

Měření chvění plošných desek

Cvičení KET/CHH 2016

Cvičení: Středa 11:10 – 12:50

Vypracoval: Bc. Martin Zlámal

Měřicí skupina: Bc. Milan Flor
Bc. Filip Sauer
Bc. Lukáš Truhlář

Datum měření: 2. 3. 2016

Datum odevzdání: 9. 3. 2016

Zadání

1. Určete rezonanční frekvenci prvního módu kmitání vzorku DPS.
2. V okolí prvního maxima proveďte frekvenční analýzu vibrací předloženého vzorku desky plošných spojů s dostatečným rozlišením.
3. Frekvenční závislost zrychlení vynesete graficky a stanovte jakost.

Teoretický rozbor

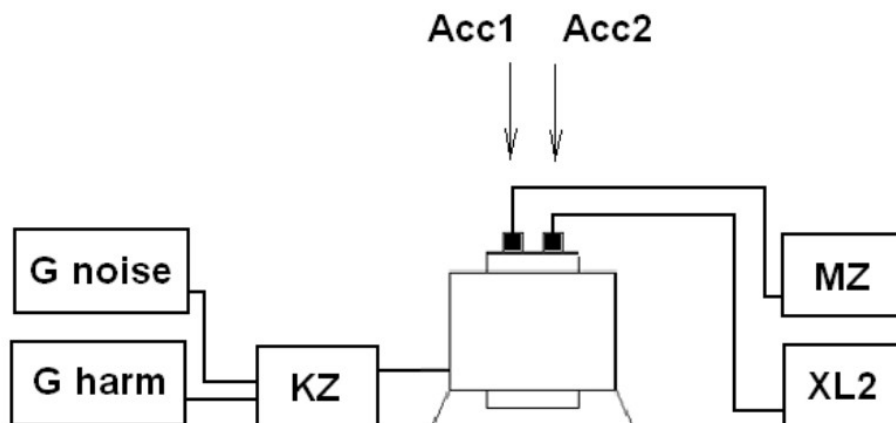
Frekvenční analýza, nebo také harmonická analýza je užitečný způsob popsat signály ve frekvenční oblasti. Signál totiž může být co do tvaru velmi složitý a proto se hodí jiný pohled. Frekvenční analýza potom odhalí z jakých jednotlivých složek je signál tvořen (spektrum signálu). Frekvenční analýza se často využívá ve sdělovací technice. V této práci je frekvenční analýza užitečná z toho důvodu, že můžeme snadno ohalit rezonanční frekvenci – což je první důležitá část.

Hmota připevněných desek na vibrační lavici díky své nezanedbatelné hmotnosti kmitá na všech místech různou rychlostí. Pokud je deska připevněna na krajích, bude dosahovat prostřední část desky největší výchylky, naopak připevníme-li desku uprostřed, budou nejvíce kmitat krajní části desky. Vztah mezi výchylkou, rychlostí a zrychlením lze vyjádřit takto:

$$a[ms^{-2}] = \frac{dv[ms^{-1}]}{dt} = \frac{d^2 A[m]}{dt^2}$$

Naměřená rezonanční křivka bude mít podobný tvar jako hustota normálního rozdělení. Jakost rezonanční křivky Q je potom dána strmostí této křivky. Čím je křivka strmější (užší), tím rezonuje daný předmět pouze na určitých frekvencích a nikde jinde a tato křivka je tedy považována za kvalitnější.

Schéma úlohy



Postup měření

Po upevnění měřeného vzorku do vibrační stolice přilepíme akcelerometr BK 4507B pomocí uboustrané lepicí pásky přibližně doprostřed vzorku. Ke koncovému zesilovači připojíme generátor bílého šumu a k akcelerometru připojíme zvukoměr v režimu analýzy spektra signálu. Tak zjistíme přibližnou hodnotu rezonanční frekvence. Oblast kolem této hodnoty proměříme detailně pomocí měřicího zesilovače.

Naměřené a vypočtené hodnoty, grafy

Tabulka 1: Naměřená zrychlení - detail

	$f_{\text{res}}-5$	$f_{\text{res}}-4$	$f_{\text{res}}-3$	$f_{\text{res}}-2$	$f_{\text{res}}-1$	f_{res}	$f_{\text{res}}+1$	$f_{\text{res}}+2$	$f_{\text{res}}+3$	$f_{\text{res}}+4$	$f_{\text{res}}+5$
f [Hz]	445	446	447	448	449	450	451	452	453	454	455
a [ms^{-2}]	21	21,5	21,8	22	22	21,9	21,7	21,3	20,7	20,1	19,4

Zrychlení při rezonanční frekvenci bylo stanoveno na 21,9 (ačkoliv se později ukázalo, že byla rezonanční frekvence zvolena chybně viz zrychlení při frekvencích 448 a 449 Hz).

$$a_{f_h, f_d} = \frac{1}{\sqrt{2}} \cdot a_{\text{res}} = 15,49 \text{ ms}^{-2}$$

	f_d	f_{res}	f_h
f [Hz]	439,3	450	460,8
a [ms ⁻²]	15,49	21,9	15,49

$$B_3 = f_h - f_d = 21,5 \text{ Hz}$$

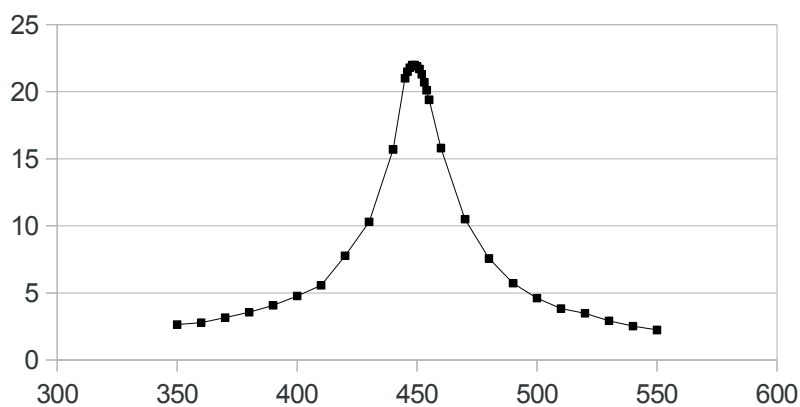
$$Q = \frac{f_{res}}{B_3} = 20,93$$

Tabulka 2: Naměřená zrychlení - pravá část křivky

	$f_{res}+10$	$f_{res}+20$	$f_{res}+30$	$f_{res}+40$	$f_{res}+50$	$f_{res}+60$	$f_{res}+70$	$f_{res}+80$	$f_{res}+90$	$f_{res}+100$
f [Hz]	460	470	480	490	500	510	520	530	540	550
a [ms ⁻²]	15,8	10,5	7,57	5,73	4,61	3,84	3,48	2,92	2,52	2,24

Tabulka 3: Naměřená zrychlení - levá část křivky

	$f_{res}-10$	$f_{res}-20$	$f_{res}-30$	$f_{res}-40$	$f_{res}-50$	$f_{res}-60$	$f_{res}-70$	$f_{res}-80$	$f_{res}-90$	$f_{res}-100$
f [Hz]	440	430	420	410	400	390	380	370	360	350
a [ms ⁻²]	15,7	10,3	7,77	5,57	4,77	4,08	3,56	3,16	2,78	2,64



Ilustrace 1: Frekvenční závislost zrychlení

Použité přístroje a podmínky měření

Vibrační stolička RFT11075/6324

Koncový zesilovač EP1500/173971

Šumový generátor TG100/175215

Harmonický generátor NTIMR-PRO

Měřicí zesilovač TYPE2525

Zvukoměr s ICP adaptérem NTIXL2

Akcelerometr BAK4507B

Teplota v místnosti: 20,6 °C

Relativní vlhkost: 44%

Atmosférický tlak: 999,7 hPa

Závěr

Před samotným měřením byla stanovena rezonanční frekvence 450 Hz a zrychlení při této frekvenci. V průběhu měření se ukázalo, že byla zjištěná hodnota zrychlení naměřena chybně, a správná hodnota má být 22 ms^{-2} . Tato malá odchylka však nehraje ve výsledku velkou roli. Důležitým závěrem tohoto měření je fakt, že čím více se blížíme frekvencí k frekvenci rezonanční, tím vzrůstají amplitudy kmitání (tedy i zrychlení) a dosahují svého maxima právě při rezonanční frekvenci. Rezananční frekvence je pak zvláštní bod, kdy dosahuje materiál (zařízení) velkých mechanických kmitů, které na něj mohou velmi negativně působit popřípadě jej úplně zničit. Proto je vhodné tyto frekvence znát a pokud to není žádoucí, tak se jim vyhýbat.