

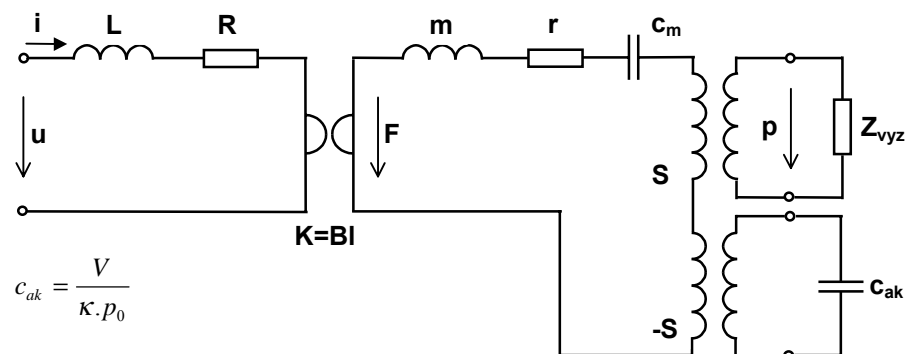
Měření parametrů elektrodynamického reproduktoru

Úkol:

Změřte:

- modul elektrické impedance, rezonanční kmitočet
- hmotnost a poddajnost membrány
- činitel jakosti a mechanický odpor
- konstantu Bl

Náhradní obvod reproduktoru v ozvučnici



Určení modulu elektrické impedance a rezonančního kmitočtu

K měření rezonančního kmitočtu a modulu elektrické impedance použijeme zapojení podle obrázku. Reproductor budeme postupně budit z generátoru různými frekvencemi.

Pro modul el. impedance platí: $Z = \frac{U_2 \cdot R}{U_1 - U_2}$.

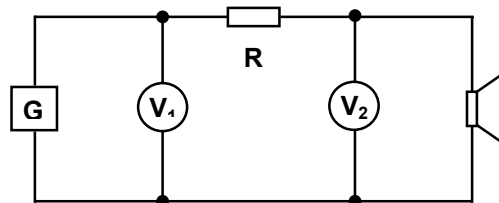
Při rezonančním kmitočtu dosáhne jeho hodnota maxima.

Naměřené a vypočtené hodnoty:

$U_1 = 10 \text{ V}$, $U_2 = 1,6 \text{ V}$, $R = 470 \Omega$,

Rezananční kmitočet: $f_{r1} = 62 \text{ Hz}$

Modul elektrické impedance: $Z = \frac{U_2 \cdot R}{U_1 - U_2} = \frac{1,6 \cdot 470}{10 - 1,6} = 89,52 \Omega$



Určení hmotnosti a poddajnosti membrány

Při tomto měření vyjdeme ze základního vztahu pro rezonanční kmitočet $f_{r1} = \frac{1}{2\pi \cdot \sqrt{m_1 \cdot c_1}}$, kde m_1 značí

hmotnost a c_1 sériovou kombinaci poddajnosti membrány c_m a poddajnosti ozvučnice c_{ak} (viz náhradní obvod reproduktoru v ozvučnici). V případě, že změníme hmotnost membrány o Δm změní se i jeho rezonanční

kmitočet na $f_{r2} = \frac{1}{2\pi \cdot \sqrt{(m_1 + \Delta m) \cdot c_2}}$. Při našem měření změníme hmotnost membrány přilepením kousku

plastelíny známé hmotnosti na membránu reproduktoru. Pokud budeme znát Δm a obě rezonanční frekvence f_{r1} a f_{r2} můžeme určit hmotnost membrány m_1 a poddajnost c_1 . Řešením soustavy dvou rovnic pro dvě neznámé

získáme vztahy $m_1 = \frac{\Delta m \cdot f_{r2}^2}{f_{r1}^2 - f_{r2}^2}$ a $c_1 = \frac{f_{r1}^2 - f_{r2}^2}{\Delta m \cdot f_{r1}^2 \cdot f_{r2}^2}$. Z poddajnosti c_1 určíme následně c_m . Platí $\frac{1}{c_1} = \frac{1}{c_m} + \frac{1}{c_{ak}}$,

kde $c_{ak} = \frac{V}{\kappa \cdot p_0 \cdot S^2}$, takže za předpokladu transformace $-S$ pro c_m platí $c_m = \frac{c_1 \cdot V}{V + c_1 \cdot \kappa \cdot p_0 \cdot S^2}$.

Naměřené a vypočtené hodnoty:

Změna hmotnosti: $\Delta m = 23,39 \text{ g}$
rozměry ozvučnice: $29 \times 31 \times 41,5 \text{ cm}$

$$V = 0,29 \cdot 0,31 \cdot 0,415 = 3,73085 \cdot 10^{-2} \text{ m}^3$$

průměr membrány: $d = 12 \text{ cm}$

$$S = \pi \left(\frac{d}{2} \right)^2 = 1,1310 \cdot 10^{-2} \text{ m}^2$$

rezonanční frekvence: $f_{r1} = 62 \text{ Hz}$

$f_{r2} = 39,5 \text{ Hz}$

atmosférický tlak: $p_0 = 1,01325 \cdot 10^5 \text{ N} \cdot \text{m}^{-2}$

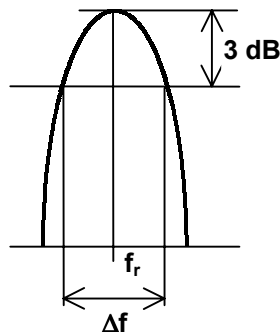
$\kappa = 1,4$

$$m_1 = \frac{\Delta m \cdot f_{r2}^2}{f_{r1}^2 - f_{r2}^2} = \frac{23,39 \cdot 10^{-3} \cdot 39,5^2}{62^2 - 39,5^2} = 1,5980 \cdot 10^{-2} \text{ kg}$$

$$c_1 = \frac{f_{r1}^2 - f_{r2}^2}{\Delta m \cdot f_{r1}^2 \cdot f_{r2}^2} = \frac{62^2 - 39,5^2}{23,39 \cdot 10^{-3} \cdot 62^2 \cdot 39,5^2} = 1,6279 \cdot 10^{-2} \text{ m}^5 \text{ N}^{-1}$$

$$c_m = \frac{c_1 \cdot V}{V + c_1 \cdot \kappa \cdot p_0 \cdot S^2} = \frac{1,6279 \cdot 10^{-2} \cdot 3,73085 \cdot 10^{-2}}{3,73085 \cdot 10^{-2} + 1,6279 \cdot 10^{-2} \cdot 1,4 \cdot 1,01325 \cdot 10^5 \cdot 1,1310 \cdot 10^{-2}} = 1,8256 \cdot 10^{-3} \text{ m}^5 \text{ N}^{-1}$$

Určení činitele jakosti a mechanického odporu



Činitel jakosti je definován jako poměr rezonančního kmitočtu f_r a intervalu

poklesu modulu el. impedance o 3 dB oproti hodnotě při rezonanci Δf : $Q = \frac{f_r}{\Delta f}$

Mechanický odpor membrány určíme ze vztahu: $r_m = \frac{1}{2\pi \cdot f_1 \cdot c_1 \cdot Q}$

Naměřené a vypočtené hodnoty:

$f_r = 62 \text{ Hz}$ $f_1 = 58 \text{ Hz}$ $f_2 = 67,5 \text{ Hz}$

$$Q = \frac{f_r}{\Delta f} = \frac{62}{67,5 - 58} = 6,5263$$

$$r_m = \frac{1}{2\pi \cdot f_1 \cdot c_1 \cdot Q} = \frac{1}{2\pi \cdot 62 \cdot 1,6279 \cdot 10^{-2} \cdot 6,5263} = 2,4161 \cdot 10^{-2} \Omega$$

Určení konstanty Bl

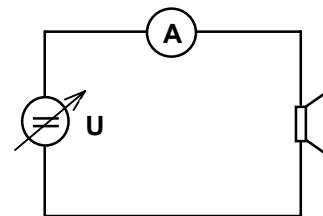
Konstantu Bl určíme tak, že měřený reproduktor položíme na stůl a jeho membránu zatížíme známou hmotností. Připojíme zdroj stejnosměrného napětí a jeho napětí nastavíme na takovou hodnotu, aby se membrána dostala zpět do původní polohy.

Potom platí $F_g = F_{el}$ tj. $B \cdot I \cdot l = m \cdot g \Rightarrow Bl = \frac{m \cdot g}{I}$

Naměřené a vypočtené hodnoty:

$m_z = 200 \text{ g}$ $m_{\text{podl}} = 86,1 \text{ g}$ $I = 0,45 \text{ A}$

$$Bl = \frac{m \cdot g}{I} = \frac{(200 \cdot 10^{-3} + 86,1 \cdot 10^{-3}) \cdot 9,81}{0,45} = 6,2370 \text{ Tm}$$



Závěr:

Určili jsme následující parametry elektrodynamického reproduktoru:

- modul elektrické impedance $Z = 89,52 \Omega$
- rezonanční kmitočet $f_{r1} = 62 \text{ Hz}$
- hmotnost membrány $m_1 = 1,598 \cdot 10^{-2} \text{ kg}$
- poddajnost membrány $c_m = 1,83 \cdot 10^{-3} \text{ m}^5 \cdot \text{N}^{-1}$
- činitel jakosti $Q = 6,5263$
- mechanický odpor $r_m = 2,4161 \cdot 10^{-2} \Omega$
- konstantu Bl $Bl = 6,2370 \text{ T} \cdot \text{m}$