

Teufik Tokić, Emina Milovanović, Vladimir Ćirić, Oliver Vojinović, Darko Tasić, Ivan Milentijević, "Uređaj za fizikalnu terapiju Vakumed 2", Prototip uređaja u upotrebi u Elektromedicini d.o.o. Niš, Elektronski fakultet u Nišu, 2012.

PROTOTIP UREĐAJA

Uređaj za fizikalnu terapiju „Vakumed 2“

Kategorija M80, Tehnička i razvojna rešenja

M-82: Nova proizvodna linija, novi materijal, industrijski prototip, novo prihvaćeno rešenje problema u oblasti makroekonomskog, socijalnog i problema održivog prostornog razvoja uvedeni u proizvodnju

Autori:

Teufik Tokić⁽¹⁾, Emina Milovanović⁽¹⁾, Vladimir Ćirić⁽¹⁾, Oliver Vojinović⁽¹⁾, Darko Tasić⁽²⁾, Ivan Milentijević⁽¹⁾

⁽¹⁾ Elektronski fakultet, Univerzitet u Nišu

⁽²⁾ Centar za transfer tehnologije, Univerzitet u Nišu



Наставно-научно веће

Број: 07/10-008/13-001

Дана: 17.01.2013. год.

На основу члана 38. Статута Електронског факултета у Нишу, у складу са одредбама Правилника о поступку и начину вредновања, и квантитавном исказивању научноистраживачких резултата истраживача («Службени гласник РС», бр. 38/2008), Наставно-научно веће Електронског факултета у Нишу донело је на седници одржаној 17.01.2013. године следећу

ОДЛУКУ

1. Прихвата се техничко решење под називом «УРЕЂАЈ ЗА ФИЗИКАЛНУ ТЕРАПИЈУ „Vakumed 2“», чији су аутори Теуфик Токић, Емина Миловановић, Владимир Ђирић, Оливер Војиновић, Дарко Тасић, Иван Милентијевић.

2. Признато техничко решење спада у категорију: прототип M82.

3. Одлуку доставити ауторима техничког решења и архиви Факултета.

Образложење

Комисија рецензента доставила је Наставно-научном већу Мишљење о испуњености услова за признање својства техничког решења резултату научноистраживачког рада под називом «Уређај за физикалну терапију «Vakumed 2»» који је реализован у оквиру пројекта «Интелигентни кабинет за физикалну медицину» ТР 32012 за потребе Електромедицине д.о.о. Ниш и чији су аутори Теуфик Токић, Емина Миловановић, Владимир Ђирић, Оливер Војиновић, Дарко Тасић и Иван Милентијевић. Наиме, рецензенти проф. др Ладислав Новак (Факултет техничких наука у Новом Саду) и проф. др Жељко Ђуровић (Електротехнички факултет у Београду) оценили су да предложено техничко решење представља научни резултат који поред стручне компоненте пружа оригинални теоријски и научноистраживачки допринос. У том смислу рецензенти су предложили Наставно-научном већу Факултета да прихвати наведени резултат научноистраживачког рада као техничко решење.

На основу позитивног мишљења два рецензента-експерта из области техничког решења Наставно-научно веће је донело одлуку као у диспозитиву.

**Председник
Наставно-научног већа,
Д е к а н**

Проф. др Драган Јанковић



Privredno društvo za proizvodnju, promet robe i usluga, uvoz i izvoz "YUMIS" d.o.o. Niš
Bulevar Svetog Cara Konstantina 80-86, 18106 Niš, Tel/Fax: 018/ 561-422; 561-421; 269-399; 261-126; 550-882
tekući računi: **105-450-37** AIK Banka a.d. Niš, **160-173763-65** Banka Intesa, **205-107545-75** Komercijalna Banka,
220-59076-83 Pro Credit Banka, **265-4010310001329-39** Raiffeisen banka, **330-3001324-45** Meridijan banka
PIB: 101858325, www.yumis.rs, e-mail: info@yumis.rs

IZJAVA PARTICIPANTA O PRIZNAVANJU PROTOTIPA VAKUMED 2

Ovim potvrđujemo da je uređaj Vakumed 2, razvijen na Elektronskom fakultetu u Nišu u okviru projekta „Inteligentni kabinet za fizikalnu medicinu“, finansiran od strane Ministarstva za prosvetu, nauku i tehnološki razvoj Republike Srbije pod brojem TR32012 prihvaćen kao prototip od strane Yumis d.o.o. kao participanta na projektu.

U Nišu,
dana 10.01.2013. godine

Participant:
Yumis d.o.o. Niš

Direktor
Jagoda Nikolić

Prototip:

Uređaj za fizikalnu terapiju „Vakumed 2“

Rukovodilac projekta: prof. dr Ivan Milentijević**Autori:** Teufik Tokić⁽¹⁾, Emina Milovanović⁽¹⁾, Vladimir Ćirić⁽¹⁾, Oliver Vojinović⁽¹⁾, Darko Tasić⁽²⁾, Ivan Milentijević⁽¹⁾⁽¹⁾ Elektronski fakultet u Nišu⁽²⁾ Centar za transfer tehnologije, Univerzitet u Nišu**Razvijeno:** u okviru projekta tehnološkog razvoja TR-32012**Kratak opis**

Prototip uređaja za fizikalnu terapiju *Vakumed 2* realizovan je u okviru projekta Inteligentni kabinet za fizikalnu medicinu – IKAFIM. Prototip je baziran na postojećem uređaju Vakumed, firme Elektromedicina d.o.o. Ovaj uređaj koristi vakuum elektrode i podržava impulsni i konstantni režim rada. Podešavanje napona se vrši ručno (linearno) i postoje 3 načina rada za impulsni režim. Na samom uređaju se može podešavati impulsni režim iz opsega 15, 30 ili 60 i jačina vakuum-a od 0 do 6000 mbar. Uređaj radi na mrežnom naponu od 220V sa maksimalnom potrošnjom struje od 300mA. Postoje tasteri za podešavanje intenziteta vakuuma, za isisavanje prikupljene vode, za izbor režima rada, za započinjanje i zaustavljanje terapija, kao i svetlosni indikatori za napajanje, status terapije i prikupljanje vode.

Prototip uređaja *Vakumed 2* predstavlja unapređenu verziju uređaja Vakumed i baziran je na mikrokontroleru. Nadgradnjom osnovnog uređaja omogućeno je povezivanje prototipa na lokalnu Ethernet mrežu i kontrolisanje svih funkcija sa centralnog računara. Prototip koristi OSA operativni sistem za rad u realnom vremenu. Na ovom sistemu implementiran je protokol za komunikaciju uređaja sa centralnim računarom i razvijen je grafički interfejs za interakciju sa korisnikom, koji omogućava jednostavnu navigaciju i podešavanje svih aspekata rada uređaja. Realizovani protokol omogućava kontrolu uređaja i sinhronizaciju baze fizikalnih terapija sa centralnog računara, biranje terapije na samom uređaju, praćenje istorije rada uređaja i broja obavljenih terapija.

Realizator:

Elektronski fakultet u Nišu

Korisnik:

Elektromedicina d.o.o. Niš

Podtip rešenja:

Prototip – M82

Mišljenje

U dokumentu prototipa najpre je opisan uređaj *Vakumed* koji je poslužio kao osnova za realizaciju prototipa *Vakumed 2*. Opisane su njegove tehničke i fizičke karakteristike. U nastavku je dat opis platforme i korišćenih komponenti za realizaciju prototipa. Centralni deo opisuje implementaciju komunikacionog protokola, organizaciju tastera za navigaciju i grafički interfejs za podešavanje rada uređaja. Dat je grafički prikaz menija za sve podržane funkcije i scenarije kod upotrebe novog uređaja.

Realizovani prototip predstavlja nadogradnju postojećeg uređaja *Vakumed* firme Elektromedicina iz Niša. Prototipom je obezbeđena podrška za postojeće analogne komponente uređaja, dodat je grafički interfejs za podešavanje i kontrolu uređaja kao i skup tastera za navigaciju. Uređaj implementira komunikacioni protokol za pristup mreži uređaja za fizikalnu medicinu i kontrolu sa centralnog računara. Na uređaju je moguće snimiti i kasnije birati predefinisane terapije.

Realizovani prototip sadrži skup originalnih rešenja i dodaje potpuno novu mogućnost korišćenja *Vakumed* uređaja. Novim funkcionalnostima omogućeno je konfigurisanje uređaja korišćenjem grafičkog menija, omogućeno je povezivanje uređaja u lokalnu mrežu za kontrolu i podešavanje sa centralnog računara a olakšan je i izbor i zadavanje terapija sa samog uređaja.

Predlažem da se predloženo rešenje, prototip, u skladu sa Pravilnikom o postupku i načinu vrednovanja, i kvantitativnom iskazivanju naučnoistraživačkih rezultata istraživača ("Službeni glasnik RS", broj 38/2008) prihvati i klasifikuje kao rezultat "M82 - Nova proizvodna linija, novi materijal, industrijski prototip, novo prihvaćeno rešenje problema u oblasti makroekonomskog, socijalnog i problema održivog prostornog razvoja uvedeni u proizvodnju".



prof. dr. Ladislav Novak
Fakultet tehničkih nauka
Univerzitet u Novom Sadu

Prototip:**Uređaj za fizikalnu terapiju „Vakumed 2“****Rukovodilac projekta:** prof. dr Ivan Milentijević**Autori:** Teufik Tokić⁽¹⁾, Emina Milovanović⁽¹⁾, Vladimir Ćirić⁽¹⁾, Oliver Vojinović⁽¹⁾, Darko Tasić⁽²⁾, Ivan Milentijević⁽¹⁾⁽¹⁾ Elektronski fakultet u Nišu⁽²⁾ Centar za transfer tehnologije, Univerzitet u Nišu**Razvijeno:** u okviru projekta tehnološkog razvoja TR-32012**Kratak opis**

Prototip uređaja za fizikalnu terapiju *Vakumed 2* realizovan je u okviru projekta Inteligentni kabinet za fizikalnu medicinu – IKAFIM. Prototip je baziran na postojećem uređaju Vakumed, firme Elektromedicina d.o.o. Ovaj uređaj koristi vakuum elektrode i podržava impulsni i konstantni režim rada. Podešavanje napona se vrši ručno (linearno) i postoje 3 načina rada za impulsni režim. Na samom uređaju se može podešavati impulsni režim iz opsega 15, 30 ili 60 i jačina vakuum-a od 0 do 6000 mbar. Uređaj radi na mrežnom naponu od 220V sa maksimalnom potrošnjom struje od 300mA. Postoje tasteri za podešavanje intenziteta vakuuma, za isisavanje prikupljene vode, za izbor režima rada, za započinjanje i zaustavljanje terapija, kao i svetlosni indikatori za napajanje, status terapije i prikupljanje vode.

Prototip uređaja *Vakumed 2* predstavlja unapređenu verziju uređaja Vakumed i baziran je na mikrokontroleru. Nadgradnjom osnovnog uređaja omogućeno je povezivanje prototipa na lokalnu Ethernet mrežu i kontrolisanje svih funkcija sa centralnog računara. Prototip koristi OSA operativni sistem za rad u realnom vremenu. Na ovom sistemu implementiran je protokol za komunikaciju uređaja sa centralnim računarom i razvijen je grafički interfejs za interakciju sa korisnikom, koji omogućava jednostavnu navigaciju i podešavanje svih aspekata rada uređaja. Realizovani protokol omogućava kontrolu uređaja i sinhronizaciju baze fizikalnih terapija sa centralnog računara, biranje terapije na samom uređaju, praćenje istorije rada uređaja i broja obavljenih terapija.

Realizator:

Elektronski fakultet u Nišu

Korisnik:

Elektromedicina d.o.o. Niš

Podtip rešenja:

Prototip – M82

Mišljenje

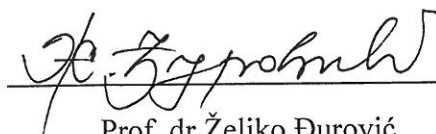
Prototip uređaja za fizikalnu terapiju Vakumed 2 realizovan je u okviru projekta „Inteligentni kabinet za fizikalnu terapiju“ (projekat tehnološkog razvoja TR-32012, Tehnološka oblast - Elektronika, telekomunikacije i informacione tehnologije, rukovodilac projekta: prof. dr Ivan Milentijević, redovni profesor) na Elektronskom fakultetu u Nišu.

Prototip je detaljno opisan u dokumentu „Prototip uređaja: Uređaj za fizikalnu terapiju Vakumed 2“ koji se sastoji od 18 strana formata A4. U okviru opisa prototipa, dat je prikaz funkcija uređaja, opisan je prototip, hardverske komponente prototipa, arhitektura i realizacija sistema u kojem uređaj radi. Opisana je pozicija uređaja u sistemu i predstavljena realizacija prototipa uređaja sa sistemom za komunikaciju i interfejs prototipa.

Korisnik prototipa uređaja Vakumed 2 je Elektromedicine d.o.o iz Niša.

Dostavljena dokumentacija o prototipu je jasna i precizna, detaljno opisuje prototip uređaja i sadrži sve delove potrebne za razumevanje realizacije prototipa. U prototipu su jasno predstavljene polazne osnove za realizaciju prototipa. Detaljno su izdvojene hardverske komponente kojima je postignuta funkcionalnost prototipa uređaja i prikazane su njihove karakteristike. Na koncizan način je opisan širi sistem u kome prototip egzistira i detaljno je opisan način integracije prototipa u taj sistem. Redizajnirani interfejs, koji je predstavljen u ovom prototipu uređaja Vakumed 2, pokazuje značajan napredak u interakciji čoveka sa uređajem za fizikalnu medicinu u odnosu na stariji model ovog uređaja.

Na osnovu prethodnog, predlažem da se „Prototip uređaja: Uređaj za fizikalnu terapiju Vakumed 2“, autora Teufika Tokića, Emine Milovanović, Vladimira Ćirića, Olivera Vojinovića, Darka Tasića i Ivana Milentijevića, prihvati kao prototip i u skladu sa Pravilnikom o postupku i načinu vrednovanja, i kvantitativnom iskazivanju naučnoistraživačkih rezultata istraživača (”Službeni glasnik RS”, broj 38/2008) klasifikuje kao rezultat ”M82 - Nova proizvodna linija, novi materijal, industrijski prototip, novo prihvaćeno rešenje problema u oblasti makroekonomskog, socijalnog i problema održivog prostornog razvoja uvedeni u proizvodnju”.



Prof. dr Željko Đurović

Elektrotehnički fakultet

Univerziteta u Beogradu

Mišljenje

U dokumentu prototipa najpre je opisan uređaj *Vakumed* koji je poslužio kao osnova za realizaciju prototipa *Vakumed 2*. Opisane su njegove tehničke i fizičke karakteristike. U nastavku je dat opis platforme i korišćenih komponenti za realizaciju prototipa. Centralni deo opisuje implementaciju komunikacionog protokola, organizaciju tastera za navigaciju i grafički interfejs za podešavanje rada uređaja. Dat je grafički prikaz menija za sve podržane funkcije i scenarije kod upotrebe novog uređaja.

Na osnovu analize dokumenta sa opisom prototipa uređaja *Vakumed 2* mogu se izvesti sledeći zaključci:

Realizovani prototip predstavlja nadogradnju postojećeg uređaja *Vakumed* firme Elektromedicina iz Niša. Prototipom je obezbeđena podrška za postojeće analogne komponente uređaja, dodat je grafički interfejs za podešavanje i kontrolu uređaja kao i skup tastera za navigaciju. Uređaj implementira komunikacioni protokol za pristup mreži uređaja za fizikalnu medicinu i kontrolu sa centralnog računara. Na uređaju je moguće snimiti i kasnije birati predefinisane terapije.

Realizovani prototip dodaje potpuno novu mogućnost korišćenja *Vakumed* uređaja. Novim funkcionalnostima omogućeno je konfigurisanje uređaja korišćenjem grafičkog menija, omogućeno je povezivanje uređaja u lokalnu mrežu za kontrolu i podešavanje sa centralnog računara a olakšan je i izbor i zadavanje terapija sa samog uređaja. Realizovani prototip otvara mogućnosti za serijsku proizvodnju novog tipa uređaja. Budućom upotrebom svakako će se povećati kvalitet usluga u kabinetima za fizikalnu medicinu i proširiti proizvodni program firme Elektromedicina d.o.o.

Predlažem da se predloženo rešenje, prototip, u skladu sa Pravilnikom o postupku i načinu vrednovanja, i kvantitativnom iskazivanju naučnoistraživačkih rezultata istraživača ("Službeni glasnik RS", broj 38/2008) prihvati i klasifikuje kao rezultat "M82 - Nova proizvodna linija, novi materijal, industrijski prototip, novo prihvaćeno rešenje problema u oblasti makroekonomskog, socijalnog i problema održivog prostornog razvoja uvedeni u proizvodnju".

prof. dr,

1. Uvod

Fizikalna terapija je medicinski tretman koji se primenjuje kada pacijent, usled starenja, povreda, bolesti ili poremećaja, ima probleme sa kretanjem ili funkcijom pojedinih delova tela. Medicinski uređaji koji se koriste kod fizikalne terapije vrše stimulaciju delova tela. To može biti elektro stimulacija, laserska, magnetna ili stimulacija putem ultrazvučnih talasa. Svaki od ovih uređaja, u većini slučajeva, predstavlja jedan ugrađeni sistem. Ugrađen sistem (eng. *embedded system*) je sistem zasnovan na mikrokontroleru koji je napravljen tako da vrši jedan poseban zadatak sa mogućnošću izbora različitih opcija, ali nije dizajniran da bude programiran od strane krajnjeg korisnika.

Mikrokontroler (eng. *microcontroller*) je višenamenski, programabilni uređaj koji prihvata digitalne podatke kao ulaz, procesira ih prema uputstvima koje čuva u svojoj memoriji i daje rezultate kao izlaz. On sadrži jezgro procesora, memoriju, ulazno/izlazne linije, analogno/digitalne i digitalno/analogne konvertore, brojače, generator takta. Mikrokontroler je dizajniran za ugrađene sisteme, i predstavlja isto što i mikroprocesor za personalni računar.

U današnje vreme je trend da se medicinski uređaji povezuju u sistem i međusobno komuniciraju. Da bi se uspostavila komunikacija između uređaja za fizikalnu terapiju, neophodno je postojanje mrežnog hardvera i mrežnog softvera. Od mrežnog hardvera svaki od uređaja može da ima fizički priključak za mrežni kabl i Ethernet kontroler ili neki od adaptera za bežičnu komunikaciju. Kako bi mrežni hardver mogao da se koristi neophodan je mrežni softver. Projektovanje mrežnog softvera je znatno pojednostavljeno ako se on organizuje u slojeve. Svaki od slojeva nudi određene usluge višim slojevima. Mrežni protokol predstavlja skup pravila o formatu i značenju poruka koje se razmenjuju prilikom komunikacije između procesa na istom sloju. Mrežni protokol koji se koristi kod ugrađenih sistema za rad u realnom vremenu zahteva visoku efikasnost, determinisanost kašnjenja, operativnu robusnost, fleksibilnost konfiguracije, malu zauzetost memorije i nisku cenu po čvoru.

U okviru projekta „Inteligentni kabinet za fizikalnu terapiju“, koji se realizuje na Elektronskom fakultetu u Nišu, a finansira od strane Ministarstva prosvete, nauke i tehnološkog razvoja Republike Srbije, razvija se sistem za osavremenjavanje uređaja za fizikalnu terapiju. Cilj ovog projekta je razvoj skupa novih uređaja, na osnovu postojećih uređaja firme Elektromedicina d.o.o iz Niša, sa mogućnošću uključivanja u centralizovani sistem, gde se pod centralizacijom podrazumeva upravljanje i akvizicija podataka, kao i implementacija procedura za bezbedno korišćenje uređaja. Kod nove generacije uređaja biće moguće, pored klasičnog podešavanja, automatski podesiti parametre uređaja i pratiti napredak terapije. Zapisi u bazi sa parametrima i progresom u lečenju biće osnova za projektovanje ekspertskog sistema za fizikalnu medicinu. U cilju optimizacije iskorišćenosti uređaja biće projektovan sistem za automatsko zakazivanje, a zakazivanje terapije i praćene oporavka će biti omogućeno autorizovanim licima preko interneta. Jedan od ciljeva ovog projekta je povezivanje uređaja za fizikalnu terapiju na server u cilju upravljanja i praćenja rada uređaja. Projektom su obuhvaćeni uređaji Intermed (interferentne struje), Vakumed

(tretman vakumom), Diaton (diadinamičke struje), Sonoton (terapija ultrazvukom), Magnemed (magnetna terapija), Eksposan (eksponencijalne struje). Ovi uređaji su sastavni deo kabineta za fizikalnu terapiju koje oprema kompanija Elektromedicina.

U okviru ovog dokumenta biće predstavljen prototip uređaja Vakumed. Cilj ovog prototipa je da postojeći uređaj osavremeni novim rešenjem koje će omogućiti poboljšanje interfejsa uređaja i priključenje uređaja u centralizovani sistem. Na osnovu ovih unapređenja uređaja omogućeno je:

- upravljanje i puštanje u rad uređaja za fizikalnu terapiju sa jednog mesta-računara;
- jednoznačno definisanje više različitih vrsta terapije za jednog pacijenta, sa dnevnim rasporedom, dužinom terapije, zbirnim vođenjem ukupnog broja terapija;
- računarsko zakazivanje termina terapije i rasporeda korišćenja medicinskih aparata;
- različite statističke prikaze po pacijentu / medicinskom uređaju.

2. Opis funkcija uređaja

Vakumed (slika 1) je aparat za terapiju vakuumom. Može se koristiti samostalno ili u kombinaciji sa aparatima za strujnu terapiju (Intermed). Za primenu na pacijentu se koriste vakuum elektrode. Moguće je koristiti bipolarni ili tetrapolarni način rada.

Uređaj se primenjuje kod artroza kolena, išijasa, lumbaga, hroničnog konjunktivitisa, interkostalne neuralgije, hipertrofičnih ožiljaka, furunkula, i dr.



Slika 1. Vakumed

Vakumed je uređaj koji radi na mrežnom naponu od 220V i mrežne frekvencije od 50 Hz sa maksimalnom potrošnjom struje od 300mA. Uređaj podržava impulsni i konstantni režim rada. Podešavanje napona se vrši ručno (linearno) i postoje 3 načina rada za impulsni režim.

Na samom uređaju se može podešavati impulsni režim u opsegu 15, 30 ili 60 i jačina vakuum-a (od 0 - 6000 mbar). Vakuum se postiže vakuumskim pumpama koje se priključuju na uređaj i predstavljaju analogni deo uređaja kojim upravljaju elektronski sklopovi uređaja.

Uređaj se kontroliše tasterima na samom uređaju. Sledeći tasteri su dostupni na kućištu uređaja:

- taster za započinjanje i zaustavljanje terapije,
- taster za izbor tipa impulsnog moda,
- taster za izbor konstantnog moda,
- taster za isisavanje prikupljene vode,
- taster za povećanje intenziteta vakuuma i
- taster za smanjenje intenziteta vakuuma.

Stanje uređaja se može očitati preko svetlosnih indikatora koji se nalaze na uređaju. Indikatori su diode:

- indikator napajanja,
- indikator starta terapije i
- indikator prikupljanja vode.

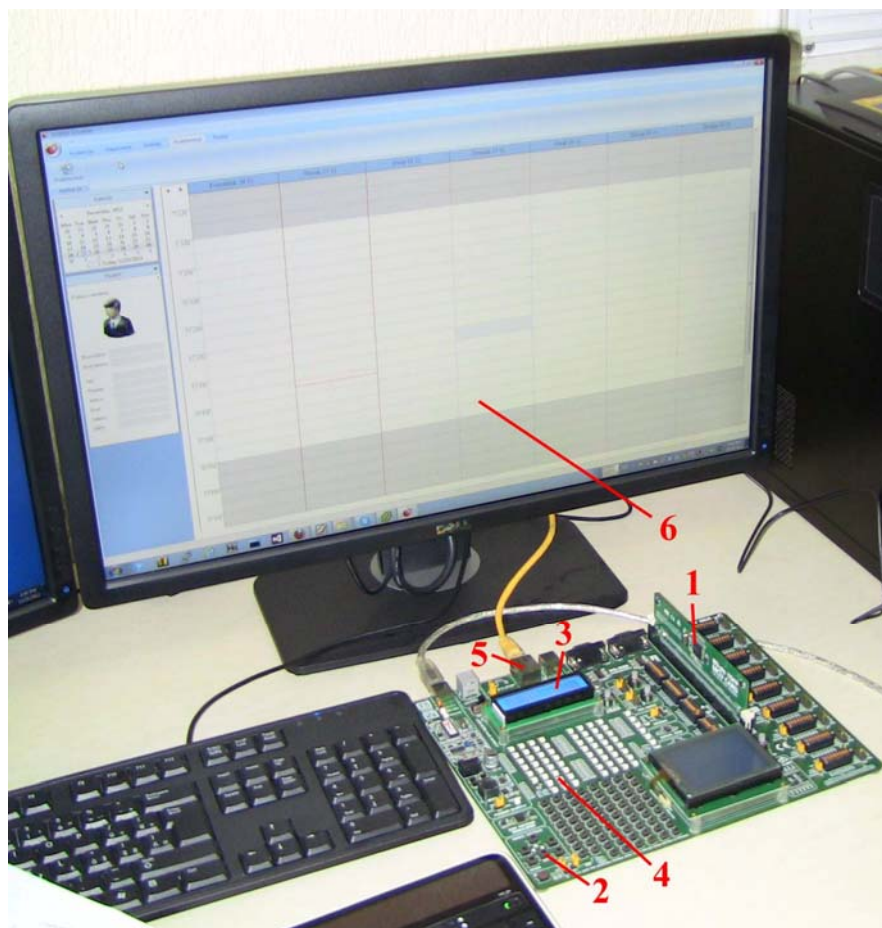
Razvijeni prototip sa matičnom pločom se ugrađuje u kućište postojećeg uređaja, da bi se izbegli troškovi izrade novih proizvodnih alata.

Prototip uređaja, koji je će biti opisan u nastavku, unapređuje interfejs uređaja dodavanjem displeja sa informacijama o stanju uređaja, podešavanjima uređaja, prikazom parametara terapije kao i mogućnost priključenja uređaja na centralizovani sistem preko lokalne mreže.

3. Prototip uređaja Vakumed 2

Prototip uređaja Vakumed je prikazan na slici 2. Na slici 2 je prikazana matična ploča na kojoj je implementiran uređaj, koja je mrežnim kablom povezana na računar na čijem je monitoru prikazan jedan ekran interfejsa centralizovane serverske aplikacije za upravljanje i akviziciju podataka. Komponente prototipa su označene brojevima od 1 do 6 na slici. Za realizaciju prototipa, odabrano je razvojno okruženje LV-18F v6 firme Mikroelektronika.

Prototip je implementiran korišćenjem kartice sa mikrokontrolerskom jedinicom (MCU kartice) sa mikroprocesorom PIC18F87J60 (slika 2, tačka 1). On zadovoljava neophodan broj I/O pinova, brzinu takta i mogućnost priključivanja periferija. Mikrokontroler sadrži 10Mbps Ethernet podršku. Prednost ovog mikrokontrolera je što poseduje integrisani IEEE 802.3 kompatibilni Ethernet kontroler. Kontroler sadrži 8KB SRAM bafer za slanje i prijem paketa. Podržava jedan 10Base-T port, automatsku retransmisiju u slučaju pojave kolizije, 2 LED indikatora za aktivnost.



Slika 2. Prototip uređaja Vakumed-2 sa serverskom aplikacijom: 1) - mikroprocesor PIC18F87J60, 2) - tasteri, 3) - alfanumerički LCD displej, 4) - LED diode, 5) - konektor za Ethernet, 6) - serverska aplikacija

Za interakciju uređaja sa korisnikom, koriste se tasteri prikazani na slici 2, tačka 2, i alfanumerički LCD displej sa 2x16 karaktera (slika 2, tačka 3). Tasteri su iskorišćeni za kretanje kroz menije uređaja. Svi potrebni podaci se ispisuju na alfanumeričkom displeju. Takođe, LED diode (slika 2, tačka 4) su iskorišćene za indikaciju određenog stanja uređaja - indikator stanja terapije, indikator mreže.

Povezivanje uređaja na LAN mrežu je omogućeno korišćenjem konektora za Ethernet (slika 2, tačka 5). Preko ovog konektora, uređaj se priključuje na LAN mrežu i komunicira sa serverskom aplikacijom (slika 2, tačka 6).

Način na koji je svaka od ovih komponenti uređaja povezana na prototipu biće detaljnije opisana u nastavku.

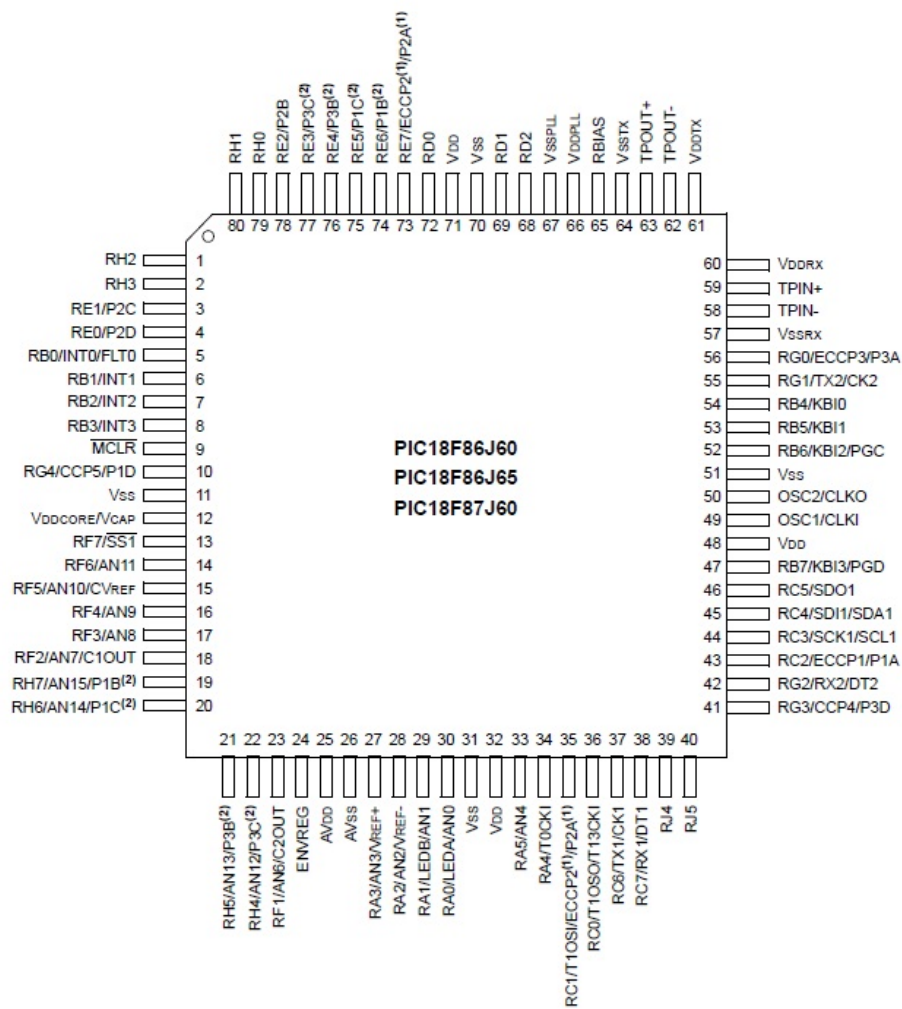
4. Komponente prototipa uređaja Vakumed

Kao što je prethodno rečeno, za realizaciju prototipa odabran je mikroprocesor PIC18F87J60. On zadovoljava neophodan broj I/O pinova, brzinu takta i mogućnost priključivanja periferija potrebnih za realizaciju prototipa. Mikrokontroler sadrži 10Mbps Ethernet podršku.

Ovaj mikrokontroler je 80-pinski mikrokontroler izrađen u CMOS tehnologiji. Na slici 3 je prikazan raspored pinova. Karakteristike ovog mikrokontrolera su:

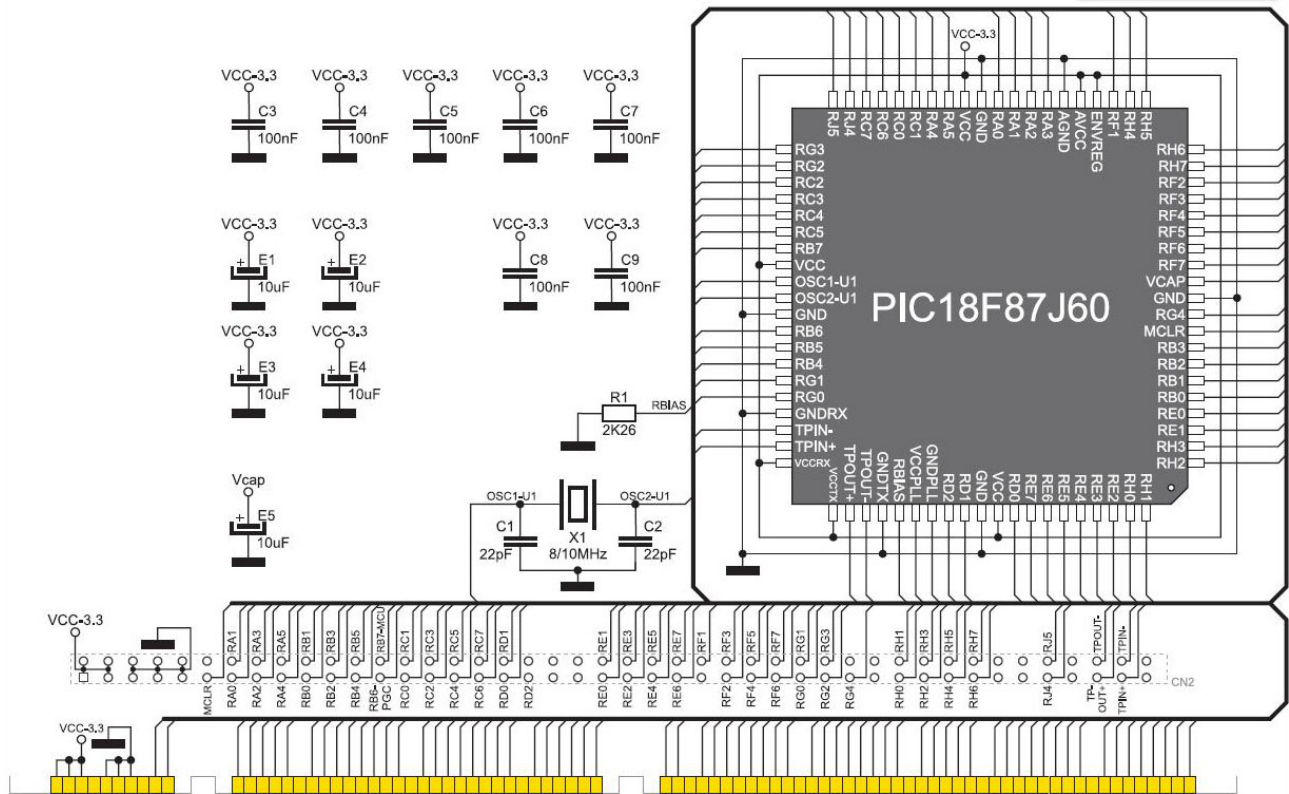
- ugrađena flash programska memorija (128Kb)
- ugrađena RAM memorija podataka (3808 bajta)
- 55 dvosmerne (bidirekcionne) i pojedinačno adresibilne ulazno/izlazne linije
- 15 10-bitnih A/D kanala
- SPI serijski interfejs
- 2 komparatora
- 2 8-bitna i 3 16-bitna tajmera
- promenljivi klok iz spoljnog izvora do 25 MHz
- programabilni watch-dog tajmer

Pinovi dostupni na kućištu kontrolera ilustrovani su na slici 3.



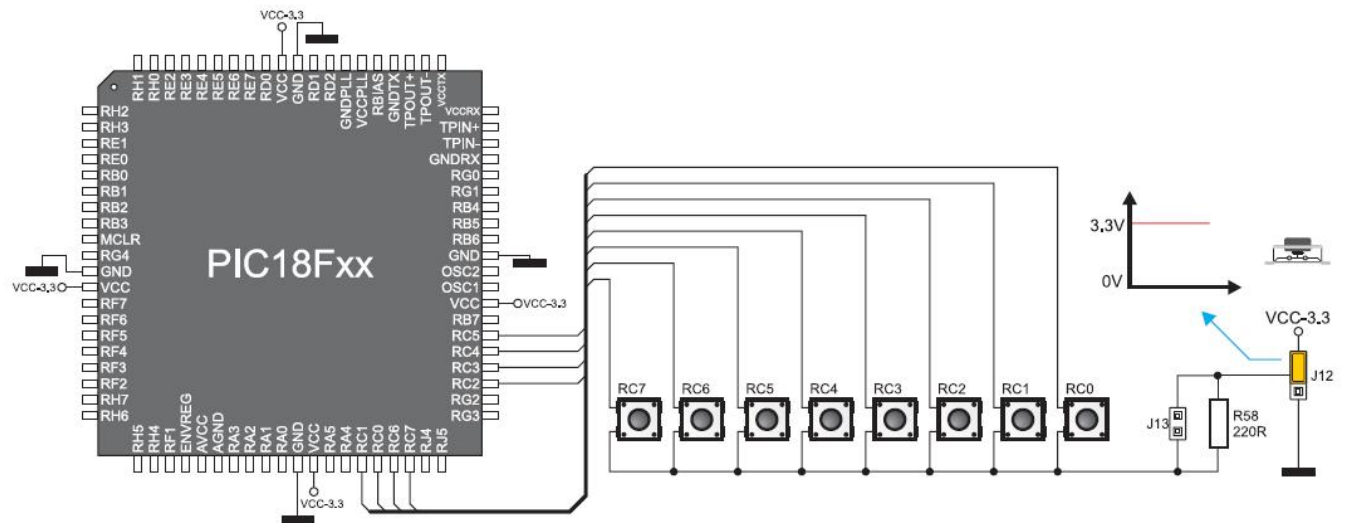
Slika 3. Raspored pinova kod mikrokontrolera PIC 18f87j60

Na slici 4 prikazan je način povezivanja mikrokontrolera na MCU karticu koja se nalazi na prototipu.



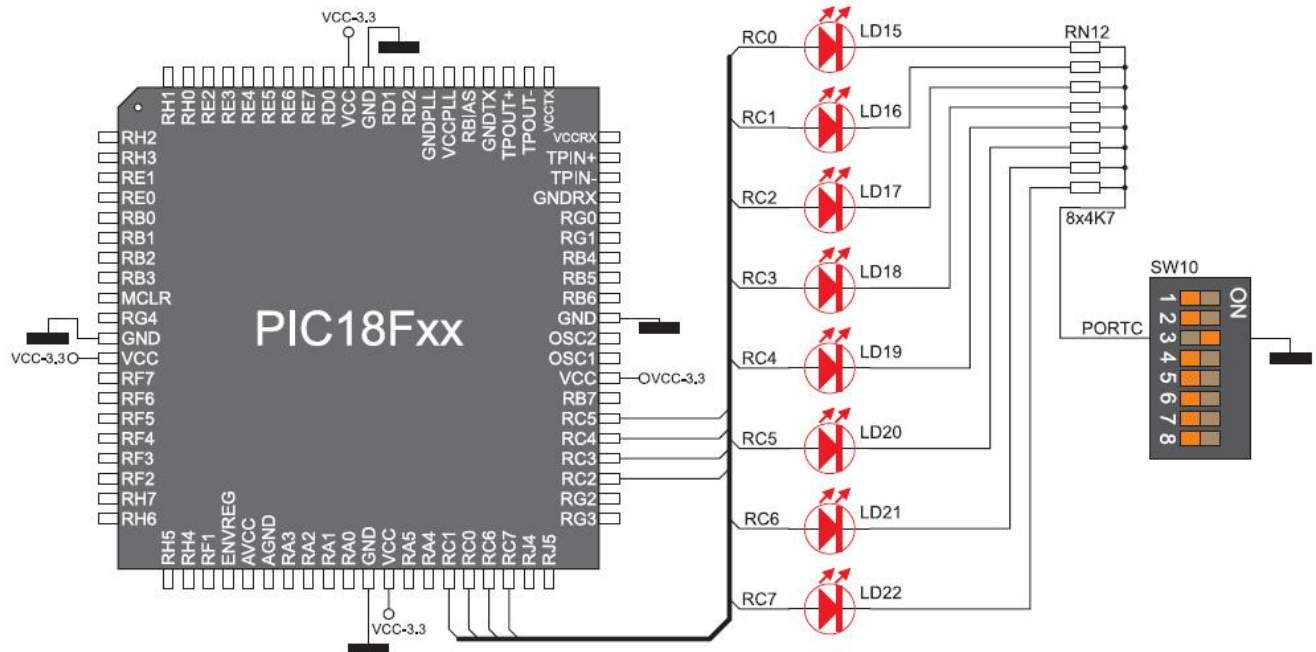
Slika 4. Šematski prikaz veze mikrokontrolera sa pinovima na MCU kartici

Svaki od tastera je povezan na pinove mikroprocesora kao što je prikazano na slici 5.



