

Určení rezonančních frekvencí Kundtovy trubice

Fourierova transformace

Václav Valíček, 2A/5, 7.12.2015

Zadání

Výpočtem určit tři základní rezonanční frekvence Kundtovy trubice, posléze provést kontrolu měřením. Porovnat teoretické výpočty. Provést FFT, zdůvodnit výstupy.

Pomůcky

Kundtova trubice (50cm), nastavitelný zdroj vlnění, osciloskop (s funkcí FFT)

Výpočetní část

Uzavřená trubice: $\varphi = \varphi' = \pi$, n = počet uzlů v trubici

$$f = \frac{v}{\lambda}$$

$$v = 340 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}; l = 0,5 \text{ m}; \lambda = 2l$$

$$f_r = \left(n + \frac{\varphi + \varphi'}{2 * \pi} \right) * \frac{v}{2 * l} = \frac{(n + 1)v}{2 * l}$$

Vypočtené hodnoty

n	f [Hz]	λ [m]
0	340	1
1	680	0,5
2	1020	0,33

Měření

Pro jednotlivé vlnové délky jsem nastavoval trubici na vzdálenost $\lambda / 2$, poté nastavil vypočtenou frekvenci. Jemným laděním frekvence generátoru jsem pohyboval uzlem vlny v trubici. Potom jsem hledal případné další uzly a kmity.

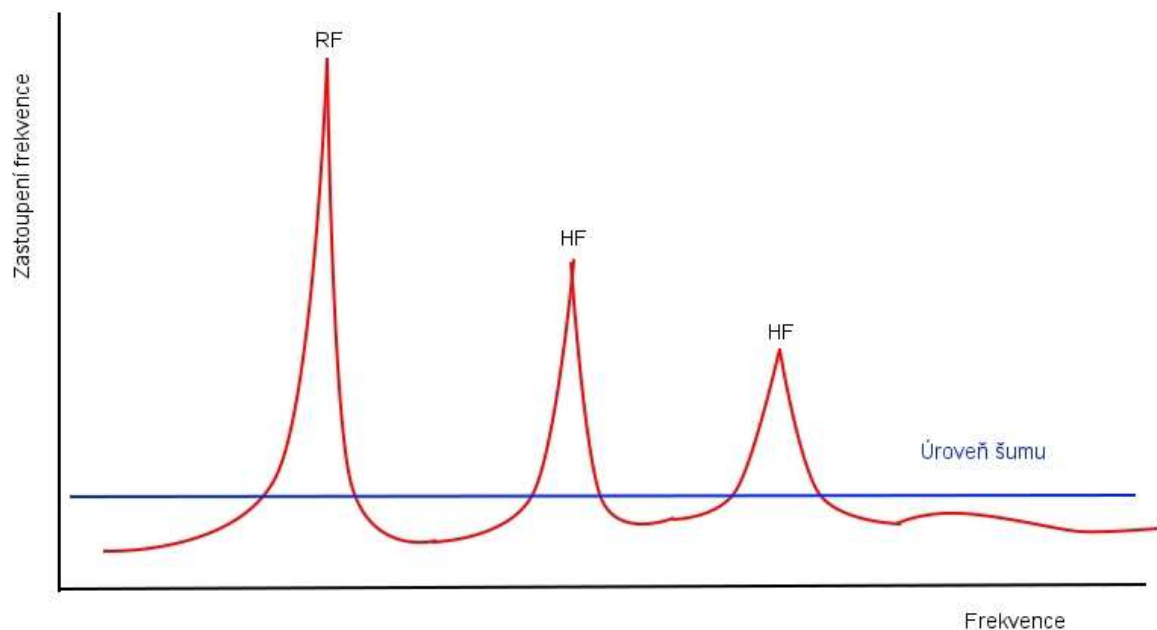
Naměřené hodnoty

n	f [Hz]	λ [m]
0	339	1
1	678	0,5
2	1025	0,33

Zjištěné hodnoty se liší od těch teoreticky vypočítaných – důvody jsou dva. Prvním z nich je nepřesnost konstanty $v_z = 340 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$, kde se rychlost zvuku docela radikálně mění s teplotou vzduchu. Druhým faktorem je ten lidský – odčítání, nastavování trubice, hluk z okolí. To vše zanáší do měření nepřesnosti.

Fourierova transformace

Fourierova transformace je matematický proces, který umožňuje rozložit signál složený z několika harmonických kmitání na jednotlivé složky a jejich intenzitu. Matematický proces popisovat nebudu, nebyl obsahem cvičení, používali jsme zrychlenou Fourierovu transformaci jakožto funkci osciloskopu.



Obrázek 1 - Ilustrovaný graf FFT (RF = Rezonanční frekvence, HF = Harmonické frekvence)

Na displeji osciloskopu je znatelná hranice šumu – označuje prakticky práh citlivosti, od které je soustava experimentu schopna zpracovat signály. První peak je rezonanční frekvence, dle grafu je evidentně nejvíce zastoupená. Další peaky jsou harmonické frekvence tvořené rezonancí uvnitř trubice.

Závěr

Měřené a vypočtené hodnoty se nikterak podstatně neliší – vzhledem k množství faktorů, které jsou schopny výsledek podstatně ovlivnit. Fourierova transformace (konkrétněji zrychlená Fourierova transformace – forma přijatelnější pro výpočetní techniku) je nástroj širokého uplatnění – spektrální analyzéry, zpracování obrazu i zvuku a mnoho dalších odvětví.