

I. IDENTIFIKAČNÍ ÚDAJE

| | |
|------------------------------------|--------------------------------------|
| Název práce: | Rijkeho trubice jako hudební nástroj |
| Jméno autora: | Krištof Pučejdl |
| Typ práce: | diplomová |
| Fakulta/ústav: | Fakulta elektrotechnická (FEL) |
| Katedra/ústav: | Katedra řídicí techniky |
| Vedoucí práce: | Ing. Jiří Zemánek, Ph.D. |
| Pracoviště vedoucího práce: | Katedra řídicí techniky |

II. HODNOCENÍ JEDNOTLIVÝCH KRITÉRIÍ

| | |
|--|--------------------------|
| Zadání | mimořádně náročné |
| <i>Hodnocení náročnosti zadání závěrečné práce.</i> | |
| Cílem práce byla stavba experimentálního zařízení, které mělo ze známého fyzikálního pokusu „Rijkeho trubice“ udělat hudební nástroj. Stavba byla náročná kvůli nutnosti odladit výrobní postupy, navrhnout a vyrobit nejen elektroniku ale také různé mechanické prvky. Teoretická část práce byla zaměřená na matematické modelování a simulace Riejekeho trubice, které nejsou jednoduché, protože jde o nelineární systém nekonečného řádu. Práce zahrnovala také návrh přímovazebních a zpětnovazebních regulátorů. | |

| | |
|---|----------------|
| 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> | |
| V rámci práce vznikl velmi povedený demonstrační systém. Byl navržen matematický model dovolující experimenty s automatickým řízením a dále byly navrženy základní přímovazební a zpětnovazební regulátory. Práce také dokumentuje chování modelu i regulace na různých experimentech. Jediný bod, který nebyl zcela dokončen, je implementace rozhraní pro hraní skladeb (např. přes MIDI). Vzhledem k rozsahu a náročnosti předchozích bodů to nevnímám jako problém. | |

| | |
|--|--------------------|
| 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 se práci věnoval s vysokou mírou samostatnosti a pečlivosti intenzivně a aktivně po celou dobu, kterou měl k dispozici. Vzhledem k jeho stále přítomnosti na pracovišti jsme byli pravidelně v kontaktu a průběh řešení práce jsme mohli konzultovat okamžitě podle potřeby. Student prokázal velmi dobré schopnosti samostatně řešit teoretické i praktické problémy. | |

| | |
|---|--------------------|
| Odborná úroveň | A - výborně |
| <i>Posuďte úroveň odbornosti závěrečné práce, využití znalostí získaných studiem a z odborné literatury, využití podkladů a dat získaných z praxe.</i> | |
| Praktická část práce zahrnovala návrh a realizaci fyzického zařízení s použitím klasických nástrojů i prostředků digitální výroby. V teoretické části ukázal, že si dokáže vyhledat relevantní zdroje pro zjištění současného stavu poznání, tyto znalosti nejen využít, ale také poznat jejich slabá místa a rozšířit o vlastní nápady. Šlo například o matematický model, který student postupně zdokonaloval, aby se chováním co nejvíce blížil skutečnému systému. U mechanického návrhu se student nespokojil s funkčním řešením, ale bral ohled také na snadnou obsluhu (například snadno vyměnitelná topení) i estetickou stránku. | |

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

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

Práce je psaná velmi dobrou angličtinou a má logické členění. Za velmi vydařenou považuji i typografickou úpravu a obrázky zahrnující pečlivá ilustrační schémata a kvalitní 3D vizualizace.

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 pracoval s různými zdroji velmi dobře. Vyhledával si a studoval relevantní vědecké články, které jsou v práci korektně ocitovány. Vedle toho využíval i další zdroje jako například webové stránky a kontaktoval také přímo i autory podobných experimentů, aby mohl získat a rozvíjet jejich zkušenosti.

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.

Hlavním výsledkem práce je unikátní demonstrační systém, který je zajímavý nejen jako systém pro výzkumné účely, ale může fungovat také jako jedinečný hudební nástroj. Přínosem práce jsou také částečné inovace v konstrukci, vylepšení matematického modelu i rozšíření řízení Rijkeho trubice například o regulaci amplitudy kmitů pomocí topení či přimovazební řízení pro rychlejší rozkmitání vzduchu v trubici.

III. CELKOVÉ HODNOCENÍ A NÁVRH KLASIFIKACE

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

Student odvedl vynikající práci jak při návrhu a realizaci fyzického systému, tak při matematickém modelování, návrhu řízení a experimentech. Práce má celkově výbornou úroveň, která je patrná na samotném demonstračním zařízení i v teoretické části práci. Na výsledcích práce je také znát, že se student řešení věnoval velmi intenzivně a svědomitě. V praktické části práce i v předloženém dokumentu se projevil studentův velký smysl pro detail. Výsledek práce má vysoký potenciál pro další výzkumnou práci (rozpracování matematického modelu a regulátorů kmitání) i další umělecké využití jako unikátní hudební nástroj.

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

Datum: 6.6.2019

Podpis:

I. IDENTIFIKAČNÍ ÚDAJE

| | |
|-----------------------------------|--|
| Název práce: | Rijkeho trubice jako hudební nástroj |
| Jméno autora: | Krištof Pučejdl |
| Typ práce: | díplomová |
| Fakulta/ústav: | Fakulta elektrotechnická (FEL) |
| Katedra/ústav: | Katedra řídicí techniky |
| Oponent práce: | Ing. Jaromír Fišer, PhD. |
| Pracoviště oponenta práce: | Ústav přístrojové a řídicí techniky, Fakulta strojní ČVUT v Praze |

II. HODNOCENÍ JEDNOTLIVÝCH KRITÉRIÍ

| | |
|---|--------------------------|
| Zadání <i>Hodnocení náročnosti zadání závěrečné práce.</i> | mimořádně náročné |
| Zadání diplomové práce považují za komplexní a v každém jednotlivém bodu za náročné, počínaje sestavením nelineárního modelu Rijkeho orgánu, přes návrh dopředného a zpětnovazebního řízení až po experimentální ověření celého systému pro hudební produkci. | |
| Splnění zadání <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> | splněno |
| Předložená diplomová práce splňuje zadání v plném rozsahu. V bodě 2.) zadání řešení diplomové práce přináší nové teoretické výsledky v oblasti modelování problematiky proudění v Rijkeho trubici vzhledem k různým umístěním překážek proudění (mikrofon, topné těleso, reproduktor apod.). | |
| Zvolený postup řešení <i>Posuďte, zda student zvolil správný postup nebo metody řešení.</i> | vynikající |
| Bylo využito současného stavu poznání v problematice termoakustické nestability, dále byly provedeny simulační testy na sestaveném nelineárním modelu Rijkeho orgánu a nakonec do řešení zadání byly promítnuty vlastní zkušenosti diplomanta s experimenty na jím sestaveném Rijkeho orgánu. Postup i metody řešení zadání diplomové práce shledávám za správné. | |
| Odborná úroveň <i>Posuďte úroveň odbornosti závěrečné práce, využití znalostí získaných studiem a z odborné literatury, využití podkladů a dat získaných z praxe.</i> | A - výborně |
| Již zvolený postup i metody řešení dokazují vysokou úroveň odbornosti a znalostí diplomanta. Navíc diplomant vládne i praktickými dovednostmi, které mu umožnily plně si poradit jak se sestavením Rijkeho orgánu tak experimenty. | |
| Formální a jazyková úroveň, rozsah práce <i>Posuďte správnost používání formálních zápisů obsažených v práci. Posuďte typografickou a jazykovou stránku.</i> | A - výborně |
| Diplomová práce, psaná v angličtině, je velmi dobře srozumitelná, jen bych vytkl systematické používání činného rodu ve spojení „I was“ namísto rodu trpného „it was“. Rovněž některá slova netechnického rázu např. „erratic“ je vhodné nahradit těmi technickými např. „irregular“. | |
| Výběr zdrojů, korektnost citací <i>Vyjáďte 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> | A - výborně |
| Diplomant při řešení zadání diplomové práce plně respektoval historické prameny a výsledky ze soudobých pramenů rozšířil o vlastní především konstrukčně-experimentální výsledky, které jsou v souladu s fyzikální podstatou modelovanou v Rijkeho | |

orgánu diplomantem. Zmíněné prameny jsou správně citovány, totéž se týká odkazů na elektronické zdroje, kterými se diplomant inspiroval při konstrukci Rijkeho orgánu.

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.

Hlavním teoretickým výsledkem je zpětnovazební matematický model Rijkeho orgánu, který zajišťuje nejen stabilizaci termoakustického jevu nýbrž také amplitudovou modulaci akustického tlaku. Další teoretické výsledky jsou spojeny se simulačními pokusy na modelu Rijkeho orgánu, které ukázaly optimální umístění i konstrukci topného tělesa a mikrofonu. Tedy dalším, již praktickým, výsledkem je konstrukce samotného Rijkeho orgánu včetně osazení sensorikou a akčními členy. Z dosažené experimentální hudební produkce na Rijkeho orgánu vyplývá, že teoretický model Rijkeho orgánu odpovídá realitě, která byla zkoumána. Vzhledem k teoreticko-konstrukčně experimentální práci odvedené diplomantem po velmi omezený čas vyhrazený pro řešení této práce, publikace výsledků diplomové práce teprve bude následovat.

III. CELKOVÉ HODNOCENÍ, OTÁZKY K OBHAJOBĚ, NÁVRH KLASIFIKACE

Diplomová práce je jak po stránce teoretické, konstrukční tak i experimentální na velmi vysoké úrovni, která není u běžných diplomových prací obvyklá. Vyjádřete se, prosím, k přípustnému rozsahu bezrozměrného zpoždění (5.3) pro stabilizaci termoakustického jevu v Rijkeho orgánu a dále jaká maximální hladina akustického tlaku (dB) byla na Rijkeho orgánu naměřena.

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

Datum: 3.6.2019

Podpis: