

## I. IDENTIFIKAČNÍ ÚDAJE

<b>Název práce:</b>	<b>Návrh a implementace řízení laboratorní soustavy kvadroptéry na pojezdu se zavěšeným břemenem</b>
<b>Jméno autora:</b>	<b>Bc. Vendula Hovorková</b>
<b>Typ práce:</b>	diplomová
<b>Fakulta/ústav:</b>	Fakulta strojní (FS)
<b>Katedra/ústav:</b>	Ústav přístrojové a řídicí techniky
<b>Oponent práce:</b>	Ing. Jaroslav Bušek, Ph.D.
<b>Pracoviště oponenta práce:</b>	ČVUT v Praze – Fakulta strojní, Ústav přístrojové a řídicí techniky

## II. HODNOCENÍ JEDNOTLIVÝCH KRITÉRIÍ

<b>Zadání</b>	<b>náročnější</b>
<i>Hodnocení náročnosti zadání závěrečné práce.</i>	
Předloženou závěrečnou práci hodnotím jako náročnější vzhledem ke komplexnosti zadání jako celku. Splnění většiny dílčích úkolů vyžaduje aplikaci základních znalostí získaných studiem. Výjimkou je třetí úkol zahrnující návrh algoritmu s kompenzací kmitů, což je problematika, pro jejíž řešení je potřeba nastudovat relativně rozsáhlou literaturu.	

<b>Splnění zadání</b>	<b>splněno</b>
<i>Posuďte, zda předložená závěrečná práce splňuje zadání. V komentáři případně uveďte body zadání, které nebyly zcela splněny, nebo zda je práce oproti zadání rozšířena. Nebylo-li zadání zcela splněno, pokuste se posoudit závažnost, dopady a případně i příčiny jednotlivých nedostatků.</i>	
Zadání bylo ve všech stanovených bodech bez výhrad splněno.	

<b>Zvolený postup řešení</b>	<b>správný</b>
<i>Posuďte, zda student zvolil správný postup nebo metody řešení.</i>	
Postup řešení zadaných dílčích úkolů předložené závěrečné práce byl zvolen správně, avšak metody řešení byly zvoleny až příliš přímočaře bez zvážení alternativních přístupů, které mohou vést na potenciálně lepší výsledky.	

<b>Odborná úroveň</b>	<b>B - velmi dobře</b>
<i>Posuďte úroveň odbornosti závěrečné práce, využití znalostí získaných studiem a z odborné literatury, využití podkladů a dat získaných z praxe.</i>	
Odborná úroveň předložené práce je na velmi dobré úrovni. K textu lze vznést několik připomínek. V kapitole 1 je stručně popsána problematika modelování a řízení bezpilotních prostředků. Z hlediska řízení by bylo vhodné uvést i jiné principy řízení, než je popisované kaskádní uspořádání. Též by se měl text nejlépe na začátku vymežit vůči modelovanému UAV – kopteře, jelikož popisované postupy nejsou univerzálně použitelné pro všechny bezpilotní prostředky (např. letadla). Kapitola 2 se zabývá řízením systémů flexibilního charakteru, avšak text kapitoly se výhradně omezuje na tvarování signálů s výjimkou velmi stručné kapitoly 2.6. I když exkurz do problematiky tvarování signálů je obsáhlý (parafrázuje hlavně zdroje [11] a [15]), chybí zde rozsáhlejší reference na alternativní přístup řízení takovýchto systémů, ze kterého by bylo možné vybírat. V kapitole 6.2 je nepřesně uvedeno, že: „Před aplikací algoritmu tvarování signálu jako filtru řídicí veličiny je třeba upravit model ve stavové formulaci tak, aby zahrnoval celý systém včetně nově navrženého regulátoru.“, což není pravda.	

<b>Formální a jazyková úroveň, rozsah práce</b>	<b>A - výborně</b>
<i>Posuďte správnost používání formálních zápisů obsažených v práci. Posuďte typografickou a jazykovou stránku.</i>	
Rozsah práce je se svými 39 stranami na spodní hranici doporučeného rozsahu diplomových závěrečných prací, přesto práce obsahuje popis všech dílčích plněných úkolů. Formální zápisy jsou používány správně. Text je psán kvalitní formou a obsahuje naprosté minimum chyb či překlepů. Z formálního hlediska je možné vytknout několik drobností, které následují. Na obrázku 2.3 chybí popisky os pro ozřejmění měřítka. V kapitole 2.1 není vysvětlen význam veličin $\beta$ a $\Omega$ , ačkoliv jsou zavedeny rovnicemi 2.3 a 2.4.	

**Výběr zdrojů, korektnost citací**

**B - velmi dobře**

*Vyjádřete se k aktivitě studenta při získávání a využívání studijních materiálů k řešení závěrečné práce. Charakterizujte výběr pramenů. Posuďte, zda student využil všechny relevantní zdroje. Ověřte, zda jsou všechny převzaté prvky řádně odlišeny od vlastních výsledků a úvah, zda nedošlo k porušení citační etiky a zda jsou bibliografické citace úplné a v souladu s citačními zvyklostmi a normami.*

K řešení závěrečné práce byly využity nejen zadáním doporučené zdroje, ale hlavně v části rešeršní je text podpořen vhodnými zdroji informací. Zdroje jsou důsledně citovány dle citační normy s výjimkou prvního odstavce kapitoly 2 („Flexibilní systémy...“), který je převzat (volně přeložen z angličtiny) ze zdroje [7], avšak není označen jako citace. Na konci je pouze uvedena reference na zmíněný zdroj.

**Další komentáře a hodnocení**

*Vyjádřete se k úrovni dosažených hlavních výsledků závěrečné práce, např. k úrovni teoretických výsledků, nebo k úrovni a funkčnosti technického nebo programového vytvořeného řešení, publikačním výstupům, experimentální zručnosti apod.*

**III. CELKOVÉ HODNOCENÍ, OTÁZKY K OBHAJOBĚ, NÁVRH KLASIFIKACE**

*Shrňte aspekty závěrečné práce, které nejvíce ovlivnily Vaše celkové hodnocení. Uveďte případné otázky, které by měl student zodpovědět při obhajobě závěrečné práce před komisí.*

Předložená práce je po formální stránce na výborné úrovni. Z odborného hlediska obsahuje podrobný popis metod kompenzace kmitavé odezvy s využitím tzv. tvarovačů signálu, avšak další metody řešení této problematiky jsou zmíněny velmi stručně. Bylo by vhodné alespoň v rešeršní části podrobněji popsat alternativní přístupy ke kompenzaci kmitavých odezev. Presentované simulační výsledky, kterým předcházela praktická identifikace popisovaného systému, potvrzují závěry citovaných zdrojů stejně jako stručné zhodnocení v kapitole 7.3. Velmi zdařilé závěrečné práci jako celku tak lze vytknout snad jen přílišnou fixaci na zvolenou metodu kompenzace kmitavých odezev s využitím tvarovačů signálu.

Proč byl tvarovač aplikován na právě na vnitřní smyčku řízení náklonu koptery a nikoliv na řízení horizontální polohy?

Byla navržená metodika testována i s nelineárním modelem? Pokud ano, s jakými výsledky?

Předloženou závěrečnou práci hodnotím klasifikačním stupněm **A - výborně**.

Datum: 27.1.2020

Podpis: