2005 年 2 月 8 日 (火)13:00〜14:30

回路システム学第２試験問題（担当教官：西　一樹）

図１および図２の回路について以下の問いに答えよ．いずれも結果のみを示すのではなく，説明文を交えて計算過程を詳細に記述すること．

1. （ラプラス変換による過渡・定常応答解析）図１の回路において，$e(t)$ は電圧源，回路は零状態（初期条件がすべて 0）であるとし，スイッチ S を on にしたときの時刻 t を 0 として以下に答えよ．

   (1) 時刻 $t \geq 0$ において，LCR 並列回路の端子電圧 $v(t)$ に成り立つ回路微分方程式を立てよ．(10 点)

   (2) 上式より $v(t)$ のラプラス変換 $V(s)$ を求めよ。ただし，$e(t)$ のラプラス変換を $E(s)$ とする．(10 点)

   (3) 電圧源に $e(t) = E_s \sin \omega t$（正弦波）を仮定したときの $v(t)$（過渡応答）を，(2) の逆ラプラス変換により求めよ．ただし，$\frac{1}{C}(\frac{1}{R} + \frac{1}{R_0}) = \sqrt{\frac{2}{LC}}$，$\omega = \frac{1}{\sqrt{LC}}$ とする．(40 点)

   (4) (3) において，時間が十分経過したときの $v(t)$（正弦波定常応答）を求めよ．また，その回路的意味についても説明せよ．(10 点)

2. （テブナンの定理と整合）　図１の回路において，$e(t) = E_s \sin \omega t$ とし，スイッチ S を on にしてから十分時間が経過しているものとし以下に答えよ．ただし，$\frac{1}{C}(\frac{1}{R} + \frac{1}{R_0}) = \sqrt{\frac{2}{LC}}$ とする．

   $\frac{E_s \omega}{s^2+\omega^2} = E(s)$

   (1) 図１の回路を端子 $v(t)$ から左に見たときのテブナンの等価電圧源 E_0，および内部インピーダンス Z_0 をフェーザ形式で求めよ．(10 点)

   (2) 図１の端子に図２の回路を接続したときに、負荷インピーダンス Z_L で消費される平均電力が最大になる（整合している）ときの抵抗成分 R_L とリアクタンス成分 X_L を，L, C, R_0, n_1, n_2, ω を用いて表せ．(20 点)

$Z_{out} = Z_0^*$

$Z_{out} = \left(\frac{n_1}{n_2}\right) Z_L$

e^{st}

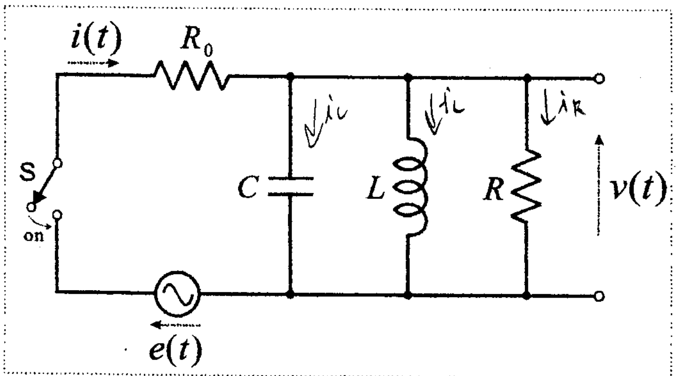

図１　並列LCR回路

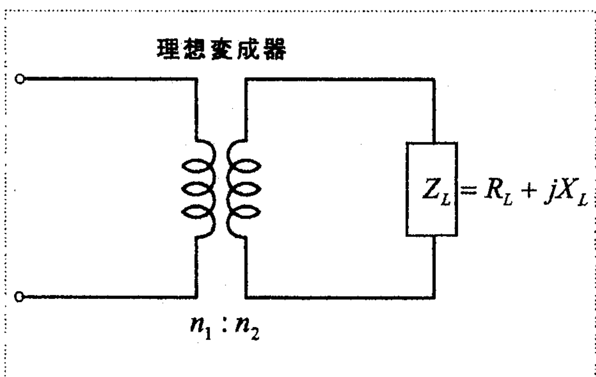

図２　負荷回路

$$Z_0 = \frac{1}{\frac{1}{R_0} + \frac{1}{R} + j\omega C + \frac{1}{j\omega L}}$$