

I. IDENTIFIKAČNÍ ÚDAJE

Název práce:	Řízení tepelně-hydraulického systému pomocí softwaru REXYGEN
Jméno autora:	Lukáš Navara
Typ práce:	bakalářská
Fakulta/ústav:	Fakulta elektrotechnická (FEL)
Katedra/ústav:	Katedra řídicí techniky
Oponent práce:	doc. Ing. Tomáš Haniš, Ph.D.
Pracoviště oponenta práce:	ČVUT – FEL, Katedra řídicí techniky

II. HODNOCENÍ JEDNOTLIVÝCH KRITÉRIÍ

Zadání	náročnější
<i>Hodnocení náročnosti zadání závěrečné práce.</i>	
Zadání bakalářské práce hodnotím jako „jen“ náročnější, jelikož výsledné řešení nebylo otestováno na reálném provozu, kde tato možnost je jen volitelná.	

Splnění zadání	splněno
<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>	
Práce zadání splňuje. V některých bodech je zvolena ne příliš šťastná formulace odůvodnění odklonu od zadání. Jmenovitě argumentace řízení teploty taveniny namísto její viskozity je velmi zavádějící a není jasné, jestli zadavatel chtěl opravdu vyvinout řídicí systém založený na měření-odhadu a následně přímého řízení viskozity.	

Zvolený postup řešení	správný
<i>Posuďte, zda student zvolil správný postup nebo metody řešení.</i>	
Zvolený postup hodnotím jako technicky správný. Student demonstroval schopnost implementace procesního řízení na komplexním modelu výroby skelných vláken. Implementace MPC se ukázala jako příliš na schopnost studenta bakalářského studia a výsledný dojem z bakalářské práce spíše snižuje.	

Odborná úroveň	B - velmi dobře
<i>Posuďte úroveň odbornosti závěrečné práce, využití znalostí získaných studiem a z odborné literatury, využití podkladů a dat získaných z praxe.</i>	
Odborná úroveň plně naplňuje a v mnohém překračuje nároky na bakalářskou práci. Příkladem je výše zmiňované MPC, které evidentně překračuje znalosti bakalářského studia.	

Formální a jazyková úroveň, rozsah práce	C - dobře
<i>Posuďte správnost používání formálních zápisů obsažených v práci. Posuďte typografickou a jazykovou stránku.</i>	
Práce je psána v českém jazyce, což omezuje její dopad a možnost využití. Počet chyb a překlepů je minimální a rozhodně neubírají na srozumitelnosti práce. Práce je velmi stručná a některé kapitoly a problematika by si zasloužila důkladnější popis. Práce má nedostatečnou motivační část a zcela chybějící rešeršní část.	

Výběr zdrojů, korektnost citací	C - dobře
<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>	
Práce dodržuje formální nároky na citační etiku. Rešeršní část je nicméně naprosto nedostatečná.	

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.

Student převzal a upravil matematický model procesu výroby skelných vláken, který vhodně upravil pro použití elektrického ohřevu taveniny namísto plynových hořáků. Na základě tohoto nelineárního modelu identifikovat linearizovaný matematický model ve vhodně zvoleném pracovním bodě. Jelikož se jedná o mnoha-rozměrový systém, identifikaci provedl pro dílčí SISO systému. Následně student navrhl tři řídicí systémy. Dva konvenční zpětnovazební regulátory, PI pomocí metody Ziegler-Nichols a PID s využitím funkce auto-tuner. Poslední regulátor je typu MPC implementovaného v prostředí Python. Všechny regulační obvody byly otestovány pomocí testovacích scénářů založených na změně referencí regulovaných hodnot a zavedení poruch. V poslední řadě student otestoval možnosti zobrazení a archivace regulačních dat.

Otázky:

- 1) V kapitole 5.2 identifikujete přenos systému pomocí odezvy na skokový signál výkonu jednotlivých topných těles. Přechodová charakteristika zobrazená na obrázku 5.1 a 5.2 vykazuje znaky neminimálně fázového chování. Můžete prosím okomentovat, jestli se opravdu jedná o neminimálně fázový systém, případně proč byl tento efekt zanedbán?
- 2) Můžete prosím okomentovat výsledek linearizace nelineárního systému v Simulinku zmíněný v odstavci před kapitolou 5.3? Případně proč jste neuvažoval použití identifikačních metod založených na datech?
- 3) Na obrázku 5.4 uvádíte strukturu výsledného linearizovaného modelu. Proč mají jednotlivé sčítací členy tolik prázdných vstupů?
- 4) V kapitole 6.1 zmiňujete předpoklad na robustnost jednotlivých SISO regulátorů. Jak jste tuto robustnost kvantifikoval, případně zajistil a ověřil splnění tohoto požadavku?
- 5) V kapitole 6.3 zmiňujete delší horizont predikce pro MPC s hodnotou 375 sekund. Můžete okomentovat volbu tohoto parametru MPC?
- 6)

Předloženou závěrečnou práci hodnotím klasifikačním stupněm **B - velmi dobře**.

Datum: 6.6.2024

Podpis:

I. IDENTIFIKAČNÍ ÚDAJE

Název práce:	Řízení tepelně-hydraulického systému pomocí softwaru REXYGEN
Jméno autora:	Lukáš Navara
Typ práce:	bakalářská
Fakulta/ústav:	Fakulta elektrotechnická (FEL)
Katedra/ústav:	Katedra řídicí techniky
Vedoucí práce:	Ing. Petr Havel, Ph.D.
Pracoviště vedoucího práce:	Optimwise, s.r.o.

II. HODNOCENÍ JEDNOTLIVÝCH KRITÉRIÍ

Zadání	průměrně náročné
<i>Hodnocení náročnosti zadání závěrečné práce.</i>	
Náročnost zadání bych hodnotil jako průměrné, avšak důležitý je jeho přesah do průmyslové praxe.	

Splnění zadání	splněno
<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 body zadání považuji za splněné.	

Aktivita a samostatnost při zpracování práce	A - výborně
<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 přistupoval k práci aktivně.	

Odborná úroveň	B - velmi dobře
<i>Posuďte úroveň odbornosti závěrečné práce, využití znalostí získaných studiem a z odborné literatury, využití podkladů a dat získaných z praxe.</i>	
Adekvátní k danému tématu.	

Formální a jazyková úroveň, rozsah práce	A - výborně
<i>Posuďte správnost používání formálních zápisů obsažených v práci. Posuďte typografickou a jazykovou stránku.</i>	
Bez výhrad.	

Výběr zdrojů, korektnost citací	A - výborně
<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>	
Bez výhrad, téma nebylo náročné, co se týče hledání a studia pramenů.	

Další komentáře a hodnocení
<i>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.</i>

III. CELKOVÉ HODNOCENÍ A NÁVRH KLASIFIKACE

Shrňte aspekty závěrečné práce, které nejvíce ovlivnily Vaše celkové hodnocení.

Zadaná práce byla prakticky a průmyslově orientovaná, i když vzhledem k situaci neovlivnitelné studentem nebylo nakonec možné její výsledky otestovat na reálné výrobní lince, ale bylo využito plně postačujících metod simulace v reálném čase věrně napodobujících reálné nasazení. Student při práci prokázal, že jako uchazeč o bakalářský titul je schopen zkombinovat teoretické znalosti získané studiem i prakticky si poradit s programováním v několika specializovaných softwarových nástrojích, jejich vzájemnou komunikací a integrací do funkčního celku.

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

Datum: 3.6.2024

Podpis: