

სნაპლაზის თანამედროვე მეთოდები ჩაშენებული მართვის

სისტემების შესასწავლად

ნინო მჭედლიშვილი, სტუ-ს პროფესორი

ი. მოსაშვილი, სტუ-ს პროფესორი

ი. დავითაშვილი, სტუ-ს პროფესორი

რეზიუმე

შესავალი

ჩვენს მიერ Matlab/Simulink-ის და FPGA დაფის გამოყენებით შესწავლილ იქნა ჩაშენებული მართვის სისტემა. DSP Builder-ისა და მომხმარებლის ბიბლიოთეკის დახმარებით აგებულია სტანდარტული Simulink დიზაინი დისკრეტული ინტეგრატორებით, PID კონტროლერით, PMW გენერატორით და A/D კონტროლერით, რომელიც წარმოადგენს FPGA იმპლემენტაციის გარემოს. „შემთხვევის შესწავლის“ მეთოდით ხდება ჩაშენებული მართვის სისტემის დემონსტრირება Matlab/ Simulink გარემოში.

საკვანძო სიტყვები: ჩაშენებული მართვის სისტემა, FPGA დაფა, Matlab/Simulink სისტემა, „შემთხვევის შესწავლის“ მეთოდი.

Summary

The control system using the Matlab/Simulink and the FPGA board has been studied. The library was built and design used by the standard Simulink DSP Builder with discrete integrators, PID controller, PMW generator and A/D controller and represents a FPGA implementation. “Case study” method have used to demonstrate the control system with built-in Matlab / Simulink environment.

Резюме

С использованием Matlab/Simulink и FPGA доски нами была изучена встроенная система управления. С помощью DSP Builder и библиотеки пользователя построен стандартный Simulink дизайн с дискретными интеграторами, PID контролером, PMW генератором и A/D контроллером, который представляет среду имплементации FPGA. Методом «случайного изучения» осуществляется демонстрация встроенной системы управления в среде Matlab/Simulink.

მსოფლიოში პროცესორების 90%-ზე მეტი იყენებს "ჩაშენებულ" სისტემებს. ეს ნიშნავს, რომ სისტემას არ გააჩნია მომხმარებლის ინტეფეისი, ისეთი, როგორიცაა კლავიატურა და მონიტორი; პროცესორი ინტეგრირებულია დიდ სისტემებში (მაგ., მობილურში, ავტომობილში...), ის ურთიერთქმედებს მხოლოდ სისტემის გარემოსთან და ასრულებს სპეციფიკურ ამოცანებს. პროცესორი ინტეგრირებულია, როგორც ბლოკი - „სისტემა ჩიპზე“ (system-on-chip). ჩაშენებული მართვის სისტემების სწავლება შესაბამისი ლაბორატორიული აღჭურვილობების და პროგრამული უზრუნველყოფის გარეშე შეუძლებელია. ასევე მნიშვნელოვანია სწავლების მეთოდები, რომლებიც სხვადასხვა ვითარებაში სხვადასხვაგვარად აღიქმება, მაგრამ ნებისმიერ შემთხვევაში გულისხმობს მიზნის მისაღწევ გზებს. ასევე მიმართულია იმისკენ, რომ სტუდენტს გამოუმუშავდეს ზოგადი/ტრანსფერული უნარებიც.

1. სწავლების მეთოდი - „შემთხვევის შესწავლა“

სწავლების დროს გამოიყენება სხვადასხვა მეთოდები და ინსტრუმენტები. ერთ-ერთ ასეთ მეთოდს წარმოადგენს „შემთხვევის შესწავლა“, რომლის გამოყენებას ჩაშენებული სისტემების შესწავლაში აქვს სწრაფი და საკმაოდ ხანგრძლივად დასამახსოვრებელი ეფექტი.

შემთხვევის შესწავლა შედგება ამა თუ იმ მოვლენის აღწერისგან, რომელიც რეალურ სიტუაციას ასახავს. ამას მოჰყვება რიგი ინსტრუქციები, რომლებიც მოითხოვს შემთხვევის ან სიტუაციის გაანალიზებას, დასკვნების გამოტანას და გადაწყვეტილებების მიღებას.

შემთხვევის შესწავლა უზრუნველყოფს პრობლემების გადაჭრისა და გადაწყვეტილებების მიღების უნარების განვითარების საშუალებებს. ისინი განსაკუთრებით ხელსაყრელია, როდესაც რეალური სიტუაციის დადგმა რთულია, ხოლო სწავლისთვის განკუთვნილი დრო - შეზღუდული.

ამ მეთოდის მიხედვით შემთხვევები საკმაოდ ვრცლად არის აღწერილი, მოცემულია დაწვრილებითი ინფორმაცია საკითხის/პრობლემის ირგვლივ და რეალურად გამოყენებული გადაჭრის გზა, თუმცა, რა კონკრეტულ პრობლემასთან გვაქვს საქმე, პირდაპირ არ ჩანს, იგი ფარულად არის სიტუაციაში ჩადებული.

შემთხვევის დამუშავების დროს აქცენტი პირველ რიგში კეთდება პრობლემის იდენტიფიცირე-

ბაზე, ასევე ანალიზზე, სინთეზზე, პრობლემის გადაჭრის განსხვავებული გზის პოვნაზე და მისი მართებულობის დასაბუთებაზე.

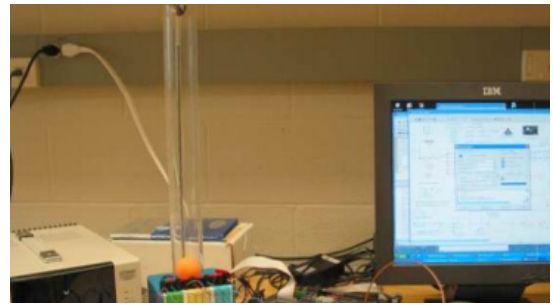
2. ჩაშენებული სისტემების და Matlab/Simulink-ის ურთიერთკავშირი.

ჩაშენებული მართვის სისტემები ფართოდ გამოიყენება სამომხმარებლო ელექტრონიკაში, სამედიცინო მოწყობილობებში, რობოტოტექნიკაში, საავტომობილო წარმოებაში და სააწარმოო პროცესებში. ჩაშენებული მართვის სისტემები იყენებენ მიკროპროცესორებს, მიკროკონტროლერებს, ციფრული სიგნალების პროცესორებს. ასეთი სისტემებისთვის მართვის ალგორითმები ჩადებულია პროგრამული უზრუნველყოფის პროგრამებში, რითაც ხირცივდება ტექნიკური უზრუნველყოფის, კერძოდ კი პროცესორის მართვა სპეციალური არქიტექტურით. პროცესორი, თავის მხრივ დაკავშირებულია მეხსიერებასთან, ანალოგურ და ციფრულ გარდამქმნელებთან და სხვადასხვა შემყვან-გამომყვან მოწყობილობებთან. ასეთი უზრუნველყოფის საუკეთესო ალტერნატივას წარმოადგენს FPGA (Field Programmable Gate Arrays) დაფა, რომელიც არის პლატფორმა მართვის ალგორითმების დასანერგად პროგრამირებადი, კონფიგურებადი ლოგიკური ელემენტებისთვის. მართვის სისტემების დასაპროექტებლად და განსავითარებლად FPGA დაფასთან ერთად გამოიყენება Matlab/Simulink. სწავლების სხვადასხვა მეთოდების საშუალებით შესაძლებელია მათი გამოყენება, განსაკუთრებით კი მეთოდის - „შემთხვევის შესწავლის“ (Case Study) დროს.

2.1. მართვის სისტემების დაპროექტების ინსტრუმენტები

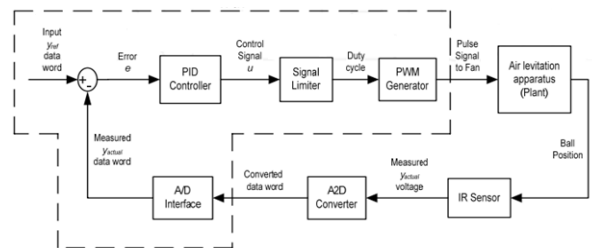
ჩვეულებრივ, FPGA-ს დაპროექტება ხდება ტექნიკური უზრუნველყოფის ენაზე, VHDL. თუმცა სხვა ინსტრუმენტების დაპროექტებისთვის გამოიყენება Matlab/Simulink. DSP builder წარმოადგენს ადვილ და გამოყენებად გარემოს Simulink-ის და FPGA-ს დასაკავშირებლად. მას გააჩნია ბლოკების სპეციალური ბიბლიოთეკა, რომელიც Simulink-ში გამოიყენება და რომელიც პირადად სინთეზირდება FPGA-ს მოწყობილობებისთვის. ეს ბლოკებია: არითმეტიკული ბლოკები, ლოგიკური ოპერაციები და ნაკადების მართვის ბლოკები, შემავალ/გამომავალი პორტები და მატარებლების მანიპულაციის ბლოკები, ტაქტური დროის ბლოკები და მონაცემებისა და სიგნალების შემნახველი ბლოკები. კონტროლერი იმპლემენტირებულია სამი ოპერატორით: გამრავლების, შეკრების და შეყოვნების ელემენტებით.

3. „შემთხვევის შესწავლის“ იმპლემენტაცია განვიხილავთ მართვის სისტემას, რომელიც დაპროექტებულია ბურთის პოზიციის მართვისთვის.



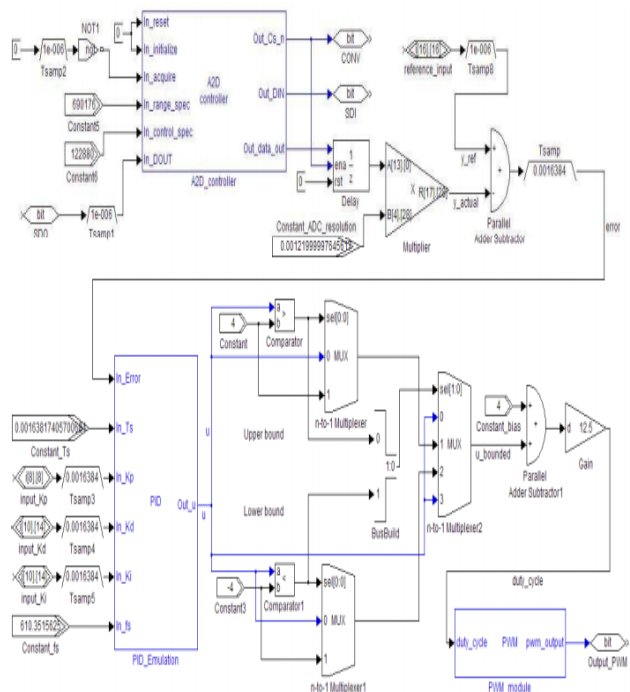
სურ.1. FPGA-ზე დაფუძნებული რეალური მართვის სისტემა.

მართვის სისტემის არქიტექტურას აქვს შემდეგი სახე:



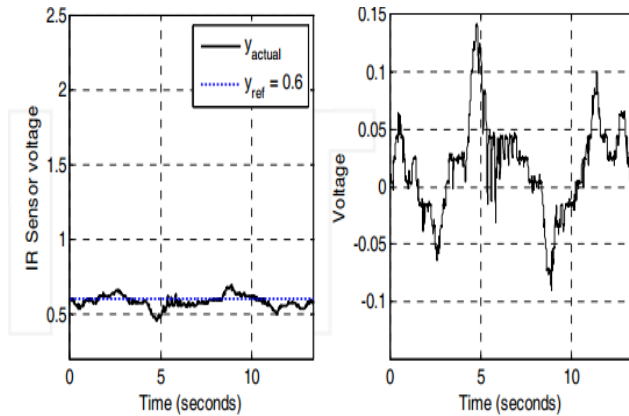
ნახ.1. მართვის სისტემის არქიტექტურა

მართვის სისტემის კომპონენტები იმლემენტირებულია ერთ FPGA ჩიპზე, რომელიც იძლევა ანალიზის, სინთეზის, დაფაროგრამების და იმლემენტაციის შესაძლებლობას.



ნახ.2. კონტროლერის იმპლემენტაცია.

FPGA-ზე დაფუძნებული კონტროლერი დაკავშირებულია მართვის სისტემასთან. ქვემოთ მოცემულია სისტემის იმპლემენტაციის შედეგები



ნახ. 3. კონტროლერის დიაგრამები.

4. დასკვნა

სამუშაოს შესასრულებლად გამოყენებულია DSP Builder, რომელიც დაფუძნებულია FPGA კონტროლერებზე. კერძოდ, გამოყენებულია DSP Builder-ის მომხმარებლის მართვის ბიბლიოთეკა, რომელიც შედგება დისკრეტული ინტეგრატორების, PID კონტროლერის, PMW გენერატორის და A/D კონტროლერისაგან. FPGA იმპლემენტაციისთვის გამოყენებულია სტანდარტული Simulink გარემო. თემის დემონსტრირებისთვის გამოიყენება სწავლების მეთოდი - „შემთხვევის შესწავლა“.

გამოყენებული ლიტერატურა:

1. Casalino, G., Giorgi, F., Turetta, A., & Caffaz, A. (2003). Embedded FPGA-based control of a multi-fingered robotic hand, *IEEE Int. Conf. on Robotics & Auto.m*, pp. 2786-2791.
2. Tessier, R., & Burleson, W. (2001). Reconfigurable computing for digital signal processing: A Survey, *The Journal of VLSI Signal Processing*, 28(1), pp. 7-27.
3. Tjondronugroho, A., Al-Anbuky, A., Round, S., & Duke, R. (2004). Evaluation of DSP and FPGA based digital controllers for a single-phase PWM inverter,” in *Australasian Universities Power Engineering Conference (AUPEC 2004)*, Sept. 2004. [Online]. Available: <http://www.itee.uq.edu.au/~aupec/aupec04/papers/PaperID56.pdf>. [Accessed: May 26, 2007].
4. Jung, S-L., Chang, M-Y., Jyang, J-Y., Yeh, L-C., & Tzou, Y-Y. (1999). Design and implementation of an FPGA-based control IC for AC-voltage regulation, *IEEE Transactions on Power Electronics*, 14(3), pp. 522-532.