電気電子回路入門

- 山内先生の路線を継承
- スライドはHPに置くのでノート不要？

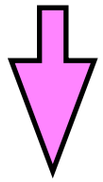
  電磁物性→上田→講義→電気電子回路
- 成績は、出席＋定期試験＋小試験？
- または、レポート？
- 試験は持ち込み可
- 電卓可、携帯不可
- １回補講をする。日程は後で調整

前回のポイント

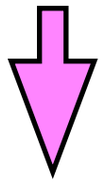
- キルヒホッフの法則から派生した２つの定理（線形回路に限定）
- 重ねの理
  - 複数の電源がある場合、電源１つずつの解の合成で対処できる。
- テブナンの定理
  - 複雑な回路も電源と内部抵抗の等価回路で置き換えられる。
- 回路シミュレーター（PSpice等）の発達により出番があるかどうか？

今日のポイント

- 直流の電力：電圧と電流の積（中学校レベル）



- 交流の電力について
  - 電圧と電流の積の時間平均
  - 交流機器は負荷によって力率が変動する



  - 電力＝皮相電力×力率
- 電力のベクトル表示

7.1　ジュールの法則

- 電気回路の仕事とは？
- 抵抗での仕事：　$I^2 R\, t$　(J)　（ジュール）

（注：$W(= E \times I$　）（ワット）は１秒あたりの仕事率。次項で説明）

１ (cal)＝4.2 (J)なので

抵抗での発熱量：　$0.24\, I^2 R\, t$ (cal)

7.2　直流電力

- 抵抗 R に電流Iが1秒流れるとき為される仕事を電力

（electric power）と云う。単位はW（ワット）

$$P = I^2 R = E\,I = E^2 / R \quad (\mathrm{W}) \qquad (E = I \times R)$$

- 電流がある時間内に行なった仕事の総量を電力量

t を秒で表せば　$W = P \cdot t \quad (\mathrm{Ws})$（ワット秒）

t を時間で表せば $W = P \cdot t \quad (\mathrm{Wh})$

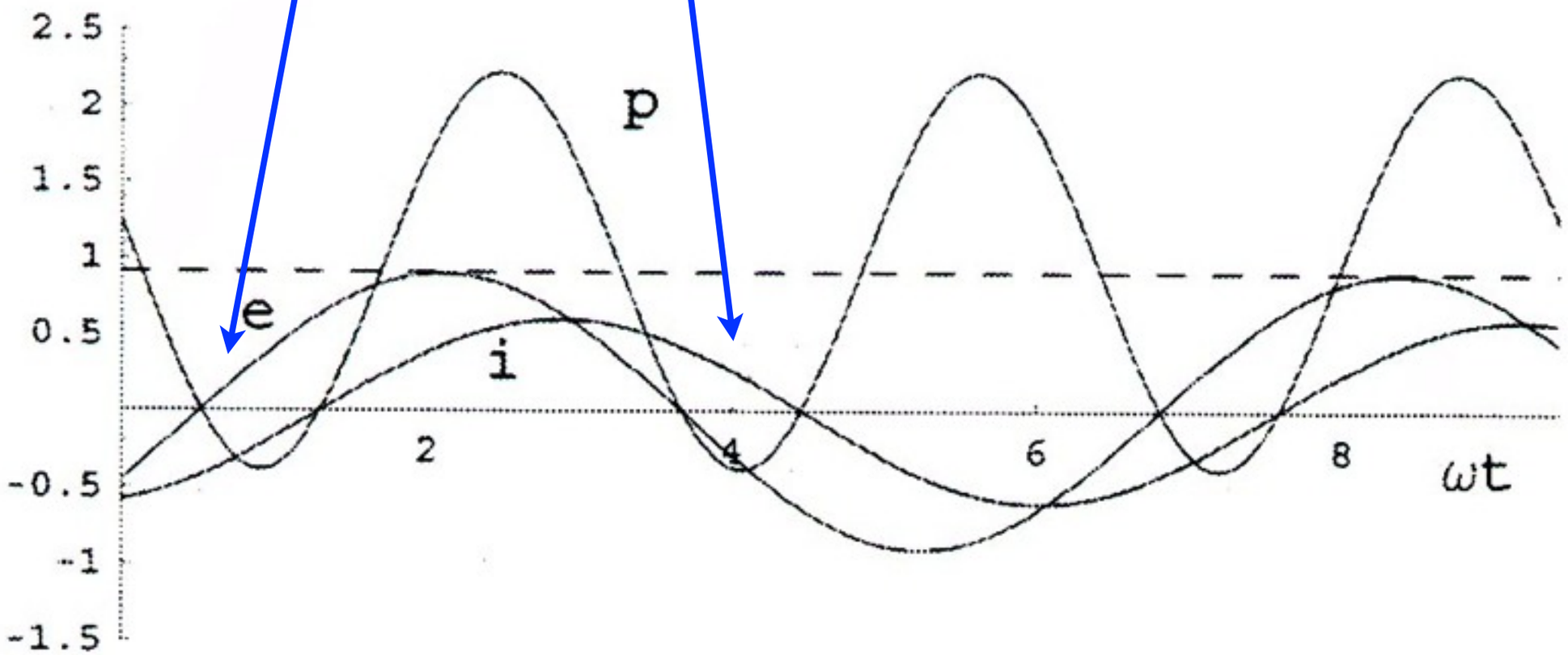
（ワット時　または　ワットアワー）

7.3　交流電力

- 交流は電圧値、電流値が一定でないため、１周期の電力の平均値を求める。平均電力
- 正弦交流電圧及び電流の瞬時値は

$$e = E_m \sin(\omega t - \varphi)$$

$$i = I_m \sin(\omega t - \varphi + \theta)$$



余談（記号の話）

- 物理的な変数はイタリック体で表わす。温度：T
- 単位の文字は立体。m、g、T、etc
- 交流の電圧や電流は小文字のe、iを用いる事が多い。
- 従って、虚数のi、自然対数の底のeと混同しやすいので、わざわざjとεを用いる。

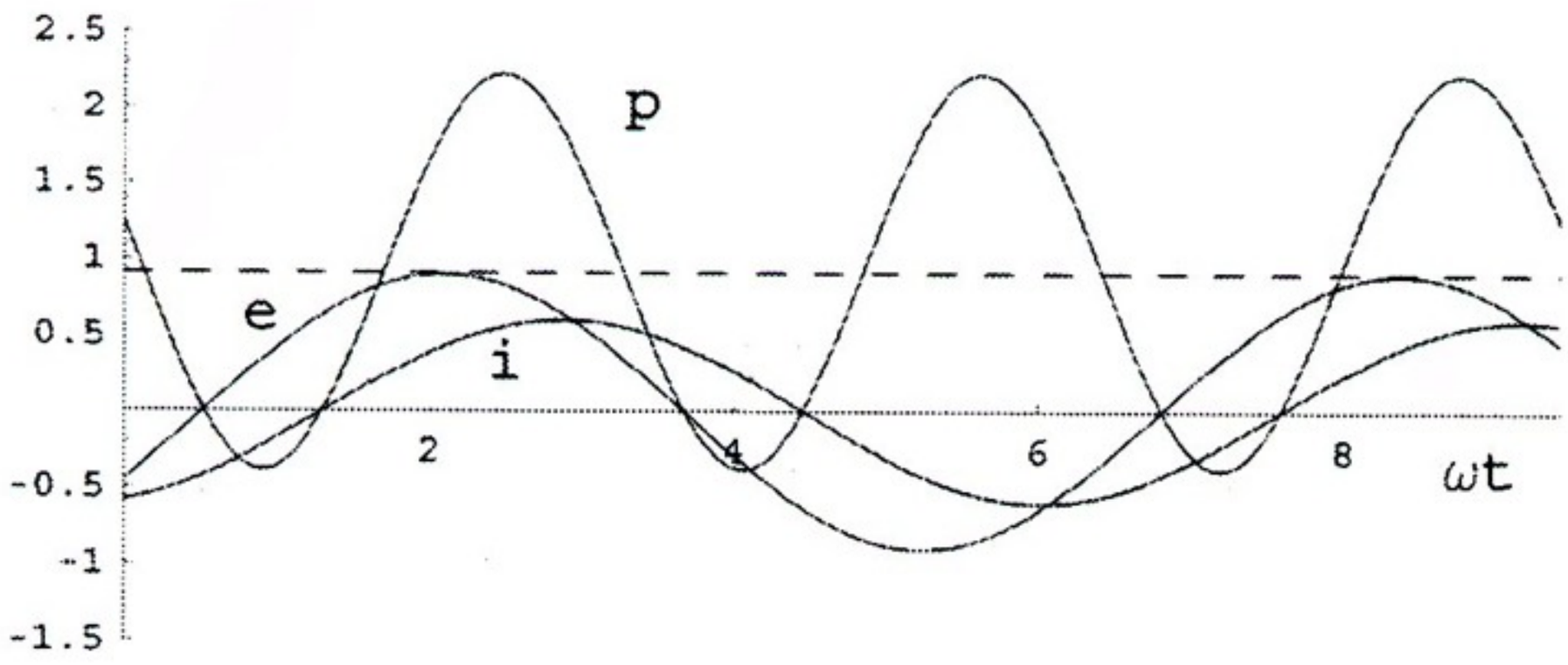
$$\cos(\alpha+\beta)=\cos\alpha\cos\beta-\sin\alpha\sin\beta$$
$$\cos(\alpha-\beta)=\cos\alpha\cos\beta+\sin\alpha\sin\beta$$
$$2\sin\alpha\sin\beta=\cos(\alpha-\beta)-\cos(\alpha+\beta)$$

