

**I. IDENTIFIKAČNÍ ÚDAJE**

<b>Název práce:</b>	<b>Brake-by-wire control system platform development</b>
<b>Jméno autora:</b>	<b>Milan Mitterko</b>
<b>Typ práce:</b>	bakalářská
<b>Fakulta/ústav:</b>	Fakulta elektrotechnická (FEL)
<b>Katedra/ústav:</b>	Katedra řídicí techniky
<b>Vedoucí práce:</b>	doc Ing. Tomáš Haniš, Ph.D.
<b>Pracoviště vedoucího práce:</b>	Katedra řídicí techniky, ČVUT FEL

**II. HODNOCENÍ JEDNOTLIVÝCH KRITÉRIÍ**

<b>Zadání</b>	<b>náročnější</b>
<i>Hodnocení náročnosti zadání závěrečné práce.</i>	
Bakalářská práce se zabývá vývojem platformy pro testování trakčních drive-by-wire systémů vozu. Náročnost zadání spočívá především v jeho komplexnosti zahrnující pochopení verifikačních potřeb našeho týmu, výběr komerčně dostupných komponent, výrobu nedostupných komponent a finální integraci celé platformy. Práce dále pokrývá vývoj řídicího algoritmu platformy, která umožňuje snadné ovládání s využitím prostředí Matlab a Simulink. V neposlední řadě bylo potřeba zohlednit bezpečnostní aspekt provozu testovací platformy.	

<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 zadání splnil ve všech bodech v plné míře	

<b>Aktivita a samostatnost při zpracování práce</b>	<b>C - dobře</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>	
Student byl aktivní, na dohodnuté termíny chodil připraven. Po vzájemných konzultacích byl schopen předložit vhodné technické řešení, které často překračovalo rámec našich konzultací. Bohužel se tato bakalářská práce velmi protáhla v důsledku COVIDové pandemie a z ní plynoucí situace, která studenta velmi postihla na osobní úrovni, ale také z pohledu dostupnosti některých komponent.	

<b>Odborná úroveň</b>	<b>A - výborně</b>
<i>Posuďte úroveň odbornosti závěrečné práce, využití znalostí získaných studiem a z odborné literatury, využití podkladů a dat získaných z praxe.</i>	
Předložená práce je na velmi dobré úrovni. Student byl schopen navrhnout, sestrojít a oživit testovací platformu, která více než adekvátně odpovídá zadání, ale především velmi dobře pokrývá potřeby našeho týmu pro testování a ověřování drive-by-wire systémů. Prokázal schopnost integrace komerčních řešení, ale především schopnost návrhu chybějících komponent, které nejsou dostupné.	

<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>	
Předložená práce je v anglickém jazyce s minimem gramatických chyb. Odpovídá rozsahem a formou bakalářské práci.	

<b>Výběr zdrojů, korektnost citací</b>	<b>A - výborně</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>	

Student prokázal schopnost zorientovat se v problematice výběru jednotlivých komponent pro navrhovanou platformu, což jsou hlavní zdroje vzhledem ke spíše integračnímu a praktickému charakteru práce.

**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 A NÁVRH KLASIFIKACE**

Student se aktivně zapojil do našeho týmu a dokázal převzít požadavky na testovací platformu drive-by-wire systémů. Na základě vzájemných konzultací dokázal navrhnout a zkonstruovat flexibilní verifikační nástroj, který jsme již několikrát úspěšně použili. Práce je bohužel poznamenána několika prodlouženími, které jsou spojena s COVID situací a jejím dopadem na osobní i logistické úrovni.

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

Datum: 31.1.2023

Podpis:

## I. IDENTIFIKAČNÍ ÚDAJE

<b>Název práce:</b>	<b>Stavba demonstrátoru řídicího systému brzd</b>
<b>Jméno autora:</b>	<b>Milan Mitterko</b>
<b>Typ práce:</b>	bakalářská
<b>Fakulta/ústav:</b>	Fakulta elektrotechnická (FEL)
<b>Katedra/ústav:</b>	Katedra řídicí techniky
<b>Oponent práce:</b>	Ing. Jaroslav Bušek, Ph.D.
<b>Pracoviště oponenta práce:</b>	Ústav přístrojové a řídicí techniky, ČVUT v Praze – Fakulta strojní

## II. HODNOCENÍ JEDNOTLIVÝCH KRITÉRIÍ

<b>Zadání</b>	<b>průměrně náročné</b>
<i>Hodnocení náročnosti zadání závěrečné práce.</i>	
Zadání práce v sobě zahrnuje požadavek na obecné seznámení se se systémy brake-by-wire a následný návrh a realizaci experimentálního zařízení pro ověření algoritmů. Součástí zadání je legitimní požadavek na ověření funkčnosti zařízení a doložení požadovaných vlastností. Jedná se tedy převážně o aplikaci praktických znalostí v kombinaci s porozuměním hlavního konceptu navrhovaného systému. Z toho pohledu hodnotím zadání jako průměrně náročné.	

<b>Splnění zadání</b>	<b>splněno s menšími výhradami</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>	
V zadání práce bylo stanoveno pět úzce navazujících bodů, které měly být splněny. V kontextu některých těchto bodů nebylo zadání práce dostatečně rozpracováno. Rešeršní část sice vypracovaná je, ale je celkem strohá vzhledem k dostupné literatuře a zpracovávanému tématu. Jedná se o povrchní seznámení s navrhovaným systémem. Oproti tomu výběr komponent pro experimentální zařízení je zpracován v dostatečném rozsahu, stejně jako popis výsledné realizace tohoto zařízení. Návrh tzv. řídicího algoritmu se bohužel omezuje jen na popis konfiguračních aplikací třetích stran a dva snímky obrazovky z vlastní aplikace v prostředí Simulink s popisem veličin. Vnitřní algoritmy aplikované na jednotlivé části řídicího řetězce nejsou popsány. Tato část by si zasloužila podrobnější popis.	

<b>Zvolený postup řešení</b>	<b>částečně vhodný</b>
<i>Posuďte, zda student zvolil správný postup nebo metody řešení.</i>	
Zvolený postup řešení reflektuje dílčí body zadání, které vytváří vhodnou osnovu práce. Autor se tak (letmo) seznámil s brake-by-wire systémy a následně navrhl/realizoval/ověřil experimentální zařízení. V části návrhu byl postup velmi přímočarý a stroze popisuje vybrané komponenty bez zvažování alternativních přístupů/komponent. V několika případech tak není zřejmá vhodnost použitých komponent, i když jejich použití vhodné je. Autor tak nepopsal část své práce, při níž opravdu volil části navrhovaného systému tak, aby fungovaly jako celek. Části návrhu měl předcházet přehled požadovaných vlastností, resp. měřených a řízených veličin, aby bylo jasné, čeho chce autor dosáhnout. Autor práce si tento výčet mohl stanovit sám, nebo lépe konfrontovat s požadavky některých v literatuře nalezených algoritmů. Vhodnost vlastností navrženého experimentálního zařízení lze tak hádat pouze ze závěrečné validace vůči blíže nespecifikovaným požadavkům. V případě realizace a ověření byl pak postup správný, i když stroze popsáný.	

<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>	
Vzhledem k praktickému aspektu zadání práce se hodnocení odborné úrovně omezuje na popis a výběr komponent a dokumentace realizovaného zařízení. V tomto ohledu vykazuje práce několik nedostatků. Chybí zvažování jiných řešení, což není velkou chybou, ale u některých komponent byly opomenuty důležité parametry. Chybí například zmínka o časové konstantě tlakového senzoru, což je v takovém systému celkem důležitá informace. Dále byl tlakový senzor zvolen s proudovým výstupem, i když použitý ADC je napěťový. Není jasné, proč nebyl rovnou použit senzor s napěťovým výstupem. Také není dimenzováno digitální servo pro stisk brzdové páky. I když se jedná o výkonné servo a jistě postačilo svému účelu,	

měl být alespoň diskutován jeho moment a případné umístění vůči ramenu páky, na které působí. Pro napájení sdružující desky byl použit zdroj na DIN lištu, avšak pro napájení Raspberry Pi byl použit adaptér. I když se jedná o různá napětí, mohl být i pro Raspberry Pi použit zdroj na DIN lištu. Rozhodně by zabral méně místa v případném rozvaděči než zvolený zásuvkový modul. Použití odpojovače baterie je nutné ocenit vzhledem k proudům, které při provozu mohou vzniknout. Z pohledu bezpečnosti lze také ocenit umístění zařízení do prostoru se zamezením přístupu, avšak ne všechny komponenty je rozumné umístit dovnitř. Například odpojovač baterie je umístěn uvnitř hned vedle baterie, což jeho použití značně znesnadňuje. Též hlavní vypínač, v tomto případě stykač, se nachází uvnitř v zadní části prostoru (za baterií). Z pohledu bezpečnosti by bylo vhodnější umístit elektrické komponenty do samostatného rozvaděče mimo prostor experimentu a na dveře rozvaděče umístit hlavní vypínač, odpojovač baterie a také tlačítko nouzového zastavení. Lze očekávat, že během experimentů s častým bržděním a rozjezdem dojde k opotřebení pneumatiky či kola simulujícího vozovku a drobné částičky gumy se tak budou kumulovat na elektrickém zařízení. Umístění frekvenčního měniče do plechového boxu je rozumné, ale kabely vedoucí dovnitř boxu by měly procházet průchodkou. Omotání izolační páskou není dostatečnou ochranou. Vzhledem k tomu, že hlavním výstupem předložené práce je experimentální zařízení, bylo by vhodné zařízení dostatečně zdokumentovat. Chybí například elektrické zapojení. Blokové schéma na obrázku 3.1 není jeho náhradou.

### Formální a jazyková úroveň, rozsah práce

**B - velmi dobře**

*Posuďte správnost používání formálních zápisů obsažených v práci. Posuďte typografickou a jazykovou stránku.*

V předložené práci, jejíž rozsah je na spodní hranici rozsahu bakalářských prací stanoveným nařízením děkana FEL (20 normostran), se vyskytuje větší množství překlepů (např. „migitate“, „progam“, „onter“ a další). Zásadní gramatické chyby jsou v textu ojedinělé. Typograficky je práce na velmi dobré úrovni. Vzhledem k menšímu rozsahu a množství obrázků je v textu subjektivně příliš volného místa mezi odstavci.

Obrázek 3.15b zobrazuje SD kartu. V tomto případě se jedná o naprosto zbytečný obrázek, na který se dokonce ani text práce neodkazuje.

### Výběr zdrojů, korektnost citací

**C - 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.*

Výběr zdrojů se omezuje na manuály jednotlivých komponent. Jejich citace je správná a žádoucí, ale rešeršní/teoretická část seznamující čtenáře s brake-by-wire systémy v tomto ohledu značně strádá. Obsahuje citaci pouze jednoho zdroje v textu ([1]) a dvou zdrojů u převzatých obrázků ([2] a [3]). Citace v teoretické části jsou tak značně poddimenzované. Bohužel i silná tvrzení, jako je uvedený seznam výhod systému brake-by-wire, neobsahuje citaci. Po formální stránce jsou citace provedeny dle normy a převzaté části (včetně obrázků) jsou odlišeny od vlastních výsledků.

### 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.*

Autorovi práce nelze upřít úspěšnou realizaci experimentálního zařízení, což bylo hlavním úkolem a bylo to doloženo realizovaným měřením v závěru práce. Vhodnost zařízení pro testování algoritmů systémů brake-by-wire není ale doložena formální konfrontací s některým z algoritmů. V práci uvedené blokové schéma (obr. 3.1) v tomto ohledu nepostačuje. Stačil by například výčet požadovaných vstupů/výstupů generující požadavky na sensorové a aktorové vybavení. To mohlo být provedeno v rešeršní části, která se bohužel opírá pouze o jeden zdroj. Návrh zařízení se omezuje na výčet komponent a nepopisuje autorovu vynaloženou práci na jejich výběr. Stejně tak bližší



## POSUDEK OPONENTA ZÁVĚREČNÉ PRÁCE

popis realizovaného řízení je popsán pouze výčtem veličin a jedním blokovým schématem. Závěrem tak lze konstatovat, že autor na realizaci zařízení vynaložil jistě mnoho úsilí, avšak ne vše je v předložené práci podrobně popsáno.

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

Datum: 31.1.2023

Podpis: