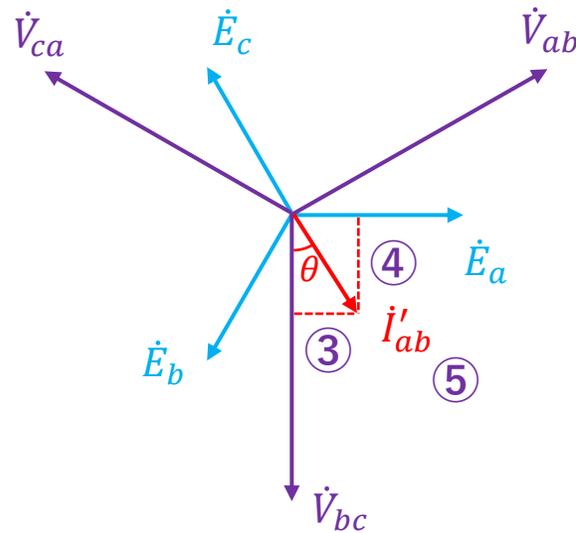
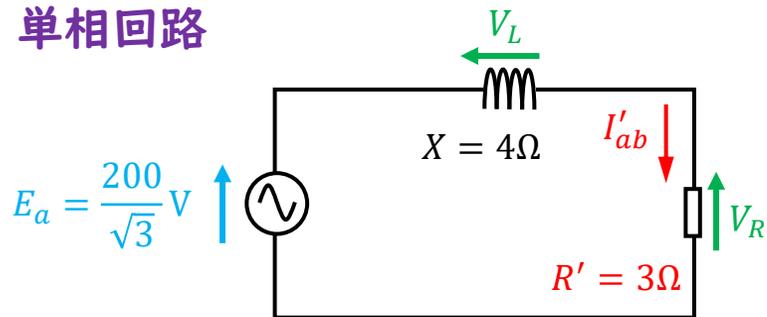
導出のポイント (設問b)



Δ-Y変換

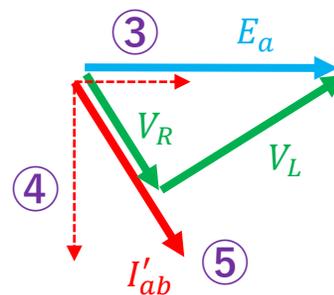
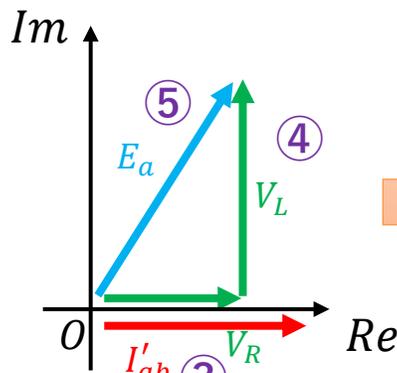


単相回路



ベクトル図から \dot{V}_{bc} と \dot{I}'_{ab} の位相関係を確認する

$$P = V_{bc} I'_{ab} \cos \theta = 200 \times \frac{40}{\sqrt{3}} \times \frac{4}{5} = 3695 \text{ W} = 3.70 \text{ kW}$$



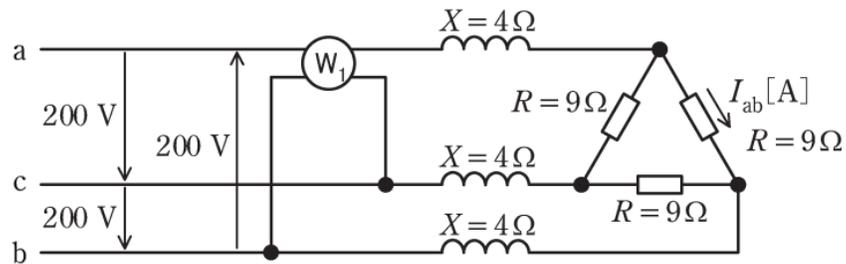
$$I'_{ab} = \frac{40}{\sqrt{3}} \text{ A}$$

$$I_{ab} = 13.3 \text{ A}$$

R02 問15

問 15 図のように、線間電圧(実効値)200 V の対称三相交流電源に、1 台の単相電力計 W_1 、 $X=4\Omega$ の誘導性リアクタンス 3 個、 $R=9\Omega$ の抵抗 3 個を接続した回路がある。単相電力計 W_1 の電流コイルは a 相に接続し、電圧コイルは b-c 相間に接続され、指示は正の値を示していた。この回路について、次の(a)及び(b)の間に答えよ。

ただし、対称三相交流電源の相順は、a, b, c とし、単相電力計 W_1 の損失は無視できるものとする。



(a) $R=9\Omega$ の抵抗に流れる電流 I_{ab} の実効値[A]として、最も近いものを次の(1)～(5)のうちから一つ選べ。

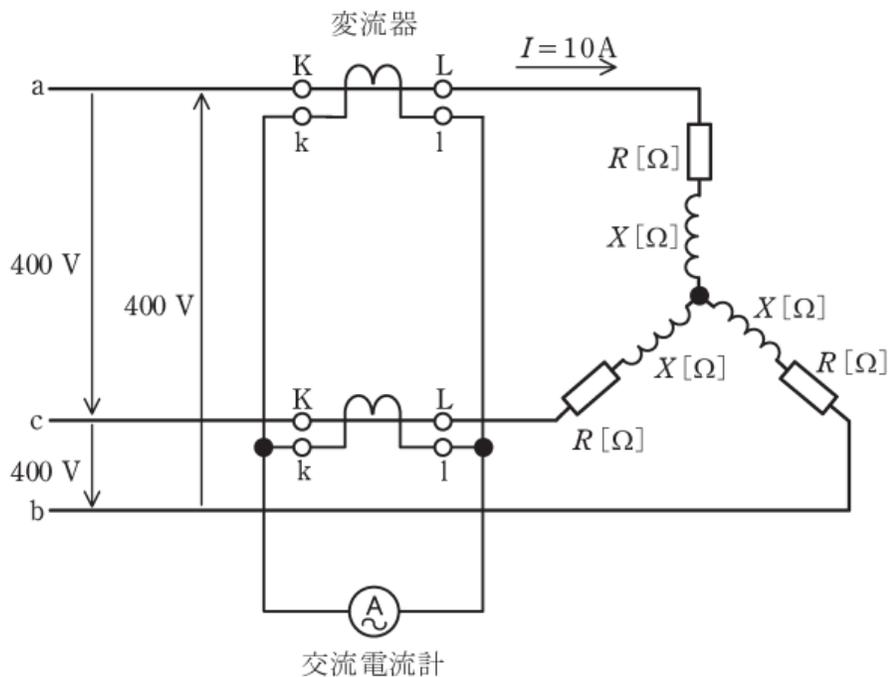
- (1) 6.77 (2) 13.3 (3) 17.3 (4) 23.1 (5) 40.0

(b) 単相電力計 W_1 の指示値[kW]として、最も近いものを次の(1)～(5)のうちから一つ選べ。

- (1) 0 (2) 2.77 (3) 3.70 (4) 4.80 (5) 6.40

R03 問15

問 15 図のように、線間電圧 400 V の対称三相交流電源に抵抗 $R[\Omega]$ と誘導性リアクタンス $X[\Omega]$ からなる平衡三相負荷が接続されている。平衡三相負荷の全消費電力は 6 kW であり、これに線電流 $I=10\text{ A}$ が流れている。電源と負荷との間には、変流比 20 : 5 の変流器が a 相及び c 相に挿入され、これらの二次側が交流電流計 ㉑ を通して並列に接続されている。この回路について、次の (a) 及び (b) の問に答えよ。



(a) 交流電流計 ㉑ の指示値 [A] として、最も近いものを次の (1) ~ (5) のうちから一つ選べ。

- (1) 0 (2) 2.50 (3) 4.33 (4) 5.00 (5) 40.0

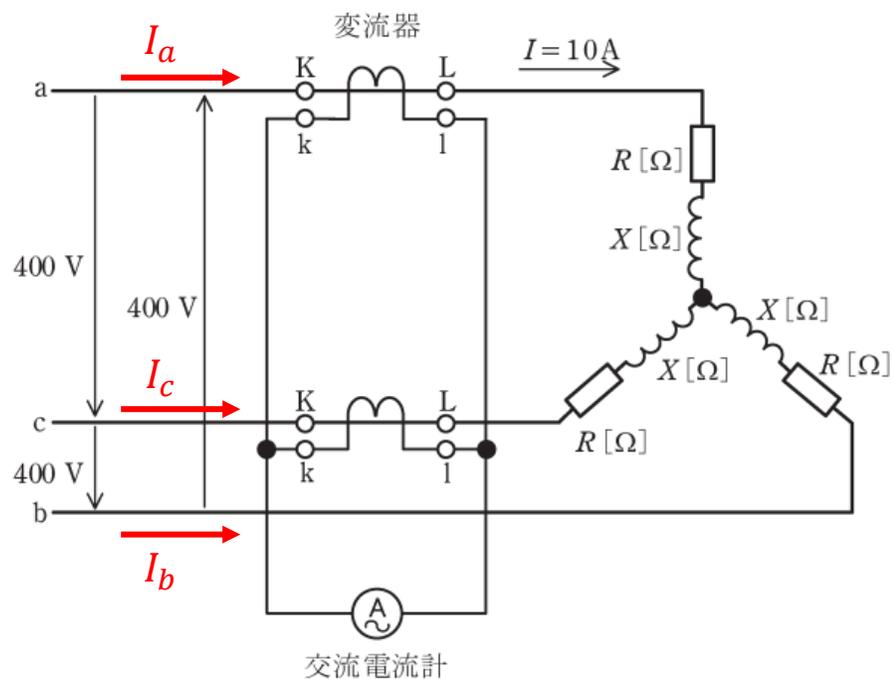
(b) 誘導性リアクタンス X の値 [Ω] として、最も近いものを次の (1) ~ (5) のうちから一つ選べ。

- (1) 11.5 (2) 20.0 (3) 23.1 (4) 34.6 (5) 60.0

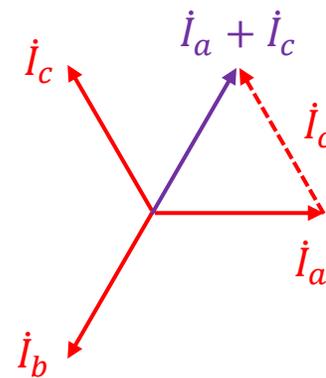
導出のポイント

問 15 図のように、線間電圧 400 V の対称三相交流電源に抵抗 $R[\Omega]$ と誘導性リアクタンス $X[\Omega]$ からなる平衡三相負荷が接続されている。平衡三相負荷の全消費電力は 6 kW であり、これに線電流 $I=10\text{ A}$ が流れている。電源と負荷との間には、変流比 20 : 5 の変流器が a 相及び c 相に挿入され、これらの二次側が交流電流計 A を通して並列に接続されている。この回路について、次の(a)及び(b)の間に答えよ。

(a) 交流電流計 A の指示値 [A] として、最も近いものを次の (1) ~ (5) のうちから一つ選べ。



交流電流計で測定できる電流： $i_a + i_c$



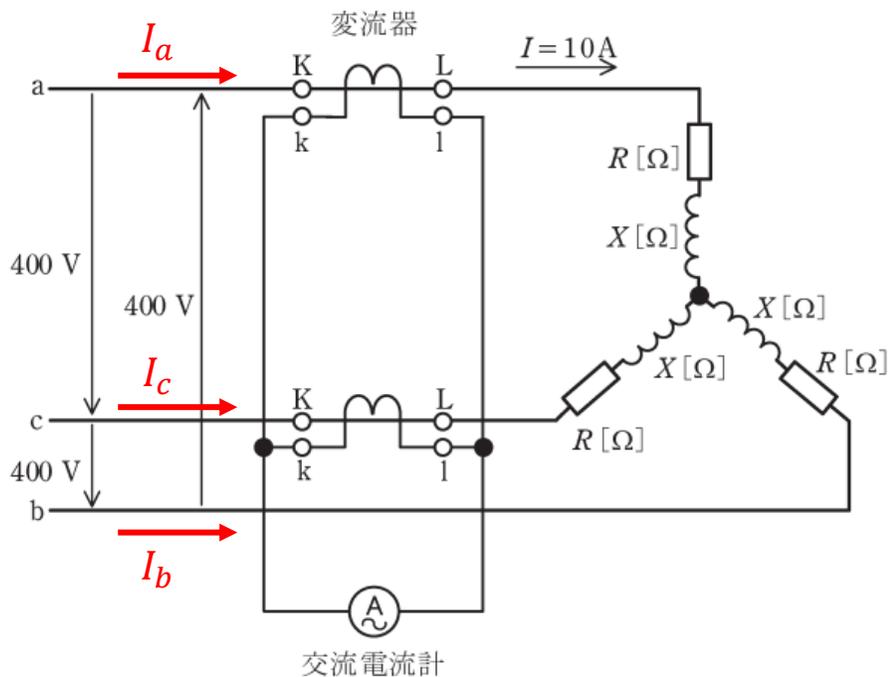
$i_a + i_c$ の大きさ $\rightarrow 10\text{ A}$

変流比 20 : 5 より電流計の指示値は

$20 : 5 = 10 : 2.5 \rightarrow 2.5\text{ A}$

導出のポイント

問 15 図のように、線間電圧 400 V の対称三相交流電源に抵抗 $R[\Omega]$ と誘導性リアクタンス $X[\Omega]$ からなる平衡三相負荷が接続されている。平衡三相負荷の全消費電力は 6 kW であり、これに線電流 $I=10\text{ A}$ が流れている。電源と負荷との間には、変流比 20 : 5 の変流器が a 相及び c 相に挿入され、これらの二次側が交流電流計 ㉑ を通して並列に接続されている。この回路について、次の (a) 及び (b) の間に答えよ。



