2020年度　医用工学概論１　第7回　復習＋電気回路補足

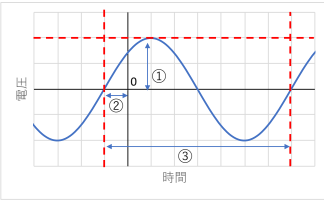
前回の復習

交流電圧の式

$e(t) = E_m \sin(\omega t + \theta)$　　$(\omega = 2\pi f)$

- E_m :
- ω :
- θ :

- f :
- $T =$:



①:　②:　③:

前回の復習

次のあとに続くのは「大きい」「小さい」のいずれか

1. 抵抗のインピーダンスZ_Rは 抵抗Rが大きいほど
2. コンデンサのインピーダンスZ_Cは 容量Cが大きいほど
3. コンデンサのインピーダンスZ_Cは 角周波数ωが高いほど
4. インダクタのインピーダンスZ_Lは 角周波数ωが高いほど

ヒント

$\left(Z = \dfrac{V_{\max}}{I_{\max}}\right)$

$Z_R = R$

$Z_C = \dfrac{1}{\omega C}$

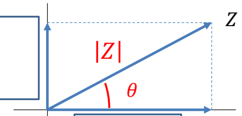
$Z_L = \omega L$

インピーダンスが大きいほど電流が

前回の復習

RLC直列回路に流れる電流

- フェーザ図を書いて合成インピーダンスを求める



$|Z| = Z$の長さ: 振幅の比
→ 三平方の定理で求める
$|Z| = \sqrt{縦^2 + 横^2}$

$\theta = Z$の角度: 位相差
→ 三角比を使って求める

- 電流を求める

$i(t) =$　　$\sin(\omega t$　　$)$　　（ωは電圧と同じ）

交流回路の電力(第6回の続き)

交流回路の電流、電圧

- 時間によって変化する。 → 電力も同様

瞬間電力　$p(t) = v(t) \times i(t)$

ある時刻における瞬間的な電力（あまり意味はない）

平均電力

1周期分で平均した電力　$P = \dfrac{1}{T}\displaystyle\int_0^T p(t)\,dt = \dfrac{V_m I_m}{2}$

この時、$P = V_e I_e$(直流回路の電力と同じ形)で表した時のV_e, I_eをそれぞれ電流、電圧の　　とおよび、以下で表す。

$V_e =$　　, $I_e =$　　（正弦波の場合）

商用交流100Vは実効値を表す。
振幅は約141Vになる。

交流回路の電力

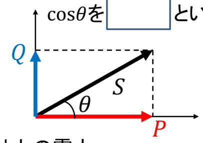
交流回路の電力

$S =$　　（ボルトアンペア）

$P =$　　（ワット）

$Q =$　　（バール）

$\cos\theta$を　　という



S:　　ベクトル図における見かけ上の電力

P:　　実際に負荷によって消費される電力

Q:　　電源と負荷を往復するだけの電力

交流回路において単に消費電力という時は　　をさす

θを　　とよび、インピーダンスの位相角と同じである

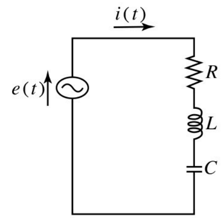
例題3 交流回路の電力

交流電源の最大値を$16\sqrt{2}$[V]を1/2π [Hz]、R=8[Ω]、L=15[H]、C=1/7[F]とする。

（1）インピーダンスを求めよ。

（2）電流の式を求めよ。

（3）有効電力を求めよ。



例題3　解答

（1）インピーダンス

$\omega =$

$|Z| = \sqrt{R^2 + \left(\omega L - \dfrac{1}{\omega C}\right)^2}$

$tan\theta = \left(\dfrac{\omega L - \dfrac{1}{\omega C}}{R}\right) =$

$\theta =$

例題3　解答

（2）電流

$\dfrac{E_m}{|Z|}\sin(t - \theta) =$

（3）電力

皮相電力 $P_a = \dfrac{I_m V_m}{2} =$

有効電力 $P_e = P_a \cos(\phi) =$

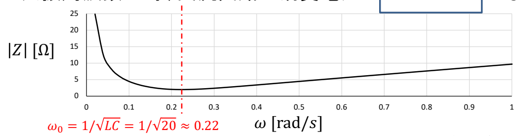
共振

RLC直列回路で、角周波数ωを変化させていったとき、インピーダンスが最小となる瞬間がある。

この時の角周波数を　　、周波数を　　といい、それぞれ次の式で表す。

$\omega_r =$　　$f_r =$

共振周波数の時、交流回路の消費電力は　　になる



$R = 2, L = 10, C = 2$の時のRLC直列回路のインピーダンス

共振周波数とインピーダンス

共振周波数の時、インピーダンスのLとCの成分が打ち消し合い、0になる
そのため、共振周波数の時のインピーダンスは抵抗Rの成分のみとなる

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

$$= \sqrt{R^2 + \left(\frac{L}{\sqrt{LC}}\frac{\sqrt{LC}}{\sqrt{LC}} - \frac{\sqrt{LC}}{C}\frac{L}{L}\right)^2} = \sqrt{R^2 + \left(\frac{L\sqrt{LC}}{LC} - \frac{L\sqrt{LC}}{LC}\right)^2}$$

$$= \sqrt{R^2 + 0^2} = \sqrt{R^2} = \boxed{\quad}$$

また、位相差も

$$\theta = Tan^{-1}\frac{\omega L - \frac{1}{\omega C}}{R} = Tan^{-1}\frac{0}{R} = \boxed{\quad}$$ になる

例題4　共振

RLC直列回路において、$R = 10[\Omega]$、$L = 5[H]$、$C = 0.1[F]$の時、次の問いに答えよ。
①消費電力が最大となる時の電源の周波数を答えよ

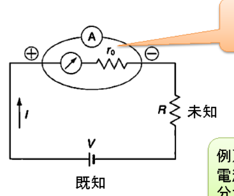
② ①の時のインピーダンスの大きさ$|Z|$を答えよ

電流計

測りたい電流が流れる区間に $\boxed{\quad}$ に接続する.

メータの示す電流値

$$I_A = \frac{1}{r_0 + R}V$$



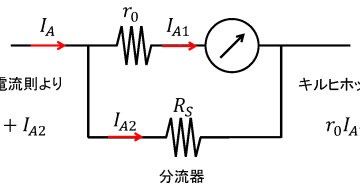
内部抵抗

例）電圧が既知の場合，電流が分かれば抵抗も分かる．

電流を正しく測るためには， $r_0 \ll R$ であることが必要．
（＝動作を邪魔しない）

分流器

$\boxed{\quad}$計 の測定範囲を広げるために用いる抵抗器



キルヒホッフの電流則より

$I_A = I_{A1} + I_{A2}$

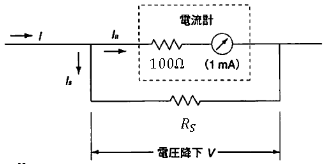
キルヒホッフの電圧則より

$r_0 I_{A1} = R_S I_{A2}$

（倍率）$= \boxed{\quad}$

（計算例）

100mAの電流まで測れるようにする分流器は何Ωか．



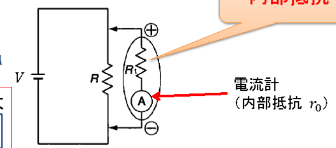
倍率$= 1 + \frac{r_0}{R_S}$

電圧計

測りたい電圧が加わる区間に $\boxed{\quad}$ に接続する.

メータの示す電圧値

$V_A = (R_1 + r_0)I_A$



内部抵抗

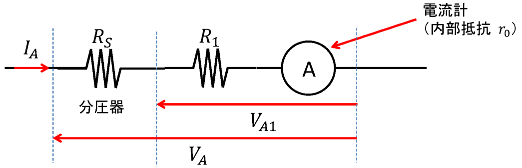
メーターに流れる電流はできる限り $\boxed{\quad}$ 方が良い。

電圧を正しく測るためには， $R_1 \gg r_0$ であることが必要．

動作を邪魔しないためには， $R_1 \gg R$ であることが必要．

分圧器

$\boxed{\quad}$計 の測定範囲を広げるために用いる抵抗器



（倍率）$= \frac{V_A}{V_{A1}} = \boxed{\quad}$

（計算例）

10Vまで計測可能な電圧計を用いて50Vまで電圧を計測するためには、何Ωの抵抗を分圧器として使用すれば良いか。ただし、電圧計の内部抵抗を100kΩ、電圧計を構成する電流計の内部抵抗を10Ωとする。

倍率 $= 1 + \frac{R_S}{R_1 + r_0}$

練習問題

1つの抵抗にかかる電圧、流れる電流を測る時、電圧計、電流計をそれぞれどのように接続すれば良いか。