

**I. IDENTIFIKAČNÍ ÚDAJE**

<b>Název práce:</b>	Vehicle electronic stabilization system development
<b>Jméno autora:</b>	Lukáš Halaška
<b>Typ práce:</b>	bakalářská
<b>Fakulta/ústav:</b>	Fakulta elektrotechnická (FEL)
<b>Katedra/ústav:</b>	Katedra řídicí techniky
<b>Vedoucí práce:</b>	Ing. Tomáš Haniš, Ph.D.
<b>Pracoviště vedoucího práce:</b>	Katedra řídicí techniky, ČVUT FEL

**II. HODNOCENÍ JEDNOTLIVÝCH KRITÉRIÍ**

<b>Zadání</b> <i>Hodnocení náročnosti zadání závěrečné práce.</i>	<b>mimořádně náročné</b>
Předložená práce se zabývá návrhem a testováním elektronického stabilizačního systému, který zaručuje ovladatelnost vozu v příčném směru. Typickým komerčním reprezentantem takového systému, založeného na vhodné aktivaci brzdné soustavy, je známý jako ESP (Electronic Stabilization Program). Předložená práce si bere za úkol implementaci referenčního algoritmu ESP algoritmu a dále algoritmů vycházející z Drive-by-Wire konceptu. Jedním z hlavních cílů předložené práce bylo porovnání vlastností ESP systému s novým Drive-by-Wire systémem.	
<b>Splnění zadání</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>	<b>splněno</b>
Student zadání splnil ve všech bodech v plné míře	
<b>Aktivita a samostatnost při zpracování práce</b> <i>Posuďte, zda byl student během řešení aktivní, zda dodržoval dohodnuté termíny, jestli své řešení průběžně konzultoval a zda byl na konzultace dostatečně připraven. Posuďte schopnost studenta samostatně tvůrčí práce.</i>	<b>A - výborně</b>
Student byl velmi aktivní, na dohodnuté termíny chodil připraven.	
<b>Odborná úroveň</b> <i>Posuďte úroveň odbornosti závěrečné práce, využití znalostí získaných studiem a z odborné literatury, využití podkladů a dat získaných z praxe.</i>	<b>A - výborně</b>
Předložená práce je na výborné úrovni. Kde student byl schopen předložit řešení problému na průmyslové úrovni.	
<b>Formální a jazyková úroveň, rozsah práce</b> <i>Posuďte správnost používání formálních zápisů obsažených v práci. Posuďte typografickou a jazykovou stránku.</i>	<b>A - výborně</b>
Předložená práce je v anglickém jazyce a plně odpovídá rozsahem a formou.	
<b>Výběr zdrojů, korektnost citací</b> <i>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.</i>	<b>A - výborně</b>
Student prokázal schopnost pracovat s literaturou.	

**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.*

Student se velmi dobře zorientoval v problematice a naimplementoval algoritmy spolu s testovacím prostředím, které dovoluje srovnání klíčových aspektů stabilizačních systémů vozu.

**III. CELKOVÉ HODNOCENÍ A NÁVRH KLASIFIKACE**

Student naimplementoval dva algoritmy stabilizačních systémů vozu. Referenční implementace ESP algoritmu využívá řízené brždění vnějších kol vozu pro generování stáčivého momentu a tím manipulaci příčné dynamiky. Následně student implementoval stabilizační algoritmus v duchu Drive-by-Wire, který jako akční člen využívá manipulaci trakčního momentu na jednotlivých kolech. Student otestoval a porovnal vlastnosti jednotlivých systémů a tím demonstroval funkčnost daného konceptu.

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

Datum: 3.6.2020

Podpis:

## I. IDENTIFIKAČNÍ ÚDAJE

<b>Název práce:</b>	<b>Vehicle electronic stabilization system development</b>
<b>Jméno autora:</b>	<b>Halaška Lukáš (474730)</b>
<b>Typ práce:</b>	<b>bakalářská</b>
<b>Fakulta/ústav:</b>	<b>Fakulta elektrotechnická (FEL)</b>
<b>Katedra/ústav:</b>	<b>Katedra řídicí techniky</b>
<b>Oponent práce:</b>	<b>Matěj Kuře</b>
<b>Pracoviště oponenta práce:</b>	<b>Ústav přístrojové a řídicí techniky, Fakulta strojní, ČVUT v Praze</b>

## II. HODNOCENÍ JEDNOTLIVÝCH KRITÉRIÍ

<b>Zadání</b>	<b>průměrně náročné</b>
<i>Hodnocení náročnosti zadání závěrečné práce.</i>	
<p>Bakalářská práce se zabývá adopcí a úpravou dvoustupého modelu vozidla, tvorbou dvou referenčních modelů, návrhem systémů ESP a implementací řídicích algoritmů v prostředí Simulink a následným simulačním ověřením jejich funkčnosti. Práce má 39 stránek plus přílohy a je rozdělena do 5 kapitol. Po krátkém úvodu a představení funkce a historie systému ESP se student ve druhé kapitole věnuje modelům vozidla. Nejprve je rozebrán a doplněn poskytnutý dvoustupý model a jeho komponenty, jež je následován referenčními modely, jmenovitě kinematickým jednostupým modelem a modelem reprezentovaným lookup tabulkami. Ve třetí kapitole se nachází návrh samotného systému ESP, respektive tři jeho varianty – klasické ESP, ESP s tempomatem a vylepšený Enhanced Stability Control (ESC). Čtvrtá kapitola je věnována simulačnímu ověření navržených strategií, kterou následuje závěrečné shrnutí.</p> <p>Bakalářskou práci považuji za standardně náročnou.</p>	
<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>	
Student splnil všechny body zadání, avšak mám výtka k řešeršní části. Podrobněji v sekci Odborná úroveň.	
<b>Zvolený postup řešení</b>	<b>správný</b>
<i>Posuďte, zda student zvolil správný postup nebo metody řešení.</i>	
<p>Student podle mého názoru zvolil správný postup. Nicméně zde uvedu pár postřehů:</p> <p>V kapitole 2.1 (str. 4) je zobrazeno blokové schéma modelu. Chybí mi mechanické schéma s vyznačenými kladnými směry.</p> <p>V dvoustupém modelu jsou implementovány dvě poruchové veličiny – součinitel tření na pneumatice <math>\mu</math> a stáčivý moment <math>M_{aero,z}</math> působícího bočního větru, avšak dále nejsou nikde použity.</p> <p>Z obrázku 3.6 ani z popisu fungování systému ESC mi nepřijde jasné, že signály hnacího, brzdného a rekuperačního momentu jsou dále zpracovány a satureovány ve dvoustupém modelu. K tomu se člověk musí v modelu proklikat.</p> <p>Kapitola 4 nese název „Experimental results“, ve skutečnosti se jedná pouze o simulační výsledky.</p>	
<b>Odborná úroveň</b>	<b>C - dobře</b>
<i>Posuďte úroveň odbornosti závěrečné práce, využití znalostí získaných studiem a z odborné literatury, využití podkladů a dat získaných z praxe.</i>	
<p>Student ve své práci prokázal, že dané problematice rozumí a dokáže ze získaných znalostí navrhnout a namodelovat funkční řídicí algoritmy. Avšak řešeršní část věnovaná systémům ESP podložená pouze dvěma prameny mi přijde slabá a rozhodně by zasloužila výrazně rozšířit. Tento fakt se negativně promítá do mého hodnocení.</p>	
<b>Formální a jazyková úroveň, rozsah práce</b>	<b>D - uspokojivě</b>
<i>Posuďte správnost používání formálních zápisů obsažených v práci. Posuďte typografickou a jazykovou stránku.</i>	
<p>Po formální stránce vypadá práce na první pohled výborně, je použita standardní šablona, jednotlivé kapitoly jsou číslovány stejně tak jako obrázky, tabulky a rovnice. Bohužel celkový dojem kazí nedostatky v odkazování se v textu na</p>	

dané prvky. Některé rovnice nejsou v kulatých závorkách (např. str. 14), odkazování se na sekce a obrázky je často uvedeno pouze číslováním bez příslušného označení (např. str. 12), čímž výrazně klesá přehlednost práce. Zároveň se v zápatí vedle stránkování nachází název šablony a nějaký kód. Působí to na mě velice ledabyle a promítá se to do mého hodnocení.

Přijde mi matoucí, že při popisu modelu pneumatiky (kap. 2.1.1) je na obrázku 2.2 definován souřadný systém pneumatiky, avšak při zobrazování výsledků – obr. 4.4, obr. 4.8, obr. 4.12 a 4.17 – je popis osy v záporné polorovině.

Doporučil bych jiné značení rychlosti středu i-tého kola v daném směru  $v_{x,i}$ , snadno zaměnitelné s podélnou rychlostí vozidla v těžišti značenou jako  $v_x$ .

Oceňuji, že student sepsal svoji závěrečnou práci v anglickém jazyce. Považuji toto rozhodnutí za rozumné, neboť odpadá nutnost překladu odborných výrazů do českého jazyka. Přestože se mi některé věty zdají být mírně krkolomné, je text až na pár chyb a překlepů v pořádku i po stránce gramatické.

#### **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.*

Bakalářská práce obsahuje 11 bibliografických zdrojů složených z knižních publikací a vědeckých článků. Zdroje pokládám za relevantní a kvalitní. Drobný nedostatek spatřuji v seznamu literatury, kde u dvou článků chybí název periodika/sborníku. Student cituje dle zvyklostí a je patrné, co je převzato a co jeho práce. Vzhledem ke své výtce k postrádající rešerši nepovažuji počet zdrojů za dostatečný, a proto uděluji hodnocení B – velmi dobře.

#### **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.*

Vložte komentář (nepovinné hodnocení).

### **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 se zabývá modelováním a návrhem řízení elektronického stabilizačního programu ESP. Práce se skládá z adopce dvoustopého modelu a jeho rozšíření, implementace kinematického modelu a modelu tvořeného lookup tabulkami a vývoje dvou automatických řídicích systémů ESP a ESC, jejichž funkčnost byla simulačně ověřena. Student prokázal, že dané problematice rozumí a dokáže ze získaných znalostí navrhnout a namodelovat funkční řídicí algoritmy. Všechny body zadání byly naplněny. Avšak rešeršní část věnovaná systémům ESP podložená pouze dvěma prameny mi přijde slabá a rozhodně by zasloužila výrazně rozšířit. Tento fakt se negativně promítá do mého celkového hodnocení stejně jako nedostatky po formální stránce práce.

Předloženou závěrečnou práci hodnotím klasifikačním stupněm **C - dobře**.

#### **K práci mám následující otázky:**

V kapitole 2.2.2 popisujete proces, kterým byla získána data do lookup tabulek, a následně zobrazujete jejich hodnoty (obr. 2.11 a obr. 2.12). Jak zareaguje Váš systém, pokud se vstupy dostanu mimo definované hodnoty, například rychlost  $50 \text{ ms}^{-1}$  a úhel natočení kol  $\delta = 0.15 \text{ rads}^{-1}$ ? Může taková situace nastat?

Datum: 4.6.2020

Podpis: