

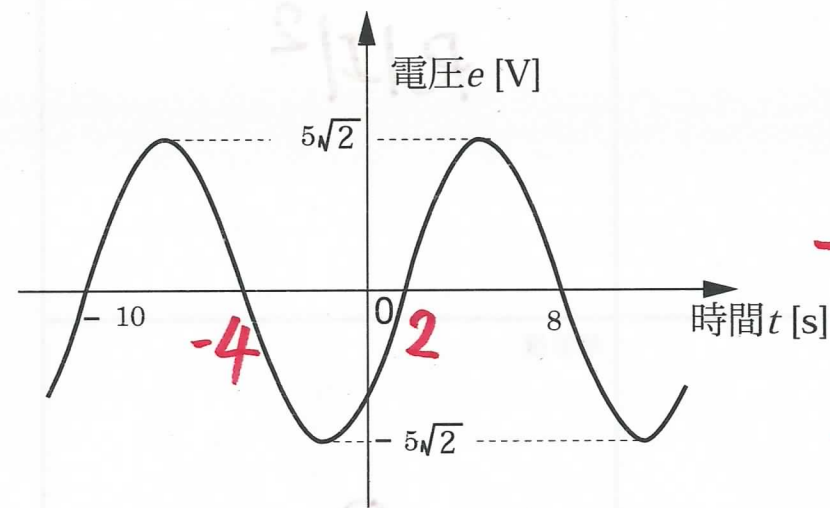
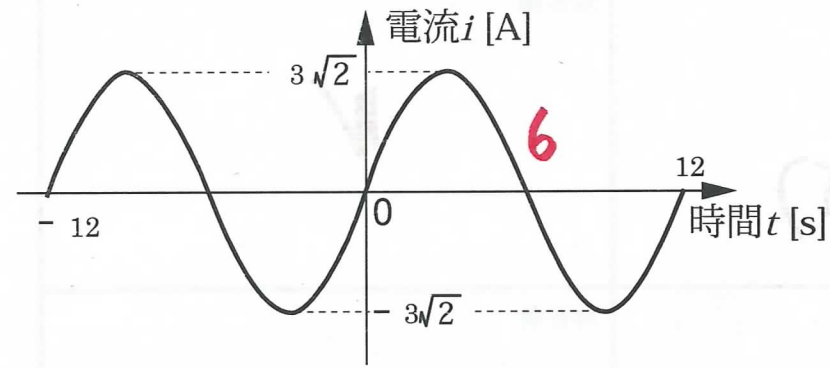
問題1 抵抗、キャパシタンス、RL直列回路に角周波数 $\omega$ の正弦波交流電圧を加えた場合について、インピーダンスや電圧と電流の位相差や比、消費電力について次の表の解答欄を埋めてまとめなさい。(14点)

コード1-2

位相差はどちらが進むのわかるように記載すること。

	インピーダンス (同相以外は複素数のもの)	電圧と電流の位相差	電圧と電流の振幅 (または実効値) の比	消費電力
単位 回路	[ $\Omega$ ]	[rad]	解答欄 $\Omega$ (Sなど可)	解答欄 $W$
抵抗 $R$	解答欄 $R$	解答欄 $0$ 又は同相	解答欄 $R$	解答欄 $R I ^2$
キャパシタンス $C$  角周波数 $\omega$	解答欄 $\frac{1}{j\omega C}$	解答欄 $90^\circ$ (又は $\frac{\pi}{2}$ ) 電流が進む (又は電圧が遅れる)	解答欄 $\frac{1}{\omega C}$	解答欄 $0$
RL直列回路  角周波数 $\omega$	解答欄 $R + j\omega L$	解答欄 $\tan^{-1} \frac{\omega L}{R}$ 電圧が進む	解答欄 $\sqrt{R^2 + (\omega L)^2}$	解答欄 $R I ^2$

問題2 ある負荷（抵抗やインダクタンス、キャパシタンスのいくつかからなる回路）に正弦波交流電圧を加え、次のグラフが得られた。(i) この負荷のインピーダンス（複素数のもの）を求めなさい（10点）。  
 (ii) この負荷での消費電力（有効電力）はいくらか（5点）



(i) 振幅比より  
 $|Z| = \frac{5\sqrt{2}}{3\sqrt{2}} = \frac{5}{3} \Omega$

位相差は周期12s  
 で2s電圧が遅い  
 ため

$-\phi = \frac{2}{12} \times 2\pi = \frac{\pi}{3}$

$Z = \frac{5}{3} \cos \frac{\pi}{3} - \frac{5}{3} \sin \frac{\pi}{3} j$   
 $= \frac{5}{6} - \frac{5\sqrt{3}}{6} j \Omega$

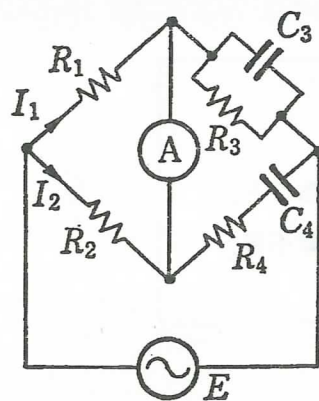
(ii) 有効電力は

$|E||I| \cos \phi = \cancel{5 \times 3} \times \frac{1}{2} = \underline{7.5 W}$

問題3 (選択問題) つぎの(i)と(ii)のいずれかを選び解答しなさい (15点)。

コード 3-2

(i) 次のブリッジ回路の平衡する条件の方程式を解答しなさい。(解かなくてよい。)

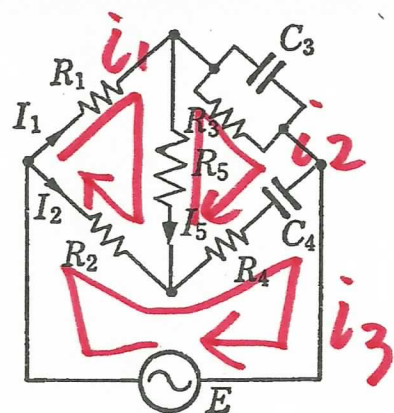


ブリッジの平衡条件は

$$R_1 \times (R_4 + \frac{1}{j\omega C_4}) = R_2 \times (\frac{1}{R_3} + j\omega C_3)^{-1}$$

(ii) 次の回路に流れる電流を解析したい。適切な網目電流を3つ設定し、方程式3本を記載しなさい。

角周波数は \$\omega\$ である。(解かなくてよい。)



左のように電流を設定すると

$$(R_1 + R_5 + R_2) i_1 - R_5 i_2 - R_2 i_3 = 0$$

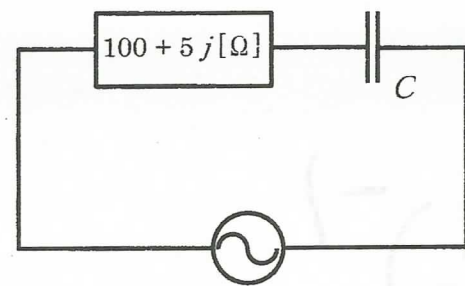
$$\left\{ R_5 + \left( \frac{1}{R_3} + j\omega C_3 \right)^{-1} + R_4 + \frac{1}{j\omega C_4} \right\} i_2 - R_5 i_1 - \left( R_4 + \frac{1}{j\omega C_4} \right) i_3 = 0$$

$$\left( R_2 + R_4 + \frac{1}{j\omega C_4} \right) i_3 - R_2 i_1 - \left( R_4 + \frac{1}{j\omega C_4} \right) i_2 = E$$

の3つの方程式がなりたつ。

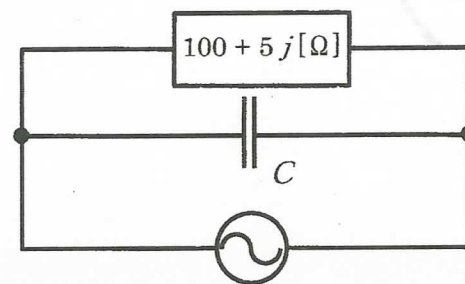
問題4 インピーダンスが  $Z = 100 + 5j [\Omega]$  なる誘導性の負荷に角周波数を  $1000 [\text{rad/s}]$  の正弦波交流を加え、効率よく用いることを考えよう。

(i) 右上の図のように、キャパシタンス  $C$  を直列に接続した場合の力率はいくらか (5点)。



(ii) (i)の条件で力率を1とする  $C$  の値はいくらか (5点)。

(iii) 右の図のようにキャパシタンス  $C$  を並列に接続し、力率を1とする  $C$  の値はいくらか (5点)。



[ヒント：力率1の条件を求める。必ずしも力率を計算する必要はありません。]

(iv) キャパシタンスは容量を大きくするほど、また耐電圧を高くするほど高価になる。では、力率を1として用いる場合に、上の直列回路と並列回路ではどちらが有利と考えられるか (1点)。

[ヒント：配点1点です。余力があれば解いてください。]

(i)  $Z_1 = 100 + 5j + \frac{1}{1000Cj} = 100 + j\left(5 - \frac{1}{1000C}\right)$

(ii) 虚部をゼロとすると力率が1になるから

$$5 = \frac{1}{1000C}, \text{ より } C_1 = \frac{1}{5000} = 2 \times 10^{-4} \text{ F}$$

(iii) 並列のためアドミタンス  $Y_2$  で考えよ

$$Y_2 = \frac{1}{100 + 5j} + 1000Cj$$

$$= \frac{100 - 5j}{10025} + 1000Cj = \frac{100}{10025} + \left(1000C - \frac{5}{10025}\right)j$$

この虚部をゼロとすると  $C_2 = \frac{5}{10025 \times 1000} \text{ F}$

(iv) 直列回路で  $C_1 = 2 \times 10^{-4} \text{ F}$ , 並列で  $C_2 = 5 \times 10^{-7} \text{ F}$  となり  $C_2$  のほうが小さい。

しかし並列では電源電圧が  $C_2$  にかかるのに対し、直列の  $C_1$  には電源の約5%の電圧しかかからない。

電気回路第1 学期末試験問題

(平成 21 年 7 月 28 日)

注意事項

決められた座席で受験すること。  
 解答を指示するまで、内部、裏面を見ないこと。  
 この面に学籍番号と氏名を、試験開始後他の3面に学籍番号を記入すること。  
 各問題について、(A3判で) 1つの面のみで解答すること。裏面に記載不可。  
 カンニングの疑義があるが、証拠がない場合は評定を不可とする。

(以下、問題4の解答に用いてよい。)

このだけではどちらが有利か判断できない。(終)