

AUTOMATED ENVIRONMENTAL SUPPORT SYSTEM FOR AQUARIUM

Jan Slavotínek

Bachelor Degree Programme (3), FEEC BUT

E-mail: xslavo01@stud.feec.vutbr.cz

Supervised by: Petr Petyovský

E-mail: petyovsky@feec.vutbr.cz

Abstract: The thesis is devoted to analysis of parameters and processes in aquarium, in order to design system for control, regulation and monitoring. In theoretical part of thesis are defined terms and basic knowledge. Important part of thesis was analysis where was determined processes, common ranges of values necessary to monitor, limitations and requirements on safety operation of system. Based on the analysis was designed control system with microcontroller. Now will follow implementation of hardware components of the system, implementation of firmware and testing system functionality.

Keywords: Aquarium, automatization, regulation, AVR, Controllers, C, programming

1. ÚVOD

V této práci bylo stanoveno za cíl navrhnout a sestavit systém pro udržování, monitorování a řízení životních podmínek v akváriu. Nejprve bylo nutné zevrubně analyzovat problematiku akvaristiky jako takové, aby mohly být stanoveny parametry a veličiny vhodné k monitorování a automatického řízení/regulaci. Následně byl proveden návrh jednotlivých částí systému zajišťujících monitorování, řízení, popř. regulaci zvolených veličin a provádění zvolených úkonů.

Tento příspěvek popisuje projekt v současném stavu, tedy v implementační fázi (hardware software), bude zde tedy popsána hlavně dosavadní práce – analýza požadavků na systém, výběr a návrh komponent a výsledných obvodových řešení.

2. VOLBA VELIČIN A ÚKONŮ K AUTOMATIZACI

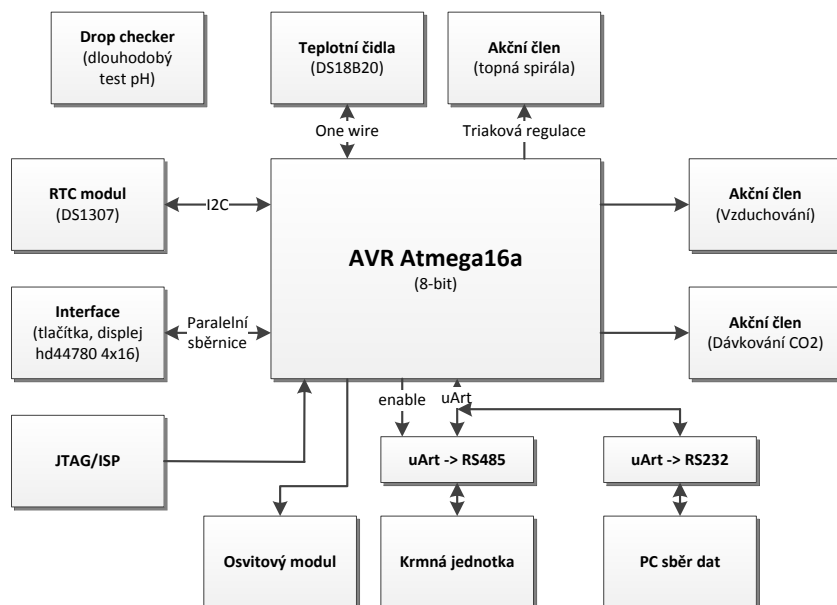
Na základě analýzy funkce běžné akvarijní nádrže a úkonů s ní spojených, byly vybrány následující úkony a veličiny k automatické obsluze, řízení/regulaci a měření.

- Měření a regulace teploty vody: Jedním z důležitých sledovaných a regulovaných parametrů v akvarijní nádrži je teplota vody. Systém bude muset být schopen udržovat teploty 20 – 28 °C.
- Osvit: Osvit nádrže je nutnou součástí a to z estetických, ale i praktických důvodů a to zejména kvůli rostlinám, které potřebují světlo, aby mohli provádět fotosyntézu. Výhodou je možnost pozvolného přechodu mezi stavy vypnuto/zapnuto
- Krmení: Pravidelně prováděný úkon, který vyžaduje častou pozornost akvaristy a je tedy svým způsobem otravný a příliš časté zapomínání může nepříznivě ovlivnit kondici živočichů v nádrži.
- Vzduchování. Je výhodné mít v nádrži zavedený vzduchovací okruh, který v jistých případech, kdy přirozená tvorba kyslíku není dostačující, dodává do nádrže více kyslíku ze vzduchu.
- Dávkování CO₂: CO₂ je v akváriu poměrně důležitým parametrem, jeho nízký obsah ve vodě je totiž limitujícím faktorem pro růst rostlin, které jsou na jeho nedostatek o dost náchylnější než řasy. Jedním z projevů nedostatku je tedy právě expanze řas na úkor žádaných rostlin. Dávkování CO₂ je tedy dalším ze zvolených úkonů.

3. POPIS SYSTÉMU

Při návrhu systému, byla navržena vlastní obvodová řešení, popř. obecně známá zapojení. Jedinou částí, která byla použita jako hotové řešení, byl krmný modul - převzat z DP viz citace. [2]

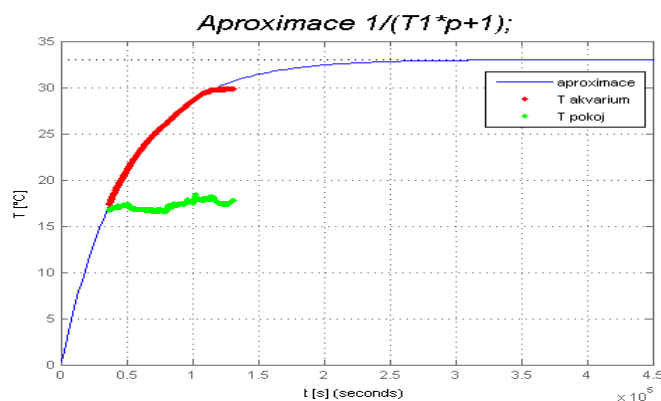
3.1. BLOKOVÉ SCHÉMA



Obrázek 1: Blokové schéma systému

3.2. REGULACE TEPLoty VODY

Regulaci teploty vody bude zajišťovat regulační smyčka s měřením teploty ve dvou místech nádrže (čidla DS18B20). Akčním členem je topná spirála o výkonu 150W, řízení výkonu topné spirály bude probíhat pomocí optotriaku. Toto řešení umožňuje plynule nastavovat výkon v rozmezí 0-100%. V rámci programování bude vyžit řídicí algoritmus, založený buď na klasické struktuře PSD (1), nebo na jednodušším regulačním algoritmu typu vícestavové relé. Pro představu, byl proveden experiment za účelem identifikace nádrže [1]. Analyzovaná nádrž se 110L vody má časovou konstantu $T = 50000s$. Konstanty topné spirály a čidla teploty se pohybují v řádech desítek sekund, nemají tedy velký vliv v porovnání s konstantou vody.



Obrázek 2: Odezva systému na jednotkový skok řízení

$$F_R(z^{-1}) = K_R \left(1 + \frac{T_D}{T} (1 - z^{-1}) + \frac{T}{T_I} \frac{1}{1 - z^{-1}} \right) \quad (1)$$

Test s čidly v prostředí akvarijní vody ukázal, že jako ochrana před vodou stačí vývody čidla zalepit dvousložkovým lepidlem. Existuje také provedení čidla pro měření v náročných prostředích.

Termostat topné spirály bude využit jako bezpečnostní pojistka – hardwarové maximum.

3.3. OSVIT NÁDRŽE

Osvit bude zajišťovat osvitový modul, který bude složen z primárního okruhu – zářivková tělesa a sekundárního – pás LED diod. Úkolem sekundárního okruhu je zmírnění přechodu mezi stavy vypnuto/zapnuto primárního okruhu. Svit sekundárního okruhu bude řízen pomocí PWM. Důvodem této volby je, že v současné době 90% běžných akvaristů využívá právě zářivkových těles, tedy systém je univerzální - může využít již vlastněné periferie akvaristy.

3.4. KRMNÁ JEDNOTKA

Vzhledem k nárokům na mechanickou část bude zvoleno existující řešení (modul zapůjčen z DP). Zařízení obsahuje kontrolér, který přijímá příkazy po sériové lince a na základě nich řídí dva servomotory, které obstarávají sypání krmiva. Komunikace probíhá po sériové lince, řídicí systému vysílá řetězce představující konkrétní příkazy, modul zpět posílá potvrzení příjmu. Aby se předešlo případným konfliktům na sériové lince, bude přívod k modulu blokován enablem. [2]

3.5. VZDUCHOVÁNÍ A DÁVKOVÁNÍ CO₂

Systém bude spínat přídavné vzduchování a také dávkovat CO₂ z tlakové lahve. Konkrétně se jedná o jednoduchý úkon spínání vzduchovacího kompresoru a spínání elektromagnetického ventilu v řetězci CO₂ pomocí relé. Nastavení dávkování CO₂ bude probíhat s pomocí dlouhodobého testu pH. Dávkování bude probíhat cyklicky, střídá mezi stavy ventil vypnut/zapnut bude určovat množství CO₂ v nádrži.

3.6. MIKROKONTROLÉR, RTC MODUL, INTERFACE

K řízení byl zvolen procesor Atmega16a, který disponuje dostatkem výpočetního výkonu a periférií. K udržování času je použit čip DS1307 s krystalem 32,768 kHz. Komunikace s ním probíhá po sběrnici two-wire. Pro kontakt s uživatelem poslouží alfanumerický display s řadičem HD44780 a soustava tlačítek.

4. ZÁVĚR

V současné době je projekt ve fázi fyzické implementace. Po zkompletování hardwarové části bude následovat vývoj softwaru. V neposlední řadě je cílem projektu vyzkoušet systém v reálném provozu a porovnat s předpoklady při návrhu.

Výhledově není tato verze systému konečná, v plánu je pokračování vývoje. Mezi budoucí cíle patří například začlenění pH sondy – tedy možnost implementace elektronické regulační smyčky pH, nebo připojení nadřazeného systému (master) schopného implementovat síťový přístup, databázi pro uchovávání/vyhodnocování měřených dat, popř. zpracování dat z kamery.

REFERENCE

- [1] BLAHA, P., VAVŘÍN, P. *Řízení a regulace I : Základy regulace lineárních systémů - spojité a diskrétní* [online]. VUT v Brně, 2013, [cit. 19.2.2014]. Dostupné z: https://www.vutbr.cz/www_base/priloha.php?dpid=19181.
- [2] VEČEŘA, J. *Systém řízení akvária s WWW serverem* [online]., VUT v Brně, 2013, 66 s., [cit. 19.2.2014] Dostupné z: https://www.vutbr.cz/www_base/zav_prace_soubor_verejne.php?file_id=64252