

**SLOVENSKÁ TECHNICKÁ UNIVERZITA V BRATISLAVE
STROJNÍCKA FAKULTA**

**AEROSHIELD: MINIATÚRNY EXPERIMENTÁLNY MODUL
AEROKYVADLA**

Bakalárska práca

SjF-číslo b. práce

**SLOVENSKÁ TECHNICKÁ UNIVERZITA V BRATISLAVE
STROJNÍCKA FAKULTA**

**AEROSHIELD: MINIATÚRNY EXPERIMENTÁLNY MODUL
AEROKYVADLA**

Bakalárska práca

SjF-12345-67890

Študijný odbor:	Automatizácia a informatizácia strojov a procesov
Študijný program:	5.2.14 automatizácia
Školiace pracovisko:	Ústav automatizácie, merania a aplikovanej informatiky
Vedúci záverečnej práce:	Ing. Mgr. Anna Vargová.
Konzultant:	Ing. Erik Mikuláš

Bratislava, 2022

Peter Tibenský

Úlohou študenta je navrhnuť, realizovať a sériovo vyrobiť rozširovací modul pre prototypizačnú platformu Arduino v rámci open-source projektu „AutomationShield“. Jedná sa o návrh miniaturizovaného laboratórneho experimentu so spätnoväzobným riadením tzv. aerokyvadla, spolu s ovládacím softvérom a inštruktážnymi príkladmi. Študent navrhne plošný spoj v CAD prostredí DipTrace, vytvorí programátorské rozhranie (API) v jazyku C/C++ pre Arduino IDE, ďalej pre MATLAB a Simulink. Študent manažuje verzie projektu v Git pre GitHub a píše úplnú dokumentáciu v Markdown.

Čestné prehlásenie

Vyhlasujem, že predloženú záverečnú prácu som vypracoval samostatne pod vedením vedúceho záverečnej práce, s použitím odbornej literatúry a ďalších informačných zdrojov, ktoré sú citované v práci a uvedené v zozname použitej literatúry. Ako autor záverečnej práce ďalej prehlasujem, že som v súvislosti s jej vytvorením neporušil autorské práva tretích osôb.

Bratislava, 23. máj 2022

.....
Vlastnoručný podpis

V prvom rade by som rád poďakoval vedúcej mojej bakalárskej práce, Ing. Mgr. Anne Vargovej, za odbornú pomoc, ľudský prístup a cenné rady pri vypracovávaní práce. Ďalej chcem poďakovať aj konzultantovi bakalárskej práce, Ing. Erikovi Mikulášovi, za pomoc a pripomienky pri tvorbe dosky plošných spojov a návrhu 3D modelov.

Bratislava, 20. mája 2018

Peter Tibenský

Názov práce: AeroShield: Miniaturný experimentálny modul aerokyvadla

Kľúčové slová: Arduino UNO, AutomationShield, PID, AeroShield, AeroPendulum

Abstrakt: Cieľom bakalárskej práce je návrh experimentálneho modulu pre platformu Arduino. Tento modul má podobu externého shieldu, ktorý sa dá jednoducho pripojiť ku doskám Arduino a slúži na výučbu základov riadenia. Ich súčasťou je hardwareova a softwareova časť. V rámci bakalárskej práce bol navrhnutý jeden modul s názvom AeorShield.

Title:AeroShield: Miniature experimental module of aeropendulum

Keywords: Arduino UNO, AutomationShield, PID, AeroShield, AeroPendulum

Abstract: The aim of the bachelor's thesis is to design an experimental module for the Arduino platform. This module takes the form of an external shield that can be easily connected to Arduino boards and is used to teach the basics of control. Each module consist of hardware and a software part. As a part of this bachelor thesis, one module was designed, the AeroShield.

Obsah

Úvod	1
1 Motivácia	2
2 AeroShield	3
2.1 Hardware	3
2.1.1 Súčiastky	3
2.1.2 Schéma zapojenia	3
2.1.3 Doska plošných spojov	3
2.2 Software	3
3 Didaktické príklady	4
4 Záver	5
5 Základné triky v LaTeX	6
5.1 Vymenovanie, číslovanie	6
5.2 Obrázky	7
5.2.1 Formát obrázkov	7
5.2.2 Obrázky z Matlabu	7
5.3 Odvolávky na časti práce	7
5.4 Matematika	7
5.5 Programy, a užívateľské rozhrania	8
5.5.1 Programy	8
5.5.2 Užívateľské rozhrania	8
5.6 Tabuľky	8
5.7 Fyzikálne jednotky	8
5.8 Bibliografické citácie	9
5.9 Príklad	9
5.10 Záležitosti záverečnej práce	9
5.10.1 Obal	9
5.10.2 Titulný list	10
6 Ďalšie kapitoly	11
6.1 Podkapitola	11
Literatúra	12

Úvod

Cielom tejto bakalárskej práce je návrh, výroba a naprogramovanie modernej učebnej pomôcky ktorá slúži na výuku základov teórie riadenia a elektrotechniky.

Učebné pomôcky sú nevyhnutnou, no často zanedbávanou súčasťou výuky. študenti si vďaka nim môžu lepšie predstaviť a pochopiť problematiku daného učiva. Kombinujú tak príjemne s užitočným, kedy sa Študent môže lepšie zoznámiť s hardwareom a systémom fungovania učebnej pomôcky. Avšak, takéto pomôcky bývajú častokrát príliš sofistikované a drahé a z toho dôvodu, je ich použitie pri výučbe nepraktické.

Za cieľom sprístupnenia experimentálnych modulov širokej verejnosti prišli na ústave Automatizácie, merania a aplikovanej informatiky Strojníckej fakulty Slovenskej technickej univerzity v Bratislave s projektom AutomationShield, ktorý ponúka pomerne jednoduché a cenovo dostupné experimentálne moduly ako Open-source študentské projekty.

1 Motivácia

este zatiaľ nie

2 AeroShield

2.1 Hardware

rht

2.1.1 Súčiastky

gsrthr

2.1.2 Schéma zapojenia

rtgr

2.1.3 Doska plošných spojov

rth

2.2 Software

fgdfgbh

3 Didaktické příklady

4 Záver

Táto časť diplomovej práce je povinná. Autor práce uvedie zhodnotenie riešenia, jeho výhody resp. nevýhody, použitie výsledkov, ďalšie možnosti a podobne. Môže aj načrtnúť iný spôsob riešenia úloh, resp. uvedie, prečo postupoval uvedeným spôsobom.

5 Základné triky v LaTeX

Úloha tejto kapitoly je poukázať na niektoré základné triky v LaTeX pri písaní záverečnej práci. Vygenerované PDF-čko spolu so zdrojovým kódom by mali slúžiť ako návod na písanie dokumentu.

5.1 Vymenovanie, číslovanie

Neusporiadané vymenovanie môžeme v prostredí \LaTeX robiť nasledovne:

- Prvý bod,
- druhý bod,
- posledný bod.

Samozrejme môžeme používať aj podúrovňe, teda

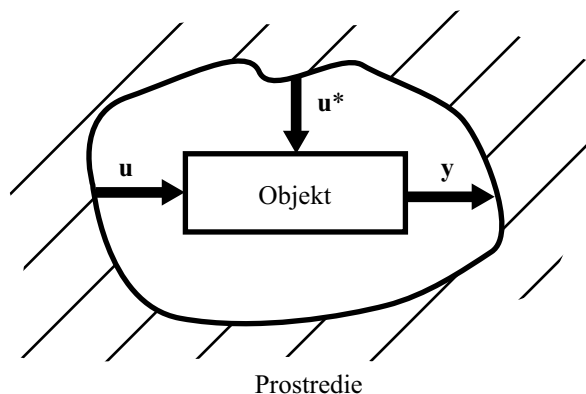
- Prvý bod,
- Druhý bod a s podúrovňou textu
 - Janko,
 - Ferko,
 - Jožko.
- posledný bod.

Očíslované, usporiadané vymenovanie môžeme urobiť nasledovne:

1. Voľba triedy operátorov S , na ktorej sa hľadá vlastné riešenie. Určenie triedy závisí predovšetkým od objemu apriórnej informácie a znalostí o objekte, musí však rešpektovať ciele a požiadavky syntézy riadenia a ekonomické otázky spojené s identifikáciou.
2. Voľba vhodnej stratovej funkcie a na jej báze definovanej účelovej funkcie. Najčastejšie sú používané kvadratické účelové funkcie.
3. Výber vhodného algoritmu pre riešenie úlohy identifikácie, t.j. optimalizačnej úlohy.

