

令和 8 年度大学院[春・秋]入学 3 月試験

情報通信システム工学専攻

論 述 試 験

【60 分】

[注意事項]

1. 試験開始の合図があるまで、この問題冊子を開かないでください。
2. この問題冊子には論述試験の問題が記載されています。万一、落丁・乱丁があった場合は、手をあげて申し出てください。
3. 解答用紙の裏面は使用できません。
4. 受験票、黒鉛筆、シャープペンシル、消しゴム、鉛筆けずり、時計、眼鏡、ハンカチ、目薬、袋から取り出したティッシュペーパー以外は机上に置かないでください。
5. 監督者の指示に従い、解答用紙に受験番号・氏名を記入してください。
6. 試験終了の合図で解答を終了し、監督者の指示があるまで席を立たないでください。また問題冊子は持ち帰ってください。

【問1】 卒業研究もしくは入学後に取り組む予定の研究内容に関して
論述せよ。必要であれば図表や数式を用いてもよい。

【採点の観点】

卒業研究もしくは入学後に取り組む予定の研究について、その研究の背景、解決しようとする問題、提案する解決方法、などが、明確かつ論理的に矛盾なく書かれていること。また、適切に図やグラフを用いるなどして、研究の内容について分かりやすく説明していること。

【問2】 下記の（2-1）もしくは（2-2）のうち、1 問を選択して答えよ.

（2-1）図 1 に示す RC 直列回路に関して、以下の問（i）～（ii）に答えよ.

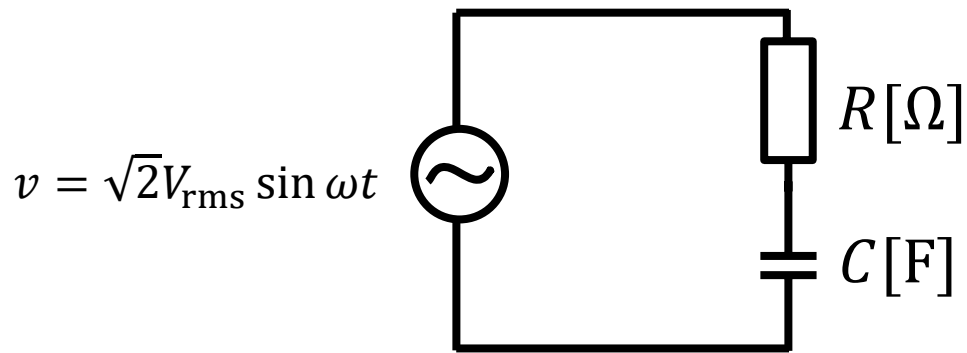


図 1

（i）この回路における有効電力 P ，無効電力 Q ，力率 $\cos \theta$ について数式を交えて説明せよ.

（ii）この回路の力率を高くする方法について図と数式を交えて説明せよ. なお、必要に応じて新たな回路素子を追加してもよいものとする.

【問 2】

(2-1)

【解答例】

電気回路及び演習 1 より出題

(i)

有効電力：抵抗で消費される電力

$$P = RI_{\text{rms}}^2 = R \left(\frac{V_{\text{rms}}}{|Z|} \right)^2 = \frac{RV_{\text{rms}}^2}{R^2 + \left(\frac{1}{\omega C} \right)^2} \quad [\text{W}]$$

無効電力：リアクタンス（コンデンサ）で消費される電力

$$Q = -\frac{1}{\omega C} I_{\text{rms}}^2 = -\frac{1}{\omega C} \left(\frac{V_{\text{rms}}}{|Z|} \right)^2 = -\frac{\frac{1}{\omega C} V_{\text{rms}}^2}{R^2 + (\omega L)^2} \quad [\text{var}]$$

力率：皮相電力に対する有効電力の割合を示す．0~1 の値を取り，1 に近いほど電力を効率よく使っていることを示す．

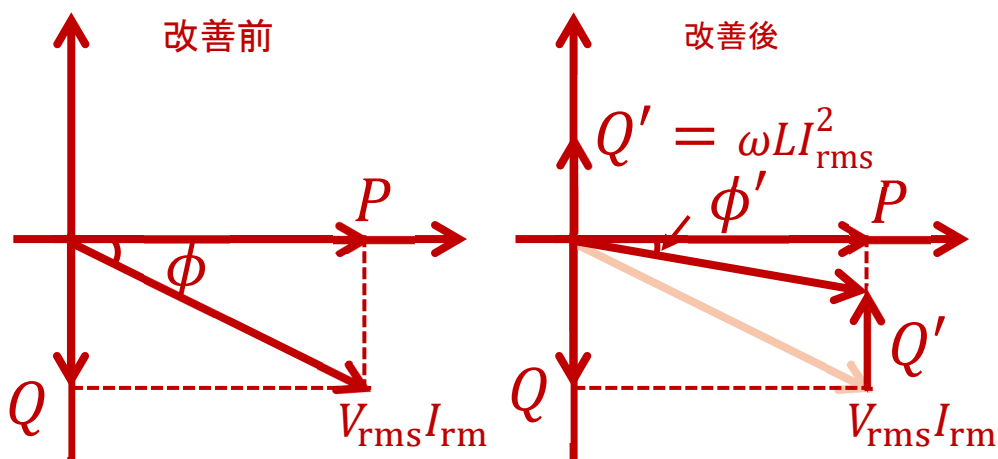
$$\cos \phi = \frac{P}{\sqrt{P^2 + Q^2}} = \frac{R}{\sqrt{R^2 + \left(\frac{1}{\omega C} \right)^2}}$$

(ii)

コンデンサによる無効電力は負のため進み力率となる．そのため，遅れリアクタンスであるインダクタを直列に追加して位相を打ち消すことで力率を改善できる．このときの力率は，

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

となり， $\omega L - \frac{1}{\omega C}$ を 0 に近づけるほど力率が 1 に近づく．



(2-2) 下記の文章を読んでから，問(i)～問(iv)に解答せよ．

二つの関数 $f(t)$ と $x(t)$ (ただし t は実数)に関する内積は

$$\langle f, x \rangle = \int_a^b f^*(t)x(t)dt$$

と定義される．ここで $*$ は，複素共役を示す．フーリエ変換は，積分区間を $-\infty$ から ∞ と定義して， $f(t)$ を角周波数 ω [rad/s]の複素正弦波， $x(t)$ を信号とした内積に一致する．

(i) 信号 $x(t)$ のフーリエ変換を $X(\omega)$ として，下記の右辺にフーリエ変換の定義式を示せ．ただし，虚数単位は j とする．

$$X(\omega) =$$

(ii) 信号 $x(t)$ を時間 t [s]に関して遅延させた信号を， $y(t) = x(t - T)$ とする．ここで T [s]は定数で遅延量を示す． $y(t)$ のフーリエ変換 $Y(\omega)$ と $X(\omega)$ の関係について，下記の□に入る式を示せ．また，回答の導出過程も示すこと．

$$Y(\omega) = \square X(\omega)$$

(iii) 信号 $x(t)$ と $e^{j\omega_0 t}$ の積 $z(t) = e^{j\omega_0 t}x(t)$ を考える．ここで e はネイピア数を示し， ω_0 を実数の定数とする． $z(t)$ とフーリエ変換 $Z(\omega)$ と $X(\omega)$ の関係について，下記の□に入る式を示せ．また，回答の導出過程も示すこと．

$$Z(\omega) = X(\square)$$

(iv) 通信で用いられる振幅変調波 $m(t)$ を，キャリア角周波数 ω_c [rad/s]と被変調波 $x(t)$ から

$$m(t) = (1 + k \cdot x(t)) \cos(\omega_c t)$$

と定義する．ここで k は変調度を決める定数である．被変調波 $x(t)$ のフーリエ変換を $X(\omega)$ として，振幅変調波のフーリエ変換 $M(\omega)$ を示せ．

但し、 $e^{j\omega_c t}$ と、そのフーリエ変換の関係は以下の式となる.

$$F[e^{j\omega_c t}] = 2\pi\delta(\omega - \omega_c)$$

ここで F は関数のフーリエ変換を示し、 δ はデルタ関数(インパルス関数)を示す.

(2-2)

【解答例】

(i)

$$X(\omega) = \int_{-\infty}^{\infty} x(t) e^{-j\omega t} dt$$

(ii)

$$Y(\omega) = \boxed{e^{-j\omega T}} X(\omega)$$

(導出過程) $t - T$ を u で変数変換

$$\begin{aligned} Y(\omega) &= \int_{-\infty}^{\infty} x(t - T) e^{-j\omega t} dt = \int_{-\infty}^{\infty} x(u) e^{-j\omega(u+T)} du \\ &= e^{-j\omega T} \int_{-\infty}^{\infty} x(u) e^{-j\omega u} du = e^{-j\omega T} X(\omega) \end{aligned}$$

(iii)

$$Z(\omega) = X(\boxed{\omega - \omega_0})$$

(導出過程)

$$Z(\omega) = \int_{-\infty}^{\infty} e^{j\omega_0 t} x(t) e^{-j\omega t} dt = \int_{-\infty}^{\infty} e^{-j(\omega - \omega_0)t} dt = X(\omega - \omega_0)$$

(iv)

オイラーの逆公式から

$$\cos(\omega_c t) = \frac{e^{j\omega_c t} + e^{-j\omega_c t}}{2}$$

から

$$M(\omega) = \pi(\delta(\omega - \omega_c) + \delta(\omega + \omega_c)) + \frac{k}{2}(X(\omega - \omega_c) + X(\omega + \omega_c))$$