

4.5 抵抗回路 (p.58)

17ME:04-19

電源電圧 $e = V_0 \sin \omega t$... _____

(角周波数 $\omega = 2\pi f$ ただし, f : 周波数 Hz)

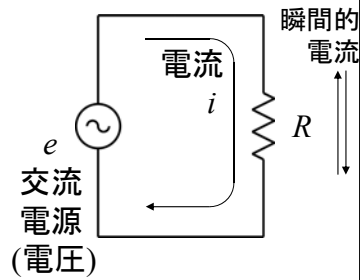
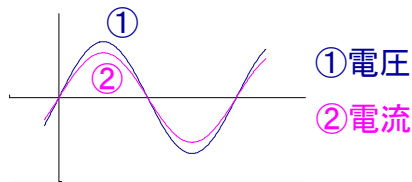
インピーダンス $Z = R$ [Ω]

(交流回路における抵抗分)

電流 $i = \frac{e}{Z} = \frac{e}{R}$

$i = \frac{V_0}{R} \sin \omega t$... _____ 交流電流

電流は電圧と _____



4.6 抵抗とコイルの回路 (p.60)

04-20

誘導性リアクタンス $X = j\omega L$ [Ω]

L : コイルのインダクタンス [H]

複素インピーダンス : \dot{Z} (ドットは複素ベクトルであることを示す。以下省略。)

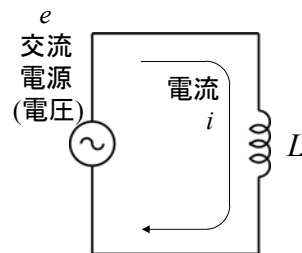
$Z = j\omega L$ [Ω]

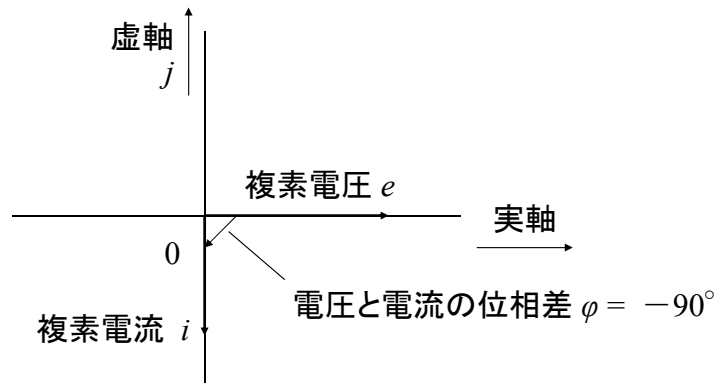
電流

$$i = \frac{e}{Z} = \frac{e}{j\omega L}$$

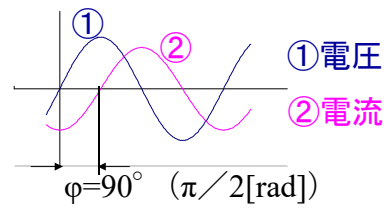
$$= -j \frac{e}{\omega L}$$

※ 複素数表示は、電源が正弦波の場合に限る



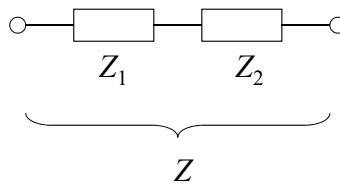


電流は、電圧より 90° 位相が
(遅相回路)



