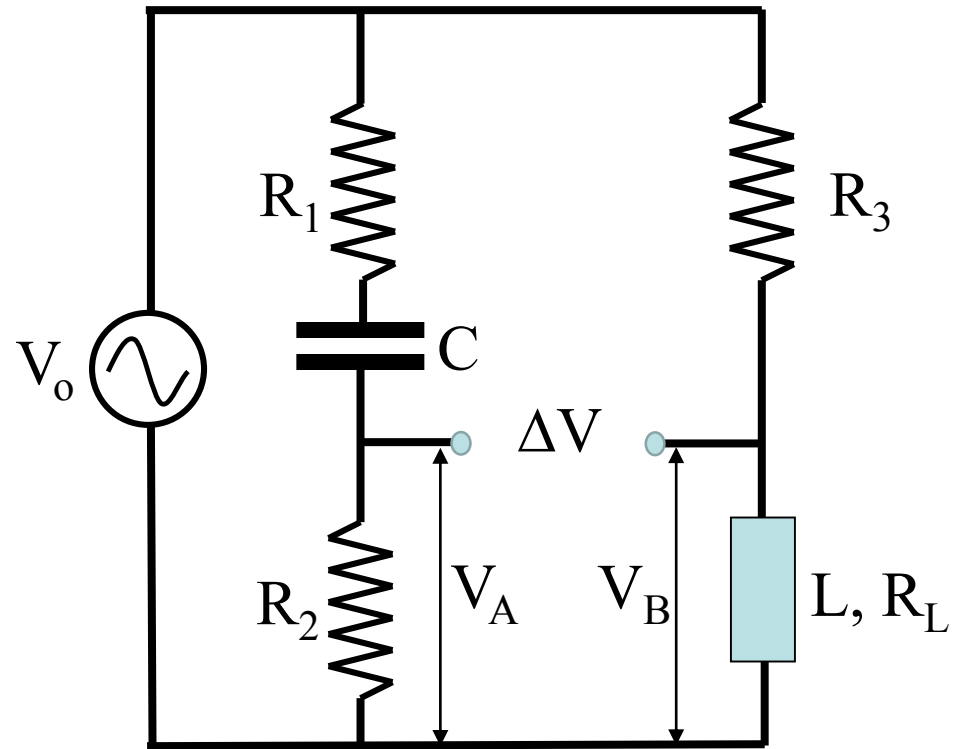


- Il circuito a ponte mostrato a lato è alimentato da un generatore ideale di tensione alternata. Il rettangolo simbolizza un induttore reale, con resistenza interna R_L .
- I valori della frequenza e di R_1 possono essere variati per ottenere l'azzeramento del ponte, ovvero

$$\Delta V = V_A - V_B = 0$$

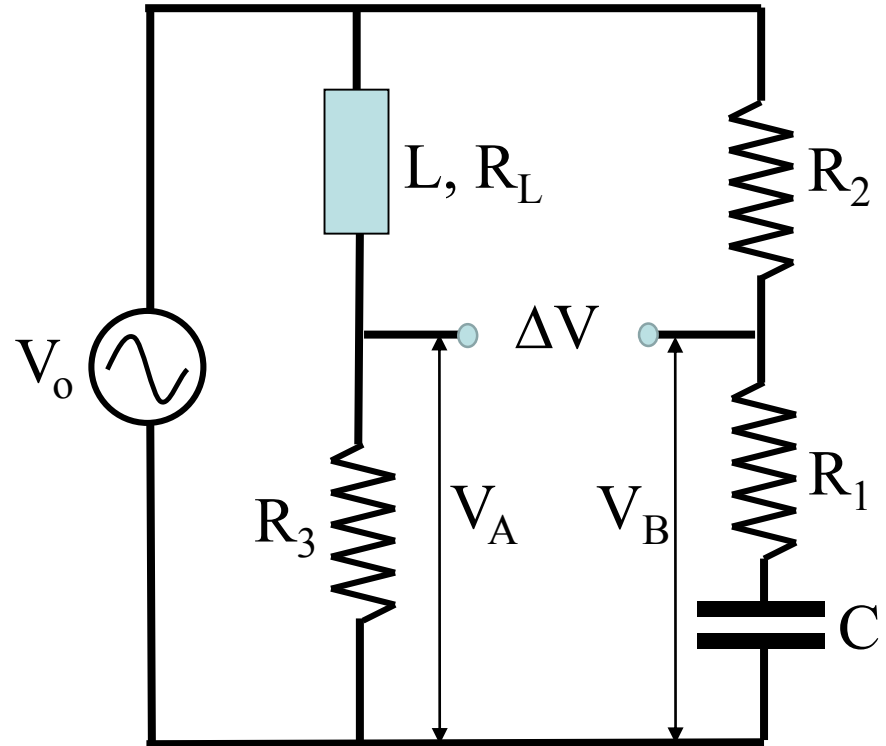
- Determinare:
 1. Per quali valori della frequenza e della R_1 il ponte viene azzerato
 2. Quale condizione devono soddisfare R_2 e R_3 perché l'azzeramento sia possibile
 3. Le espressioni asintotiche di V_A e V_B per frequenza tendente a 0 e all'infinito, e quindi un grafico qualitativo di $|\Delta V|$ in funzione della frequenza.
 4. Determinare numericamente frequenza e valore di R_1 che azzerano il ponte se $C=47\text{nF}$, $L=1\text{mH}$, $R_L=1\text{k}\Omega$, $R_3 = R_2 = 1\text{k}\Omega$.



- Il circuito a ponte mostrato a lato è alimentato da un generatore ideale di tensione alternata. Il rettangolo simbolizza un induttore reale, con resistenza interna R_L .
- I valori della frequenza e di R_1 possono essere variati per ottenere l'azzeramento del ponte, ovvero

$$\Delta V = V_A - V_B = 0$$

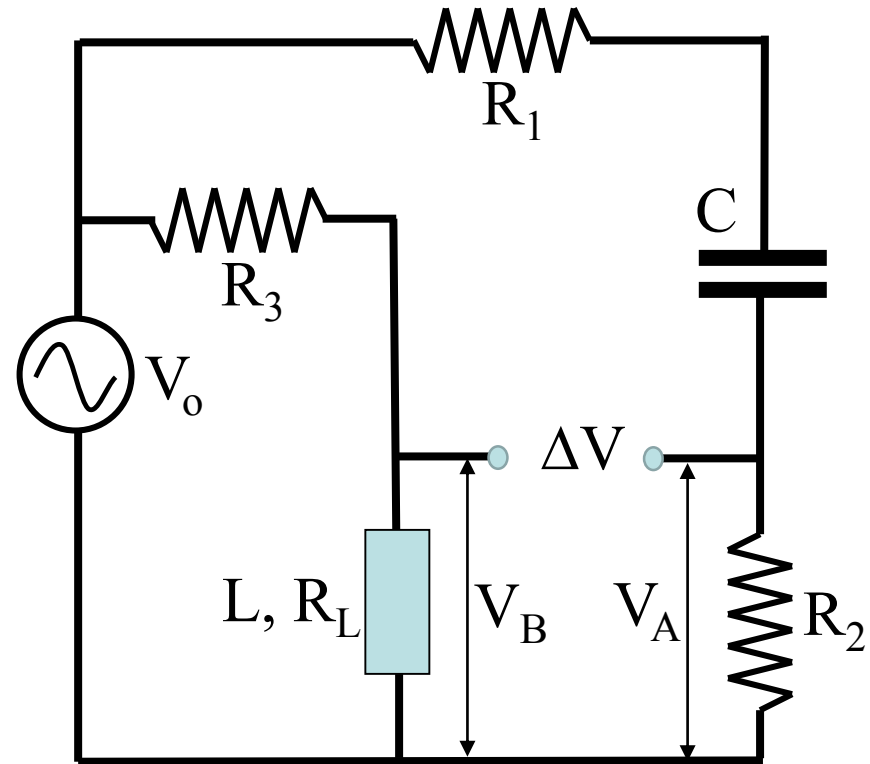
- Determinare:
 1. Per quali valori della frequenza e della R_1 il ponte viene azzerato
 2. Quale condizione devono soddisfare R_2 e R_3 perché l'azzeramento sia possibile
 3. Le espressioni asintotiche di V_A e V_B per frequenza tendente a 0 e all'infinito, e quindi un grafico qualitativo di $|\Delta V|$ in funzione della frequenza.
 4. Determinare numericamente frequenza e valore di R_1 che azzerano il ponte se $C=22\text{nF}$, $L=1\text{mH}$, $R_L=1\text{k}\Omega$, $R_3 = R_2 = 1\text{k}\Omega$.



- Il circuito a ponte mostrato a lato è alimentato da un generatore ideale di tensione alternata. Il rettangolo simbolizza un induttore reale, con resistenza interna R_L .
- I valori della frequenza e di R_1 possono essere variati per ottenere l'azzeramento del ponte, ovvero

$$\Delta V = V_A - V_B = 0$$

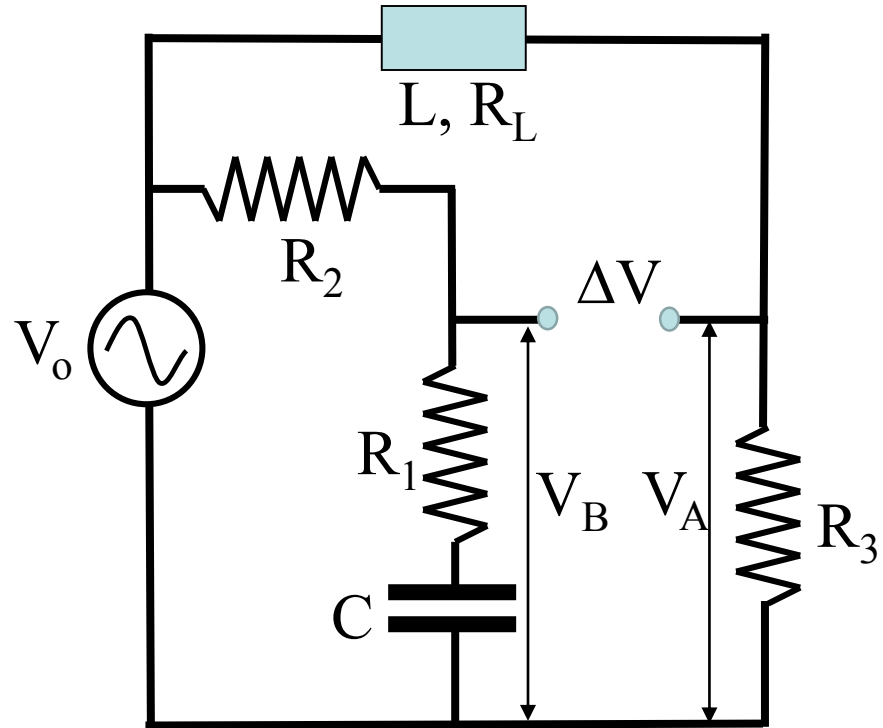
- Determinare:
 1. Per quali valori della frequenza e della R_1 il ponte viene azzerato
 2. Quale condizione devono soddisfare R_2 e R_3 perché l'azzeramento sia possibile
 3. Le espressioni asintotiche di V_A e V_B per frequenza tendente a 0 e all'infinito, e quindi un grafico qualitativo di $|\Delta V|$ in funzione della frequenza.
 4. Determinare numericamente frequenza e valore di R_1 che azzerano il ponte se $C=47\text{nF}$, $L=1\text{mH}$, $R_L=1\text{k}\Omega$, $R_3 = R_2 = 1\text{k}\Omega$.



- Il circuito a ponte mostrato a lato è alimentato da un generatore ideale di tensione alternata. Il rettangolo simbolizza un induttore reale, con resistenza interna R_L .
- I valori della frequenza e di R_1 possono essere variati per ottenere l'azzeramento del ponte, ovvero

$$\Delta V = V_A - V_B = 0$$

- Determinare:
 1. Per quali valori della frequenza e della R_1 il ponte viene azzerato
 2. Quale condizione devono soddisfare R_2 e R_3 perché l'azzeramento sia possibile
 3. Le espressioni asintotiche di V_A e V_B per frequenza tendente a 0 e all'infinito, e quindi un grafico qualitativo di $|\Delta V|$ in funzione della frequenza.
 4. Determinare numericamente frequenza e valore di R_1 che azzerano il ponte se $C=22\text{nF}$, $L=1\text{mH}$, $R_L=1\text{k}\Omega$, $R_3 = R_2 = 1\text{k}\Omega$.



Soluzione esonero 2A

- perché il ponte sia azzerato, i due partitori A e B devono avere lo stesso rapporto di partizione:

$$V_A = V_o \frac{Z_2}{Z_1 + Z_2} \quad ; \quad V_B = V_o \frac{Z_L}{Z_3 + Z_L} \quad ; \quad V_A = V_B \rightarrow \frac{Z_2}{Z_1 + Z_2} = \frac{Z_L}{Z_3 + Z_L} \rightarrow Z_3 Z_2 = Z_1 Z_L$$

- Quindi nel nostro caso deve essere $R_3 R_2 = \left[R_1 + \frac{1}{j\omega C} \right] [R_L + j\omega L]$
- E quindi

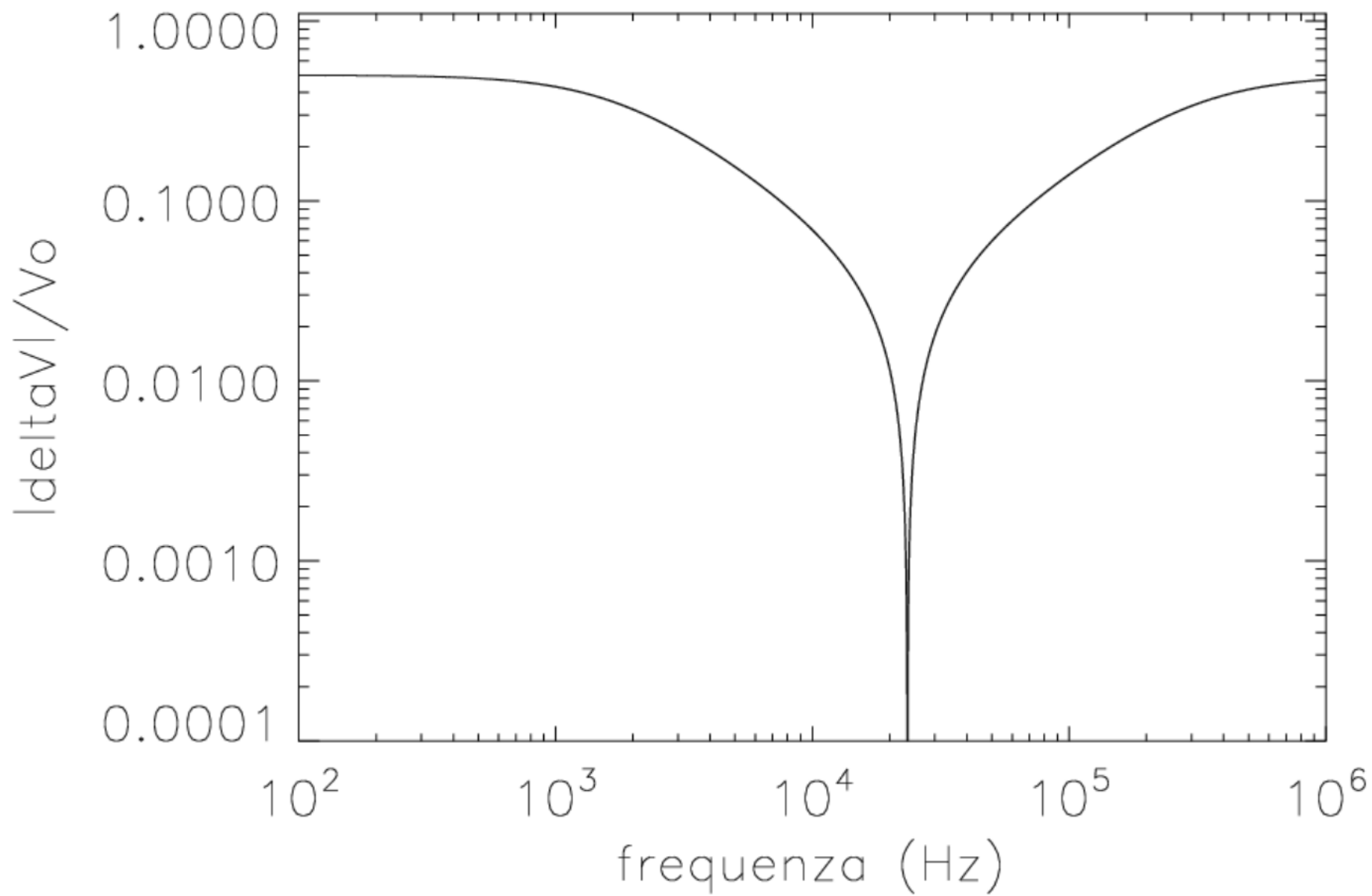
$$R_1 = \frac{1}{R_L} \left[R_2 R_3 - \frac{L}{C} \right] \quad ; \quad \omega = \sqrt{\frac{R_L}{R_1}} \sqrt{\frac{1}{LC}}$$

- Perché esista un valore di R_1 che azzeri il ponte, deve essere $R_2 R_3 > \frac{L}{C}$
- Andamenti asintotici:

$$\omega \rightarrow \infty \quad V_A = V_o \frac{R_2}{R_2 + R_1 + \frac{1}{j\omega C}} \rightarrow V_o \frac{R_2}{R_2 + R_1} \quad V_B = V_o \frac{R_L + j\omega L}{R_3 + R_L + j\omega L} \Rightarrow V_o \quad \Delta V \rightarrow -V_o \frac{R_1}{R_2 + R_1}$$

$$\omega \rightarrow 0 \quad V_A = V_o \frac{R_2}{R_2 + R_1 + \frac{1}{j\omega C}} \rightarrow 0 \quad V_B = V_o \frac{R_L + j\omega L}{R_3 + R_L + j\omega L} \Rightarrow V_o \frac{R_L}{R_3 + R_L} \quad \Delta V \rightarrow -V_o \frac{R_L}{R_3 + R_L}$$

- Numericamente: $R_1 = 980 \Omega \quad ; \quad f = 23500 \text{ Hz}$



Soluzione esonero 2B

- perché il ponte sia azzerato, i due partitori A e B devono avere lo stesso rapporto di partizione:

$$V_A = V_o \frac{Z_3}{Z_L + Z_3} \quad ; \quad V_B = V_o \frac{Z_1}{Z_2 + Z_1} \quad ; \quad V_A = V_B \rightarrow \frac{Z_3}{Z_L + Z_3} = \frac{Z_1}{Z_1 + Z_2} \rightarrow Z_3 Z_2 = Z_1 Z_L$$

- Quindi nel nostro caso deve essere $R_3 R_2 = \left[R_1 + \frac{1}{j\omega C} \right] [R_L + j\omega L]$
- E quindi

