

I. IDENTIFIKAČNÍ ÚDAJE

Název práce:	Robotická vzducholod'
Jméno autora:	Vojtěch Vondráček
Typ práce:	bakalářská
Fakulta/ústav:	Fakulta elektrotechnická (FEL)
Katedra/ústav:	Katedra řídicí techniky
Vedoucí práce:	Křištof Pučejdl
Pracoviště vedoucího práce:	Katedra řídicí techniky

II. HODNOCENÍ JEDNOTLIVÝCH KRITÉRIÍ

Zadání	náročnější
<i>Hodnocení náročnosti zadání závěrečné práce.</i>	
Zadání z velké míry vycházelo z Vojtěchova vlastního nápadu na stavbu malé robotické vzducholodi. Jeho náročnost plynula primárně z nutnosti vymyslet, navrhout, postavit, naprogramovat a otestovat vlastní hardware robotické vzducholodi a dálkového ovladače a vypořádat se přitom s řadou fyzikálních omezení plynoucích primárně z omezené nosnosti balónu a jeho aerodynamických vlastností. Po odborné bylo zadání průměrně náročné a vyžadovalo víceméně základní znalosti získané během studia.	

Splnění zadání	splněno s menšími výhradami
<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 považuji za splněné, menší výhrady mám pouze k bodu 5), dokumentace funkčnosti. Není například otestována ani odhadnuta průměrná nebo maximální doba provozu vzducholodě, jakkoliv to měla být jedna z jejích hlavních předností. Vnímám však, že testování venku bylo pro Vojtěcha komplikované vzhledem k povětrnostním podmínkám a testování v uzavřeném prostoru bylo zase omezené časově. I přesto si ale myslím, že celkové vyhodnocení funkčnosti mohlo být provedeno pečlivěji.	

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>	
Vojtěch byl během semestru aktivní a využíval pravidelných konzultací. Z větší části zvládal řešit problémy samostatně, větší asistenci potřeboval primárně v otázkách tvorby matematického modelu a návrhu regulátoru na řízení výšky.	

Odborná úroveň	C - 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 se u této spíše praktické práce ve většině kapitol těžko posuzuje, v kapitolách týkajících se senzorů, matematického modelu a návrhu řízení ji pak považuji za průměrnou. Některé jednoduché koncepty (klouzavý průměr) jsou popisovány nadbytečně podrobně, matematický model a návrh řízení jsou poměrně základní a nevyžadují vyšší odbornost, některé aspekty jsou popsány poněkud matoucí způsobem (ESC signál vs. PWM, „přednastavení akčního zásahu“ vs. pásmo necitlivosti)	

Formální a jazyková úroveň, rozsah práce	B - velmi dobře
<i>Posuďte správnost používání formálních zápisů obsažených v práci. Posuďte typografickou a jazykovou stránku.</i>	
Práce je psaná česky. Je dobře čitelná, byť některé formulace by snesly zpřesnění anebo zestručnění. Za mírně nešťastné považuji řazení kapitol, které dle mého názoru mate čtenáře a není z něj jasné, co je hlavním tématem práce. Vojtěch při volbě řazení volil spíše chronologický postup, ale výsledkem jsou kapitoly o senzorech, komunikaci a ovladači na začátku práce, zatímco k návrhu a stavbě vzducholodě se čtenář dostane až ve druhé polovině práce.	

Výběr zdrojů, korektnost citací

B - velmi dobře

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.

Vojtěchova práce je převážně tvořena jeho vlastní tvorbou, která staví na obecných teoretických a praktických základech a znalostech, spíše než na čerpání ze specifických zdrojů. Z toho titulu je i počet referencí relativně úzký, nicméně ty, které využity byly, jsou citovány správně. Některým nedostatkům výsledné vzducholodi (nefunkční řízení směru letu, pomalá odezva na řízení výšky) mohl dle mého názoru Vojtěch předejít, nebo je alespoň umenšit, kdyby věnoval více času důkladnější rešerši. Přirozeně měl Vojtěch tendenci zkoušet věci spíše sám a teprve v případě problému začít hledat alternativy.

