

UDC 65.012.122:658.284

SCOPUS CODE 2209

DOI: <https://doi.org/10.36073/1512-0996-2019-3-68-77>

## სამრეწველო პროცესების მონიტორინგის სისტემები და მართვის ალგორითმები

სალომე ონიანი	კომპიუტერული ინჟინერიის დეპარტამენტი, საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტი, საქართველო, 0160, თბილისი, მ. კოსტავას 77 E-mail: s.oniani@gtu.ge
ია მოსაშვილი	კომპიუტერული ინჟინერიის დეპარტამენტი, საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტი, საქართველო, 0160, თბილისი, მ. კოსტავას 77 E-mail: i_mosashvili@gtu.ge

### რეცენზენტები:

**ქ. კოტრიკაძე**, სტუ-ის ინფორმატიკისა და მართვის სისტემების ფაკულტეტის ასოც. პროფესორი

E-mail: ketino27@gmail.com

**პ. ჯოხაძე**, სტუ-ის ინფორმატიკისა და მართვის სისტემების ფაკულტეტის პროფესორი

E-mail: paata\_j@yahoo.com

**ანოტაცია.** ტექნოლოგიების განვითარებასთან ერთად საგრძნობლად იმატა ავტომატიზებული საწარმოების რიცხვმა. პირველ ეტაპზე, ავტომატიზების მიზანი იყო წარმადობის გაზრდა და ადამიანური რესურსების შემცირება. თუმცა დღეს, ძირითადი აქცენტი მიმართულია პროდუქციის ხარისხისა და მისი წარმოების პროცესის სანდობის გაზრდაზე. შესაბამისად, ფაბრიკა-ქარხნების მფლობელებმა დაიწყეს ისეთი ქსელური სისტემებისა და პროგრამული უზრუნველყოფის გამოყენება, რომელთა მეშვეობითაც შესაძლებელია პროდუქციის დამზადების პროცესის მონიტორინგი რეალურ დროში და

პროდუქციის ხარისხის შენარჩუნება. სწორედ ამიტომ გამოყენებული რეალურ დროში საწარმოო პროცესების მონიტორინგისათვის სისტემების კრიტიკული ანალიზი და Festo Didactic-ის მიერ შექმნილი სამი სახის საწარმოო დანადგარის მართვის მოდელი (გამანაწილებელი სადგური – Distribution Station, აღებისა და განთავსების სადგური – Pick&Place Station, დახარისხების სადგური – Sorting Station).

**საკვანძო სიტყვები:** ავტომატიზებული დანადგარების მართვის მოდელები; მონიტორინგის სისტემები; სამრეწველო რეალური დროის სისტემები.

## შესავალი

დღეს საწარმოო ხაზებში ჩართული მართვის ელემენტები ძირითადად რეალური დროის სისტემებია, რადგან ისინი აკონტროლებენ ფიზიკურ პროცესებს ან ქარხნებს, რომლებიც ითხოვენ რეალურ დროში პროცესების მართვას. შესაბამისად, ნებისმიერი პროცესის რეგულირებისათვის საჭიროა კონტროლერი, რომელსაც შეუძლია გარკვეული შემავალი სიგნალის მიღება და სპეციფიკური გამომავალი სიგნალის ფორმირება მითითებული დროის ფარგლებში. ფიზიკური სისტემისა და მართვის ტიპის მიხედვით შეიძლება განვასხვაოთ ტექნიკური და პროგრამული რეალური დროის სისტემები [1]. ტექნიკური რეალური დროის სისტემა ითვალისწინებს ფიზიკური მოწყობილობის მუშაობის პროცესისათვის საჭირო დროის შუალედს, პროგრამული რეალური დროის სისტემა კი – პროგრამული კოდებით ბრძანებების შესრულების ხანგრძლივობას.

რეალური დროის პროცესი მჭიდროდ უკავშირდება სიგნალის მიღებას, გამტარუნარიანობას, საკონტროლო წერტილების სიმრავლეს და სხვა ასპექტებს, რომლებიც დამოკიდებულია პროცესის მდგომარეობის ცვლილებაზე, გაზომვებსა და მართვის გამომუშავებაზე.

დღესდღეობით მწარმოებლებმა უკვე დაიწყეს აპარატურის, პროგრამული უზრუნველყოფისა და ქსელური სისტემების შემუშავება, ისეთი ინტერნეტსაგნებისა (IoT) და სერვისების შესაქმნელად, რომლებიც გამოყენებადი იქნება სამრეწველო ინდუსტრიაში. მაგალითად, გერმანიაში შეიქმნა სტრატეგია, რომელსაც უწოდებს ინდუსტრია 4.0 (Industrie 4.0), ხოლო ამერიკაში – „ჭკვიანი წარმოე-

ბა“ (Smart Manufacturing), რომლებიც ეფუძნება რეალური დროის მონიტორინგის სისტემების ტექნოლოგიას. სწორედ ამიტომ, ჩვენ სტატიაში განვიხილავთ უკვე არსებული და პრაქტიკაში გამოყენებული სამრეწველო ავტომატიზების რეალური დროის სისტემების ანალიზსა და Festo Didactic-ის მიერ შექმნილ სამი სახის დანადგარის მართვის მოდელს.

სტატიაში მოცემულია დღეს მოქმედ სამრეწველო ხაზებში გამოყენებული ოთხი სახის რეალური დროის სისტემის კრიტიკული ანალიზი. ეს სისტემებია: RFID, ZigBee, WIA-PA და IWSAN. ასევე წინამდებარე ნაშრომი მოიცავს სამი დანადგარისათვის, როგორც არის გამანაწილებელი სადგური (Distribution Station), ალებისა და განთავსების სადგური (Pick&Place Station) და დახარისხების სადგური (Sorting Station), ჩვენ მიერ შემუშავებულ მართვის ალგორითმებს.

## ძირითადი ნაწილი

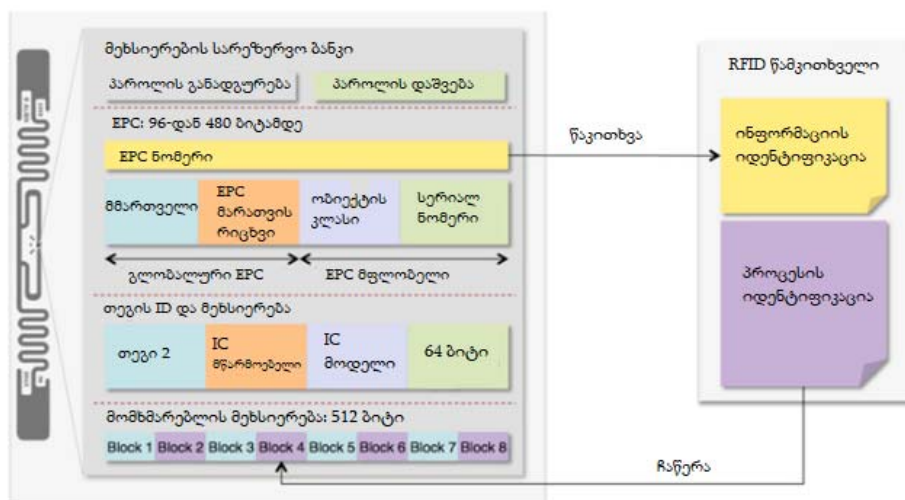
**RFID** ტექნოლოგია გამოიყენება OEM-ის (Original equipment manufacturer) მოქნილი წარმოებისას, საცავებსა და პროდუქციის მიწოდების ავტომატიზებულ ხაზებში. ინფორმაციის გაცემისათვის ის იყენებს უკაბელო კავშირის მქონე რადიოსიხშირულ ელექტრომაგნიტურ ველს და მისი ეტიკეტი (ანუ თეგი) დამაგრებულია უშუალოდ ობიექტებზე. ეტიკეტი (თეგი) მოიცავს ელექტრონულად დაგროვებულ ინფორმაციას. ზოგიერთი მათგანი საჭიროებს დამუხტვას და მათი წაკითხვა შესაძლებელია რამდენიმე მეტრის დაშორებით ელექტრომაგნიტური ინდუქციის მეშვეობით (electromagnetic induction). ზოგიერთი იყენებს ლოკალურ ენერგორესურსებს, როგორცაა ბატარეა და შესაძლებელია მათი მუშაო-

ბა დისტანციურადაც ასობით მეტრის დაშორებით. ბარკოდისგან განსხვავებით RFID თეგის წამკითხველს არ სჭირდება უშუალოდ თეგის დანახვა, საკმარისია მხოლოდ თეგის გატარება წაკითხვის არეში.

RFID თეგი შეიძლება გამოყენებული იყოს დეცენტრალიზებულ მონაცემთა შენახვის საშუალებად. მას აქვს დამატებითი მეხსიერება (EEPROM), რომლის მოცულობა იწყება 256 ბიტიდან და შესაძლებელია 64 კილობაიტიც კი იყოს. ასეთი მიდგომა ცნობილია, როგორც მიდგომა „მონაცემები თეგზე“. ეს მიდგომა მოითხოვს უსაფრთხო ქსელის კონფიგურაციას შუალედური ფილტრების გამოყენებით, რომლებიც გაასუფთავებენ RFID წამკითხველიდან მიღებულ ინფორმაციას მანამ, სანამ მონაცემები

განთავსდება ცენტრალურ მონაცემთა ბაზაში. პირველ სურათზე მოცემული სქემა გვიჩვენებს, რომ საიდენტიფიკაციო ინფორმაცია და პროცესის ინფორმაციული მონაცემები წაკითხულია და ჩაწერილი RFID წამკითხველის მიერ სხვადასხვა მეხსიერების ბანკში, EPC (European Policy Centre) კი აკეთებს საიდენტიფიკაციო ინფორმაციის კოდირებას. ის მოიცავს: თავსართს, EPC-ის მენეჯერის ნომერს, ობიექტის კლასს და სერიულ ნომერს [2].

ამრიგად, RFID ფართოდ გამოიყენება საავტომობილო და საავიაციო კომპანიებში მათი ნაწილების იდენტიფიკაციისა და ინერტული საწარმოების მუშაობის წარმართვისათვის, აგრეთვე საწარმოო და ლოგისტიკური პროცესების გაუმჯობესების მიზნით.



სურ. 1. RFID თეგზე ინფორმაციის შენახვის არქიტექტურა

ZigBee ჩაშენებული სისტემა გამოიყენება საწარმოო გადაზიდვების უსაფრთხოებისათვის. მას აქვს უკაბელო გადაცემის ფუნქცია და შესაძლებელია მისი გამოყენება დისტანციური მონიტორინგისათვის. ZigBee-ს აქვს შესაძლებლობა გაზომოს ვიბრაცია, წონა და ტემპერატურა, ასევე ჩაატაროს ენერ-

გიის მოხმარების და ნახშირორჟანგის კონცენტრაციის მონიტორინგი. ტექნიკური თვალსაზრისით, ZigBee არის მოკლე მანძილზე გადაცემი, მარტივი სტრუქტურის, დაბალი სიმძლავრის და დაბალი გადაცემის სიჩქარის მქონე უკაბელო კავშირგაბმულობის ტექნოლოგია. მას აქვს 100 მ რა-

დიუსზე გადაცემის დიაპაზონი და იყენებს 900 მგჰც-დან 2.4 გიგაჰც-მდე სიხშირეებს. მის ქსელს აქვს წამყვანი/დაქვემდებარებულის (Master /Slave) სტრუქტურა და უზრუნველყოფს ორმხრივი კომუნიკაციის ფუნქციას, ხოლო მუშაობისა და „ძილის“ რეჟიმებს შორის კონვერტაციისას, ნორმალური „ძილის“ რეჟიმის გააქტიურებისათვის საჭიროა 15 მილიწამი და მხოლოდ 30 მილიწამი სჭირდება აღჭურვილობის შემოწმებისათვის, რის საფუძველზეც ZigBee ზრდის ენერგოეფექტურობას. ZigBee MAC-ის დონეზე იყენებს „talk-when-ready“ პრევენციის მექანიზმს, რომელიც გულისხმობს შემდეგს: მონაცემები საჭიროების შემთხვევაში დაუყოვნებლივ გადადის მოთხოვნის ადგილზე და თითოეული გადამცემი კვანძი ადასტურებს მონაცემების მიღებას დადასტურების გაგზავნით. იმ შემთხვევაში, როდესაც ინფორმაციის გამგზავნი კვანძი ვერ მიიღებს დადასტურების სიგნალს, ის კვლავ იმეორებს მონაცემთა პაკეტების გადაცემას [3]. ასეთი მიდგომა მნიშვნელოვნად ზრდის ინფორმაციის გადაცემისას სისტემის საიმედოობას [3]. მაგრამ, უნდა აღინიშნოს, რომ მანძილსა და დროითი შუალედების შეზღუდვის გამო ZigBee რეალურ დროში სრულყოფილი მონიტორინგის საშუალებას არ იძლევა.

**WIA-PA** (Wireless Networks for Industrial Automation and Process Automation) სისტემა შეიქმნა ჩინეთში და გამოიყენება სამრეწველო ხაზებში უკაბელო კომუნიკაციისათვის. ის იძლევა ქსელში ჩართულ მოწყობილობებს შორის შეთანხმებებსა და ქსელის სტრუქტურის კომუნიკაციის ტიპებზე დაკვირვების საშუალებას. ქსელის მოწყობილობებს შორის კომუნიკაციის საიმედოობის უზრუნველყოფისა და სინქ-

რონიზაციისათვის, WIA-PA პროტოკოლი იყენებს IEEE 802.15.4 სტანდარტის შესაბამის სტრუქტურას (IEEE 802.15.4 არის ტექნიკური სტანდარტი, რომელიც განსაზღვრავს უმარტივესი უკაბელო პერსონალური ქსელების ფუნქციებს (LR-WPANs). იგი აგრეთვე განსაზღვრავს LR-WPAN სისტემისათვის ფიზიკურ ფენას და მედიის ხელმისაწვდომობის მართვის კრიტერიუმებს) [4].

სამრეწველო პროცესების მონიტორინგისათვის WIA-PA სისტემა დამატებით იყენებს წნევის უკაბელო გადამცემს (wireless pressure transmitter), რომელიც იძლევა შესაძლებლობას ქსელში გამოყენებული იყოს უკაბელო ადაპტერი და სენსორიდან მიღებული სიგნალის შეუცვლელად გადაცემა, მაგრამ WIA-PA სისტემებში ხშირად გამოიყენება ისეთი აპლიკაციები, რომლებსაც არა აქვს რეალურ დროში კომუნიკაციის საიმედოობის მხარდაჭერი მექანიზმები.

სამრეწველო ხაზებში WSN კვანძები აღჭურვილია სენსორებით და/ან აქტივატორებით, რომლებიც გვაძლევს მონიტორინგის პროცესის შესაძლებლობებს. ვინაიდან მათი რესურსები შეზღუდულია, გადამუშავების სიმძლავრე დაბალია და ზოგიერთ შემთხვევაში შეზღუდულია ენერგომომარებაც WSN კვანძების სენსორები განლაგებულია საწარმოს კრიტიკულ ადგილებში, სადაც მოსალოდნელია ვიბრაცია, ტემპერატურისა და წნევის მკვეთრი ცვალებადობა, ძრავების ეფექტურობის შემცირება ან საწარმოო ხაზზე დამაგრებული მეტალის ნაწილების ცვეთა. ასეთი შეზღუდვების გამო ზოგიერთ სამრეწველო ქსელში გამოყენებულია არხის გადართვის მექანიზმი, რომლის ფუნქციაა განსაზღვროს ქსელში მიმდინარე მონაცემის მოთხოვნის ტიპი (დროებითი მოთხოვნა, ხელმისაწვდომობის

მოთხოვნა, ფუნქციური და არაფუნქციური მოთხოვნა) და საფუძველი ჩაეყარა სამრეწველო უსადენო სენსორებისა და აქტივატორების ქსელებს (IWSAN - Industrial Wireless Sensor and Actuator Networks) [5]. IWSAN უზრუნველყოფს მექატრონული მოწყობილობების მონიტორინგს, დიაგნოსტიკასა და მართვას, რომლისთვისაც იყენებს უკაბელო ქსელის კვანძებს. ის მოიცავს სამრეწველო ხაზებისათვის შექმნილ უკაბელო სენსორებს, რომლებიც იყენებენ CR (Cognitive Radio) რადიოს სისტემებს. CR არის ინტელექტუალური რადიო და ქსელური ტექნოლოგია, რომელსაც ავტომატურად შეუძლია აღმოაჩინოს ხელმისაწვდომი არხები უკაბელო სპექტრში და შეცვალოს გადამცემი პარამეტრები, რაც კომუნიკაციისა და რადიომოქმედების გაუმჯობესების საშუალებას იძლევა. CR სისტემის მეშვეობით ქსელის კვანძს შეუძლია გარემოს მონიტორინგი და მონაცემების შეგროვება, ასევე გადაწყვეტილების მიღება სენსორიდან მიღებული ინ-

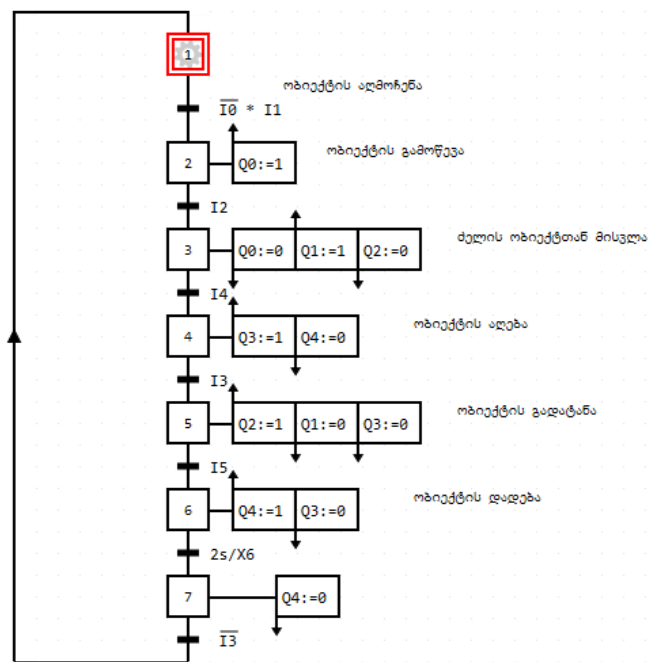
ფორმაციის საფუძველზე და შესაბამისი მოქმედებების ორგანიზება.

ნაშრომში წარმოდგენილი სადგურები იყენებს SIMATIC S7-300 პროგრამირებადი ლოგიკური კონტროლერის ოჯახის CPU313C ცენტრალური მართვის ბლოკებს, სადაც გამანაწილებელი სადგური (Distribution Station) უზრუნველყოფს სამრეწველო ხაზებში არსებული დანადგარებისათვის მასალის მიწოდებას. მას აქვს 6 ციფრული შემავალი სიგნალი და 5 ციფრული გამომავალი სიგნალი, ასევე მოიცავს პნევმატიკის ელემენტებს, როგორცაა ჰორიზონტალურად მოძრავი დგუში, ვერტიკალურად ბრუნვადი დერმი, რომლის მობრუნების კუთხეა 90-დან 270<sup>0</sup>-მდე და ვაკუუმის სარქველებს. პირველ ცხრილში მოცემულია აღნიშნული დანადგარის შემავალ-გამომავალი სიგნალების მისამართები და მათი დანიშნულება, ხოლო მართვის ალგორითმი მოცემულია მე-2 სურათზე, სადაც 2s/X6 ნიშნავს მე-6 ბიჯის დროით დაყოფნებას 2 წამის განმავლობაში.

ცხრილი 1

**გამანაწილებელი სადგურის შემავალი-გამომავალი სიგნალები**

სისტემის შემავალი სიგნალები	
ნომერი	დანიშნულება
I0	ნორმალურად ჩაკეტილი სენსორი, რომელიც აგზავნის 0-ს თუ საწყობში არის მასალა
I1	გვიჩვენებს ჰორიზონტალურად მოძრავი დგუშის საწყის მდგომარეობაში ყოფნას
I2	გვიჩვენებს ჰორიზონტალურად მოძრავი დგუშის საბოლოო მდგომარეობაში ყოფნას
I3	ვაკუუმის წარმოქმნის აღმოჩენა
I4	გვიჩვენებს ვერტიკალურად ბრუნვადი ძელის მარცხენა პოზიციაში ყოფნას
I5	გვიჩვენებს ვერტიკალურად ბრუნვადი ძელის მარჯვენა პოზიციაში ყოფნას
სისტემის გამომავალი სიგნალები	
ნომერი	დანიშნულება
Q0	ჰორიზონტალურად მოძრავი დგუშის გადაადგილება
Q1	ვაკუუმის შექმნისათვის სარქვლის ჩართვა
Q2	ჰაერის გამოშვება სარქვიდან
Q3	ვერტიკალურად ბრუნვადი ძელის მარცხნივ გადატანა
Q4	ვერტიკალურად მოძრავი ძელის მარჯვნივ გადატანა



სურ. 2. გამანაწილებელი სადგურის მართვის ალგორითმი

აღებისა და განთავსების სადგური (Pick& Place Station) უზრუნველყოფს საწარმოო ხაზზე მოძრავ ჭურჭელზე თავსახურის დახურებასა და მის გადაადგილებას მომდევნო სამუშაო სადგურისაკენ. მას აქვს 7 ციფრული შემავალი და 5 ციფრული გამომავალი სიგნალი, ასევე მოიცავს პნევმატიკის ელემენტებს, როგორც არის ჰორიზონტალურად მოძრავი დგუში, ვერტიკალურად მოძრავი დგუში, ვაკუუმის

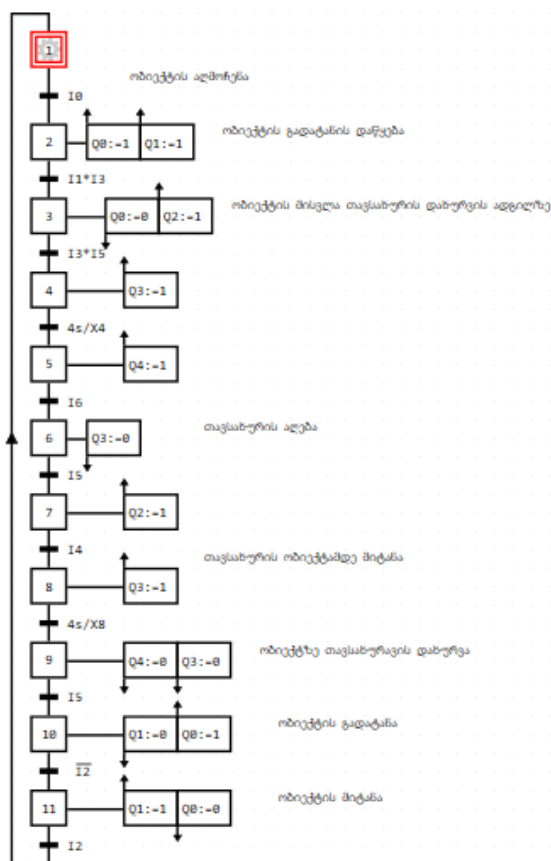
სარქვლები, ელექტრული ძრავა და ელექტრული გადამრთველი. მე-2 ცხრილში მოცემულია აღნიშნული დანადგარის შემავალ-გამომავალი სიგნალების მისამართები და მათი დანიშნულება, ხოლო მართვის ალგორითმი წარმოდგენილია მე-3 სურათზე, სადაც 4s/X4 ნიშნავს მე-4 ბიჯის დროით დაყოვნებას 4 წამის განმავლობაში და 4s/X8 ნიშნავს მე-8 ბიჯის დროით დაყოვნებას 4 წამის განმავლობაში.

ცხრილი 2

აღებისა და განთავსების სადგურის შემავალ-გამომავალი სიგნალები

სისტემის შემავალი სიგნალები	
ნომერი	დანიშნულება
I0	გადამზიდი ხაზის დასაწყისში ობიექტის აღმოჩენა
I1	გადამზიდი ხაზის შუა წერტილში ობიექტის აღმოჩენა
I2	გადამზიდი ხაზის ბოლო წერტილში ობიექტის აღმოჩენა
I3	გვიჩვენებს ჰორიზონტალურად მოძრავი დგუმის საწყის მდგომარეობას
I4	გვიჩვენებს ჰორიზონტალურად მოძრავი დგუმის საბოლოო მდგომარეობას
I5	გვიჩვენებს ვერტიკალურად მოძრავი დგუმის ზედა პოზიციას
I6	ვაკუუმის წარმოქმნის აღმოჩენა

სისტემის გამომავალი სიგნალები	
ნომერი	დანიშნულება
Q0	ელექტრული ძრავას ჩართვა
Q1	ელექტრული გადამრთველის პოზიციის შეცვლა
Q2	ჰორიზონტალური დგუშის მოძრაობა
Q3	ვერტიკალური დგუშის მოძრაობა
Q4	ვაკუუმის შექმნისათვის სარქვლის ჩართვა



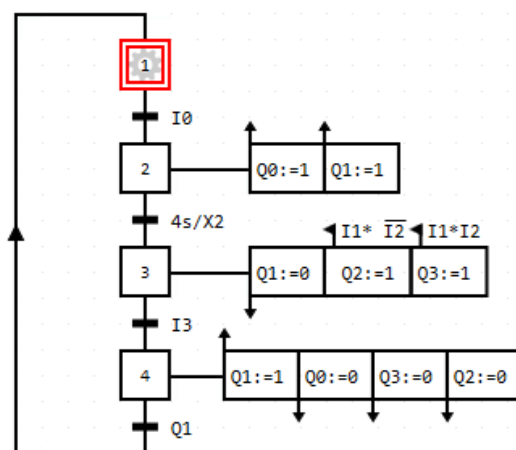
სურ. 3. ალებისა და განთავსების სადგურის მართვის ალგორითმი

დახარისხების სადგური (Sorting Station) უზრუნველყოფს საწარმოო ხაზზე დამზადებული მასალის ფერისა და სახეობის მიხედვით დახარისხებას. მას აქვს 4 ციფრული შემავალი და 4 ციფრული გამომავალი სიგნალი, ასევე მოიცავს პნევმატიკის ელემენტებს, როგორც არის ჰორიზონტალურად მოძრავი დგუში და ელექტრული

ძრავა. მე-3 ცხრილში მოცემულია აღნიშნული დახარისხების შემავალ-გამომავალი სიგნალების მისამართები და მათი დანიშნულება, ხოლო მართვის ალგორითმი მოცემულია მე-4 სურათზე, სადაც 4s/X2 ნიშნავს მე-2 ბიჯის დროით დაყოფებას 4 წამის განმავლობაში.

დახარისხების სადღურის შემავალ-გამომავალი სიგნალები

სისტემის შემავალი სიგნალები	
ნომერი	დანიშნულება
I0	გადამზიდი ხაზის დასაწყისში ობიექტის აღმოჩენა
I1	გადამზიდი ხაზზე ლითონის ობიექტის აღმოჩენა
I2	გადამზიდი ხაზზე მოძრავი ობიექტის ფერის გარჩევა
I3	გადამზიდი ხაზის ბოლო წერტილში ობიექტის აღმოჩენა
სისტემის გამომავალი სიგნალები	
ნომერი	დანიშნულება
Q0	ელექტრული ძრავას მართვა
Q1	ელექტრული გადამრთველის პოზიციის ცვლილება
Q2	პირველი ჰორიზონტალური დგუმის მოძრაობა
Q3	მეორე ჰორიზონტალური დგუმის მოძრაობა



სურ. 4. დახარისხების სადღურის მართვის ალგორითმი

**დასკვნა**

ჩატარებული კრიტიკული ანალიზის საფუძველზე შესაძლებელია ითქვას, რომ WIA-PA სისტემებში გამოყენებული აპლიკაციები პრაქტიკაში არ იძლევა რეალურ დროში კომუნიკაციის საიმედოობის მხარდაჭერას, ხოლო ZigBee-ს ტექნოლოგიის თავისებუ-

რებები ვერ უზრუნველყოფს რეალურ დროში მართვის პროცესის მონიტორინგს, RFID და IWSAN სისტემები კი ფართოდ გამოიყენება დღევანდელ საწარმოო ხაზებში პროდუქციის დამზადების პროცესის რეალურ დროში მონიტორინგისათვის და ლოგისტიკური პროცესების გაუმჯობესების მიზნით.



## ლიტერატურა

1. URL: <https://www.controleng.com/articles/fundamentals-of-real-time-processing-in-automation-and-control/>
  2. Segura-Velandia D.M., Kaur N., Whittow W.G., Conway P.P., West, A.A.. Towards industrial internet of things: Crankshaft monitoring, traceability and tracking using RFID. 2018, 66-77 pp.
  3. Sung W.T., Hsu Y.C. Designing an industrial real-time measurement and monitoring system based on embedded system and ZigBee. Expert Syst. Appl. 38(4). 2011, 4522-4529 pp.
  4. das Neves Valadão Y., Künzel G., Müller I., Pereira C.E. Industrial wireless automation: Overview and evolution of WIA-PA. IFAC-PapersOnLine, 51(10). 2018, 175-180 pp.
  5. Val I., Etxabe A., Torrego R., Rodriguez P.M., Cruces C., Diez V., Mendicute M., Arriola A. Design, analysis and implementation of a time-bounded spectrum handoff algorithm for real-time industrial wireless sensor and actuator networks. Journal of network and computer applications. 2018, 1-16 pp.
- 

UDC 65.012.122:658.284

SCOPUS CODE 2209

DOI: <https://doi.org/10.36073/1512-0996-2019-3-68-77>

## Monitoring systems of industrial processes and control algorithms

- Salome Oniani** Department of Computer Engineering, Georgian Technical University, 77 M. Kostava str, 0160 Tbilisi, Georgia  
E-mail: s.oniani@gtu.ge
- Ia Mosashvili** Department of Computer Engineering, Georgian Technical University, 77 M. Kostava str, 0160 Tbilisi, Georgia  
E-mail: i\_mosashvili@gtu.ge

### Reviewers:

- K. Kotrikadze**, Associate Professor, Faculty of Informatics and Control Systems, GTU  
E-mail: ketino27@gmail.com
- P. Jokhadze**, Professor, Faculty of Informatics and Control Systems, GTU  
E-mail: paata\_j@yahoo.com

**Abstract.** The number of automated industries is increased significantly with the development of technology. At the beginning of this process, the aim of the automatization was increasing productivity and decreasing human resources. However, today the process is focused on the product quality and reliability of the manufacturing processing. The factories' owners started to set up networking systems and software for monitoring the production process in real time and maintenance of product quality. This paper presents a critical analysis of the systems used for the monitoring of the production process in real time and the control algorithms with three types of equipment developed by Festo Didactic.

**Key words:** Control algorithms of automated machines; monitoring systems; real time industrial systems.

UDC 65.012.122:658.284

SCOPUS CODE 2209

DOI: <https://doi.org/10.36073/1512-0996-2019-3-68-77>

## Системы мониторинга производственных процессов и алгоритмы управления

**Саломе Ониани**                    Департамент компьютерной инженерии, Грузинский технический университет,  
Грузия, 0160, Тбилиси, ул. М. Костава, 77  
E-mail: s.oniani@gtu.ge

**Ия Мосашвили**                    Департамент компьютерной инженерии, Грузинский технический университет,  
Грузия, 0160, Тбилиси, ул. М. Костава, 77  
E-mail: i\_mosashvili@gtu.ge

### Рецензенты:

**К. Котрикадзе**, ассоц. профессор факультета информатики и систем управления, ГТУ  
E-mail: ketino27@gmail.com

**Р. Джохадзе**, профессор факультета информатики и систем управления, ГТУ  
E-mail: paata\_j@yahoo.com

**Аннотация.** С развитием технологий число автоматизированных предприятий значительно увеличилось, и на первом этапе развития целью автоматизации было повышение производительности и сокращение человеческих ресурсов. Тем не менее, их основной задачей сегодня является повышение качества продукции и надежности ее производственного процесса. Вследствие этого владельцы заводов начали настраивать сетевые системы и программное обеспечение, благодаря которым появилась возможность контролировать процесс производства продукта и поддержание трения продукта. Вот почему в настоящем документе представлен критический анализ систем, используемых для мониторинга процесса производственных процессов в режиме реального времени, и модель управления тремя типами оборудования, созданного Festo Didactic.

**Ключевые слова:** автоматизированные модели управления оборудованием; промышленные системы реального времени; системы мониторинга.

*განხილვის თარიღი 16.05.2019*

*შემოსვლის თარიღი 22.05.2019*

*ხელმოწერილია დასაბეჭდად 24.10.2019*