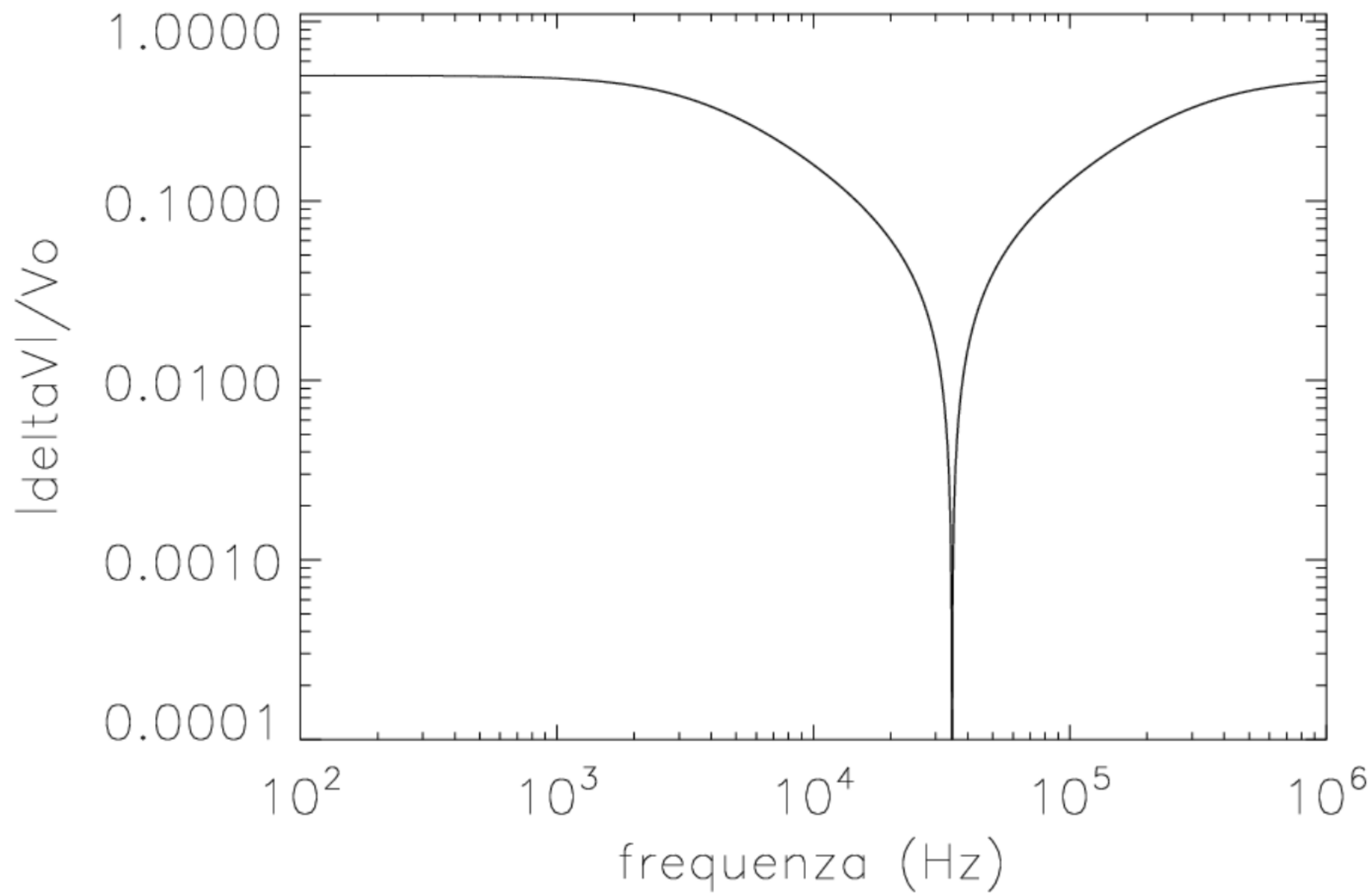
$$R_1 = \frac{1}{R_L} \left[R_2 R_3 - \frac{L}{C} \right] \quad ; \quad \omega = \sqrt{\frac{R_L}{R_1}} \sqrt{\frac{1}{LC}}$$

- Perché esista un valore di R_1 che azzeri il ponte, deve essere $R_2 R_3 > \frac{L}{C}$
- Andamenti asintotici:

$$\omega \rightarrow \infty \quad V_A = V_o \frac{R_3}{R_3 + R_L + j\omega L} \rightarrow 0 \quad V_B = V_o \frac{R_1 + 1/j\omega C}{R_2 + R_1 + 1/j\omega C} \Rightarrow V_o \frac{R_1}{R_2 + R_1} \quad \Delta V \rightarrow -V_o \frac{R_1}{R_2 + R_1}$$

$$\omega \rightarrow 0 \quad V_A = V_o \frac{R_3}{R_3 + R_L + j\omega L} \rightarrow V_o \frac{R_3}{R_3 + R_L} \quad V_B = V_o \frac{R_1 + 1/j\omega C}{R_2 + R_1 + 1/j\omega C} \Rightarrow V_o \quad \Delta V \rightarrow -V_o \frac{R_L}{R_3 + R_L}$$

- Numericamente: $R_1 = 955 \Omega \quad ; \quad f = 34700 \text{ Hz}$



Soluzione esonero 2C

- perché il ponte sia azzerato, i due partitori A e B devono avere lo stesso rapporto di partizione:

$$V_A = V_o \frac{Z_2}{Z_1 + Z_2} \quad ; \quad V_B = V_o \frac{Z_L}{Z_3 + Z_L} \quad ; \quad V_A = V_B \rightarrow \frac{Z_2}{Z_1 + Z_2} = \frac{Z_L}{Z_3 + Z_L} \rightarrow Z_3 Z_2 = Z_1 Z_L$$

- Quindi nel nostro caso deve essere $R_3 R_2 = \left[R_1 + \frac{1}{j\omega C} \right] [R_L + j\omega L]$
- E quindi

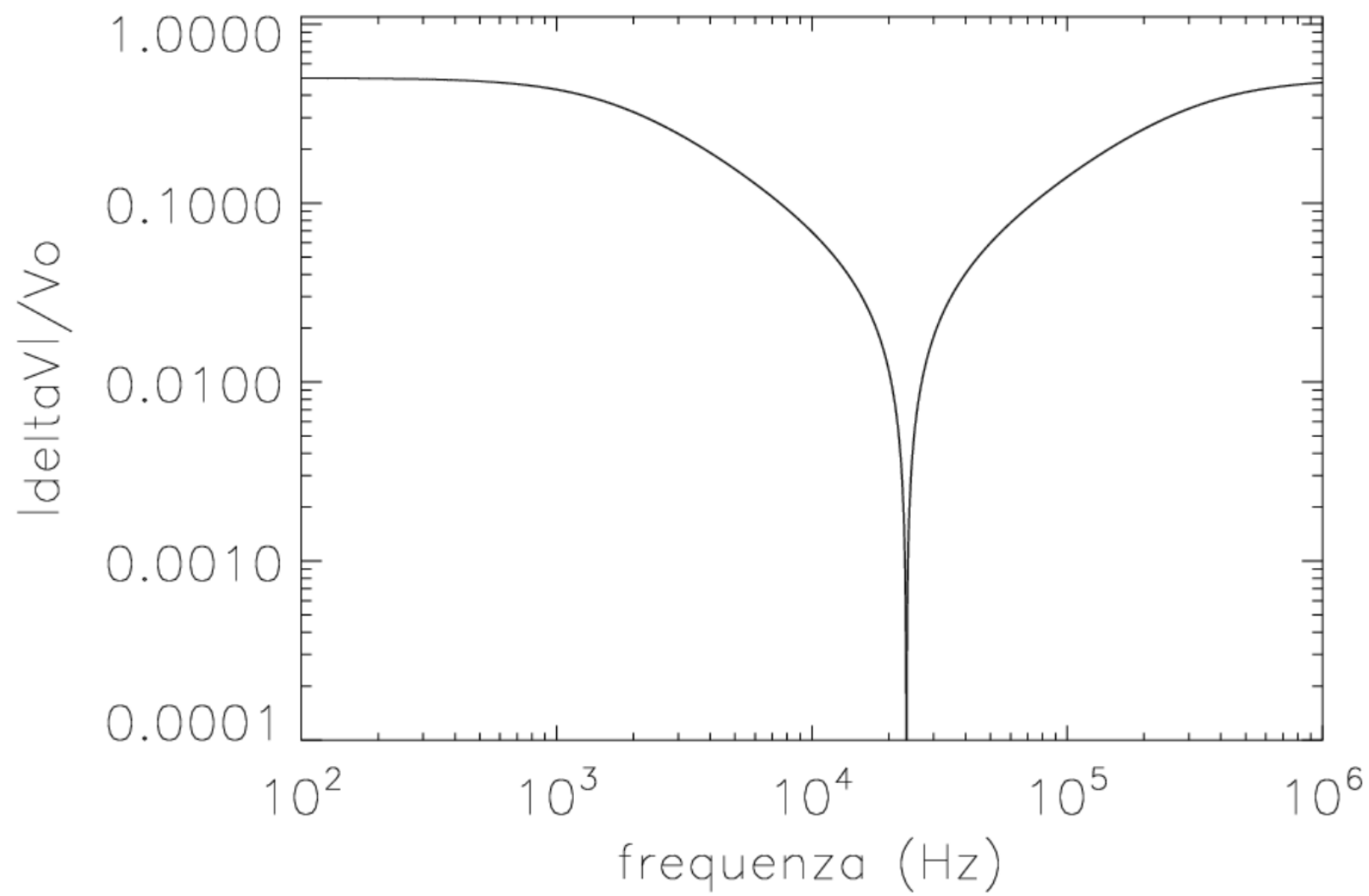
$$R_1 = \frac{1}{R_L} \left[R_2 R_3 - \frac{L}{C} \right] \quad ; \quad \omega = \sqrt{\frac{R_L}{R_1}} \sqrt{\frac{1}{LC}}$$

- Perché esista un valore di R_1 che azzeri il ponte, deve essere $R_2 R_3 > \frac{L}{C}$
- Andamenti asintotici:

$$\omega \rightarrow \infty \quad V_A = V_o \frac{R_2}{R_2 + R_1 + \frac{1}{j\omega C}} \rightarrow V_o \frac{R_2}{R_2 + R_1} \quad V_B = V_o \frac{R_L + j\omega L}{R_3 + R_L + j\omega L} \Rightarrow V_o \quad \Delta V \rightarrow -V_o \frac{R_1}{R_2 + R_1}$$

$$\omega \rightarrow 0 \quad V_A = V_o \frac{R_2}{R_2 + R_1 + \frac{1}{j\omega C}} \rightarrow 0 \quad V_B = V_o \frac{R_L + j\omega L}{R_3 + R_L + j\omega L} \Rightarrow V_o \frac{R_L}{R_3 + R_L} \quad \Delta V \rightarrow -V_o \frac{R_L}{R_3 + R_L}$$

- Numericamente: $R_1 = 980 \Omega \quad ; \quad f = 23500 \text{ Hz}$



Soluzione esonero 2D

- perché il ponte sia azzerato, i due partitori A e B devono avere lo stesso rapporto di partizione:

$$V_A = V_o \frac{Z_3}{Z_L + Z_3} \quad ; \quad V_B = V_o \frac{Z_1}{Z_2 + Z_1} \quad ; \quad V_A = V_B \rightarrow \frac{Z_3}{Z_L + Z_3} = \frac{Z_1}{Z_1 + Z_2} \rightarrow Z_3 Z_2 = Z_1 Z_L$$

- Quindi nel nostro caso deve essere $R_3 R_2 = \left[R_1 + \frac{1}{j\omega C} \right] [R_L + j\omega L]$
- E quindi

$$R_1 = \frac{1}{R_L} \left[R_2 R_3 - \frac{L}{C} \right] \quad ; \quad \omega = \sqrt{\frac{R_L}{R_1}} \sqrt{\frac{1}{LC}}$$

- Perché esista un valore di R_1 che azzeri il ponte, deve essere $R_2 R_3 > \frac{L}{C}$
- Andamenti asintotici:

$$\omega \rightarrow \infty \quad V_A = V_o \frac{R_3}{R_3 + R_L + j\omega L} \rightarrow 0 \quad V_B = V_o \frac{R_1 + 1/j\omega C}{R_2 + R_1 + 1/j\omega C} \Rightarrow V_o \frac{R_1}{R_2 + R_1} \quad \Delta V \rightarrow -V_o \frac{R_1}{R_2 + R_1}$$

$$\omega \rightarrow 0 \quad V_A = V_o \frac{R_3}{R_3 + R_L + j\omega L} \rightarrow V_o \frac{R_3}{R_3 + R_L} \quad V_B = V_o \frac{R_1 + 1/j\omega C}{R_2 + R_1 + 1/j\omega C} \Rightarrow V_o \quad \Delta V \rightarrow -V_o \frac{R_L}{R_3 + R_L}$$

- Numericamente: $R_1 = 955\Omega \quad ; \quad f = 34700\text{Hz}$

