

# Úplná elektro-mechanicko-akustická sústava

## 6. cvičenie z Elektroakustiky v LS2009

Cvičenie priamo nadväzuje na predchádzajúce úlohy, v ktorých boli riešená mechanicko-akustická a elektro-mechanická sústava. Cieľom riešenia tejto úlohy je precvičiť si problematiku:

- Kreslenia náhradných schém úplných elektro-mechanicko-akustických sústav
- Výpočtu hodnôt akustických prvkov a rozmerov častí akustických sústav
- Zobrazenia prvkov cez mechanicko-akustický menič a elektro-mechanický menič
- Simulácie a analýzy sústav v programe AkAbak

Uvažujme elektro-mechanicko-akustickú sústavu podľa obr. 1.

Skladá sa z „reálneho“ piesta pružne kmitajúceho vo vnútornej stene skrinky. Parametre tejto časti sústavy sú nasledovné:

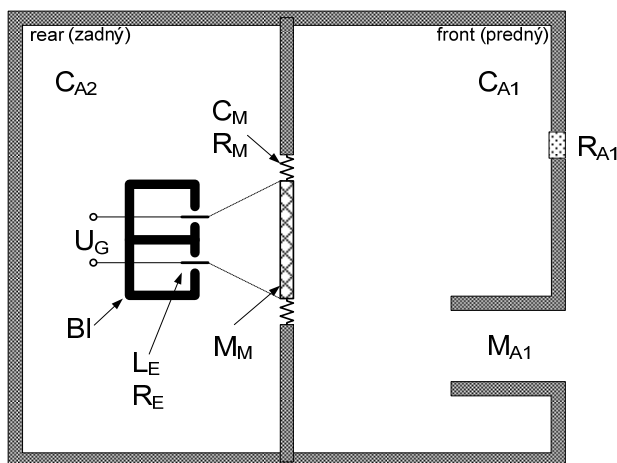
- hmotnosť piesta  $M_M = 53$  g
- poddajnosť piesta  $C_M = 1.2$  mm/N
- mechanický odpor kmitania piesta  $R_M = 3.3$  Ns/m
- plocha piesta  $S_D = 330$  cm<sup>2</sup>

Vnútorňa stena rozdeľuje skrinku na dve časti, takže kmitajúci piest vysiela akustickú vlnu do dvoch, oddelených akustických obvodov a cez akustickú trubicu do priestoru. Parametre tejto časti sústavy sú nasledovné:

- objem prednej časti skrinky  $V_{\text{front}} = 36.5$  lit.
- objem zadnej časti skrinky  $V_{\text{rear}} = 46.5$  lit.
- činiteľ kvality akustického rezonátora  $Q_A = 100$ ,
- rezonančná frekvencia akustického rezonátora  $F_B = 43$  Hz

Predpokladáme ďalej, že piest je rozkmitaný cievkou elektrodynamického elektromechanického meniča, ktorého vlastnosti charakterizujú parametre:

- odpor cievky  $R_E = 6.3$  Ohm
- indukčnosť cievky  $L_E = 1.83$  mH
- transformačná konštanta  $Bl = 10.7$  Tm



Obr. 1

### ÚLOHY:

- Do poznámkového zošita si nakreslite úplnú "elektro-mechanicko-akustickú" analogickú schému sústavy.
- Vypočítajte **hodnoty prvkov** akustickej časti obvodu z pridelených parametrov.
- Z hodnoty akustickej hmotnosti trubice vypočítajte jej rozmery (dĺžku  $L_T$  a priemer  $D_T$ ) tak, aby minimálna plocha prierezu nebola menšia než 1/3 plochy piesta.

- d) Napíšte skript na simuláciu sústavy v programe AkAbak. Ako ideálny elektro-mechanický menič použite prvok "gyrator". Ako ideálny mechanicko-akustický menič použite prvok "coupler".
- e) Zobrazte:
1. vstupnú elektrickú impedanciu sústavy
  2. akustické objemové rýchlosti na akustických prvkoch, reprezentujúcich prednú časť skrinky
  3. akustické tlaky v skrinke
- f) Do poznámkového zošita si nakreslite "elektro-mechanickú" analogickú schému sústavy, ktorú dostanete zobrazením akustických prvkov do mechanickej domény.
- g) Vypočítajte hodnoty mechanických prvkov, ktoré vznikli zobrazením akustických prvkov do mechanickej domény.
- h) Napíšte skript na simuláciu elektromechanickej sústavy v programe AkAbak a:
1. zobrazte vstupnú elektrickú impedanciu sústavy
  2. zobrazte mechanické rýchlosti a sily na mechanických prvkoch, reprezentujúcich pôvodnú akustickú časť sústavy a porovnajte ich s pôvodnými akustickými veličinami (pozri e2 a e3)
- i) Do poznámkového zošita si nakreslite "elektrickú" náhradnú schému sústavy, ktorú dostanete zobrazením všetkých mechanických prvkov do elektrickej domény.
- j) Vypočítajte hodnoty nových elektrických prvkov, ktoré vznikli zobrazením mechanických prvkov do elektrických domény.
- k) Napíšte skript na simuláciu elektromechanickej sústavy v programe AkAbak a:
1. zobrazte vstupnú elektrickú impedanciu sústavy
  2. zobrazte elektrické prúdy a napätia na elektrických prvkoch, reprezentujúcich pôvodnú akustickú časť sústavy a porovnajte ich s pôvodnými akustickými veličinami (pozri e2, e3 a h2)