

Oponentský posudek disertační práce č. 2

Studijní program: P2612 - Elektrotechnika a informatika
Studijní obor: 2612V045 - Technická kybernetika
Student: Ing. Zdeněk Herda
Název práce: Aktivní řízení nelineárního vibroizolačního systému sedačky

Oponent: Ing. Pavel Nedoma, Ph.D.
Pracoviště: Škoda Auto a.s.

1. Úvod

Jedná se o druhý posudek z důvodu neúspěšné obhajoby v prvním kole. V průběhu roku byla práce dopracována a přihlášena k druhé obhajobě. První posudek byl vypracován 11. 1. 2016.

2. Aktuálnost zvoleného tématu, rešerše, cíle a nahrnovaná řešení

Téma práce je stále aktuální a týká se ergonomie pracoviště řidičů nákladních vozidel a ostatních těžkých strojů. Budící frekvence, zvláště v terénu, mohou dosahovat velkých amplitud a odlišného frekvenčního spektra proti jízdě po pozemních komunikacích. Pro bezpečné ovládání vozidel během jízdy v terénu nebo po nezpevněných komunikacích hraje důležitou roli správná ergonomie sezení. Upevnění sedačky ve vozidle by mělo vhodně tlumit/transformovat budící frekvence.

Cíle a přínosy práce popisuje první kapitola. Hlavním cílem je prověření možnosti realizace aktivního tlumení vibrací sedačky řidiče. Chybí analýza daného tématu (především frekvenční spektrum z_1 a požadované z_2), rešerše provedena velmi stručně a zvolený způsob řešení (regulace na „konstantní z_2 “) vibroizolačního systému není zdůvodněn.

3. Vyjádření k postupu řešení a výsledky práce

Řešení zůstalo rozděleno do pěti kapitol (2 - 6). V druhé kapitole jsou popsány úpravy sériově vyráběné sedačky, zástavba akčních členů a sensoriky. Hlavní úprava se týká výměny pneumatické pružiny a snížení mechanických pasivních odporů.

Řídicí systém sedačky podrobně popisuje třetí kapitola. Pneumatický ventil řídí průtok vzduchu do/z válce. Doplněním senzoru pro měření polohy šoupátka se dosáhlo definovaného nastavování jeho polohy.

Čtvrtá kapitola popisuje matematický model systému. Pro popis náplně vzduchu v akčním členu „vzduchové pružiny“ chybí opět zdůvodnění/analýza volby stavové rovnice adiabatického děje. Stejný nedostatek se vyskytuje u předpokladu $V=V(z, p)$ -> $V=V(z)$. V kapitole 4.6 se vysvětluje identifikace modelu při $z=0$ a $u=0$ a uvádí se komplikace s netěsností pneumatického systému a její „eliminace“. I přes výměnu pneumatické pružiny chybí popis příčin netěsností a jejich možných řešení. Přínosem jsou průběžná porovnávací měření teoretických výsledků s měřeními na reálném modelu sedačky. Identifikace modelu se provedla jen pro $z=0$ a zjištěná vlastní frekvence se pohybuje okolo 1 Hz.

Pátá kapitola se podrobně věnuje popisu akčního členu pro řízení průtoku

vzduchu a linearizaci průtokové charakteristiky. Kapitola je velmi obsažná (28 stránek) a zabývá se mimo jiné podružnou regulací polohy šoupátka ventilu.

Poslední šestá kapitola byla rozšířena o další regulátory. Kapitola obsahuje návrh několika regulátorů (Stavový regulátor + LQR, Dopředný regulátor, Heuristický regulátor). Všechny regulátory se testovaly poruchami „hrbol“ a „rampa“ zavedenými do základny sedačky formou pohybu základny z_1 podle definovaného časového průběhu. Doktorand zde prokázal hluboké znalosti regulační techniky a schopnost aplikovat teoretické znalosti na řešení zadané úlohy z oblasti regulační techniky. Výsledky porovnání všech regulátorů jsou dokumentovány množstvím grafů. Bohužel zde chybí porovnání teoretických výsledků s reálným měřením.

V závěru práce jsou shrnuty hlavní body této disertační práce: přestavba sériové sedačky umožňující aktivní řízení odpružení, úpravy ventilu a jeho řízení, tvorba matematického modelu soustavy a návrhy regulátorů s porovnáním jejich vlastností a vhodnosti pro regulaci dané soustavy.

4. Posouzení formální úrovně

Předložená práce je psána srozumitelně a přehledně. K formálnímu zpracování mám následující připomínky:

- a. Seznam použitých značek není uspořádán (str. 13 – 16)
- b. Chybí ucelený obrázek/schéma regulované soustavy s popisem.
- c. Efektivní plocha pružiny je označena jako k_F místo běžného S_F , písmenem k jsou značeny koeficienty.
- d. Odvozování vztahů je nepřehledné (např. 4.10a na str. 36, 4.32 na str. 43).

5. Otázky pro doktoranda

- a. Jaký přínos pro regulaci soustavy by mohla mít informace o vlastních frekvencích pro různé hodnoty tlaku v pneumatické pružině?
- b. Jak bude navržená regulační soustava reagovat na budící frekvence sinusového průběhu (z_1) v okolí rezonančních frekvencí regulované soustavy?

6. Celkové hodnocení

Disertační práce přináší nové poznatky v oblasti analýzy ergonomie sezení řidiče nákladních vozidel a ostatní těžké techniky. Doktorand prokázal schopnost samostatně pracovat tvůrčím způsobem a aplikovat teoretické znalosti při řešení zadané úlohy. Základním nedostatkem je absence obecnější analýzy řešeného tématu, stanovení dílčích úloh/cílů a formulace celkového cíle/cílů. Kladně hodnotím provedení validačních měření teoretických návrhů modelů regulační soustavy. I přes uvedené připomínky doporučuji disertační práci Ing. Zdeňka Herdy k obhajobě.



Ing. Pavel Nedoma, Ph.D.

V Mladé Boleslavi 5. 6. 2017

