

Posudek bakalářské práce

Václava Steinbacha

zpracované na téma

Kmitání bistabilních mechanických soustav

Bakalářská práce o rozsahu 69 stran je věnována studiu bistabilních mechanických soustav. Toto téma je aktuální jak z hlediska teoretického, tak v nejrůznějších aplikacích, např. v mechanických přepínačích, bimetalových páscích, ale i ve vybraných úlohách tzv. *energy-harvestingu*.

Úvodní kapitola a kapitola 2 podávají ucelený přehled o bistabilních a vícestabilních soustavách. Dále jsou zde klasifikovány jednotlivé typy chování dynamických oscilátorů podle charakteru odezvy (periodické, kvaziperiodické, chaotické) a je podán základní přehled typů bifurkací při změně vybraného řídicího parametru.

Klíčovou částí práce jsou kapitoly 3 až 5, v nichž spatřuji hlavní vlastní přínos autora práce. V kapitole 3 jsou odvozeny modely von Misesova vzpěradla a magnetického fyzikálního kyvadla se dvěma a třemi magnety. Odpovídající výpočtové modely jsou implementovány v systému MATLAB a řešeny v časové oblasti prostřednictvím vestavěného řešiče obyčejných diferenciálních rovnic. Následná analýza je provedena za použití autorových vlastních nástrojů pro vyhodnocení nelineárního chování – jsou použity fázové trajektorie, bifurkační diagramy extrémů výchylek, Poincarého řezy apod. Výsledky jsou vhodným způsobem graficky zpracovány a jsou doprovázeny odpovídajícím komentářem. Kapitola 5 pak popisuje vytvoření fyzického demonstrátoru magnetického fyzikálního kyvadla s kinematickým budičem. Tato část ukazuje zájem studenta o danou problematiku, neboť dokladuje kompletní vytvoření modelu od jeho návrhu prostřednictvím výkresové dokumentace až po jeho fyzickou realizaci 3D tiskem a další výrobu.

Bakalářská práce má logickou strukturu, je napsána srozumitelně a terminologicky správně, nicméně obsahuje řadu překlepů a gramatických nepřesností (viz poznámky ve výtisku předaném zpět autorovi). Použité zdroje mají odpovídající rozsah a jsou korektně citovány. Zejména kapitoly 3, 4, 5 ukazují značný objem vlastní práce autora. Práce má vysoký potenciál dalšího rozvoje při současném použití matematických modelů a fyzického demonstrátoru. Dále uvádím dotazy a poznámky, na které by měl autor reagovat v průběhu obhajoby:

1. Jaká je korektní jednotka amplitudy f_0 u modelu von Misesova vzpěradla? Dle popisků např. v obr. 4.3 jde o [m], z modelu (3.6) vyplývá patrně [N/kg] a v tab. 4.1 je uvedena jako bezrozměrná [-].
2. Jaký je časový interval simulace pro jeden řez v bifurkačním diagramu? Jaká část je „odříznuta“ s ohledem na přechodové kmity od počátečních podmínek?
3. Čemu odpovídají „osamělé body“ v Poincarého řezech, např. v obr. 4.28, 4.30 apod?
4. Chaotické chování je v práci chápáno spíše intuitivně. Je možné z tohoto hlediska klasifikovat trajektorii např. prostřednictvím Ljapunových exponentů nebo jiného popisu? V uvedené formě lze v bifurkačním diagramu těžko rozlišit např. řez s chaotickým a některým typem kvaziperiodického průběhu.

Závěr

Václav Steinbach splnil cíle bakalářské práce a prokázal schopnost aplikace teoretických znalostí na konkrétních matematických a výpočtových modelech. Kladně hodnotím rozsáhnou analýzu nelineárního dynamického chování, která vypovídá o širokém pochopení dané problematiky. Zvláště bych pak chtěl vyzdvihnout vytvoření fyzického demonstrátoru odpovídajícího modelu magnetického fyzikálního kyvadla. To vyžadovalo rovněž značný objem práce, ačkoli demonstrátor byl vytvořen nad rámec zadání bakalářské práce. Práce tedy poskytuje vhodné propojení matematického modelování a reálné soustavy.

Předložená bakalářská práce je kvalitní a splňuje požadavky na kvalifikační práci. Hodnotím ji proto známkou

výborně.

V Plzni dne 14. 6. 2021

.....
Ing. Štěpán Dyk, Ph.D.
Oponent bakalářské práce