

საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტი

პროექტი №17

კომპიუტერით მართვადი ბალვანიზაცია

ონოზორების აპარატი

დასკვნითი ანგარიში

პროექტის ხელმძღვანელი ირინა გოცირიძე

## თბილისი 2014 წ.

### პროექტის მიზანი:

პროექტის მიზანს წარმოადგენს: გალვანიზაცია-იონოფორეზის კომპიუტერით მართვადი ხელსაწყო შექმნა, სამკურნალო-სარეაბილიტაციო მიზნებისთვის.

### პროექტის ძირითადი ამოცანები:

- ა) სამკურნალო-სარეაბილიტაციო მოწყობილობა, გალვანიზაცია-იონოფორეზის აპარატის შექმნა, რომლის მართვა შესაძლებელი იქნება კომპიუტერთაგ. (პაციენტის ანკეტური მონაცემების, მკურნალობის მიმდინარეობისა და ჩატარებული პროცედურების მონაცემთა ბაზაში არქივაციის შესაძლებლობით).
- ბ) დამუშავებული ხელსაწყო წინაკლინიკური ექსპერიმენტული ტესტირება-გამოცდა.

### პრობლემის არსი და აქტუალობა

გალვანიზაცია წარმოადგენს სამკურნალო-პროფილაქტიკურ ღონისძიებას, რომელიც ხორციელდება ადამიანის სხეულში დაბალი ძაბვისა და მცირე სიდიდის მუდმივი დენის გატარებით. იონოფორეზი არის მეტად ეფექტური მეთოდი, გალვანური დენის საშუალებით სამკურნალო ნივთიერების ლოკალურად შეყვანისთვის.

ხელსაწყო გალვანიზაცია-იონოფორეზის აპარატი წარმატებით გამოყენება სტომატოლოგიურ, გინეკოლოგიურ, ტრავმატოლოგიურ, დერმატოლოგიურ, ბალნეოლოგიურ და სხვა სამედიცინო პრაქტიკაში. მიუხედავად პროცედურის ეფექტურობისა აღნიშნული აპარატებით ჩვენი ქვეყნის მრავალი სამედიცინო დაწესებულება აღჭურვილია არ არის, რის მიზეზსაც წარმოადგენს უცხოური აპარატების მაღალი ღირებულება.

ასევე უნდა აღინიშნოს, რომ კლინიკების საკმაოდ დიდ ნაწილში შემორჩენილია ამ აპარატების საკმაოდ მოძველებული ვარიანტები, რომელთა ჩანაცვლება არ ხდება ახალი ტიპის ხელსაწყოთი, რომლის სამკურნალო ეფექტი და ერგონომეტრიული მახასიათებლები გაცილებით მაღალია.

## პრობლემის გადაწყვეტის მეთოდები; არსებული მეთოდების ანალიზი (გალვანიზაცია და იონოფორეზი)

გალვანიზაცია იქცა კურორტოლოგიური მედიცინის და არამხოლოდ ისეთ სამკურნალო-პროფილაქტიკურ მეთოდად, რომელიც თითქმის ყველა დაავადების დროს გამოიყენება, მიზეზი არის ელექტრული დენის უნარი, სწორად შერჩეული პარამეტრების შემთხვევაში ჰქონდეს ანთებისა და შეშუპების საწინააღმდეგო, ტოქსინების გამომდევნი, ტკივილგამაყუჩებელი, პრეპარატის ლოკალურად შემყვანი მოქმედება.

გალვანიზაციის გამოყენების არეალი თანამედროვე მედიცინაში საკმაოდ ფართოა. განარჩევენ გალვანიზაციის აპარატებს: ჯანმრთელობისა და კოსმეტოლოგიისთვის. წარმოდგენილი აპარატი ჯანმრთელობის დაცვას ემსახურება, თუმცა მისი ტექნიკური მონაცემებიდან გამომდინარე შესაძლებელია მისი საშუალებით ზოგიერთი კოსმეტიკური მანიპულაციაც ჩატარებაც, მათ შორის იონური მეზოთერაპია და დეზინკრუსტაცია. გთავაზობთ იმ ეფექტების არასრულ სიას რომელსაც გვამღევეს გალვანური დენით თერაპია ან იონოფორეზი:

- აჩქარებს უჯრედებიდან ტოქსინების გამოდევნას;
- აქრობს მცირე ზომის და მნიშვნელოვნად ასწორებს ღრმა ნაოჭებს სახეზე, ყელსა და კისერზე;
- აუმჯობესებს მშრალი კანის კვებას, ხდის მას მეტად გლუვს და ელასტიურს;
- აქრობს ჩამუქებებსა და წრეებს თვალების გარშემო;
- აქრობს მცირე ზომის იარებს;
- აქვს ლიმფოდრენაჟული მოქმედება;
- აცხრობს შესივებებს;
- ნაჩვენებია ანთების დროს;
- რეკომენდებულია ლოკალური ტკივილების გასაყუჩებლად.

იონოფორეზი წარმატებით გამოიყენება მედიცინის თითქმის ყველა დარგში, განსაკუთრებით ტრავმატოლოგიაში, გინეკოლოგიაში, სტომატოლოგიაში, დერმატოლოგიაში, ბალნეოლოგიაში და სხვ.

დღეისათვის გალვანიზაციის პროცედურის ჩატარებისთვის გამოიყენება როგორც მაგიდის, ასევე კედლისა და მობილური აპარატები. რომლებიც წარმოადგენენ ერთდროულად ქსელის ცვლადი დენის მუდმივად გამმართველებს და ძაბვის დამწვევებს, რომელთაც უერთდება ორი ან მეტი ელექტროდი. ელექტროდი წარმოადგენს ელექტროგამტარ ფირფიტას, რომელიც ტყვიის ფენებისგან ან ნახშირბადის ბოჭკოსაგან შედგება. ასევე შეიძლება იგი წარმოადგენდეს დაპრესილი ნახშირბადის ღეროს. ძველი მოდელის გალვანიზაციის აპარატებს, რომელიც სამწუხაროდ დღესაც გამოიყენება საქართველოში არ გააჩნია დენის სტაბილიზაციის უნარი, შედარებით ახლებსა და თანამედროვეებს აქვთ ექიმის მიერ დაყენებული დენის სტაბილიზაციისა და გარკვეული დროის გასვლის შემდეგ ავტომატური გამორთვის ფუნქცია, ჩაშენებული აქვთ ციფრული დისპლეი, რომელიც აჩვენებს დენის მიმდინარე მნიშვნელობას, პროცედურის დასრულებამდე დარჩენილ დროს და სხვ.

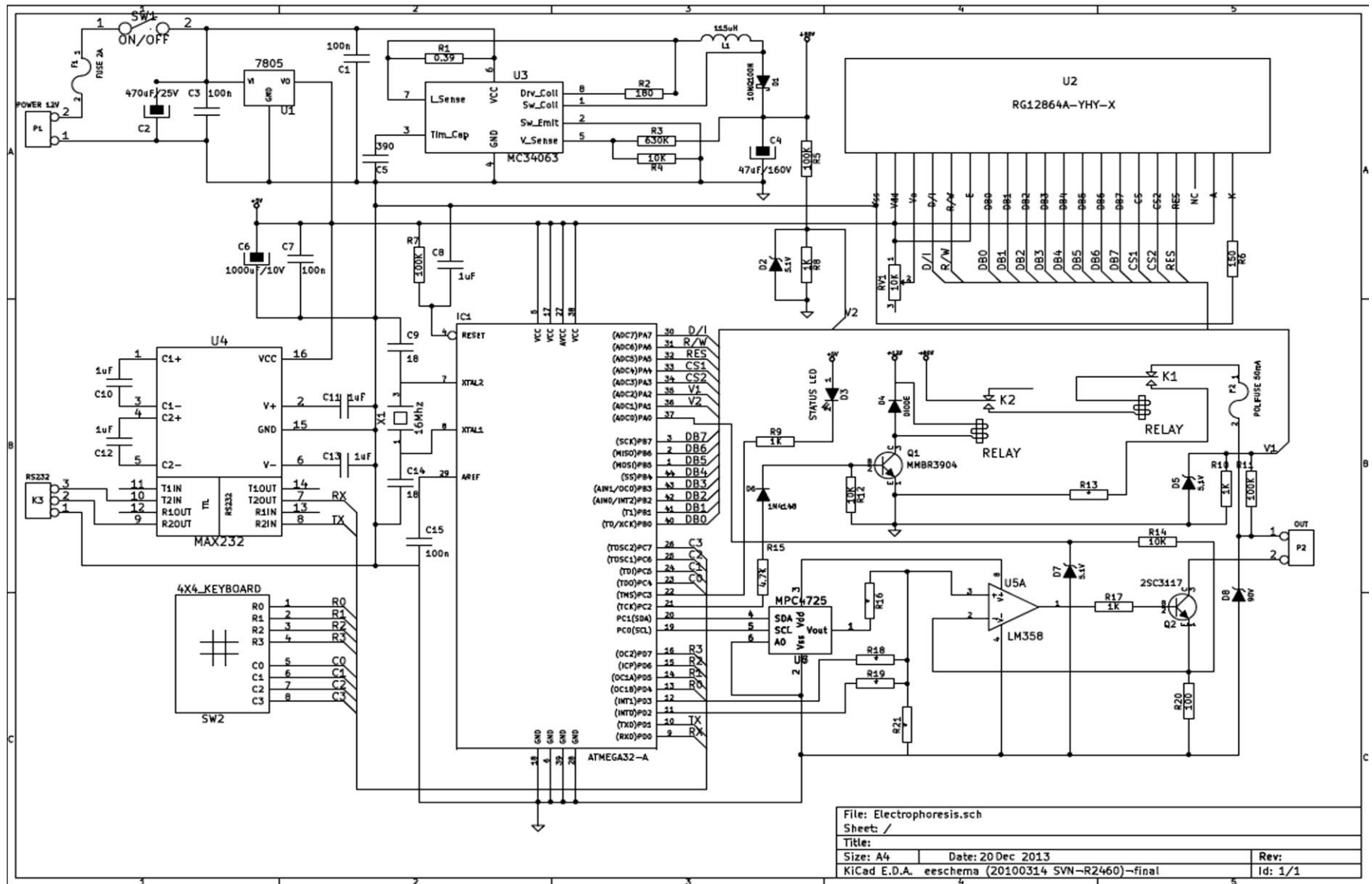
კლინიკებსა და ბალნეოლოგიურ დაწესებულებებში გამოიყენება გალვანიზაციისა და იონოფორეზის აპარატები, რომელთა უმრავლესობა 1950-იანი წლების შემდეგ არის გამოსული. ძველი მოდელები მაგ., Поток-1 უბრალოდ ქსელის ძაბვის გარდაქმნასა და მუდმივ დენად გამართვას უზრუნველყოფს, რაც მათ მოუხერხებელს ხდის, პაციენტის უბრალო მოძრაობასაც კი მისი კანის წინაღობის შეცვლა და შესაბამისად, განსხვავებული დენის გავლა შეუძლია გამოიწვიოს. ამის გამო ძველ აპარატებთან პაციენტი უმოძრაოდ უნდა იჯდეს. თანამედროვე აპარატები ძველებისგან მოხერხებულობითა და სამედოობით განსხვავდებიან, რაც შეეხება ეფექტურობას ამ მხრივ ძალიან მცირე განსხვავებაა მათ შორის. თანამედროვე გალვანიზაციის აპარატის მახასიათებლები, რომელიც მას ძველი აპარატისგან განსხვავებს არის:

1. დენის სტაბილიზაციის ფუნქცია – საშუალებას იძლევა პაციენტის კანის წინაღობის ცვლილების მიუხედავად დენის მნიშვნელობა მუდმივი დარჩეს;
2. ციფრული დისპლეი – უფრო ზუსტად და უკეთ ჩანს დენის მიმდინარე მნიშვნელობა, ვიდრე ძველი მოდელების ანალოგურ დისპლეიზე;
3. ავტომატური გათიშვის ფუნქცია – ძველი მოდელებისგან განსხვავებით ავტომატურად წყვეტს პროცედურის მიმდინარეობას;
4. დენისა და დროის ზუსტი კონტროლი – თანამედროვე აპარატებში შეგვიძლია დროის 5 წუთიანი და დენის 1 მილიამპერიანი სიზუსტით კონტროლი;
5. ხმოვანი სიგნალი – პროცედურის დასრულებას მოწყობილობა პერსონალს ჩაშენებული დინამიკის საშუალებით ატყობინებს.

#### **პროექტის მიმდინარეობის ეტაპები:**

პროექტზე მუშაობის ჩატარებულა შემდეგი სახის სამუშაოები:

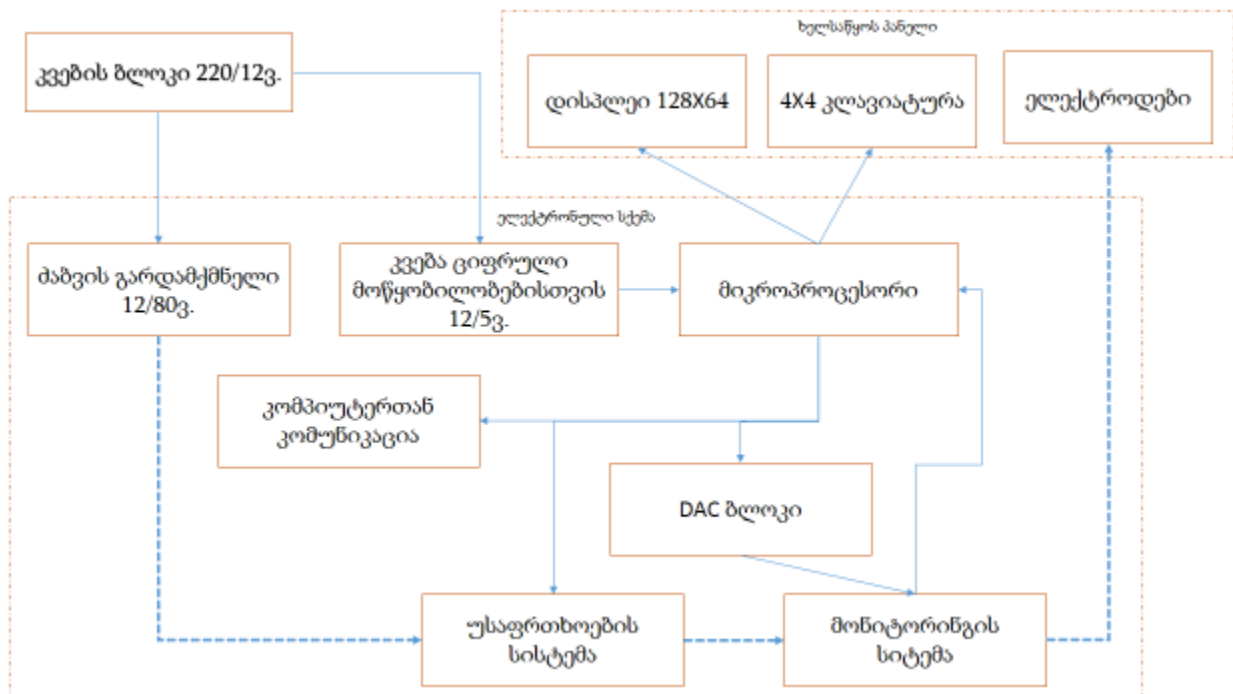
1. ჩატარებულია ლიტერატურული წყაროების და საპატენტო ძიება. შესწავლილია ბიოსამედიცინო საინჟინრო ბაზარზე არსებული გალვანიზაცია-იონოფორეზის აპარატების («поток 1 », « Элфор-К», “Hidrex PSP1000”) პარამეტრები და ტექნიკური მახასიათებლები. მოპოვებული მასალის ანალიზის საფუძველზე შემუშავებულია ხელსაწყოს ტექნიკური დავალების დოკუმენტაცია;
2. შემუშავდა 128X64 მონოქრომული დისპლეის გრაფიკული ბიბლიოთეკა მიკროპროცესორისთვის, ქართული სიმბოლოებითა და სხვადასხვა გრაფიკული შესაძლებლობით;
3. შეიქმნა მიკროპროცესორის კომპიუტერთან კომუნიკაციის ბიბლიოთეკა და დამუშავდა ალგორითმები სხვადასხვა ბრძანებისთვის, რომელიც კომპიუტერული პროგრამიდან მიღების შემთხვევაში შესრულდება;
4. შექმნილია კომპიუტერული პროგრამის პირველადი გრაფიკული ინტერფეისი და მოწყობილობასთან კომუნიკაციის მოდული;



სურ 1. მოწყობილობის სრული პრინციპული ელექტრონული სქემა.

5. განხორციელდა ხელსაწყოში არსებული მრავლობითი მონიტორინგის მოდულებიდან მიკროპროცესორის მიერ მონაცემების აკრეფა-დამუშავებისა და გადაწყვეტილების ავტომატურად მიღების ალგორითმების დამუშავება;
6. დამუშავებულია ხელსაწყოს კომპიუტერის გარეშე, ხელსაწყოს კორპუსზე არსებული 4X4 კლავიატურიდან მართვის ბიბლიოთეკის მნიშვნელოვანი ნაწილი;
7. შეიქმნა ეგრეთ წოდებული ტესტბორდი, რომელზეც მოწყობილობის ტესტირება და ჩატარდა კოდის გამოცდა;
8. დამუშავებულია მოწყობილობის პრინციპული სქემა (სურ 1).

სურ 2-ზე გამოსახულია მოწყობილობის ბლოკ-სქემა.



სურ 2. მოწყობილობის ბლოკ-სქემა

პროექტზე მუშაობის მეორე პერიოდში ჩატარებულია შემდეგი სახის სამუშაოები:

1. ფიზიკურად განხორციელდა, გამოიცადა, ხარვეზებისგან გათავისუფლდა და დაიხვეწა ხელსაწყოს ელექტრონული სქემა, რომელიც პირველ შუალედურ ანგარიშში წარმოგიდგინეთ;
2. დაიწერა მოწყობილობის პროგრამა C ენაზე Atmel Studio 6.1 გარემოში, ToolChain 3.4.2.1002. დაწერილია For any AVR CPU ტექნიკით და ატმელის მრავალ 8 ბიტთან მიკროპროცესორზე იმუშავენს, მისი მოთხოვნილებებია:
  - Flash - 16 კილობაიტი;
  - EEPROM - 512 ბაიტი;
  - RAM - 512 ბაიტი;
  - პორტების რაოდენობა - 4;
  - UART ინტერფეისი კომპიუტერთან კომუნიკაციისთვის;
  - TWI (I<sup>2</sup>C) ინტერფეისი ციფრულ ანალოგური მიკროსქემის კონტროლისთვის.

Atmega32-ისთვის კომპილირებული ვერსია ROM-ში იკავებს 14002 ბაიტს, სჭირდება 315 ბაიტი მიკროპროცესორის ოპერატიული მეხსიერებიდან და რამდენიმე ბაიტი პარამეტრების შენახვისთვის EEPROM-იდან (შემუშავებული და გამოყენებულია მცოცავი ჩაწერის პრინციპი, 512 ბაიტის მასშტაბში) და მიერთებული მოწყობილობების მართვა-კომუნიკაციისთვის იყენებს 30 ფეხს (თითქმის 4 სრული პორტი), სხვა მიკროპროცესორისთვის კომპილაციის შემდეგ შედეგი შეიძლება ოდნავ განსხვავებული იყოს ROM და RAM-ისთვის;

1. შეიქმნა კომპიუტერული აპლიკაცია VB.NET ენაზე, Visual Studio 2010-ის გარემოში. მისი მოთხოვნილებებია  
OS – windows xp, vista, 7/8/8.1;  
Platform – x86;



NET Framework - 4.0;

მონაცემთა ბაზა - SQL Server Compact Edition;

თავისუფალი ადგილი მყარ დისკზე - 2 მეგაბაიტი.

ამჟამად მოცემული გრანტის ფარგლებში განხორციელებული გალვანიზაცია იონოფორების აპარატი წარმოადგენს მოწყობილობას, რომლის ტექნიკური მახასიათებლები შემდეგია:

ცხრილი 1

სამუშაო ძაბვა	220 ვოლტი
ენერგომოხმარება	მაქს. 10 ვატი
გამოსასვლელი დენის მნიშვნელობა	1-50 მილიამპერი
გამოსასვლელი დენის არჩევის სიზუსტე	1 მილიამპერი
პროცედურის ხანგრძლივობის არჩევის შესაძლებლობა	(მაქს. 18 საათი)
პროცედურის ხანგრძლივობის დაყენების სიზუსტე	1 წამი
გამოსასვლელი დენის ციფრული მონიტორინგის სიხშირე	50 გაზომვა წამში
გამოსასვლელი დენის სტაბილიზაცია	ანალოგური წრედით, ოპერაციული მაძლიერებლით
გამოსასვლელი წრედის უსაფრთხოება	დაცულია
პროცედურის მიმდინარეობისას პაციენტის დენის შეცვლის შესაძლებლობა	არსებობს
პროცედურის მიმდინარეობისას სენსის ხანგრძლივობის შეცვლის შესაძლებლობა	არსებობს

პროცედურის შეწყვეტის შესაძლებლობა სენსის დასრულებამდე	არსებობს
პროცედურის აღდგენა თუ ის სენსის დასრულებამდე შეწყვიტეს	არსებობს
სენსის მიმდინარეობისას დროისა და დენის ვიზუალური კონტროლის შესაძლებლობა	(კომპიუტერული აპლიკაციის ან ხელსაწყო დისპლეის საშუალებით)
კომპიუტერთან მიერთების შესაძლებლობა	არსებობს
პაციენტთა მონაცემთა ბაზის წარმოება	მიმდინარეობს
ხელსაწყო შესაძლებლობების სრულყოფილად გამოყენების შესაძლებლობა, როგორც კომპიუტერით, ასევე კომპიუტერის გარეშე მართვისას	
ხელსაწყო კომპიუტერთან მიერთების ინტერფეისი	USB (VCP)

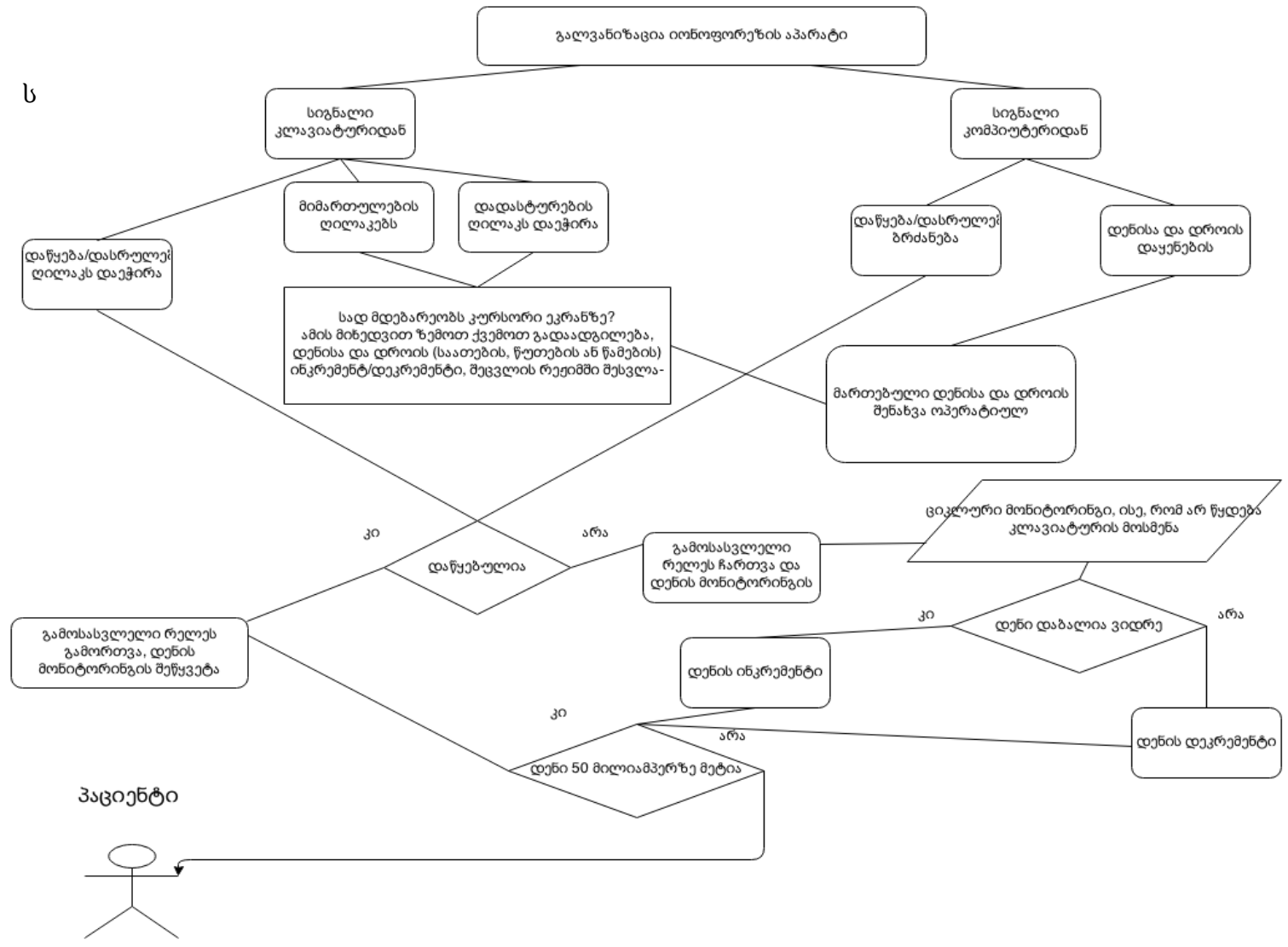
ხელსაწყო უსაფრთხო ექსპლუატაციისთვის მიღებულია შემდეგი ზომები:

- a. პაციენტზე გამოსასვლელი წრედი და ქსელის ძაბვა ურთიერთგანმხილვითია, ხელსაწყო მუშაობს ქსელის ძაბვის დაწვეით 12 ვოლტამდე, რომელსაც მისი ძალური ბლოკი გარდაქმნის 5 ვოლტად ციფრული მოწყობილობების კვებისთვის და 80 ვოლტად, პაციენტის წრედისთვის;
- b. 12 to 80 ვოლტზე გადამყვანი Step Up ბლოკი მცირე სიმძლავრისაა, მას მაქსიმუმ 60-70 მილიამპერის მოცემა შეუძლია, რაც ოდნავ მეტია თერაპიულ 50 მილიამპერზე, რომელიც ხელსაწყო გამოსასვლელზე გამოდის;

- c. გამოყენებულია თვითაღმდგენი მცველი გამოსასვლელ წრედში, რომელიც 50 მილიამპერზე მაღალი დენის შემთხვევაში დროებით გაწყვეტს გამოსასვლელ წრედს;
- d. გამოსასვლელი წრედი კონტროლდება მიკროკონტროლერის ანალოგურ-ციფრული გარდამქმნელის საშუალებითაც, რომელიც დენის დასაშვებზე მაღალი ნიშნულის შემთხვევაში მაქსიმუმ 20 მილიწამში ირეაგირებს და დენის 50 მილიამპერზე მაღალი მაჩვენებლის შემთხვევაში გამორთავს გამოსასვლელი წრედის რელეს, რომელიც სენსის დაწყებისას ირთვება და დასრულებისას ითიშება;
- e. შეიძლება უსაფრთხოების ერთ-ერთ მექანიზმად ჩაითვალოს გამოსასვლელი დენის თანდათანობითი გაზრდა. მაგ. თუ დავაყენებთ 20 მილიამპერ დენს, მიკროკონტროლერი გამოსასვლელი წრედის ჩართვის შემდეგ 0-დან თანდათანობით გაზრდის დენის მნიშვნელობას, მანამ, ვიდრე ეს უკანასკნელი ჩვენ მიერ დაყენებულ 20 მილიამპერს არ მიაღწევს, ამის შემდეგ მიკროპროცესორი წყვეტს დენის ინკრემენტს და აგრძელებს მონიტორინგს.

სურათზე გამოსახულია, მოწყობილობის მიკროპროცესორის პროგრამის გამარტივებული ლოგიკური ბლოკ-სქემა.

ს



## ხელსაწყოს მართვის კომპიუტერული პროგრამა

პროგრამა თავიდან ბოლომდე დაწერილია VS2010 გარემოში, ზოგიერთი ბიბლიოთეკის ფაილი დაიწერა VS2012 გარემოში. Net Framework ვერსია 4.0, მონაცემთა ბაზისთვის პროგრამა იყენებს MS.SQL 3.5 CE -ს. პროგრამაში გამოყენებულია ინდივიდუალური ალგორითმი და არც პროგრამის კოდი, არც ინტერფეისი წარმოადგენს არსაიდან და არავისგან კოპირებულ მასალას, პროგრამა მიუხედავად მისი მრავალგვარი შესაძლებლობებისა, შექმნილია გალვანიზაციის აპარატის კომპიუტერიდან მართვისთვის.

აპლიკაციის მთავარი ფანჯარა დაყოფილია ხუთ ჩანართად. თითოეულ ჩანართში გაერთიანებულია შესაბამისი ველები და ფუნქციები. ეს ჩანართებია:

1. სეანსი \_ დაჯგუფებულია ის ღილაკები და ტექსტური ველები, რომელიც პაციენტის მონაცემების შესაყვანად და პროცედურის ჩასატარებლად არის საჭირო;
2. მონაცემთა ბაზა \_ მომხმარებელს საშუალება აქვს ამ ჩანართიდან ათვალეროს მონაცემთა ბაზის ელემენტები, წაშალოს და დაამატოს ახალი, მოძებნოს რომელიმე კონკრეტული;
3. პარამეტრები \_ მეტი მოქნილობისთვის მომხმარებელს პროგრამის ინტერფეისის, ფერების სხვადასხვა ფუნქციის გამოჩენა-დამალვის საკმაოდ დიდი შესაძლებლობა აქვს, ამ ჩანართიდან შესაძლებელია პროგრამის ზოგიერთი ელემენტის სურვილისამებრ დაყენება;
4. კონტაქტი \_ ეს ჩანართი საშუალებას აძლევს მომხმარებელს დაუკავშირდეს გამოაგზავნოს წერილი ან რომელიმე ფაილი ფოსტაზე ან შეაფასოს პროგრამა, რასაც ფოსტაზე მივიღებთ (ამ ჩანართის გამოსაყენებლად რა თქმა უნდა აუცილებელია ინტერნეტ კავშირი);

5. დახმარება \_ ჩანართი მოკლედ მოიცავს ზოგიერთი ცხელი ღილაკის, პროგრამის მართვის ტექნიკას. ამ ჩანართიდან შესაძლებელია Help -ის CHM გაფართოების ფაილის გამოძახება პროგრამის მიკროკონტროლერთან კავშირისთვის გამოყენებულია რიცხვები, გამომდინარე იქედან რომ თითოეულ ლათინურ სიმბოლოს გარკვეული რიცხვი შეესაბამება ASCII კოდით და მიკროკონტროლერისთვის ამ სიმბოლოს რიცხვად ქცევა არავითარ პრობლემას არ წარმოადგენს, მნემონიკური მიზნით თითოეულ ბრძანებას შესაბამისი სიმბოლო შევუსაბამეთ. მაგალითად, დაწყება \_ B (B Begin შეწყვეტა – S (Stop) ჩამოყრა, განულება – R (Reset) და სხვ. იხილეთ ცხრ.2.

ცხრილი 2.

ბრძანება	მნემონიკური კოდი	შესაბამისი ინგლისური სიტყვა
დაწყება	<b>B</b>	Begin
შეწყვეტა	<b>S</b>	Stop
განულება	<b>R</b>	Reset
დაყენებული დრო	<b>T</b>	Time
დენის ძალა	<b>C</b>	Current
მახასიათებლის გაზრდა	<b>I</b>	Increment
მახასიათებლის შემცირება	<b>D</b>	Decrement
დასრულება	<b>F</b>	Finish
წარუმატებელი მცდელობა	<b>E</b>	Error

შედარებით დაწვრილებით განვიხილოთ სენსი და თავად აპლიკაცია.

### ჩანართი სენსი

პროგრამის ინტერფეისი შეესაბამება თანამედროვე სამედიცინო დაწესებულებებში გამოყენებული პროგრამების ინტერფეისს, მოიცავს კლინიკებში გამოყენებულ ყველა

საჭირო ველს პაციენტის მონაცემთა აღრიცხვისთვის და გაერთიანებულია ჯგუფებად, ესენია:

პაციენტის საკონტაქტო ინფორმაცია, რომელიც მოიცავს ველებს:

1. გვარი;
2. სახელი;
3. მისამართი;
4. დაბადების თარიღი;
5. პირადი ნომერი;
6. პირადობის ნომერი;
7. ტელეფონის ნომერი;
8. სქესი;
9. მისამართი ქალაქი/რაიონი;
10. მისამართი ქუჩა.

დამატებითი ინფორმაცია შემდეგი ველებით:

1. მკურნალი ექიმი;
2. გამომგზავნი (დაწესებულება, ექიმი);
3. დიაგნოზი;
4. გადახდილი თანხა.

სადაზღვევო კომპანია მოიცავს შემდეგ ველებს:

1. კომპანიის სახელი;
2. სადაზღვევო ბარათის ნომერი;
3. დაზღვევის ვადა (-დან, -მდე);
4. ბარათის ტიპი (მაგ., ეკონომი, საბაზისო, გოლდი...);
5. სადაზღვევო კომპანიის მიერ ანაზღაურებული თანხა პროცენტებში.

პროცედურის პარამეტრები, ეს ჯგუფი მოიცავს ველებს რომელთა უმრავლესობა ან აპარატს მართავს, ან აპარატიდან გამოგზავნილი ინფორმაციის ჩვენებას ახორციელებს:

1. სამკურნალო ნივთიერება;
2. დენის ძალა მილიამპერებში რომელიც იყოფა ორ ნაწილად (დაყენებული და მიმდინარე დენის ძალა);
3. დენის სიმკვრივე, მა/სმ<sup>2</sup>;
4. ელექტროდის ზომა;
5. სეანსის ხანგრძლივობა (დაყენებული და დარჩენილი დრო);
6. მომდევნო პროცედურის თარიღი

როდესაც სეანსი დაწყებულია დენის ძალის ან დროის პარამეტრის ცვლილების შემთხვევაში აპლიკაცია მიკროპროცესორს უგზავნის სიგნალს დროის ან დენის ინკრემენტ/დეკრემენტის შესახებ.

აპლიკაცია ახალი პაციენტის რეგისტრაციის დროს დაწკაპუნებისთანავე აჩვენებს მიმდინარე თარიღს, რომელიც დაწყების დროს დაწკაპუნების შემდეგ მონაცემთა ბაზაში ინახება, როგორც პროცედურის დაწყების თარიღი.

გარდა ზემოჩამოთვლილი ველებისა ფორმის მარჯვენა ქვემო კუთხეში განთავსებულია ექსტრა ველი, შენიშვნებისთვის, გამოყენებულია ხელსაწყო RichTextBox რომელსაც შეუძლია ეკრანზე გამოიტანოს ინფორმაცია, რომლის ზომა  $(2^{32}/2)-1$  სიმბოლოა. მისი ზომა არ არის შეზღუდული, მაგრამ მონაცემთა ბაზაში ამისათვის გამოყოფილია ველი ერთ უჯრაში მაქსიმუმ 10,000 სიმბოლოს შენახვის შესაძლებლობით, ამ ეტაპზე შენიშვნის ველისთვის ეს ზომაც საკმაოდ დიდია და მისი გაზრდა-შემცირება საჭიროების შემთხვევაში არანაირ პრობლემას არ წარმოადგენს.



პროგრამას აქვს მოქნილი ინტერფეისი, ხელსაწყოების ზომისა და მდებარეობის სიმეტრიული ცვლილების უნარით ფორმის ზომის შესაბამისად. პარამეტრების დაყენებისა და პროგრამის შესაძლებლობის შესახებ მოგვიანებით იქნება საუბარი.

პროგრამას მეტი მოხერხებულობისთვის დამატებული აქვს რიგი ფუნქციები, როგორცაა ენის ავტომატური გადართვა, ფოკუსის მოხერხებული შეცვლა, სწრაფი ჩასმა.

### სწრაფი ჩასმა

კლავიატურაზე ყველა ადამიანი, განსაკუთრებით ძველი თაობის, სწრაფად ვერ კრეფს; დრო კი თანამედროვე ეპოქაში ძალიან მნიშვნელოვანია, ამიტომ მოცემულ აპლიკაციაში ამასთან დაკავშირებითაც მოხდა მეთოდის შემუშავება. მონაცემთა ბაზის თანდათან შევსებისას იზრდება მასში არსებული ინფორმაციის რაოდენობა და განმეორების შანსი მომავალი პაციენტის მონაცემებთან. მაგ., შეიძლება მეორდებოდეს გვარი, სახელი, მამის სახელი, ქალაქი, ქუჩა და სხვ. ასეთ შემთხვევაში ვიყენებთ სწრაფ ჩასმას, ეს უკანასკნელი წარმოადგენს ListBox რომელიც თქვენ მიერ ტექსტურ ბლოკში აკრეფილ პრეფიქსს შეადარებს მონაცემთა ბაზის შესაბამისი სვეტის მნიშვნელობებს და გაფილტრულ შედეგს თქვენი კარეტის (მოციმციმე კურსორის – ინგლ. caret ქვემოთ გამოაჩენს (სურ.7.), მოცემული ხელსაწყო სიგანე ავტომატურად რეგულირდება, იგი ითვლის ჩასასმელი სიტყვის სიმბოლოების ჯამურ სიგანეს მიღებულ შედეგს უმატებს 20-ს და სწრაფი ჩასმის ბლოკის სიგანე დაგენერირებულია, რაც შეეხება სიმაღლეს, ის იანგარიშება შემდეგნაირად:

$$h = h_{str} * n_{str} + h_{int} * (n_{str} - 1)$$

სადაც  $h$  – სიმაღლეა,  $h_{str}$  – ჩასმის ბლოკში არსებული თითოეული სტრიქონის სიმაღლე,  $n_{str}$  – ჩასმის ბლოკში გამოსაჩენი სტრიქონების რაოდენობა,  $h_{int}$  – კი სტრიქონებს შორის ინტერვალის სიმაღლე.


ყველა სვეტი არ იფილტრება, გამომდინარე იქედან, რომ ზოგიერთი სვეტის გაფილტვრას არავითარი აზრი არ აქვს, მაგალითად შენიშვნის სვეტი, გადახდილი თანხის სვეტი, მომდევნო პროცედურის თარიღის სვეტი და სხვ.

გათვალისწინებულია, რომ არ მეორდება პირადობისა და პირადი ნომრები, ამიტომ მათი გაფილტვრა მხოლოდ სახელისა და გვარის დამთხვევის შემთხვევაში ხდება, თუ სწრაფი ჩასმის სიიდან რომელიმე კონკრეტული პირადობის ნომრის არჩევა მოხდა, მაშინ პირადი ინფორმაციის მატარებელი ყველა ველი, როგორცაა სახელი, გვარი, მამის სახელი, ტელეფონი, მისამართი და სხვა ავტომატურად შეივსება მონაცემთა ბაზიდან.

- დილაკებზე E Enter ან Insert დაჭერისას სწრაფი ჩასმის მონიშნული წევრი ავტომატურად ჩაიწერება ფოკუსის მქონე ველში და ფოკუსი გადავა მომდევნო კონტროლზე. გარდა ამისა ველის სასურველი ტექსტით შევსება შესაძლებელია მაუსის ორჯერ დაწკაპუნებით სწრაფი ჩასმის რომელიმე წევრზე.

- პარამეტრების განყოფილებიდან შესაძლებელია სწრაფი ჩასმის გამორთვა და მისი სხვადასხვა თვისების შეცვლა. როგორცაა სწრაფი ჩასმის ბლოკში ერთბაშად გამოჩენილი წევრების რაოდენობა, მანძილი აქტიური ხელსაწყოდან, ბეჭდვის დროს ტექსტთან მიდევნება.

**გალვანიზაციის აპარატის კომპიუტერით მართვის ინტერფეისი**

სეანსი	მონაცემთა ბაზა	პარამეტრები	კონტაქტი	დანმარება
<b>პაციენტის საკონტაქტო ინფორმაცია</b>				
გვარი *	სახელი *	მამის სახელი		
ანთაძე				
აბულაძე	დაბ. თარიღი	პირ. მოწმ. №		
ასკურავა	___/___/___			
ალიბეგაშვილი	ვიზიტის №	<input type="radio"/> მამრობითი	ტელეფონის №	
ავციენტის №	1	<input type="radio"/> მდედრობითი		
0				
მისამართი (კლავი/რაიონი)				
ქუჩა				
<b>პროცედურის პარამეტრები</b>				
სამკ. ნივთიერება				
ელექტროდის ზომა		სმ <sup>2</sup>		
დენის ძალა	0	mA	მიმდინარე	
დენის სიმკვრივე		mA/სმ <sup>2</sup>		
სეანსის ხანგრძლივობა	___:___	სთ:წთ:წმ	დარჩა	
მომდევნო პროცედურის თარიღი	___/___/___	რიცხვი/თვე/წელი		
				
<b>დამატებითი ინფორმაცია</b>				
მკურნალი ექიმი				
გამომგზავნი				
დიაგნოზი				
გადაინადა	0			
<b>სადაზღვევო კომპანია</b>				
კომპანიის სახელი				
ბარათის №				
დაზღვევის ვადა				
ბარათის ტიპი				
ანაზღაურებული %	0			
<b>შენიშვნა</b>				
მიმდინარე თარიღი 27 ივლისი 2013წ.				

სურ. 4

### ლილაკები

აპლიკაციის ჩანართზე სეანსი, ოთხი ლილაკია განლაგებული, აქედან თითოეული მხოლოდ შესაბამის დროს ჩანს. თავდაპირველად მხოლოდ ლილაკი „ახალი პაციენტი“ ჩანს.

### ლილაკი „ახალი პაციენტი“

ამ ლილაკზე დაწკაპუნების შემდეგ, შეტანის ენა ავტომატურად გადაირთვება ქართულზე და კურსორი გაჩერდება ველში „გვარი“. მას შემდეგ რაც პირველ ორ ველს „გვარი“ და „სახელი“ შევავსებთ უკვე შეგვიძლია პროცედურა დავიწყოთ. (ეს ორი ველი არის მინიმალური მოთხოვნილება ინფორმაციისთვის სეანსის დასაწყებად). ვიდრე პროგრამა რეაგირებას მოახდენს, მოწმდება, მომხმარებელს ხო არ აქვს შეყვანილი მონაცემები რომელიმე ველში, და ეს ინფორმაცია დაუმახსოვრებელია,

რათა გამოირიცხოს შემთხვევით ინფორმაციის დაკარგვა, თუ აპლიკაცია რომელიმე ველში რაიმე ინფორმაციას მიაგნებს, გამოვა დიალოგის ფანჯარა „ფრთხილად მონაცემები შეუნახავია!“, შეკითხვით: „თქვენ აპირებთ ახალი პაციენტის რეგისტრაციას, ასეთ შემთხვევაში მონაცემები, რომელიც შეყვანილია ველებში დაიკარგება, გსურთ განაგრძოთ?“ ღილაკზე „დიახ“ დაწკაპუნების შემდეგ გასუფთავდება ყველა ველი. ყველა ველის შევსება აუცილებელი არ არის, მაგრამ ღილაკი „დაწყება“ მხოლოდ სახელის, გვარის, დენის ძალისა და დროის აუცილებელი ველების შევსების შემდეგ გამოჩნდება.

### ღილაკი „დაწყება“

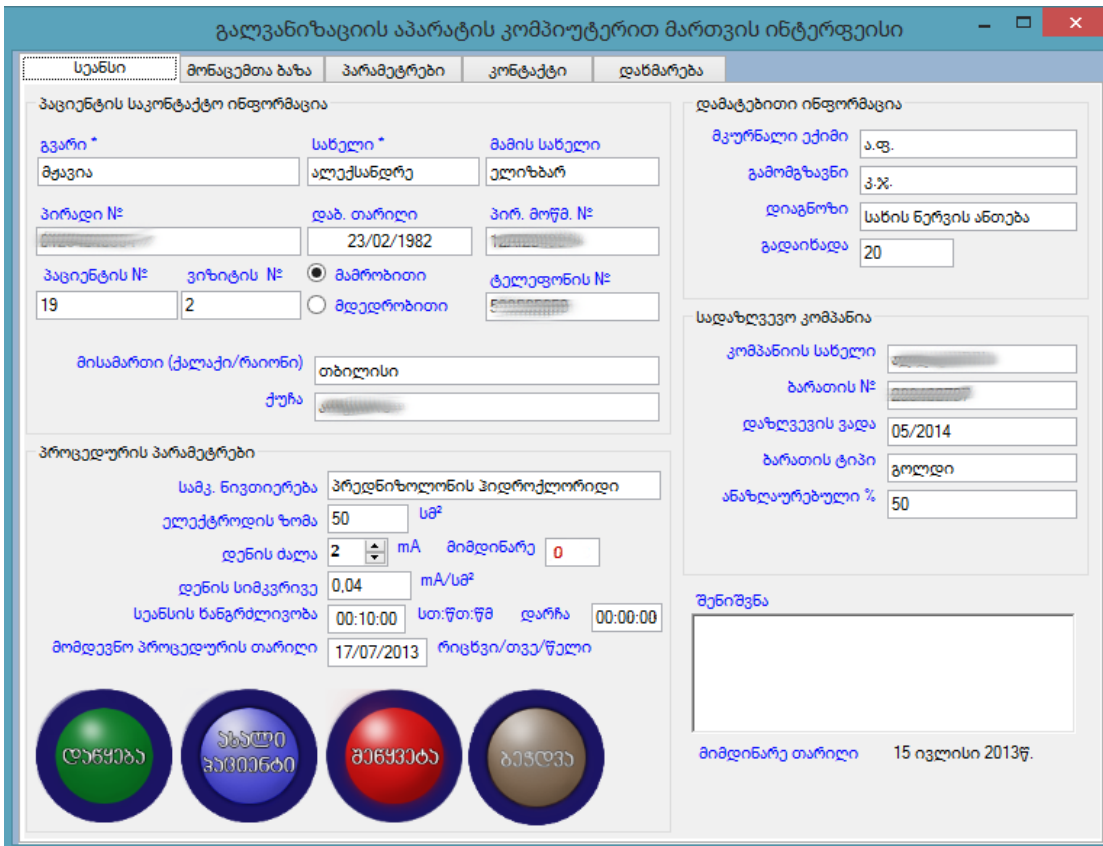
ამ ღილაკზე დაწკაპუნების შემთხვევაში, მოწყობილობას გაეგზავნება ინფორმაცია ( B, I და T ჩვენ მიერ დაყენებული დენის ძალისა და სენსის ხანგრძლივობის შესახებ, თითოეული ბრძანების შემდეგ რიცხვი, რომელიც შეესაბამება დროს ან დენს, დენისათვის გამოყოფილია ერთი ბაიტი, დროისათვის გამოყოფილია ორი ბაიტი მიკროკონტროლერის მეხსიერებაში, დრო წამებში იზომება, თეორიულად მიკროკონტროლერს შეუძლია 216 წამის დაყენება. ბრძანებებისა და რიცხვის მიღების შემდეგ მიკროკონტროლერი ცდილობს დააყენოს მიღებული პარამეტრი და უკან გამოაგზავნის პასუხს (I და შესაბამისი რიცხვი, რაც დადგა და T და შესაბამისი რიცხვი, ამ მომენტიდან მიკროკონტროლერი ყოველ წამში ორჯერ აგზავნის ინფორმაციას კომპიუტერისკენ მიმდინარე დროისა და დენის შესახებ). ამასთანავე, ტექსტურ უჯრებში შეტანილი ინფორმაცია ჩაიწერება მონაცემთა ბაზის შესაბამის ველებში და აისახება ჩანართის „მონაცემთა ბაზა“ DataGridView კონტროლის ბოლო სტრიქონში. „დაწყება“ ღილაკზე დაწკაპუნებისთანავე ჩნდება ღილაკი „შეწყვეტა“. რომელზე დაწკაპუნებითაც შეგვიძლია შესაბამის მოქმედების განხორციელება.

ღილაკზე დაწყება განმეორებით დაწკაპუნება გამოიწვევს მონაცემთა ბაზაში ახალი მონაცემის ჩაწერას, რაც არ იქნება სასურველი, ამიტომ პროგრამას აქვს დაცვა მსგავსი ქმედებისგან. ამ დროს ამოდის MessageBox, რომელიც აცნობებს მომხმარებელს მისი ქმედების არამიზანშეწონილობაში: „თქვენ არ გაქვთ უფლება ორჯერ დაიწყოთ ერთი

და იგივე სენსი. მითითება: ღილაკზე „შეწყვეტა“ დაწკაპუნებით გააჩერეთ პროცესი და შემდეგ თავიდან დაიწყეთ“.

**ღილაკი „შეწყვეტა“**

ღილაკი სახელის შესაბამისი დანიშნულებისაა, ჩნდება მხოლოდ მაშინ, როდესაც პროცესი გაშვებულია, დაწკაპუნების შემდეგ დიალოგურ ფანჯარაში დათანხმების შემდეგ, ცდილობს მის შეჩერებას, აგზავნის შეწყვეტის მოთხოვნის შესაბამის რიცხვს ( ASCII (S),) ხელსაწყოში და ელოდება პასუხს, მიკროკონტროლერი მიღებულ რიცხვს შესაბამის ალგორითმს მოარგებს და თიშავს გამოსასვლელ წრედს, წარმატებული მცდელობის შემდეგ აბრუნებს შესაბამის რიცხვს კომპიუტერისკენ (შ), წარუმატებლობის შემთხვევაში მეორედ ცდის, თუ კიდევ ვერ მოხერხდა გამორთვა გადასცემს რიცხვს ((S), ). წარმატებით გათიშვის შემთხვევაში იგი ცვლის შენიშვნის ტექსტს შემდეგი მინაწერით ტექსტის ბოლოში: „შეწყვეტილ იქნა მომხმარებლის მიერ: [თარიღი].



სურ.5

## ლილაკი „ბეჭდვა“

პროცესის სრულად და წარმატებით ჩამთავრების შემდეგ ჩნდება ლილაკი „ბეჭდვა“, რომელიც ჩვენ მიერ ველებში შეყვანილი ინფორმაციის ამობეჭდვის საშუალებას მოგვცემს ფორმაში, რომელიც ამ ეტაპზე წარმოადგენს საცდელ ფორმას, მისი იერსახის შეცვლა განსაკუთრებულ სირთულეს არ წარმოადგენს. ლილაკი „ბეჭდვის“ ანალოგი ლილაკი არის ჩანართში „მონაცემთა ბაზა“, რომელსაც შეუძლია ყველა შეუწყვეტელი მონაცემის ამობეჭდვა (სურ.8

## ჩანართი მონაცემთა ბაზა

მონაცემთა ბაზის ჩანართი წარმოადგენს ინტერფეისს, საიდანაც მომხმარებელი მონაცემთა ბაზის ფაილთან მუშაობას შეძლებს. ამისათვის გვაქვს შემდეგი UI ხელსაწყოები DataGridView და B BindingNavigator პირველი მათგანი წარმოადგენს, მონაცემთა ბაზის მონაცემების მომხმარებლისთვის ცხრილად წარდგინების ხელსაწყოს, მეორე ამ ცხრილის ელემენტებში ნავიგაციისთვის გამოიყენება, როგორცაა, გადასვლა კონკრეტულზე, გადასვლა პირველ ან ბოლო ჩანაწერზე, მონიშნულის წაშლა, ახალი სტრიქონის დამატება, მონაცემების შენახვა.

DataGridView ხელსაწყოში სვეტის სახელები შეესაბამება ჩანართი `სეანსი`-ს ტექსტურ ველებს. ყოველი სტრიქონი შეესაბამება კონკრეტულ პროცედურას შესაბამის პაციენტთან. სვეტების რაოდენობა საკმაოდ დიდია, ხოლო მონაცემები ტენდენციურია დროთან განმვალობაში გაზრდისკენ. ამიტომ, აუცილებელი კომპონენტია მონაცემების ფილტრაცია, საჭირო ინფორმაციაზე სწრაფი ნავიგაციისთვის. მონაცემების ფილტრაციისთვის ჩანართის არეში გამოტანილია რამდენიმე ხელსაწყო, კომფორტული ძეზნისთვის, ესენია: ორი ცალი ComboBox, TextBox, Label.

ComboBox, ხელსაწყოებს აქვს მზა ინფორმაციები, რომელთა ჩამოშლა და არჩევა შეიძლება. პირველი კომბობოქსი ძეზნის მეტი მოქნილობისთვის არის. გამომდინარე იქედან, რომ შეიძლება მონაცემის მოძებნა გვინდოდეს, მისი დასაწყისით, მისი დასასრულით ან ჩვენ მიერ აკრეფილი ინფორმაცია სავარაუდოდ მონაცემის ნებისმიერ ნაწილიდან გვაინტერესებდეს. ხელსაწყოს ჩამოსაშლელი ინტერფეისიდან სწორედ ამ სამი

ძებნის პარამეტრის არჩევა შეგვიძლია: ძებნა დასაწყისით, ძებნა დასასრულით, ძებნა ნებისმიერი ნაწილით.

ID	გვარი	სახელი	მამის სახელი	დაბადების თარიღი	ასაკი
29	აბულაძე	მირიან	ვვგენი	12/12/1983	29
30	ასკურავა	იამზე	ვლადიმერ	11/12/1974	38
31	ალიბეგაშვილი	კალისტრატე	მურთაზ	10/30/1930	82
32	მამელიძე	სუსანა	მამედ	01/01/1970	43
34	კაკაბაძე	ეთერ	ემზარ	11/23/1948	64
20	მეავია	ალექსანდრე	ელიზბარ	02/23/1982	31
28	თორდია	ნიკოლოზ	იორამ	08/21/1958	55

სურ. 6. ჩანართი მონაცემთა ბაზა

საჭიროა ძებნა კონკრეტულ სვეტებში, ამიტომ საჭიროდ ჩავთვალე ფილტრაციის პარამეტრებისთვის დამატებინა კონკრეტული სვეტების ფილტრაცია, აღსანიშნავია, რომ შესაძლებელია ნებისმიერი სვეტიდან ფილტრაცია, თუმცა კომბობოქსის ჩამონათვალში მხოლოდ ყველაზე აქტუალური და ძებნისას სავარაუდოდ ხშირად გამოყენებადი სვეტები: გვარი, სახელი, მამის სახელი, დაბადების თარიღი, ასაკი, პირადი ნომერი, პირადობის ნომერი, ქალაქი, ქუჩა, სამკურნალწამლო საშუალება, მომდევნო პროცედურის თარიღი, მკურნალი ექიმი, გამომგზავნი, სადაზღვევო კომპანია, შენიშვნა, ტელეფონის ნომერი.

ორი კომბობოქსის საშუალებით სასურველი პარამეტრების დაყენების შემდეგ, TextBox ჩაწერილი ტექსტი L Label `ძებნა`-ზე დაჭერით მოიძებნება მონაცემთა ბაზაში და

DataGridView ხელსაწყო მხოლოდ იმ ჩანაწერებს წარმოგვიდგენს რომელიც ამ პარამეტრებს აკმაყოფილებს.

Label `გასუფთავება` TextBox -ის ძეზნის ველს ასუფთავებს. იგი სტატუსს Enabled მიიღებს მხოლოდ მაშინ, როდესაც ძეზნის ველში რაღაც არის ჩაწერილი, ამასთან იგი კიდევ ჩატვირთავს მონაცემთა ბაზას ფილტრაციის გარეშე.

Label `მონიშნული სტრიქონის ამობეჭდვა` ამობეჭდავს მონიშნულ სტრიქონს ფორმაზე, რომელიც შეიძლება გავატანოთ პაციენტს დოკუმენტის სახით.

### პროექტის განვითარება:

გარდა კლინიკური ვარიანტისა შესაძლებელია შეიქმნას ამ აპარატის საოჯახო (Home Leath) ვარიანტი. რომელიც გაზრდის სამომხმარებლო ბაზარსა და ეკონომიკურ ეფექტურობას.

მიგვაჩნია, რომ ჩვენს მიერ დამზადებული აპარატი თავისი ტექნიკური და ერგონომეტრიული მახასიათებლებით არ ჩამოუვარდება უცხოურ ანალოგებს. პროექტის ეკონომიურ ეფექტურობას ასევე მნიშვნელოვნად განაპირობებს ხელსაწყოს დაბალი ღირებულება უცხოურ ანალოგებთან შედარებით და მისი მოთხოვნა ჩვენი ქვეყნის სამედიცინო დაწესებულებებში.

შედარებით დაბალი ღირებულების გამო, სერიული წამოების აპარატები კონკურენტუნარიანი იქნება და ხელს შეუწყობს აღნიშნული აპარატის ექსპორტს, რაც მნიშვნელოვნად გაზრდის მის სამომხმარებლო ბაზარს.

აპარატის წარმოება არ მითხოვს დიდ საწარმო სიმძლავრეს. მისი წარმოება სავსებით არის შესაძლებელი ტექნიკური უნივერსიტეტი ბიოსამედიცინო ინჟინერიის დეპარტამენტის ბაზაზე.

აღნიშნული აპარატის მცირე სერიით წარმოება მნიშვნელოვნად შეუწყობს ხელს საქართველოში მეცნიერებატევადი დარგის- ბიოსამედიცინო ინჟინერიის შემდგომ განვითარებას.

პროექტის ხელმძღვანელი  
09/04/2014

ირინა გოცირიძე