

Úplná elektro-mechanicko-akustická sústava

6. cvičenie z Elektroakustiky v LS2010

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:

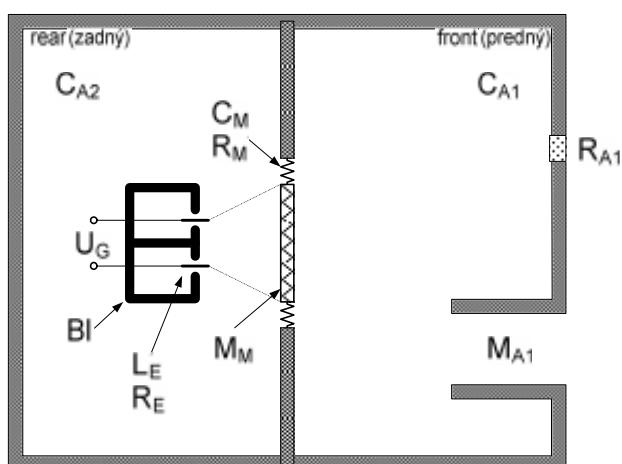
- hmotnosť piesta $M_M = 75.22$ g
- poddajnosť piesta $C_M = 0.9$ mm/N
- mechanický odpor kmitania piesta $R_M = 5.33$ Ns/m
- plocha piesta $S_D = 511$ cm²

Vnútrná 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 $V_{\text{front}} = 31.69$ 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:

- 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.
- Vypočítajte hodnoty prvkov akustickej časti obvodu z pridelených parametrov. Odporúčanie: Použite Abakus !!!
- Z hodnoty akustickej hmotnosti trubice vypočítajte jej rozmery (dĺžku L_T a priemer D_T) tak, aby minimálna plocha prierehu nebola menšia než 1/3 plochy piesta, kmitajúceho vo vnútornej stene skrinky.
- Napište 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 vysielač impendanciu 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)

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 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)