

講義中の注意



- 講義中は、参加者のマイク・カメラの機能はミュート状態になります。
- 進行はスタッフ及び講師が行いますので、指示に従ってください。
- 質疑応答の時間は、参加者のマイクをオンにして質問を受け付けることもあります。希望される方は「チャット欄」で申し出てください。

電験三種 ライブ講義

第9回 三相交流

三相交流

以下の3つの電源からなる回路を三相交流という

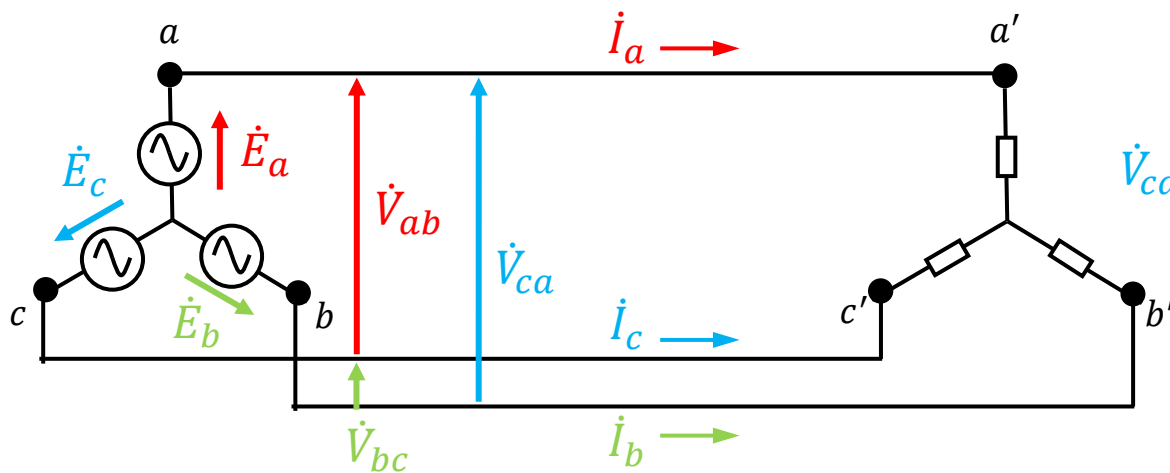
$$\dot{E}_a = V \sin \omega t$$

$$\dot{E}_b = V \sin(\omega t - 120^\circ)$$

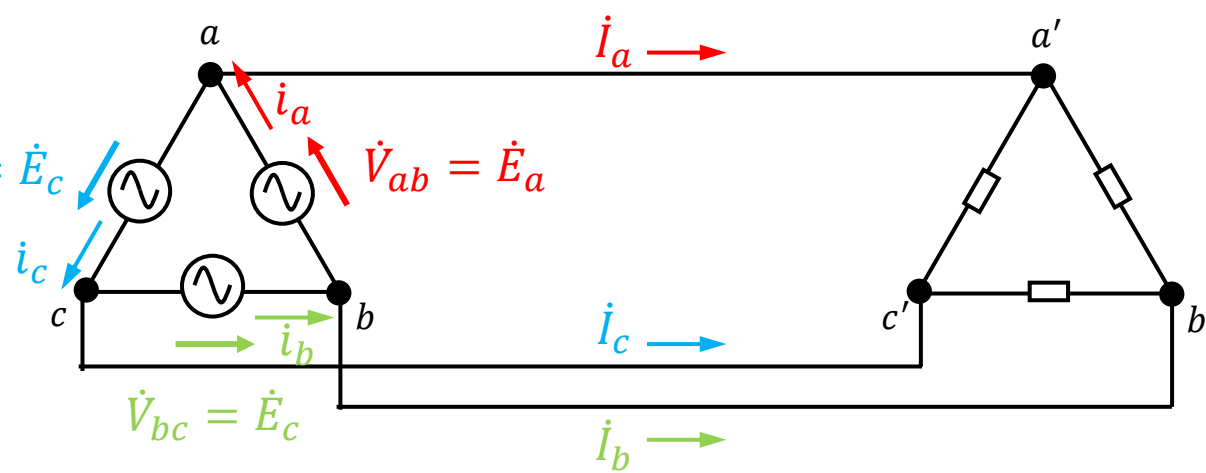
$$\dot{E}_c = V \sin(\omega t - 240^\circ)$$

3つの電源がうまくバランスをとって動作をしている

三相交流では、各電源の電圧（振幅）が一致し、それぞれが120°ずつ位相がずれる
さらに、各電源に接続される負荷は同一である。（電験三種の場合）

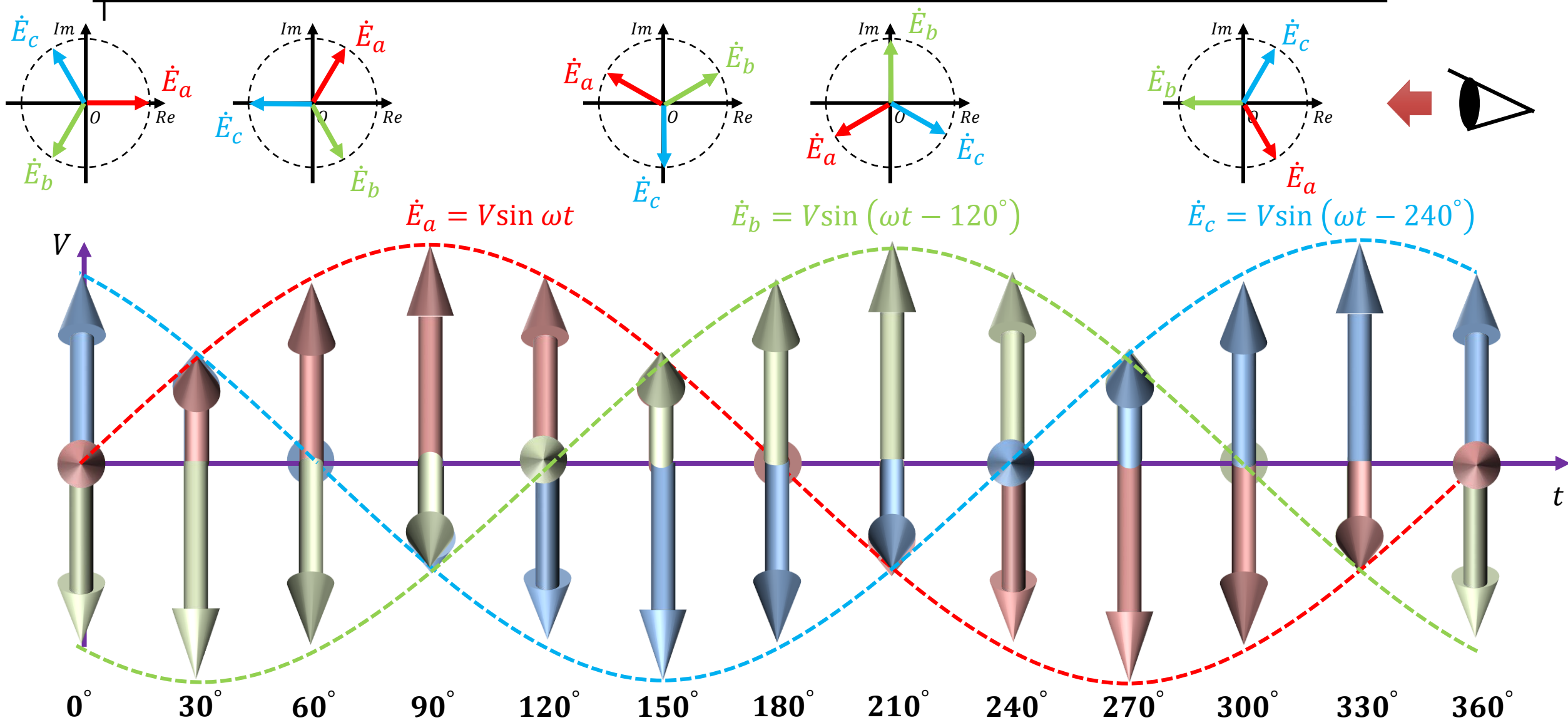


Y結線



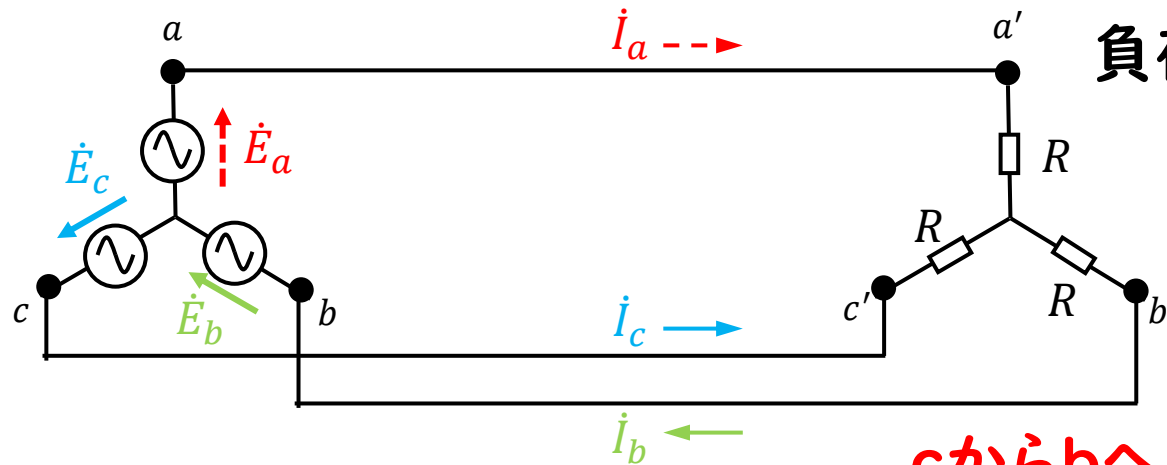
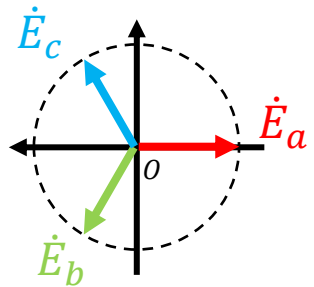
Δ結線

三相交流の波形とベクトル

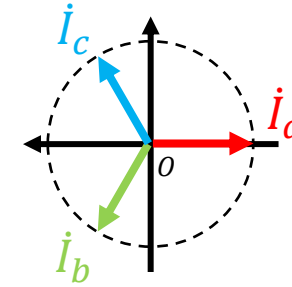


三相交流の回路とベクトル

時刻1

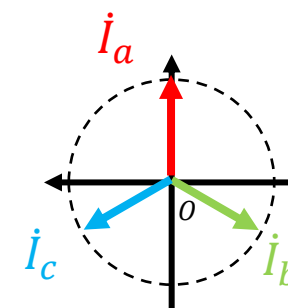
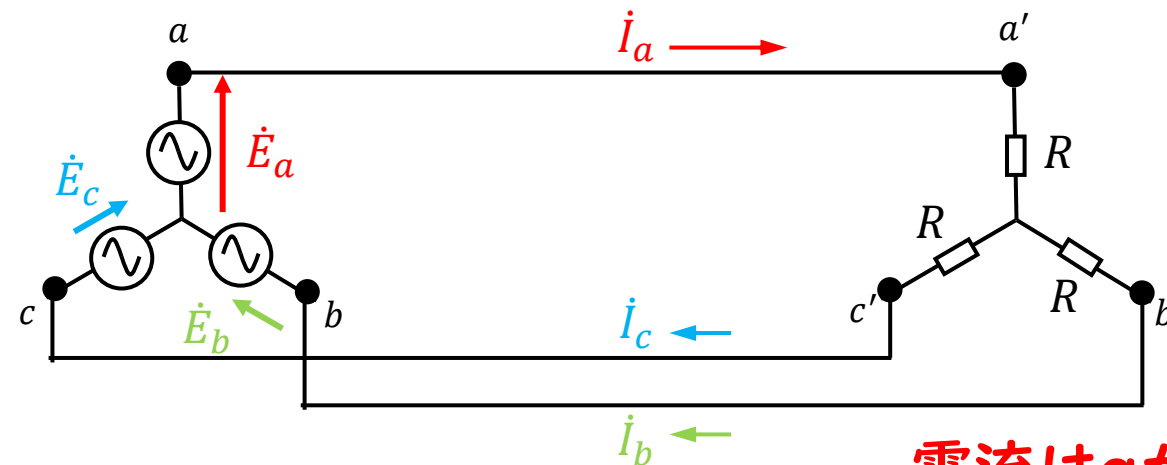
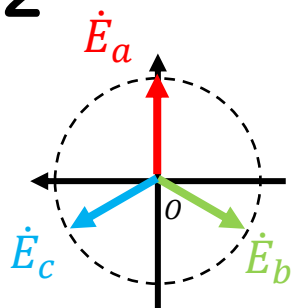


負荷が抵抗



cからbへ電流が流れる

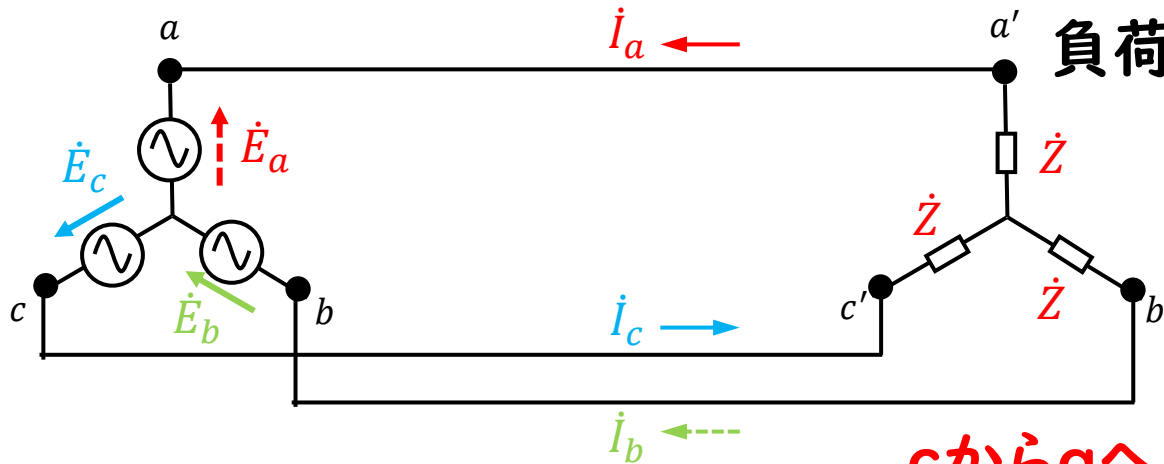
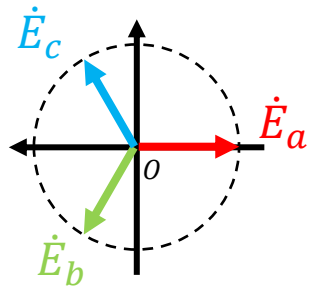
時刻2



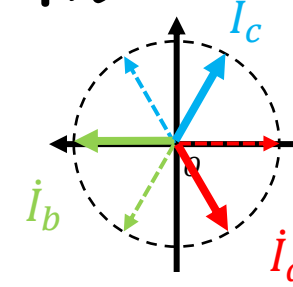
電流はaから入ってbとcへ流れる

三相交流の回路とベクトル

時刻1

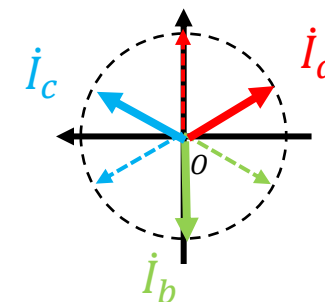
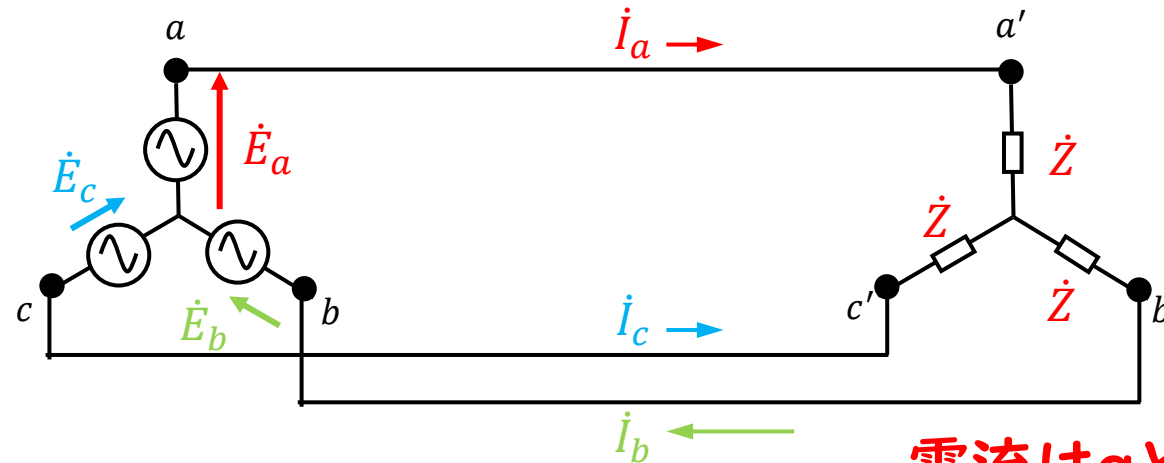
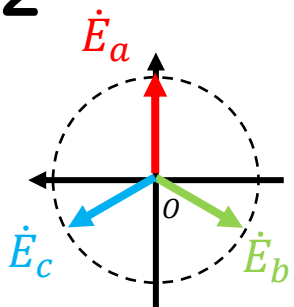


負荷が抵抗とコイル



cからaへ電流が流れる

時刻2



電流はaとcから入ってbへ流れる

三相交流の問題を解くために X



問題となるテーマ

- A. 電圧と電流の大きさと位相を求める
- B. 有効電力を求める

やるべきこと

1. Y結線の回路に変換する（電源も負荷も）
2. 単相回路の電圧と電流の関係（大きさと位相）を求める

Aの場合

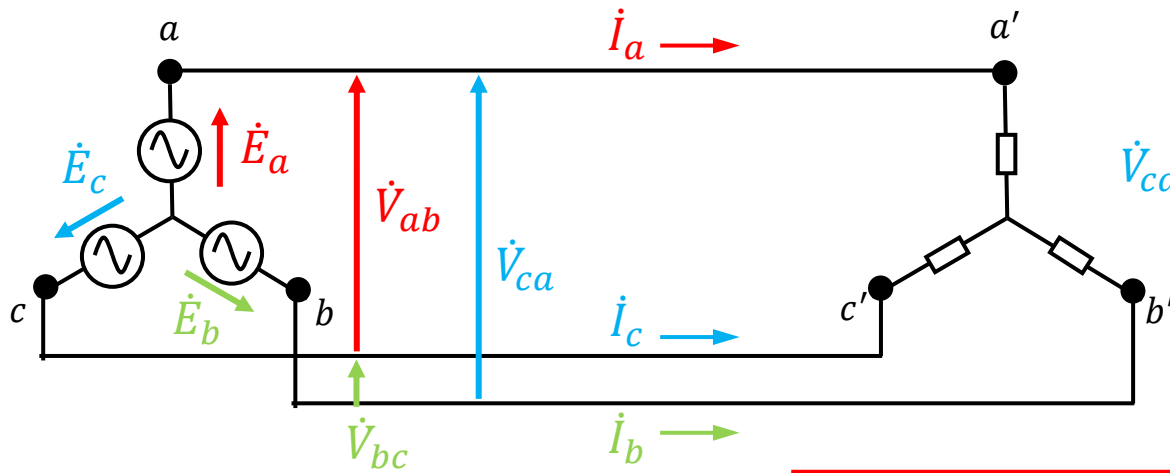
→ 三相分の電圧と電流のベクトル図を描く

Bの場合

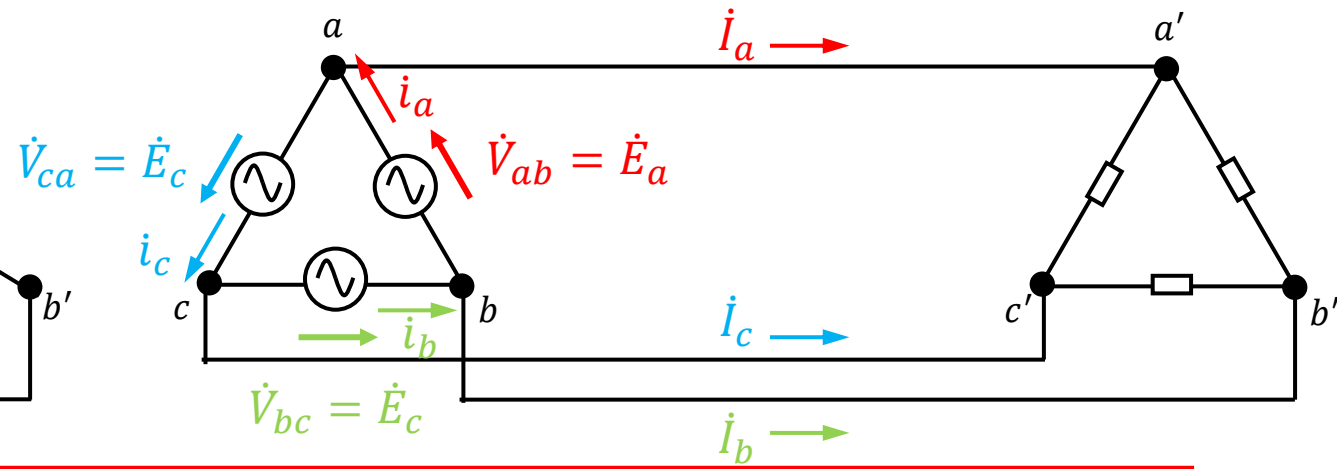
→ 単相回路で求めた有効電力を3倍する

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

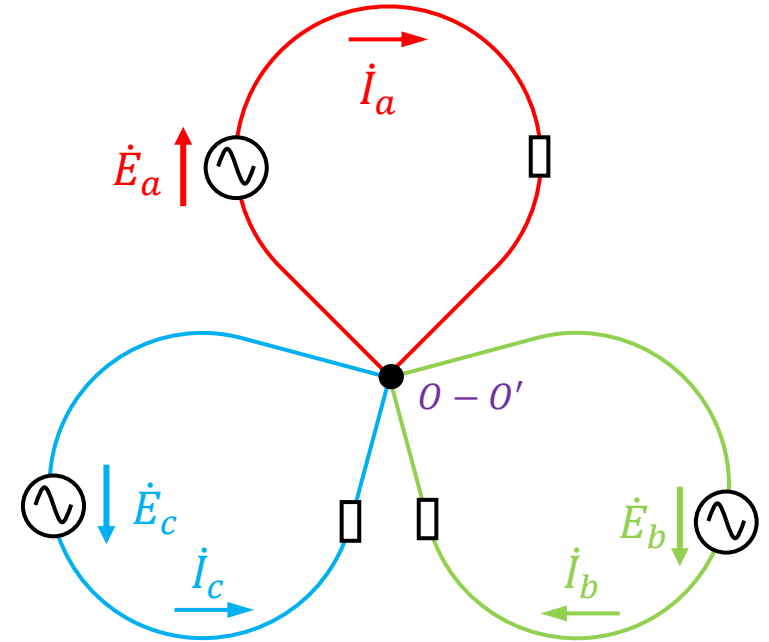
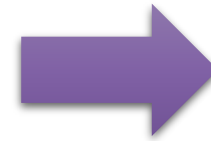
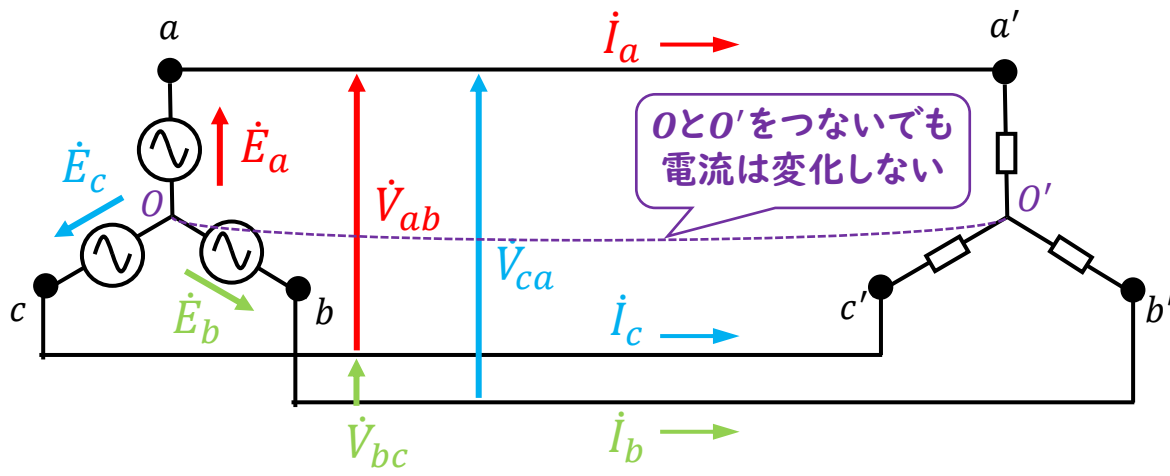
線電流 = $\sqrt{3}$ × 相電流

線電流は相電流より位相が 30° 遅れる

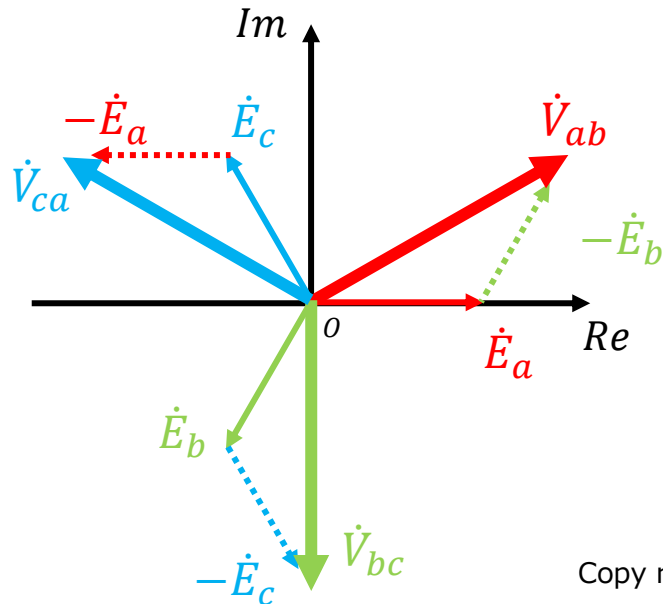
(相電流は線電流より位相が 30° 進む)

Y結線で覚えておくこと

Y結線



単相回路に分解できる



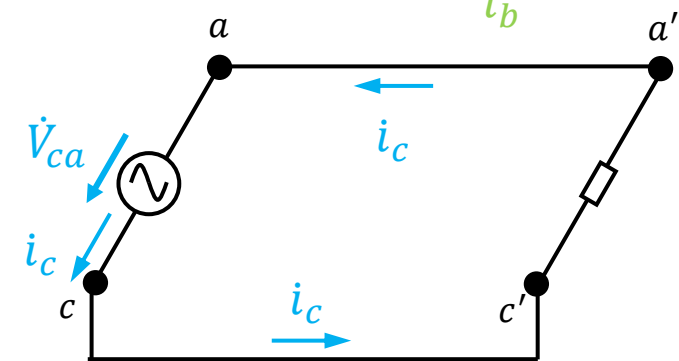
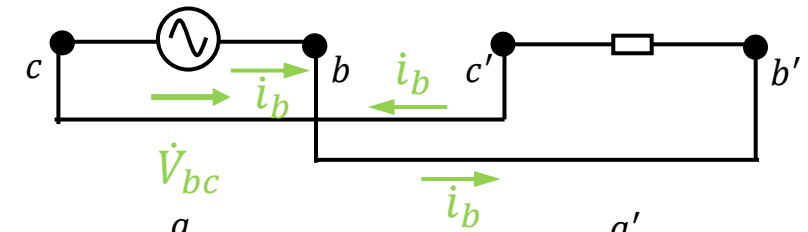
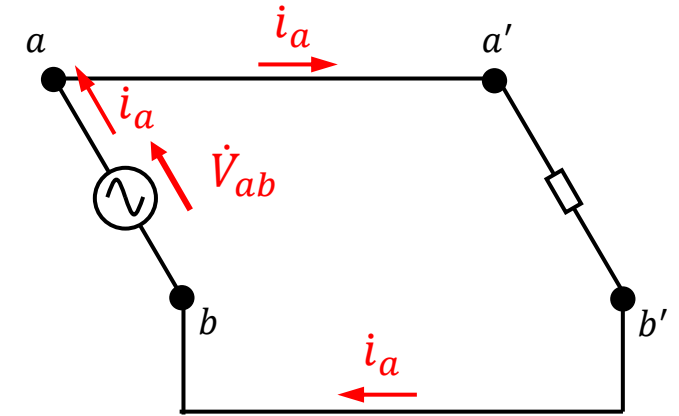
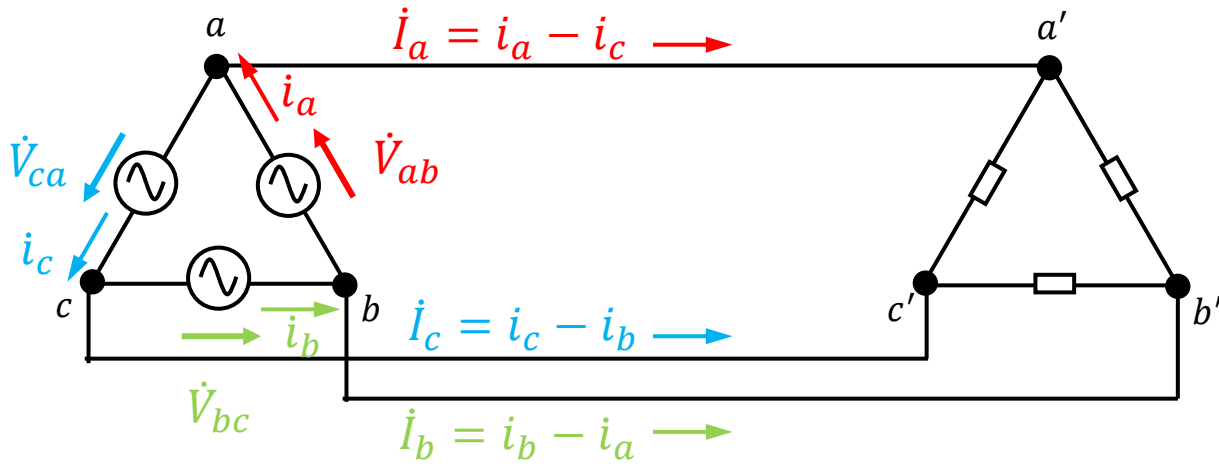
線電流 = 相電流

線間電圧 = $\sqrt{3}$ × 相電圧

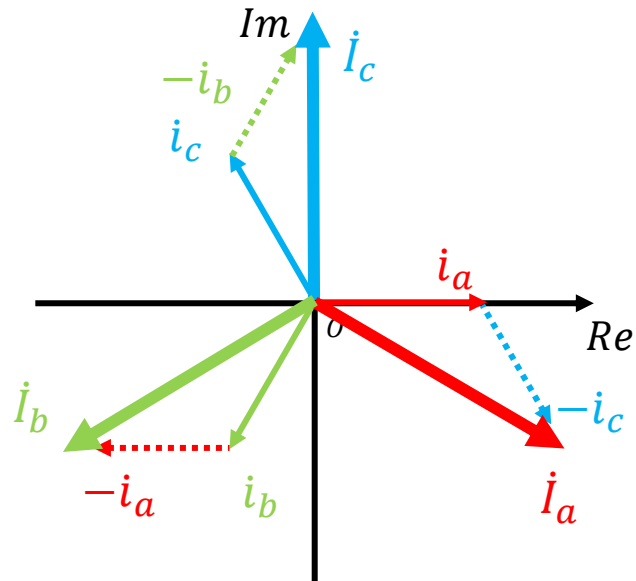
線間電圧は相電圧より位相が 30° 進む

△結線で覚えておくこと

△結線

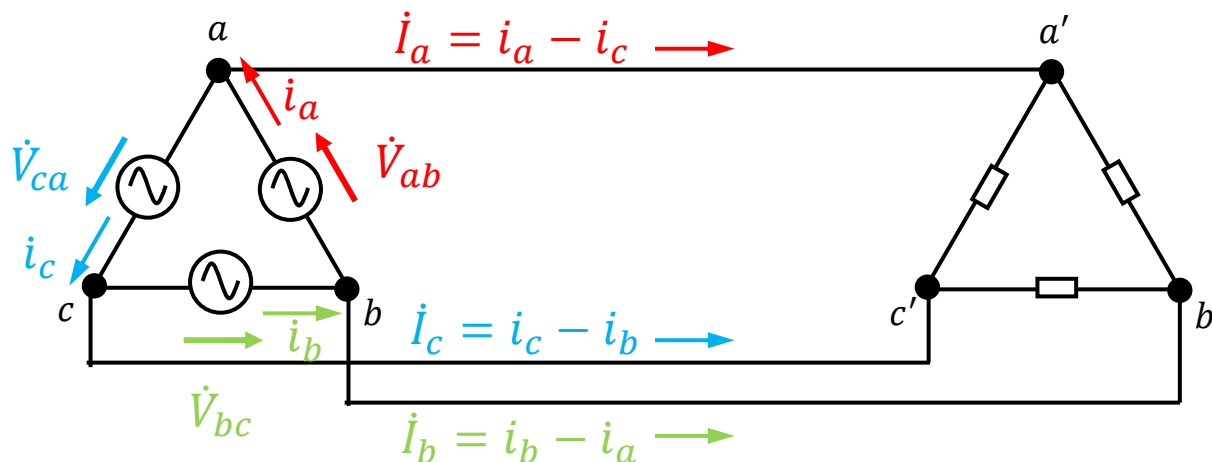


線電圧 = 相電圧
 線電流 = $\sqrt{3}$ × 相電流
 線電流は相電流より位相が 30° 遅れる
 (相電流は線電流より位相が 30° 進む)

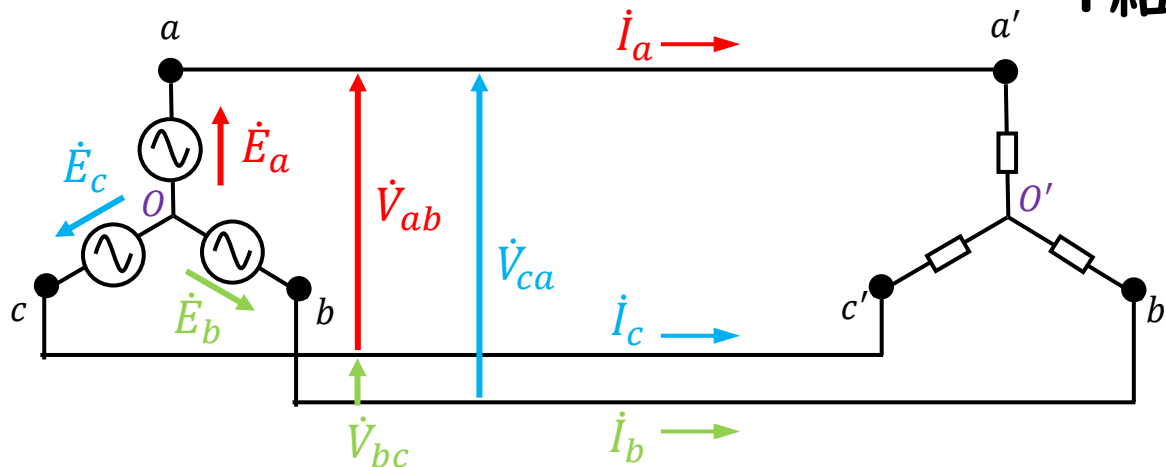


Δ-Y変換

Δ結線



Y結線



$\frac{1}{\sqrt{3}}$ 倍

$$E_a = \frac{V_{ab}}{\sqrt{3}}$$

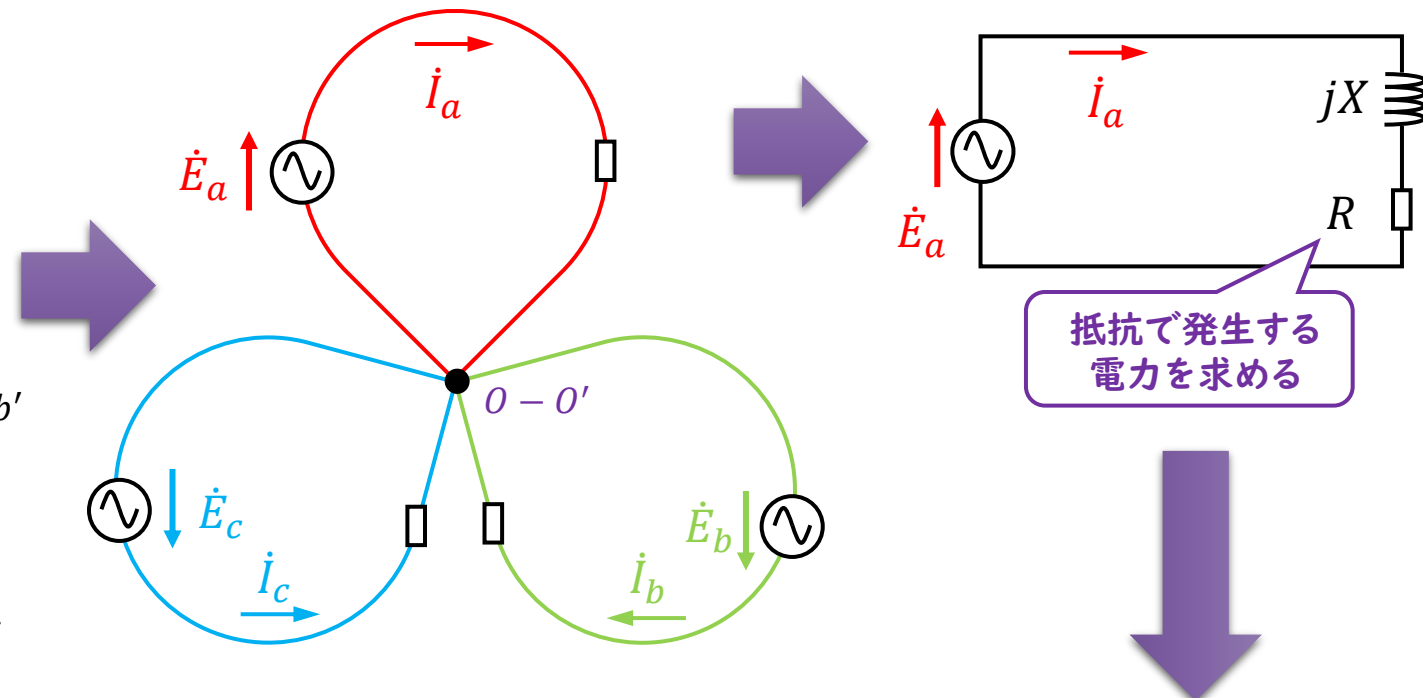
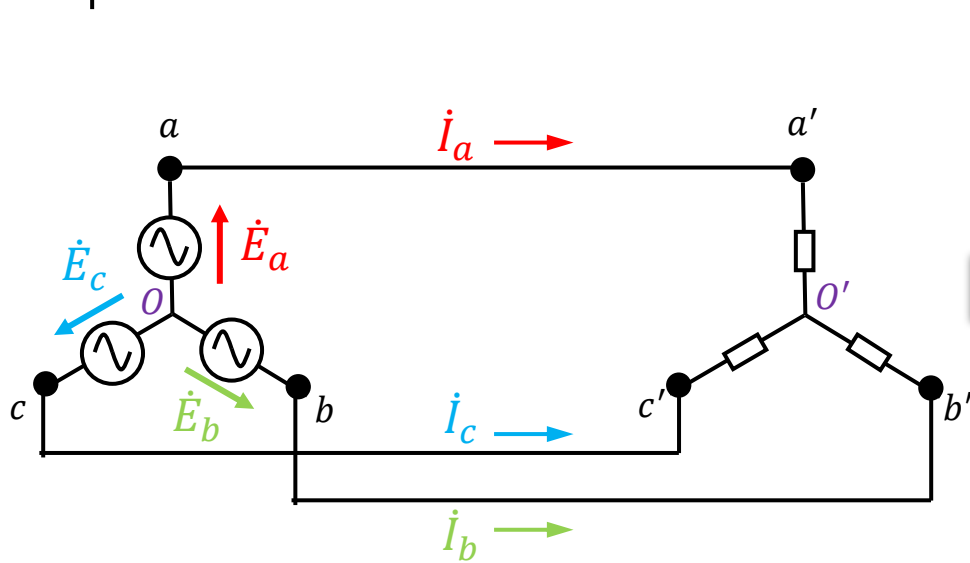
$$E_b = \frac{V_{bc}}{\sqrt{3}}$$

$$E_c = \frac{V_{ca}}{\sqrt{3}}$$

$\frac{1}{3}$ 倍

	R	ωL	$\frac{1}{\omega C}$
	↓	↓	↓
	$\frac{R}{3}$	$\frac{\omega L}{3}$	$\frac{1}{3\omega C}$
	$R' = \frac{R}{3}$	$L' = \frac{L}{3}$	$C' = 3C$

有効電力計算



必ず単相回路の有効電力を求めたうえで
その電力を三倍するという手順で導出
すること！

有効電力 = 抵抗 × (抵抗に流れる電流の2乗)
 有効電力 = (抵抗にかかる電圧の2乗) ÷ 抵抗

➡ 求めた電力を3倍する

R01 問16

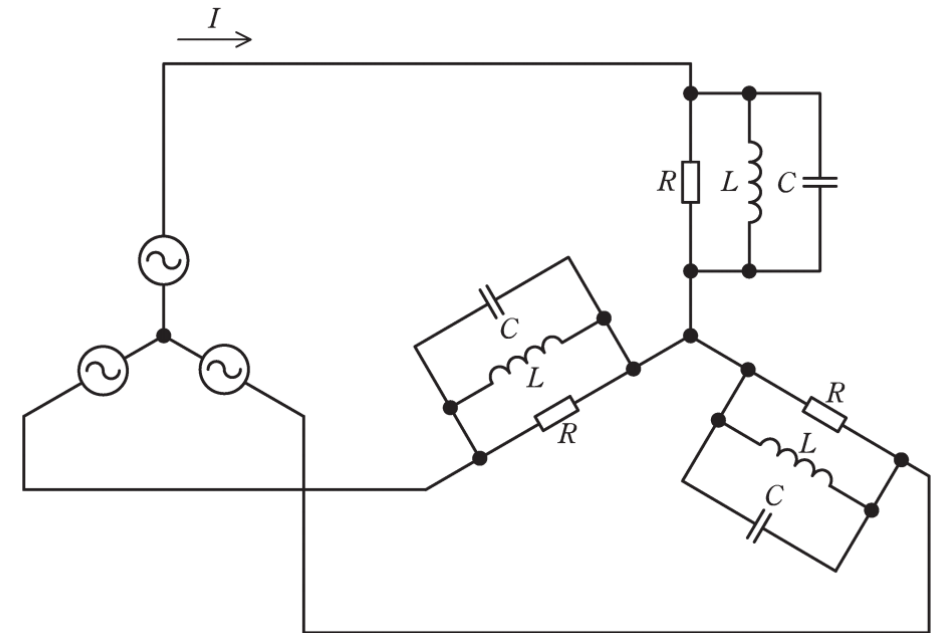
問16 図のように線間電圧 200 V, 周波数 50 Hz の対称三相交流電源に RLC 負荷が接続されている。 $R=10\ \Omega$, 電源角周波数を ω [rad/s] として, $\omega L=10\ \Omega$, $\frac{1}{\omega C}=20\ \Omega$ である。次の(a)及び(b)の問に答えよ。

(a) 電源電流 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。

- (1) 7 (2) 10 (3) 13 (4) 17 (5) 22

(b) 三相負荷の有効電力の値[kW]として, 最も近いものを次の(1)~(5)のうちから一つ選べ。

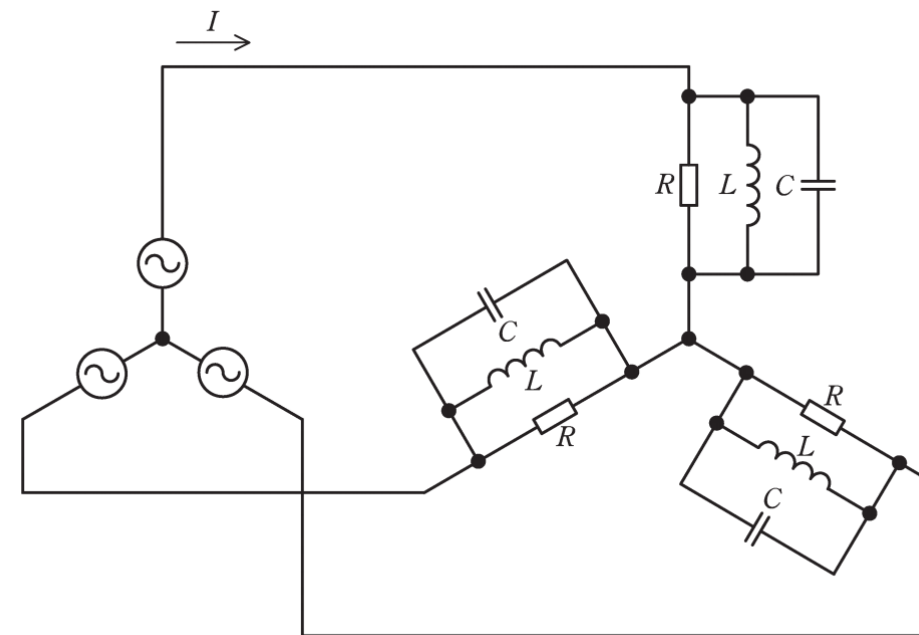
- (1) 1.3 (2) 2.6 (3) 3.6 (4) 4.0 (5) 12



導出のポイント

1. 線間電圧から相電圧を求める
2. 単相回路から電流 I を求める
3. 単相回路から有効電力を求めて3倍する

問 16 図のように線間電圧 200 V, 周波数 50 Hz の対称三相交流電源に RLC 負荷が接続されている。 $R=10\ \Omega$, 電源角周波数を ω [rad/s] として, $\omega L=10\ \Omega$, $\frac{1}{\omega C}=20\ \Omega$ である。次の (a) 及び (b) の間に答えよ。



(a) 電源電流 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。

- (1) 7 (2) 10 (3) 13 (4) 17 (5) 22

(b) 三相負荷の有効電力の値[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) 1.3 (2) 2.6 (3) 3.6 (4) 4.0 (5) 12

R01 問16

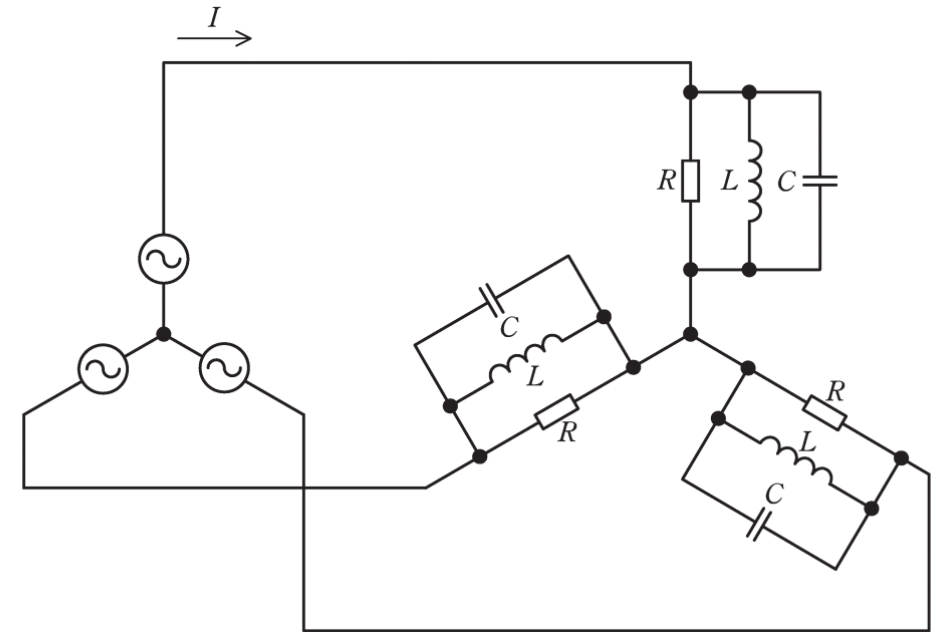
問16 図のように線間電圧 200 V, 周波数 50 Hz の対称三相交流電源に RLC 負荷が接続されている。 $R=10\ \Omega$, 電源角周波数を ω [rad/s] として, $\omega L=10\ \Omega$, $\frac{1}{\omega C}=20\ \Omega$ である。次の(a)及び(b)の問に答えよ。

(a) 電源電流 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。

- (1) 7 (2) 10 (3) 13 (4) 17 (5) 22

(b) 三相負荷の有効電力の値[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) 1.3 (2) 2.6 (3) 3.6 (4) 4.0 (5) 12



H18 問15

問15 抵抗 R [Ω] , 誘導性リアクタンス X [Ω] からなる平衡三相負荷（力率 80 [%]）に対称三相交流電源を接続した交流回路がある。次の(a)及び(b)に答えよ。

(a) 図1のように、Y結線した平衡三相負荷に線間電圧 210 [V] の三相電圧を加えたとき、回路を流れる線電流 I は $\frac{14}{\sqrt{3}}$ [A] であった。負荷の誘導性リアクタンス X [Ω] の値として、正しいのは次のうちどれか。

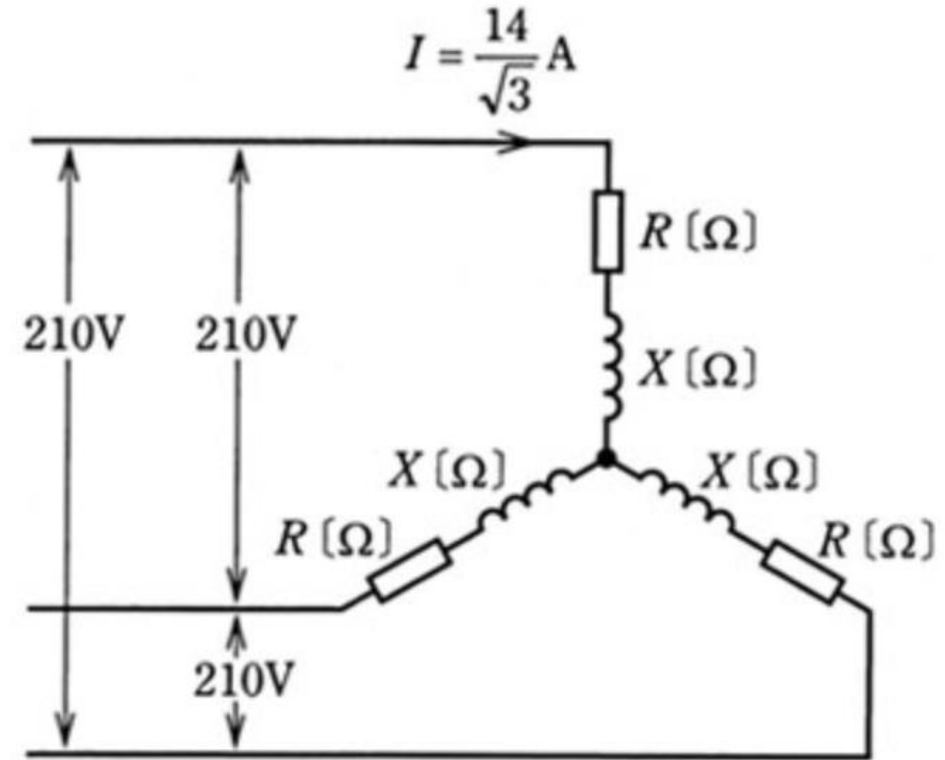


図 1

(1) 4

(2) 5

(3) 9

(4) 12

(5) 15

導出のポイント

1. 線間電圧から相電圧を求める
2. 単相回路により電源電圧と電流から全体のインピーダンス Z を求める
3. 力率の関係から抵抗 R を求める

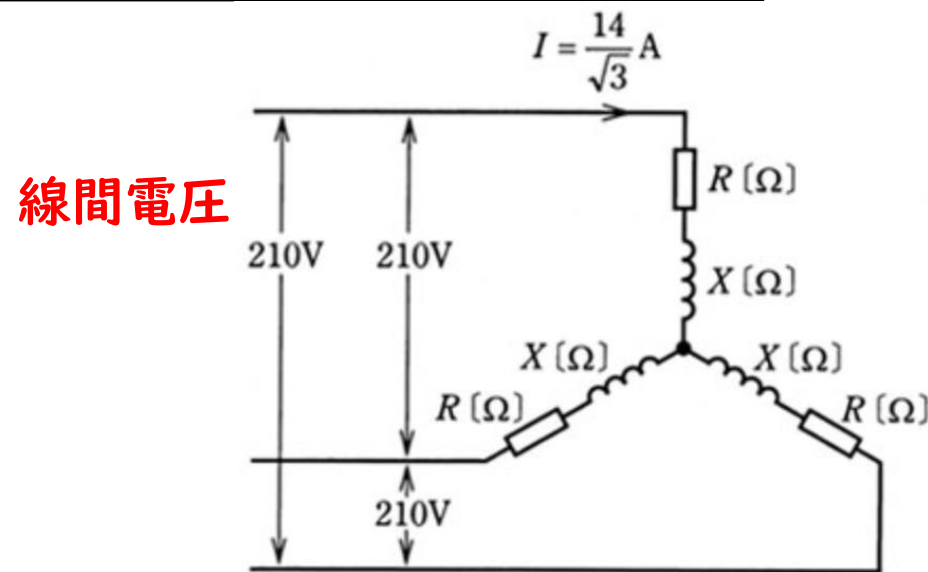
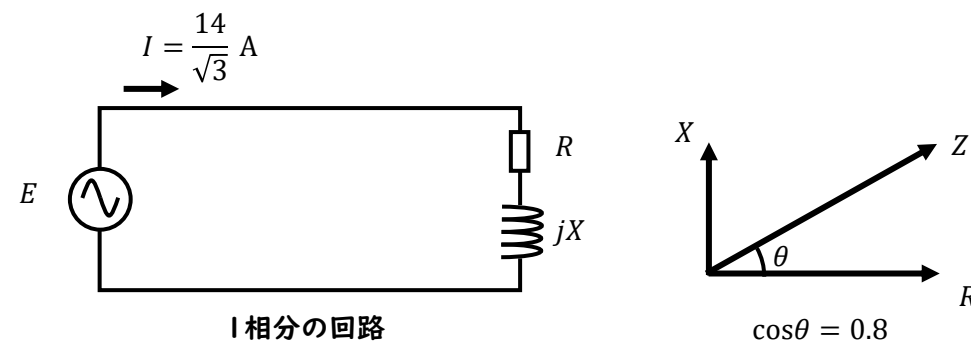


図 1

問15 抵抗 R [Ω] , 誘導性リアクタンス X [Ω] からなる平衡三相負荷 (力率 80 [%]) に対称三相交流電源を接続した交流回路がある。次の(a)及び(b)に答えよ。

(a) 図1のように、Y結線した平衡三相負荷に線間電圧 210 [V] の三相電圧を加えたとき、回路を流れる線電流 I は $\frac{14}{\sqrt{3}}$ [A] であった。負荷の誘導性リアクタンス X [Ω] の値として、正しいのは次のうちどれか。

- (1) 4 (2) 5 (3) 9 (4) 12 (5) 15



H18 問15

問15 抵抗 R $[\Omega]$, 誘導性リアクタンス X $[\Omega]$ からなる平衡三相負荷（力率 80 [%]）に対称三相交流電源を接続した交流回路がある。次の(a)及び(b)に答えよ。

(a) 図1のように、Y結線した平衡三相負荷に線間電圧 210 [V] の三相電圧を加えたとき、回路を流れる線電流 I は $\frac{14}{\sqrt{3}}$ [A] であった。負荷の誘導性リアクタンス X $[\Omega]$ の値として、正しいのは次のうちどれか。

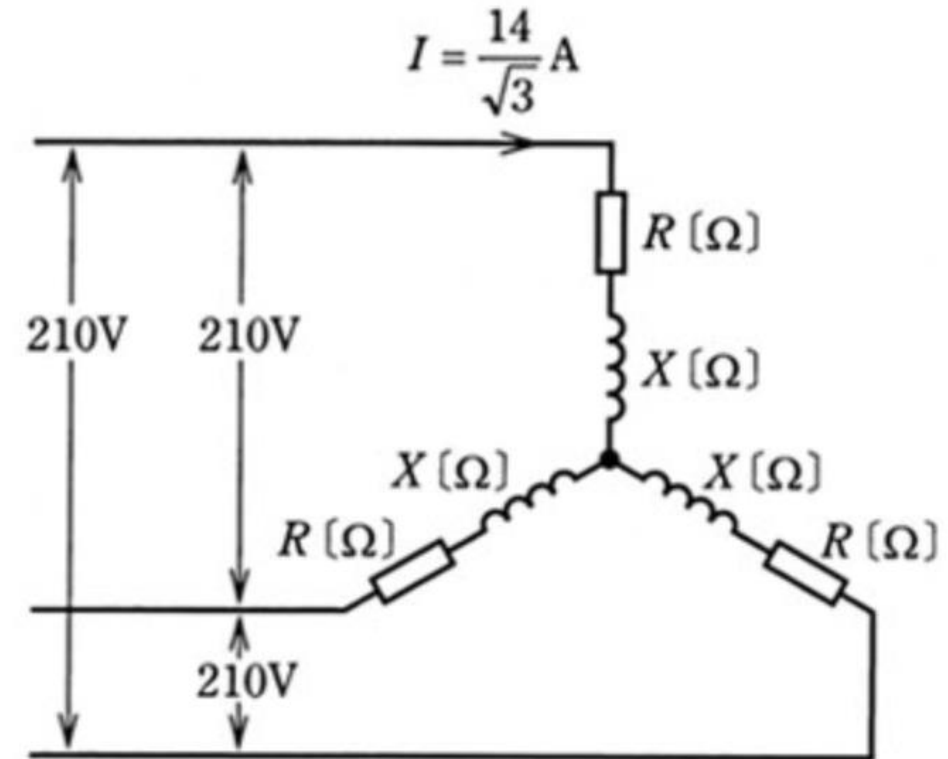


図 1

(1) 4

(2) 5

(3) 9

(4) 12

(5) 15

H18 問15

(b) 図1の各相の負荷を使って Δ 結線し、図2のように相電圧200[V]の対称三相電源に接続した。この平衡三相負荷の全消費電力[kW]の値として、正しいのは次のうちどれか。

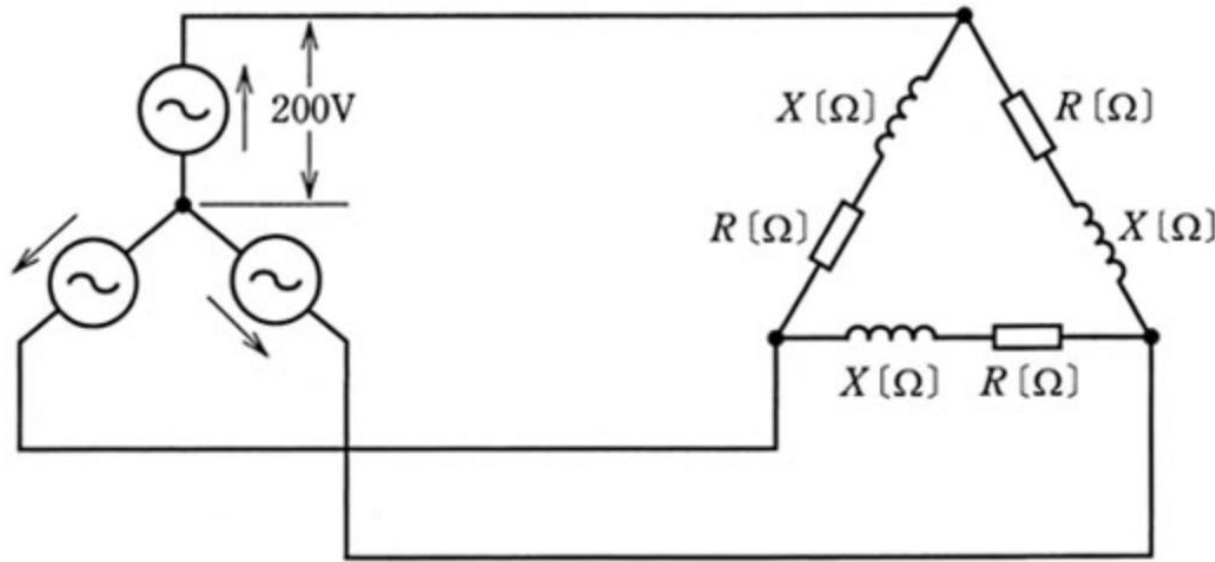


図 2

- (1) 8 (2) 11.1 (3) 13.9 (4) 19.2 (5) 33.3

導出のポイント

1. 負荷を Δ -Y変換 (R、Xともに1/3倍)
2. 単相回路から抵抗分の有効電力を求める
3. 単相回路から有効電力を求めて3倍する

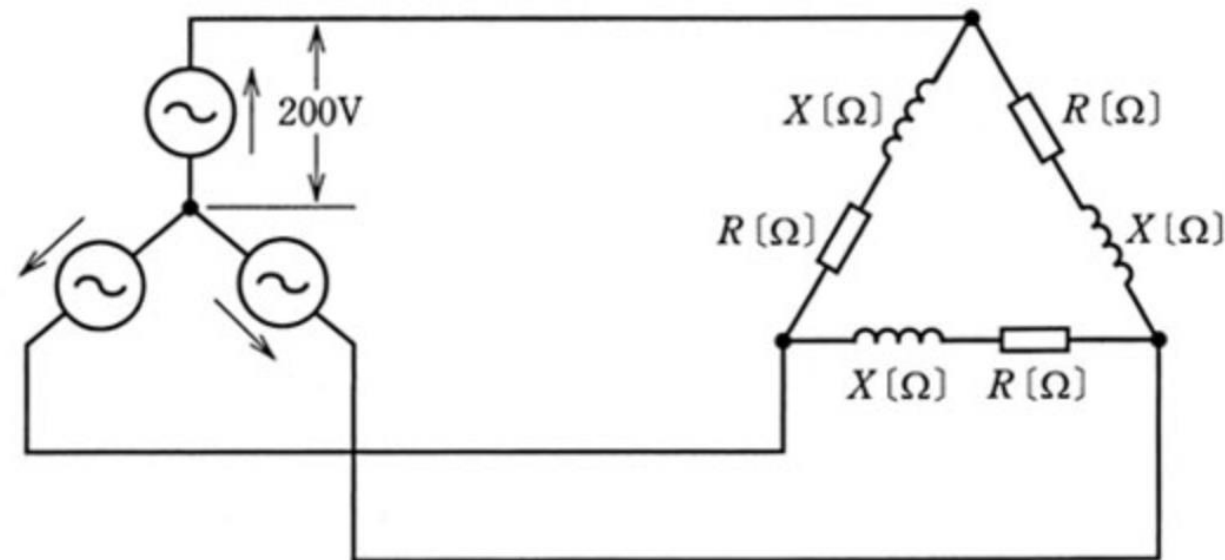
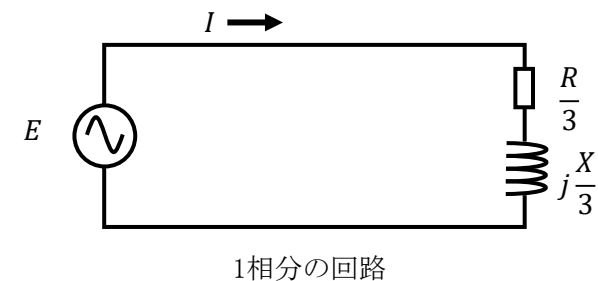


図 2

(b) 図 1 の各相の負荷を使って Δ 結線し，図 2 のように相電圧 200 [V] の対称三相電源に接続した。この平衡三相負荷の全消費電力 [kW] の値として，正しいのは次のうちどれか。



- (1) 8 (2) 11.1 (3) 13.9 (4) 19.2 (5) 33.3

H18 問15

(b) 図1の各相の負荷を使って Δ 結線し、図2のように相電圧200[V]の対称三相電源に接続した。この平衡三相負荷の全消費電力[kW]の値として、正しいのは次のうちどれか。

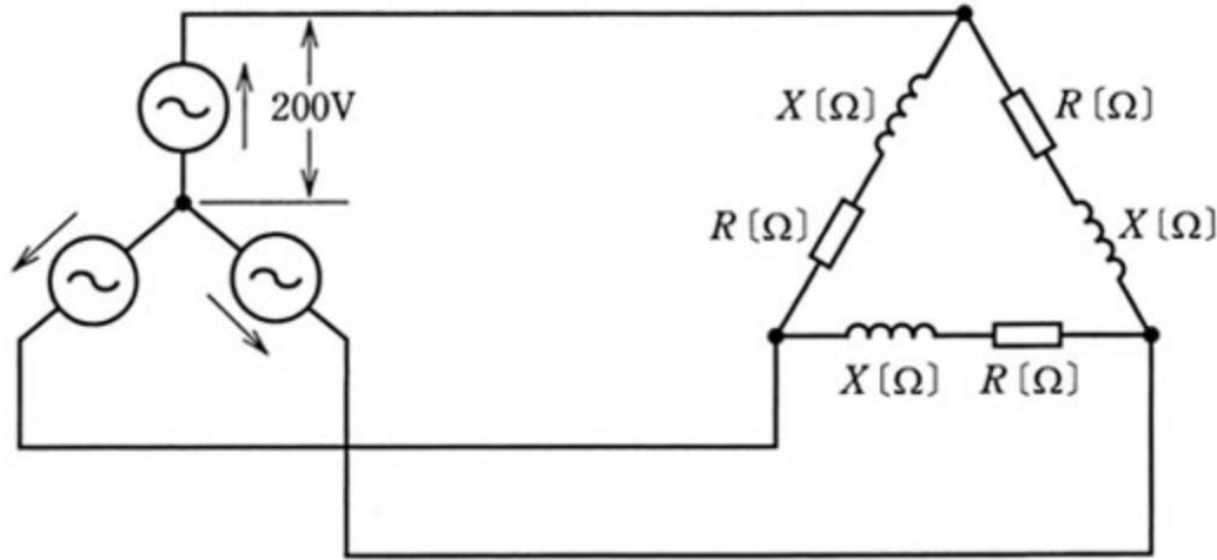


図 2

- (1) 8 (2) 11.1 (3) 13.9 (4) 19.2 (5) 33.3

H24 問16

問16 図のように、相電圧 200 [V] の対称三相交流電源に、複素インピーダンス

$\dot{Z} = 5\sqrt{3} + j5$ [Ω] の負荷が Y 結線された平衡三相負荷を接続した回路がある。

次の (a) 及び (b) の問に答えよ。

(a) 電流 \dot{I}_1 [A] 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) $20.00 \angle -\frac{\pi}{3}$

(2) $20.00 \angle -\frac{\pi}{6}$

(3) $16.51 \angle -\frac{\pi}{6}$

(4) $11.55 \angle -\frac{\pi}{3}$

(5) $11.55 \angle -\frac{\pi}{6}$

(b) 電流 \dot{I}_{ab} [A] 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。

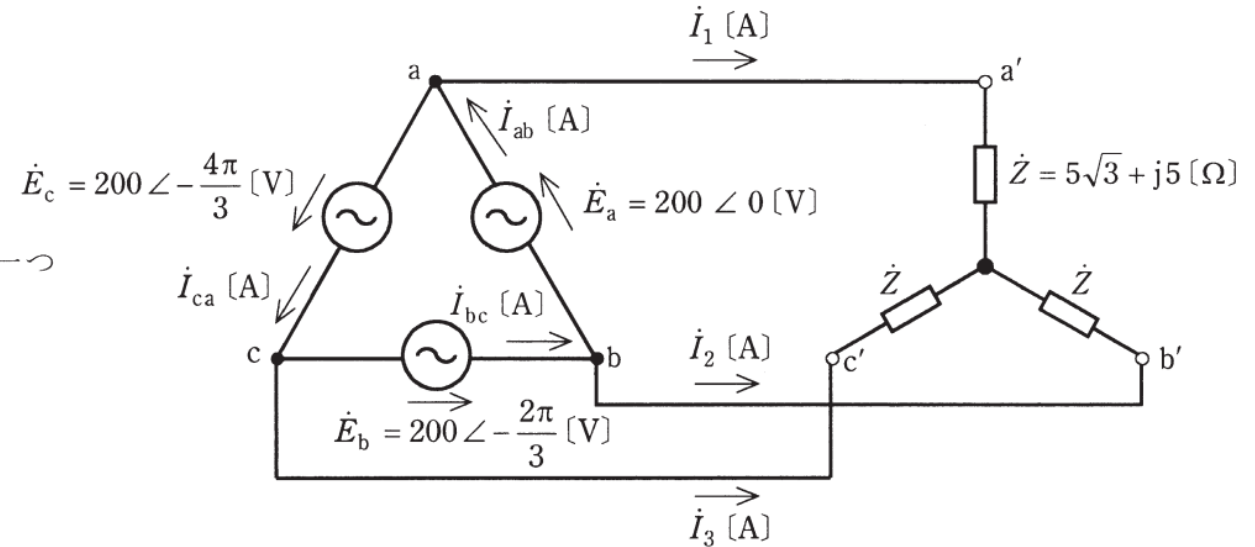
(1) $20.00 \angle -\frac{\pi}{6}$

(2) $11.55 \angle -\frac{\pi}{3}$

(3) $11.55 \angle -\frac{\pi}{6}$

(4) $6.67 \angle -\frac{\pi}{3}$

(5) $6.67 \angle -\frac{\pi}{6}$



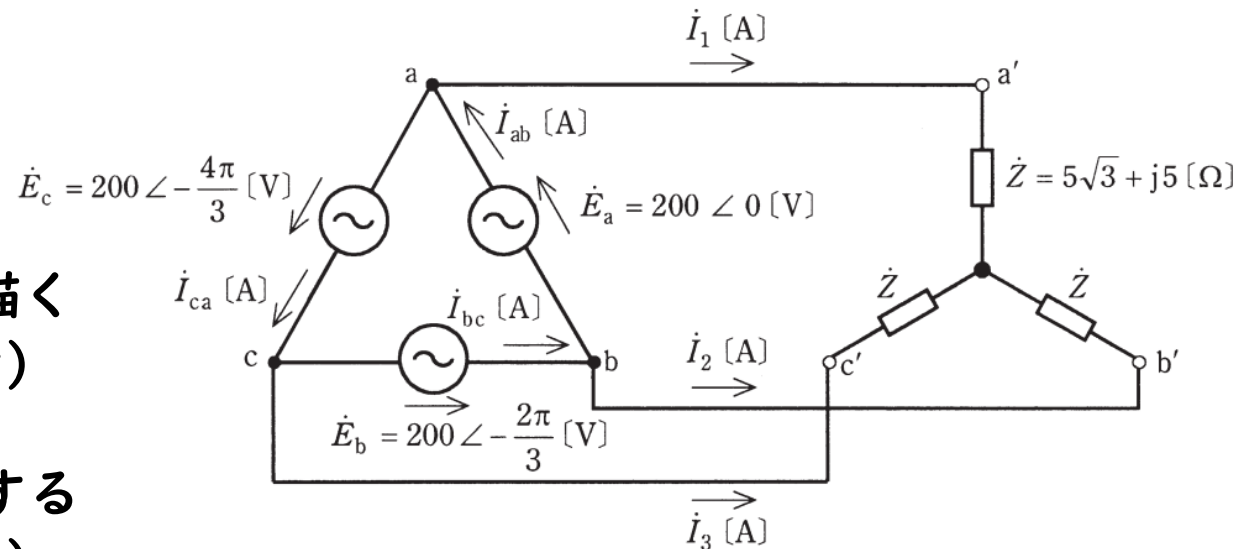
導出のポイント

1. 線間電圧 E_a から相電圧 e_a を求める

2. 単相回路から電流 I_1 を求める (線電流)

3. 線間電圧 E_a 、相電圧、電流 I_1 のベクトル図を描く
(線間電圧は相電圧の $\sqrt{3}$ 倍で 30° 位相が進む)

4. 電流 I_1 と電流 I_{ab} の関係をベクトル図に追加する
(線電流は相電流の $\sqrt{3}$ 倍で 30° 位相が遅れる)
→ (相電流は線電流の $1/\sqrt{3}$ 倍で 30° 位相が進む)



(a) 電流 I_1 [A] 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) $20.00 \angle -\frac{\pi}{3}$

(2) $20.00 \angle -\frac{\pi}{6}$

(3) $16.51 \angle -\frac{\pi}{6}$

(4) $11.55 \angle -\frac{\pi}{3}$

(5) $11.55 \angle -\frac{\pi}{6}$

(b) 電流 I_{ab} [A] 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) $20.00 \angle -\frac{\pi}{6}$

(2) $11.55 \angle -\frac{\pi}{3}$

(3) $11.55 \angle -\frac{\pi}{6}$

(4) $6.67 \angle -\frac{\pi}{3}$

(5) $6.67 \angle -\frac{\pi}{6}$

H24 問16

問16 図のように、相電圧 200 [V] の対称三相交流電源に、複素インピーダンス

$\dot{Z} = 5\sqrt{3} + j5$ [Ω] の負荷が Y 結線された平衡三相負荷を接続した回路がある。

次の(a)及び(b)の問に答えよ。

(a) 電流 \dot{I}_1 [A] 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) $20.00 \angle -\frac{\pi}{3}$

(2) $20.00 \angle -\frac{\pi}{6}$

(3) $16.51 \angle -\frac{\pi}{6}$

(4) $11.55 \angle -\frac{\pi}{3}$

(5) $11.55 \angle -\frac{\pi}{6}$

(b) 電流 \dot{I}_{ab} [A] 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。

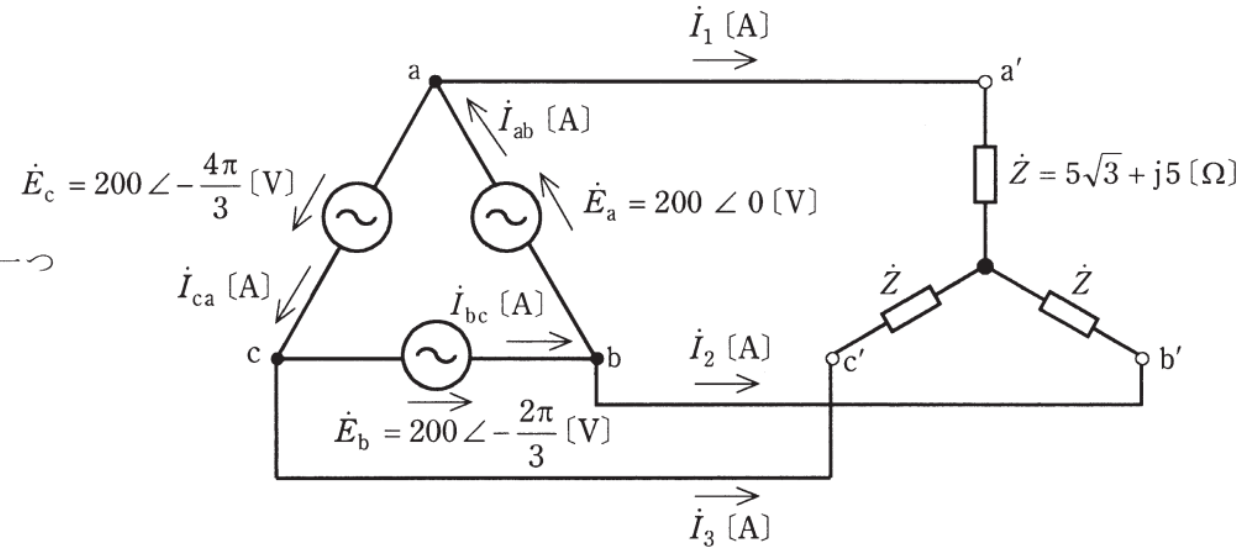
(1) $20.00 \angle -\frac{\pi}{6}$

(2) $11.55 \angle -\frac{\pi}{3}$

(3) $11.55 \angle -\frac{\pi}{6}$

(4) $6.67 \angle -\frac{\pi}{3}$

(5) $6.67 \angle -\frac{\pi}{6}$



ご聴講ありがとうございました!!