

Návrh konstrukce odchovny - 4. díl

Pikner Michal · Elektrotechnika

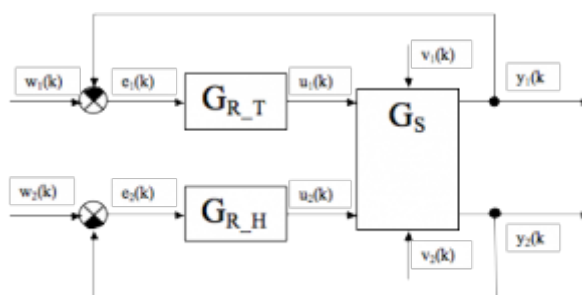
23.02.2011



V minulém díle jsme si popsali softwarové vybavení mikrokontroléru a provedli jsme identifikaci vlhkosti a teploty odchovny. V dnešním posledním díle si objasníme princip návrhu regulátoru a provedeme ověření regulátorů na odchovně.

4.2 Návrh regulátorů a simulace průběhu regulace

Pro tento dvourozměrný systém byly navrženy dva samostatné diskretní regulátory a ovlivňování a regulovaných veličin bylo zanedbáno. Pro každý přenos byl navržen regulátor pomocí metody požadovaného modelu (inverze dynamiky). Tato metoda umožňuje snadné a rychlé nastavení standardních typů regulátorů jak číslicových tak analogových pro systémy s dopravním zpožděním i bez něj. Blokové schéma regulované soustavy je na obrázku (Obr. 1).



Obr. 1. Blokové schéma regulačního obvodu

Pro přenos prvního řádu s nulovým dopravním zpožděním odpovídá podle [17] typ PS regulátoru a pro výpočet parametrů k_p a T_I jsou použity vzorce:

$$T_I = \frac{c_1}{1-c_1} T \quad (6)$$

$$k_p = \frac{1-c_w}{kT} T_I \quad (7)$$

$$c_1 = e^{-\frac{T_I}{T}} \quad (8)$$

$$c_w = e^{-\frac{T_w}{T}} \quad (9)$$

$$T_w \geq \frac{T}{0.286} \quad (10)$$

Periody vzorkování byly zvoleny následující. Pro regulátor vlhkosti je $T=5s$ a pro regulátor teploty je $T=50s$. Poté byly vypočteny proporcionální zesílení regulátorů k_p a

časové integrační konstanty T_I , jejichž hodnoty jsou následující. Pro regulátor vlhkosti je $k_p=5,1442$ a $T_I=79,3854$. Pro regulátor teploty je $k_p=49,8995$ a $T_I=4938$. Vypočtené konstanty byly použity pro rovnici číslicového polohového regulátoru se zpětnou obdélníkovou metodou náhrady integrálu v následující rovnici.

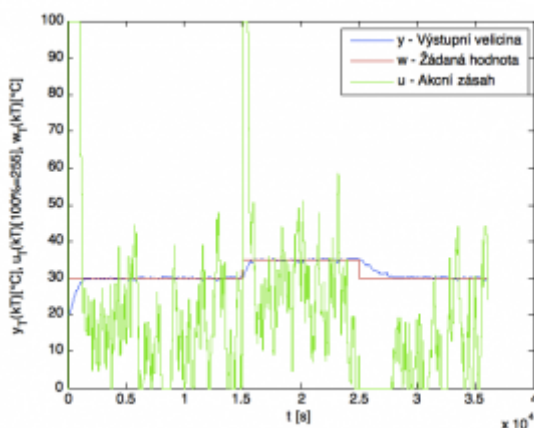
$$u(kT) = k_p e(kT) + \frac{k_p}{T_I} T \sum_{i=1}^k e(kT) \quad (11)$$

Jak již bylo napsáno výše, akční zásahy jsou čísla 0-100 pro teplotu po kroku 1 a 0-255 pro pulzní šířkovou modulaci otáček ventilátoru také po kroku 1. Vypočítané akční zásahy byly zaokrouhleny na celá čísla. Byla zde použita saturace s anti windup efektem, u které se při splnění podmínek nezapočítává aktuální odchylka $e(kT)$ do sumačního členu. Podmínky pro polohové algoritmy regulátoru, kdy se sumace zastaví zavedením nulové regulační odchylky (balátě).

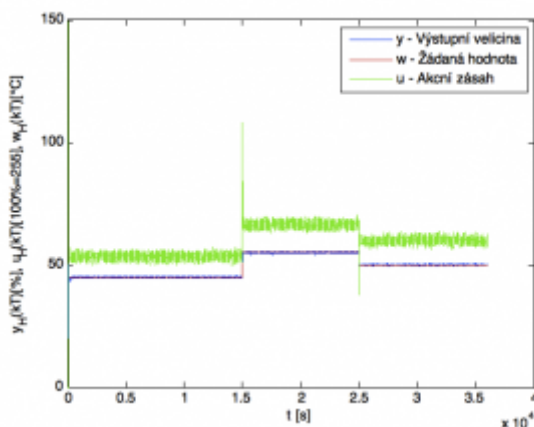
$u(kT) > u_{\max}$ při $e(kT) > 0$ pak zavést $e(kT) = 0$

$u(kT) < u_{\min}$ při $e(kT) < 0$ pak zavést $e(kT) = 0$

Pro oba regulátory byly provedeny simulace průběhu regulace. Byl zde uvažován i šum vznikající při měření veličin. Průběh simulace regulace teploty je znázorněna na obrázku (Obr. 2) a vlhkosti na obrázku (Obr. 3)



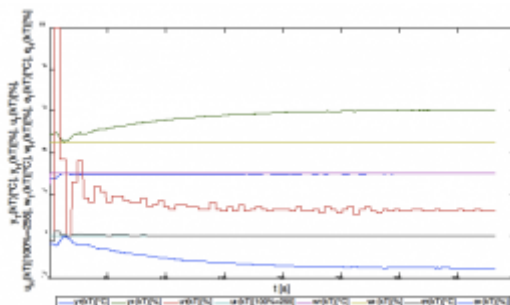
Obr. 2. Simulace průběhu regulace teploty.



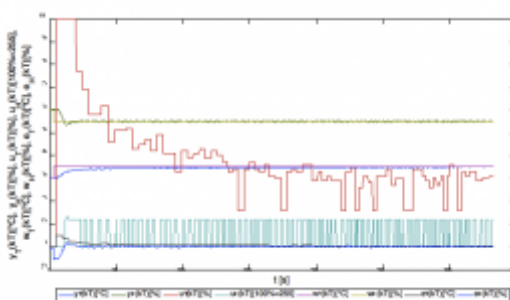
Obr. 3. Simulace průběhu regulace vlhkosti.

4.3 Ověření regulace v praxi

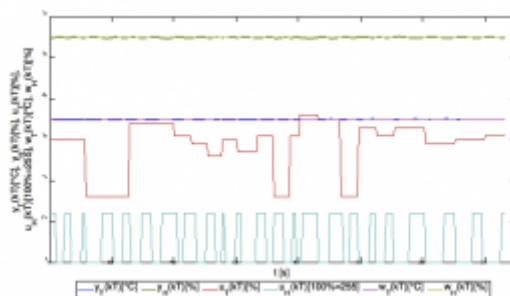
Ověření regulace probíhalo za pokojových podmínek. Měřené veličiny byly snímány s periodou $T=2s$. Nejprve byla provedena skoková změna teploty z 25°C na 30°C při vlhkosti 45% jak je vidět na obrázku (Obr. 4). Poté z ustálených hodnot následovalo druhé měření se skokovou změnou vlhkosti z 60% na 55% a teploty z 30°C na 35°C (Obr. 5). Poslední měření proběhlo pro skokovou změnu teploty z 35°C na $36,5^{\circ}\text{C}$ při žádané hodnotě vlhkosti 55% (Obr. 7). Detaily ustálených hodnot měření jsou na obrázcích (Obr. 6) a (Obr. 8).



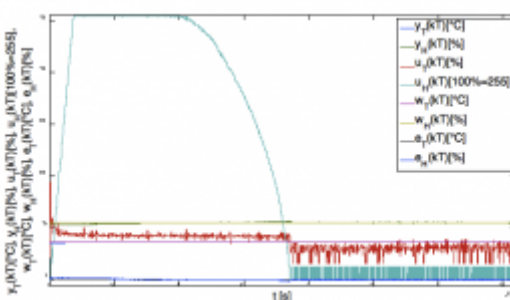
Obr. 4. Průběh regulace při žádané vlhkosti 45% a skokové změně teploty z 25°C na 30°C .



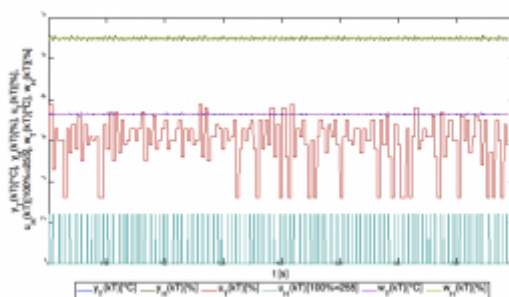
Obr. 5. Průběh regulace při skokové změně vlhkosti z 60% na 55% a skokové změně teploty z 30°C na 35°C .



Obr. 6. Detail ustáleného stavu průběhu regulace při skokové změně vlhkosti z 60% na 55% a skokové změně teploty z 30°C na 35°C .



Obr. 7. Průběh regulace při ustálené hodnotě vlhkosti na 55% a skokové změně teploty z 35°C na 36,5°C.



Obr. 8. Detail ustáleného stavu průběhu regulace při ustálené hodnotě vlhkosti na 55% a skokové změně teploty z 35°C na 36,5°C.

Závěr

Náplní této práce bylo navrhnout přenosnou inkubační líheň umožňující kvalitní splnění podmínek pro vývoj papoušků. Byla navržena odchovna z polyethylenových desek. Pro zmenšení tepelné ztráty přes její stěny, byl vytvořen dvojitý plášť z PE desek. Vnitřní prostor mezi těmito deskami byl vyplněn tvrzeným polystyrenem. Zvlhčování vzduchu bylo realizováno odpařováním vody, která je umístěna ve výsuvném zásobníku.

Řízením průtoku vzduchu přes tento zásobník měníme i jeho vlhkost. Řízení teploty je realizováno pomocí topného tělesa Rollmax o výkonu 125W, které nám ohřívá vzduch proudící kolem něj. V prostoru pro mláďata je udržována stejná teplota díky nucené cirkulaci vzduchu pomocí ventilátoru.

Celou elektroniku řídí 8 bitový mikrokontrolér Atmel ATmega16 s frekvencí 16MHz. Topné těleso je řízeno spínáním triaku v nule pomocí mikrokontroléru. Pomocí obvodu generujícího přerušování o frekvenci 100Hz je mikrokontrolér schopný řídit spínání triaku 0-100% po 1%. Otáčky ventilátoru řídicí průtok vzduchu přes zásobník s vodou jsou řízeny pomocí PWM modulace.

Pro snímání teploty a vlhkosti byl použit senzor SHT75 firmy sensirion s přesností $\pm 1,8\%$ relativní vlhkosti a $\pm 0,3^\circ\text{C}$ teploty. Na předním panelu je umístěn LCD displej, který zobrazuje nastavenou a naměřenou teplotu a vlhkost. Jsou zde také tlačítka pro ovládání menu. Pomocí obvodu MAX232 je možné připojit odchovnu k PC.

V inkubační líhni je obsažen software umožňující obsluhu všech využitých periférií a dva PI regulátory pro řízení teploty a relativní vlhkosti.

Odchovna byla identifikována z pomoci jednoduchého programu vytvořeného v prostředí Matlab. Data byla měřena s periodou 1s. Poté byly s naměřených dat vykresleny statické charakteristiky, které nám udávají, jakých hodnot dosáhne soustava při různých akčních zásazích. Pro určení přenosů soustavy, byla provedena identifikace z přechodových charakteristik. Pro každý přenos byla zvolena perioda vzorkování a navrhnout PI regulátor. Oba regulátory byly odsimulovány a ověřeny na reálné soustavě.