(b) 誘導性リアクタンス X の値 $[\Omega]$ として、最も近いものを次の (1) ~ (5) のうちから一つ選べ。

- 単相回路に分解して、抵抗 X を求める
- 電源部分の線間電圧から相電圧を導出

$$E = \frac{V}{\sqrt{3}} = \frac{400}{\sqrt{3}} \text{ V}$$

- 単相回路の合成インピーダンス Z の導出

$$Z = \frac{E}{I} = \frac{400/\sqrt{3}}{10} = 23.1 \Omega$$

- 単相回路から抵抗 R の導出

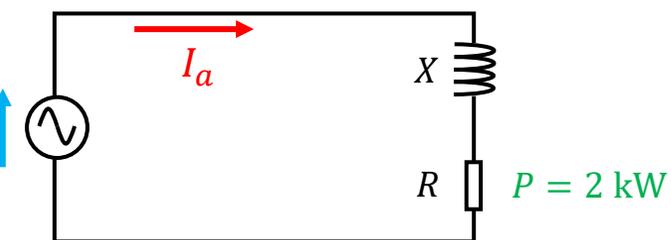
$$P = RI^2 \rightarrow R = \frac{P}{I^2} = \frac{6000/3}{10^2} = 20 \Omega$$

- X の導出

$$X = \sqrt{Z^2 - R^2} = \sqrt{23.1^2 - 20^2} = 11.6 \Omega$$

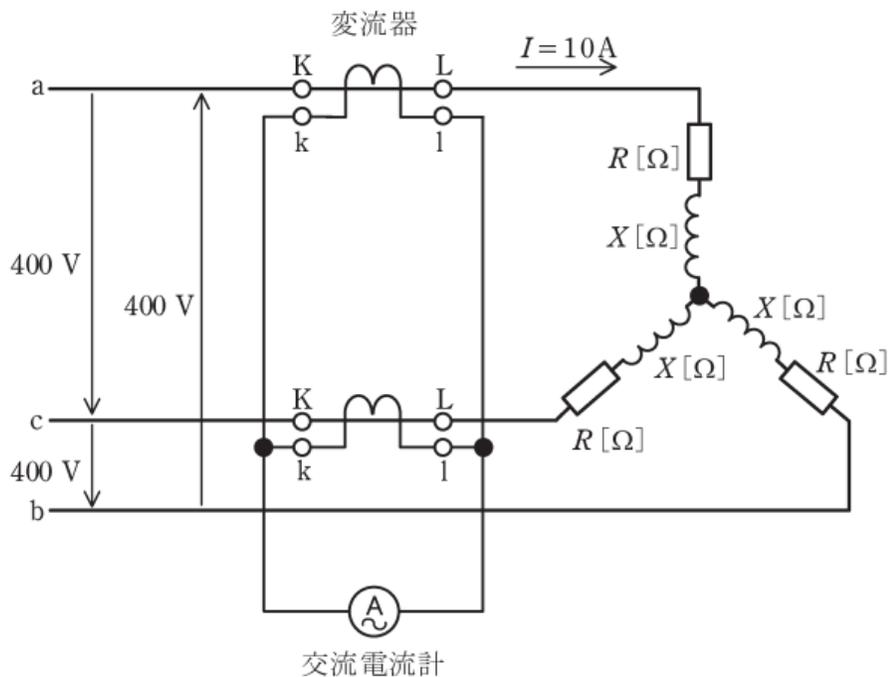
単相回路

$$E_a = \frac{200}{\sqrt{3}} \text{ V}$$



R03 問15

問 15 図のように、線間電圧 400 V の対称三相交流電源に抵抗 $R[\Omega]$ と誘導性リアクタンス $X[\Omega]$ からなる平衡三相負荷が接続されている。平衡三相負荷の全消費電力は 6 kW であり、これに線電流 $I=10\text{ A}$ が流れている。電源と負荷との間には、変流比 20 : 5 の変流器が a 相及び c 相に挿入され、これらの二次側が交流電流計 A を通して並列に接続されている。この回路について、次の (a) 及び (b) の問に答えよ。



(a) 交流電流計 A の指示値 [A] として、最も近いものを次の (1) ~ (5) のうちから一つ選べ。

- (1) 0 (2) 2.50 (3) 4.33 (4) 5.00 (5) 40.0

(b) 誘導性リアクタンス X の値 [Ω] として、最も近いものを次の (1) ~ (5) のうちから一つ選べ。

- (1) 11.5 (2) 20.0 (3) 23.1 (4) 34.6 (5) 60.0

ご聴講ありがとうございました
ございました!!