

Melania RACOLȚA (78063) - Reglare debit pompa

Autorul poate fi contactat la adresa: **Login pentru adresa**

Introducere

Proiectul consta intr-un sistem ce regleaza automat debitul de curgere a un lichid printr-o pompa DIY, avand scopul final de a umple un recipient pana la un nivel dorit.

Ideea pentru acest proiect a pornit de la dorinta de a construi, folosind ce am invatat la PM, un sistem de reglare automata pentru a aplica cat mai mult din teoria reglarii automate.

Lasand la o parte acest aspect, principiul de functionare al acestui proiect este aplicabil in multiple domenii , prezentand avantaje importante. De exemplu, in diverse instalatii industriale se cer cantitati bine determinate de materiale sau substante sub forma lichida, gazoasa sau granulata. In domeniul medicinei, de exemplu, sunt deja implementate sisteme prin care se regleaza debitul de curgere a substantelor din pungile de perfuzii catre acul intravenos.

Descriere generală



Un sistem cu pompe defineste un proces lent, fara timp mort. La nivelul pompelor apar mereu perturbatii, ceea ce impune reglarea debitului de curgere.

Schema de reglare a debitului este urmatoarea.

In cele ce urmeaza, explicam cum am ajuns la valorile functiei de transfer a procesului si a regulatorului. Procesul este alcatuit din : instalatie tehnologica (pompa), traductor (debitmetru) si element de executie (motor). Ca in orice alt sistem de reglare, trebuie impuse niste criterii de performanta. Dorim ca de la aplicarea referintei de debit, sistemul sa raspunda in maximum 5 sec (timp_tranzitoriu ≤ 6 sec), eroare stationara zero si suprareglaj de 5 %, pentru a nu se defecta motorul.

Debitmetrul este caracterizat printr-un factor K de amplificare . Din datasheet , caracteristica acestuia este liniara. Din ecuatiea unei drepte, deducem $K = 7.5$. Elementul de executie e caracterizat de :

- a) torque = 4.62 kg*m (forta care da rotatia)
- b) $J = 0.01 \text{ kg} \cdot \text{m}^2$
- c) $L = 0.5 \text{ H}$ inductanta

- d) $R = 1 \text{ ohm}$
- e) $I = 200 \text{ mA}$
- f) constanta $K = \text{torque}/I = 3.45$
- g) $b = 0.1 \text{ Nms}$

Funcția de transfer a elementului de execuție este

$$H_{ee} = K / (Js + b) * (Ls + R) * K^2 \quad H_{ee} = 3.45 / (0.05 * s^2 + 0.5 * s + 0.1)$$

$$H_{ee} = 3.45 / ((0.01s + 0.1) * (0.5s + 1) + 3.45)$$

Funcția de transfer a elementului de execuție este de ordin 2, cu constanta de timp $T = 0.5 \text{ sec}$, și o constantă parazită $T_{\sigma} = 0.01$ (cu un ordin de mărime mai mică decât T).

Funcția de transfer a instalației tehnologice este funcția de transfer a pompei în sine, caracterizată printr-o constantă de timp mare (proces lent).

$$H_{it} = 0.25 / (40 * s + 1)$$

Funcția de transfer a întregului proces este produsul celor 3 funcții de mai sus:

$$H_p = 6.5 / (22 * s^2 + 4.5 * s + 0.1)$$

Pentru acest proces, proiectăm folosind metoda poli-zero-uri un regulator. Aici intervin mai multe calcule ce nu reprezintă subiectul acestei materii. Ne rezultă un regulator PI cu constanta $K_r = 50$ sec și constanta de integrare $T_i = 0.25$ sec

$$H_R = K_r * (1 + 1/(T_i * s)) \quad H_R = 50(1 + 1/(0.25 * s))$$

Pe microcontroller nu putem implementa acest regulator deoarece este un regulator pentru timp continuu. Vom implementa un regulator numeric folosind transformata Z și metoda răspunsului la impuls, alegând o perioadă de eșantionare T de 15 ori mai mică decât timpul tranzitoriu (conform metodei).

$H_R(1/z)$ este raportul a două polinoame, din care ne iese relația recurentă dintre u_k și e_k - comanda și eroare). În urma calculelor din Matlab, vom pune aceste valori într-o matrice de comenzi și erori

Hardware Design

Lista piese:

1. Senzor ultrasonic - măsoară în timp real nivelul lichidului
2. Debitmetru - măsoară debitul prin pompa
3. Pompa DIY - pompa centrifugală construită conform tutorialului atașat la Bibliografie

4. ATmega324 - vom implementa regulatorul numeri pt debit
5. Motor 6V - inclus in constructia pompei
6. L293D - driver motor pentru a implementa PWM
7. LCD -afisarea nivelului si a debitului

Pentru a functiona, ultrasonicul are nevoie de un semnal de trigger pe care il vom da pe PA0. Outputul de la pin il vom primi pe PA1 sub forma de pulsuri de anumite frecvente. Frecventa la care functioneaza ultrasonicul este de 40kHz, citind distante cuprinse intre 2 si 300 cm.

Desi driverul se putea face si cu MOSFET, am ales sa utilizez un driver L293D. Comanda pentru motor se face folosind ATmega324 folosind FastPWM prin pinul PD1, corespunzatorul inputului 1A de pe pinul 2 al driverului. Pe pinul PD3 corespunzator celeilalte intrari 2A de pe pinul 7 al driverului vom transmite LOW. Astfel motorul se roteste spre stanga, punand pompa in functiune.

Semnalul de output al debitmetrului este digital cu frecvente cuprinse intre 16 si 32 de Hz. Citim acest output de pe pinul PB5, pin cu care vom face captura de semnale de intrare (Input Capture Mode) ce retine valoarea lui ICR la momentul aparitiei unui eveniment.



Software Design

Ca mediu de dezvoltare am folosit mediul de dezvoltare Atmel , cu compilator AVR GCC. Am folosit biblioteca pentru senzorul ultrasonic HC-SR04.

Programul de pe microcontroller trebuie sa implementeze algoritmul pentru regulatorul PI. Pentru aceasta, initializez direct din program referinta pentru debit , initializez modulul de PWM ce va genera comanda necesara motorului pompei si citesc iesirea de la debitmetru. Toata acestea se efectueaza daca se respecta conditia ca nivelul citit sa nu depaseasca nivelul impus.

Pentru implementarea legii PI am ales urmatoare metoda de implementare : am creat o mapare 1 la 1 intre elementele celor 2 randuri ale unei matrici :un rand continand erorile, celalalt comenzile corespunzatoare. Algoritmul va efectua scaderea intre referinta de debit si iesirea debitmetrului . Vom parcurge prima linie a matricii, cautand acea eroare din vector care e cea mai apropiata de eroarea noastra. Vom extrage comanda corespunzatoare, exprimata in volti. Tinand cont ca tensiunea maxima e de 5V iar comanda necesara e x Volti, calculam Duty_cycle-ul dupa formula :

$$D = 100 * x/5$$

Calculam apoi noua valoare a lui OCR1A pe care o vom folosi in initilizarea timerului pentru PWM.

Rezultate Obținute

Senzorul ultrasonic citește bine distanțele.

Pompa pe care am făcut-o din capace, paie, un fel de moară improvizată și un motor de 6V trage apă prin pai pe o anumită distanță, însă nu reușește să o expulzeze tangențial întrucât puterea motorului nu e suficient de mare. (produsul $U \cdot I$)

Driverul de motor îmi învarte motorul și într-un sens și în celălalt. Din păcate, codul pt FPWM pare în regulă, dar motorul nu funcționează..

Concluzii

Partea de hardware a fost relativ ușoară.

Motorul de 6V are nevoie de un curent de ordinul sutelor de mA (aprox 300 mA) pentru a avea suficientă putere de aspirație.

Senzorul ultrasonic nu este exact: trebuie ținut cât de perpendicular posibil deplasându-l încet. Altfel, va afișa distanța adevărată doar din când în când, afișând în rest doar valori aparent random.

Pentru stabilizarea sistemului, dacă creștem K_R sau scădem T_i , timpul tranzitoriu va scădea.

Filmare: [watch](#)

Download



[sources.zip](#)

Jurnal

Aprilie : alegerea temei de proiect astfel încât să integrez ingineria reglării automate

3 zile din Mai au fost necesare pentru alegerea corectă a tuturor componentelor

22-25 Mai : citesc date de la ultrasonic și debitmetru cu un cod aparent corect ca algoritm dar nefuncțional. În final, am găsit o bibliotecă pentru ultrasonic. Urmează în vară să implementez bibliotecă pt debitmetru pe același principiu ca cea pentru ultrasonic.

24 Mai: implementarea pe hartie a regulatorului numeric discret

Bibliografie/Resurse

<https://www.youtube.com/watch?v=cvtaaaUgleo> Constructia pompei

https://www.engineeringtoolbox.com/pumps-power-d_505.html

<https://www.waterworld.com/articles/print/volume-27/issue-11/departments/pump-tips-techniques/back-to-basics-how-to-increase-pump-motor-efficiency.html>

Acest site m-a ajutat sa determin care ar trebui sa fie puterea motorului de 6V astfel incat pompa centrifugala sa poate expulza tangential lichidul.

<http://students.iitk.ac.in/eclub/assets/lectures/embedded/Embedded-Old-2.pdf>

<http://www.avrprojects.net/index.php/avr-learn/getting-started-with-avr/51-programming-the-timer-counter-1?showall=1> Baza pentru implementarea initiala a softului de citire a datelor de la ultrasonic si debitmetru.

optimization algorithm to find realistic parameters of a DC motor

<http://ctms.engin.umich.edu/CTMS/index.php?example=MotorSpeed§ion=SystemModelingN>

Pentru determinarea functiei de transfer a elementului de executie .

Biblioteca pentru senzorul ultrasonic am gasit-o intr-un alt proiect de pe wiki si e atasata la Downloads.

Datasheets bineinteles.

- Documentația în format [PDF](#)

From:

<http://ocw.cs.pub.ro/courses/> - **CS Open CourseWare**

Permanent link:

<http://ocw.cs.pub.ro/courses/pm/prj2018/astatulat/melania-racolta>

Last update: **2021/04/14 15:07**

