

2021年度電気回路II前期第11回レポート(模範解答)

4年E科番号 _____ 氏名 _____

【問題 1】

公称インピーダンス $R = 100 [\Omega]$, 遮断周波数 $f_l = \frac{5}{\pi} [\text{kHz}]$, $f_h = \frac{10}{\pi} [\text{kHz}]$ の図 1-1 に示すような定 K 形帯域フィルタを設計せよ。

$$\omega_0 = \frac{1}{\sqrt{L_1 C_1}} \quad (1-1)$$

$$\omega_0^2 = \omega_h \omega_l \quad (1-2)$$

$$\frac{L_1}{2R} \left(\frac{\omega_l^2 - \omega_0^2}{\omega_l} \right) = -1 \quad (1-3)$$

$$\frac{L_1}{2R} \left(\frac{\omega_h^2 - \omega_0^2}{\omega_h} \right) = 1 \quad (1-4)$$

- (1) (1-1) 式~(1-4) 式を用いて, インダクタンス L_1 を R, ω_l, ω_h を用いて示せ。(答えだけは不可とする)
- (2) インダクタンス L_1 [H] を求めよ。
- (3) キャパシタンス C_1 [F] を求めよ。

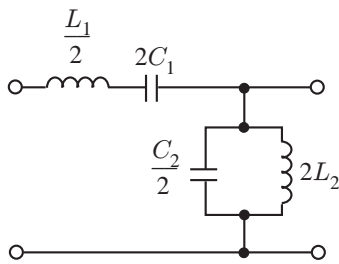


図 1-1: 定 K 形帯域フィルタ

【解答】

- (1) (1-3) 式に (1-2) 式を代入して

$$\begin{aligned} \frac{L_1}{2R} \left(\frac{\omega_l^2 - \omega_h \omega_l}{\omega_l} \right) &= -1 \\ \frac{L_1}{2R} (\omega_l - \omega_h) &= -1 \\ L_1 &= -\frac{2R}{\omega_l - \omega_h} \quad (1-5) \end{aligned}$$

- (2)

$$\begin{aligned} L_1 &= \frac{2R}{2\pi(f_h - f_l)} = \frac{R}{\pi(f_h - f_l)} \\ &= \frac{100}{(10 - 5) \times 10^3} \\ &= \underline{2 \times 10^{-2} [\text{H}]} \quad (1-6) \end{aligned}$$

- (3) (1-1) 式より

$$C_1 = \frac{1}{L_1 \omega_0^2} = \frac{1}{L_1 \omega_l \omega_h} \quad (1-7)$$

よって

$$\begin{aligned} C_1 &= \frac{1}{L_1 4\pi^2 f_l f_h} \\ &= \frac{1}{2 \times 10^{-2} \times 4 \times (5 \times 10^3)(10 \times 10^3)} \\ &= \frac{1}{8 \times 10^{-2} \times 50 \times 10^6} \\ &= \frac{1}{4 \times 10^6} = 0.25 \times 10^{-6} [\text{F}] \quad (1-8) \end{aligned}$$

[問題 2]

公称インピーダンス $R = 100 [\Omega]$, 遮断周波数 $f_l = \frac{5}{\pi} [\text{kHz}]$, $f_h = \frac{10}{\pi} [\text{kHz}]$ の定 K 形帯域除去フィルタを設計せよ。

$$\frac{L_1}{C_2} = R^2 \quad (2-1)$$

$$\omega_0^2 = \omega_h \omega_l \quad (2-2)$$

$$\frac{L_1}{2R} \left(\frac{\omega_l \omega_0^2}{\omega_0^2 - \omega_l^2} \right) = 1 \quad (2-3)$$

$$\frac{L_1}{2R} \left(\frac{\omega_h \omega_0^2}{\omega_0^2 - \omega_h^2} \right) = -1 \quad (2-4)$$

- (1) (2-1) 式 ~ (2-4) 式を用いて, インダクタンス L_1 を R, ω_l, ω_h を用いて示せ。(答えだけは不可とする)
- (2) インダクタンス L_1 [H] を求めよ。
- (3) キャパシタンス C_2 [F] を求めよ。

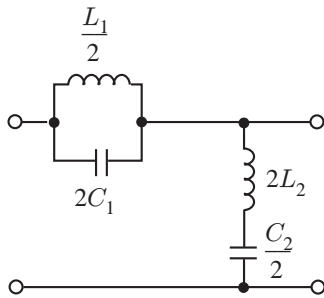


図 2-1: 定 K 形帯域除去フィルタ

[解答]

- (1) (2-3) 式に (2-2) 式を代入して

$$\begin{aligned} \frac{L_1}{2R} \left(\frac{\omega_l \omega_0^2}{\omega_0^2 - \omega_l^2} \right) &= 1 \\ \frac{L_1}{2R} \left(\frac{\omega_l^2 \omega_h}{\omega_l \omega_h - \omega_l^2} \right) &= 1 \\ \frac{L_1}{2R} \left(\frac{\omega_l \omega_h}{\omega_h - \omega_l} \right) &= 1 \\ L_1 &= \frac{2R \omega_h - \omega_l}{\omega_l \omega_h} \quad (2-5) \end{aligned}$$

- (2)

$$\begin{aligned} L_1 &= \frac{4\pi R(f_h - f_l)}{4\pi^2 f_l f_h} = \frac{R(f_h - f_l)}{\pi f_l f_h} \\ &= \frac{100 \left(\frac{10}{\pi} - \frac{5}{\pi} \right) \times 10^3}{\pi \frac{5}{\pi} \times 10^3 \times \frac{10}{\pi} \times 10^3} \\ &= \frac{100 \times 5 \times 10^3}{50 \times 10^6} \\ &= \underline{1 \times 10^{-2} [\text{H}]} \quad (2-6) \end{aligned}$$

- (3)

$$C_2 = \frac{L_1}{R^2} \quad (2-7)$$

よって,

$$C_2 = \frac{1 \times 10^{-2}}{100^2} = \underline{1 \times 10^{-6} [\text{F}]} \quad (2-8)$$