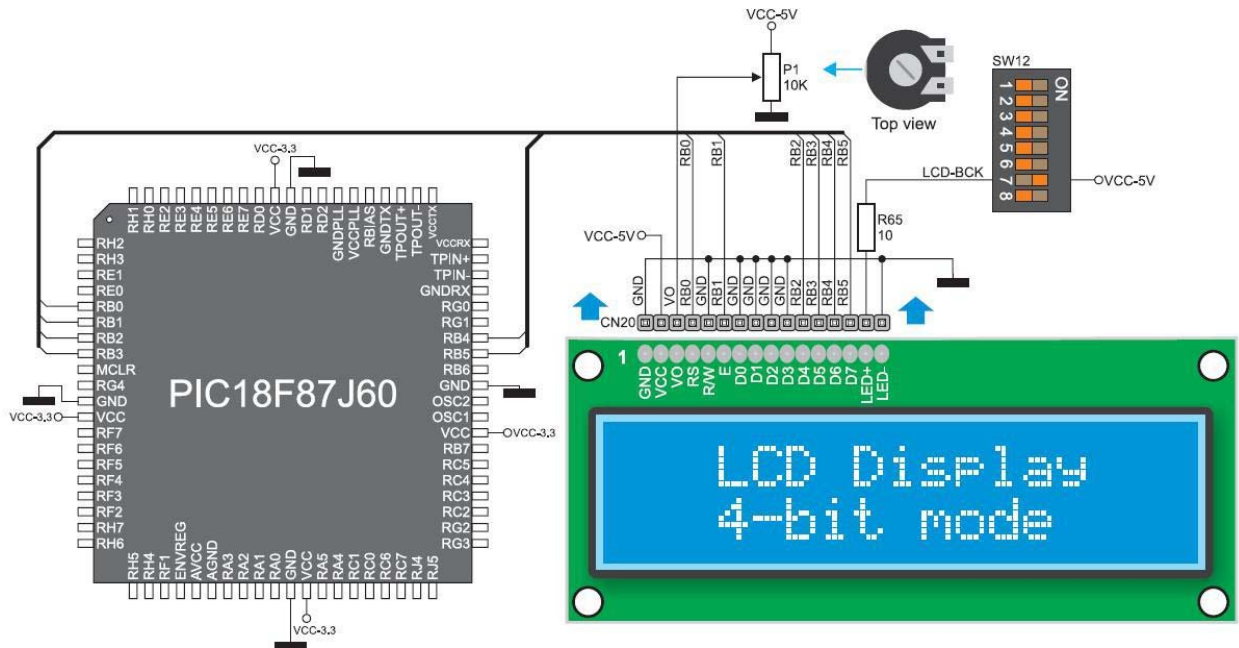
Slika 5. Šematski prikaz veze tastera sa pinovima na mikrokontroleru

Diode su povezane sa mikrokontrolerom kao što je prikazano na slici 6.



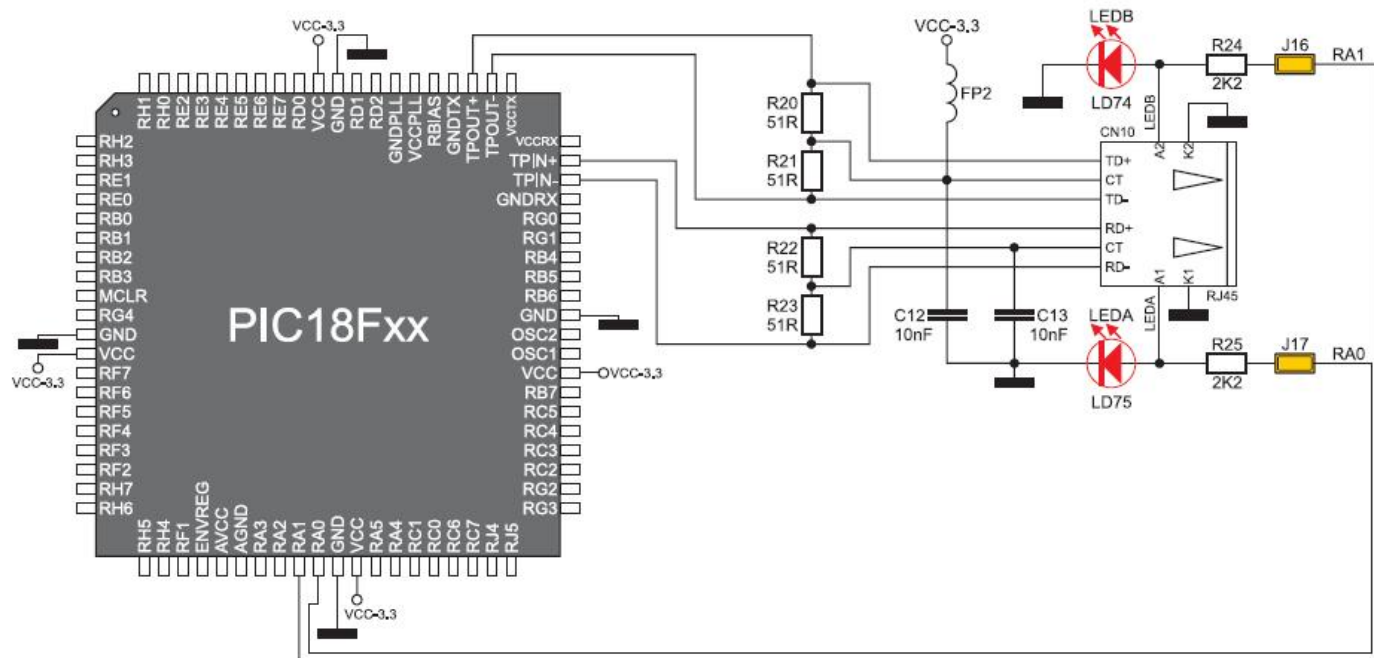
Slika 6. Šematski prikaz veze dioda sa pinovima na mikrokontroleru

Alfanumerički displej je povezan sa mikrokontrolerom na način koji je prikazan na slici 7.



Slika 7. Šematski prikaz veze alfanumeričkog displeja sa pinovima na mikrokontroleru

Na slici 8 su prikazane veze mikrokontrolera sa Ethernet modulom.



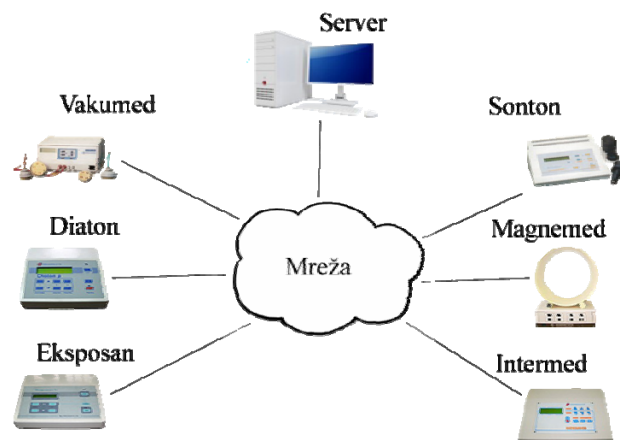
Slika 8. Šematski prikaz veze alfanumeričkog displeja sa pinovima na mikrokontroleru

U nastavku će biti ukratko opisane komponente sistema na koji je prototip uređaja Vakumed-2 povezan, kao i način realizacije funkcija prototipa uređaja Vakumed-2 kroz komponente opisane u prethodnom delu.

5. Komponente sistema i realizacija komponenti prototipa uređaja Vakumed-2

Da bi se omogućila razmena podataka između prototipa uređaja za fizikalnu terapiju i centralizovanog servera, i iskoristile sve mogućnosti koje takav sistem pruža, prototip uređaja Vakumed-2 povezan je na mrežu kao deo inteligentnog kabineta za fizikalnu terapiju. U cilju sagledavanja pozicije prototipa u sistemu, u ovom poglavlju će ukratko biti opisan sistem. Nakon toga će biti dat opis komponentata samog prototipa uređaja Vakumed-2.

Sistem inteligentnog kabineta za fizikalnu terapiju je sistem koji je projektovan po klijent/server modelu. U sistemima za obradu podataka po klijent/server modelu mogu se uočiti tri kategorije komponenti: server, klijenti i mreža. Na slici 9 predstavljena je topologija inteligentnog sistema za fizikalnu terapiju. Server predstavlja računar koji služi za upravljanje zajedničkim resursima, kao što su podaci, upravljanje bazom podataka kojoj pristupa više korisnika, kontrola pristupa i bezbednosti podataka i centralizovano obezbeđenje integriteta podataka. Klijenti su jednostavni uređaji koji koriste resurse sa servera. Na slici 9 klijente predstavljaju uređaji za fizikalnu terapiju. Vakumed je takođe prikazan kao jedan od uređaja na sistemu sa slike 9. Kod klijent/server modela odvijaju se dva procesa: jedan na klijentu i jedan na serveru. Komunikacija se ostvaruje tako što klijentski proces preko mreže šalje poruke serverskom procesu, i čeka na odgovor. Kada serverski proces dobije zahtev, on izvršava zahtevani zadatak i šalje odgovor.

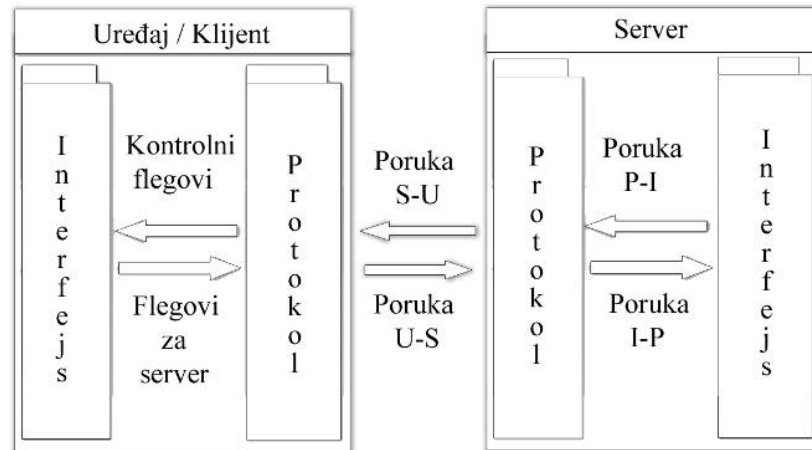


Slika 9. Topologija inteligentnog sistema za fizikalnu terapiju

Mrežna komponenta koja omogućava povezivanje celokupnog sistema predstavlja skup pravila koja čine protokol. Jedna komponenta koja implementira mrežni protokol nalazi se na uređaju i ona predstavlja klijentski proces, dok je druga na serveru i ona predstavlja serverski proces. Ovakva podela je u skladu sa klijent/server modelom, uz tu razliku da oba ova dela

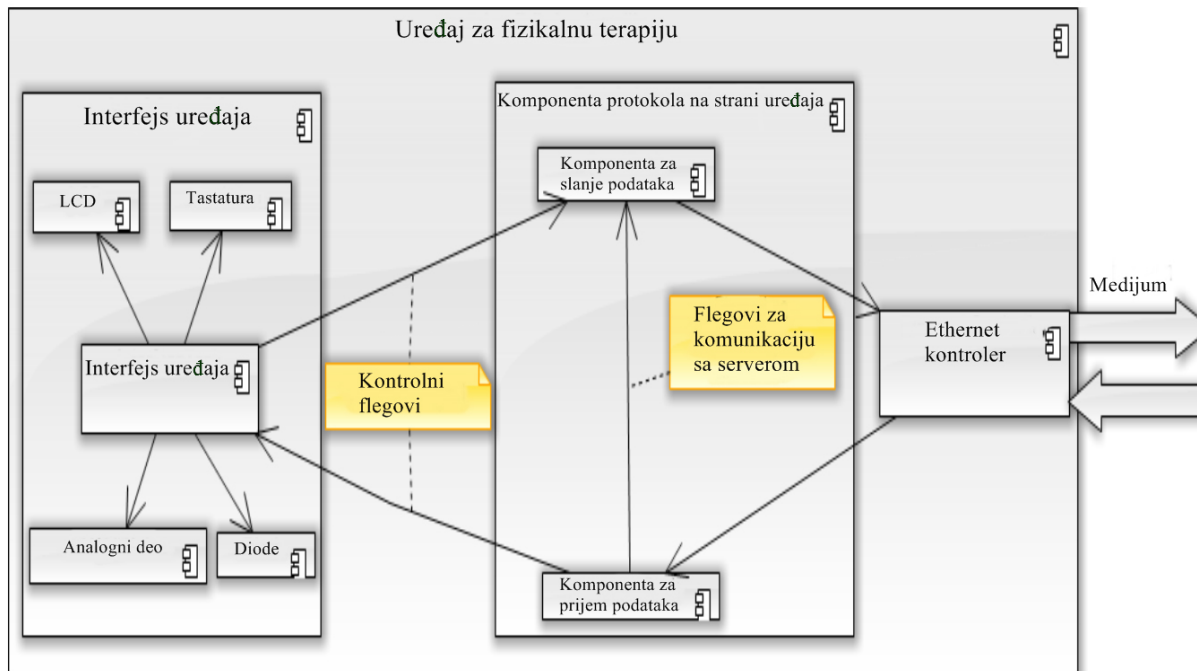
protokola mogu da se ponašaju i kao klijent (da zahtevaju akciju) i kao server (da odgovaraju na zahtev).

Na slici 10 prikazane su komponente celokupnog sistema. Obe strane u komunikaciji imaju komponentu koja implementira protokol i komponentu interfejsa ka korisniku. Na serverskoj stani se komunikacija između ove dve komponente odvija razmenom poruka. Klijent strana je malo specifičnija, pošto ima mnogo manju procesorsku snagu, kao i ograničenu memoriju.



Slika 10. Komponente sistema

Prototip uređaja Vakumed-2 čine dve komponente: komponenta interfejsa uređaja i komponenta protokola na strani uređaja (slika 11).



Slika 11. Arhitektura prototipa uređaja

Implementacija protokola na prototipu

Komponenta koja implementira protokol na strani uređaja je podeljena na dve komponente: komponenta za slanje podataka i komponenta za prijem podataka sa Ethernet kontrolera.

Komponenta za prijem podataka sa Ethernet-a čita podatke koji sa servera stižu na Ethernet kontroler, obrađuje ih i preko flegova za komunikaciju sa serverom i kontrolnih flegova obaveštava ostale komponente prototipa uređaja o nastalim promenama. Dakle, svaka poruka koja dolazi do uređaja obrađuje se u komponenti za prijem podataka i ona određuje kome je ta poruka namenjena i na osnovu tipa poruke preduzima se određena akcija na uređaju.

Komponenta za slanje podataka je zadužena da osluškuje flegove koji ukazuju na potrebu za komunikacijom sa serverom, kao i kontrolne flegove. Kada komponenta za prijem podataka ili interfejs komponenta imaju potrebu da pošalju neku poruku ili odgovor serveru, postavlja se određeni fleg i na osnovu njega komponenta za slanje podataka prepoznaje tip poruke, priprema poruku i šalje je preko Ethernet kontrolera komponenti protokola na strani servera. Komponenta za slanje podataka je jedina komponenta koja šalje poruku serveru i svaka komunikacija od uređaja ka serveru ide preko ove komponente.

Interfejs prototipa uređaja Vakumed-2

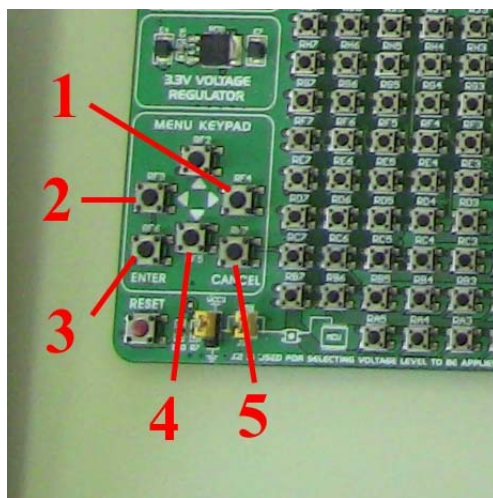
Interfejs komponenta kontroliše rad uređaja koji se tiče interfejsa ka korisniku/operateru, kretanje kroz menije i obradu ulaznih zahteva od korisnika dobijenih preko tastera. Pored toga, interfejs komponenta komunicira sa komponentama protokola tako što čeka na

određene događaje sa servera, kao što su startovanje ili stopiranje terapije sa servera. Ova komunikacija se odvija u smeru komponenta za primanje podataka – interfejs komponenta. Takođe, interfejs komponenta je zadužena za obaveštavanje servera o događaju koji se desio na uređaju (startovanje ili stopiranje terapije na uređaju). Komunikacija ovog tipa se odvija u smeru interfejs komponenta – komponenta za slanje podataka. Ova komponenta takođe javlja komponenti koja implementira protokol kada se desi promena u načinu konfigurisanja mrežnog kontrolera i načinu zadavanja mrežnih adresa (DHCP, Zeroconf ili statička dodela adresa).

