平成 29 年度　九州工業大学大学院工学府　博士前期課程
電気電子工学専攻（共通）一般選抜第 1 回（一般型）入学試験問題
［科目名］電気回路

ページ(1/2)	受験番号 14108005	氏名 有元 亮

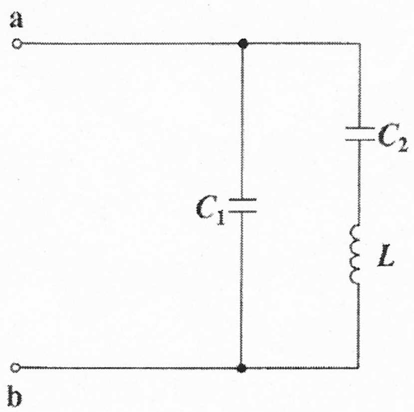
問 1. 右図に示す LC 回路について以下の問いに答えよ。

(1) 端子 a-b 間のインピーダンス Z_{ab} を求めよ。

(2) 共振周波数を求めよ。

(3) インピーダンス Z_{ab} の周波数特性をレジスタンス成分とリアクタンス成分に分けて図示せよ。

(4) 回路が誘導性となる周波数範囲を求めよ。



(1)

$$Z_{ab} = \frac{\frac{1}{j\omega C_1}\left(\frac{1}{j\omega C_2} + j\omega L\right)}{\frac{1}{j\omega C_1} + \frac{1}{j\omega C_2} + j\omega L}$$

$$= \frac{\left(\frac{1}{j\omega} + j\omega L C_2\right)}{C_1 + C_2 - \omega^2 C_1 C_2 L}$$

$$= \frac{j(\omega^2 L C_2 - 1)}{\omega(C_1 + C_2 - \omega^2 C_1 C_2 L)}$$

(2)

$$f_0 = \frac{1}{2\pi\sqrt{LC_2}}$$

$C_p = \frac{C_1 C_2}{C_1 + C_2}$ とおくと

$$j\omega L + \frac{1}{j\omega C_p}$$

$$= j\left(\omega L - \frac{1}{\omega C_p}\right)$$

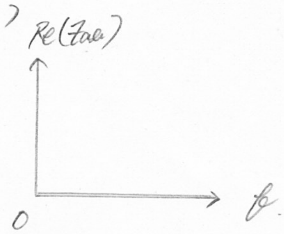
$$0 = \omega L - \frac{1}{\omega C_p}$$

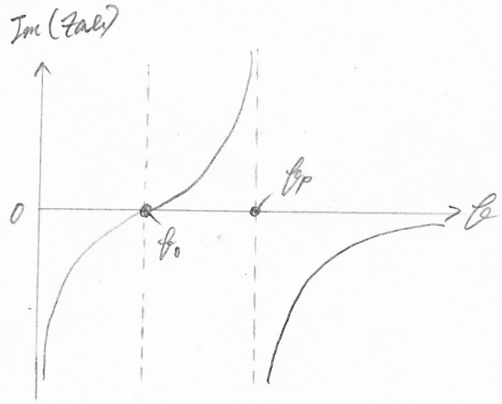
$$\omega^2 = \frac{1}{LC_p}$$

$$f_p = \frac{1}{2\pi\sqrt{LC_p}}$$

$$= \frac{1}{2\pi\sqrt{\frac{LC_1C_2}{C_1 + C_2}}}$$

(3)





(4)

$$f_0 < f < f_p$$

$$\frac{1}{2\pi\sqrt{LC_2}} < f < \frac{1}{2\pi\sqrt{\frac{LC_1C_2}{C_1 + C_2}}}$$

平成 29 年度　九州工業大学大学院工学府　博士前期課程
電気電子工学専攻（共通）一般選抜第 1 回（一般型）入学試験問題
［科目名］ 電気回路

ページ(2/2)	受験番号 14108005	氏名 有元 亮

問 2. 右図に示す回路について以下の問いに答えよ。

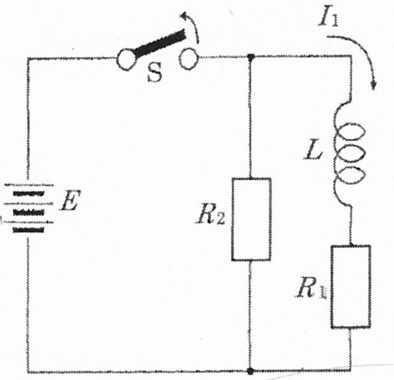
(1) スイッチ S を閉じ、定常状態になった時の I_1 を求めよ。

(2) スイッチSを再び開いたときの閉路方程式を求めよ。

(3) この時の I_1 を求めよ。

(4) $\boxed{\text{ある瞬間} t}$ における R_1 で消費されるエネルギー P を求めよ。 ← Sは定常状態で開くとしていいのか？ 計算ない

(5) スイッチ S を開いた直後から任意の時間 T までに回路全体で消費されたエネルギーの総量を求めよ。



(1) 定常状態より $I_1 = \frac{E}{R_1}$

(2)
$$0 = (R_1+R_2)I_1(t) + L\frac{dI_1(t)}{dt}$$

(3)
$$0 = (R_1+R_2) + Ls$$
$$s = -\frac{R_1+R_2}{L}$$
$$I_1(t) = Ke^{-\frac{R_1+R_2}{L}t}$$
$I_1(0) = \frac{E}{R_1}$ より
$$I_1(t) = \frac{E}{R_1}e^{-\frac{R_1+R_2}{L}t}$$

(4)
（Sは $t=0$ で閉じたとする。 Sは $t=T$ で開けたとする）

i) $0 \le t < T$ のとき
$$E = L\frac{dI_1(t)}{dt} + R_1 I_1(t)$$
$$s = -\frac{R_1}{L}$$
$$I_1(t) = Ke^{-\frac{R_1}{L}t} + A$$
$$E = R_1 A$$
$$I_1(t) = Ke^{-\frac{R_1}{L}t} + \frac{E}{R_1}$$
$I_1(0) = 0$ より
$$I_1(t) = \frac{E}{R_1}(1-e^{\frac{R_1}{L}t})$$

$$P_i = R_1 I_1(t)^2$$
$$= \frac{E^2}{R_1}(1-e^{\frac{R_1}{L}t})^2$$

ii) $T \le t$ のとき
初期条件は $I_1(T)$ より
$$I_1(T) = \frac{E}{R_1}(1-e^{\frac{R_1}{L}T})$$
よって時間的に連続（$T \fallingdotseq \infty$）とすると
$$I_1(t) = \frac{E}{R_1}(1-e^{\frac{R_1}{L}T})e^{-\frac{R_1+R_2}{L}(t-T)}$$
$$P_{ii} = P_i + \frac{E^2}{R_1}(1-e^{\frac{R_1}{L}T})^2 e^{-\frac{2(R_1+R_2)}{L}(t-T)}$$
$$= \frac{E^2}{R_1}(1-e^{\frac{R_1}{L}T})^2\left(1+e^{-\frac{2(R_1+R_2)}{L}(t-T)}\right)$$

定常状態時は $T=\infty$
$I_1(T) = \frac{E}{R_1}$

定常状態にし、その後Sをあけるとし、そのときを $t=0$ とすると、
$$P_{ii} = \frac{E^2}{R_1} + \frac{E^2}{R_1}e^{-\frac{2(R_1+R_2)}{L}t}$$
$$= \frac{E^2}{R_1}\left(1+e^{-\frac{2(R_1+R_2)}{L}t}\right)$$

2枚目へ

(4) "ある瞬間t" という条件なのに
(5)は Sを開いた直後……
これも初期条件によって……

(5) スイッチを開いたときを

$t=0$とする。

$$p=(R_1+R_2)\,i_1^2(t)$$

$$P=\int_0^T p\,dt$$

定常状態でSを開くとすると。

$$P=\int_0^T \frac{E^2}{R_1^2}(R_1+R_2)\,e^{-\frac{2(R_1+R_2)}{L}t}\,dt$$

$$=\frac{E^2L}{2R_1^2}\left(1-e^{-\frac{2(R_1+R_2)}{L}T}\right)$$

定常状態でないときにSを開くとすると。

Sを閉じた時間が与えられないと

答えが出せないはず…

ということで、xとおくと。

$$P=\int_0^T (R_1+R_2)\frac{E^2}{R_1^2}\left(1-e^{\frac{R_1}{L}x}\right)^2 e^{-\frac{2(R_1+R_2)}{L}}\,dt$$

$$=\frac{LE^2}{2R_1^2}\left(1-e^{\frac{R_1}{L}x}\right)^2 e^{-\frac{2(R_1+R_2)}{L}}$$