III. CELKOVÉ HODNOCENÍ A NÁVRH KLASIFIKACE

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

Vojtěch odvedl dobrou práci a pracoval bezpochyby usilovně. Zadání vyžadovalo skloubení mnoha teoretických i (a především) praktických kompetencí, práci s elektronikou, vlastní návrh a výrobu plošných spojů, 3D návrh a 3D tisk. U takové práce je vždy obtížnější dosáhnout skvělého výsledku. V tomto případě samotný výsledek (robotická vzducholod') ani text práce nejsou podle mě výjimečné v kladném ani záporném slova smyslu a celkově je považuji za mírně nadprůměrné.

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

Datum: 6.3.2024

Podpis:

I. IDENTIFIKAČNÍ ÚDAJE

Název práce:	Robotická vzducholod'
Jméno autora:	Vondráček Vojtěch
Typ práce:	bakalářská
Fakulta/ústav:	Fakulta elektrotechnická (FEL)
Katedra/ústav:	Katedra řídicí techniky (13135)
Oponent práce:	Matěj Petrлік
Pracoviště oponenta práce:	Multirobotické systémy (13167)

II. HODNOCENÍ JEDNOTLIVÝCH KRITÉRIÍ

Zadání	náročnější
Zadání obsahuje návrh a realizaci jak mechanické konstrukce, aktuátorů, veškeré elektroniky a senzorů, tak i návrh a implementaci softwarového řešení pro řízení vzducholodi, komunikaci, vyčítání, zpracování a ukládání dat. Jedná se tedy o komplexní práci, ve které se dá předpokládat vznik většího množství komplikací a problémů. Zadání proto hodnotím jako náročnější.	

Splnění zadání	splněno s většími výhradami
Celkově zadání splněno bylo. Povedlo se sestrojít vzducholod', která se dala dálkově ovládat a s použitím vlastního komunikačního protokolu vyčítat data ze senzorů. Důraz měl být na dlouhou dobu letu, která však není v práci demonstrována. Vzducholod' by měla poskytovat minimálně měření výšky a GPS souřadnice. Na vzducholodi sice je umístěn GPS modul, nicméně vyčítání dat z tohoto modulu v práci není popsáno. Pro splnění tohoto bodu by stačilo alespoň vykreslit GPS souřadnice získané během venkovního letu. Tento bod proto považuji za nesplněný.	

Zvolený postup řešení	C - dobře
Zvolený postup a metody řešení jsou víceméně správné, což dokládá i demonstrace úspěšného letu vzducholodi včetně přistání. S možností řídit směr letu vzducholodi je to už horší. Jak student sám zmiňuje, návrh řízení letu před výběrem nosného balónu vedlo na konfiguraci motorů, která neumožňovala dostatečnou autoritu v řízení směru letu. Přítomnost kamery na vzducholodi je pro mě záhadou, jelikož kamera není vyžadována v zadání a v práci není žádné odůvodnění pro její nutnost. Snímky pořízené kamerou během experimentů v práci také nejsou. V situaci, kdy regulátor má problémy dosáhnout zadané výškové reference kvůli vysoké hmotnosti, mi přítomnost kamery přijde spíše na škodu. Také mi z práce přijde, že vývoj ovladače měl vyšší prioritu než vývoj samotné vzducholodi (podle pořadí kapitol, množství obrázků, textu).	

Odborná úroveň	C - dobře
Odborná úroveň je v kontextu ostatních bakalářských prací spíše průměrná. Student využil znalosti získané studiem k návrhu a ladění výškového regulátoru vzducholodi, zpracování a filtraci dat ze senzorů a návrh vlastního komunikačního protokolu (kde by pakety pro let vpřed a přistávání šly spojit do jednoho poslaného paketu, který by mohl zahrnovat i další stavy jako stání na místě a vzlétávání). Možnost řízení směru letu by si zasloužila lepší vysvětlení než „řízení u vzducholodi s nosným balónem o délce 2,5 m nefunguje příliš dobře“.	

