

**ČVUT Praha**  
**Fakulta strojní**  
Ústav mechaniky, biomechaniky a  
mechatroniky

Ing. Pavel Steinbauer, Ph.D.

Robert Bosch, spol. s r. o.  
Roberta Bosche 2678  
České Budějovice  
370 04  
Czech Republic  
Tel. +420 38 0404-911  
Fax +420 38 0404-107  
www.bosch.cz

Oldřich Štajner, PS/ETC2-Bj  
Tel. +420 38 040-3343, Fax +420 38 040-3216  
Oldrich.Stajner@cz.bosch.com

Pondělí 17. srpen  
2020

### **Oponentura diplomové práce** **„Pokročilé řízení vibrační zkoušky“ - Bc. Vít Pawlik**

Předložená diplomová práce se zabývá řízením elektrodynamického budiče pomocí adaptivního inverzního modelu s využitím adaptivního algoritmu Least-Mean-Square (LMS). Cílem práce je návrh řízení zajišťující rovnoměrnou zátěž zkoušeného vzorku, simulační ověření návrhu na identifikovaném modelu a následně experimentální ověření na modelu reálného budiče.

Rešeršní část shrnuje principy vibračního zkoušení a systémy řízení budičů, teoretická východiska popisují vybrané pojmy ze statistiky, mechaniky, filtrace a zpracování signálu a v neposlední řadě problematiku řízení s důrazem na adaptivní filtry.

Kapitola „Měření a identifikace“ popisuje měřicí a simulační zázemí pro následný experiment identifikace experimentálního modelu budiče simulujícího reálný zkušební stroj. Dobrá shoda naměřených a simulovaných frekvenčních přenosů potvrzuje správnost zvolených postupů. Je třeba ocenit využití víceprocesorových serverů pro distribuci a urychlení výpočtů.

Závěrečný experiment (po předchozím simulačním ověření) potvrzuje reálnost aplikace LMS adaptivního filtru při inverzním řízení zkušebního zařízení. Za zmínku stojí i hledisko bezpečnosti (prodleva v zapojení filtru a adaptační fáze při sníženém výkonu).

Z hlediska uplatnění v praxi je systém s předgenerovaným signálem těžko uplatnitelný s ohledem na změnu modálních vlastností celé soustavy (budič, headexpander a/nebo termobariéra, přípravek a zkoušený vzorek) např.

během teplotní zátěže (cyklování teploty během dynamické zkoušky s neustálenými stavy) nebo přirozenými procesy během zkoušení (změna chování vlivem opotřebení, samoohřevu, přelévání paliva...).

Z hlediska normativního by bylo vhodné posoudit dosažené výsledky s ohledem na aktuální normu pro širokopásmové náhodné vibrace IEC 60068-2-64 (viz. také dotazy níže).

Práce splňuje požadavky zadání, je koncepčně a logicky členěná, formálně, graficky i stylisticky na vysoké úrovni, pouze s drobnými překlipy. Použité postupy a řešení jsou adekvátní a dokládají schopnost diplomanta samostatně řešit složité technické úkoly, interpretovat dosažené výsledky a vyvozovat z nich závěry. Předloženou práci doporučuji k obhajobě. Práci hodnotím známkou B.

Dotazy:

1. V první části práce je v grafech šumu uvedena na svislé ose jednotka spektrální hustoty zrychlení  $(m/s^2)^2/Hz$ , od kapitoly 4 je používána jednotka dB/Hz, která není v technické praxi rozšířena a nelze pak posoudit ani správnost grafů ani splnění podmínek normy IEC 60068-2-64. Jak by vypadal graf v jednotkách dB a jaké podmínky klade uvedená norma na řídicí signál v referenčním bodě?
2. Co znamená pojem statistické stupně volnosti (DOF) a jak je tato hodnota (předepsaná normou) sledována v navrženém systému řízení?

V Českých Budějovicích dne 17. 8. 2020

Oldřich Štajner  
Robert Bosch, spol. s r. o.