RÁZY

Pracovní úkol

Zaznamenejte časový průběh rázů při skládání kmitů dvou rozezvučených ladiček.

Pomůcky

Dvě ladičky, milimetrové měřítko, čidlo akustického tlaku D017i.

Teoretický úvod

Uvažujme dvě kmitání blízkých frekvencí ω_1 resp. ω_2, pro která $A_1 = A_2 = A$, $\varphi_1 = \varphi_2 = 0$. Jsou tedy popsána rovnicemi:

$$y_1 = A \sin \omega_1 t \quad \text{resp.} \quad y_2 = A \sin \omega_2 t.$$

Pro výsledné (složené) kmitání platí:

$$y = y_1 + y_2 = A \sin \omega_1 t + A \sin \omega_2 t = 2A \sin \frac{\omega_1 + \omega_2}{2} t \cos \frac{\omega_1 - \omega_2}{2} t =$$
$$= 2A \cos \frac{\omega_1 - \omega_2}{2} t \sin \frac{\omega_1 + \omega_2}{2} t = A' \sin \frac{\omega_1 + \omega_2}{2} t.$$

Nové kmitání má tedy zřejmě amplitudu

$$A' = 2A \cos \frac{\omega_1 - \omega_2}{2} t,$$

která se periodicky mění; periodické zeslabování a zesilování kmitů se nazývá **rázy** (**zázněje**). Frekvence složeného kmitání

$$\omega = \frac{\omega_1 + \omega_2}{2}$$

je průměrem frekvencí původních kmitání.

Pracovní postup

(1) Užijeme dvě identické ladičky, na jednu z nich našroubujeme kovový jezdec a připravíme tak ladičku *o blízké* (a to nižší) frekvenci.
(2) Ladičky postavíme do vzdálenosti cca 20 cm od sebe; doprostřed mezi ně umístíme čidlo akustického tlaku.
(3) Nastavíme vysokou vzorkovací frekvenci čidel (např. 10× za milisekundu); doba měření může být krátká (1 s).
(4) Dřevěným kladívkem rozezvučíme ladičky a zahájíme měření.
(5) Naměřené hodnoty zobrazíme v tabulce a znázorníme v grafu; zkoumáme změny amplitudy i hodnotu periody výsledného kmitání.

Další náměty

- Vzorce uvedené v teoretickém úvodu byly odvozeny pro stejnou amplitudu skládaných kmitů; toho se (při úderu kladívkem do ladičky) těžko dosáhne, proto patrně naměřené hodnoty nebudou zcela odpovídat odvozeným vztahům.

- Z grafu složeného kmitání lze zpětně jednotlivá dílčí kmitání zjistit harmonickou analýzou (Fourierův rozklad). Pravým tlačítkem myši zvolíme „Analyzovat / Analýza signálu“, v roletovém nabídce najdeme „Fourierova transformace“ a výsledný graf necháme namalovat do prázdného okna. „Píky“ grafu odpovídají frekvencím užitých ladiček.