2021 年度 電気回路 II 前期 第 8 回レポート (模範解答)

4 年 E 科 番号 ________ 氏名 __________________________

【問題 1】 図 1-1 に示す回路の影像インピーダンス，伝達定数を求めよ。ただし，4 端子定数は，テキスト P. 53 を利用してよい。

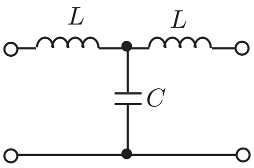

図 1-1: 回路

【解答】

4 端子定数は次のように求められる。

$$A = 1 + \frac{j\omega L}{\frac{1}{j\omega C}} = 1 - \omega^2 LC \tag{1-1}$$

$$B = \frac{(j\omega L)^2 + j2\omega L\frac{1}{j\omega C}}{\frac{1}{j\omega C}} = (j\omega L)(-\omega^2 LC) + 2j\omega L = j\omega L(2-\omega^2 LC) \tag{1-2}$$

$$C = \frac{1}{\frac{1}{j\omega C}} = j\omega C \tag{1-3}$$

$$D = 1 + \frac{j\omega L}{\frac{1}{j\omega C}} = 1 - \omega^2 LC \tag{1-4}$$

これらを用いると

$$Z_{01} = \sqrt{\frac{AB}{CD}} = \sqrt{\frac{B}{C}} = \sqrt{\frac{(j\omega L(2-\omega^2 LC))}{j\omega C}} = \sqrt{\frac{L}{C}(2-\omega^2 LC)} \tag{1-5}$$

$$Z_{02} = \sqrt{\frac{BD}{CA}} = \sqrt{\frac{B}{C}} = Z_{01} = \sqrt{\frac{L}{C}(2-\omega^2 LC)} \tag{1-6}$$

$$\cosh\theta = \sqrt{AD} = \sqrt{(1-\omega^2 LC)(1-\omega^2 LC)} = 1-\omega^2 LC \tag{1-7}$$

よって,

$$\underline{Z_{01} = Z_{02} = \sqrt{\frac{L}{C}(2-\omega^2 LC)}} \tag{1-8}$$

$$\underline{\theta = \cosh^{-1}(1-\omega^2 LC)} \tag{1-9}$$

【問題 2】 図 2-1 に示す回路の影像インピーダンス，伝達定数を求めよ。ただし，4 端子定数は，テキスト P. 53 を利用してよい。

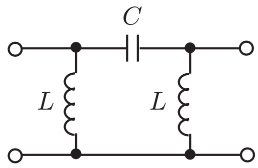

図 2-1: 回路

【解答】

4 端子定数は次のように求められる。

$$A = 1 + \frac{\frac{1}{j\omega C}}{j\omega L} = 1 - \frac{1}{\omega^2 LC} = \frac{-1+\omega^2 LC}{\omega^2 LC} \tag{2-1}$$

$$B = \frac{1}{j\omega C}$$

$$C = \frac{2(j\omega L) + \frac{1}{j\omega C}}{(j\omega L)^2} = \frac{-2\omega^2 LC + 1}{j\omega C (j\omega L)^2} = \frac{1}{j\omega L}\left(\frac{-1+2\omega^2 LC}{\omega^2 LC}\right) \tag{2-2}$$

$$D = \frac{-1+\omega^2 LC}{\omega^2 LC} \tag{2-3}$$

これらを用いると

$$Z_{01} = \sqrt{\frac{AB}{CD}} = \sqrt{\frac{B}{C}} = \sqrt{\frac{\frac{1}{j\omega C}}{\frac{1}{j\omega L}\left(\frac{-1+2\omega^2 LC}{\omega^2 LC}\right)}} = \sqrt{\frac{L}{C}\frac{\omega^2 LC}{-1+2\omega^2 LC}} \tag{2-4}$$

$$Z_{02} = \sqrt{\frac{BD}{CA}} = \sqrt{\frac{B}{C}} = Z_{01} = \sqrt{\frac{L}{C}\frac{\omega^2 LC}{-1+2\omega^2 LC}} \tag{2-5}$$

$$\cosh\theta = \sqrt{AD} = \sqrt{\frac{-1+\omega^2 LC}{\omega^2 LC}\frac{-1+\omega^2 LC}{\omega^2 LC}} = \frac{-1+\omega^2 LC}{\omega^2 LC} \tag{2-6}$$

よって,

$$\underline{Z_{01} = Z_{02} = \sqrt{\frac{L}{C}\frac{\omega^2 LC}{-1+2\omega^2 LC}}} \tag{2-7}$$

$$\underline{\theta = \cosh^{-1}\left(\frac{-1+\omega^2 LC}{\omega^2 LC}\right)} \tag{2-8}$$

【問題 3 】　2 等分定理を用いて，図 3-1 に示す回路と等価なラチス形回路を構成せよ。

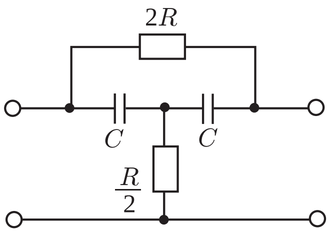

図 3-1: 回路

【解答】

回路を対称に分けて，右半分を開放すると図 3-2 となる。上の R には電流が流れないので，インピーダンス Z_f は次のようになる。

$$\underline{Z_f = R + \frac{1}{j\omega C}} \tag{3-1}$$

回路を対称に分けて，右半分を短絡すると図 3-3 となる。下の R には電流が流れないので，R と C の並列回路となるので，インピーダンス Z_f は次のようになる。

$$Z_s = R + \frac{R\frac{1}{j\omega C}}{R + \frac{1}{j\omega C}} = \underline{\frac{R}{1 + j\omega CR}} \tag{3-2}$$

よって，図 3-4 となる。

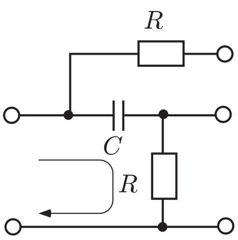

図 3-2: 開放した回路

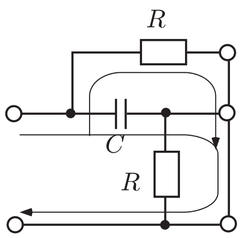

図 3-3: (b)

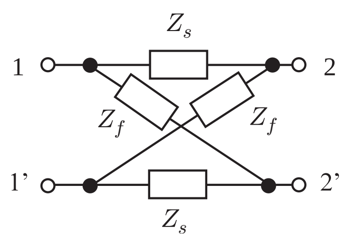

図 3-4: ラチス形回路