

ივანე ჯავახიშვილის სახელობის თბილისის სახელმწიფო უნივერსიტეტი
ზუსტ და საბუნებისმეტყველო მეცნიერებათა ფაკულტეტი
კომპიუტერული მეცნიერებები

ადელინა ფარადიანი

ინდუსტრიული ტექნოლოგიური პროცესების გადაწყვეტილების მიღებისა და
მართვის სისტემების მიმოხილვა

სწავლის კომპონენტი:

სასემინარო ნაშრომი

მე-2 სემესტრის დოქტორანტი

სამეცნიერო ხელმძღვანელი: თეიმურაზ მანჯაფარაშვილი

ივლისი 2016

სარჩევი

1. შესავალი	1
2. ლიტერატურის მიმოხილვა	2
2.1. დისციპლინის ტექნოლოგიური მონიტორინგის ქვესისტემა	2
2.2. ტემპერატურის კონტროლი ფაზი ლოგიკის გამოყენებით.....	3
2.3. ფაზი ლოგიკა ქიმიური პროცესებისთვის.....	4
2.4. pH ნეუტრალიზაციის პროცესის კონტროლი ფაზი ლოგიკის გამოყენებით.....	5
2.5. გადაწყვეტილების მიღების სისტემა მინერალების დამუშავებაში.....	10
3. კვლევის მიზანი და ამოცანები	11
4. კვლევის მეთოდიკა.....	11
5. მიღებული სამეცნიერო შედეგები.....	12
6. დასკვნები	12
7. გამოყენებული ლიტერატურა	13

1. შესავალი

ფაზი-ლოგიკა არის ახალი და ინოვაციური ტექნოლოგია, რომელიც გამოყენებული იქნა, რათა განეხილათ საინჟინრო კონტროლის რეალიზაციები. ბოლო წლებში ფაზი-ლოგიკამ დაამტკიცა თავისი დიდი პოტენციალი განსაკუთრებით სამრეწველო პროცესების მართვის ავტომატიზაციის აპლიკაციებში, სადაც ის საშუალებას იძლევა მართვის სისტემის დიზაინი ჩამოყალიბდეს უშუალოდ ექსპერტული გამოცდილების და ექპერიმენტალური შედეგების საფუძველზე.[1] უკვე რეალიზებული პროექტები აჩვენებს, რომ ფაზი-ლოგიკის გამოყენებამ ტექნოლოგიური პროცესების მართვაში მოგვცა უკეთესი გადაწყვეტილებები, მართვის სტანდარტულ ტექნიკასთან შედარებით. ფაზი-ლოგიკა იძლევა საშუალებას აიგოს გადაწყვეტილებების მიღების მრჩეველი სისტემები ოპერატორების გამოცდილებაზე და ექსპერიმენტების შედეგებზე დაყრდნობით და არა მათემატიკური მოდელების საშუალებით.[2][3]

2. ლიტერატურის მიმოხილვა

ჩემს სემინარში მინდა განვიხილო ინსტრუქციული ტექნოლოგიური პროცესების დღისათვის არსებული მართვის ინფორმაციული სისტემების შესაძლებლობის და მუშაობის პრინციპების მიმოხილვა. დღესდღეობით არსებობს ძალიან ბევრი გადაწყვეტილების მიღების სისტემა ამ მიმართულებით, რომლებიც იყენებენ ფაზი ლოგიკას და ლინგვისტურ ცვლადებს. განვიხილოთ რამოდენიმე მათგანი. [4][5]

2.1 დისცილატორის ტექნოლოგიური მონიტორინგის ქვესისტემა

ეს ქვესისტემა არის წარმოდგენილი დისცილატორით მართვის სისტემის მუშაობის გაუმჯობესებისათვის.[6] ქვესისტემა ახორციელებს ინფორმაციის ოპერატიულ ანალიზს, ეხმარება გადაწყვეტილების მიღებაში და ასევე აკეთებს კონტროლირებადი ობიექტის პროგნოზს. ამ სისტემის შესაქმნელად იყენებენ ფაზი ლოგიკას და ლინგვისტურ ცვლადებს. შექმნილია ცოდნის ბაზა და მოდელი, რომელიც შეესაბამება რეალურ ობიექტს. ეს გვადლევს იმის საშუალებას, რომ გავზარდოთ ტექნოლოგიური პროცესის მართვის კონტროლი და შევამციროთ არასწორი გადაწყვეტილებების მიღება რთულ ტექნოლოგიურ პროცესებში, რომლებიც შეიცავენ გარკვეულ უზუსტობებს და არაწრფივობას. სტრუქტურული მოდელის იმპლემენტაცია გვადლევს საშუალებას მიუახლოვდეთ ობიექტის უფრო რეალურ მდგომარეობებამდე, განვსაზღვროთ მიმდინარე მდგომარეობა და მივიღოთ მართვის ეფექტური გადაწყვეტილება.

კვლევის ობიექტი როგორც უკვე ვთქვით არის დისცილატორის ერთეული, რომელსაც აქვს ძალიან რთული კავშირი კომპონენტებს და ფაზებს შორის და მიმართავს მულტი

კომპონენტურ, მულტი ფაზურ, მულტი ობიექტების და მულტი განზომილებიან არაწრფივ ობიექტებს. აგებული მონიტორინგის ქვესისტემა ეკუთნის იმ სისტემების კატეგორიას, რომელიც ეხმარება ადამიანს გადაწყვეტილების პროცესში, და იმ შესაბამისი პირობების შექმნაში, რომლებიც მოახდენენ გადაწყვეტილების მიღების გაუმჯობესებას. მსგავსი სიტემები იყენებენ გადაწყვეტილების მიღების, ნეირონულ ქსელების და ექსპერტულ სისტემების მეთოდებს. მათემატიკური მეთოდებით შეუძლებელია ამ სისტემების ფუნქციონალის აღწერა. მასეთი მეთოდები უფრო მისაღებია იმ შემთხვევებში, როდესაც მხედველობაში არის ობიექტის ფიზიკური (წონა, სიმაღლე და ა.შ), ეკონომიკური (ფასი), ტექნიკური (ფუნქციები) ან სხვა ასპექტები.

მეთოდები ამ პრობლემის გადასაჭრელად იყენებენ მეთოდებს, რომლებიც ახდენენ ლინგვისტური მონაცემების დამუშავებას, ფაზი სიმრავლეებს, ნეირონულ ქსელების თეორიას, კომპლექსური სიტემების თეორიას, ქაოსის თეორიას და სისტემური ანალიზის მეთოდებს.

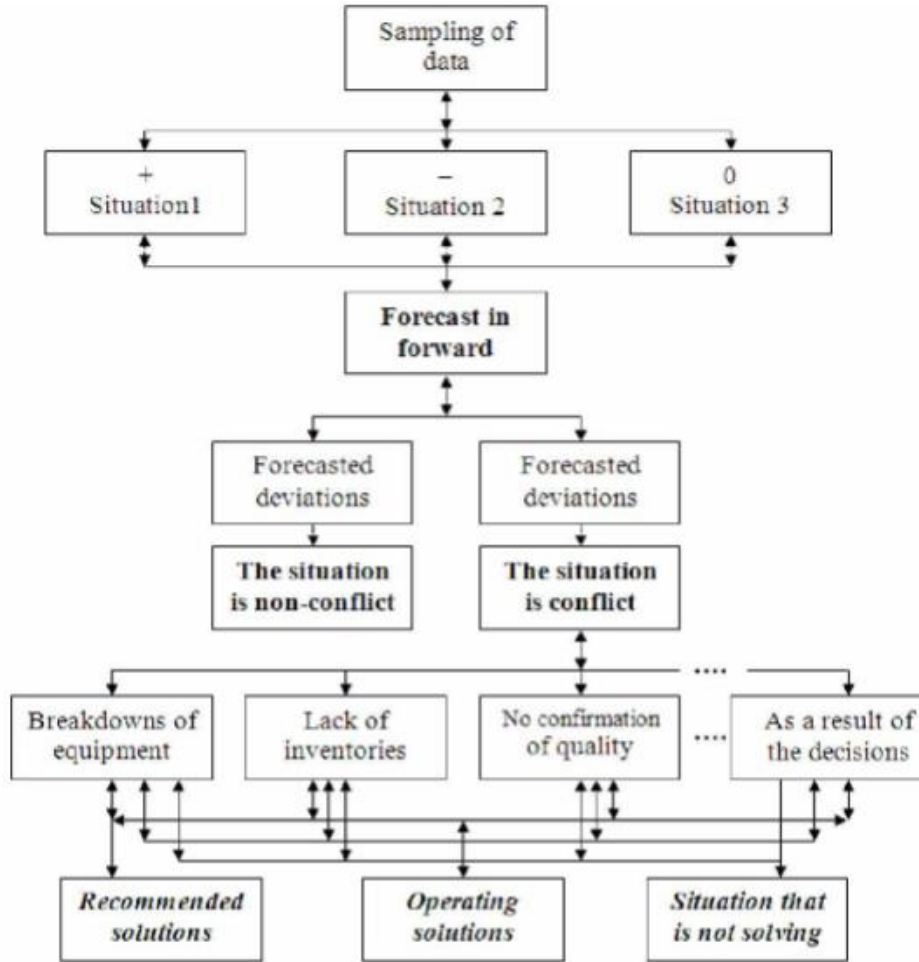
კონტროლბადი მონაცემების ეფექტური ანალიზი შესაძლებელია მაშინ, როდესაც შექმნილია მონაცემების მოპოვების ინტელექტუალური ინსტრუმენტი, რომელიც გვაძლევს საშუალებას გამოვაკლინოთ შიდა მონიტორინგის პარამეტრების სტრუქტურა. მსგავსი ინტელექტუალური სისტემების შექმნა და კონტროლირებადი მონაცემის ავტომატური ანალიზი აუმჯობესებს მონიტორინგის სისტემის ეფექტურობას და ხელს უწყობს ტექნოლოგიური ობიექტის ეფექტურ მართვას.

ფაზი ლოგიკის მეთოდები არიან ფუნდამენტალური ამ შემთხვევაში, კერძოდ ექსპერტების ლინგვისტური წესები „IF-THEN“. ამ ლინგვისტური ცვლადების გამოყენება მნიშვნელოვნად ამცირებს ექსპერემენტალური მონაცემების მოთხოვნას ხარისხიან იდენტიფიკაციაში. იდენტიფიკაციის არაწრფივი მეთოდები იყენებენ არამკაფიო სწავლის ბაზას, რომელიც შეიცავს ორ ფაზას. პირველი არის სტრუქტურული იდენტიფიკაცია, ეს არის სწავლის ბაზის ფორმირება, რომელიც უხეშად გამოსახავს კავშირს შემავალ და გამავალ მონაცემს შორის ლინგვისტური წესების გამოყენების საშუალებით „IF-THEN“. ეს წესები არის შექმნილი ექსპერტების მიერ ან ექსპერემენტალური მონაცემებიდან ფაზი ცოდნის ექსტრაქციის დროს. მეორე ფაზა არის პარამეტრული იდენტიფიკაცია აღმოჩენილი დამოკიდებულების ისეთი პარამეტრების მოპოვებით სწავლის ბაზიდან, რომლებიც ამცირებენ მოდელის და ექსპერემენტალური შედეგების გადახრას. სტრუქტურული იდენტიფიკაციისათვის ფაზი ლოგიკის გამოყენებით გამოვიყენოთ ორი ტიპის ფაზი მოდელი: მამდანის (Mamdani) ტიპი და სუგენო (Sugeno). კვლევის დროს აღმოჩნდა, რომ სადაც უფრო მნიშვნელოვანია იდენტიფიკაციის დადგენა, უფრო მისაღებია გამოვიყენოთ სუგენოს მოდელი, და იქ სადაც მნიშვნელოვანია გადაწყვეტილების ახსნა ან გამართლება

ვიყენებთ მამდანის ტიპის ფაზი მოდელი. მამდანის ტიპის მოდელი განიხილავს $y = f(x_1, x_2, \dots, x_n)$ ობიექტს, სადაც არის n $X = (x_1, x_2, \dots, x_n)$ შესავალი და ერთი გამოსავალი y . არაწრფივი დამოკიდებულება შემავალ და გამავალ მონაცემს შორის არის აღწერილი სწავლების ბაზას სახით:

$$\begin{aligned}
 & \text{IF } (x_1=a_{1,j1}) \text{ AND } (x_2=a_{2,j1}) \text{ AND...AND } (x_n=a_{n,j1}) \\
 & \text{OR } (x_1=a_{1,j2}) \text{ AND } (x_2=a_{2,j2}) \text{ AND...AND } (x_n=a_{n,j2}) \\
 & \quad \dots \\
 & \text{OR } (x_1=a_{1,jk_j}) \text{ AND } (x_2=a_{2,jk_j}) \text{ AND...AND } (x_n=a_{n,jk_j}) \\
 & \text{THEN } y=d_j, i = \overline{1, m} ,
 \end{aligned}$$

სადაც $a_{i,jp}$ ლინგვისტური ტერმია რომელიც აფასებს ცვლადს x_i სტრიქონში, რომლის ნომერია j_p ($p = 1, k_j$); k_j - არის სტრიქონის კავშირების რაოდენობა, სადაც გამოსავალი y შეფასებულია ლინგვისტურ ცვლადით d_j -თი; m - ლინგვისტური ტერმების რაოდენობა, რომლებსაც ვიყენებთ გამოსავალი ლინგვისტური ცვლადის შესაფასებლად.



სურ. 1

სურ.1-ში ნაჩვენებია ალგორითმი ტექნოლოგიური მონიტორინგის ქვესიტემის მამდანის ფაზი მოდელის მიხედვით.

სუგენოს ტიპის მოდელში დამოკიდებულება შესავალს $X = (x_1, x_2, \dots, x_n)$ და გამოსავალს y შორის არის განსაზღვრული სწავლის ბაზით შემდეგი ფორმით:

$$\bigcup_{p=1}^{k_j} \bigcap_{i=1}^n (x_i = a_{i,jp}) \rightarrow y = b_{j,0} + b_{j,1}x_1 + b_{j,2}x_2 + \dots + b_{j,n}x_n, j = \overline{1, m},$$

სადაც $b_{j,i}$ - არის გარკვეული რიცხვები. სისტემის იდენტიფიკაცია მცირდება მოდელის პარამეტრების და სტრუქტურის განსაზღვრამდე, მონაცემების დაკვირვების და მისაწვდომი აპრიორი ინფორმაციის მეშვეობით. ავტორი აკეთებს ვარაუდს, რომ არაწრფივი დამოკიდებულება, რომელიც განსაზღვრულია არის წარმოდგენილი შესავალი-და გამოსავალი მონაცემების ნიმუშზე:

$$(X_r, y_r), r = \overline{1, M},$$

სადაც X არის შემომავალი მონაცემის ვექტორი, y_r - გამოსავალი r წყვილებში, და M - ნიმუშის ზომა.

ჩვენ ვიღებთ დისტილატორის სვეტის შესაბამის სტატიკურ მახასიათებლებს, როგორც მონაცემების წყაროს შემდგომი მუშაობისთვის და ლინგვისტური წესების ფორმირებისათვის. მოდელის შესავალს და გამოსავალს ჩვენ განვიხილავთ როგორც ლინგვისტურ ცვლადებს, რომელთა მნიშვნელობები შეგვიძლია ავირჩიოთ ტერმების შემდეგი სიმრავლიდან : {«Low», «Medium», «High»} X_F -თვის და $\frac{V}{EX_r}$ -თვის, და {«Low», «Under Medium», «Medium», «Over Medium», «High»} გამოსავალისთვის. ტერმების ფორმალიზაციისათვის გაუხის სიმეტრიული მიკუთვნების ფუნქციის საშუალებით.

$$\mu(x) = e^{-\frac{(x-h)^2}{2c^2}}$$

სადაც X არის ელემენტი უსასრულო სიმრავლიდან, h - არის მიკუთვნების ფუნქციის პარამეტრი (რომელიც აკორდინირებს მაქსიმუმს), c - მიკუთვნების ფუნქციის პარამეტრი (კონცენტრაციის ფაქტორი).

მასეთი მიკუთვნების ფუნქციის არჩევა გამოწვეულია მისი სიმარტივით და საკმარისი მოქნილობით. ის არის განსაზღვრული მხოლოდ ორ პარამეტრით, რომლებიც ამცირებენ ოპტიმიზაციის ამოცანის განზომილებას, რომელიც იქმნება პარამენტრების იდენტიფიკაციის ფაზაში.

განზაზღვრული დამოკიდებულების გრაფის ვიზუალური დაკვირვების შედეგათ გაკეთდა სწავლს ბაზის შვიდი წესის ფორმულირება. რომელიც არის სტრუქტურულ იდენტიფიკაციის ფაზის ბოლო.

X_F	V/FX_F	y
Low	Low	Low
Low	Medium	Under Medium
Low	High	Over Medium
Medium	Low	Under Medium
Medium	Medium	Medium
Medium	High	Over Medium
High	Low	Over Medium
High	Medium	Over Medium
High	High	Over Medium

დამოკიდებულება შემავალს და გამავალს შორის მამდანის ტიპის მოდელში ხორციელდება შემდეგი ტიპის სწავლის ბაზის გამოყენებით:

IF (steam flow «Low») **AND** (substantiality of wash distillate « Low ») **THEN** (wash distillate flow «Low»)

IF (steam flow « Low») **AND** (substantiality of wash distillate « Medium ») **THEN** (wash distillate flow «Under Medium»)

IF (steam flow « Low ») **AND** (substantiality of wash distillate «High») **THEN** (wash distillate flow «Over Medium»)

IF (steam flow «Medium») **AND** (substantiality of wash distillate «Low») **THEN** (wash distillate flow « Under Medium »)

IF (steam flow « Medium ») **AND** (substantiality of wash distillate « Medium ») **THEN** (wash distillate flow « Medium »)

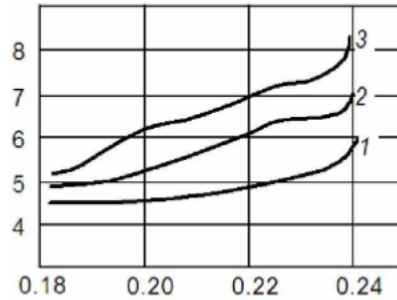
IF (steam flow « Medium ») **AND** (substantiality of wash distillate «High») **THEN** (wash distillate flow «Over Medium»)

IF (steam flow «High») **AND** (substantiality of wash distillate «Low») **THEN** (wash distillate flow «Over Medium»)

IF (steam flow «High») **AND** (substantiality of wash distillate « Medium ») **THEN** (wash distillate flow « Medium »)

IF (steam flow «High») **AND** (substantiality of wash distillate «High») **THEN** (wash distillate flow «Over Medium»)

ფაზი მოდელი არის კონსტრუირებული სწავლის ბაზის დახმარებით და ლინგვისტური წესების მეშვეობით:

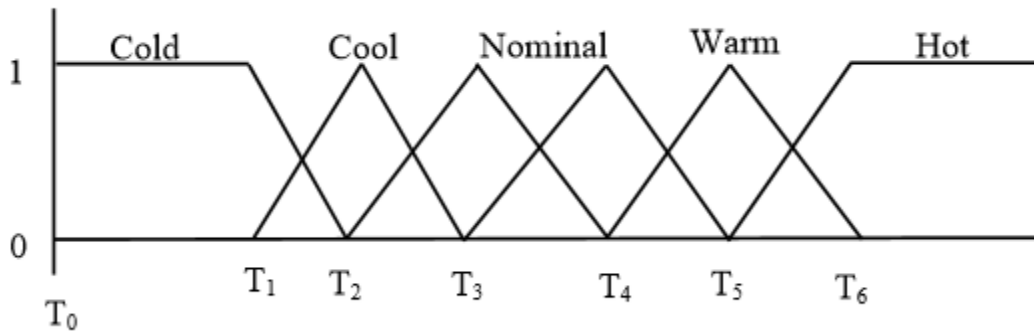


ტექნოლოგიური მონიტორინგის ქვესისტემა არის ერთ-ერთი გადაწყვეტილების მიღების სისტემა, რომელიც ეხმარება პიროვნებას ვინც იღებს გადაწყვეტილებას გადაჭრას გაურკვეველი სიტუაციები და მიიღოს სწორი გადაწყვეტილება, უკვე არსებული წესების ბაზის და რეკომენდაციების საშუალებით, ან უზრუნველყოს გადაწყვეტილებებით, რომლებიც იყო მიღებული უკვე წარსულში. ფაზი მოდელები და ალგორითმები ინფორმაციის დამუშავებისათვის გვაძლევენ საშუალებას ავაგოთ მონაცემი და გავაკეთოთ ობიექტის ქცევის პროგნოზი მომავალში. პროცესის მოდელის სტრუქტურული იდენტიფიკაცია გვაძლევს უფლებას უფრო მიუახლოვოთ ობიექტის ოპერაციების რეალურ პირობებს, განვსაზღვროთ მისი მიმდინარე მდგომარეობა და ავიღოთ ეფექტური გადაწყვეტილებები კონტროლის ქვეშ. იდენტიფიკაცია ფაზი ლოგიკის დასკვნის გამოყენებით არის ერთ-ერთ ეფექტური მეთოდი არა წრფივი დამოკიდებულებების მოდელების ასაგებათ. კვლევის შედეგათ მივაგენით რომ ლინგვისტური ინფორმაციის გამოყენება ექსპერტული წესების სახით "IF-THEN", შეუძლია მნიშვნელოვნად შეამციროს მოთხოვნადი სასწავლო სიმრავლეების რაოდენობას ფაზი იდენტიფიკაციისათვის. იდენტიფიკაცია სუგენოს ტიპის გამოყენებით, როგორც წესი უზრუნველყოფს უფრო დიდ სისწორეს ექსპერიმენტალური მონაცემების დიდი ზომის ნიმუშებისათვის. თუმცა, არსებობს სირთულეები ფაზი მოდელის პარამეტრების შინაარსის განმარტებაში. მასეთი სირთულეები არ არის მამდანის მოდელში. მისი პარამეტრები შესწავლის შემდეგ ადვილად ინტერპრეტირდება ფაზი მოდელის მომხმარებლებისათვის.

2.2 ტემპერატურის კონტროლი ფაზი ლოგიკის გამოყენებით

ამ ნაშრომში გამოიყენება მიკროკონტროლერი ფაზი ლოგიკის კონტროლის განსახორციელებლად.[7] სისტემა, რომელიც მიზნად ისახავს გარემო ტემპერატურის სითბოს კონტროლს ვენტილატორის სიჩქარის და გამათბობელის რეგულაციის საშუალებით. მიკროკონტროლერი უნდა მიიღოს გადაწყვეტილება გარე ტემპერატურულ პირობებზე დაყრდნობით. ტემპერატურის ცვლადი რომელიც შეიძლება მიეწოდოს სისტემას შეიძლება იყოს გაიყოს შემდეგ მნიშვნელობებზე "Cold", "Cool", "Moderate", "Warm", "Hot", "Very hot". ამათ შორის საზღვრების გაკეთება ძალიან

მნელია. ხერხი რომლის საშუალებით გადავაქცევთ ამ მნიშვნელობებს ფაზი მნიშვნელობებათ, ეს არის დავუშვათ მათ შეიცვალონ თანდათანობით ერთ მდგომარეობიდან შემდეგში. ტემპერატურული შემავალი მდგომარეობები შეიძლება განვსაზღვროთ კუთვნილების ფუნქციით:



შემავალი ცვლადები ფაზი კონტროლის სისტემაში არის ასახული მიკუთვნების ფუნქციების სიმრავლეებით, ცნობილი როგორც ფაზი სიმრავლეები. პროცესი, რომელიც აკავშირებს მკაფიო შემავალ მნიშვნელობას ფაზი მნიშვნელობასთან არის ფაზიფიკაცია. ფაზი სისტემას შეუძლია ასევე გაითვალისწინოს ანალოგური შესავალი 0 ან 1 ამ ფუნქციებში.

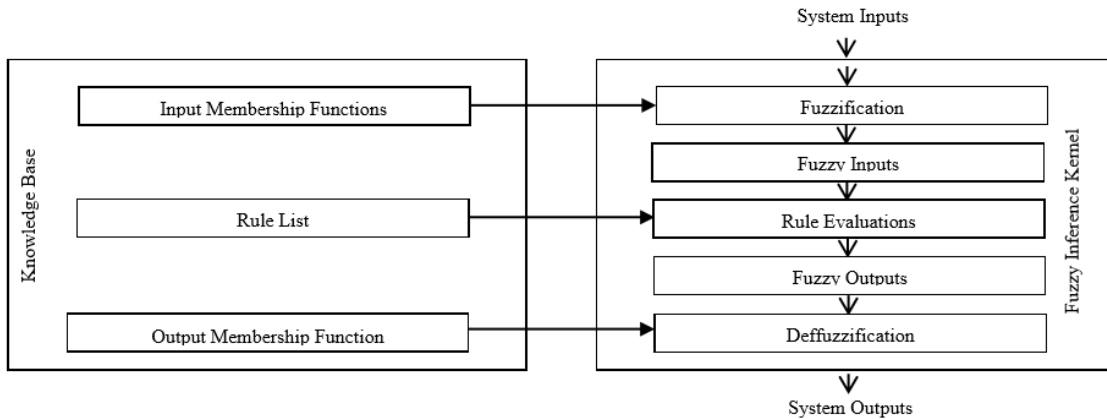
მოცემული ასახვა შემავალ ცვლადების მიკუთვნების ფუნქციებში აძლევს მიკროკონტროლერს საშუალებას განსაზღვროს რა მოქმედება გააკეთოს წესების სიმრავლეებზე დაყრდნობით, თვითივე ფორმისთვის. მაგალითად თუ გარე ტემპერატურა არის თბილი, მაშინ ვენტილატორის სიჩქარე არ არის მასეთი ჩქარი და გათბობა არის დაბალი. ამ მაგალითში შემავალი ტემპერატურის ცვლადები აქვთ მნიშვნელობა ფაზი სიმრავლიდან. გამავალი ცვლადები რომელიც არის ვენტილატორი და გათბობელი, რომლებიც ასევე არიან განსაზღვრული ფაზი სიმრავლეებით შეიძლება მიიღონ შემდეგი მნიშვნელობები: “static”, “slightly increased”, “slightly decreased” და სხვა.

ფაზი კონტროლის პროცესი შეიცავს შემავალ ნაწილს, დამუშავების ნაწილს და გამოსავალ ნაწილს. შემავალი ნაწილი ასახავს სენსორს ან სხვა შემოსავალს, მაგალითად გადამრთველებს, ბორბლებს და ა.შ, შესაბამის წესს და აგენერირებს შედეგს თითოეულისთვის. დამუშავების ნაწილი არის დაყრდნობილი ლოგიკური წესების კოლექციაზე If-Then სახის, IF სადაც ნაწილი არის “antecedent” (წინამორბედი) და THEN ნაწილი არის „consequent“ გამოსავალი. ტიპიურ ფაზი სისტემას აქვს ათობით წესები.

მიკროკონტროლერით მართვად სისტემას აქვს ცოდნის ბაზა და არამკაფიო გამოსავალის ბირთვი, რომელიც ეშვება პერიოდულად, რომ განსაზღვროს სისტემის გამოსავალი მიმდინარე სისტემის შესავალზე. სწავლის ბაზა შეიცავს ლოგიკურ წესებს და მიკუთვნების ფუნქციებს.

ფაზიფიკაცია: მიმდინარე შესავალი მნიშვნელობები დარდება შენახულ მიკუთნების ფუნქციებთან, რომ განისაზღვროს, რამდენად სწორია ყოველი ლინგვისტური ცვლადი.

წესების დამუშავება: წესების დამუშავება სწავლის ბაზიდან მიმდინარე შესავალის გამოყენებით, რომ ვაწარმოთ გამოსავალი ლინგვისტური ცვლადების სია.

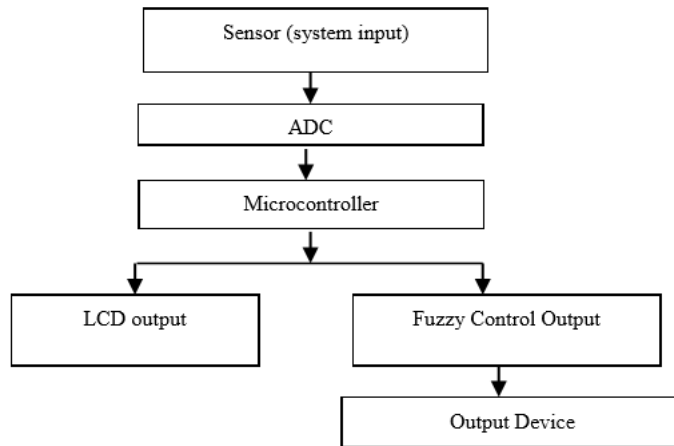


გამოსავალი: გულისხმობს რჩევას თუ რა უნდა იყოს სისტემის გამოსავალი მიმდინარე შესავალზე.

დეფაზიფიკაცია: გადაყვანა ფაზი გამოსავლის ციფრულ გამოსავლაში.

სისტემის შესავალი არის ცვლადები წარმოდგენილი ტემპერატურული სენსორების სახით. ეს სენსორები აწვდიან სიგნალს ADC (Analogue to Digital Converter). ADC გადაჰყავს ანალოგური სიგნალები ციფრულში, რომელიც არის გასაგები მიკროკონტროლერისთვის. მიკროკონტროლერი არის სიტემის მთავარი ნაწილი. ის შეიცავს ლოგიკის ბირთვს და სწავლის ბაზას.

ბირთვი ეშვება პერიოდულად, რომ განსაზღვროს სისტემის გამოსავალი მიმდინარე შესავალზე დაყრდნობით. სწავლის ბაზა შეიცავს წესებს და მიკუთნების ფუნქციებს. ბირთვი არის მიკროკონტროლერის ძრავი, სადაც ხდება ფაზიფიკაცია, წესების შეფასება და დეფაზიფიკაცია. ფაზი გამოსავალი არის განხორციელებული გამოსახვის ერთეულით. გამოსავალზე გვაქვს შემდეგი:



შემავალი პროგრამული დიზანი არის ფაზიფიკაციის პროცესი. იწყება ფაზი სიმრავლეების შექმნით, ყოველ ფაზი მდგომარეობისათვის. ეს სიმრავლეები არის შემდეგი:

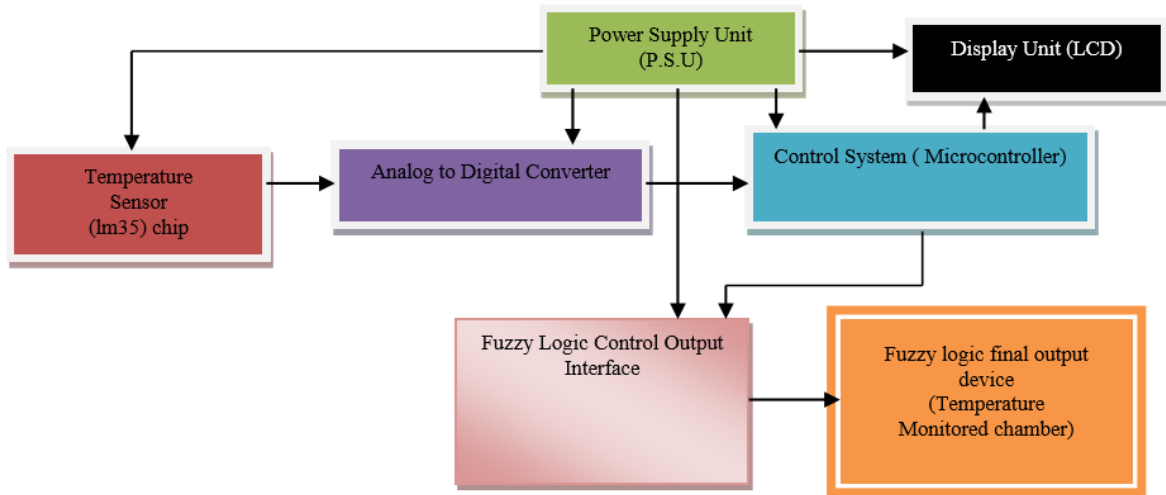
S /N	Fuzzy Sets (Representing Temperature ranges in °C.)	Fuzzy State
1	Fuzzy set 1: {0,1, 2,3,...,10°C}	Very Cold
2	Fuzzy set 2: {11,12,13,...,21°C}	Cold
3	Fuzzy set 3: {22,23,24,...,32°C}	Warm
4	Fuzzy set 4: {33,34, 35,...,43°C}	Hot
5	Fuzzy set 5: {44,45,46,...,100°C}	Very Hot

ცხრილი წარმოადგენს ფაზი შემავალი სიმრავლეებს. ყოველი მათგანი კონვერტირდება ციფრულ ეკვივალენტში და გადაეცემა მიკროკონტროლერს. მიკროკონტროლერი შედარების მეშვეობით და ADC საშუალებით ამოწმებს რა არის შემოსული ტემპერატორული სენსორისგან. უკვე განსაზღვრული საზღვრებით და ამით ახორციელებს მოთხოვნილ ფაზი ოპერაციას. კონტროლირებადი სისტემის ტემპერატურული მონაკვეთი განსაზღვრავს რა ინსტრუქციას მისცემს კონტროლერი გამოსავალ მოწყობილობებს. ყოველი გამოსავალი არის განსაზღვრული ფაზი სიმრავლეში, რომელიც იყოფა დაკვირვების ტემპერატურად.

დეფაზიფიკაციის პროცესი ხდება მიკროკონტროლერის ფაზი გადაწყვეტილების დეკოდირებით რომელიც არის დაყრდნობილი შემავალი ფაზი სიმრავლეებზე და ფაზი მართვის ალგორითმზე. დაბლა არის ნაჩვენები ყოველი ფაზი სიმრავლისთვის შესაბამისი ტემპერატურა და ფაზი მდგომარეობა, რომელიც ერთდროულად განახორციელებს მოსალოდნელ ფაზი მოქმედებას (გამოსავალს) მონიტორინგის კამერაში. მიკროკონტროლერის გამოსავალი გადაეცემა საბოლოო გამოსავალ მოწყობილობებს, გამოსავალი ინტერფეისის მეშვეობით. საბოლოო ფაზი მოწყობილობები არიან AC ვენტილატორი, რომელიც აკონტროლებს სიგრილეს და AC გამათბობელი. საბოლოო ფაზი გამოსავლისთვის, მაგალითად კონტროლის კამერის ტემპერატურის აწევა გამოიწვევს გამთბობის ტემპერატურის აწევას და პირიქით. დაბლა ცხრილი გვიჩვენებს ფაზი გადაწყვეტილებების შედეგებს განხორციელებული მიკროკონტროლერის მიერ, და საბოლოო გამოსავალი მოწყობილობის მდგომარეობა ყველა ფაზი მდგომარეობასთვის.

S /N	Heater Voltage in (V a.c)	Cooler Voltage in (V a.c)	Fuzzy State
1	220V	90V	Very Cold
2	180V	130V	Cold
3	150V	150V	Warm
4	130V	180V	Hot
5	90V	220V	Very Hot

ბლოქ დიაგრამა გვიჩვენებს სიტემის საერთო სურათს:



ფაზი ლოგიკის მართვის სისტემის აგება ეს არის გზა ინდუსტრიული ავტომატიზაციის გაუმჯობესებისათვის. ეს დარგი ასევე გააუმჯობესებს და წინ წაიყვანს მართვის ინჟინერიის სწავლებას თანამედროვე სისტემებში.

2.3 ფაზი ლოგიკა ქიმიური პროცესებისთვის

ბევრ ქიმიურ საინჟინო სისტემებში, პროდუქციის მახასიათებლების კლასიფიკაციის ხარისხი ხორციელდება ექსპერტების მიერ, იმის გამო რომ არ არსებობს საზომი მოწყობილობები. [8] მათემატიკური მოდელის აგება მსგავს სისტემებისთვის არის ძალიან რთული ამოცანა. ქიმიური ინჟინერია იყენებს ფაზი ლოგიკას აგენტების გამოსავლენად ასევე როგორც გაზის გამოსავლენად. ასევე პროცესების კონტროლისთვის, კინეტიკაში და ა.შ. ამ ნაშრომში განიხილება ეგ სისტემები. ჩვენ შევეხებით ძირითადად ინდუსტრიულ პროცესების მართვას [9].

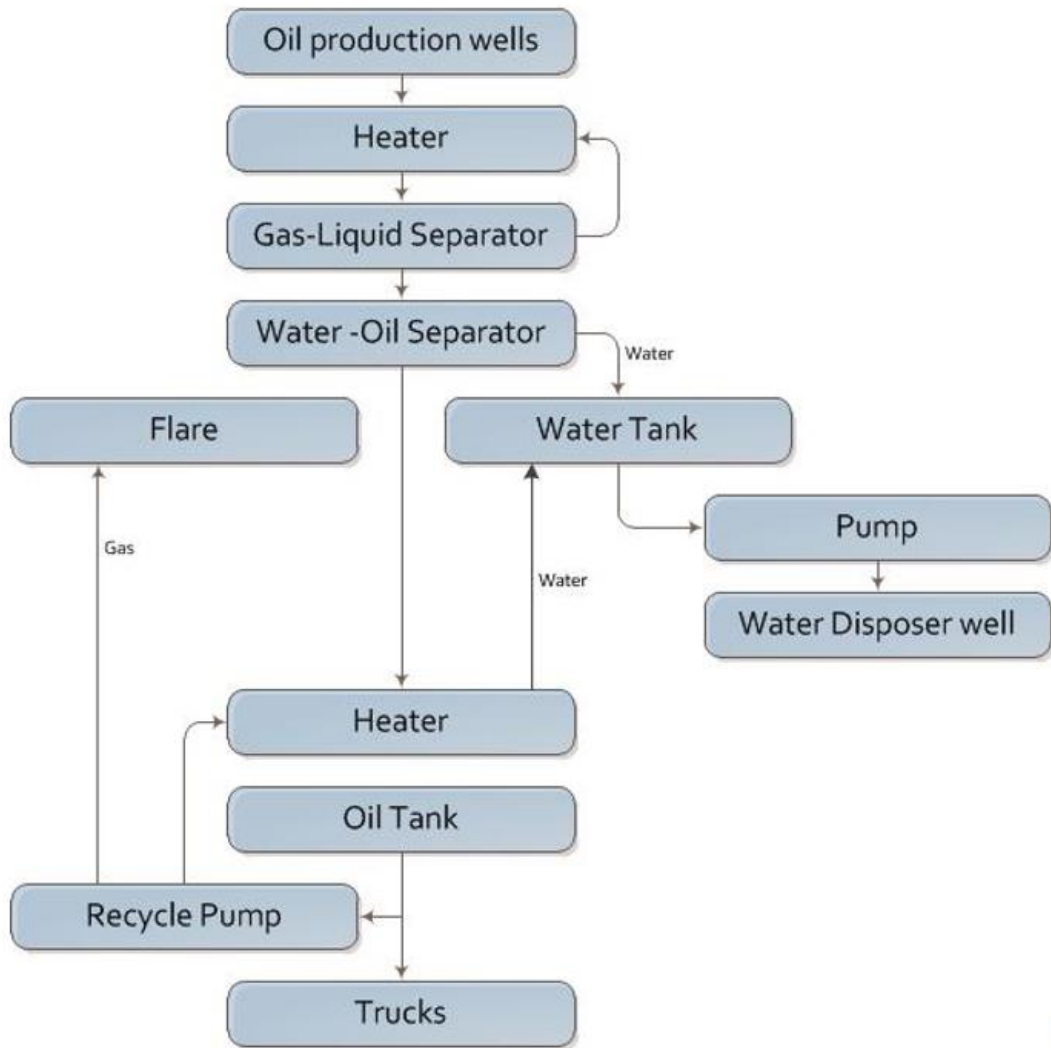
ღუმელის კონტროლი

ბევრ ღუმელის მუშაობას ახასიათებს კონსტანტები და არა ერთი ცვლადი, რომელიც შეიძლება გამოვიყენოთ პროცესის კონტროლისთვის. ამ ღუმელებისთვის ზოგადად ვიყენებთ წესებზე დაყრდნობილი ექსპერტული სისტემებს და ფაზი ლოგიკის კონტროლის სისტემებს. ეს სისტემები იყენებენ ღუმელის პარამეტრების შესავალს, როგორც არის საწვავის შესავალი, არსებული გაზის ტემპერატურა, ჟანგბადის არსებობა, CO გაზის არსებობა, კვების მნიშვნელობა და ა.შ, რომ გაკეთდეს ღუმელის მუშაობის მდგომარეობა. კონტროლის სისტემა არეგულირებს შემავალს, რომ მიიღოს პროდუქტის პარამეტრების სიმრავლის უფრო ოპტიმალური მნიშვნელობა, რომ ავამაღლოთ ხარისხი და წარმოება. ეს სისტემები ეფექტურად ასრულებენ ოპერატორის ფუნქციას. ამ სისტემების სირთულიდან გამომდინარე, ისინი არიან ძალიან ძვირადღირებულიები. მაგრამ პროდუქციის წარმოების ეფექტურობის აწევის

ხარჯზე აიწევა შემოსავალიც. ანუ ინვესტიცია ამ სისტემებში მოიტანს უფრო დიდ სარგებელს.

ზეთის ორთქლი

ზეთის ბატარეის მუშაობის პროცესი ნაჩვენებია დაბლა.

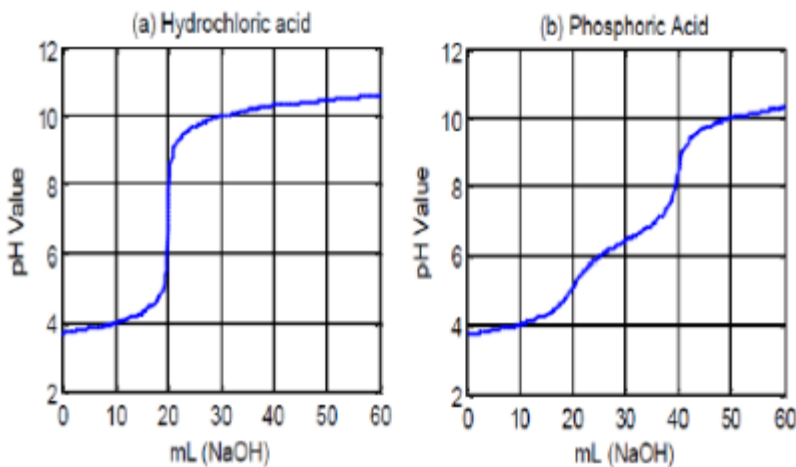


ამ ბატარეის ოპერატორები იყენებენ ხშირად პირად გამოცდილებას, როგორც საფუძველს პროცესის ოპერაციების საკონტროლებლად. მაგრამ ოპერატორის გამოცდილების უზუსტობის გამო, ოპტიმალური კონტროლი შეუძლებელია რომ განხორციელდეს. როდესაც დგება კრიზისული სიტუაცია, სხვადასხვა ოპერატორი რეაგირებს სხვადასხვანაირად ახდენს . აქედან გამომდინარე, ავტომატური კონტროლერის შექმნა შეიძლება გააძლიეროს მდგრადობა და ოპერაციების ეფექტურობა , რითაც გაუმჯობესების გამომავალი ზეთის ხარისხის . აქედან

გამომდინარე, Liao et al. წარმოადგინეს ავტომატური ფაზი ლოგიკის კონტროლერი (FLC), რომელიც შეიძლება გამოყენებულ იქნას წარმოებადი ზეთის ხარისხის გაუმჯობესებისთვის.

2.4 pH ნეიტრალიზაციის პროცესის კონტროლი ფაზი ლოგიკის გამოყენებით

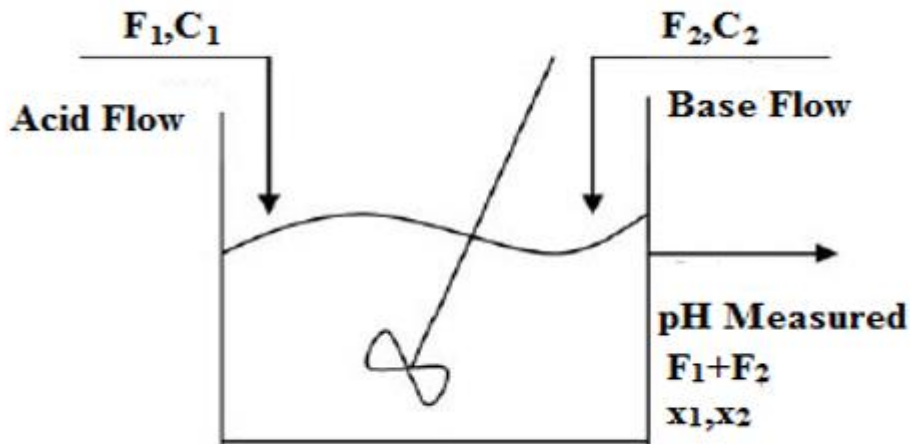
pH ნეიტრალიზაციის პროცესი არსებობს ძალიან ბევრ ინდუსტრიულ დარგში, როგორც არის ფარმაცია, ქიმია, ბიოტექნოლოგია, წყლის ინდუსტრიაში და სხვა [9]. pH პროცესი არის არაწრფივი და შეიცავს დროში ცვალებად პარამეტრებს. ამის გამო ვერ ყალიბდება ზუსტი მათემატიკური მოდელი ამ პროცესისთვის. მაგისტომ საჭიროა არაწრფივი მოდელების შემუშავება. ამ მოდელების შემუშავება შეგვიძლია ფაზი ლოგიკის და ნეირონული ქსელების სტრატეგიების გამოყენებით. PI კონტროლერთან შედარებით ფაზი ლოგიკა გვაძლევს საუკეთესო გადაწყვეტილებას. ამ ნაშრომში ავტორი ახორციელებს ინსტრუმენტის შექმნას pH პროცესის კონტროლისთვის.



pH კონტროლის მეთოდები ჩვეულებრივ იყოფიან სამ ძირითად კატეგორიად. პირველი კატეგორია არის გახსნილი ციკლის კონტროლი, სადაც გარკვეული მნიშვნელობა არის ღია და ინახება რაგაც პოზიციაში გარკვეული დროით. მეორე კატეგორია არის დაყრდნობილი პასუხის კონტროლზე სადაც არის პირდაპირი კავშირი ღია და პროცესში მყოფი pH შორის. მესამე კონტროლის მეთოდი, რომელსაც ხშირად იყენებენ არის შეცვლის ან კონტროლის პროცესის გამოყენებით მისი მოსალოდნელი შედეგები და ეფექტი, სადაც კონტოლერი აკომპენსირებს ნებისმიერ არეულობას სანამ ის იმოქმედებს პროცესზე.

pH კონტროლი არის აუცილებელი ბევრ ინდუსტრიულ პროცესში. ძირითადი სტრატეგია არის სითხის pH ნეიტრალიზაცია, ანუ pH მნიშვნელობის მიახლოება 7-დე. მუდმივად მოძრავი ტანკი (Continuously Stirred Tank Reactor (CSTR)) გამოიყენება

ამ პროცესისთვის. იმის მიხედვით თუ რა მნიშვნელობა აქვს pH სენსორში, მჟავა ან ძირი ემატება გადაწყვეტილებას ნეიტრალიზაციის მისაღწევად.



სადაც C_1 , C_2 არის მჟავის კონცენტრაცია და ძირითადი ორთქლი შესაბამისად, x_1 , x_2 არის კონცენტრაცია მჟავის რომელიც არ შედის რეაქციაში და ძირითადი გამოსავალი ტანკში in tank, F_1 , F_2 არის მჟავის და ორთქლის დენა, F_1+F_2 არის იმ ორთქლის დენა, რომელიც ახდენს გავლენას, V არის მოცულობის ნარევი. დამახასიათებელი ტოლობა pH-ვის არის:

$$pH = -\log \left(\sqrt{0.25C^2 + 10^{-14}} + 0.5C \right)$$

სადაც C არის ზედმეტი კონცენტრაცია რომელიც ზომავს წყალბადის იონების კონცენტრაციის სიჭარბეს, რაც არის ნაპოვნი წყალში.

ბევრი პროცესი რეალურ სამყაროში არ არის წრფივი რადგან მაგათი ბუნება არის რთული და მაგათი მართვა კლასიკური მეთოდებით ძნელია. არაწრფივი სისტემები ვისი მათემატიკური მეთოდები არ არის ცნობილი შეიძლება გავაკონტროლოთ ადვილად ფაზი ალგორითმების მეშვეობით, ინტუიციაზე დაყრდნობით ან ოპერატორების გამოცდილებაზე. ამ პროცესის სამართავად გამოიყენება ფაზი კონტროლერი, რომელიც შედგები ოთხ ნაწილისგან ეს არის :

1. ფაზი ინტერფეისი

ზომავს ცვლადების მნიშვნელობებს, ახორციელებს შემავლ ცვლადების გადაყვანას შესაბამის სიმრავლეში. და საბოლოოდ გადაყვას მონაცემი ლინგვისტურ ცვლადებში, რომლებიც არიან გამოსახული ფაზი. ის შეიცავს წესების ბაზას. ბაზა უზრუნველყოფს საჭირო გადაწყვეტილების განსაზღვრებს, რომლებიც განსაზღვრავენ ლინგვისტური კონტროლის წესებს და მონაცემის მანიპულაციას კონტროლერში.

2. სწავლის დაზა

სწავლის ბაზა შეიცავს აპლიკაციის ცოდნას სფეროს შესახებ

3. გადაწყვეტილების მიღების სისტემა

გადაცვეტილების მიღების ლოგიკა არის ძირითადი კომპონენტი FLC-ში. მას აქვს უნარი გააკეთოს ადამიანის მიერ მიღებული გადაწყვეტილების სიმულაცია, რომელიც არის დაყრდნობილი ფაზი კონცეპტზე და შესაძლებლობა დაასკვნას ფაზი კონტროლის მოქმედება, ფაზი გავლენის გამოყენებით და გამოსავლის წესები ფაზი ლოგიკაში.

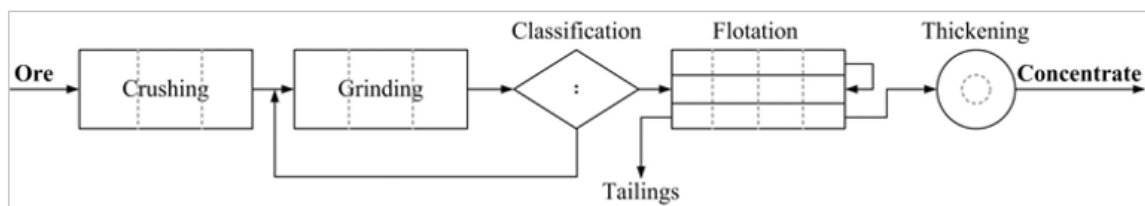
4. დეფაზიფიკაციის ინტერფეისი

დეფაზიფიკაციის ინტერფეისი აკონვერტირებს გამოსავალს გარკვეულ სიმრავლეში.

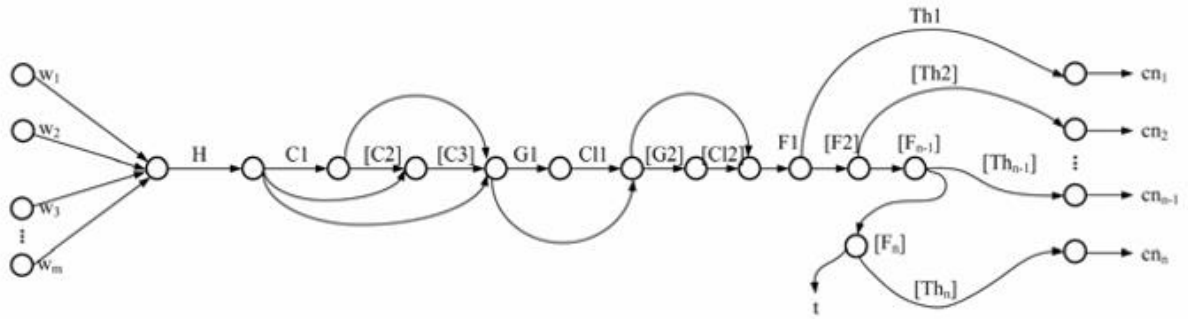
ამ პროცესის სამართავად არის შექმნილი ძალიან ბევრი კონტროლერები სხვადასხვა ქვეყანაში, რომელიც აკონტროლებს ნეიტროლიზაციის პროცესს. ის აძლევს საშუალებას მიიღონ ოპტიმალური გადაწყვეტილება. ეს კონტროლერი შეიძლება გამოვიყენოთ ჩვეულებრივი კონტროლერებთან, რომ მივიღოთ საუკეთესო შედეგი. მასეთ კონტროლერებს ეძახიან ჰიბრიდულ კონტროლერებს. ასევე გენეტიკური ალგორითმები და ნეირონული ქსელების ტექნოლოგია შეიძლება გამოვიყენოთ ფაზილოგიკასთან ერთად, რომ მივაღწიოთ სისტემის მეტი შესრულებლობას და მრავალმხრივობას. ალბათობის ფაზი სისტემები რომლებიც არიან ფაზი ლოგიკის და ალბათობის კონბინაცია, შეიძლება გამოვიყენოთ რეალური სისტემების მოდელირების და მართვისთვის, რომლებიც ბუნებით არიან შემთხვევითები.

2.4 გადაწყვეტილების მიღების სისტემა მინერალების დამუშავებაში

მინერალების დამუშავების ზოგადი მოდელის სტრუქტურა წარმოდგენილია მასეთი სახით:

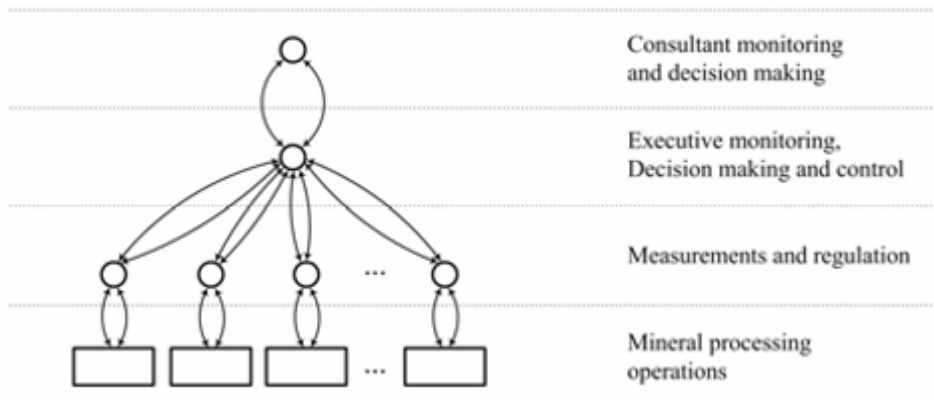


შემდეგი გრაფი წარმოადგენს მოვლენებს და კავშირებს მინერალების პროცესის ოპერაციებს შორის.



გრაფის კვანძები წარმოადგენენ მოვლენებს, სადაც ტოტი წარმოადგენს მოქმედებას. მოვლენას აქვს ადგილი თუ ყველა შემავალი ტოტი ამ კვანძში დასრულებულია.

ყოველი გადაწყვეტილების მიღების პროცესი შეიცავს რეალური დროის გადაწყვეტილების მიღებას მოვლენების და პროცესების შესახებ კონტროლის სიტემაში. გრაფი წარმოადგენს მონიტორინგის გრაფს მართვის მინერალური პროცესების ოპერაციებისთვის. გრაფი არის ამსახველი იმ ფაქტი, რომ მართვა არის დამოკიდებული ორგანიზაციულ სტრუქტურაზე, იერარქიულ ტოპოლოგიაზე, და ფუნქციანოლურ კავშირებზე სისტემაში.

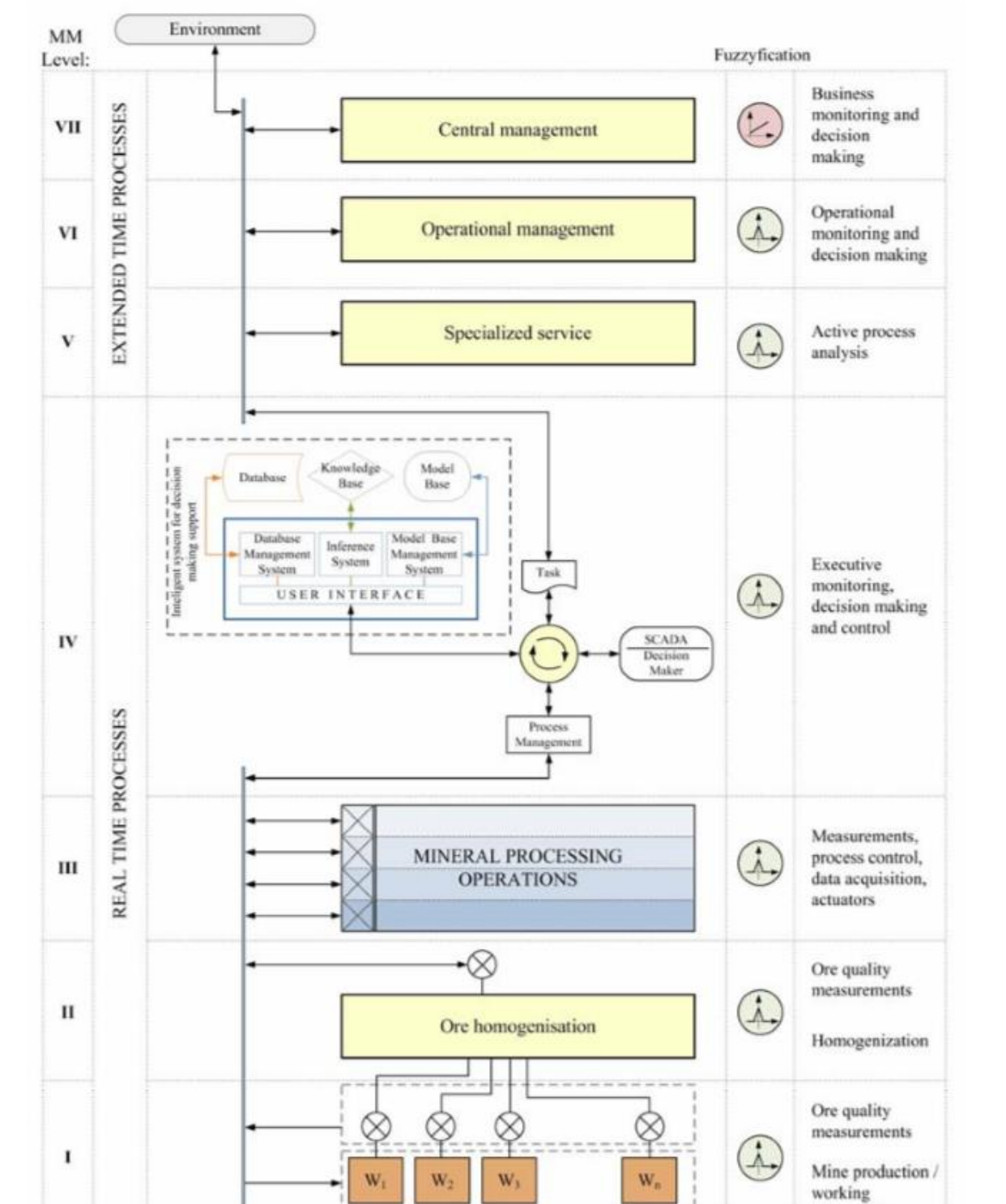


გრაფი აჩვენებს რომ მართვის არქიტექტურა მონიტორინგის სტრუქტურა არის პირამიდული ტიპის, რაც ნიშნავს რომ მანდ არის მყისიერი კავშირი პროცესის მართვის დონის და მონიტორინგის დონის შორის. მინერალურების მართვის პროცესების ოპერაციები ეკუთნიან რისკების პროცესების კლასს, მაგათი ბუნებიდან გამომდინარე, სირთულის, გარე გავლენის ცვალებადობის გამო, საჭიროა ჩატარდეს უსაფრთხოების მოქმედებები. ეს ხნის ზუსტად პირამიდულ სტრუქტურას.

სისტემები, როგორც არის მინერალურების პროცესის სისტემები შეიცავს ძალიან ბევრ შიდა და გარეთა ფაქტორს. ძალიან ძნელია წინასწარ შეაფასო ეს ფაქტორები.

აქედან შეიძლება დავადგინოთ, რომ გვჭირდება მონიტორინგის სისტემა რომელიც გააკონტროლებს ამ პროცესს. ამ ყველაფრის გათვალისწინებით შეიქმნა 7 დონიანი სისტემა, რომლის ფაზიფიკაცია ხდება ყველა დონეზე. რომელიც უზრუნველყოფს ადვილ გაფართოებას და ადაპტაციას რეალურ სისტემის ცვლილებისას, მონიტორინგის სისტემის მუშაობის ამაღლებას, უნარი დაამუშაოს ფაზი მონაცემი, მართვის ლოგიკის რეალიზაცია, მონაცემის ტრასფერი რეალურ პროცესისგან უფრო მაღალ დონეებზე, ინფორმაციის და მონაცემის არქივირება, მონაცემის ფილტრაცია, პასუხის მოქმედებები რეალურ სისტემის კომპონენტებისთვის.

ზამოთ ნახსენები დასკვნებზე დაყრდნობით და პირობების დამუშავებით იყო შექმნილი და წარმოდგენილი შემდეგი სახით:



მოდელი არსებითად განსხვავდება კონცეპციაში აქამდე არსებული მოდელებისგან. მოდელი შედგები 7 ფაზირებულ კონტროლის დონისგან. Ore წარმოება (რუდა), ჰომოგენიზაციისგან; მინერალური საწარმოს წარმოების პროცესი, შესრულებადი

მონიტორინგიდან, გადაწყვეტილების მიღებისგან და კონტროლისგან, აქტიური პროცესების ანალიზისგან, ოპერაციული მონიტორინგისგან და მართვისგან, ბიზნეს მონიტორინგისგან და გადაწყვეტილების მიღებისგან. და ასევე დეფაზიფიკაციისგან, რომლის მიზანია გადაიყვანოს ფაზიფიცირებული გამოსავალი ზუსტ მნიშვნელობაში. მართვის ალგორითმი წარმოადგენს გარკვეული ფაზი ინსტრუქციების სიმრავლეს, რომლებიც უზრუნველყოფენ შესაბამის გადაწყვეტილებით პრობლემას. ფაზიფიკაცია ამ შრეების სრულიად გამართებულია რეალური სისტემის სირთულიდან გამომდინარე, მათემატიკური არწერილობის ნაკლებობიდან გამომდინარე, პროცესის დინამიურობიდან გამომდინარე, პროცესის დამახასიათებლების ცვლილებებიდან გამომდინარე და ასევე პროცესის არასიწრფივიდან გამომდინარე.

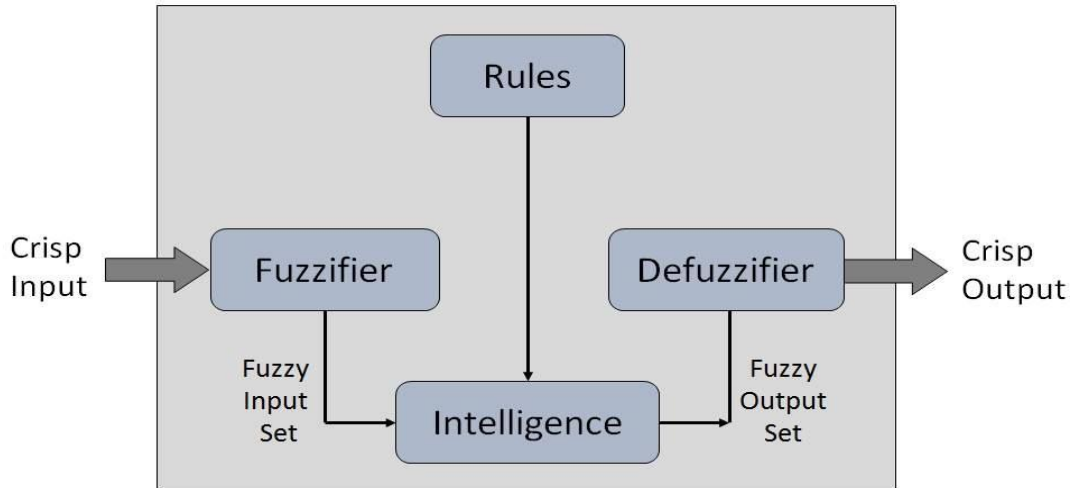
დღესდღეობით არსებობს ძალიან ბევრი გადაწყვეტილების მიღების სისტემა ამ მიმართულებით, რომლებიც იყენებენ არამარტო ფაზი ლოგიკას, არამედ სხვა მეთოდებს ფაზი ლოგიკასთან შერწყმით. მაგალითად ნეირონულ ქსელები, მანქანურ სწავლება და სხვა.

3. კვლევის მიზანი და ამოცანები

კვლევის მიზანი არის სწორედ ისეთი ინფორმაციული ტექნოლოგიის დამუშავება, რომელიც საშუალებას მოგვცემდა აგვეგო ნებისმიერი ინდუსტრიული ტექნოლოგიური პროცესის ოპერატიული, ავტომატური მართვისათვის საინფორმაციო სისტემების სტრუქტურა და კომპონენტები ფაზი ლოგიკისა და ლინგვისტური ცვლადების გამოყენებით, რაც დღესდღეობით სუბიექტური, ექსპერტული ინფორმაციის ფორმალიზაციის, დამუშავებისა და გამოყენების მთავარი მეთოდებია.

4. კვლევის მეთოდიკა

კვლევის მეთოდიკა არის ფაზი ლოგიკისა და ფაზი სიმრავლეების გამოყენებაზე დაფუძნებული.[1][2]



5. მიღებულ სამეცნიერო შედეგები

გვაქვს გამოქვეყნებული სტატია „Designing a Decision Making Support Information System for the Operational Control of Industrial Technological Processes“ მაღალრეიტინგულ სამეცნიერო ჟურნალში. I.J Information Technology and Computer Science Published in MECS (www.mecs-press.org/ijitcs/v7n9.html).

სტატიაში განხილულია კონკრეტული ტექნოლოგიური პროცესის – კირის საინფორმაციო სისტემის აგება ფაზი–ლოგიკის გამოყენებით, მართვის სრული ციკლისათვის – როგორც არაავარიულ, ისე ავარიულ რეჟიმებში მართვისათვის, შესაბამისი ექსპერტულ–ობიექტური ცოდნის ბაზების შექმნის საფუძველზე. კონკრეტულად განხილულია კირის ღუმელის მართვა მყისიერად ცვლადი პარამეტრებით.

ოპერატიული გადაწყვეტილებების მხარდამჭერი სისტემა ოპერატორებს აძლევს მყისიერ რჩევებს სწორი გადაწყვეტილებების მისაღებად სხვადასხვა ფაქტორების გათვალისწინებით, რაც მნიშვნელოვნად აუმჯობესებს ღუმელის მართვას, გამოშვებული პროდუქციის რაოდენობასა და ხარისხს, ანუ საწარმოს ეხმარება მთავარი მიზნის მიღწევაში, მაქსიმალური ეფექტიანობით მუშაობაში და მაქსიმალური ფინანსური მოგების მიღებაში. ოპერატიული გადაწყვეტილებების მიღების მხარდამჭერ სისტემაში ჩადებულია როგორც საწარმოს მაღალი კვალიფიკაციის თანამშრომლების, ისე ზოგადად კირის წარმოების ტექნოლოგიაზე არსებული სამეცნიერო ცოდნა, რაც საშუალებას იძლევა ღუმელის მართვაზე ოპერატორებისათვის მიცემული რჩევები ერთნაირად კარგი იყოს ყველა ცვლაში. სისტემა ტესტირებულია წინა წლების მონაცემების გამოყენებით. [3][4][5]

6. დასკვნა

არსებული რეალიზებული პროექტები აჩვენებს, რომ ფაზი-ლოგიკის გამოყენებამ ტექნოლოგიური პროცესების მართვაში მოგვცა უკეთესი გადაწყვეტილებები, მართვის სტანდარტულ ტექნიკასთან შედარებით. ფაზი-ლოგიკა იძლევა საშუალებას აიგოს გადაწყვეტილებების მიღების მრჩეველი სისტემები ოპერატორების გამოცდილებაზე და ექსპერიმენტების შედეგებზე დაყრდნობით და არა მათემატიკური მოდელების საშუალებით. ოპერატიული გადაწყვეტილებების მხარდამჭერი სისტემა ოპერატორებს აძლევს მყისიერ რჩევებს სწორი გადაწყვეტილებების მისაღებად, რაც მნიშვნელოვნად აუმჯობესებს მართვას, ინდუსტრიული პროცესის გაუმჯობესებას, ხარისხის ამაღლებას და მაქსიმალური ფინანსური მოგების მიღებას. ოპერატიული გადაწყვეტილებების მიღების მხარდამჭერ სისტემაში ჩადებულია როგორც საწარმოს მაღალი კვალიფიკაციის თანამშრომლების, ისე ზოგადად წარმოების ტექნოლოგიაზე არსებული სამეცნიერო ცოდნა.

7. გამოყენებული ლიტერატურა

- [1] Barnabas, B. (2013). Mathematics of Fuzzy Sets and Fuzzy Logic.
- [2] Deepa, S. N., Sivanandam, S. N., & Sumathi, S. (2007). Introduction to Fuzzy Logic.
- [3] Chandra, S. (2013). Waste Materials Used in Concrete Manufacturing.
- [4] Pascenco, A.A., Serbin, V.L., & Starchevsky, E.A. (1975). Cementing materials. Publisher Association "Vitsa School".
- [5] Oates, J. A. H. (2008). Lime and Limestone.
- [6] Nataliia Mosiichuk- „The subsystem of technological monitoring based on the methods of fuzzy logic“
- [7] P. Singhala, D. N. Shah, B. Patel –“Temperature Control using Fuzzy Logic”
- [8] M. R. Sarmasti Emami –“ Fuzzy Logic Applications in Chemical Processes”
- [9] Upadhye Priyanka Arun1, Sebastian George, S.A.Mobeen-, Control of pH Neutralization Process using Fuzzy Logic: A Review“
- [10] Igor MILJANOVIĆ, Slobodan VUJIĆ -“FUZZY MODEL OF THE COMPUTER INTEGRATED DECISION SUPPORT AND MANAGEMENT SYSTEM IN MINERAL PROCESSING”