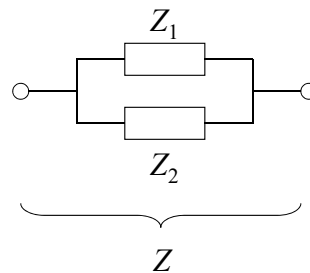
○直列接続

$$Z = Z_1 + Z_2$$



○並列接続

$$\frac{1}{Z} = \frac{1}{Z_1} + \frac{1}{Z_2}$$



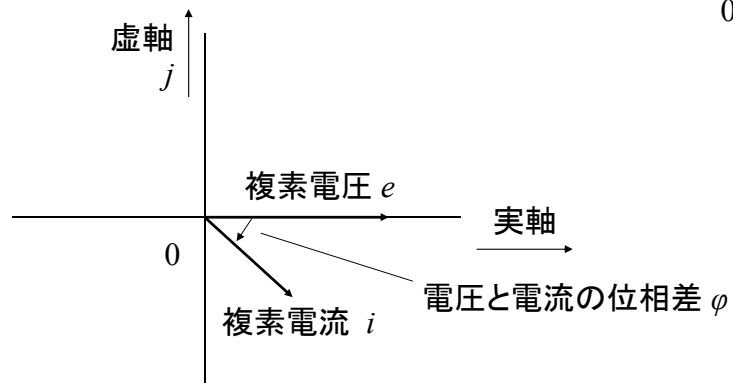
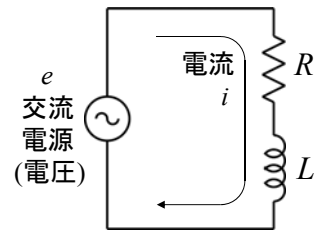
複素インピーダンス

$$Z = R + j\omega L \quad [\Omega]$$

電流

$$i = \frac{e}{Z} = \frac{e}{R + j\omega L}$$

$$= \frac{e}{R^2 + \omega^2 L^2} (R - j\omega L)$$



位相

$$\varphi = \text{Tan}^{-1} \left(\frac{\omega L}{R} \right)$$

だけ、電流は電圧より位相が遅れる

4.7 抵抗とコンデンサの回路 (p.63)

ME:04-25

容量性リアクタンス $X = \frac{1}{j\omega C}$ [Ω]

C : コンデンサの静電容量 [F]

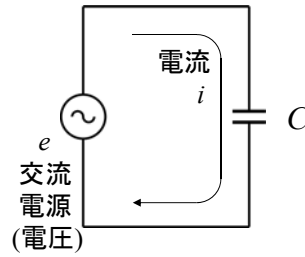
複素インピーダンス

$$Z = \frac{1}{j\omega C} = -j \frac{1}{\omega C} \text{ [Ω]}$$

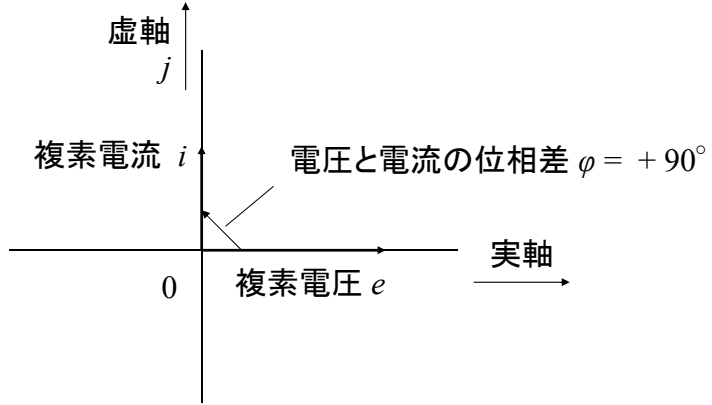
電流

$$i = \frac{e}{Z} = \frac{e}{\frac{1}{j\omega C}}$$

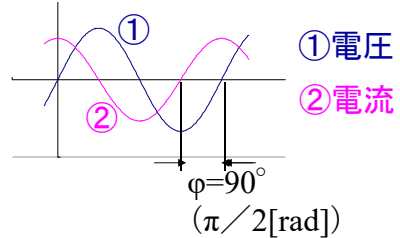
$$= j\omega C \cdot e$$



04-26



電流は、電圧より 90° 位相が _____。
(進相回路)



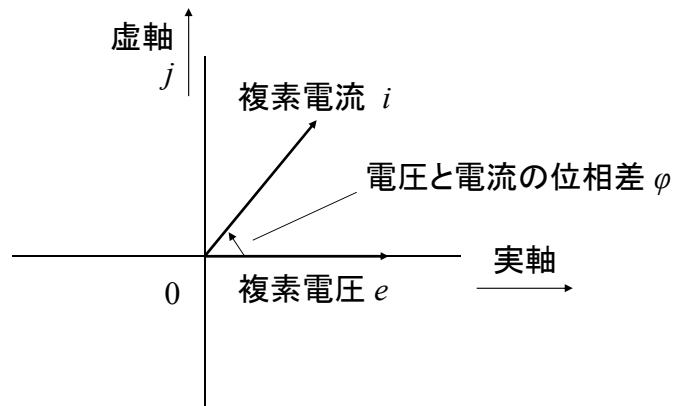
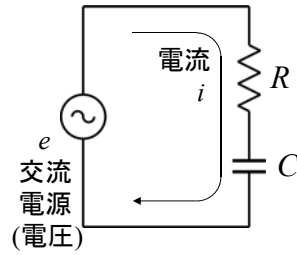
複素インピーダンス

$$Z = R + \frac{1}{j\omega C} = R - j\frac{1}{\omega C} \quad [\Omega]$$

電流

$$i = \frac{e}{Z} = \frac{e}{R - j\frac{1}{\omega C}}$$

$$= \frac{e \left[R + j\frac{1}{\omega C} \right]}{\left[R - j\frac{1}{\omega C} \right] \left[R + j\frac{1}{\omega C} \right]} = \frac{e}{R^2 + \frac{1}{\omega^2 C^2}} \left[R + j\frac{1}{\omega C} \right]$$



位相

$$\varphi = \text{Tan}^{-1} \left(-\frac{1}{R\omega C} \right)$$

だけ, 電流は電圧より位相が進む

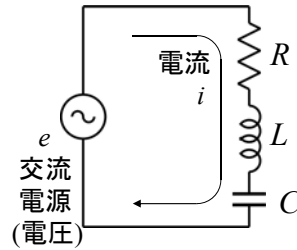
4.8 RLC直列回路 (p.66)

04-29

複素インピーダンス

$$\begin{aligned}
 Z &= R + j\omega L + \frac{1}{j\omega C} \\
 &= R + j \left(\omega L - \frac{1}{\omega C} \right) \quad [\Omega]
 \end{aligned}$$

\downarrow $\underbrace{\hspace{4em}}$
 実部 虚部



04-30

$$\begin{aligned}
 i &= \frac{e}{Z} = \frac{e}{R + j\left(\omega L - \frac{1}{\omega C}\right)} \\
 &= \frac{e \left[R - j\left(\omega L - \frac{1}{\omega C}\right) \right]}{\left[R + j\left(\omega L - \frac{1}{\omega C}\right) \right] \left[R - j\left(\omega L - \frac{1}{\omega C}\right) \right]} \\
 &= \frac{e \left[R - j\left(\omega L - \frac{1}{\omega C}\right) \right]}{R^2 + \left(\omega L - \frac{1}{\omega C}\right)^2} = \frac{e \left[R + j\left(\frac{1}{\omega C} - \omega L\right) \right]}{R^2 + \left(\omega L - \frac{1}{\omega C}\right)^2}
 \end{aligned}$$

位相差

$$\varphi = \tan^{-1} \left(\frac{\frac{1}{\omega C} - \omega L}{R} \right)$$

だけ、電流は電圧より位相が進む
(ϕ が負の時は遅れることを意味する)

L と C の値により、電流は電圧より進む場合と遅れる場合がある

インピーダンスの大きさ $|Z| = \sqrt{(\text{実部})^2 + (\text{虚部})^2}$

$$|Z| = \sqrt{R^2 + \left(\omega L - \frac{1}{\omega C}\right)^2} \quad [\Omega]$$

電圧の大きさ $|e|$, 電流の大きさ $|i|$ とすると,

$$|i| = \frac{|e|}{|Z|}$$

$|e|$, $|i|$, はいずれも一般に実効値を用いる

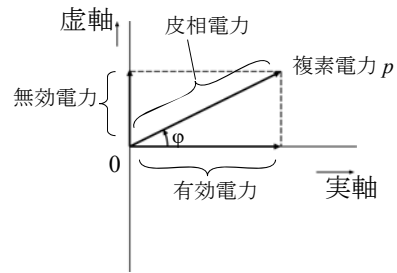
4.9 交流電力と力率 (p.69)

04-33

$$p = e \cdot i = Z \cdot i^2 = \frac{e^2}{Z}$$

電圧 e , 電流 i , インピーダンス Z は
すべて複素表示を用いる

→ 結果の p も複素数: 複素電力



複素電力 → 有効電力[W], 皮相電力[VA], 無効電力[var]

力率: $\cos \varphi$

皮相電力 $S = |e| |i|$ [VA]

有効電力 $P = S \cos \varphi =$ [W]

無効電力 $Q = S \sin \varphi =$ [var]

04-34



図4-21 力率計 (p.71)