- 電力の瞬時値 p は

$$p=ei=E_mI_m\sin(\omega t-\varphi)\sin(\omega t-\varphi+\theta)$$
$$=\frac{E_mI_m}{2}\{\cos\theta-\cos(2\omega t-2\varphi+\theta)\}$$
$$=EI\{\cos\theta-\cos(2\omega t-2\varphi+\theta)\}$$

E, I は電圧、電流の実効値

周波数が２倍



- 電圧、電流の実効値 E, I は

$$E = \frac{E_m}{\sqrt{2}}, \quad I = \frac{I_m}{\sqrt{2}}$$

- 平均電力は電力 p を0から T まで平均する $T = \frac{2\pi}{\omega}$

$$p_a = \frac{1}{T}\int_0^T p\,dt = \frac{1}{T}\int_0^T EI\left\{\cos\theta - \cos\left(2\omega t - 2\varphi + \theta\right)\right\} dt$$

$$= EI\cos\theta \quad \begin{cases} p_a = EI & :\theta = 0 \\ p_a = 0 & :\theta = \pi/2 \end{cases}$$

7.4　力率、皮相電力および無効電力

電力：$P_a = EI\cos\theta$　　$\cos\theta$：力率(power factor)

抵抗のみの回路：

$$\theta = 0 \rightarrow \cos\theta = 1$$

純粋なコイル、コンデンサのみの回路：

$$\theta = \pm\pi/2 \rightarrow \cos\theta = 0$$

誘導性インピーダンス：遅れ力率

容量性インピーダンス：進み力率

EI：皮相電力（単位：VA、または、kVA）

(ボルトアンペア、又はブイエー)

力率は負荷によって変動するので、モーター等の交流機器の場合、容量は皮相電力で表わし、消費電力は

消費電力＝皮相電力×力率

で表わす。

有効電力：　$P = EI\cos\theta$ [W]

無効電力：　$Q = EI\sin\theta$ [Var]　（バール）

皮相電力：　$Pa = EI$ [VA]

7.5　電力のベクトル表示

電圧E、電流Iのベクトル表示

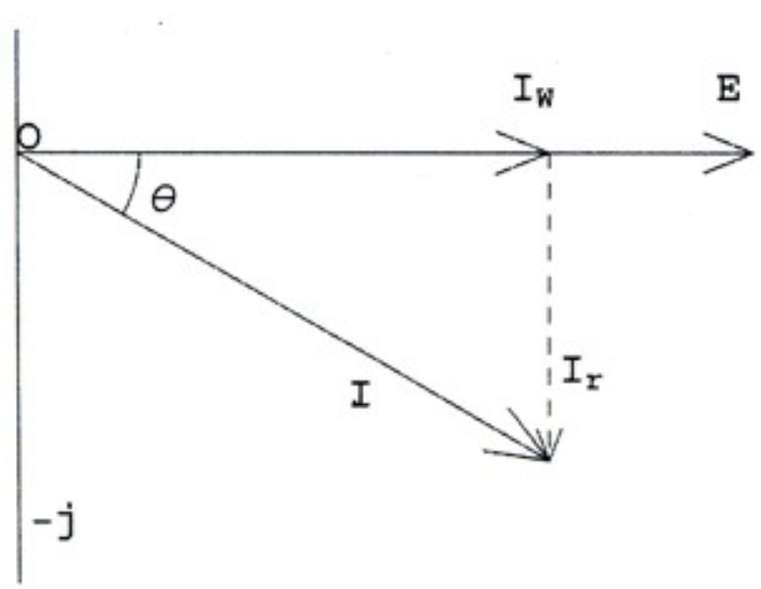
$E=|E|\angle 0°,\ I=|I|\angle -\theta°$

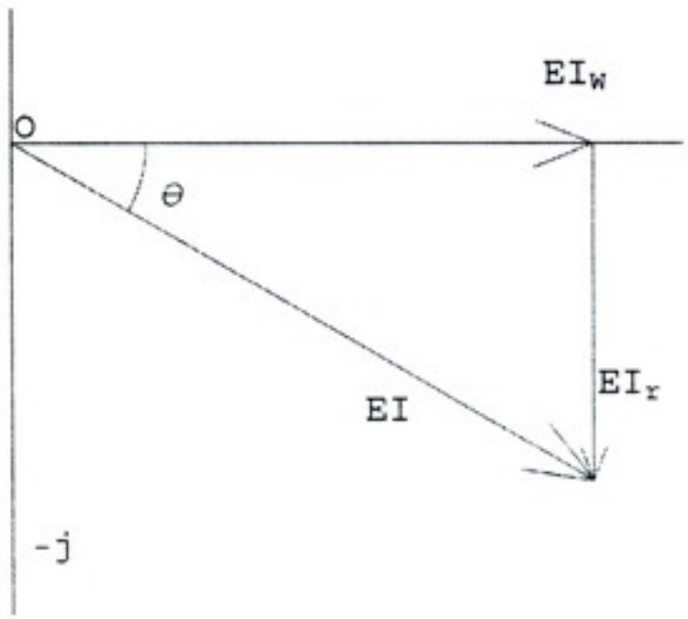
電力Pは電圧ベクトルと電流ベクトルの積

静止ベクトルの場合

$$P=EI=|E||I|\angle -\theta°=|E||I|(\cos\theta - j\sin\theta)$$

有効電力↑　　↑無効電力





回転ベクトルの場合

$E = |E|\varepsilon^{j\alpha}$、$I = |I|\varepsilon^{j(\alpha-\theta)}$　　$\alpha = \omega t$

共役ベクトル $\overline{E} = |E|\varepsilon^{-j\alpha}$ を用いる。

$$P = \overline{E}\,I = |E|\varepsilon^{-j\alpha} \cdot |I|\varepsilon^{j(\alpha-\theta)} = |E||I|\varepsilon^{-j\theta}$$

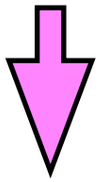
$$= |E||I|(\cos\theta - j\sin\theta)$$

実数部↑　　↑虚数部

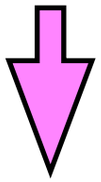
有効電力　無効電力

今日のポイント

- 直流の電力：電圧と電流の積



- 交流の電力について
  - 電圧と電流の積の時間平均
    - 交流機器は負荷によって力率が変動する



    - 電力＝皮相電力×力率
- 電力のベクトル表示

次回

- PN接合ダイオード
  - 整流作用
  - 動作特性図
  - 整流回路