Formální a jazyková úroveň, rozsah práce	C - dobře
Práce je psaná česky, a je to pro mě asi první případ práce, u které to není na úkor čitelnosti. Vývoj jednotlivých částí je celkem jasně popsán, nicméně je pro mě práce poněkud nelogicky členěna. U práce s názvem „Robotická vzducholod'“ bych po úvodu očekával kapitolu týkající se možných typů vzducholodi, návrhu a samotné konstrukce vzducholodi. Začít metodami zpracování dat, dálkovým ovladačem a komunikací a čekat s konstrukcí vzducholodi až do kapitoly 6 mi nepřijde příliš vhodné a nerespektuje ani pořadí bodů v zadání. Na jediný obrázek vzducholodi jsem si musel počkat do poslední kapitoly před závěrem. Kvalita tohoto obrázku je upřímně hrozná a nechápu volbu tohoto obrázku, když v repozitáři je obrázek daleko kvalitnější. To, že jsem zjistil, že v repozitáři jsou další obrázky (proč nejsou v samotné práci?) a 4 videozáznamy z letů byla spíše náhoda, protože jediná zmínka o jejich existenci je až v příloze B na poslední straně práce. Na obrázku 6.8 by bylo vhodné zvýraznit a popsat jednotlivé komponenty.	

Výběr zdrojů, korektnost citací

C - dobře

Čekal bych, že problému s říditelností směru letu by se dalo předcházet usilovnější rešerší možných konfigurací balónu, gondoly a motorů v literatuře. Pro bakalářskou práci je 20 referencí průměrné. Většina referencí je na webové stránky a ne na vědecké publikace, knihy a závěrečné práce, nicméně chápu, že o robotických helikoptérách nejspíš mnoho literatury k dispozici není.

III. CELKOVÉ HODNOCENÍ, OTÁZKY K OBHAJOBĚ, NÁVRH KLASIFIKACE

Student by měl při obhajobě zodpovědět následující otázky, odpověď na něž mi v práci chyběla:

1. Podle prezentovaných výsledků regulátor v simulaci úspěšně dosáhl výšky 10 m za cca. 5 s, ale na reálné vzducholodi trvalo vystoupat o 1m výšky 30 s. Simulovaný model proto nejspíš příliš neodpovídá modelu reálné vzducholodi. Jaké jsou největší rozdíly mezi simulovaným a reálným modelem? Jak byste modifikoval regulátor (nebo jeho parametry), aby akční zásah rychleji reagoval na zadanou referenci?
2. Obrázky 6.2 a 6.3 zobrazují tah motoru v závislosti na „ESC signálu“. To je poněkud vágní pojmenování. Co přesně tato veličina vyjadřuje? Co je to střída a jaké má jednotky? Opravdu je možné, aby tento signál měl periodu 20 μ s jak v práci tvrdíte?
3. V zadání je, že vývoj vzducholodi má být „s důrazem na dlouhou délku letu“. V práci jsem ale délku letu nenašel. Měřil jste tuto hodnotu? Pokud ne, dokážete odhadnout alespoň teoretickou hodnotu na základě parametrů vzducholodi, motorů, vrtulí a baterie? Uvažujte ideální podmínky při držení konstantní výšky v bezvětří a bez pohybu v horizontální rovině.

Téma mi přijde velmi zajímavé s velkým potenciálem na výbornou závěrečnou práci. Konečná realizace vzducholodi je na bakalářskou práci i přes zmíněné nedostatky také slušná. Za vývojem vzducholodi je jistě obrovské množství úsilí a překonaných problémů. Bohužel musím hodnotit hlavně to, jak je konečný výsledek prezentován v předložené bakalářské práci a zda byly splněny všechny body zadání. Když vezmu v potaz nedostatky v těchto kritériích, které byly způsobené pravděpodobně nedostatkem času nebo jeho špatným rozvržením, vychází mi bakalářská práce lehce nad průměrem a nemohu ji hodnotit lépe než méně zajímavé a méně náročné práce, které však byly perfektně zpracované.

Předloženou závěrečnou práci hodnotím klasifikačním stupněm **C - dobře**.

Datum: 3.6.2024

Podpis: