

I. IDENTIFIKAČNÍ ÚDAJE

Název práce:	Ultrazvuková levitace
Jméno autora:	Josef Čech
Typ práce:	bakalářská
Fakulta/ústav:	Fakulta strojní (FS)
Katedra/ústav:	Ústav přístrojové a řídicí techniky
Oponent práce:	Ing. Jakub Filipický
Pracoviště oponenta práce:	4Jtech s.r.o.

II. HODNOCENÍ JEDNOTLIVÝCH KRITÉRIÍ

Zadání	náročnější
<i>Hodnocení náročnosti zadání závěrečné práce.</i>	
Cílem práce je sestavení laboratorní úlohy „ultrazvuková levitace“, a to od mechanické konstrukce, přes elektrické zapojení a programování, po řízení výšky levitujícího objektu. Pro splnění zadání musel pan Čech prokázat řadu odborných dovedností od strojního 3D modelování a 3D tisku, přes návrh a výrobu plošného spoje budiče ultrazvukového vysílače, práci se software pro simulaci úlohy, po programování vývojové desky. Z pohledu komplexnosti provedených prací hodnotím zadání jako náročnější.	

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>	
Zadání je splněno ve všech bodech. Navíc oproti zadání autor zpracoval rešerši problematiky ultrazvukové levitace.	

Zvolený postup řešení	správný
<i>Posuďte, zda student zvolil správný postup nebo metody řešení.</i>	
Autor na základě provedené rešerše metod ultrazvukové levitace zvolil metodu na principu stojatého vlnění, která byla správně zhodnocena jako nejméně komplexní metoda vedoucí ke splnění zadání. V textu práce je zmíněno, že výsledné zařízení vzniklo jako druhý iterační krok konstrukce, což považuji za průkaz systematického přístupu k práci u takto komplexní úlohy. V práci postrádám rešeršní stať o vývojových deskách, které by splnily požadavek na samostatné řízení fáze každého z generovaných 32 PWM signálů a tím umožnily řízení polohy levitovaného objektu ve vodorovných směrech. Je však třeba poznamenat, že cíl řídit polohu levitovaného objektu ve třech osách si autor vytyčil sám a není součástí zadání, proto lze tuto připomínku považovat za formální. Celkově je z práce patrné, že autor postupoval systematicky, práci rozdělil do tematických celků, které řešil postupně a s řádným výsledkem funkčního zařízení.	

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>	
Práce je na výborné odborné úrovni, pan Čech prokázal schopnost samostatné práce z několika inženýrských odvětví. Velmi oceňuji práci s odbornou literaturou, které autor prokazatelně porozuměl a to i přesto, že byla výhradně v anglickém jazyce.	

Formální a jazyková úroveň, rozsah práce	A - výborně
<i>Posuďte správnost používání formálních zápisů obsažených v práci. Posuďte typografickou a jazykovou stránku.</i>	
Práce je psána velmi čtivě, bez gramatických chyb, členění práce je návazné a popisovaný myšlenkový postup zapadá do ucelené logiky. Autor napříč prací používá jednotnou notaci, správně čísluje a odkazuje se na rovnice, stejně tak číslování tabulek a obrázků je konzistentní.	

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.

Práce cituje celkem 18 zdrojů, jedná se výhradně o anglicky psané texty, z převážné většiny vědecké články na téma ultrazvukové levitace. Výběr zdrojů je velmi obsáhlý a je zjevné, že autor téma řádně vytěžil. Všechny převzaté prvky jsou řádně citovány. Jedinou výhradu mám ke statím 3.1 a 3.2, které jsou převzaté ze zdroje [1], avšak tento fakt není v práci explicitně uveden.

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.

Zařízení, které pan Čech samostatně navrhnul a zkonstruoval, funguje minimálně na úrovni, kterou požaduje zadání. Ocenil bych menší dotaci pro odvozování rovnic akustického tlaku ve statích 3.1 a 3.2, které tematicky spadají spíše do oblasti mechaniky tekutin, naopak bych ocenil větší prostor mikroelektronické části.

III. CELKOVÉ HODNOCENÍ, OTÁZKY K OBHAJOBĚ, NÁVRH KLASIFIKACE

Velmi oceňuji mezioborovou komplexitu, kterou pan Čech při řešení práce obsáhnul. Autor prokázal schopnost samostatné práce se strojním 3D modelovacím SW, 3D tiskárnou, softwarem pro simulaci akustického tlaku, návrhu a výroby plošných spojů, a také programování vývojové desky. Výsledkem práce je funkční zařízení, které je schopné levitovat malé objekty a řídit výšku levitace. V neposlední řadě je třeba zmínit také rešeršní část práce, která byla přehledná a vyčerpávající. Z práce je patrné, že pan Čech problematice velmi dobře porozuměl a skvěle si poradil s širokou škálou anglicky psaných vědeckých textů.

Otázky k obhajobě:

1. Použité schéma budiče z obrázku 12 později hodnotíte jako nevyhovující pro generování nadměrného množství ztrátového tepla. Jak jinak by bylo možné budit ultrazvukové vysílače tak, aby k nadměrným ztrátám nedocházelo?
2. Vývojová deska Arduino Mega 2560, kterou používáte ke generování 32 PWM signálů, nedokáže (dle Vašich závěrů) řídit fázi každého PWM signálu samostatně. Jaké jiné možnosti generování 32 PWM signálů se samostatným řízením fází existují (vyjma zmiňovaného hradlového pole)?
3. Proč jste použil matice právě 4x4 ultrazvukových vysílačů a jaký má počet vysílačů v matici vliv na dosahované vlastnosti levitace?

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

Datum: 19.6.2019

Podpis: