

電験どうでしょう管理人
KWG presents

電験オンライン塾

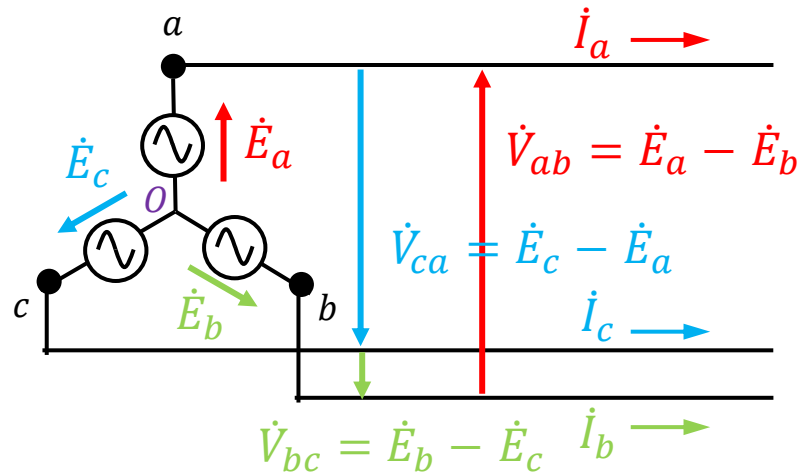
第5回 三相交流

~V結線~

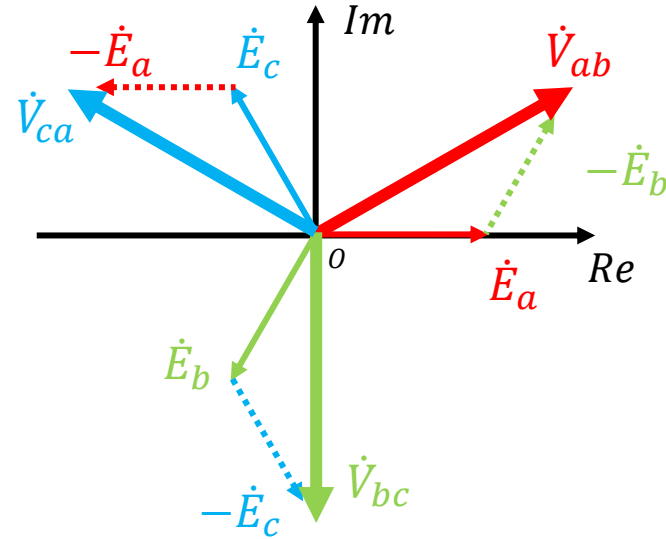
2022.01.15 Sat

三相交流のベクトル(まとめ)

Y結線

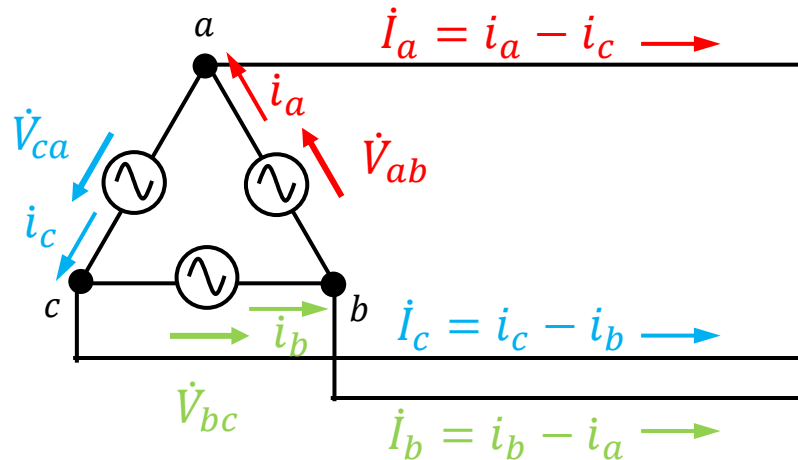


電圧のベクトル

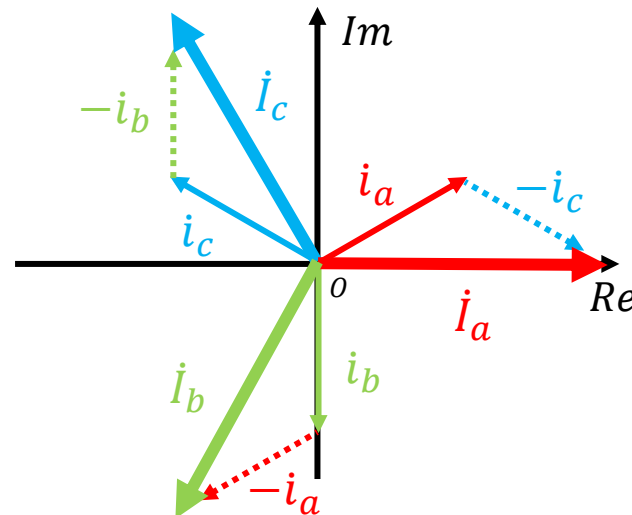


線電流 = 相電流
線間電圧 = $\sqrt{3}$ × 相電圧
線間電圧は相電圧より
位相が 30° 進む

Δ結線



電流のベクトル

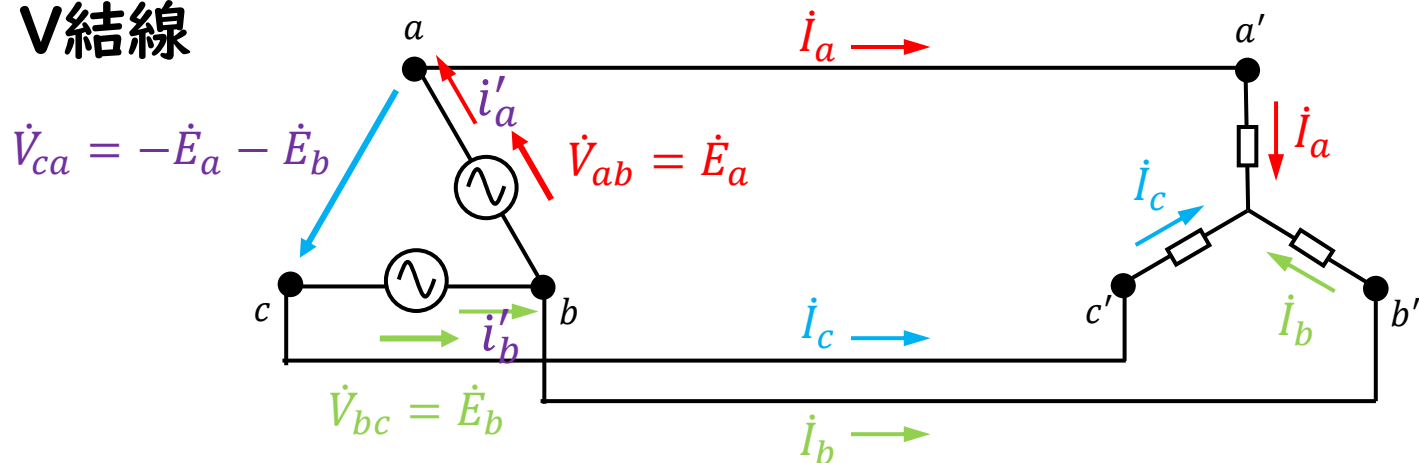


線間電圧 = 相電圧
線電流 = $\sqrt{3}$ × 相電流
線電流は相電流より
位相が 30° 遅れる
(相電流は線電流より
位相が 30° 進む)

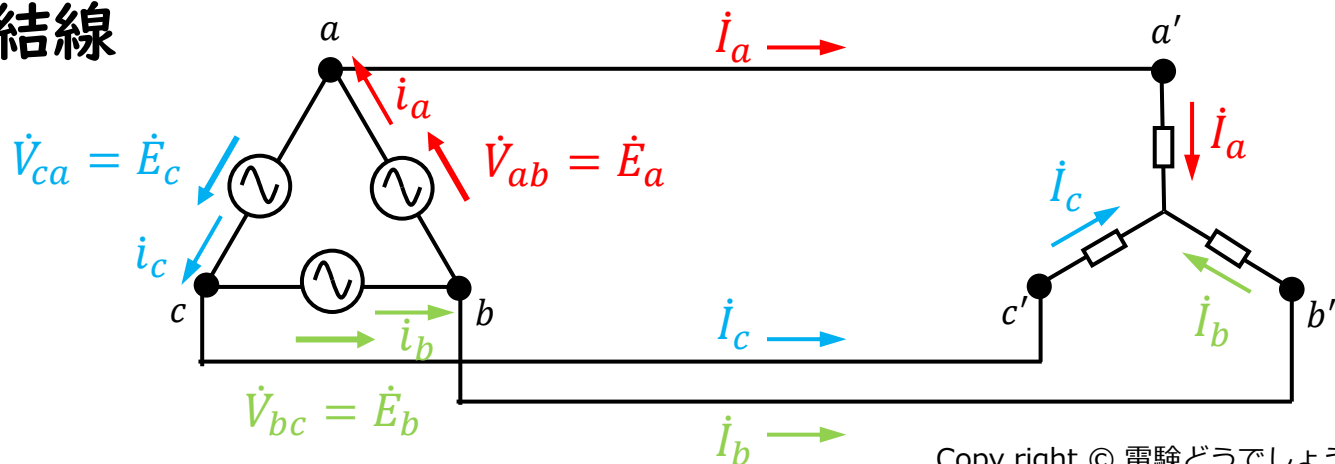
V結線の基本特性

V結線とは2台の単相変圧器を使用し、三相交流を実現する電源の方式のこと
 三相結線のΔ結線と同様の働きをする

V結線



Δ結線

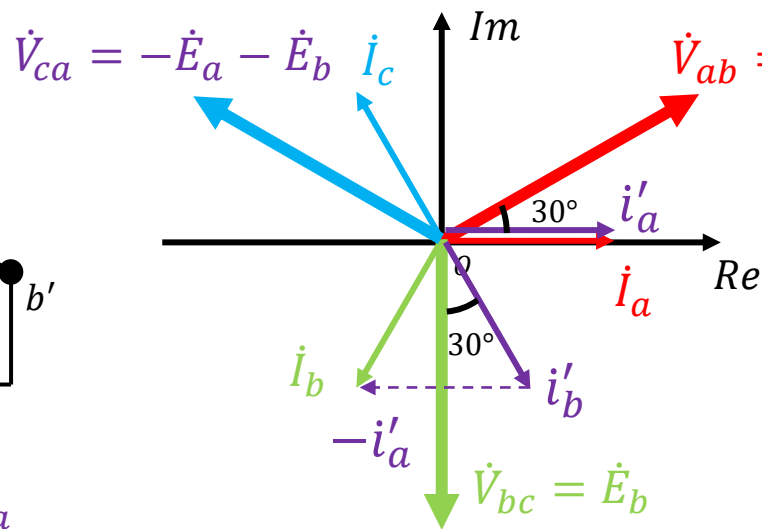
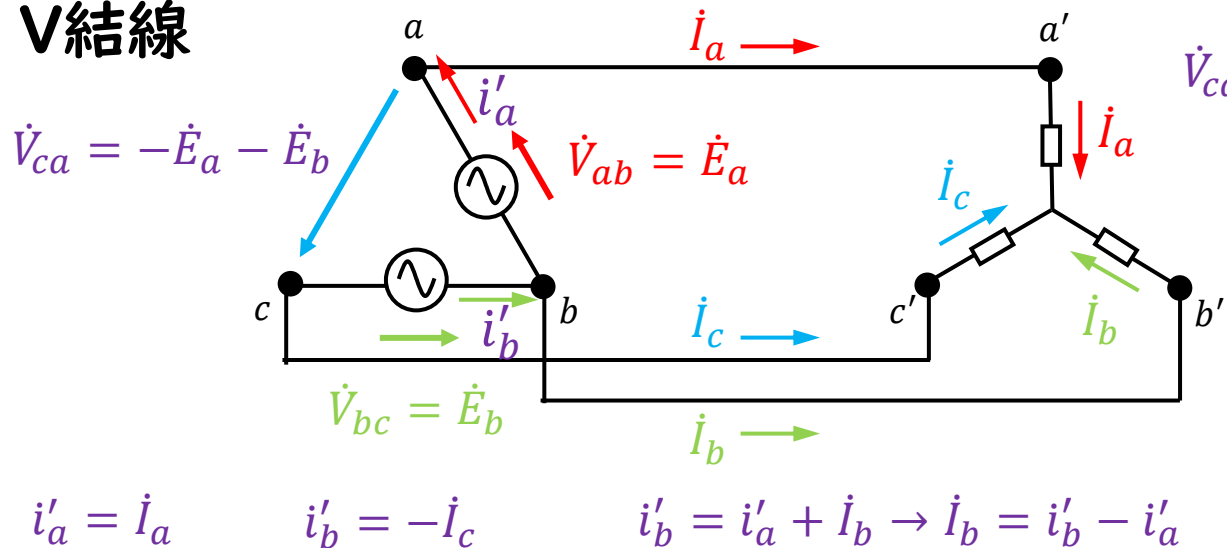


電流/電圧		V結線	Δ結線
電源側	線間電圧	同じ	同じ
	相電圧	同じ	同じ
	相電流	異なる	異なる
送電線	線電流	同じ	同じ
負荷側	線間電圧	同じ	同じ
	相電圧	同じ	同じ
	相電流	同じ	同じ

電力	V結線	Δ結線
変圧器の数	2個	3個
変圧器の合計容量 S	$2E_a I_a$	$3E_a i_a$
最大出力 P_{max}	$\sqrt{3}E_a I_a$	$3E_a i_a$
利用率 $P_{max}/S \times 100[\%]$	86.5 %	100 %

V結線のベクトル図

V結線



電源側相電圧と相電流の間に30°の位相差があるため
最大出力は $\sqrt{3}S$
(S は変圧器1台の電力容量)

