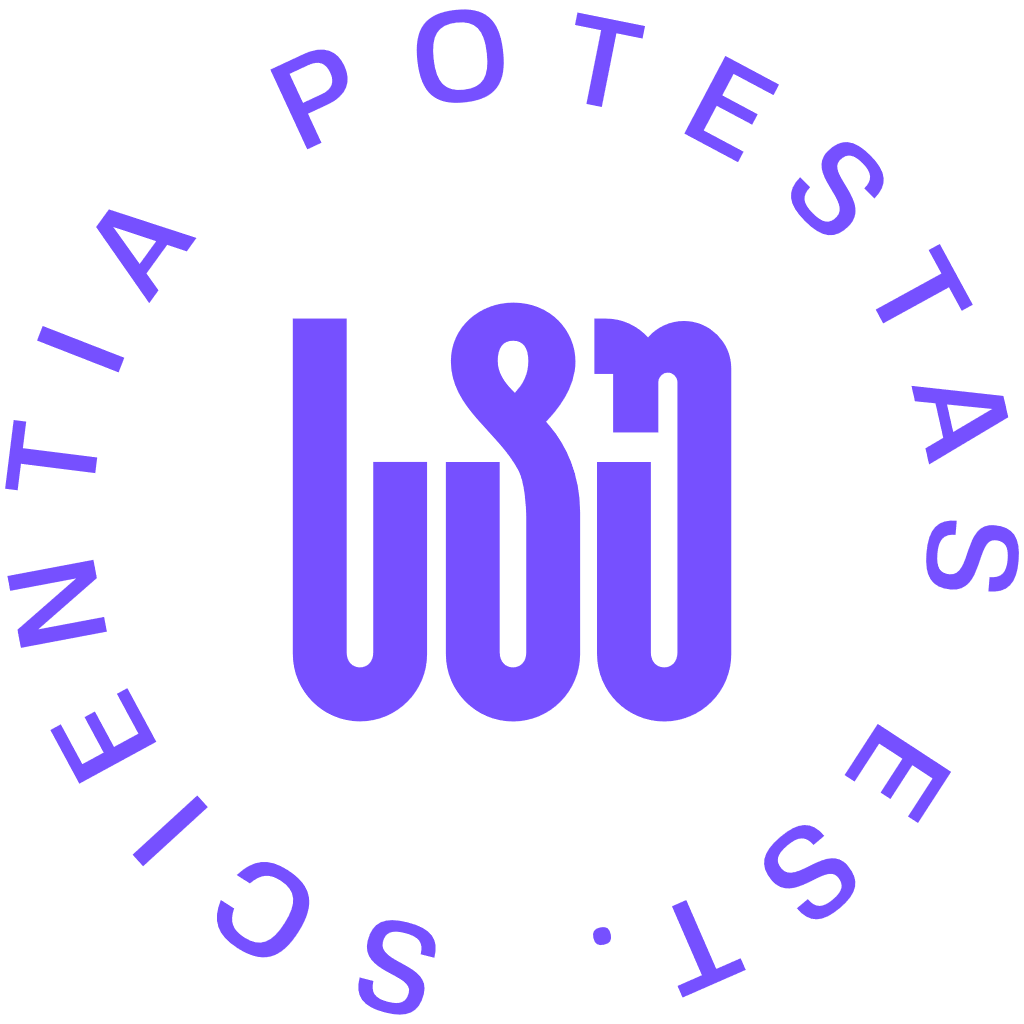
**A black background with a black square

AI-generated content may be incorrect.**

**ალი რაჰიმი**

**სასწავლო დანიშნულების SCADA სტენდის პროექტირება**

წარმოდგენილია ბაკალავრის აკადემიური ხარისხის მოსაპოვებლად

საბაკალავრო პროგრამა "კომპიუტერული ინჟინერია"

შიფრი 108134

საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტი, თბილისი, 0160, საქართველო

2025 წ.

ინფორმატიკისა და მართვის სისტემების ფაკულტეტი

კომპიუტერული ინჟინერიის დეპარტამენტი

სტუდენტი: ალი რაჰიმი

ხელმძღვანელი: გოჩა ზედგინიძე

თარიღი: \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_

ხელმოწერა

\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_

ხელმოწერა

რეზიუმე

შინაარსი

შესავალი 5

ლიტერატურის მიმოხილვა 6

SCADA სისტემა 6

PLC - პროგრამირებადი ლოგიკური კონტროლერი 6

HMI - ადამიანი-მანქანის ინტერფეისი 7

კიბისებრი ლოგიკა 8

ამოცანის დასმა 9

პროექტირების შედეგები და მათი განსჯა 10

დასკვნა 11

გამოყენებული ლიტერატურა 12

დანართი 13

# შესავალი

ამ პროექტის მიზანია SCADA სისტემის სასწავლო სტენდის შემუშავება პროგრამირებადი ლოგიკური კონტროლერის (PLC), ადამიან-მანქანური ინტერფეისისა (HMI) და შესაბამისი პროგრამული უზრუნველყოფების საშუალებით, რათა გამოვიყენოთ იგი სწავლების ხარისხის გაუმჯობესებისა და სტუდენტებისთვის მეტი შესაძლებლობების მიცემის მიზნით.

თანამედროვე ინდუსტრიაში ავტომატიზაციის როლი ყოველდღიურად იზრდება, რის გამოც საჭიროა მომზადება კვალიფიციური სპეციალისტებისა, რომლებიც დაეუფლებიან როგორც თეორიულ, ასევე პრაქტიკულ ცოდნას; ამისთვის საჭიროა შესაბამისი ტექნოლოგიების შესწავლა და შემუშავება ისე, რომ სტუდენტებისთვის სწავლის პროცესი იყოს საინტერესო, გასაგები და მაქსიმალურად გამარტივებული.

SCADA სისტემა წარმოადგენს პროცესების მართვისა და მონიტორინგის ერთ-ერთ ყველაზე ეფექტურ საშუალებას, რომელიც ძირითადად გამოიყენება მნიშვნელოვან სამრეწველო სფეროებში, როგორიცაა წარმოება, ტრანსპორტი, ტელეკომუნიკაცია, წყალმომარაგება და ა.შ. მათი შესწავლა არამხოლოდ გვაძლევს საშუალებას შევქმნათ რთული პროცესების მართვისა და მონიტორინგის განაწილებული სისტემები, არამედ გვეხმარება არსებული სისტემების მოდერნიზაციასა და ავტომატიზაციაში.

# ლიტერატურის მიმოხილვა

## SCADA სისტემა

SCADA - დისპეტჩერული მართვისა და მონიტორინგის სისტემა (Supervisory Control And Data Acquisition) არის მართვის სისტემების ერთ-ერთი ცნობილი ტიპი, რომელიც ძალიან ხშირადაა გამოყენებული სხვადასხვა სამრეწველო სფეროში მონაცემთა მონიტორინგისა და პროცესების მართვის მიზნით. იგი შედგება სამი ძირითადი კომპონენტისგან: დაშორებული ტერმინალი (RTU), მთავარი ტერმინალი (MTU) და საკომუნიკაციო სისტემა.

SCADA სისტემაში პროცესის მართვა შესაძლებელია ორი მეთოდით:

1. ავტომატიზებული, სადაც პროცესების მართვა ხდება ავტომატურად კომპიუტერის მიერ დაწერილი პროგრამის შესაბამისად.
2. ოპერატორის მიერ, როდესაც პროცესი იმართება ადამიანის მიერ ადამიან-მანქანური ინტერფეისის საშუალებით.

სისტემა მუშაობს შემდეგი პრინციპით:

1. ის იღებს მონაცემებს სენსორებისგან.
2. მიღებული მონაცემები მიეწოდება პროგრამირებად ლოგიკურ კონტროლერს (PLC).
3. კონტროლერი შეიმუშავებს მონაცემებს.
4. შემუშავებული მონაცემები გამოჩნდება ადამიანი-მანქანის ინტერფეისზე (HMI).
5. ოპერატორი გააანალიზებს მონაცემებს და მიიღებს შესაბამის გადაწყვეტილებას ამა თუ იმ პროცესის მართვის შესახებ.

## PLC - პროგრამირებადი ლოგიკური კონტროლერი

პროგრამირებადი ლოგიკური კონტროლერები წარმოადგენენ გამომთვლელ მანქანებს, რომელიც განკუთვნილია რეალურ დროში პროცესების მონიტორინგისა და მართვის მიზნით. მათ აქვთ მოდელის შესაბამისად განსაზღვრული რაოდენობის შეყვანა-გამოყვანის მოდულები. მათი მუშაობის პრინციპი შედგება სამი ეტაპისგან:

1. კონტროლერი იღებს მონაცემებს შეყვანის მოდულების საშუალებით
2. ამუშავებს მიღებულ მონაცემებს განსაზღვრული პროგრამის შესაბამისად
3. აგზავნის შემუშავებულ მონაცემებს გამოყვანის მოდულების საშუალებით

ეს სამი ეტაპი სრულდება ციკლში რეალურ დროში.

PLC კონტროლერების შექმნის ისტორია უბრუნდება 1960-იან წლებს საავტომობილო მრეწველობაში, როდესაც საჭირო გახდა ფიზიკური რელეების და ტაიმერების უფრო მდგრადი, მარტივი და შედარებით პატარა ზომის ტექნოლოგიით ჩანაცვლება. იმდროინდელი რელეები ფუჭდებოდა ძალიან ხშირად და მათი რთული და კომპლექსური შეერთებების გამო ჩანაცვლების დროს იკარგებოდა ძალიან დიდი დრო. ამ საჭიროებების გამო ამერიკელმა გამომგონებელმა, დიკ მორლიმ 1968 წელს "ჯენერალ მოტორსისთვის" შექმნა პირველი პროგრამირებადი ლოგიკური კონტროლერი, "Modicon 084". დროთა განმავლობაში PLC-ების მექანიზმი განვითარდა და მათი ზომაც ძალიან შემცირდა, ხოლო დღეს ისინი ძალიან ფართოდ გამოიყენება სხვადასხვა დარგში სხვადასხვა პროცესების სამართავად.

PLC კონტროლერების დაპროგრამება (როგორიცაა კიბისებრი ლოგიკის შემუშავება), მახასიათებლების კონფიგურაცია და ა.შ. ხდება გამომცემლის მიერ დადგენილი პროგრამული უზრუნველყოფის საშუალებით.

Mitsubishi Electric-ის FX3U სერიის კონტროლერები გამოიყენება მცირე და საშუალო ზომის ავტომატიზაციის პროექტებისთვის. ამ სერიის მოდელები გამოირჩევიან კომპაქტური დიზაინით, მოქნილობით, მრავალფეროვანი საკომუნიკაციო საშუალებების გამოყენებით და სიჩქარით. FX3U სერიის კონტროლერების დაპროგრამება ხდება ტრადიციული კიბისებრი ლოგიკის საშუალებით GX Works2 პროგრამულ უზრუნველყოფაში.

## კიბისებრი ლოგიკა

თავდაპირველად, როდესაც საჭირო გახდა პროგრამირებადი ლოგიკური კონტროლერების შექმნა, ისინი განკუთვნილი იყო იმ სპეციალისტებისთვის, რომლებიც რელეების გამოყენებას იყვნენ მიჩვეულები. სწორედ მაშინ შემუშავდა PLC კონტროლერების დაპროგრამების პირველი მეთოდიც, კიბისებრი ლოგიკა, რომელიც ძალიან ჰგავს რელეების სისტემის მუშაობის პრინციპს.

კიბისებრ ლოგიკის სახელი გამომდინარეობს მისადგმელი კიბისგან, რომელსაც აქვს ორი რელსი და მათ შორის საფეხურები. სწორედ ამ პროგრამირების ენის კომპონენტებია ორი მთავარი ვერტიკალური ხაზი (რელსი), რომლებიც დაკავშირებულია ერთმანეთთან ლოგიკური ელემენტებისა და მათ შორის კავშირისგან შემდგარი ხაზებით (საფეხურებით). მარცხენა რელსი წარმოადგენს შეტანის მონაცემებს, ხოლო მარჯვენა - გამოტანის. კიბისებრ ლოგიკაში გამოიყენება ორი ძირითადი ლოგიკური ელემენტი, შემმოწმებელი და შემსრულებელი:

1. შემმოწმებელი:

-| |- ნორმალურ მდგომარეობაში ღია შემმოწმებელი

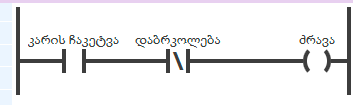
-|/|- ნორმალურ მდგომარეობაში შეკრული შემმოწმებელი

1. შემსრულებელი:

-( )- ნორმალურ მდგომარეობაში ღია შემსრულებელი

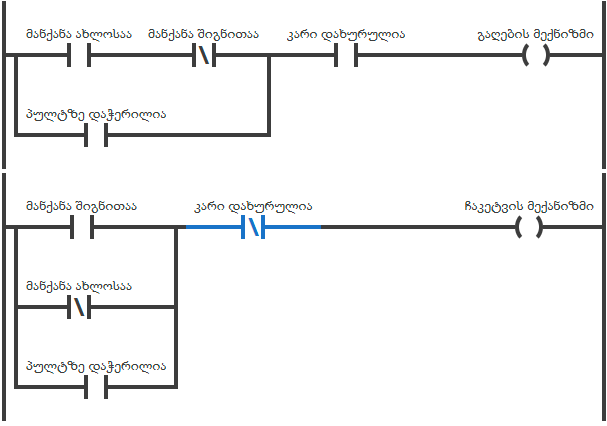
-(/)- ნორმალურ მდგომარეობაში შეკრული შემსრულებელი

შემმოწმებელი შეგვიძლია წარმოვიდგინოთ, როგორც შესატანი ინფორმაციის ცვლადი, ხოლო შემსრულებელი - როგორც გამოსატანის ინფორმაციის. მაგალითისთვის განვიხილოთ ერთი მარტივი დიაგრამა, რომელიც შედგება ერთი საფეხურისგან:



კარის ჩაკეტვის ღილაკის დაჭერისას ჩაირთვება ძრავა, რომელიც ჩაკეტავს კარს, მაგრამ თუ დაბრკოლების სენსორმა ამოიცნო რაიმე ობიექტი, ძრავა ჩერდება. ე.ი. თუ კარის ჩაკეტვა არის ჩართული **და** დაბრკოლების სენსორმა არ ამოიცნო რაიმე ობიექტი, მაშინ ჩაკეტვის ძრავა არის ჩართული, სხვა შემთხვევაში კი - გამორთული.

განვიხილოთ ერთი უფრო კომპლექსური ვარიანტი:



მაგალითში არის განხილული ავტოფარეხის კარის გაღების და ჩაკეტვის მექანიზმები. თუ ((მანქანა ახლოსაა **და** მანქანა არ იმყოფება შიგნით) **ან** პულტზე არის დაჭერილი) **და** კარი არის დახურული, მაშინ უნდა ჩაირთოს გაღების მექანიზმი. თუ (მანქანა შიგნით იმყოფება **ან** იგი არ არის ახლოს **ან** პულტზე არის დაჭერილი) **და** ამავდროულად კარი არ არის დახურული მაშინ უნდა ჩაირთოს ჩაკეტვის მექანიზმი. ამ მაგალითში გვაქს სულ ოთხი შეყვანის ცვლადი, რომელთა შორის კავშირის კონფიგურაციის მეშვეობით ვიღებთ ორი გამოყვანის ცვლადს.

## HMI - ადამიანი-მანქანის ინტერფეისი

ადამიანი-მანქანის ინტერფეისი ძირითადად წარმოადგენს ეკრანს ან პანელს, რომელზეც ჩანს სხვადასხვა საჭირო ინფორმაცია. მათი დანიშნულებაა ინფორმაციის ვიზუალიზაცია გრაფიკული კომპონენტების გამოყენებით, რათა მოახდინოს ადამიანსა და მანქანას შორის ინფორმაციის გამოცვლა მონიტორინგისა და მართვის მიზნით.

HMI ინტერფეისებს აქვთ ძალიან მნიშვნელოვანი როლი SCADA სისტემების პროექტირებაში. პროცესების მონიტორინგი და მართვა მათ გარეშე არის ძალიან მოუხერხებელი და რთული. მათი გამოყენების პრივილეგია ის არის რომ ყველა საჭირო ინფორმაციის და ყველა საჭირო მართვის ღილაკი თავმოყრილია ერთ პანელზე, საიდანაც ხდება ოპერატორის ჩარევა პროცესში.

HMI - ინტერფეისებზე ინფორმაციის გამოსაჩენად და გრაფიკული დიზაინის ასაწყობად გამოიყენება შესაბამისი პროგრამული უზრუნველყოფა, რომელიც განკუთვნილია HMI-ის ამა თუ იმ მოდელისთვის.

## SCADA სისტემა მე-4 ინდუსტრიულ რევოლუციაში: ცნება, საჭიროება და გამოწვევები

დღესდღეობით ინდუსტრია ახალ საფეხურზე გადადის; მეოთხე ინდუსტრიული რევოლუცია განისაზღვრება ისეთი მოწინავე ტექნოლოგიების დანერგვით, როგორიცაა ინდუსტრიული ნიტების ინტერნეტი (IIoT), ღრუბლოვანი გამოთვლები და ხელოვნური ინტელექტი. ტრადიციული SCADA სისტემები, რომელიც წარსულში წარმოადგენდა მესამე ინდუსტრიული რევოლუციის საყრდენს, დღეს საჭიროებს მოდერნიზებას, რათა გაუმკლავდეს ციფრულ ეპოქაში გაზრდილ მოთხოვნილებებს.

ინდუსტრიული ნივთების ინტერნეტი (IIoT) არის ინდუსტრიული მოწყობილობებისა და სისტემების ურთიერთკავშირი ინტერნეტისა ან ლოკალური ქსელების საშუალებით ინფორმაციის შეგროვების, მონიტორინგის, ანალიზისა და ავტომატიზაციის მიზნით. იგი გამოირჩევა მაღალი მასშტაბურობით, ინფორმაციის მაღალი დონის ანალიტიკისა და სხვადასხვა მოწყობილობების ურთიერთშეთავსებადობით და საფუძველს უდევს ახალ ინდუსტრიულ რევოლუციას. ხშირად არის იმაზე საუბარი, თუ როგორ ჩაენაცვლება IoT ტრადიციულ SCADA სისტემებს, თუმცა ნივთების

ზუსტად ეს არის ერთ-ერთი უმნიშვნელოვანესი მიზეზი, რისთვისაც უნდა მოვამზადოთ მცოდნე და გამოცდილი სპეციალისტები, რომლებმაც უნდა იცოდნენ არამხოლოდ SCADA სისტემების გამოყენების პრინციპები არამედ მათი გაუმჯობესებისა და თანამედროვე ტექნოლოგიებთან შერწყმის მეთოდები.

# ამოცანის დასმა

# პროექტირების შედეგები და მათი განსჯა

# დასკვნა

# გამოყენებული ლიტერატურა

# დანართი