

## I. IDENTIFIKAČNÍ ÚDAJE

<b>Název práce:</b>	<b>Řídicí systém pro kladkový stav se železničním podvozkem</b>
<b>Jméno autora:</b>	<b>Bc. Radek Fuksa</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. Zdeněk Novák
<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>	
Zadání pro diplomanta obsahuje 4 hlavní body: <ol style="list-style-type: none"><li>1. Seznámení se s konstrukcí kladkového stavu.</li><li>2. Specifikování HW pro výkonovou a řídicí část řídicího systému a navrhnutí koncepce zapojení HW.</li><li>3. Navrhnutí a realizace SW pro řízení kladkového stavu.</li><li>4. Ověření funkce řídicího systému.</li></ol> <p>Pokud by se zadání drželo těchto bodů, hodnotil bych zadání jako průměrně náročné. Práce však dále obsahuje bližší specifikace, jakých výsledků by mělo být dosaženo z hlediska kvality řízení, a to např. zajištění shodných otáček všech 4 kladek a to s přesností 0,01% v rozsahu 50-700 min<sup>-1</sup> pro simulaci jízdy po rovině. Další z důležitých specifikací se zabývá simulací jízdy v oblouku, a je tak definována kvalita řízení pro rychlost levé a pravé strany podvozku, a to v rozsahu 0,05 až 5 min<sup>-1</sup>. Vzhledem k tomu, že se lze při návrhu řídicí části spoléhat pouze na udávanou kvalitu řízení od výrobce dodávaného HW, hodnotím práci jako náročnější, protože není předem možné odhadnout, jestli se s experimentálním podvozkem podaří takovýchto parametrů opravdu dosáhnout.</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>	
Všechny hlavní body v zadání považuji za splněné. V práci se nepodařilo splnit některé konkrétní specifikace, avšak vzhledem k tomu, že nebyly součástí hlavního zadání, nepovažuji je za kritické. Je to převážně i proto, že jejich splnění je podmíněno správnou funkcí HW od výrobce. Dokud nebude nalezena jejich hlavní příčina, nemohu tento nedostatek přisuzovat práci diplomanta.	
<b>Zvolený postup řešení</b>	<b>správný</b>
<i>Posuďte, zda student zvolil správný postup nebo metody řešení.</i>	
Diplomant postupoval systematicky a zvolil vhodný postup řešení. Po specifikování HW části přistoupil k SW řešení, kde navrhl SW část pro realizaci řízení kladkového stavu dle zadání. V závěru práce ověřil funkci navrženého systému.	
<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. Kladně hodnotím práci v softwaru, který se v rámci studia na ústavu nevyučuje, a tedy jeho ovládnutí musel diplomant zvládnout sám. Ve své práci musel čerpat z výzkumných zpráv, které byly k dispozici ke kladkovému stavu, a poradit si s nimi. A proto vzhledem k tomu, že musel sloučit realizaci HW a SW, dokázal, že je schopný samostatné odborné práce.	
<b>Formální a jazyková úroveň, rozsah práce</b>	<b>B - velmi dobře</b>
<i>Posuďte správnost používání formálních zápisů obsažených v práci. Posuďte typografickou a jazykovou stránku.</i>	
Až na malé drobnosti je formální a jazyková práce na velmi dobré úrovni. Uspořádání práce je logické a v návaznostech.	

Drobnou výtku bych měl jen ke kvalitě výkresové dokumentace rozvaděče, která není jednoduše čitelná (kvalita obrázku). Na druhou stranu člověk, který má s takovou dokumentací zkušenosti, by po aplikaci vylučovací metody měl být schopný rekonstruovat pozici jednotlivých prvků dle jejich seznamu (Tab. 1.).

## Výběr zdrojů, korektnost citací

## A - výborně

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.

Diplomant čerpal převážně ze své předchozí práce, která byla provedena v rámci předmětů Projekt II. a Projekt III, a také ze zprávy ke kladkovému stavu. Dalším velkým zdrojem byla technická dokumentace k použitým produktům od společnosti Lenze. I přesto, že se ve výsledku jedná o „pouhé“ 4 zdroje, věřím, že kdyby se technická dokumentace rozepisovala do více bodů a byly použity i případné citace z předchozích prací, počet citací by byl mnohem větší. Proto tento malý počet neberu jako nedostatek, který by v jiném případě mohl vést k nedostatečné přípravě diplomanta.

## 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.

Výsledky práce jsou postaveny převážně na kompletaci hardwaru a uvedení řídicího systému do provozuschopného stavu vhodným naprogramováním. Kapitola 5 se pak zabývá ověřením řídicích schopností systému s měřením na kladkovém stavu. V nezatíženém stavu je dosaženo předpokládané přesnosti řízení. V zatíženém stavu však dochází k nárazovým změnám, způsobeným pravděpodobně oscilací podvozku mezi krajními body (kolejemi), které je pak patrné i z měření. V tomto případě už není řídicí systém schopen dosáhnout požadované přesnosti řízení. Diplomant pak uvádí, že není dodržena přesnost měření, avšak s tímto termínem bych nesouhlasil. Provedené měření je nezávislé na funkci řídicího systému a jeho nepřesnost je čistě funkcí vlastností měřícího systému. Podává pouze informaci o realitě, která je dána vlastnostmi řídicího systému a jeho schopnosti udržet konstantní rychlost u kladkového stavu.

## 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.

Diplomová práce pana bakaláře Radka Fuksy je na velice dobré úrovni. Po odborné stránce se jedná o rozsáhlou práci, která obnášela aplikaci znalostí z oblasti hardwaru i softwaru. Navržený systém byl zkompletován a výsledky zkoušek ukazují, že bude nutné ještě některé jeho části doladit. Vzhledem k tomu, že přesné specifikace nebyly součástí zadání práce, tyto nedostatky vyplývající z nedodržení přesnosti řízení neuvažují při stanovení konečné klasifikace práce. Po formální stránce práce obsahuje pouze drobné nedostatky.

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

Datum: 23.1.2017

Podpis:

Otázky k obhajobě:

- 1) Jakým způsobem jste získal předpokládanou přesnost, s jakou by měl použitý řídicí systém operovat? Na stránce 15 uvádíte „krok nastavení otáček“ jako  $0,015 \text{ min}^{-1}$ , avšak to bych nebral jako referenční hodnotu pro přesnost řídicího systému z hlediska regulace, ale spíše jako možnost nastavení vstupní hodnoty.
- 2) Ověření regulace rychlosti jste provedl pomocí Compact RIO. Existuje nějaký způsob záznamu rychlosti pohonů přímo z řídicího systému od zpětné vazby (viz. Obr. 15) pro porovnání získaných hodnot?
- 3) Pro optimalizaci nastavení regulátoru uvádíte možnost použití metody Ziegler-Nicholson. Vzhledem k tomu, že funkce kladkového stavu je ovlivněna nepravidelnými nárazy v krajních polohách, nemyslím si, že je tato metoda vhodná. Nenařadil jste na nějaké rady od výrobce, jak si s nastavením regulátoru pro konkrétní aplikaci poradit?