5.2 Obrázky

Obrázky môžeme dávať do textu nasledovne. A potom jednoducho môžeme odvolať na obrázok pomocou Obr. 5.1. Nezabudnime, že popis obrázku je ukončený bodkou.



Obr. 5.1: Stručný popis obrázku.

Na začiatku vety vypíšeme slovo Obrázok, kým všade inde používame skratku Obr.

5.2.1 Formát obrázkov

Pre ukladanie a zobrazenie obrázkov používame nasledovné súborové formáty:

- *.eps pre vektorovú grafiku (grafy, ilustrácie, priebehy)
- *.png na screenshoty a
- *.jpg na rasterovú grafiku (fotografie).

5.2.2 Obrázky z Matlabu

Z Matlabu exportujeme obrázky do formátu *.eps.

5.3 Odvolávky na časti práce

Kapitolu, podkapitolu alebo podobné veci označíme príkazom "label", a nasledovne na nich odvoláme príkazom "ref". Napríklad v Kap. 5 sme odvodili. . . Na začiatku vety vypíšeme slovo Kapitola, kým všade inde používame skratku Kap. Podkapitoly a podpodkapitoly v odvolávkach nerozlišujeme, na štruktúru dokumentu používame vždy Kap.

5.4 Matematika

Vzorce môžeme podľa potreby priamo písať do textu, napríklad: Číselná postupnosť - množina čísel $\mathbf{R}\{a_m, a_{m+1}, \dots\} = \{a_m\}_{m=n}^{\infty}$, respektíve to očíslovať a písať do samostatného

riadku napríklad pomocou

$$E_0 = mc^2 \quad (5.1)$$

$$E = \frac{mc^2}{\sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}}} \quad (5.2)$$

kde potom môžeme odvolávať na rovnicu pomocou Rov. (5.1). Pozor na to, že odkaz na čísla rovnice je zahrnutá v zátvorkách, to platí iba na rovnice, nie pre obrázky, tabuľky a štruktúru dokumentu. Namiesto príkazu `align`, môžeme používať aj `eqnarray`.

Na začiatku vety vypíšeme slovo Rovnica, kým všade inde používame skratku Rov.

5.5 Programy, a užívateľské rozhrania

5.5.1 Programy

Ak chceme písať názvy funkcií respektíve krátke časti počítačového kódu, môžeme na to používať príkaz `code`, napríklad `mojafunkcia()`.

Počítačový program môžeme jednoducho vložiť do textu pomocou

```
N=1024;           % Pocet vzoriek
f1=1;             % Frekvencia harmonickeho signalu
FS=200;           % Frekvencia vzorkovania
n=0:N-1;          % Poradove cisla vzorky
x=sin(2*pi*f1*n/FS); % Generujeme signal, x(n)
[Rxx,Tau]=xcorr(x); % Odhad autokorelacnej funkcie
```

Jazyk programu vieme určiť my, napríklad `Matlab` tu je rozšírený o extra príkazy.

5.5.2 Užívateľské rozhrania

Ak chceme označiť časti grafického rozhrania počítačového programu, cestu cez menu softvéru, názvy súborov atď, môžeme na to používať príkaz `gui`. Príkladom je *File menu* alebo ikóna *Môj počítač*.

5.6 Tabuľky

Na tabuľky taktiež môžeme odvolávať pomocou Tab. 5.1. Tabuľky taktiež majú popis, dávame to nad tabuľkou.

Na začiatku vety vypíšeme slovo Tabuľka, kým všade inde používame skratku Tab.

5.7 Fyzikálne jednotky

Fyzikálne jednotky oddeľujeme medzerou od čísla a píšeme nezmeneným typom písma, t.j. nepoužívame šikmé písmo. Používame medzinárodne známe a akceptované jednotky a skratky jednotiek. Správne je teda 10 V, nesprávne je to 10V, 10 Volt, 10 V.

Tabuľka 5.1: Zoradenie metód na základe objemu apriórnych znalostí

Metóda	Kovariancia	Hustota pravdepodobnosti	Apriórna hustota
Najmenšie štvorce	Nie	Nie	Nie
Najmenšie štvorce, Markov odhad	Áno	Nie	Nie
Maximálna vierohodnosť	Áno	Áno	Nie
Bayesovské metódy	Áno	Áno	Áno

5.8 Bibliografické citácie

Citovať môžeme nasledovne [1]. Ak chceme citovať viacero autorov, tak môžeme to robiť naraz [?, 1]. Databazu citovaných dokumentov píšeme do súboru *.bib. Všetky typy dokumentov (kniha, článok etc.) má svoju vlastnú kategóriu. Autora publikácie môžeme aj napísať, napríklad že v práci Qin a Badgwell [4] dokázali že. Citácia je súčasťou vety, môžeme to kombinovať do vety [3] alebo dávať pred bodkou na koniec [2].

5.9 Príklad

Ak chceme uviesť inštrukčný príklad, potom na to máme prostredie

Príklad 5.1. Jožko má 5 melónov, vypočítajte hmotnosť Slnka. □

kde príklad je ukončený znamienkom QED (štvorec).

5.10 Záležitosti záverečnej práce

5.10.1 Obal

Prvú stranu, takže obal a druhú (prázdnu stranu) nezviažeme do záverečnej práce, slúži to iba ako podklad na vyhotovenie obalu.

Na základe výnosu Ministerstva školstva Slovenskej republiky z 15. marca 2010 č. MŠSR-5/2010-071 “o vzore obalu a titulného listu záverečnej, rigoróznejskej a habilitačnej práce a formáte výmeny údajov o záverečnej, rigoróznejskej a habilitačnej práci” na obale záverečnej práce sa uvádzajú tieto informácie:

- názov vysokej školy,
- názov fakulty, ktorej je autor študentom, ak je zapísaný na štúdium študijného programu uskutočňovaného na fakulte,
- evidenčné číslo, ak bolo určené,
- názov záverečnej práce, a ak sa použil, tak aj podnázov záverečnej práce,

- meno, priezvisko, akademické tituly a vedecko-pedagogické tituly autora a
- rok predloženia.

5.10.2 Titulný list

Na základe výnosu Ministerstva školstva Slovenskej republiky z 15. marca 2010 č. MŠSR-5/2010-071 “o vzore obalu a titulného listu záverečnej, rigoróznej a habilitačnej práce a formáte výmeny údajov o záverečnej, rigoróznej a habilitačnej práci” na titulnom liste záverečnej práce sa uvádzajú tieto informácie

- názov vysokej školy,
- názov fakulty, ktorej je autor študentom, ak je zapísaný na štúdium študijného programu uskutočňovaného na fakulte,
- názov záverečnej práce, a ak sa použil, tak aj podnázov záverečnej práce,
- označenie záverečnej práce: bakalárska práca, diplomová práca alebo dizertačná práca,
- meno, priezvisko, akademické tituly a vedecko-pedagogické tituly autora,
- názov študijného programu,
- číslo a názov študijného odboru,
- meno, priezvisko, akademické tituly a vedecko-pedagogické tituly školiteľa,
- meno, priezvisko, akademické tituly a vedecko-pedagogické tituly konzultanta, ak bol pre záverečnú prácu určený,
- názov školiaceho pracoviska, ak pre záverečnú prácu bolo určené,
- miesto a rok predloženia.

6 Ďalšie kapitoly

Každá kapitola začína na novej strane. Autor rieši zadanú problematiku. Na základe analýzy problému ponúka vlastné riešenia.

6.1 Podkapitola

Podkapitoly záverečnej práce majú za úlohu členenie textu práce na dosiahnutie čo naj-väčšej prehľadnosti. Podkapitol môže byť viac, v ich názvoch sa používa desatinné číslovanie.

Literatúra

- [1] P. Eykhoff. *System identification*. Willey and Sons, London, 1984.
- [2] J. Farison and S. Kolla. Asymptotic stability for class of linear discrete systems with bounded uncertainties - comment. *IEEE Trans. of Auto Cont.*, 35(2):382–384, 1990.
- [3] M. Kárný. Algoritmus identifikace a vypínání. Zpráva 9999, UTIA ČSAV, 1980.
- [4] S. J. Qin and T. A. Badgwell. An overview of nonlinear model predictive control applications. In F. Allgöwer, editor, *Nonlinear Model Predictive Control*, pages 369–392. Birkhauser Verlag, Switzerland, 1999.