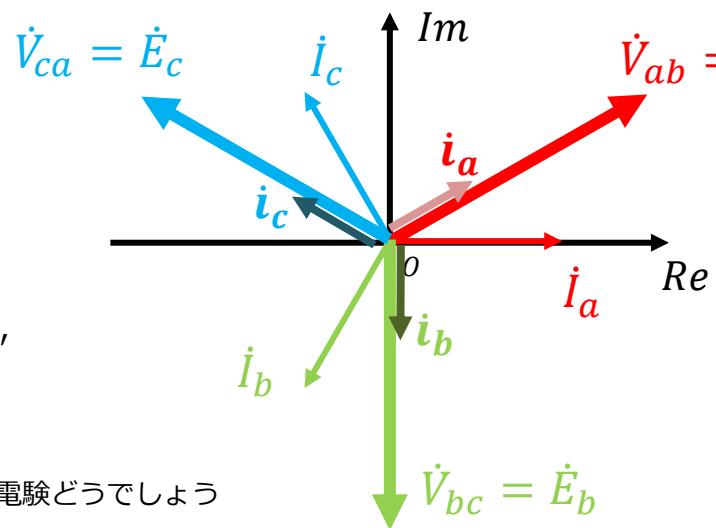
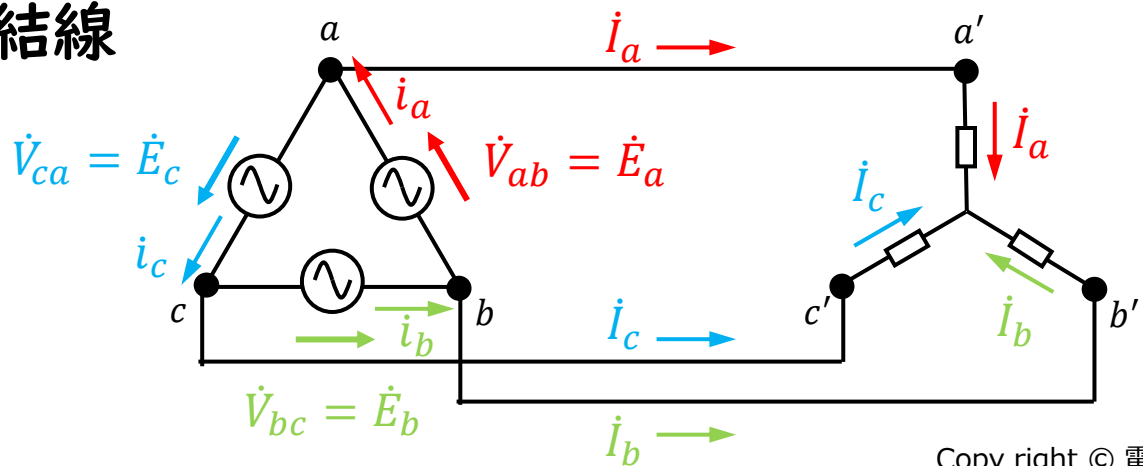
$$S = E_a I_a \quad P = S \cos 30^\circ$$

$$P_{max} = 2P = 2S \cos 30^\circ$$

$$= 2S \times \frac{\sqrt{3}}{2} = \sqrt{3}S$$

$$\therefore P_{max} = \sqrt{3}S$$

Δ結線



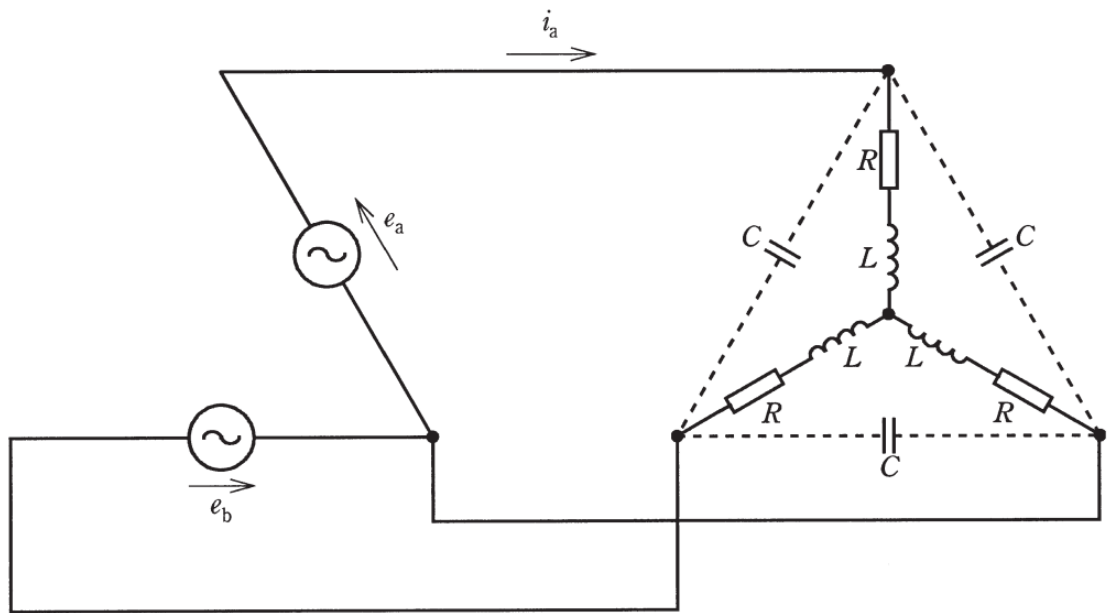
電源側相電圧と相電流の間に位相差はなく
最大出力は $3S$
(S は変圧器1台の電力容量)

$$S = E_a i_a \quad P = S$$

$$\therefore P_{max} = 3S$$

H27 問17

問17 図のような V 結線電源と三相平衡負荷とからなる平衡三相回路において、
 $R = 5\Omega$, $L = 16\text{mH}$ である。また、電源の線間電圧 e_a [V] は、時刻 t [s] に
 において $e_a = 100\sqrt{6}\sin(100\pi t)$ [V] と表され、線間電圧 e_b [V] は e_a [V] に対して
 振幅が等しく、位相が 120° 遅れている。ただし、電源の内部インピーダンス
 は零である。このとき、次の(a)及び(b)の間に答えよ。



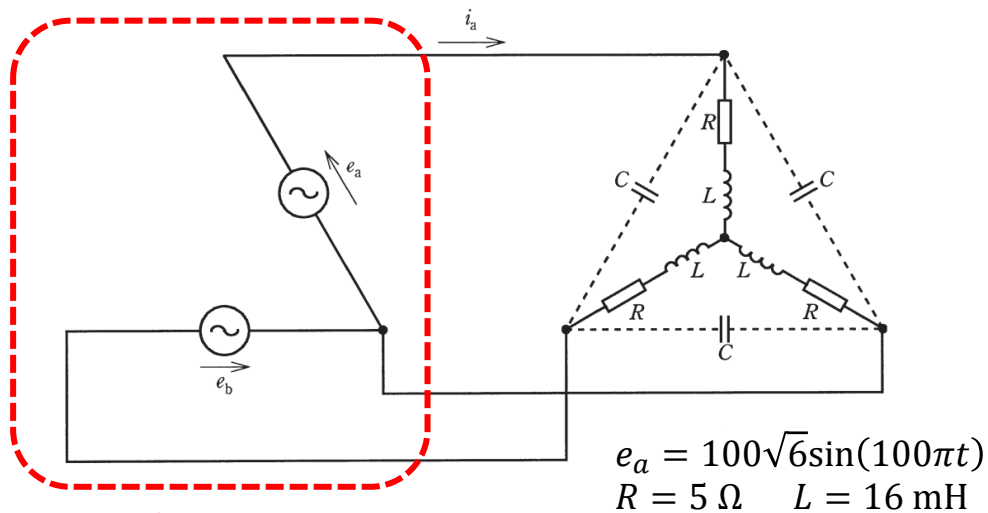
(a) 図の点線で示された配線を切断し、3 個のコンデンサを三相回路から切り
 離れたとき、三相電力 P の値 [kW] として、最も近いものを次の(1)～(5)の
 うちから一つ選べ。

- (1) 1 (2) 3 (3) 6 (4) 9 (5) 18

(b) 点線部を接続することによって同じ特性の 3 個のコンデンサを接続した
 ところ、 i_a の波形は e_a の波形に対して位相が 30° 遅れていた。このときの
 コンデンサ C の静電容量の値 [F] として、最も近いものを次の(1)～(5)の
 うちから一つ選べ。

- (1) 3.6×10^{-5} (2) 1.1×10^{-4} (3) 3.2×10^{-4}
 (4) 9.6×10^{-4} (5) 2.3×10^{-3}

導出のポイント (設問a)



△結線と考えてよい

e_a の実効値 = $100\sqrt{3}$
角周波数 $\omega = 100\pi$

(a) 図の点線で示された配線を切断し、3個のコンデンサを三相回路から切り離したとき、三相電力 P 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。