Interfejs uređaja je razvijen sa ciljem da zadovolji zahteve za upravljanje svim parametrima uređaja i omogući pregled parametara u toku rada. Prikaz se obavlja na displeju 2*16 karaktera. Kako postoji potreba prikaza svih parametara terapije istovremeno u toku terapije, ali i potreba za promenom pojedinih parametara u toku terapije, realizovana je odgovarajuća struktura menija, takva da se po želi može prikazati bilo jedan parametar, ili svi parametri terapije istovremeno.

Prototip uređaja Vakumed 2 poseduje 5 tastera preko kojih korisnik interaguje sa uređajem (slika 12):

- taster Desno (slika 12, tačka 1)
- taster Levo (slika 12, tačka 2)
- taster Start/Stop (slika 12, tačka 3)
- taster Ulaz (slika 12, tačka 4)
- taster Nazad (slika 12, tačka 5)



Slika 12 - Tasteri na prototipu uređaja Vakumed-2

Tasteri Levo i Desno se koriste za kretanje kroz menije, za selekciju parametra koji se menja i za promenu vrednosti nekog parametra. Taster Start/Stop služi za pokretanje i zaustavljanje terapije. Taster Ulaz se koristi za ulaz u podmenije i potvrdu unešenih parametara. Taster Nazad se koristi za vraćanje iz podmenija na glavni meni.

U nastavku će biti opisan interfejs prototipa uređaja Vakumed-2.

Iz početnog stanja na displeju vidi se naziv i status uređaja (slika 13).




```
UredJaJ
UredJaJ spreman
```

Slika 13. Početno stanje displeja prototipa uređaja Vakumed-2

Korišćenjem tastera, opisanih u prethodnom delu, korisnik može pristupiti menijima koji prikazuju podatke o uređaju, menijima za podešavanje i pregled parametara komunikacije sa serverom i menijima vezanim za terapije.

Pritiskom na taster Start pokreće se meni za izbor terapije sa parametrima (slika 14). Tasterima Levo i Desno se može pregledati svaki parametar terapije ponaosob. Ponovnim pritiskom na taster Start se startuje terapija. Na slici 14 je prikazan izgled displeja

uređaja kad je na njemu startovana terapija.



```
mod U I t
15 000 Da 00
```



```
Mod 15 Uakuum 000 mBar Isi savanJe vode NE
```

Slika 14. Izgled displeja prototipa uređaja Vakumed u toku izvršenja terapije

Na prototipu uređaja Vakumed-2 se kroz meni, korišćenjem tastera koji su prethodno opisani, može ući u sekciju za podešavanje i prikaz parametara mrežne konekcije. Korišćenjem tastera Levo i Desno, mogu se pogledati parametri mrežne konekcije (slika 15).



```
VEZa sa mreZom
NIJE POVEZano
```



```
IP uredJaJa 0. 0. 0. 0 IP racunara 0. 0. 0. 0 KonFiguraciJa IP DHCP
```

Slika 15. Izgled displeja prototipa uređaja Vakumed u sekciji za podešavanje i prikaz parametara mrežne konekcijeUređaj pamti podatke o samom uređaju kao i o trajanju terapija i broju izvršenih terapija na uređaju. Izborom opcije *O uređaju* iz menija i kretanjem kroz meni tasterima Levo i Desno mogu se pregledati podaci o uređaju i izvršenim terapijama (slika 16).




```
0 uredJaJu
```



Serijski Broj	Minuti terapije	Terapije
0000000000	0	0

Slika 16. Izgled displeja prototipa uređaja Vakumed u sekciji za prikaz podataka o uređaju

Na uređaju je omogućen pregled terapija, dodavanje terapije, izmena terapija, brisanje terapije i sinhronizacija terapija sa serverom (slika 17).




```
Nova terapija
```



```
Pregled postojece
```



```
Izmena postojece
```



```
Brisati postojece
```



```
Sinhronizacija
```

Slika 17. Izgled displeja prototipa uređaja Vakumed u sekciji za manipulaciju terapijama

Prototip uređaja ima mogućnost izbora terapije za startovanje ili učitavanje zadnje terapije koja je izvršena (slika 18).



```
IZBOR terapije
```



Predhodni Param.	PredeFinisana i
F1 P00 P00 M-t00	F1 P00 P00 M-t00

Slika 18. Izgled displeja prototipa uređaja Vakumed u sekciji za izbor terapije

U toku izvršavanja terapije, uređaj pokazuje trenutne parametre terapije sa mogućnošću promene nekog parametra terapije u toku trajanja same terapije bez zaustavljanja terapije. Dok je terapija u toku, tasterima Levo i Desno je omoguće označiti određeni parametar. Pritiskom na taster Ulaz, selektuje se parametar i tasterima Levo i Desno se može menjati vrednost odabranog parametra (slika 19).



Slika 19. Izgled displeja prototipa uređaja Vakumed prilikom menjanja parametra u toku trajanja terapije

Tokom trajanja terapije, pritiskom na taster Start/Stop vrši se prekid izvršenja terapije i ispisuje se poruka (slika 20).



Slika 20. Izgled displeja prototipa uređaja Vakumed nakon prekida izvršenja terapije

Operativni sistem na uređaju

Da bi se omogućio paralelizam u izvršenju zadataka za koje je zadužen mikroprocesor, za implementaciju je korišćen operativni sistem za rad u realnom vremenu - Real-Time Operating System (RTOS). RTOS je operativni sistem koji vremenski raspoređuje izvršavanje, upravlja sistemskim resursima i obezbeđuje konzistentnost koda razvijane aplikacije. Smatra se da operativni sistem radi u realnom vremenu ako stalno omogućuje programima da obavljaju zadatke unutar određenih vremenskih ograničenja koja se očekuju od strane korisnika.

Zbog podrške za PIC18 kompajler, jednostavnosti operativnog sistema i minimalnog zauzeća resursa mikrokontrolera odabran je OSA operativni sistem za rad u realnom vremenu. OSA je kooperativan multitasking operativni sistem za rad u realnom vremenu (RTOS) za mikrokontrolere Microchip PIC10, PIC12, PIC16, PIC18, PIC24, dsPIC, za 8-bitne mikrokontrolere Atmel AVR i mikrokontrolere STMicroelectronics STM8.

OSA operativni sistem podržava zadatke (eng. *task*). U kernelu OSA operativnog sistema, zadatak je grana koda koja se izvršava konkurentno sa drugim zadacima, gledano iz programerskog ugla. Zadaci su korišćeni za realizaciju komponenti podsistema na uređaju koji se konkurentno izvršavaju.

OSA operativni sistem nudi podršku za sinhronizaciju zadataka u vidu flegova, koji su korišćeni za komunikaciju između različitih komponenata sistema.

5. Zaključak

U ovom dokumentu predstavljen je prototip uređaja Vakumed-2. Ovaj prototip je nova generacija uređaja Vakumed-2 razvijena na osnovu postojećeg uređaja novim softversko-hardverskim rešenjem, koje omogućava poboljšanje interfejsa uređaja i priključenje uređaja u centralizovani sistem. Na ovaj način se prati trend razvoja medicinskih uređaja za centralizovanim upravljanjem i akvizicijom podataka.

Prototip uređaja Vakumed-2 je zadržao sve funkcije uređaja Vakumed koji je odnose na terapiju vakuumom koja se postiže korišćenjem vakuumskih pumpi. Unapređivanjem uređaja omogućeno je:

- poboljšavanje interfejsa uređaja i interakcije sa korisnikom u skladu sa trenutnim trendovima u svetu medicinskih uređaja,
- upravljanje uređajem sa centralnog računara (servera) i upravljanje terapijama sa samog uređaja,
- jednoznačno definisanje više različitih vrsta terapija sa predefinisanim parametrima na uređaju,
- sinhronizacija baze terapija na uređaju sa bazom na serveru,
- pregled broja izvršenih terapija i dužine rada uređaja na samom uređaju.

Komunikacijom uređaja sa serverom postignuta je mogućnost za zapis parametara terapija i progressa lečenja u bazi, što se može iskoristiti kao osnova za projektovanje ekspertskeg sistema za fizikalnu terapiju.