

Slovenská technická univerzita Bratislava, Fakulta Elektrotechniky a Informatiky

Dokumentácia k projektu - PID regulátor

NAVEZ

Projekt

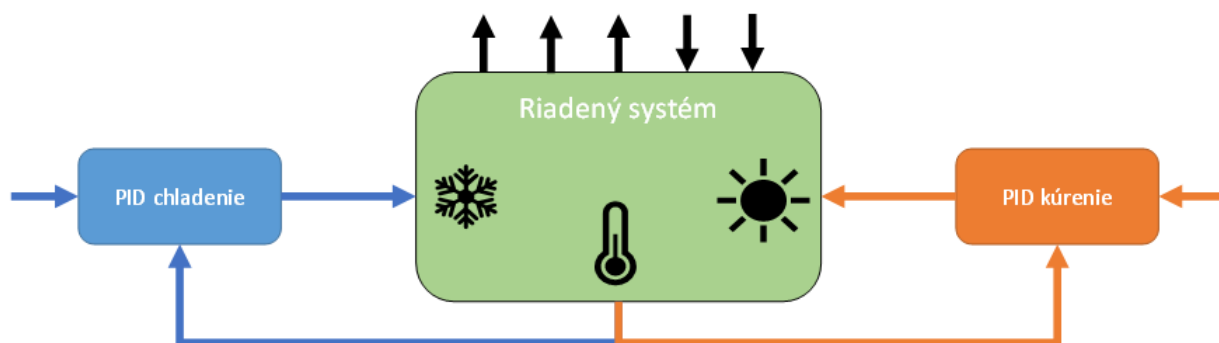
Jakub Greguš-Kohút

Obsah

1 Úvod	3
2 Návrh a popis hardvéru	4
2.1 Napájanie	4
2.2 Mikroprocesor	4
2.3 Rozhranie	4
2.4 Ovládač a výstup pre motor	5
2.5 Výchrevné teleso a teplomer	5
3 Riadiaci program	5
4 Ovládanie	5
5 Prilohy	6
A schema	6
B DPS predná strana	7
C DPS zadná strana	8
D Objednávka	9

1 Úvod

Projekt je zameraný na praktickú realizáciu PID regulátora. Ide o systém uzavrej krabičky, kde sa prostredníctvom akčných členov reguluje vnútorná teplota. V prvej časti sa venujem návrhu dosky plošných spojov a výberu súčiastiek. V druhej časti je popísaná samotná doska. Uvádzajú sa jednotlivé súčiastky a komponenty a vysvetľuje sa ich význam. Tretia časť je určená pre popis riadiaceho softvéru a obsluhu zariadenia.



Obr. 1: schematické zobrazenie

2 Návrh a popis hardvéru

V tejto časti sa venujem popisu návrhu hardvéru. Elektrická schéma je vínavrhnutá v prostredí KiCAD 4.0.7. Je rozdelená nasledujúce časti:

1. napájanie
2. mikroprocesor
3. rozhranie
4. ovládač a výstup pre motor
5. výhrevné teleso a teplomer

2.1 Napájanie

Hodnota napájanie zariadenia je 12V. Toto napätie je ďalej stabilizované na 5V pre logiku. Na to je použitý LDO stabilizátor LM2940. Na vstupe a výstupe stabilizátora je umiestnený kondenzátor. Na vstupe je kondenzátor s hodnotou $0.33\mu F$. Na výstupe je zapojený kondenzátor s hodnotou $0.1\mu F$. 12V slúži na zopínanie tranzistora, ktorý zopína výhrevné teleso.

2.2 Mikroprocesor

Na vykonávanie riadiaceho programu je použitý mikroprocesor ATmega328P-PU. Používa sa externý kryštál s frekvenciou $16MHz$. Kryštál je uzemnený cez dva kondenzátory (jeden pin cez jeden kondenzátor) s hodnotou $22pF$. Ďalej je na mikroprocesor pripojené tlačidlo reset, ktoré zabezpečí opätovné spustenie programu. Na potlačenie šumu v nezopnutom stave je použitý rezistor s hodnotou $10K\Omega$. Ďalej je na PDS umiestnený programovací konektor. Piny nie sú rozmiestnené podľa štandardu ISP konektora. Zapojenie je možné vidieť v prílohe A.

2.3 Rozhranie

Rozhranie slúži na nastavenie a sledovanie veličím v systéme. Na zobrazovanie slúži 7segmentový displej s dvomi digitmi. Digit je má zapojenie so spoločnou anódou. Pred jednotlivými digitmi je predradený rezistor s hodnotou $150R$. Hodnota rezistora bola vypočítaná podľa Ohmovho zákona

$$R = \frac{U}{I} \quad (1)$$

Pracovný prúd diigitu je $I_{dig} = 20mA$ a napätie $U_{dig} = 2,1V$. Napájacie napätie je $U = 5V$. Dosadením týchto hodnôt do vzťahu 1 dostaneme:

$$R = \frac{5V - 2.1V}{20 \cdot 10^{-3}} = \frac{2.9V}{20} \cdot 10^3 = 145\Omega \quad (2)$$

Podľa rady rezistorov E6 som zvolil hodnotu predradeného rezistoru $R = 150\Omega$. Nastavovanie hodnoty teploty a prepínanie medzi zobrazeniami na displeji sa realizuje prostredníctvom dvoch tlačidiel. Rovnako ako pri tlačidle reset, je šum potlačený zemniacimi rezistormi s hodnotou $10K$. Jedno tlačidlo slúži na pridávanie želanéj hodnoty a druhé na uberanie (plus-mínus).

Režimi zobrazovanie sa prepínajú stlačením obidvoch tlačidiel naraz. Režmi zobrazovanie sú nasledovné:

- Nastavovanie požadovanej teploty
- Zobrazovanie aktuálne teploty

2.4 Ovládač a výstup pre motor

Ako chladiaci prvok je použitý ventilátor. Ventilátor je reprezentovaný krokovým motorom *28BYJ-48*. Motor je na DPS zapojený cez konektor. Motor sa ovláda cez driver *ULN2003*.

2.5 Výhrevné teleso a teplomer

Výhrevné teleso je reprezentované výkonným rezistorom. Rezistor nie je umiestnený na DPS, ale je pripojený cez konektor. Napájaný je 12V zo zdoja a zopínaný cez NPN Darlington. Darlington je zopínaný na základe riadiaceho signálu z mikroprocesora.

Spatnú väzbu pre regulátory zabezpečuje teplomer. Ako teplomer je použitý termistor s predradeným rezistorom s hodnotou $R = 10K$.

3 Riadiaci program

Riadiaci program je napísaný v jazyku C. Program je ďalej uložený ako `main.c` a skompilovaný pomocou príkazu `make` v príkazovom riadku. Na tento príkaz je potrebná mať v súbore `make file`. V tomto súbore sú definované všetky potrebné parametre pre kompiláciu a následné nahranie do mikroprocesora - tým `mcu`, frekvencia kryštálu, atď. Kompilácia vygeneruje súbor `main.hex`. Tento súbor je následne nahraný do mikroprocesora. Ako programátor som používal Arduino UNO R3. Tu je potrebné zistiť, ktorý port má Arduino pridelený a následne sa neho odkázať v napalovaacom príkaze.

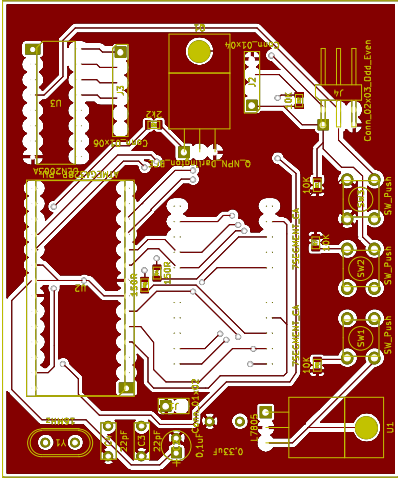
V programe sú teda zadané vstupné a výstupné piny `mcu`. Najdôležitejšími vstupným signálom je teplota v priestore. Výstupy sú akčné zásahy jednotlivých regulátorov. Jeden z výstupov ovláda výhrevné teleso. Na výstup pre ventilátor sú použité výstupy štyri, keďže ide o krokový motor a ovládač vyžaduje štyri signály.

PID regulátor je realizovaný ako diskretný PSD. Parametre sú volené náhodne, keďže nie je zistená prechodová charakteristika riadeného systému. Tlačidlá, pomocou ktorých sa nastavuje želaná hodnota a prepína medzi zobrazeniami, reagujú na nábežnú hranu. Hrana je vyriešená softvérovo.

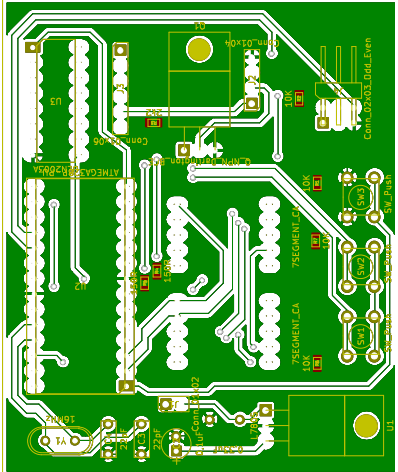
4 Ovládanie

Ovládanie zariadenia je porovnateľné so zariadeniami na ovládanie teploty v miestostiach. Jednoducho sa prostredníctvom tlačidiel nastaví požadovaná teplota. Ak je teplota ešte nie je dosiahnutá vyhodnotí sa, či sa chladí, alebo kúri. V závislosti od kúrenia alebo chladenia sa aktivuje príslušný regulátor a teda aj proces. Stlačením oboch tlačidiel naraz sa prepína medzi zobrazovanými teplotami. To znamená, že po nastavení želanej teploty je možné sledovať aktuálnu teplotu v danom čase.

B DPS predná strana

						NAVEZ					
						Jakub Greguš-Kohút					
FEI STU						Sheet:					
File: ohrev.kicad_pcb						Title: DPS ohrev					
Size: A4						Date: 2018-04-09					
KICad E.D.A.						kicad 4.0.7					
1		2		3		4		5		6	

C DPS zadná strana

1	2	3	4	5	6
A					
B					
C					
D				NAVEZ Jakub Greguš—Kohút FEL STU Sheet: File: ohrev.kicad_pcb Title: DPS ohrev Size: A4 Date: 2018-04-09 KiCad E.D.A. KiCad 4.0.7	
E				Rev: Id: 1/1	
F					

D Objednávka

ÄŠ-slo o	ÄŠ-ÄÄ	Symbol TME	Syr	Objed	Mno	MnoÄ	Ä zo skl	Jedhd	cena bez D	cena s DP	Valuta	InformÄ-cie
5272246	1	LM2940CT5.0N0PB		1	0	1	1 ks	1,22	1,46	EUR	1ks - v sklade - tovar je vyskladÄovanÄ	
5272246	3	CCH-22P		10	0	10	10 ks	0,0592	0,071	EUR	10ks - v sklade - tovar je vyskladÄovanÄ	
5272246	4	1301.9302		10	0	10	10 ks	0,21	0,25	EUR	10ks - v sklade - tovar je vyskladÄovanÄ	
5272246	5	16.00M-HC49-S		1	0	1	1 ks	0,5357	0,65	EUR	1ks - v sklade - tovar je vyskladÄovanÄ	
5272246	6	2N6043G		1	0	1	1 ks	0,58	0,7	EUR	1ks - v sklade - tovar je vyskladÄovanÄ	
5272246	7	ATMEGA328P-PU		1	0	1	1 ks	2,29	2,75	EUR	1ks - v sklade - tovar je vyskladÄovanÄ	
5272246	8	HP05-10K1%		50	0	50	50 ks	0,0162	0,0194	EUR	50ks - v sklade - tovar je vyskladÄovanÄ	
5272246	9	HP05-2K21%		50	0	50	50 ks	0,0162	0,0194	EUR	50ks - v sklade - tovar je vyskladÄovanÄ	
5272246	10	HP05-150R5%		50	0	50	50 ks	0,0106	0,0128	EUR	50ks - v sklade - tovar je vyskladÄovanÄ	
5272246	11	OSL10561-LRA		2	0	2	2 ks	0,198	0,24	EUR	2ks - v sklade - tovar je vyskladÄovanÄ	
5272246	12	SL1.025.36Z		1	0	1	1 ks	1,08	1,3	EUR	1ks - v sklade - tovar je vyskladÄovanÄ	
5272246	14	UKL1HR33MDD		1	0	1	1 ks	0,1084	0,13	EUR	1ks - v sklade - tovar je vyskladÄovanÄ	
5272246	15	ULN2003AN		1	0	1	0 ks	0,5008	0,6	EUR	1ks - 14 tÄ ÄídelÄ 2018 (2018-04-02 - 2018-04-08) - tovar ÄÄakÄ na potvrdenÄ dÄ Äum odoslania	
5272246	16	UMA1HOR1MCD2		10	0	10	10 ks	0,0843	0,101	EUR	10ks - v sklade - tovar je vyskladÄovanÄ	