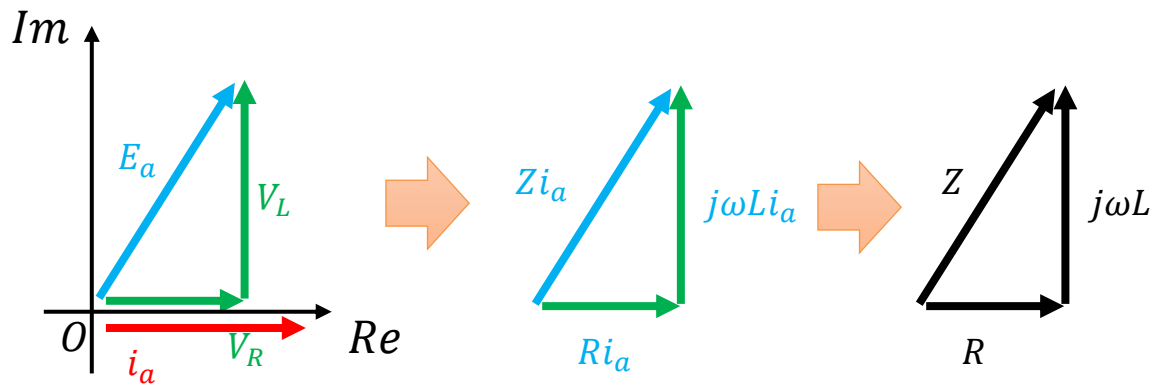
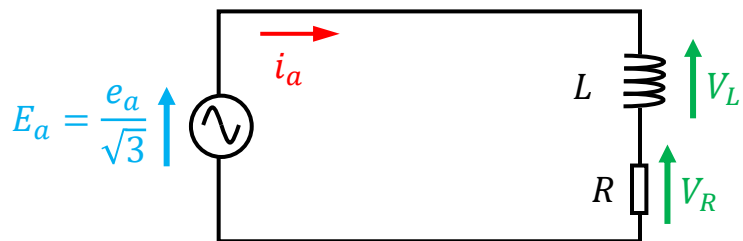
i_a を求める

$$i_a = \frac{E_a}{Z} = \frac{e_a/\sqrt{3}}{\sqrt{R^2 + \omega^2 L^2}} = \frac{100\sqrt{3}}{\sqrt{3}} \times \frac{1}{\sqrt{5^2 + (2\pi \times 50 \times 16 \times 10^{-3})^2}} = 14.1 \text{ A}$$

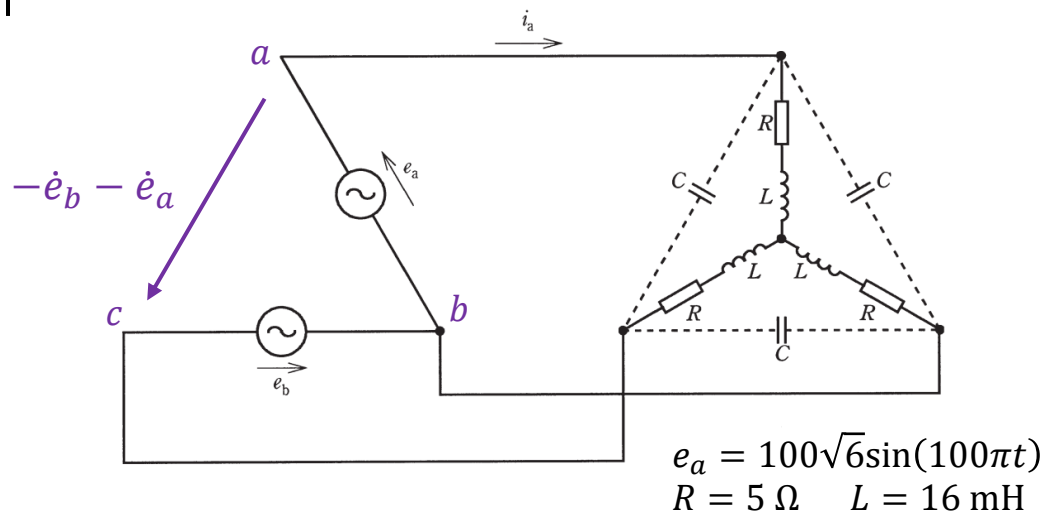
P を求める

$$P = 3Ri_a^2 = 3 \times 5 \times 14.1^2 = 2986 = 3 \text{ kW}$$

単相回路

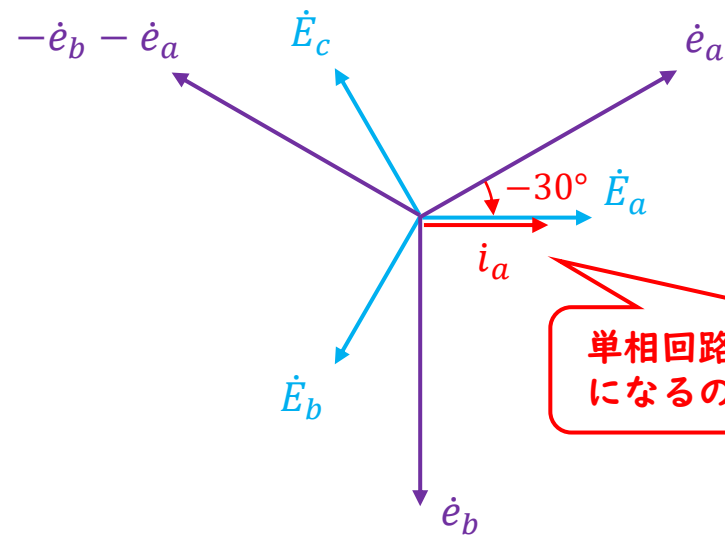


導出のポイント (設問b)



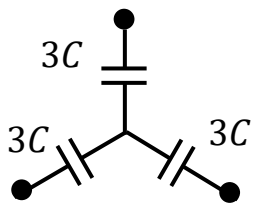
e_a の実効値 = $100\sqrt{3}$
 角周波数 $\omega = 100\pi$

(b) 点線部を接続することによって同じ特性の 3 個のコンデンサを接続したところ、 i_a の波形は e_a の波形に対して位相が 30° 遅れていた。このときのコンデンサ C の静電容量の値 [F] として、最も近いものを次の (1) ~ (5) のうちから一つ選べ。

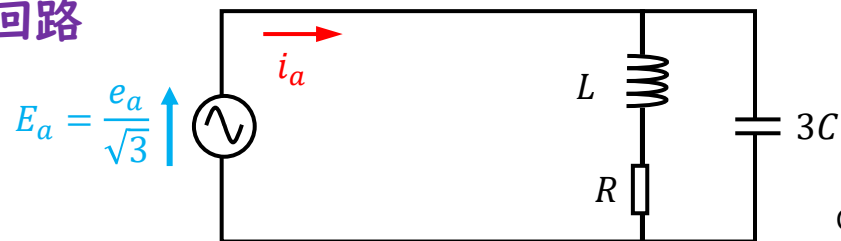


コンデンサ部分を Δ -Y変換

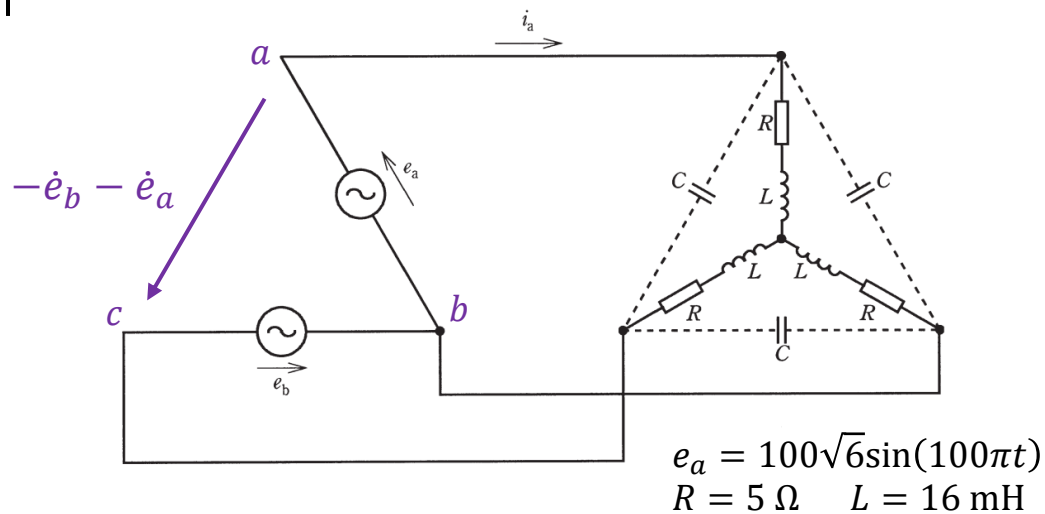
Y結線に変換するとインピーダンスは $1/3$ 倍になるので、 C は3倍になる



単相回路



導出のポイント (設問b)



$$e_a = 100\sqrt{6}\sin(100\pi t)$$

$$R = 5 \Omega \quad L = 16 \text{ mH}$$

e_a の実効値 = $100\sqrt{3}$
角周波数 $\omega = 100\pi$

(b) 点線部を接続することによって同じ特性の3個のコンデンサを接続したところ、 i_a の波形は e_a の波形に対して位相が 30° 遅れていた。このときのコンデンサ C の静電容量の値 [F]として、最も近いものを次の(1)~(5)のうちから一つ選べ。

1/Zの式を作る

$$\frac{1}{Z} = \frac{1}{R + j\omega L} + j3\omega C = \frac{R - j\omega L}{R^2 + \omega^2 L^2} + j3\omega C$$

$$= \frac{R - j\omega L}{R^2 + \omega^2 L^2} + j \left(3\omega C - \frac{\omega L}{R^2 + \omega^2 L^2} \right)$$

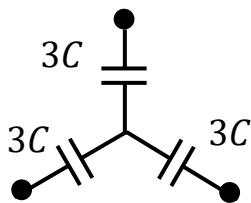
虚数成分が0になるとき、
力率が1となる

$$3\omega C - \frac{\omega L}{R^2 + \omega^2 L^2} = 0 \rightarrow C = \frac{L}{3(R^2 + \omega^2 L^2)}$$

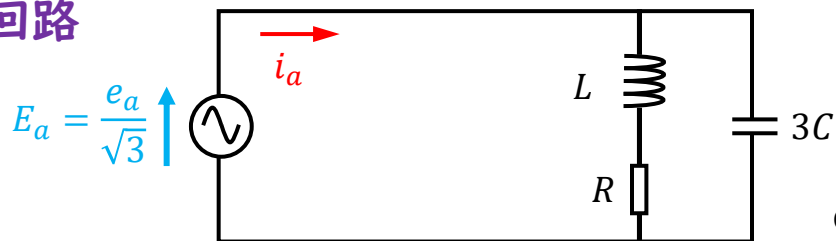
$$C = \frac{16 \times 10^{-3}}{3(5^2 + (100\pi \times 16 \times 10^{-3})^2)} = 1.1 \times 10^{-4} \text{ F}$$

コンデンサ部分を Δ -Y変換

Y結線に変換するとインピーダンスは
1/3倍になるので、 C は3倍になる

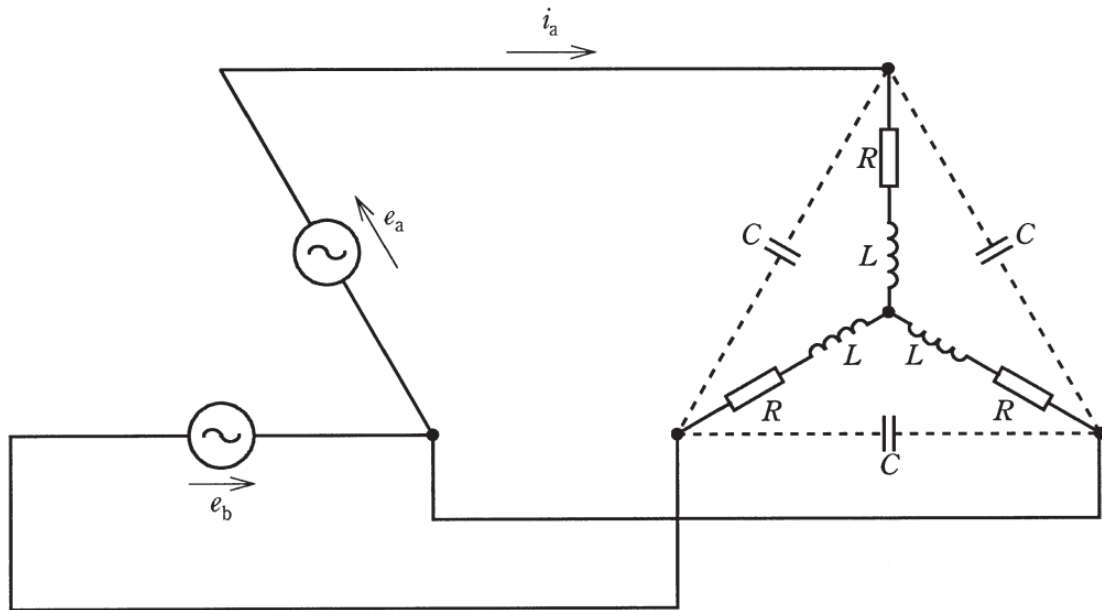


単相回路



H27 問17

問17 図のような V 結線電源と三相平衡負荷とからなる平衡三相回路において、 $R = 5\Omega$ 、 $L = 16\text{mH}$ である。また、電源の線間電圧 e_a [V] は、時刻 t [s] において $e_a = 100\sqrt{6}\sin(100\pi t)$ [V] と表され、線間電圧 e_b [V] は e_a [V] に対して振幅が等しく、位相が 120° 遅れている。ただし、電源の内部インピーダンスは零である。このとき、次の (a) 及び (b) の間に答えよ。



(a) 図の点線で示された配線を切断し、3 個のコンデンサを三相回路から切り離したとき、三相電力 P 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 (2) 3 (3) 6 (4) 9 (5) 18

(b) 点線部を接続することによって同じ特性の 3 個のコンデンサを接続したところ、 i_a の波形は e_a の波形に対して位相が 30° 遅れていた。このときのコンデンサ C の静電容量の値 [F] として、最も近いものを次の (1) ~ (5) のうちから一つ選べ。

- (1) 3.6×10^{-5} (2) 1.1×10^{-4} (3) 3.2×10^{-4}
 (4) 9.6×10^{-4} (5) 2.3×10^{-3}

ご聴講ありがとうございました
ございました!!