

2022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 に示す回路の映像インピーダンス、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。

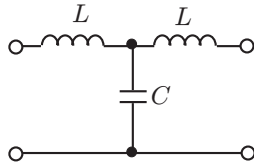


図 1-1: 回路

【解答】

4端子定数は次のように求められる。

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

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

$$= j\omega L(2 - \omega^2 LC) \quad (1-2)$$

$$C = \frac{1}{\frac{1}{j\omega C}} = j\omega C \quad (1-3)$$

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

これらを用いると

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

$$= \sqrt{\frac{L}{C}(2 - \omega^2 LC)} \quad (1-5)$$

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

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

$$= 1 - \omega^2 LC \quad (1-7)$$

よって、

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

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

【問題 2】 図 2-1 に示す回路の映像インピーダンス、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。

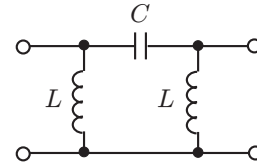


図 2-1: 回路

【解答】

4端子定数は次のように求められる。

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

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

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

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

$$D = \frac{-1 + \omega^2 LC}{\omega^2 LC} \quad (2-3)$$

これらを用いると

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

$$= \sqrt{\frac{L}{C} \frac{\omega^2 LC}{-1 + 2\omega^2 LC}} \quad (2-4)$$

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

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

$$= \frac{-1 + \omega^2 LC}{\omega^2 LC} \quad (2-6)$$

よって、

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

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

【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。

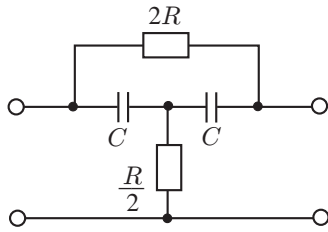


図 3-1: 回路

【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。

$$Z_f = R + \frac{1}{j\omega C} \quad (3-1)$$

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_s は次のようになる。

$$Z_s = R + \frac{R \frac{1}{j\omega C}}{R + \frac{1}{j\omega C}} = \frac{R}{1 + j\omega CR} \quad (3-2)$$

よって、図3-4となる。

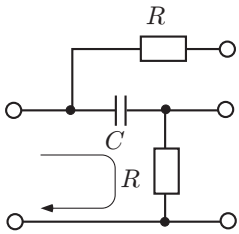


図 3-2: 開放した回路

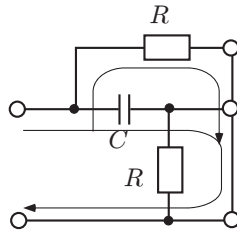


図 3-3: (b)

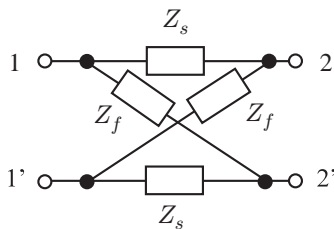


図 3-4: ラチス形回路