電力回路

第8回目

多相交流回路の基礎

ACとDC（交流と直流）

- 直流（DC=Direct Current）
  - 電圧と電流が一定
    - 電圧・電流の変換が面倒
      - 3年生配当パワエレで勉強！
  - 電圧差で電力潮流が決まる

- 交流（AC=Alternating Current）
  - 電圧・電流が交番
    - 電圧・電流の変換が容易
      - 変圧器
  - 直流発電機に比べ交流発電機の方がシンプルな構造で高効率（一般的に）
  - 電力潮流に周波数・位相が関与(60/50Hz)

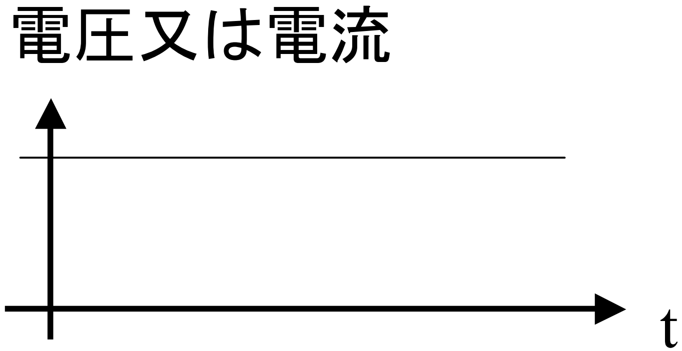

図1　直流波形

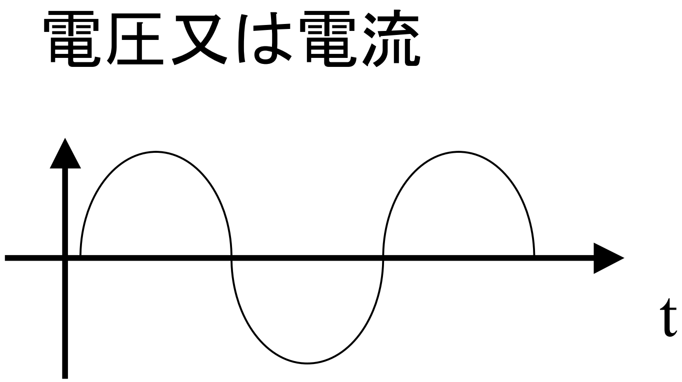

図2　交流波形

三相交流

- 特長
  - 伝送電力の瞬時値が一定
    - 平衡と不平衡状態がある
  - 回転磁界を容易に発生できる
    - 電気機器で習う
  - 伝送容量が大きい（三相三線式）
- 方式と用途
  - 単相二線式
    - 小電力機器
  - 単相三線式
    - 温水器，IH調理器具
  - 三相
    - 電力系統
    - 電動機

三相交流

- 伝送電力の瞬時値が一定
  - 三相電圧（相の対地電圧）・電流

$$\begin{cases} v_a(t) = V\sin\omega t \\ v_b(t) = V\sin\left(\omega t - \frac{2}{3}\pi\right) \\ v_c(t) = V\sin\left(\omega t + \frac{2}{3}\pi\right) \end{cases} \quad \begin{cases} i_a(t) = I\sin(\omega t + \theta) \\ i_b(t) = I\sin\left(\omega t + \theta - \frac{2}{3}\pi\right) \\ i_c(t) = I\sin\left(\omega t + \theta + \frac{2}{3}\pi\right) \end{cases}$$

A相電圧基準

  - 瞬時電力

$$\begin{aligned} p(t) &= v_a(t)i_a(t) + v_b(t)i_b(t) + v_c(t)i_c(t) \\ &= \frac{3}{2}VI\cos\theta \end{aligned}$$

三相交流

- 伝送容量(Vは線間電圧実効値)

		一条当りの伝送容量	比率
– 単相二線式			
• 伝送容量	$VI\cos\theta$		
• 条数2 → 一条当りの伝送容量		$\frac{1}{2}VI\cos\theta$	1
– 単相三線式			
• 伝送容量	$2VI\cos\theta$		
• 条数3 → 一条当りの伝送容量		$\frac{2}{3}VI\cos\theta$	4/3
– 三相三線式			
• 伝送容量	$\sqrt{3}VI\cos\theta$		
• 条数3 → 一条当りの伝送容量		$\frac{1}{\sqrt{3}}VI\cos\theta$	$2/\sqrt{3}$
– 三相四線式			
• 伝送容量	$\sqrt{3}VI\cos\theta$		
• 条数4 → 一条当りの伝送容量		$\frac{\sqrt{3}}{4}VI\cos\theta$	$\sqrt{3}/2$
– 対称n相n線式			
• 伝送容量	$\frac{n}{2}VI\cos\theta$		
• 条数n → 一条当りの伝送容量		$\frac{1}{2}VI\cos\theta$	1
– 直流方式			
• 伝送容量	VI	$\frac{1}{2}VI$	1
• 条数n → 一条当りの伝送容量		ACは実効値なので実質的に2	

電力回路の位置づけ

- 交流回路理論
  - 正弦状に時間変化する緩やかな電気現象を扱う
    - 対象とする回路が線形
    - 周波数一定の正弦波が無限に続く定常状態
      - 回路の状態方程式における解の特殊解
    - 複素平面上のフェーザ形式で表現

$$V = |V|e^{j\theta} = |V|\cos\theta + j|V|\sin\theta$$

$$I = |I|e^{j\varphi} = |I|\cos\varphi + j|I|\sin\varphi$$

- R, L, C要素のインピーダンスも複素平面で表現

$$V = L\frac{d}{dt}I = j\omega LI$$

$$I = C\frac{d}{dt}V = j\omega CV$$

⇨ もう少し詳しく考えてみる

電力回路の位置づけ

- 電力回路で扱う電圧・電流は周期関数
  - 周期T
    $$x(t+T) = x(t)$$
    $$x(t+kT) = x(t) \quad \text{k:整数}$$
    - 基本周波数 $f = 1/T$
    - 基本角周波数 $\omega = 2\pi f$
  - 正弦波電圧（電流）

$$V\sin(\omega t + 2k\pi) = V\sin\omega t$$

⇨ 直流も周期関数の一種

余弦でも同じ

$$V\cos(\omega t + 2k\pi) = V\cos\omega t$$

電力回路の位置づけ

- 正弦波と余弦波の簡便な表現方法
  - 複素平面（直交形式）での表現
    - オイラーの公式

$$e^{j\theta} = \cos\theta + j\sin\theta$$

- L,Cにおけるインピーダンス

$$\dot{V} = L\frac{d}{dt}\dot{I} = L\frac{d}{dt}I\sin\omega t = L\omega I\cos\omega t = L\omega Ij\sin\omega t = j\omega L\dot{I}$$

$$\Rightarrow \quad \dot{V} = \dot{I}X_L \qquad X_L = j\omega L$$

$$\dot{I} = C\frac{d}{dt}\dot{V} = C\frac{d}{dt}V\sin\omega t = C\omega V\cos\omega t = C\omega Vj\sin\omega t = j\omega C\dot{V}$$

$$\Rightarrow \quad \dot{V} = \dot{I}X_C \qquad X_C = \frac{1}{j\omega C}$$