ČESKÉ VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V PRAZE

POSUDEK VEDOUCÍHO ZÁVĚREČNÉ PRÁCE

I. IDENTIFIKAČNÍ ÚDAJE

Název práce:	**Vzduchová levitace dvou ping-pongových míčků**
Jméno autora:	**Jaroslav Klapálek**
Typ práce:	bakalářská
Fakulta/ústav:	Fakulta elektrotechnická (FEL)
Katedra/ústav:	Katedra řídicí techniky
Vedoucí práce:	Ing. Jiří Zemánek
Pracoviště vedoucího práce:	Katedra řídicí techniky

II. HODNOCENÍ JEDNOTLIVÝCH KRITÉRIÍ

Zadání — **náročnější**

Hodnocení náročnosti zadání závěrečné práce.

Úkolem práce bylo postavit jednoduchý experimentální model pro vzduchovou levitaci dvou ping-pongových míčků, vytvořit matematický model levitace a navrhnout a realizovat řídicí systém. Některé části práce jako například příprava hardware byly řešeny již v průběhu individuálního projektu. Zadání považuji za spíše náročnější vzhledem k času, který byl na řešení k dispozici.

Splnění zadání — **splněno s menšími výhradami**

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.

Student splnil všechny základní body zadání. Bohužel se ale již nedostal k návrhu demonstračních režimů systému a také levitace dvou ping-pongových míčků je rozebrána pouze teoreticky.

Aktivita a samostatnost při zpracování práce — **A - výborně**

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 samostatné tvůrčí práce.

Student se práci věnoval aktivně a samostatně. Postup se mnou konzultoval podle aktuální potřeby.

Odborná úroveň — **A - výborně**

Posuďte úroveň odbornosti závěrečné práce, využití znalostí získaných studiem a z odborné literatury, využití podkladů a dat získaných z praxe.

Student demonstroval, že zvládne realizovat jednoduchý experimentální systém od výběru komponent a fyzickou stavbu, přes matematické modelování až po návrh a implementaci řídicího systému.

Formální a jazyková úroveň, rozsah práce — **A - výborně**

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

Sazba i formátování práce jsou úhledné. Text je srozumitelný, čtivý a vhodně doplněn ilustračními obrázky.

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.

Student v práci cituje řadu zdrojů. Velké zastoupení mají internetové stránky, ale také knížky a odborné články. Nechybí odkazy na podobné práce, které se vzduchovou levitací zabývají.

POSUDEK VEDOUCÍHO ZÁVĚREČNÉ PRÁCE

III. CELKOVÉ HODNOCENÍ A NÁVRH KLASIFIKACE

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

Student ve věnoval jak teoretickým, tak praktickým aspektům stavby jednoduchého laboratorního fyzikálního modelu. V průběhu práce musel zvládnout řadu nových znalostí a dovedností. Výsledkem práce je základ pěkného demonstračního systému, který může být v budoucnu dále rozšiřován.

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

Datum: 12.6.2017 Podpis:

ČVUT v Praze - Fakulta elektrotechnická
Praha 6 - Dejvice, Technická 2, 166 27

Posudek oponenta bakalářské práce

Název bakalářské práce:

Vzduchová levitace dvou ping-pongových míčků

Jméno a příjmení studenta:

Jaroslav Klapálek

Jméno a příjmení oponenta bakalářské práce včetně titulů a pracoviště:

Ing. Jan Šulc

Feramat Cybernetics, s.r.o., Prokopových 827/3, 158 00, Praha 5

1) Náročnost zadání:
vysoká

2) Zvolené metody a postupy při řešení práce:
velmi dobré

3) Správnost názvosloví:
výborná

4) Správnost předložených výsledků:
velmi dobrá

5) Odborná úroveň:
vysoká

6) Jazyková a textová úroveň:
výborná

7) Grafická úprava:
velmi dobrá

8) Student splnil zadání:
úplně

9) Dosažené výsledky, vlastní přínos a praktická využitelnost práce*:

Student v bakalářské práci nejprve odvodil fyzikální model vzduchové levitace jednoho a poté dvou ping-pongových míčků. Díky odvozenému modelu se snažil dokázat, že vzduchová levitace dvou ping-pongových míčků pomocí jednoho větráku není možná. V další části práce je popsána implementace reálného řízení vzduchové levitace na platformu Arduino Uno, a to včetně návrhu regulace.

V práci je jednoznačný vlastní přínos studenta, zabýval se odvozením matematického modelu levitace pro dva ping-pongové míčky, což, jak student v práci sám uvádí, není dodnes vyřešené téma. Práce je prakticky využitelná a může posloužit jako výuková pomůcka pro předmět Automatické řízení.

10) Připomínky k práci*:

Jaroslav Klapálek předkládá práci na výborné úrovni. Náročnost zadání hodnotím jako vysokou, protože řízenou vzduchovou levitací dvou ping-pongovou míčků se podle rešerše autora nikdo nezabýval. Navíc, student se v práci nezabýval pouze matematickým modelováním a teoretickým rozborem, ale práci doplnil i praktickou implementací testovací sestavy.

_ zaškrtněte odpovídající odpověď
* v případě nedostatku místa použijte zadní stranu formuláře

Zvolené metody a postupy pro řešení práce hodnotím jako velmi dobré. Chválím, že student podrobně popsal matematický model vzduchové levitace. Jedinou výtkou zde může být, že tento model není dále využit pro naladění regulátoru, případně nikde není uvedeno porovnání reálného průběhu s průběhem modelu.

Správnost názvosloví považuji za výbornou, student se velmi dobře orientuje jak v tématice návrhu HW a SW, tak v teorii matematického modelování a regulace.

Správnost předložených výsledků považuji za velmi dobrou. Je jenom škoda, že samotná praktická implementace uvažuje řízení vzduchové levitace pouze pro jeden ping-pongový míček.

Odborná úroveň práce je vysoká, student se snaží každou část práce popsat velmi detailně a práce působí jako celek velmi věrohodně a v mnohých ohledech přesahuje úroveň bakalářské práce.

Jazyková i textová úroveň jsou na výborné úrovni. Student prokázal velmi dobré vyjadřovací schopnosti, práce je velmi čtivá a neobsahuje gramatické chyby.

Grafická úprava je na velmi dobré úrovni. Grafy jsou čitelné a dobře okomentované. Ke grafům bych měl pouze dvě připomínky. V grafu 5.5 by bylo vhodné do legendy doplnit, že červený čárkovaný průběh odpovídá referenčnímu signálu a graf na obr. 5.6 by bylo lepší umístit až na konec kapitoly 5.6 a v grafu opět zvýraznit referenční signál.

11) Otázky ke studentovi vztahující se k práci (budou zodpovězeny při obhajobě)*:

K samotné práci mám následující otázky:

1. Na straně 9 jsou uvedeny rovnice pro matematický model levitace dvou ping-pongových míčků. Autor uvádí, že model platí pouze za předpokladu, že míčky v trubici budou od sebe dostatečně vzdáleny. Zajímalo by mě řádově, jaká tato vzdálenost je.
2. Na straně 10 autor naznačil, že řízená levitace dvou ping-pongových míčků pomocí jednoho větráku není možná, když vypočítal hmotnost, kterou musí ping-pongový míček splňovat (viz rovnice 3.37). Hmotnost míčku bude ale taky záviset na ploše průřezu míčku S_m a ploše průřezu trubice S_t. Z textu není jasné, jaké hodnoty byly za S_m a S_t dosazeny. Je možné, že při vhodné volbě S_t budeme schopni řídit levitaci obou míčků pouze pomocí jednoho větráku?
3. PID regulátor pro řízení polohy míčku v části 8.2 byl naladěn experimentálně. Bylo by možné naladit regulátor také na základě matematického modelu obdobně jako regulátor otáček větráku, viz sekce 5.6?
4. Je testovací sestava připravena na řízení levitace dvou ping-pongových míčků? Je škoda, že samotná práce neobsahuje několik obrázků reálné testovací sestavy. Bylo by možné tyto obrázky, příp. video prezentovat?

Klasifikace bakalářské práce:

Student splnil všechny body zadání bakalářské práce a vzhledem k výše uvedeným komentářům hodnotím známkou **A-výborně**.

V Praze, dne 5.6.2017

Podpis:

_ zaškrtněte odpovídající odpověď
* v případě nedostatku místa použijte zadní stranu formuláře