

Úplná elektro-mechanicko-akustická sústava

8. cvičenie z Elektroakustiky v LS2011

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 sú nasledovné:

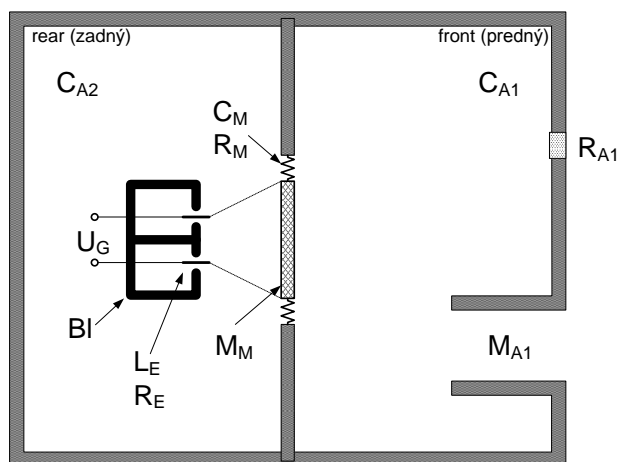
- hmotnosť piesta $M_M = 75.22$ g
- poddajnosť piesta $C_M = 0.9$ mm/N
- mechanický odpor kmitania piesta $R_M = 5.33$ Ns/m
- plocha piesta $S_D = 511$ cm²

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 sú nasledovné:

- objem prednej časti skrinky $V_{\text{front}} = 31.69$ lit.
- objem zadnej časti skrinky $V_{\text{rear}} = 35.05$ lit.
- činiteľ kvality akustického rezonátora (prednej časti skrinky) $Q_A = 30$,
- rezonančná frekvencia akustického rezonátora $F_B = 62.3$ Hz

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

- odpor cievky $R_E = 6.2$ Ohm
- indukčnosť cievky $L_E = 1.24$ mH
- transformačná konštanta $Bl = 12.23$ Tm (NA⁻¹)



Obr. 1

ÚLOHY:

- a) Do poznámkového zošita si nakreslite úplnú "elektro-mechanicko-akustickú" analogickú schému sústavy. Skutočnosť, že sústava vysiela akustické vlnenie do priestoru cez akustickú trubicu bude v schéme vyjadrená zaťažovacou - vysielačou impedanciou na výstupe trubice.
- b) Vypočítajte **hodnoty prvkov** akustickej časti obvodu z pridelených parametrov V_{front} , V_{rear} , Q_A a F_B .
Odporúčanie: Použite Abakus !!!
- c) Z hodnoty akustickej hmotnosti trubice vypočítajte jej rozmery (dĺžku L_T a priemer D_T) tak, aby minimálna plocha pričného rezu nebola menšia než 1/3 plochy piesta, kmitajúceho vo vnútornej stene skrinky.
- d) Napíšte skript na simuláciu sústavy v programe AkAbak, v ktorom:
 - ako ideálny elektro-mechanický menič použite prvok "gyrator"
 - ako ideálny mechanicko-akustický menič použite prvok "coupler"
 - ako vysielačiu impedanciu použite prvok „**radiator**“
 - **Odporúčanie:** Hodnoty prvkov, ktoré je nutné vypočítať, realizujte v skripte s využitím funkcie Def_const
- e) Zobrazte:
 1. vstupnú elektrickú impedanciu sústavy
 2. akustické objemové rýchlosti v skrinke (na akustických prvkoch)
 3. akustické tlaky v skrinke (na akustických prvkoch)
 4. akustický tlak, generovaný sústavou do priestoru (pomocou funkcie Sum/Acoustic Pressure)

Odporúčané úlohy na samostatnú prácu doma

- f) Do poznámkového zošita si nakreslite "elektro-mechanickú" analogickú schému sústavy, ktorú dostaneme **zobrazením akustických prvkov** do mechanickej domény.
- g) Vypočítajte hodnoty mechanických prvkov, ktoré sú obrazmi akustických prvkov v mechanickej doméne.
- 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 prvkov (mechanických aj akustických) 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)