Jelikož se ventilátoru při akčním zásahu 0-12 nebyl schopen otáčet. Byla zavedena saturace od 12 do 255, kde 255 je 100%. Proto ustálená vlhkost kolísá v rozmezí $\pm 0,5\%$ kolem žádané hodnoty. Teplota kolísá kolem žádané hodnoty v rozmezí $\pm 0,1^\circ\text{C}$ což může být způsobeno šumem při měření nebo změnou vlhkosti. Pokud není teplota v odchovně dostatečně velká na to, aby snížila vlhkost vzduchu, je jeho vlhkost víceméně závislá na vlhkosti vzduchu vstupujícího do odchovny.

Tato závislost by mohla být odstraněna změnou přísunu čerstvého vzduchu do odchovny, avšak nastal by problém s dostatkem kyslíku pro vývoj mládat. Lepší řešení v praxi často užívané je umístění odchovny do místnosti s klimatizací, která nám předpřipraví vzduch vstupující do líhně. Dosažené výsledky jsou pro odchov papoušků zcela dostatečné.

Seznam použité literatury

1. MIESLER, R. a B.: Průvodce umělým odchovem ptáků. Olomouc, Epava, 2005. ISBN 8086297306.
2. REINSCHMIDT, M.: Umělá inkubace a ruční odchov papoušků. České Budějovice, Dona, 2009. ISBN 978-80-7322-133-1.
3. WAGNER, K. R.: PAPOUŠCI- umělý odchov mládat. České Budějovice, Dona, 2001. ISBN 80-86136-87-6.
4. BALÁTĚ J.: Automatické řízení. 1. vyd. Praha, BEN, 2003. ISBN 80-7300-020-2.
5. CHUDÝ, V., PALENČÁR, R.: Meranie technických veličin. STU Bratislava, Bratislava, 1999. ISBN 80-227-1275-2.
6. KLAUS, T.: Příručka pro elektrotechnika. Europa - Sobotáles, 2005. ISBN:80-8670-13-3.
7. VÁŇA, V.: Atmel AVR programování v jazyce C. Praha, Ben, 2003. ISBN 80-7300-1-2-0.
8. BURKHARD, M.: C pro mikrokontroléry. Praha, Ben, 2003. ISBN 80-7300-077-6.
9. HORST, J.: Informační a telekomunikační technika. Praha, BEN, 2004. ISBN 80-8670-08-7.
10. MATOUŠEK, D.: Práce s mikrokontroléry Atmel ATmega16 - 4. díl. Praha, BEN, 2006. ISBN 80-7300-174-8.
11. DOLEČEK, J.: Moderní učebnice elektroniky - 2.díl. Praha, BEN, 2007. ISBN 978-8-7300-161-2.
12. KADLEC, V.: Učíme se programovat v jazyce C. Brno, CP Books, 2005. ISBN 80-722-715-9.
13. BIOSKA [online].[cit. 2010-5-15], Dostupný z WWW:<<http://www.bioska.cz/>>
14. GRUMBACH [online].[cit. 2010-5-15], Dostupný z WWW:<<http://www.grumbach-brutgeraete.de/english/>>
15. BRINSEA [online].[cit. 2010-5-15], Dostupný z WWW:<<http://www.brinsea.co.uk/index.php>>
16. D.M.P. Engineering [online].[cit. 2010-5-15], Dostupný z WWW:<<http://www.dmp-engineering.com/index.html>>
17. NAVRÁTIL, P., GERLICH, V.: Podpora seminářů předmětu-Teorie automatického řízení II. Zlín, UTB ve Zlíně, 2006.
18. VAŠEK, V.: Teorie automatického řízení II. Brno, VUT v Brně, 1990, ISBN 80-21-0115-X.
19. BOBÁL, V.: Identifikace systémů. Brno, VUT v Brně, 1990, , ISBN 80-214-0125-7.

