

TITULNÍ LIST

Namísto této stránky vložte **titulní list** (s logem) vygenerovaný v IS VUT.

ZADÁNÍ

Namísto této stránky vložte stránku **zadání FEKT** vygenerovanou v IS VUT.

ABSTRAKT

Abstrakt práce v originálním jazyce TODO

KLÍČOVÁ SLOVA

Klíčová slova v originálním jazyce TODO

ABSTRACT

Překlad abstraktu TODO (v angličtině, pokud je originálním jazykem čeština či slovenština; v češtině či slovenštině, pokud je originálním jazykem angličtina)

KEYWORDS

Překlad klíčových slov TODO (v angličtině, pokud je originálním jazykem čeština či slovenština; v češtině či slovenštině, pokud je originálním jazykem angličtina)

CHARVOT, Jakub. *Autonomní akvárium*. Semestrální práce. Brno: Vysoké učení technické v Brně, Fakulta elektrotechniky a komunikačních technologií, Ústav mikroelektroniky, 2024. Vedoucí práce: Ing. Pavel Tomíček,

Prohlášení autora o původnosti díla

Jméno a příjmení autora: Jakub Charvot
VUT ID autora: 240844
Typ práce: Semestrální práce
Akademický rok: 2023/24
Téma závěrečné práce: Autonomní akvárium

Prohlašuji, že svou závěrečnou práci jsem vypracoval samostatně pod vedením vedoucí/ho závěrečné práce a s použitím odborné literatury a dalších informačních zdrojů, které jsou všechny citovány v práci a uvedeny v seznamu literatury na konci práce.

Jako autor uvedené závěrečné práce dále prohlašuji, že v souvislosti s vytvořením této závěrečné práce jsem neporušil autorská práva třetích osob, zejména jsem nezasáhl nedovoleným způsobem do cizích autorských práv osobnostních a/nebo majetkových a jsem si plně vědom následků porušení ustanovení § 11 a následujících autorského zákona č. 121/2000 Sb., o právu autorském, o právech souvisejících s právem autorským a o změně některých zákonů (autorský zákon), ve znění pozdějších předpisů, včetně možných trestněprávních důsledků vyplývajících z ustanovení části druhé, hlavy VI. díl 4 Trestního zákoníku č. 40/2009 Sb.

Brno
.....
podpis autora*

*Autor podepisuje pouze v tištěné verzi.

PODĚKOVÁNÍ

Rád bych poděkoval vedoucímu bakalářské/diplomové/disertační práce panu Ing. XXX
YYY, Ph.D. za odborné vedení, konzultace, trpělivost a podnětné návrhy k práci. TODO

Obsah

Úvod	21
Cíle práce	23
1 Základní teorie akvaristiky	25
1.1 Historie	25
1.1.1 Počátky	25
1.1.2 Věda a technika	25
1.2 Rozdělení akvárií	25
1.3 Současná akvaristická technika	26
1.3.1 Dostupná komerční řešení	26
2 Návrh řešení	27
2.1 Požadavky	27
2.2 Blokové schéma	27
2.3 Návrh komunikačního rozhraní	27
2.4 Výběr komponent	27
2.4.1 Řídící jednotka	27
2.4.2 Periferie	27
3 Tvorba elektrického schématu	29
3.1 Řídící jednotka	29
3.2 Modul pro LED osvětlení	29
3.3 Senzory	29
3.3.1 Teploměr	29
3.3.2 Senzor výšky hladiny	29
3.4 Modul pro ovládání 230 V periferií	29
Závěr	31
Literatura	33
Seznam symbolů a zkratk	35
Seznam příloh	37
A Některé příkazy balíčku thesis	39
A.1 Příkazy pro sazbu veličin a jednotek	39
A.2 Příkazy pro sazbu symbolů	39

B	Druhá příloha	41
C	Příklad sazby zdrojových kódů	43
C.1	Balíček listings	43
D	Obsah elektronické přílohy	47

Seznam obrázků

2.1	Blokové schéma systému.	27
B.1	Alenčino zrcadlo	41

Seznam tabulek

A.1 Přehled příkazů	39
-------------------------------	----

Seznam výpisů

C.1	Ukázka sazby zkratk	43
C.2	Příklad Schur-Cohnova testu stability v prostředí Matlab.	44
C.3	Příklad implementace první kanonické formy v jazyce C.	45

Úvod

V dnešní době, kdy jsou na vzestupu fenomény jako chytrá domácnost, IoT (Internet of Things) nebo Průmysl 4.0, se na trhu objevuje stále více výrobků, které se snaží automatizovat a zjednodušit různé oblasti našeho života. Tento trend se dnes dotýká nejen volnočasové aktivity a to včetně akvaristiky. Tu lze samozřejmě provozovat na různé úrovni, ale i majitelé malých domácích akvárií potřebují k provozu svého koníčku relativně velké množství elektroniky. Běžnou praxí je, že každé z použitých zařízení je ovládáno buďto zcela ručně nebo, pokud disponuje možností vzdáleného přístupu a automatizace, má svou samostanou aplikaci a uživatel tak provoz akvária musí ovládat z několika různých míst, což může být značně nepohodlné a nepřehledné.

Na trhu samozřejmě existují také velmi sofistikované a komplexní systémy, ty ovšem svou cenou vysoce přesahují rozpočet běžného "domácího" akvaristy. Tato práce se věnuje návrhu a tvorbě zařízení, které má za cíl nabídnout pohodlnou kontrolu a ovládání všech potřebných součástí domácího akvária, a to při zachování jednoduchosti a nízké pořizovací ceny.

Cíle práce

Má tato kapitola existovat a nebo mám cíle podrobněji rozebrat v úvodu?

1 Základní teorie akvaristiky

1.1 Historie

1.1.1 Počátky

Akvaristika v různých podobách provází lidstvo téměř od prvopočátku. Nejprve se jednalo spíše o chov ryb užitkových, tedy rybářství, ovšem už ve starověké Mezopotámii docházelo také k chovu ryb okrasných. Počátky akvaristiky byly prováděny spíše metodou pokusů a omylů, protože lidem nebyla známa velká část přírodních zákonitostí – životní potřeby chovaných ryb, způsob jejich rozmnožování a v neposlední řadě také procesy, odehrávající se v přírodním ekosystému, zajišťující jeho rovnováhu. Základem udržení chovaných ryb naživu byla zejména častá výměna vody, ani tak ale dlouho nebylo možné udržet ryby při životě dlouhodobě.

V období středověku se poprvé objevuje také dovoz exotických okrasných rybek z cizích zemí, pro naprostý nedostatek znalostí ale často brzo hynou, např. jen proto, že chovatele nenapadne je nakrmit.

1.1.2 Věda a technika

Na konci 18. století dochází k rozvoji vědy a několika objevům, které historii akvaristiky zásadně ovlivnili. Poprvé byl izolován kyslík, byl objasněn princip dýchání živočichů a následně také fotosyntéza. Akvaristika, v tehdejší době umělý chov ryb za účelem pozorování a výzkumu, byla provozována zejména na vědecké půdě a byl zde zájem o zdokonalení používaných technik a postupů. V roce 1837 S. H. Ward prakticky prokázal, že osvětlené akvárium obsahující jak rybky, tak i rostliny, vydrží velmi dlouho bez nutnosti výměny vody [1]. Princip výměny plynů byl významným milníkem ve snaze dosáhnout v akváriu rovnováhy podobné přírodnímu prostředí.

Při stále nových poznatcích o životních potřebách ryb a o akvariijní rovnováze bylo nutné přijít s různými technickými řešeními. Akvária 19. a 20. století už byla vytápěná a uměle okysličovaná. Původní mechanická řešení a lihové kahany byly postupně nahrazovány elektrickými přístroji. V pozdějších letech pak přibýlo i umělé osvětlení a systémy filtrace vody.

1.2 Rozdělení akvárií

Akvária je možné rozdělit na základě mnoha různých parametrů jako je např. velikost, materiál a tvar anebo jejich funkce. Pro účely této práce jsou však relevantní zejména rozdělení, která jsou zásadní pro rozsah použité akvaristické techniky.

V jednoduchosti tedy můžeme akvária rozdělit podle biotopu [2]:

- Sladkovodní
- Brakická – salinita přibližně 5 až 15 ‰
- Mořská – salinita přibližně 30 až 40 ‰

Asi není potřeba vysvětlovat, že pro akvária mořská a brakická nestačí použít běžnou kohoutkovou vodu, ale je potřeba ji před použitím upravit. Pokud chceme systém automatizovat, je potřeba přidat zařízení, které bude salinitu průběžně monitorovat a upravovat. Komplexní profesionální systémy (např. GHL, Neptune Apex, ...) tyto možnosti nabízejí, ale pořizovací cena je relativně vysoká. Můžeme tedy říci, že po technické stránce je provoz sladkovodních akvárií jednodušší než provoz akvárií mořských.

Další dělení akvárií je možné z hlediska jejich obsazení:

- Čistě rostlinná akvária
- S běžnými druhy ryb
- Se speciálními druhy – zvýšené nároky na parametry vody

Rozsah použité akvaristické techniky a zejména požadavek na její přesnost je závislý na volbě umístěných druhů rostlin a živočichů. Každý druh má své optimální životní podmínky a zatímco některým živočichům se bude dařit ve vodě o teplotě v rozsahu klidně i 15 °C, jiné vyžadují téměř konstantní teplotu v rozsahu třeba jen 2 °C, to zásadně ovlivní požadavky na přesnost měření teploty i způsob její regulace. Stejně tak je tomu i s dalšími parametry.

Zařízení vytvořené v rámci této práce bude určeno pro použití v menším sladkovodním akváriu osazeném běžnými druhy rostlin a živočichů bez speciálních životních potřeb – tedy scénář běžného domácího akvaristy s omezeným rozpočtem. Není ale vyloučeno jeho budoucí rozšíření i pro náročnější aplikace.

1.3 Současná akvaristická technika

1.3.1 Dostupná komerční řešení

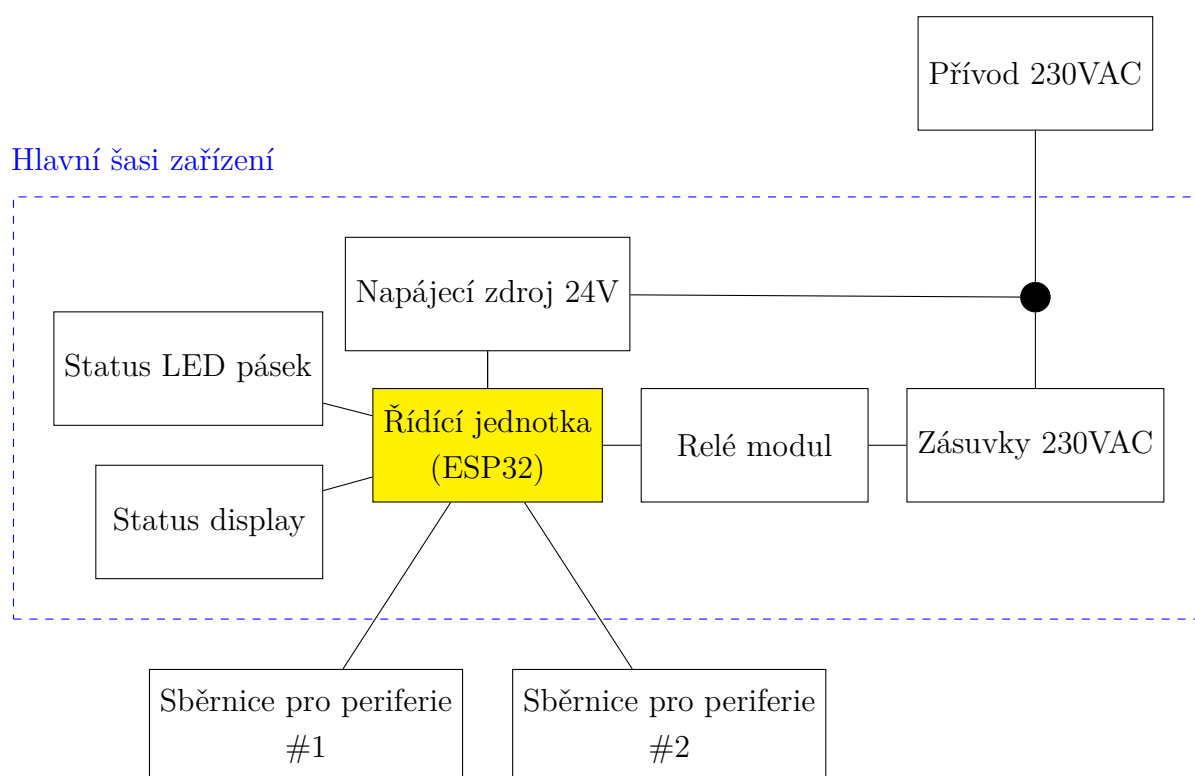
TODO

2 Návrh řešení

Tato část práce popisuje proces tvorby návrhu výsledného zařízení, věnuje se konkretizaci požadavků na zařízení a následnému hledání vhodných technických řešení pro tyto požadavky včetně výběru odpovídajících komponent.

2.1 Požadavky

2.2 Blokové schéma



Obr. 2.1: Blokové schéma systému.

2.3 Návrh komunikačního rozhraní

2.4 Výběr komponent

2.4.1 Řídící jednotka

2.4.2 Periferie

3 Tvorba elektrického schématu

3.1 Řídící jednotka

3.2 Modul pro LED osvětlení

3.3 Senzory

3.3.1 Teploměr

3.3.2 Senzor výšky hladiny

3.4 Modul pro ovládání 230 V periférií

Závěr

Shrnutí studentské práce.

Literatura

- [1] Jiří Vítek. Akvaristika včera, dnes a zítra, rok vydání neuveden. URL: https://www.akvarijni.cz/texty/historie_akvaristiky.htm.
- [2] Barbora Hásková. Společenstva prvoků a bezobratlých živočichů ve sladkovodních akváriích a možnosti jejich využití ve výuce, 2011. URL: https://dspace.cuni.cz/bitstream/handle/20.500.11956/39224/BPTX_2010_2__0_258158_0_107901.pdf?sequence=1&isAllowed=y.

Seznam symbolů a zkratek

Šířka levého sloupce Seznamu symbolů a zkratek je určena šířkou parametru prostředí `acronym` (viz řádek 1 výpisu zdrojáku na str. 43)

IoT Internet of Things

DSP číslicové zpracování signálů – Digital Signal Processing

f_{vz} vzorkovací kmitočet

Seznam příloh

A	Některé příkazy balíčku <code>thesis</code>	39
A.1	Příkazy pro sazbu veličin a jednotek	39
A.2	Příkazy pro sazbu symbolů	39
B	Druhá příloha	41
C	Příklad sazby zdrojových kódů	43
C.1	Balíček <code>listings</code>	43
D	Obsah elektronické přílohy	47

A Některé příkazy balíčku thesis

A.1 Příkazy pro sazbu veličin a jednotek

Tab. A.1: Přehled příkazů pro matematické prostředí

Příkaz	Příklad	Zdroj příkladu	Význam
<code>\textind{...}</code>	β_{\max}	<code>\$\beta_{\textind{max}}\$</code>	textový index
<code>\const{...}</code>	U_{in}	<code>\$\const{U}_{\textind{in}}\$</code>	konstantní veličina
<code>\var{...}</code>	u_{in}	<code>\$\var{u}_{\textind{in}}\$</code>	proměnná veličina
<code>\complex{...}</code>	\mathbf{u}_{in}	<code>\$\complex{u}_{\textind{in}}\$</code>	komplexní veličina
<code>\vect{...}</code>	\mathbf{y}	<code>\$\vect{y}\$</code>	vektor
<code>\mat{...}</code>	\mathbf{Z}	<code>\$\mat{Z}\$</code>	matice
<code>\unit{...}</code>	kV	<code>\$\unit{kV}\$</code> či <code>\unit{kV}</code>	jednotka

A.2 Příkazy pro sazbu symbolů

- `\E`, `\eul` – sazba Eulerova čísla: e ,
- `\J`, `\jmag`, `\I`, `\imag` – sazba imaginární jednotky: j , i ,
- `\dif` – sazba diferenciálu: d ,
- `\sinc` – sazba funkce: sinc ,
- `\mikro` – sazba symbolu mikro stojatým písmem¹: μ ,
- `\uppi` – sazba symbolu π (stojaté řecké pí, na rozdíl od `\pi`, což sází π).

Všechny symboly jsou určeny pro matematický mód, vyjma `\mikro`, jenž je použitelný rovněž v textovém módu.

¹znak pochází z balíčku `textcomp`

B Druhá příloha



Obr. B.1: Zlepšené Wilsonovo proudové zrcadlo.

Pro sazbu vektorových obrázků přímo v \LaTeX je možné doporučit balíček `TikZ`. Příklady sazby je možné najít na `\TeXample`. Pro vyzkoušení je možné použít programy `QTikz` nebo `TikzEdt`.

C Příklad sazby zdrojových kódů

C.1 Balíček listings

Pro vysázení zdrojových souborů je možné použít balíček `listings`. Balíček zavádí nové prostředí `lstlisting` pro sazbu zdrojových kódů, jako například:

```
\section{Balíček lstlistings}
Pro vysázení zdrojových souborů je možné použít
  balíček \href{https://www.ctan.org/pkg/listings}%
  {\texttt{listings}}.
Balíček zavádí nové prostředí \texttt{lstlisting} pro
  sazbu zdrojových kódů.
```

Podporuje množství programovacích jazyků. Kód k vysázení může být načítán přímo ze zdrojových souborů. Umožňuje vkládat čísla řádků nebo vypisovat jen vybrané úseky kódu. Např.:

Zkratky jsou sázeny v prostředí `acronym`:

```
6 \begin{acronym}[]
```

Šířka textu volitelného parametru `KolikMista` udává šířku prvního sloupce se zkratkami. Proto by měla být zadávána nejdelší zkratka nebo symbol. Příklad definice zkratky f_{vz} je na výpisu C.1.

Výpis C.1: Ukázka sazby zkratek

```
21 \acro{symfvz}           % název
22   [\ensuremath{f_{\text{vz}}}] % symbol
23   {vzorkovací kmitočety} % popis
```

Ukončení seznamu je provedeno ukončením prostředí:

```
26 \end{acronym}
```

Poznámka k výpisům s použitím volby jazyka `czech` nebo `slovak`:

Pokud Váš zdrojový kód obsahuje znak spojovníku `-`, pak překlad může skončit chybou. Ta je způsobena tím, že znak `-` je v českém nebo slovenském nastavení balíčku `babel` tzv. aktivním znakem. Přepněte znak `-` na neaktivní příkazem `\shorthandoff{-}` těsně před výpisem a hned za ním jej vraťte na aktivní příkazem `\shorthandon{-}`. Podobně jako to je ukázáno ve zdrojovém kódu šablony.

Na výpisu C.2 naleznete příklad kódu pro Matlab, na výpisu C.3 zase pro jazyk C.

Výpis C.2: Příklad Schur-Cohnova testu stability v prostředí Matlab.

```
1 %% Příklad testování stability filtru
2
3 % koeficienty polynomu ve jmenovateli
4 a = [ 5, 11.2, 5.44, -0.384, -2.3552, -1.2288];
5 disp('Polynom:'); disp(poly2str(a, 'z'))
6
7 disp('Kontrola pomocí kořenů polynomu:');
8 zx = roots(a);
9 if( all( abs( zx) < 1))
10     disp('System je stabilní')
11 else
12     disp('System je nestabilní nebo na mezí stability');
13 end
14
15 disp(' '); disp('Kontrola pomocí Schur-Cohn:');
16 ma = zeros( length(a)-1, length(a));
17 ma(1,:) = a/a(1);
18 for( k = 1:length(a)-2)
19     aa = ma(k,1:end-k+1);
20     bb = fliplr(aa);
21     ma(k+1,1:end-k+1) = (aa-aa(end)*bb)/(1-aa(end)^2);
22 end
23
24 if( all( abs( diag( ma.'))))
25     disp('System je stabilní')
26 else
27     disp('System je nestabilní nebo na mezí stability');
28 end
```

Výpis C.3: Příklad implementace první kanonické formy v jazyce C.

<i>// první kanonická forma</i>	1
<u>short</u> fxdf2t(<u>short</u> coef[][5], <u>short</u> sample)	2
{	3
<u>static int</u> v1[SECTIONS] = {0,0}, v2[SECTIONS] = {0,0};	4
<u>int</u> x, y, accu;	5
<u>short</u> k;	6
	7
x = sample;	8
<u>for</u> (k = 0; k < SECTIONS; k++){	9
accu = v1[k] >> 1;	10
y = _sadd(accu, _smpy(coef[k][0], x));	11
y = _sshl(y, 1) >> 16;	12
	13
accu = v2[k] >> 1;	14
accu = _sadd(accu, _smpy(coef[k][1], x));	15
accu = _sadd(accu, _smpy(coef[k][2], y));	16
v1[k] = _sshl(accu, 1);	17
	18
accu = _smpy(coef[k][3], x);	19
accu = _sadd(accu, _smpy(coef[k][4], y));	20
v2[k] = _sshl(accu, 1);	21
	22
x = y;	23
}	24
<u>return</u> (y);	25
}	26

D Obsah elektronické přílohy

Elektronická příloha je často nedílnou součástí semestrální nebo závěrečné práce. Vkládá se do informačního systému VUT v Brně ve vhodném formátu (ZIP, PDF ...).

Nezapomeňte uvést, co čtenář v této příloze najde. Je vhodné okomentovat obsah každého adresáře, specifikovat, který soubor obsahuje důležitá nastavení, který soubor je určen ke spuštění, uvést nastavení kompilátoru atd. Také je dobře napsat, v jaké verzi software byl kód testován (např. Matlab 2018b). Pokud bylo cílem práce vytvořit hardwarové zařízení, musí elektronická příloha obsahovat veškeré podklady pro výrobu (např. soubory s návrhem DPS v Eagle).

Pokud je souborů hodně a jsou organizovány ve více složkách, je možné pro výpis adresářové struktury použít balíček `dirtree`.

```
/ .....kořenový adresář přiloženého archivu
├── logo .....loga školy a fakulty
│   ├── BUT_abbreviation_color_PANTONE_EN.pdf
│   ├── BUT_color_PANTONE_EN.pdf
│   ├── FEEC_abbreviation_color_PANTONE_EN.pdf
│   ├── FEKT_zkratka_barevne_PANTONE_CZ.pdf
│   ├── UTKO_color_PANTONE_CZ.pdf
│   ├── UTKO_color_PANTONE_EN.pdf
│   ├── VUT_barevne_PANTONE_CZ.pdf
│   ├── VUT_symbol_barevne_PANTONE_CZ.pdf
│   └── VUT_zkratka_barevne_PANTONE_CZ.pdf
├── obrazky .....ostatní obrázky
│   ├── soucastky.png
│   ├── spoje.png
│   ├── ZlepseneWilsonovoZrcadloNPN.png
│   └── ZlepseneWilsonovoZrcadloPNP.png
├── pdf .....pdf stránky generované informačním systémem
│   ├── student-desky.pdf
│   ├── student-titulka.pdf
│   └── student-zadani.pdf
├── text .....zdrojové textové soubory
│   ├── literatura.tex
│   ├── prilohy.tex
│   ├── reseni.tex
│   ├── uvod.tex
│   ├── vysledky.tex
│   ├── zaver.tex
│   └── zkratky.tex
├── sablona-obhaj.tex .....hlavní soubor pro sazbu prezentace k obhajobě
├── sablona-prace.tex .....hlavní soubor pro sazbu kvalifikační práce
└── thesis.sty .....balíček pro sazbu kvalifikačních prací
```