

Fakulta elektrotechniky a informatiky
Katedra elektroniky a multimediálních telekomunikací

Elektroakustika

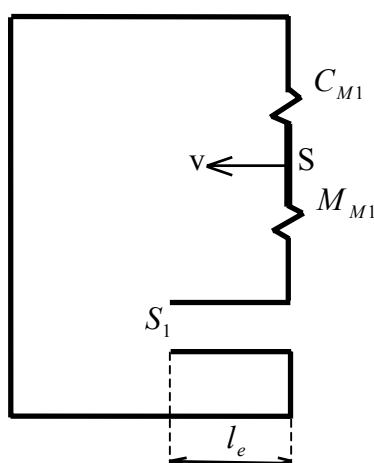
Meno: **Miroslav Pořáček**
Šk.rok: 2001/2002
Št.sk.: 15

Úloha:

Uvažujme reproduktor a bassreflexovú trubicu v uzatvorenej ozvučnici. Predpokladaný objem ozvučnice je 10 litrov. Pre jednoduchosť si reproduktor nahraďte ideálnym piestom o hmotnosti 30g, ktorý je zavesený v pružnom závесе s poddajnosťou $1,63 \cdot 10^{-3} m.N^{-1}$. Predpokladajte, že piest je privádzaný do pohybu zo zdrojom konštantnej objemovej rýchlosti. Plocha piesta je $220cm^2$. Nakreslite mechanicko – akustickú schému sústavy a vypočítajte veľkosť akustickej trubice, ktorú potrebujeme nato, aby rezonátor mal rezonančnú frekvenciu rovnakú ako je rezonančná frekvencia mechanického rezonátora.

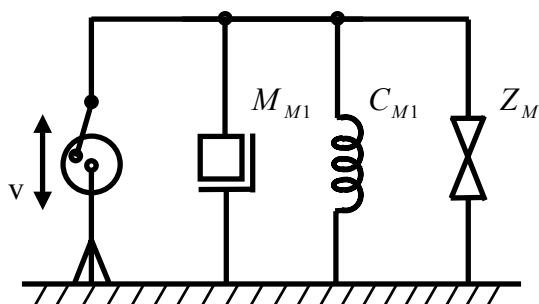
Riešenie:

Celú ozvučnicu spolu s trubicou a reproduktorom si môžeme predstaviť ako:

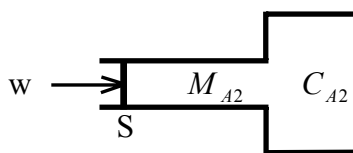


Potom to môžeme nasledovne rozkresliť na **mechanickú časť** a **akustickú časť** (mechanicko – akustická schéma).

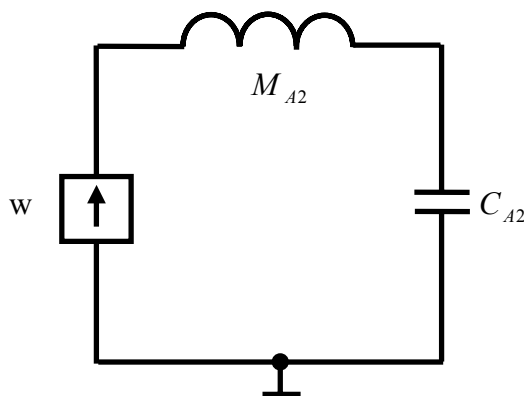
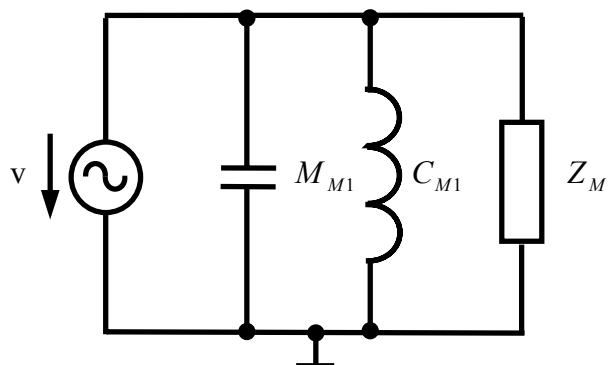
mechanická časť



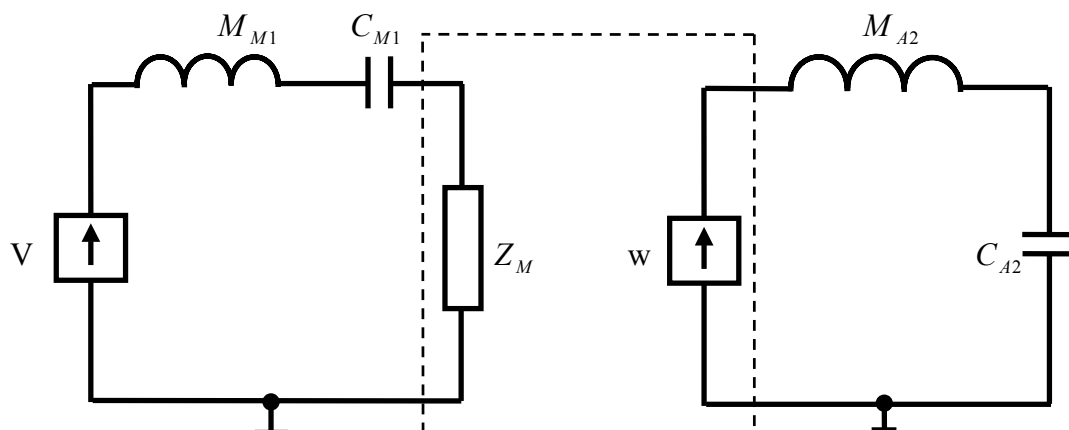
akustická časť



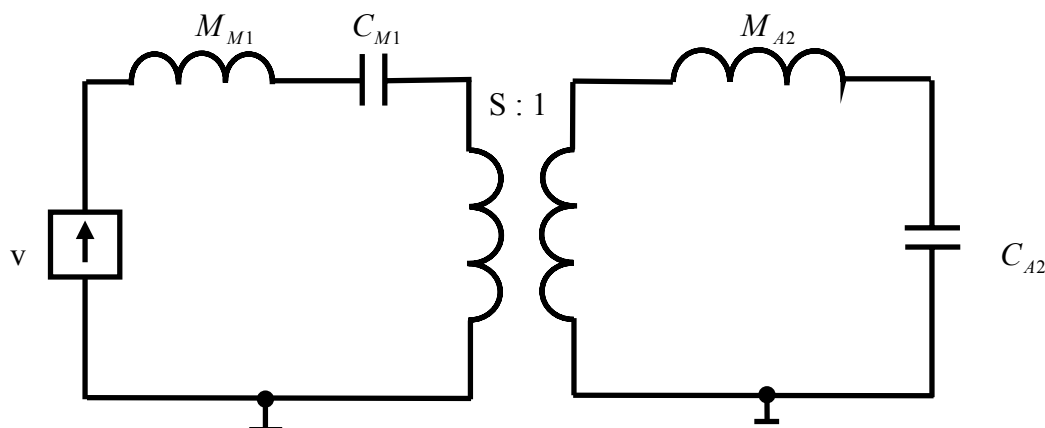
Ďalej ich môžeme upraviť na:



Pomocou pravidiel duality prekreslíme rýchlostnú schému na impedančnú .



Obvod, ktorý je vo výšrafovej oblasti je mechanicko – akustický menič, ktorý môžeme nahradiť transformátorom, ktorého transformačný pomer je $S : 1$. Ako to vidieť na nasledujúcej schéme.



Podľa našej úlohy a posledne nakreslenej schémy platia nasledujúce vzťahy :

$$f_{r1} = \frac{1}{2 \cdot \pi} \sqrt{\frac{1}{C_{M1} \cdot M_{M1}}} \quad (1)$$

$$f_{r2} = \frac{1}{2 \cdot \pi} \sqrt{\frac{1}{C_{A2} \cdot M_{A2}}} \quad (2)$$

Vzťah (1) predstavuje rezonančnú frekvenciu mechanickej časti a vzťah (2) predstavuje rezonančnú frekvenciu akustickej časti. Aby rezonátor mal rovnakú rezonančnú frekvenciu musí platiť nasledujúci vzťah $f_{r1} = f_{r2}$. Úpravou tohto vzťahu dostaneme vzťah (3) na

$$\text{výpočet akustickej hmotnosti } M_{A2} = \frac{C_{M1} \cdot M_{M1}}{C_{A2}} \quad (3).$$

Podľa zadanej úlohy poznáme:

- mechanicú hmotnosť (zotrvačnosť) $M_{M1} = 30 \cdot 10^{-3} \text{ kg}$
- mechanicú poddajnosť $C_{M1} = 1.63 \cdot 10^{-3} \text{ m} \cdot \text{N}^{-1}$

Akustickú poddajnosť vypočítame podľa vzťahu: $C_{A2} = \frac{V}{c^2 \cdot \rho}$, kde jednotlivé veličiny sú:

- objem ozvučnice $V = 10 \cdot 10^{-3} \text{ m}^3$

- rýchlosť zvuku $c = 345m.s^{-1}$
- hustota prostredia $\rho = 1.18kg.m^{-3}$

Z nasledujúcich hodnôt môžeme vypočítať $C_{A2} = \frac{10 \cdot 10^{-3}}{345^2 \cdot 1.18} = 7.12 \cdot 10^{-8} m^4 \cdot s^2 \cdot kg^{-1}$.

Vypočítanú akustickú poddajnosť môžeme dosadiť do vzťahu (3), a tak vypočítať akustickú

hmotnosť $M_{A2} = \frac{1.63 \cdot 10^{-3} \cdot 30 \cdot 10^{-3}}{7.12 \cdot 10^{-8}} = 686.8kg.m^{-4}$.

Rozmery bassreflexovej trubice vypočítame zo vzťahov:

$$M_{A2} = \frac{\rho \cdot l_e}{S_1} \quad (4) \quad S_1 = \frac{S}{3} \quad (5) \quad M_{A2} = \frac{\rho \cdot l_e}{S_1} \quad (6)$$

kde jednotlivé veličiny sú:

- obsah kruhu bassreflexovej trubice S_1
- plocha piesta $S = 220 \cdot 10^{-4} m^2$

Po úprave vzťahov (4), (5) a (6) sú rozmery bassreflexovej trubice nasledovné:

$$S_1 = \frac{220 \cdot 10^{-4}}{3} = 7.5 \cdot 10^{-3} m^2$$

$$l_e = \frac{7.5 \cdot 10^{-3} \cdot 686.8}{1.18} = 4.365m$$

Výsledky sú trochu nezmyselné, lebo konštrukcia zariadenia takýchto rozmerov nie je efektívna, a ani reálna. Na záver môžeme ešte pre ukážku vypočítať rezonančnú frekvenciu rezonátora:

$$f_{r1} = \frac{1}{2 \cdot \pi} \sqrt{\frac{1}{C_{M1} \cdot M_{M1}}} = \frac{1}{2 \cdot \pi} \sqrt{\frac{1}{1.63 \cdot 10^{-3} \cdot 30 \cdot 10^{-3}}} = 22.76Hz$$

Ako je vidieť, tak ozvučnica spolu s bassreflexovou trubicou s rozmermi S_1 a l_e by mala rezonančnú frekvenciu $f_{r1} = 22.76Hz$.