

»Mladi za napredek Maribora 2014«

31. srečanje

Krmiljenje prelivnega bazena

Raziskovalno področje: Elektrotehnika, elektronika

Raziskovalna naloga

[illegible]

T ^} q | K U Ó Ò Ü V Á Ö Æ Ú Æ Ü Q

¥[æŋŋŋŋŋŋÜÖÖP RZŠSØSVUUÛCE W P ŒSP Q S OÁ U ŠOAT œ Ü ÖU Û

Maribor, januar 2014

Kazalo vsebine

1. POVZETEK	5
2. ZAHVALA.....	5
3. UVOD	6
4. HIPOTEZE IN CILJI	7
5. KAJ SPLOH JE BAZEN.....	8
5.1. Kaj je bazen	8
5.2. Zgodovina bazena.....	9
5.3. Vrste bazenov	10
3.5.1. Vrste javnih bazenov	10
3.5.2. Privatni ali zasebni bazeni.....	10
5.4. »Skimmerski« bazeni	10
5.5. Prelivni bazeni	10
5.6. Strojnica bazena.....	12
5.7. Filtriranje in kloriranje bazenske vode	12
6. RAZISKOVANJE.....	14
6.1. Opredelitev problema	14
6.2. Črpalka preliva	14
6.3. Ogrevanje.....	15
6.4. Dvižna ploščad	16
6.5. Opis modela.....	17
6.6. Postopek razvijanja naloge	18
6.7. Tehnična in tehnološka dokumentacija	18

7.6.1.	Izdelava vezij.....	18
7.6.2.	Vklop masaž in razsvetljave z daljincem	18
7.6.3.	Merjenje temperature	20
7.6.4.	Krmiljenje preliva in filtra.....	22
7.6.5.	Merjenje nivoja vode.....	24
7.6.6.	Merjenje kalnosti vode	24
7.6.7.	PWM-vezje za napajanje.....	25
7.6.1.	Krmilnik za spreminjanje barv	26
6.8.	Pulzno širinska modulacija (PWM).....	26
7.	ZAKLJUČEK.....	30
8.	DRUŽBENA ODGOVORNOST.....	31
9.	VIRI IN LITERATURA	32
10.	PRILOGA SLIK.....	33

Kazalo slik

Slika 1:	Nasin bazen za trening astronautov (vir: flickdriver)	8
Slika 2:	Montažni bazen (vir: sportajse)	9
Slika 3:	Podoba prvega bazena (vir: wikipedia).....	9
Slika 4:	Vrste prelivov bazena (vir: Titro)	11
Slika 5:	parametri bazena (vir.: avtor naloge)	13
Slika 6:	Bazen za plesne spektakle z dvižno ploščadjo na ladji »Oasis of the Seas« (vir: google galerija).....	17
Slika 7:	Diagram poteka (vir: avtor naloge).....	20

Slika 8: Diagram poteka PIC16F628A.....	22
Slika 9: Kompenzacijski bazen in nameščenost sond z nivoji (vir: avtor naloge).....	24
Slika 10: Časovni diagram pulzno širinske modulacije (vir: avtor naloge)	27
Slika 11: Prikaz PWM izhoda (vir: avtor naloge)	28
Slika 12: Oscilogram PWM signalov na kolektorjih tranzistorjev (vir: avtor naloge)	29
Slika 13: Elektromagnetni ventil (vir: avtor naloge).....	33
Slika 14: Predelan elektromagnetni ventil (vir: avtor naloge)	33
Slika 15: Pretočna črpalka 12 V (vir: avtor naloge).....	34
Slika 16: Črpalke v strojnici 18 kW (vir: avtor naloge).....	34
Slika 17: Ločilni transformator (vir: avtor naloge)	35
Slika 18: Toplotni izmenjevalec (vir: stotinka).....	35
Slika 19: Ploščica z povezavami in elementi za digitalni termometer (vir: avtor naloge).....	36
Slika 20: Delovanje kadar ni stisnjena tipka na vhodu RB2	37
Slika 21: Delovanje kadar je stisnjena tipka na vhodu RB2	37
Slika 22: Program termometra in izpis na LCD prikazovalniku (vir: avtor naloge).....	38
Slika 23: Primerjanje temperature in vklop izhoda na RB3	38
Slika 24: Elektronski načrt za sprejemnik (vir: avtor naloge).....	39
Slika 25: Ploščica z povezavami in elementi za sprejemnik (vir: avtor naloge).....	39
Slika 26: Elektronski načrt za PWM regulator in voltmeter	40
Slika 27: Ploščica z povezavami in elementi za PWM regulator (vir: avtor naloge).....	40
Slika 28: Elektronski načrt za barvno spreminjajoč krmilnik (vir: avtor naloge)	41

Slika 29: Ploščica s povezavami in elementi za barvno spreminjajoč krmilnik (vir: avtor naloge).....	41
Slika 30: Del programa za voltmeter (vir: avtor naloge).....	42
Slika 31: Senzor kalnosti vode (vir: avtor naloge).....	42
Slika 32: Razstavljen servomotor (vir: avtor naloge).....	42
Slika 33: Shema bazena (vir: avtor naloge).....	43
Slika 34: Shema prelivnega bazena z gretjem (vir: avtor naloge).....	43
Slika 35: Manjši prelivni bazen (vir: avtor naloge).....	44
Slika 36: Strojnica manjšega prelivnega bazena z kompenzacijskim bazenom (vir: avtor naloge).....	44
Slika 37: Električna omarica prelivnega bazena (vir: avtor naloge)	45
Slika 38: Skimmerski bazen (vir: avtor naloge).....	45
Slika 39: Bazeni z nalito vodo iz vodovoda (tako po polnjenju in brez vsebnosti klora) (vir: avtor naloge).....	46
Slika 40: Črpalka in filter skimmerskega bazena (vir: avtor naloge).....	46
Slika 41: Krmilnik, ki ga uporabljajo v termah (vir: avtor naloge).....	47
Slika 42: Filter, ki ga imajo v termah za filtriranje vode enega bazena (vir: avtor naloge).....	47
Slika 43: Merilec redox potenciala (vir: avtor naloge)	48
Slika 44: Merilec pH vrednosti (vir: avtor naloge)	48

1. POVZETEK

V raziskovalni nalogi sem raziskoval in primerjal delovanje prelivnega in »skimmerskega« bazena. Najbolj sem se osredotočil na električno krmilje, delovanje preliva ter varnost in udobje kopalcev. Velika večina krmilja pri amaterskih bazenih deluje zelo slabo, voda preseže nivo kompenzacijskega bazena in se prelije. Ta vode teče po strojnici in lahko kasneje poškoduje električne naprave.

Za krmiljenje sem uporabil več mikrokontrolerjev Microchip PIC. Izdelal sem model, na katerem sem prikazal praktično delovanje krmilja in delovanje prelivnega bazena v realnosti. Raziskoval sem delovanje dvizhne ploščadi, katero ima podobno nameščena ladja *Oases Of the seas*. V mojem primeru bi ploščad pomagala v vodo osebam z gibalnimi motnjami, koristila pa bi tudi v primeru utapljanja.

2. ZAHVALA

Zahvaljujem se mentorju za vse nasvete in pomoč, termam, katere sem si ogledal, saj sem tam izvedel veliko novega o bazenih, staršem, ki so mi pomagali pri izdelavi modela, lektorici in prijateljem odobritev fotografiranja bazenov.

3. UVOD

Za izdelavo raziskovalne naloge sem se odločil, ker me je zanimalo krmilje prelivnega bazena. Zamisel sem dobil pri sosedu, ki ima manjši prelivni bazen, in krmilje že od postavitve bazena ne deluje dobro. Zato sem se odločil raziskati krmilje v privatnih in javnih bazenih ter dodati kakšne izboljšave. Obiskal sem terme, kjer sem si ogledal krmilje in strojnico javnih bazenov. Izvedel sem, da vzdrževanje bazena ni tako preprosto, kot sem mislil in kot misli večina ljudi. Raziskoval sem, kakšno krmilje se uporablja, kam gre prelita voda in kako bi se dalo prihraniti pri energiji ter povečati varnost kopalcev.

Za krmiljenje z Microchipovim PIC-em sem se odločil, ker je majhnih dimenzij in ima veliko možnosti programiranja oz. je dovolj zmogljiv za uporabo v tej nalogi.

4. HIPOTEZE IN CILJI

Pred začetkom raziskovanja sem si zastavil nekaj hipotez, ki sem jih med nalogo potrdil ali ovrgel:

- 1.) Z optimizacijo krmiljenja prelivnega bazena bi lahko prihranili električno energijo.

To hipotezo sem potrdil, saj če bi ustrezno krmilili črpalko bi lahko veliko prihranili.

- 2.) S solarnim ogrevanjem bi prihranili energijo.

To hipotezo sem potrdil, saj je solarna energija zastonj. Porabnik so samo obtočne črpalke.

- 3.) Bazenu lahko dodamo dvižno ploščad za nastavitev globine.

To hipotezo sem potrdil, saj bi v bazenu lahko nastavljali globino in v primerih utapljanja, osebo dvignili iz vode.

- 4.) Z uporabo dvižne ploščadi bi bazen naredili prijaznejši invalidnim gostom.

To hipotezo sem potrdil, saj bi pri potapljanju lažje v vodo spravili invalide.

- 5.) Svetlobni efekti z barvno razsvetljavo.

To hipotezo sem potrdil, saj bi veliki večini kopalcem takšna razsvetljava ustrezala in je tudi zelo varčna zaradi LED¹ svetil.

- 6.) Če bi se vodo manj kloriralo, bi zmanjšali »bazenski vonj«.

To hipotezo sem zavrgel, saj ta vonj ni zaradi prevelike vsebnosti klora, ampak zaradi kloroamina (bolj podrobno v poglavju 4.7)

¹ LED (angl.: Light-emitting diode), svetleča dioda

² Inox (angl.: stainless steel), nerjaveče jeklo

5. KAJ SPLOH JE BAZEN

5.1. Kaj je bazen

Bazen je velika kad napolnjena z vodo, namenjena rekreaciji, plavanju, potapljanju, vodnim športom in usposabljanju astronautov, reševalcev in potapljačev. Največji je olimpijski bazen, manjši so sprostitevni in masažni. Lahko so vgrajeni ali montažni, notranji ali zunanji. Bazene izdelujejo iz različnih materialov, najpogostejši so poliesterski, betonski, inox² in liner³ bazeni. Vsak bazen mora imeti filter in črpalko, ki skrbi za pretok vode v bazenu ali bazensko hidravliko.



Slika 1: Nasin bazen za trening astronautov (vir: flickdriver)

² Inox (angl.: stainless steel), nerjaveče jeklo

³ Liner, bazeni iz stiropornih zidakov.



Slika 2: Montažni bazen (vir: sportajse)

5.2. Zgodovina bazena

Zgodovina bazena sega v peto tisočletje pred našim štetjem. Prvi bazen je bil najverjetneje zgrajen v mestu Mohenjo-Daro v Pakistanu. Bazen je bil bolj podoben kopeli, saj ni imel filtracije, krmilja in preliva. Meril je 12x7x2,4 metra. Narejen je bil iz fine opeke in oblit z debelo plastjo naravnega katrana. Bolj poznana so kopališča in bazeni iz stare Grčije in Rima. Bazeni so se uporabljali za kopanje, zdravljenje, druženje in verske obrede. Bazeni podobni zdajšnjim in plavalna tekmovanja so se pojavili okoli leta 1800 v Veliki Britaniji. Osnova za današnji bazen je bil Ameriški *Deep Eddy Pool* iz mesta Austin, ki je bil kar na reki Kolorado. Kasneje so zgradili betonski bazen, ki je leta 1920 postal letovišče. Privatni bazeni pa so se pojavili v petdesetih letih.



Slika 3: Podoba prvega bazena (vir: wikipedia)

5.3. Vrste bazenov

3.5.1. Vrste javnih bazenov

Bazeni za javno rabo morajo biti prelivni in imeti dobro filtracijo, ki je sestavljena iz enega ali več filtrov. Bazen mora biti narejen po standardih, ki jih določajo zakonski predpisi. Zahteve za gradnjo so načrt arhitekture, načrt gradbene konstrukcije, načrt strojnih inštalacij in načrt elektroinštalacij. Obvezno je avtomatsko kloriranje in uravnavanje pH vrednosti.

3.5.2. Privatni ali zasebni bazeni

V privatni rabi se najpogosteje uporabljajo »skimmerski« bazeni, ki so enostavnejši za uporabo. Za bazene v privatni rabi ni predpisanih zakonov. Vsak posameznik, ki ima bazen, je za stanje in kakovost vode odgovoren sam.

5.4. »Skimmerski« bazeni

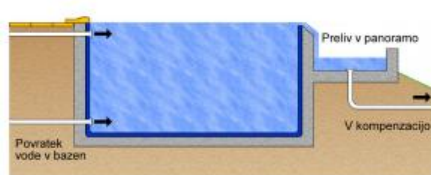
»Skimmerski« bazeni so bazeni, pri katerih se voda površinsko čisti s pomočjo »skimmerjev«. »Skimmer« bi v slovenščino lahko prevedli kot »posnemalec«, ker z vodne površine posnema nesnago. V slovenščini nimamo točnega prevoda, zato se ta vrsta bazenov imenuje kar »skimmerski bazen«. Skimmer je zgrajen iz plovca, največkrat je za to uporabljena loputa, ki se samodejno prilagaja nivoju vode in tako omogoča odsesavanje vode s površine. V »skimmerju« je nameščeno sito (ponavadi v obliki košarice), kjer se nabirajo večje stvari, ki bi lahko zamašile cevi. Površinske umazanije so listje, trava, sončna krema, razne manjše stvari, ki jih nosijo veter in žuželke. Skimmer ima na spodnjem delu nameščen priključek za cevno povezavo do črpalke. Voda potuje skozi filter in se prefiltrirana vrne v bazen skozi šobe, ki so nameščene na drugi strani »skimmerjev«. Skimmerski bazen ne potrebuje krmilja filtrirne črpalke, razen, če želimo črpalko vklapljati preko ure. Skimmerski bazen za razliko od prelivnega ne sme imeti vode nalite do vrha, saj gre do tja voda, ko so v njej kopalci.

5.5. Prelivni bazeni

Pri prelivnih bazenih se celoten rob uporablja za površinsko čiščenje bazena. Zato mora imeti bazen nameščen prelivni kanal, ki mora biti raven, da odteka voda iz celotnega roba in ne samo na določeni strani. Prelita voda potuje iz kanala po ceveh do kompenzacijskega bazena, ki mora biti na nižji legi kot bazen. Črpalka prelito vodo iz kompenzacijskega bazena prečrpa

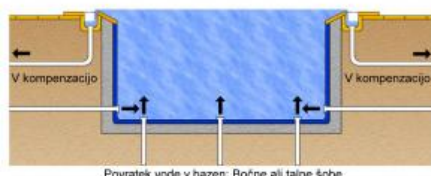
skozi filter, kjer se očisti. Voda se vrne v bazen preko talnih šob. Prelivni bazen ima popolno hidravliko bazena in učinkovito površinsko čiščenje. V kompenzacijskem bazenu morata biti nameščeni sondi. Prva sonda varuje črpalko, da ne bi obratovala v praznem teku, druga pa skrbi, da ni kompenzacijski bazen preveč poln. Slika (št.: 4) prikazuje najpogostejše vrste preliwa. Najpogostejša vrsta je Klasični preliv, ki je primeren tako za zunanje kot notranje bazene, saj ima na vrhu plastično rešetko, ki zadržuje listje in ostale stvari, ki bi lahko zamašile cevi. Finski in skriti preliv sta primernejša za notranje bazene.

NAJPOGOSTEJŠE VRSTE PRELIVNIH KANALOV V BAZENIH



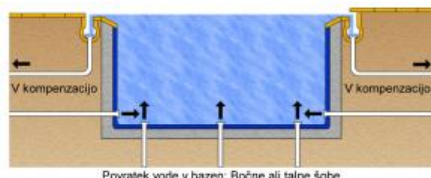
Preliv v panoramo

Pri prelivu "v panoramo" voda odteka največkrat samo preko ene stene v poseben večji prelivni kanal, ki je postavljen precej nižje od gladine vode v bazenu. Iz tega nižjega kanala odteka voda v kompenzacijski bazen.



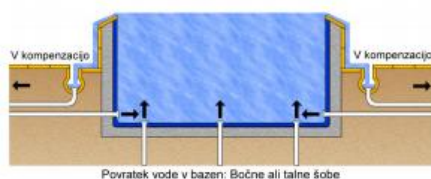
Klasični (običajni) prelivni kanal

Pri klasičnem prelivu odteka voda v kompenzacijo iz prelivnih kanalov, ki so nameščeni okoli bazena. Kanal je po vsej dolžini enako širok in je običajno pokrit s plastičnimi rešetkami.



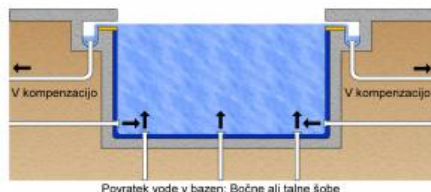
Posebni - skriti prelivni kanal

Pri skitem prelivu odteka voda v kompenzacijo iz skritih prelivnih kanalov, ki so nameščeni okoli bazena. Kanal je ob vstopu vode (na vrhu) ožji in se nato razširi na dnu, zato mu pravimo tudi skriti prelivni kanal.



Preliv po steni bazena v skriti ali običajni preliv

Pri prelivu po steni bazena odteka voda v kompenzacijo iz prelivnih kanalov, ki so nameščeni ob bazenu pod nivojem vode tako, da voda odteka v prelivni kanal po zunanji steni bazena. Bazen je pri tej vrsti prelivnih kanalov dvignjen iz nivoja tal.



Finski preliv

Pri finskem prelivu odteka voda v kompenzacijo iz prelivnih kanalov, ki so nameščeni na notranjih stenah bazena in zato niso vidni iz vrha bazena.

Slika 4: Vrste prelivov bazena (vir: Titro)

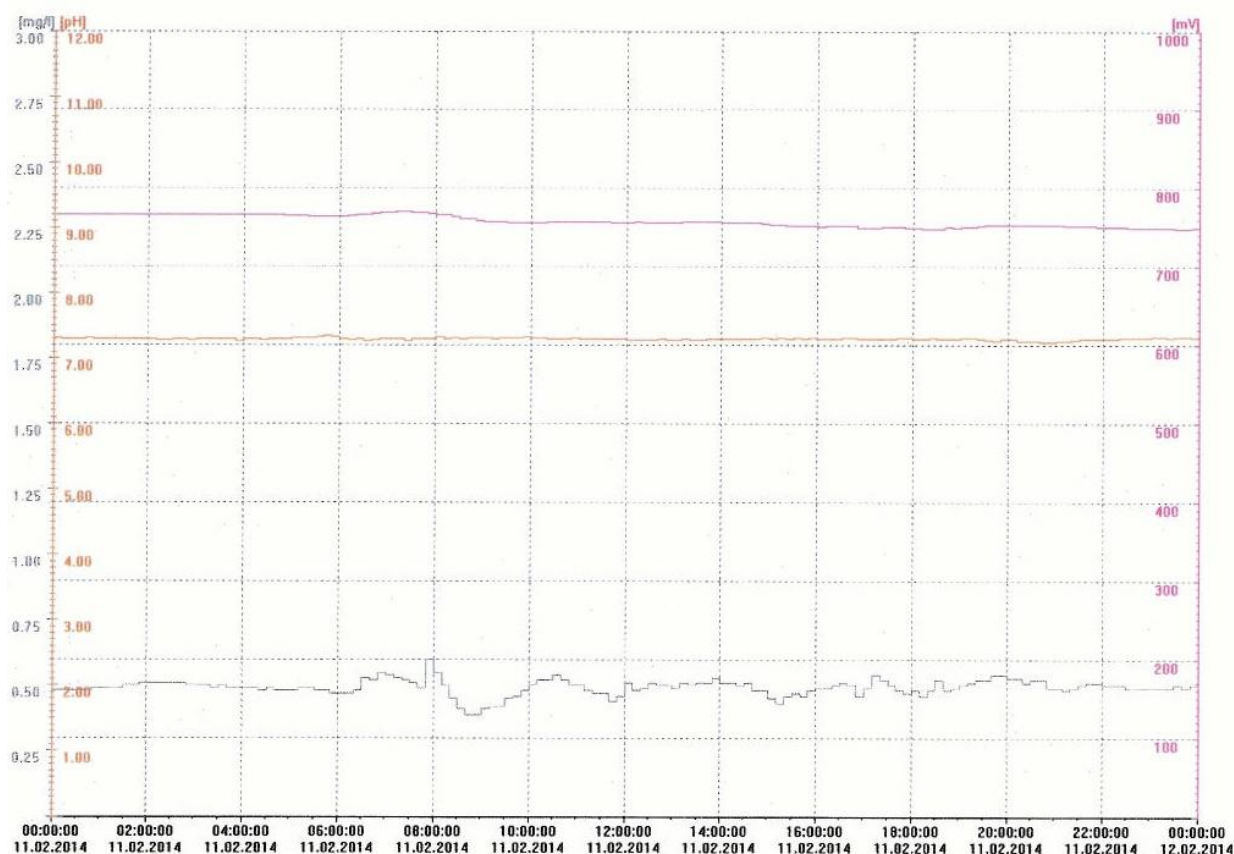
5.6. Strojnica bazena

V strojnici je celotno krmilje bazena, od črpalk, krmilnika in filtrov, do kompenzacijskih bazenov. Strojnica bi naj bila čim bližje bazenu, da niso potrebne dolge cevi od bazena do strojnice. Strojnica mora biti dovolj velika, suha, zaščitena pred zmrzaljo in ustrezno prezračena. Vse električne inštalacije morajo biti vodotesne in narejene po standardu IP68. Priporočljivo je tudi, da je električna omarica nameščena na mestu, kamor voda ne seže.

5.7. Filtriranje in kloriranje bazenske vode

V javnih bazenih veljajo zelo stroge zahteve glede vzdrževanja vode, saj bazen obiskujejo različni ljudje, tudi z nalezljivimi boleznimi. V termah, ki sem si jih ogledal, vodo primerno vzdržujejo in dobro skrbijo za varnost kopalcev. V bazenu so najbolj pomembni trije parametri, to so vsebnost klora, pH vrednosti in »redox potencial«. Vrednost pH mora biti med 6,5 in 7,6, saj bi vrednost nižja od 6,5 povzročila jedkost (kislost) vode. Če pa bi bila vrednost pH večja od 7,6 bi pa voda bila bazična. V obeh primerih to neugodno vpliva na kopalce ter draži oči in kožo. Redox potencial je obratnosorazmeren s pH- jem saj če je pH večji, je redox približno enako manjši, ali obratno, če je redox večji, je pH manjši. Redox potencial je pri vsakem bazenu drugačen, saj ima vsak bazen drugačno vodo (odvisno od kamninske zgradbe tal, po katerih je voda tekla...) in s tem prevodnost. Redox potencial ali merjenje prevodnosti se meri tako, da na določeni razdalji postavimo dve elektrodi in med njima priključimo napetost okoli 700 mV. Klor pa se avtomatsko dodaja in ne sme biti večji od 5 mg na liter vode. Poznamo več vrst kloriranja vode. Kloriranje z elektrolizo, plinskim klorom in trdnim klorom (klor v obliki tablet). Zavrgel sem tudi hipotezo številka: 6 saj smrad po kloru Ugotovil sem, da smrad na bazenu ni zaradi prevelike vsebnosti klora v vodi, ampak zaradi umazanih, ki se veže z klorom in tvori kloroamin (Amonijev ion). Tipični sestavini umazane bazenske vode (kloroamina) sta amonijev ion ali (amonij NH_4) in sečnina ($\text{CO}(\text{NH}_2)_2$). S prostim klorom se pretvarjata v kloroamine, ki so glavni vzrok za »kopališki vonj« ter vplivata na draženje očne sluznice. Kloroamini vsebujejo klor, ki ima majhen dezinfekcijski učinek, a ni uporaben. Zanimiv podatek, do katerega sem prišel v termah in ga kasneje odkril v pravilniku o minimalnih higienskih zahtevah v kopališčih in kopalnih vodah je, da morajo za vsakega kopalca odliti 30 litrov bazenske vode in jo nadomestiti z novo. V termah se voda tako rekoč menjuje vsakih 10 dni. Zraven kemijskega čiščenja je zelo pomembno mehansko čiščenje, ki se izvaja v filtru. V filtru se filtrira vsa vidna umazanja

(npr.: lasje) in tudi skoraj vidna umazanija. Prav tako se filtrira tudi izkosmičeni material koloidnih delcev, ki jih filter zadrži na svoji površini. V filtru je posebni pesek, aktivno oglje v prahu in dolomitni material. Pesek služi za zadrževanje delcev, aktivno oglje absorbira (veže) veliko snovi in dolomitni filtrski material, ki reagira alkalno in služi za uravnavanje pH in mehčanje vode. Ker filter zadržuje odpadne snovi ga je potrebno tudi očistiti oziroma oprati. Pranje filtra se izvaja vsak tretji dan tako, da iz obratne smeri pretoka pod velikim pritiskom izpere največjo možno mero umazanije v kanalizacijo. Na sliki (št.: 5) vidimo parametre za en dan delovanja bazena. Spodnji parameter, ki ima črno krivuljo predstavlja gibanje vrednosti klora, katerega vrednost se giblje okoli 0,50 mg/l. Največje nihanje je nastalo med osmo in deseto uro saj takrat je bazen pričel delovati. Druga krivulja (oranžna barva) prikazuje vrednost pH katera se giblje okoli vrednosti 7,36 pH. Tretja krivulja (roza) pa je redox potencial kateraga krivulja se giblje okoli 750 mV



Slika 5: parametri bazena (vir.: avtor naloge)

6. RAZISKOVANJE

6.1. Opredelitev problema

Bazen je zelo draga zadeva, saj zahteva stalno nego in porabi veliko energije za črpalke in ogrevanje. Raziskoval sem, kako bi se dalo to zmanjšati in iz rezultatov ugotovil, da največji strošek in prispevek k onesnaženju okolja predstavlja ogrevanje bazena. Porabo plina ali kurilnega olja za ogrevanje vode bi lahko zmanjšali, če bi namestili sončne kolektorje, ki z malim energijskim vložkom proizvedejo veliko energije. Predvidevam, da bi lahko poleti in pozimi koristili energijo sonca. Doma imamo na hiši nameščena dva sončna kolektorja za ogrevanje vode. Ugotovil sem, da tudi takrat, kadar je nizka temperatura ozračja in oblačno vreme, kolektorji vseeno proizvedejo nekaj energije. Velik porabnik električne energije so tudi črpalke za filtracijo in vračanje kompenzirane vode v bazen. V javnih in privatnih bazenih vsi elementi, ki so nameščeni v bazenu delujejo na nizko napetost. Ti porabniki so luči, ki delujejo na 12 V, če imajo klasične sijalke (žarnice z volframovo nitko ali halogenske) ali led diode v veliko primerih pa tako delujejo na napetosti med 3,3 V in 3,5 V.

6.2. Črpalka preliva

V bazenu, v katerem ni ustreznega krmilja, delujejo črpalke cel dan z enako močjo. Najprej sem si zamislil takšno krmiljenje, da bi krmilil črpalke glede na nivo vode v kompenzacijskem bazenu, a sem to hipotezo zavrgel, saj če so kopalci v bazenu mora biti pretok vode skozi filter takšen, kot je določen za vsak bazen, saj je le takrat filtriranje vode optimalno. V termah, ki sem jih obiskal, imajo starejše krmilje, pri katerem črpalke delujejo cel dan s približno enako delavno močjo. Krmilje, ki sem ga tudi praktično izdelal na modelu bazena, pa bi delovalo tako, da bi, kadar kopalcev ni v bazenu, črpalke delovale z najmanjšo možno močjo, pri kateri se voda še filtrira skozi filter. To bi naredil tako, da bi dodal še eno sondo za merjenje nivoja, ki bi zaznavala takrat, kadar bi se prelilo več vode, kot pa če je bazen brez kopalcev, pa stalni preliv ne bi dosegel sonde. Prav tako bi namestil sonde. Ena sonda se uporablja za zaznavanje nivoja na dnu kompenzacijskega bazena in črpalke ščiti pred suhim tekom ali delovanjem brez vode, saj pri bazenih izhlapi zelo veliko vode. Druga sonda pa je nameščena na vrhu in zaznava slučajno odpoved sistema ter to javi z zvočnim signalom in na LCD prikazovalniku izpiše »CRPALKA PRELIVA, PREMALO VODE«. V javnih kopališčih imajo visoke predpise glede čistoče vode, saj lahko zelo hitro pride do infekcije, alergij in ostalih okužb. Zato bi črpalke, kadar je kopališče zaprto, delovale z manjšo močjo,

razen nekaj časa pred odprtjem in po zaprtju, da bi prečistili še vso umazano vodo. Predvidevam, da bi se zmanjšali poraba električne energije in toplotno segrevanje ter podaljšala življenjska doba črpalke oziroma njenih sestavnih delov, če bi se uporabilo takšno krmilje črpalk.

6.3. Ogrevanje

Največji porabnik energije v bazenu je ogrevanje, saj mora bazen imeti konstantno temperaturo. V javnih bazenih, kjer voda ni dovolj topla, jo morajo ogrevati. Izjeme so nekatera slovenska zdravilišča, ki imajo toplo termalno vodo. Najpogosteje se za ogrevanje vode uporabi peč na plin ali olje. Novejša kopališča imajo že nameščene solarne kolektroje in toplotni izmenjevalec za ogrevanje, zato sem raziskal, ali bi se ta investicija izplačala, koliko energije moramo vložiti mi in kakšen je izkoristek. Slika (št.: 18) prikazuje toplotni izmenjevalec, ki ima vgrajeno spiralo (kačo iz dobro prevodne kovinske snovi). Za vzgled sem si vzel domači sistem za ogrevanje sanitarne vode z dvema kolektorjema površine okoli $4,8 \text{ m}^2$. Približno od junija do septembra lahko peč izklopimo, kar je kar velik prihranek. Če bi torej pri bazenih uporabljali solarne kolektroje in ustrezno krmilje, bi prihranili denar in kar je še pomembneje, ohranjali bi okolje (svet) z manj izpusti CO_2 in drugih strupenih plinov. Krmilje, ki sem ga jaz praktično izvedel, ima dva senzorja temperature, ki merita in primerjata vrednosti temperature. Če je vrednost temperature kolektorja večja od temperature bazena, voda kroži skozi kolektor in tako segreva bazensko vodo. Za usmerjanje vode med bazenom in kolektorjem sem nameraval uporabiti 12 V ali 24 voltna elektromagnetna ventila, a je bila cena teh previsoka, zato sem uporabil 230 V ventila. Uporabljene elektromagnetne ventile sem predelal, saj so bili mišljeni za odpiranje vode iz vodovoda in so imeli nameščeno plastično sito za zadrževanje manjših predmetov (peska) iz vodovoda. Predelal sem tudi zapiralo iz gume, ki je nameščena za sitom in delno razbremeni membrano ventila, kadar ne deluje. Ventil pred predelavo in po njej lahko vidite na slikah (št.: 13 in 14). Ampak, ker je voda prevodnik električnega toka mora biti zagotovljena varnost z uporabo ločilnega transformatorja. Ločilni transformator je sestavljen iz sekundarnega in primarnega navitja, ki imata enako veliko navitje in upornost tuljave. Transformator nam galvansko loči napetost in je zato varen pred poškodbami z električnim tokom. Na sliki (št.: 18) je transformator, katerega sem uporabil v nalogi. Temperature merita dva temperaturna senzorja, ki merita do temperature $125 \text{ }^{\circ}\text{C}$. Na kolektorju lahko temperatura preseže tudi nekaj čez $100 \text{ }^{\circ}\text{C}$, zato mora biti v obtoku ogrevanja temu primerna tekočina (npr. hladilna tekočina pri avtu).

6.4. Dvižna ploščad

Zamisel za dvižno ploščad sem dobil, ko sem gledal dokumentarno oddajo o križarki *Oasis of the Seas*, ki ima podobno dvižno ploščad, le da se tam uporablja v bazenu, kjer se dogajajo plesni spektakli v vodi in na ploščadi. Ploščad je na ladji prihranila prostor, saj je enkrat bazen, drugič pa ploščad brez vode. V bazenu bi bila ploščad uporabna za nastavljanje globine in potapljanje z invalidi. Ploščad v bazenu bi lahko dvignila in spustila pristojna oseba (npr.: reševalec iz vode) in tako prilagodila globino dna, npr.: tečaj plavanja z manjšimi otroci, ki drugače ne bi dosegli dna in bi se lahko utopili. Pogovarjal sem se z inštruktorico potapljanja, ki se potaplja tudi z invalidi. Zastavil sem ji nekaj vprašanj. Vprašal sem jo, kako invalide, ki ne morejo hoditi, spravijo v bazen. Odgovorila mi je, da zelo težko, saj imajo takrat že nameščeno vso opremo (npr.: neopren, kisikove jeklenke...), ki je kar težka. Če bi imeli ploščad, bi lahko invalide zapeljali na ploščad in jih dali sede na tla ter spustili. Zanimalo me je, kako pa jih spravijo iz vode, saj jih morajo nekako dvigniti iz dna na rob. Odgovorila je, da bi jim ploščad pri dvigu iz vode prišla še bolj prav, ker bi jih potem samo dali na voziček in »odpeljali« iz bazena. Tako sem ugotovil, da je ploščad zelo uporabna, saj se zdaj uporabljajo dvigala na hidravliko, le da ne znižajo globine bazena, ampak samo položijo invalidno osebo v njo. Razmišljal sem tudi, kako bi lahko dvignili ploščad, če bi se kdo utapljal, in s tem opozorili ostale kopalce ter lažje rešili utapljajočega se kopalca. Ker je bazensko dno v večini primerov kar spolzko, se lahko hitro komu spodrsne, bodisi otroku ali starejši osebi. V takšnem primeru bi dvignili ploščad iz vode in pričeli postopek oživljanja, najverjetneje v krajšem času, kot če bi osebo najprej dvignili iz vode in postavili ob rob bazena. Po koncu obratovalnega časa kopališča bi lahko ploščad dvignili in s tem zmanjšali hlapenje vode, kar je tudi zelo velika težava. Zelo pomemben je tudi zvočen signal ob dvigu, da ne bi koga presenetil dvig ali spust ploščadi. Za dvig ploščadi na modelu sem uporabil enosmerni motor v bazenih pa bi se ploščad dvignilo z hidravličnim ali pnevmatičnim sistemom. Mislim, da bi pnevmatski sistem bil boljši saj bat dvigne stisnjen zrak in v slučaju okvare bata (poškodba tesnila) ne more onesnažiti vode kot se to lahko zgodi pri hidravliki saj tam olje pod pritiskom dviga bat.



Slika 6: Bazen za plesne spektakle z dvižno ploščadjo na ladji »Oasis of the Seas« (vir: google galerija)

6.5. Opis modela

Model bo predstavljal maketo prelivnega bazena. Narejen bo iz plastične škatle, okoli katere bo nameščen Finski preliv. Finski preliv sem uporabil zato, ker skriva prelivni kanal in je vizualno lepši. Bazen in črpalke bodo nameščene na leseno ploščo, krmilje, transformator in napajalnik pa na drugo desko. Za ločitev krmilja od bazena sem se odločil, zaradi povečanja varnosti modela oz. če bi se polilo kaj vode čez rob. Črpalke sem uporabil 12 V z močjo 25 W slika (št.: 15). Običajno uporabljajo enofazne ali trifazne, v termah uporabljajo za bazen katerega shemo krmilja vidimo na sliki št.: 15 trifazni 18kW črpalke. Na maketi delujejo vse naprave z nizko napetostjo, razen elektromagnetni ventil, ki deluje na 230 V. Napetost sem ločil z ločilnim transformatorjem. Elektronska vezja, ki sem jih izdelal, bom dal v plastično dozo, na kateri bo tudi komandni pult. Črpalke imajo nazivni tok 2,1 A. Uporabil sem 3 črpalke, katerih skupni maksimalen nazivni tok naj bi bil 6,3 A, a izmerjeni skupni tok je manjši in črpalka preliwa ne bo vedno delovala na najvišji delovni moči. Za napajanje bi potemtakem potreboval okoli 6,5 A napajalnik, zato se uporabil stabiliziran napajalnik, pri katerem je nastala težava, saj ima izhodno napetost 24 V, tok pa 10 A. Razmišljal sem, kaj bi naredil, da bi dobil konstantno napetost 12 V. Spomnil sem se na pulzno širinsko modulacijo, pri kateri lahko zmanjšamo in nastavimo konstantno napetost. Izdelal sem vezje in tako rešil težavo z napajanjem. Za dvig in spust dvižne ploščadi sem uporabil servo-motor, katerega sem predelal v enosmerni motor. Slika (št.: 32) predstavlja elektroniko, ki sem jo odstranil in tako dobil enosmerni motor. Za uporabo servo-motorja sem se odločil, ker ga je lahko

pritrđiti. Dvižno ploščad se bo dvignilo oz. spustilo s pritiskom in držanjem tipk. Ob premikanju ploščadi bom imel zvočni signal, za katerega sem uporabil piskača z območjem delovanja 3 – 9 V v mojem primeru bo deloval na 5 V.

6.6. Postopek razvijanja naloge

Nato sem se lotil raziskovanja. Ogledal sem si dva privatna bazena in javno kopališče, v mojem primeru terme. En privatni bazen je bil prelivni in ugotovil sem, da deluje na enakem principu kot javni le , da nima krmilja preлива, kar je zelo pomembno, saj mora kopalec takrat, ko se želi kopati, ročno vklopiti in izklopiti črpalko (razen če se kopa v intervalu, ko je vklopljena ura). V strojnici zna biti zelo nevarno, saj lahko pride do zdrsa oziroma padca. Bazeni imajo okoli 5000 litrov vode. Skimmerski bazen katerega sem obiskal ima večjo prostornino okoli 13000 litrov. Bazeni imajo en skimmer. Ker skimmerski bazeni nimajo kompenzacijskega bazena, ne smejo imeti nalite vode do vrha, ker se ne bi mogla nikamor preliti, ampak se bi gladina vode dvigne.

6.7. Tehnična in tehnološka dokumentacija

7.6.1. Izdelava vezij

Vse tiskanine sem izdelal s pomočjo šolskega rezkarja, ker se z postopkom rezkanja dosti okolje manj onesnaži, in ker za izdelavo vezja niso potrebne kemikalije. Tiskanine sem konstruiral z pomočjo Autorutera, programskega okolja Eagle, ki izvede avtomatsko povezovanje komponent elektronskega vezja, in s funkcijo CAM processor, ki naredi vezje v datoteko. Ta pa vsebuje skoraj vse parametre, ki jih potrebuje rezkar. Na rezkarju je potrebno samo nastaviti velikost obdelovalnega materiala in lego. Dobra stran rezkarja je, da naredi dobre povezave in vse luknje samodejno izvrti. Pri vseh vezjih, ki so na modelu, sem uporabil napetostni stabilizator IC 7805, ki stabilizira napetost na 5 V in deluje na enosmernem napetostnem območju, v mojem primeru 10 V–35 V (odvisno od proizvajalca). Sheme vezij in tiskanic so v prilogi.

7.6.2. Vklop masaž in razsvetljave z daljincem

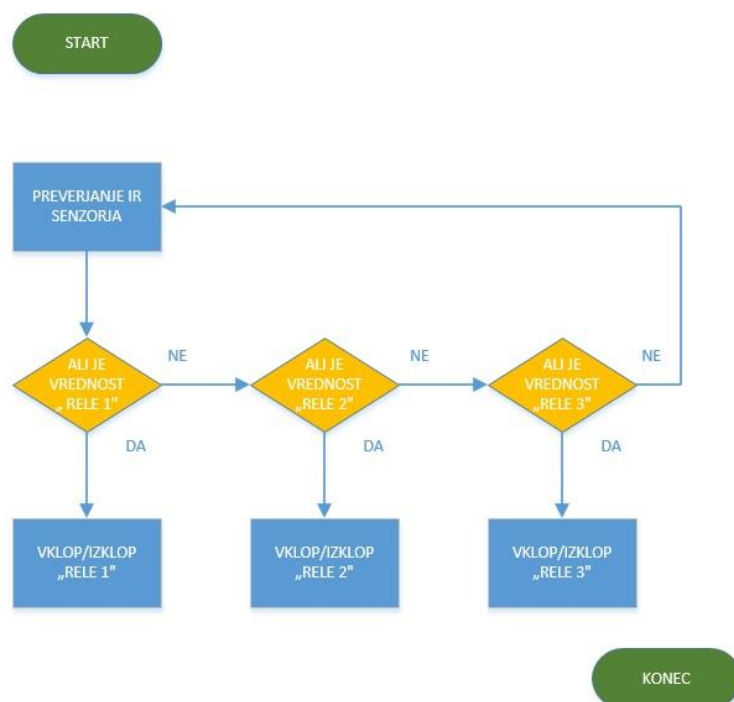
Model omogoča vklop črpalke masaže, slap in ambientalne (okrasne) RGB razsvetljave z daljincem. Za krmilje sem uporabil Microchipov PIC12f629. Mikrokontroler ima 6-vhodno izhodnih pinov in vgrajen 4 MHz oscilator, ki sem ga tudi uporabil. Za zaznavanje signalov

sem uporabil IR-sprejemnik TSOP4838, ki je povezan na pin GP2. Za vklop sem uporabil enosmerne 12-voltne releje Omron G5LA, a ker lahko PIC vklopi le 5 V, sem uporabil NPN-tranzistor BC547, ki bo prekinjal negativni pol pri relejih. Na prvi rele bom vezal črpalko, ki bo služila kot vodni tok (močan usmerjen curek vode uporaben za masažo ali plavanje proti njemu), drugi rele bo vklapljal slap (curek vode iz zraka, ki se uporablja za masažo in polepšanje bazena), tretji rele bo vklapljal PWM RGB razsvetljavo v bazena. Za brezžični vklop sem moral narediti še daljinec, ki sem ga dal v ohišje in s tem zavaroval vezje. V daljincu je PIC10F200, ki ima tudi 8 pinov, vgrajen 4 MHz oscillator in nizko porabo električne energije v stanju pripravljenosti, kar je zelo pomembno, saj podaljša življenjsko dobo baterij. Daljinec ima 3 tipke, s katerimi vklapljamo releje. Kot oddajnik sem uporabil IR-diodo LD274, katero krmili tranzistor BC549C. Na komandni mizi se bo z led diodami prikazovalo, kateri releji so vključeni. Dodal sem še stikala, da bo možen vklop iz pulta.

2.7.6.1. Program sprejemnika (PIC12f629)

Program sprejemnika je sprogramiran v Mplab ide⁴ in deluje tako, da mikrokontroler neprestano preverja IR-senzor, če je zaznal kakšen žarek iz sprejemnika. V odvisnosti frekvence valovanja sprejetega signala mikrokontroler zazna, kateri izhod (rele) mora vklopiti. Ko pa ponovno stisnemo tipko, s katero smo vklopili rele, pa ga izklopimo. Na sliki (št.: 7) vidimo diagram poteka.

⁴ Mplab, Microchip – ovo programsko okolje za programiranje mikrokontrolerja PIC.



Slika 7: Diagram poteka (vir: avtor naloge)

2.7.6.2. Program oddajnika (PIC10f200)

Oddajnik deluje podobno kot sprejemnik, le, da ta oddaja. Ko pritisnemo tipko, pa mikrokontroler (odvisno od stisnjene tipke) vklopi pin (port) GP2.

7.6.3. Merjenje temperature

Za ogrevanje sem moral narediti vezje, ki bo merilo temperaturo bazena in temperaturo kolektorja. Temperatura bazena je za kopalce oziroma za domače uporabnike zelo pomemben podatek, zato sem poskrbel, da se temperatura prikazuje tudi na LCD - prikazovalniku velikosti 2x16 znakov. Ker so bazeni v veliko primerih modre barve, sem uporabil LCD z belim napisom in modro osvetlitvijo. Prikazovalnik prikazuje temperaturo bazena, ko pa pritisnemo in držimo tipko, izpisuje temperaturo kolektorja, saj je slednja za samo kopanje manj pomembna. Uporabil sem mikrokontroler PIC16f628A, ki ima 18 pinov, od tega 16 programljivih. Uporabil sem zunanji 4 MHz oscillator, ki sem ga vezal na pina RA6 in RA7. Za merjenje temperature sem uporabil digitalna senzorja z enožično komunikacijo (ti. »one wire comunication«), ki ima dokaj dobro natančnost merjenja temperature, saj ima le 0,5 °C odstopanja in delujeta v temperaturnem območju -10 °C in 125 °C. Dobra lastnost senzorja je,

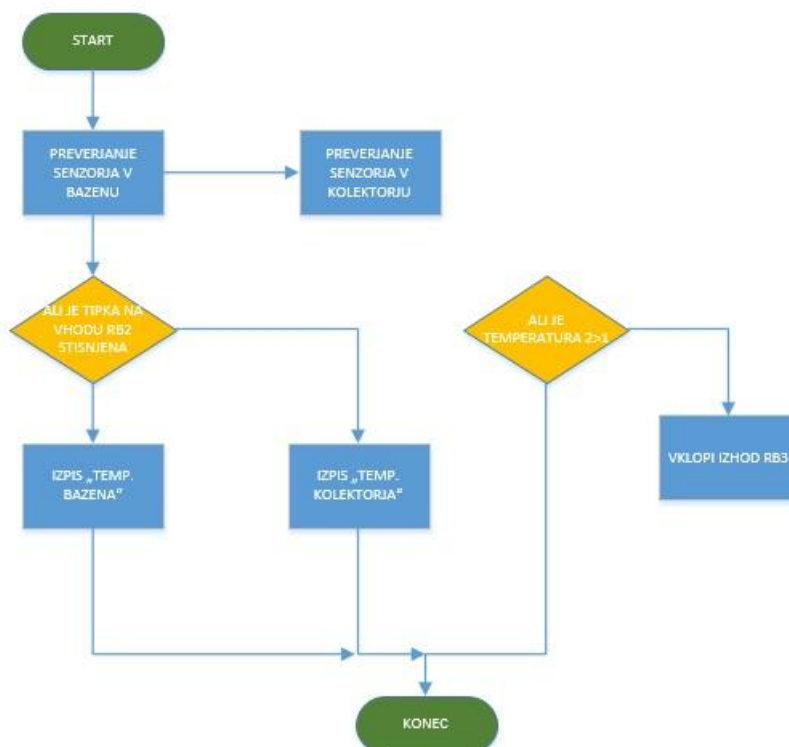
da deluje na isto napetost kot mikroprocesor PIC. Mikrokontroler primerja temperaturi senzorjev, in če je temperatura kolektorja večja vklopi pin RB3.

Pozicijo elementov in povezave na ploščici prikazuje slika (št.: 19). Ta načrt nam služi pri vstavljanju in spajkanju elementov na ploščico tiskanega vezja. Tiskano vezje je enostransko, na vrhnji strani ploščice so vstavljeni elementi vezja, na spodnji strani pa je tiskanina.

3.7.6.1. Program termometra

Program digitalnega termometra sem napisal v programskem jeziku C++, v programskem okolju MICRO C for PIC. Program se izvaja tako, da preverja temperaturo vsakih 600 ms in jo izpisuje na 2x16 znakovnem lcd - prikazovalniku. Prvi senzor je priključen na pin RB0 in meri temperaturo bazena, drugi senzor pa je priključen na pin RB1 in meri temperaturo kolektorja. Temperaturi se merita istočasno. V stanju, kadar tipka ni pritisnjena nam mikrokontroler izpisuje »temp. bazena« (slika št.: 20). Ko pritisnemo tipko, ki je vezana na pin RB2 nam mikrokontroler na LCD - prikazovalniku prikazuje »temp. kolektorja« (slika št.: 21). Mikrokontroler tudi primerja temperaturi in če je temperatura senzorja 2 večja za 5 °C, nam vklopi izhodni pin RB3, ki je povezan na glavno ploščo. Vezje slednjega sem sprogramiral in ga pred izdelavo preizkusil v programu za simulacijo *Proteus*. Diagram poteka prikazuje slika (št.: 8).

PROGRAM TERMOMETRA PIC16F628A



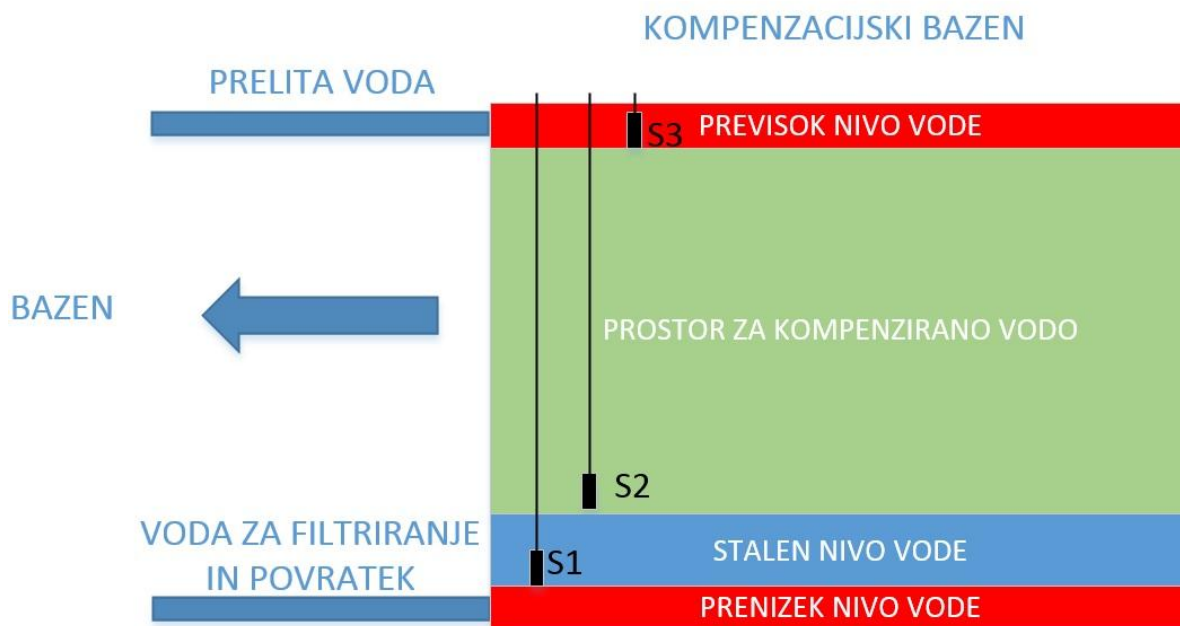
Slika 8: Diagram poteka PIC16F628A

7.6.4. Krmiljenje preliva in filtra

Krmilje preliva in filtra usklajuje vse procese. Brez tega krmilja črpalke, ki vrača vodo v bazen, le-ta ne bi deloval. Za to krmilje sem uporabil mikrokontroler PIC16F690. Mikrokontroler PIC16F690 ima 20 pinov, od tega 17 vhodno-izhodnih pinov in 1 vhodni pin. Mikrokontrolerju sem dodal zunanji 4MHz oscilator. Mikrokontroler bo zaznaval višino vode in temu primerno s PWM modulacijo na izhodu RC5 krmilil delovno moč črpalke. Ker je nazivni tok črpalke v polnem obratovanju 2,1 A sem moral uporabiti MOSFET Na LCD-prikazovalniku bo prikazoval, v kakšnem stanju delavnosti je črpalka. Iz digitalnega termometra bo dobil signal, ki bo sporočal, ali je temperatura kolektorja večja od temperature bazena in temu ustrezno vklopil elektromagnetni ventil. Elektromagnetni ventil je 220 V, zato ga mora vklopiti rele, ki prenese takšno napetost. Ker mikrokontroler ne more vklopiti releja, zaradi premajhne napetosti na izhodu, sem uporabil tranzistor BC547, ki prekinja minus na relejih. Ob pritisku tipke nam bo prikazalo tudi, ali je vklopljen ventil, preko katerega gre voda skozi kolektor ali ventil, katerega voda gre naravnost v bazen. Za ta krmilnik še nimam dokončanega programa in tiskanine saj morem prej preizkusiti na modelu.

4.7.6.1. Program PIC16f690

Program sem napisal v programskem jeziku C++. Program deluje tako, da neprestano preverja analogni vhod AN1, kamor je vezan senzor preлива. V programu *Visijo* sem narisal skico kompenzacijskega bazena in sond (žičk) ter nivoje višine vode. Če je senzor S1 pod vodo, sistem deluje normalno in v vodi ni kopalcev. Tako v tem področju črpalka deluje z zmanjšano delovno močjo, a kljub temu filtrira vodo in na LCD prikazuje »CRPALKKA PRELIVA BREZ KOPALCEV«. Če pa senzor S1 ni več pod vodo, se črpalka izklopi, na LCD pa izpiše »CRPALKKA PRELIVA, PREMALO VODE« in vklopi se alarm (piskač) ter tako še dodatno opozori osebe. Če voda doseže senzor S2 pomeni, da so v vodo prišli kopalci in izpodrinili vodo v bazenu. Takrat krmilnik poveča delovno moč črpalke in tako doseže optimalen pretok in filtriranje. Ob pritisku tipke na pultu se na LCD prikaže »CRPALKKA PRELIVA, KOPALCI«. Če pa voda doseže senzor S3 se prav tako vključi alarm in na LCD se izpiše »CRPALKKA PRELIVA, POLN KOMP. BAZEN« ter poveča delovno moč črpalke na najvišjo vrednost. Za zaznavanje, katera temperatura je višja sem uporabil digitalni vhod RB1. Če bo vhod zaznal signal in bo na vhodu logična enka, bo vklopil ventil kolektorja. V primeru, da gre voda naravnost v bazen, bo na LCD izpisovalo »OGREVANJE, IZKLOPLJENO«, če pa bo šla voda skozi kolektor pa »OGREVANJE VKLOPLJENO«. Meril bo tudi umazanost (kalnost) vode in s pritiskom tipke prikazoval na LCD. Kalnost vode bom meril z omenjenim senzorjem. Uporabil bom analogni vhod AN2 in na LCD-prikazovalniku prikazal umazanost z lestvico od 0 do 5, pri čemer 1 pomeni zelo kalna voda, 5 pa čista voda brez umazanije, ki jo lahko vidimo ali tudi ne, ne pa kemijske čistosti.



Slika 9: Kompenzacijski bazen in nameščenost sond z nivoji (vir: avtor naloge)

7.6.5. Merjenje nivoja vode

Nivo (višino) vode se v bazenih meri z posebnimi ultrazvočnimi sondami. Ker pa bi bile te prevelike in predrage za prikaz na modelu, sem mogel najti drugo rešitev. V kompenzacijski bazen bom dal na več različnih višinah senzorje. Razmislil sem in naredil delilnik napetosti s štirimi upori vrednosti 1kohm, ki bodo priključeni na napetost 5 V. V vodi pa bodo namesto senzorjev žičke, ki sem jih zalil z tinol žico (pospajkal) ter tako zavaroval pred korozijo. Izdelal sem manjšo tiskanino, kjer bodo upori, in iz katere bodo šle žičke. Prva bo nameščena malo višje od izhodne cevi (cevi ki gre na črpalko in kasneje v bazen), druga bo nameščena na višini, na kateri je voda v prelivu brez kopalcev ne bo dosegla, tretja pa bo nameščena malo pod vrhom bazena. S takšno rešitvijo bom zdaj porabil samo en vhod mikrokontrolerja, s sondami pa bi porabil tri vhode in posledično bi mogel imeti večji mikrokrmilnik.

7.6.6. Merjenje kalnosti vode

Za merjenje kakovosti vode oziroma kalnosti sem uporabil senzor za merjenje motnosti vode. Senzor deluje na principu fizikalnega merjenja kalnosti, kar pomeni, da nam meri količino delcev umazanije, ne pa kemijske zgradbe. Senzor je sestavljen iz dveh senzorjev, ki sta v vodotesnem ohišju, med njima pa je kanal, skozi katerega teče voda. Na eni strani je IR-

oddajnik (IR-dioda) na drugi pa IR-sprejemnik. Senzor pa deluje na principu merjenja količine prejete svetlobe na sprejemniku. Ko je voda čista, je prehod svetlobe dober, in takrat dobimo na priključku sprejemnika vso napetost (napetost 5V). Kadar pa je voda kalna (umazana), pa dobimo manj napetosti (velikost odvisna od motnosti). Senzor deluje na principu spremenljivega upora (potenciometra). Takšne senzorje uporabljajo tudi pri pomivalnih strojih in tako določajo čas pranja in porabo vode glede na umazanost odtekle vode. V mojem primeru pa to zazna mikrokontroler z analognim vhodom in glede na motnost regulira filtriranje vode, na LCD-prikazovalniku pa lahko vidimo vrednost od 0 – 5.

7.6.7. PWM-vezje za napajanje

Kot sem že napisal, sem imel na voljo samo 24 V usmernik, zato sem naredil vezje, ki bo s pulzno širinsko modulacijo na izhodu dalo konstantno napetost, ki ne bo odvisna od toka. Lahko bi naredil z potenciometrom, a bi imelo vezje premalo moč, z višanjem toka pa bi se premo sorazmerno nižala napetost. Zato bi bilo takšno vezje neuporabno in težko bi dobil tako močan potenciometer. Zato sem izdelal po vzoru iz spletne strani. Ker bo mentor kasneje uporabljal to vezje in napajalnik pri pouku, sem mu še dodal voltmeter. PWM-krmilnik krmili PIC12f683, ki mu s spreminjanjem vrednosti potenciometra določamo velikost impulza. Uporabil sem 470 kohm potenciometer. Voltmeter pa krmili PIC16f688 in izpisuje na svojem prikazovalniku. Za vhod sem uporabil analogni vhod AN2. Največja dovoljena napetost analognega vhoda, pri kateri še ne pride do uničenja mikrokontrolerja, je 5 V, jaz pa bom uporabljal napetost 12 V. Naredil sem vezavo, ki se uporablja pri razširjanju območja voltmetra, to je predupor, in tako povečal območje. Uporabil sem tudi zenerjevo diodo, da dioda zdrži, če pride do višje od napetosti 24 V.

7.7.6.1. Program PWM regulatorja

Program mikrokontrolerja je napisan v programskem jeziku assembler. PWM-regulator deluje tako, da ko mi vrtimo potenciometer vrednosti 470 kohm, se napetost na analognem vhodu AN3 spreminja, kot se temu primerno spreminja tudi mikrokontroler s pulzno širinsko modulacijo na izhodu AN2.

7.7.6.2. Program voltmetra

Program voltmetra deluje isto kot program za senzor kalnosti vode, le da ta meri do 24 V. Zato sem izračunal, da je en volt na usmerniku, pri mojem vezju 0,21 V na vhodu krmilnika.

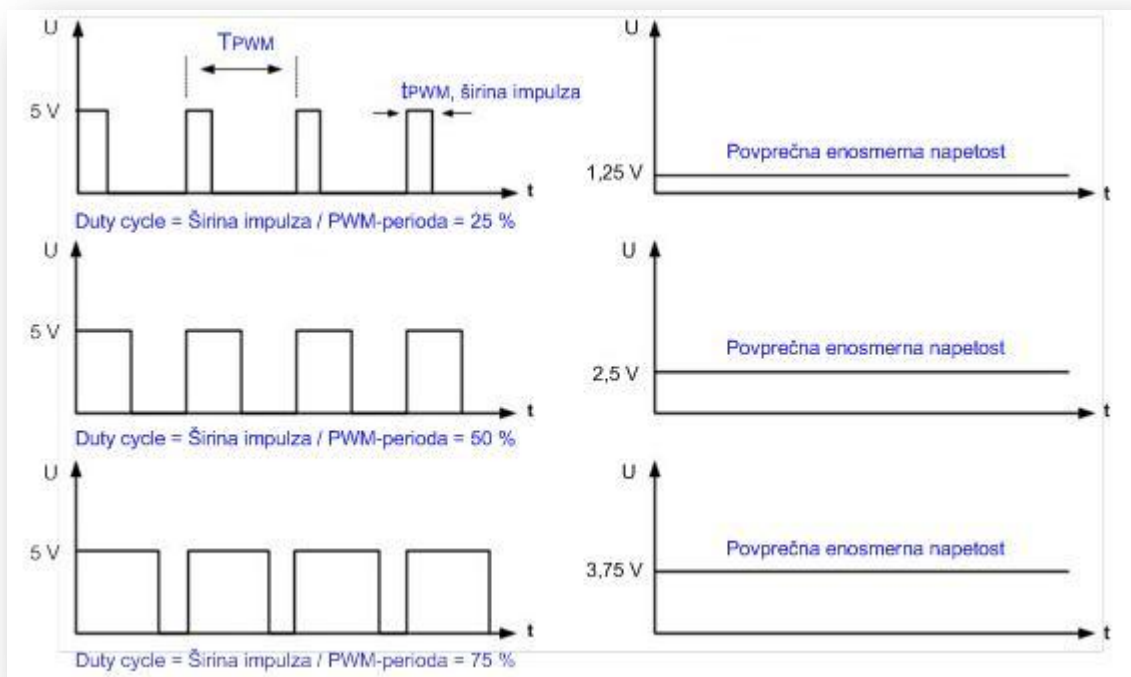
Program pa deluje tako, da vsakih 600 ms mikrokontroler preverja vhod in nato preračuna ter izpiše na LCD-prikazovalnik. Del programa prikazujeta sliki (št.: 22 in 23).

7.6.1. Krmilnik za spreminjanje barv

Elektronski načrt vezja, prikazuje Slika (št.: 28). Da ne preobremenimo izhodov mikrokontrolerja, LED-diode krmilimo preko MOSFET tranzistorjev tipa STP36NF06L. Led diode so zaporedno vezane v kolektorskem krogu tranzistorjev. Tranzistorje krmili PWM-signal, ki ga programsko generira mikrokontroler PIC12F683. V kolektorskem krogu prvega tranzistorja so vezane rdeče LED-diode, v kolektorskem krogu drugega tranzistorja so vezane modre LED-diode, v kolektorskem krogu tretjega tranzistorja pa so vezane zelene LED-diode.

6.8. Pulzno širinska modulacija (PWM)

Pulzno-širinska modulacija (PWM – Pulse width modulation) je tehnika nadzora oziroma krmiljenja energije, ki jo pošiljamo električnim porabnikom v obliki pravokotnih impulzov. Periodi pravokotnih impulzov bomo rekli PWM-perioda. Duty cycle, lahko bi ga poimenovali obratovalni cikel, je razmerje med širino impulza in PWM-periodo. Povprečno vrednost enosmernega pulzirajočega signala lahko pri enaki frekvenci impulzov spreminjamo s spreminjanjem širine impulzov (slika 10).

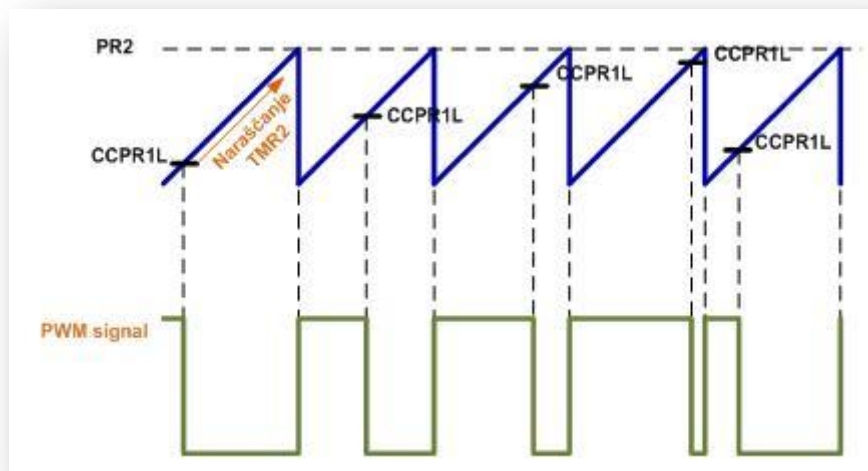


Slika 10: Časovni diagram pulzno širinske modulacije (vir: avtor naloge)

Če znaša napetost pravokotnih impulzov 5 V, lahko s spreminjanjem širine impulza in pri enaki frekvenci pulzirajočega signala dosežemo katerikoli napetost med 0 V in 5 V. S pulzno moduliranim signalom lahko npr. krmilimo hitrost vrtenja enosmernega motorja, določamo položaj in smer zasuka servomotorja ali pa krmilimo svetilnost svetlečih diod.

Za generiranje PWM-signala smo pri mikrokontrolerju PIC12F683 uporabili časovnik TMR2. Časovnik TMR2 deluje z 8-bitnim registrom PR2. Frekvenca PWM-signala je odvisna od hitrosti povečevanja časovnika TMR2 in od nastavljene vrednosti registra PR2. Ko TMR2 doseže vrednost, ki je nastavljena v registru PR2, se ponastavi in začne ponovno naraščati od vrednosti 0. Z nastavitvijo mikrokontrolerja smo v našem programu določili čas trajanja periode PWM-signala, ki znaša 5 ms. Kako pa določimo širino impulza (t_{PWM}), ki lahko v našem primeru traja od 0 do 5 ms? Širina impulza je določena z vrednostjo vseh osmih bitov registra CCPR1L ter vrednostjo petega in šestega bita registra CCP1CON. Na voljo imamo torej 10 bitov, izmed katerih je 8 zgornjih bitov v registru CCPR1L in dva spodnja v registru CCP1CON (peti in šesti bit). Če vrednosti teh desetih bitov programsko spreminjamo v

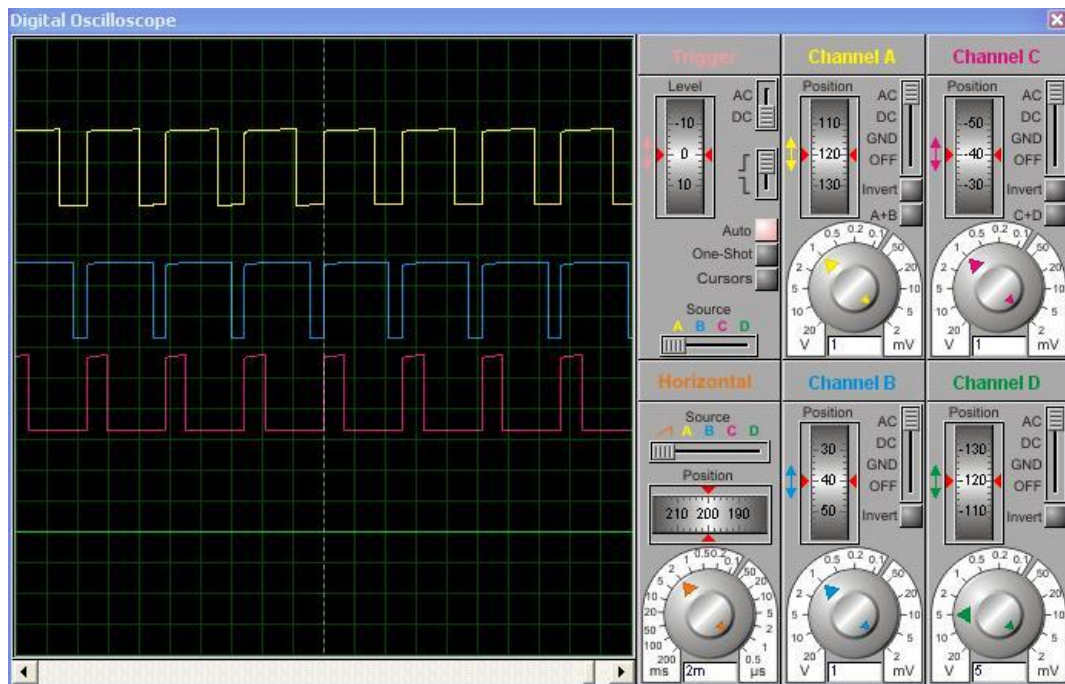
določenih časovnih presledkih, se kontinuirano spreminja tudi širina t_{PWM} . Zaradi tega se spreminja tudi povprečna vrednost enosmerne napetosti.



Slika 11: Prikaz PWM izhoda (vir: avtor naloge)

Na sliki 10 vidimo prikaz delovanja PWM v mikrokontrolerju PIC12F683. Hitrost naraščanja vrednosti TMR2 je odvisna od oscilatorja, ki daje takt mikrokontrolerju, in od preddelilnika, ki mu je dodeljen. Ko doseže nastavljeno vrednost registra PR2, se ponastavi, hkrati vklopi priključek CCP1, njegova vrednost pa začne ponovno naraščati od 0. Mikrokontroler stalno preverja vrednost TMR2 z vrednostjo registra CCPR1L (dejansko tudi z vrednostjo dveh spodnjih bitov, ki sta v registru CCP1CON). Ko TMR2 doseže vrednost registra CCPR1L, mikrokontroler izklopi priključek CCP1.

PWM-signali, ki preko tranzistorjev krmilijo rdeče, zelene in modre LED-diode vidimo na oscilogramu digitalnega osciloskopa. Ker se širine vseh treh impulzov (t_{PWM}) neprestano spreminjajo, se spreminja tudi svetilnost LED-diod posameznih barv. Zato pride do palete barv, ki jih skupno povzročijo vse LED-diode. Reklamni napis na hotelu zato neprestano spreminja barve.



Slika 12: Oscilogram PWM signalov na kolektorjih tranzistorjev (vir: avtor naloge)

7. ZAKLJUČEK

Zadovoljen sem z uspešnim zaključkom naloge. Vedno me je zanimalo, kako delujejo bazeni. Mislim, da sem se odločil za zanimivo temo, pri kateri sem poskušal ugotoviti, kako bi zmanjšal porabo električne energije in onesnaževanje okolja. Prav tako sem želel ljudem z gibalnimi ovirami pomagati, da gredo s ploščadjo v bazen z manj napora in manjšim otrokom s prilagoditvijo višine. Za nalogo sem porabil veliko časa. Veliko dela sem vložil v model, saj mora vse tesniti in biti električno varno. Podrobno sem si ogledal in poslikal tri bazene, enega javnega in dva privatna, (prelivni, skimmerski).

Dopolnil in pridobil sem tudi znanje iz programiranja mikrokontrolerja PIC, delovanja bazena in še veliko drugih stvari. Naučil sem se tudi kako uporabljati rezkar, za izdelavo tiskanine. Veliko sem izvedel o bazenih, najbolj pa sem se osredotočil na krmilje in varčevanje. Priprava kakovostne bazenske vode je zelo zahtevna. Praktično sem uporabil ločilni transformator, za katerega mislim, da je zelo uporaben pri takšnih zadevah in v laboratorijih.

Z raziskovanjem bom nadaljeval in raziskal še, kako zmanjšati izhlapevanje, ki je zelo veliko in ventilacijo zaprtih bazenov ter kopališč. Kakovosten zrak in prezračevanje v zaprtem bazenu je zelo pomembno, saj lahko, če bazen ni pravilno prezračen, nastane prevelika koncentracija škodljivih plinov (kloroamini), to pa škoduje dihalom.

8. DRUŽBENA ODGOVORNOST

V raziskovalni nalogi je predstavljenih več problemov, kot so zmanjšanje porabe električne energije, manjše onesnaževanje okolja s toplogrednimi plini in vklop črpalk ter ambientne razsvetljave bazena z daljincem. Največ bi prihranili, če bi uporabljali sončno energijo, saj je zastonj, v izobilju in pri tem ne onesnažuje okolja.

Varnost v bazenu in pomoč osebam z gibalno motnjo je zelo pomembna. Pri tem ima veliko vlogo dvizna ploščad, saj jo lahko dvignemo ali spustimo na željeno višino.

9. VIRI IN LITERATURA

- 1.) Priročnik za pripravo bazenske vode, Controlmatik, leto izdaje 1999
- 2.) Dostopno na URL: <http://inventors.about.com/library/inventors/blswimmingpools.htm> (8.1.2014)
- 3.) Dostopno na URL: http://en.wikipedia.org/wiki/Swimming_pool (8.1.2014)
- 4.) Dostopno na URL: http://en.wikipedia.org/wiki/Great_Bath,_Mohenjo-daro (8.1.2014)
- 5.) Dostopno na URL: <http://www.titro.si/> (10.1.2014)
- 6.) Dostopno na URL: <http://www.uradni-list.si/1/content?id=103817> (10.1.2014)
- 7.) Dostopno na URL: <http://datasheets.maximintegrated.com/en/ds/DS18S20.pdf> (11.1.2014)
- 8.) Dostopno na URL: http://www.mouser.com/catalog/specsheets/920-480A_E_LR.pdf (12.1.2014)
- 9.) Dostopno na URL: <http://www.titro.si/domaci-bazeni/vrste-prelivnih-kanalov.pdf> (19.1.2014)
- 10.) Dostopno na URL: <http://www.flickrriver.com/photos/thehorror/87546467/> (19.1.2014)
- 11.) Dostopno na URL: <https://www.google.si/search?q=oasis+of+the+seas> (20.1.2014)
- 12.) <https://www.google.si/search?q=bazenski+slap> (20.1.2014)
- 13.) Dostopno na URL: <http://picprojects.org.uk/projects/ppc/index.htm> (30.1.2014)
- 14.) Dostopno na URL: http://www.mouser.com/catalog/specsheets/920-480A_E_LR.pdf (5.2.2014)
- 15.) <http://www.bazenistotinka.si/galerija/galerija-bazenska-oprema> (3.2.2014)

10.PRILOGA SLIK



Slika 13: Elektromagnetni ventil (vir: avtor naloge)



Slika 14: Predelan elektromagnetni ventil (vir: avtor naloge)



Slika 15: Pretočna črpalka 12 V (vir: avtor naloge)



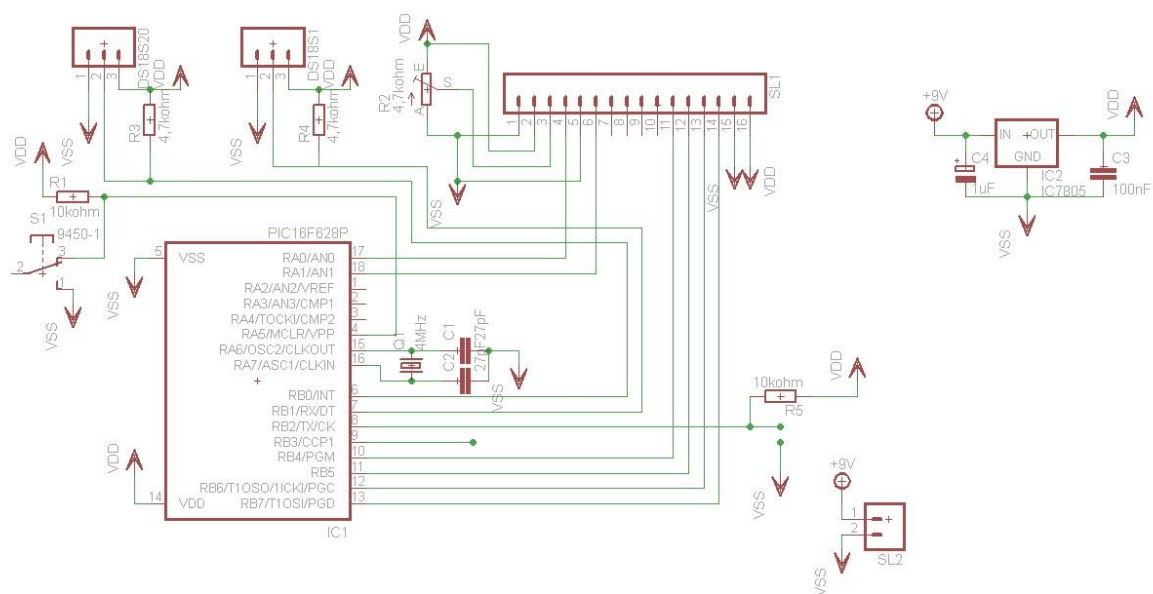
Slika 16: Črpalki v strojnici 18 kW (vir: avtor naloge)



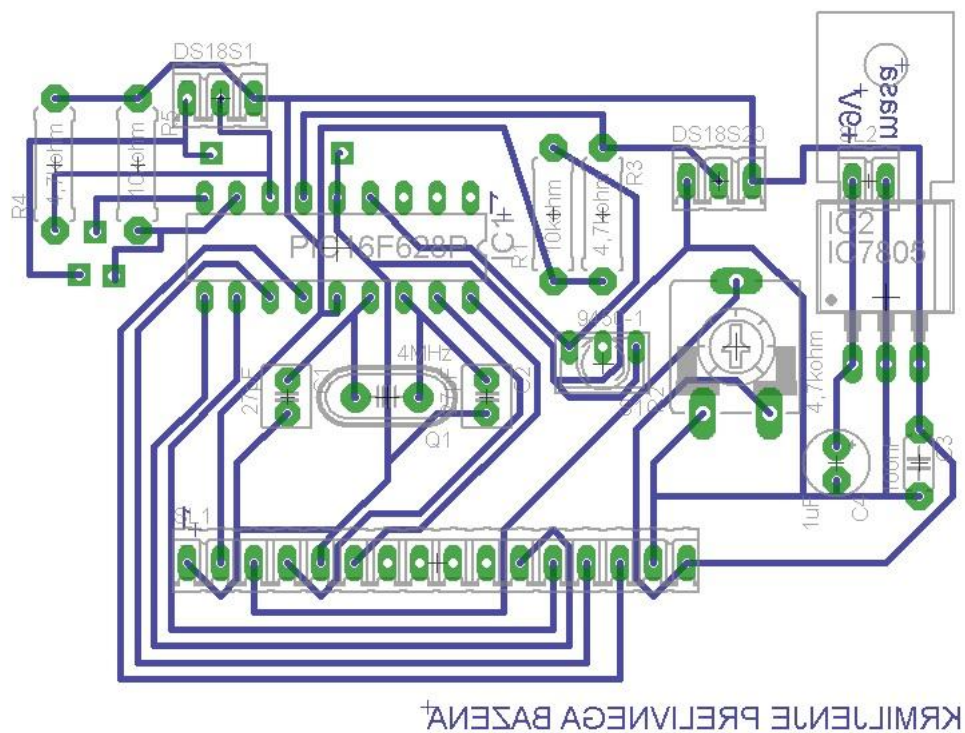
Slika 17: Ločilni transformator (vir: avtor naloge)



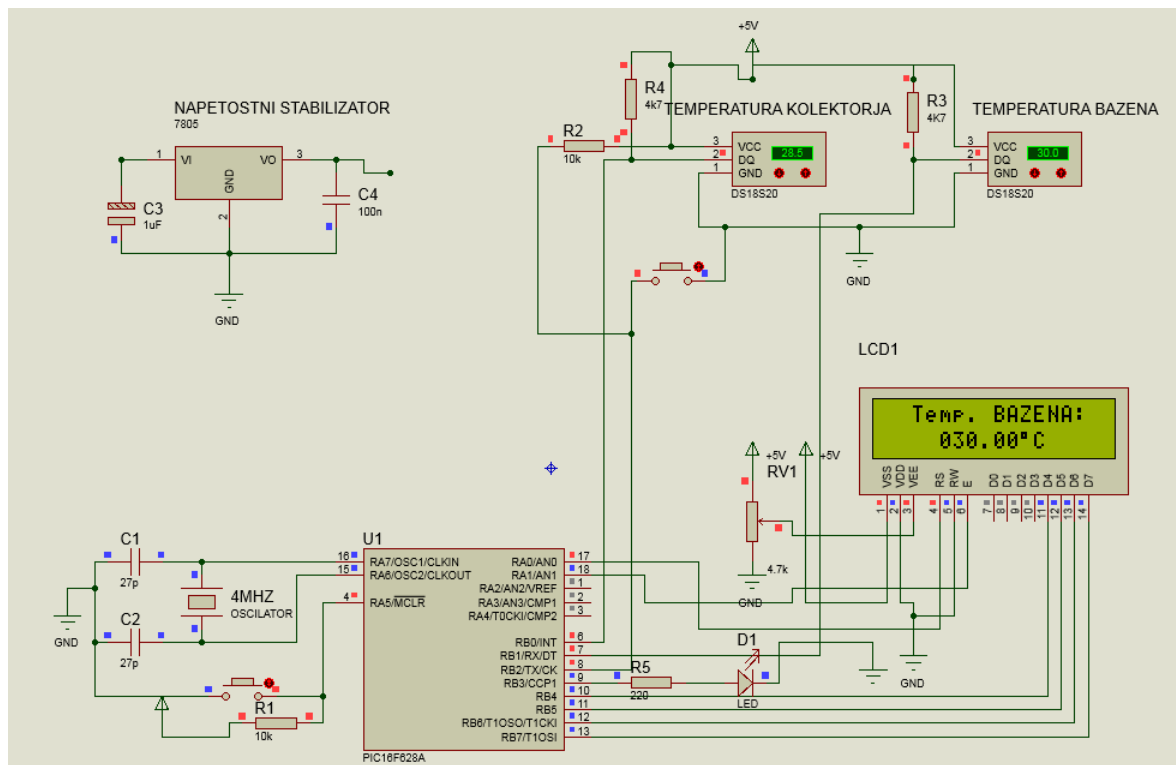
Slika 18: Toplotni izmenjevalec (vir: stofinka)



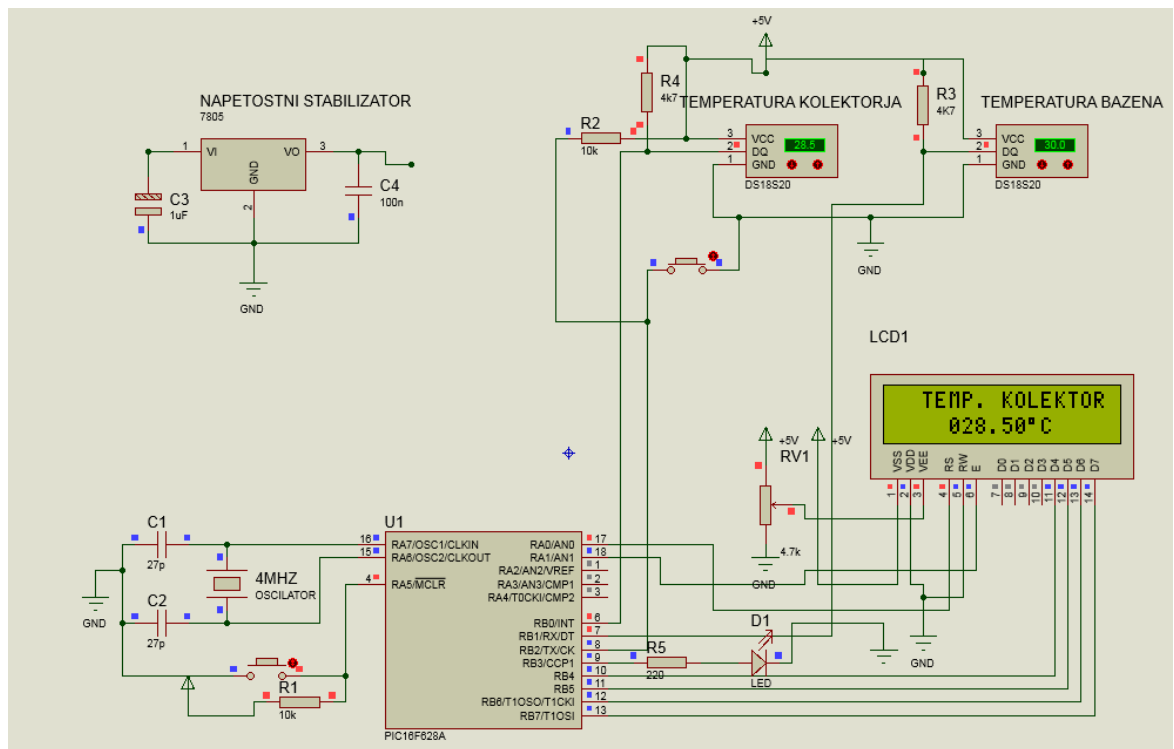
Slika19: Elektronski načrt za digitalni termometer (vir: avtor naloge)



Slika 19: Ploščica z povezavami in elementi za digitalni termometer (vir: avtor naloge)



Slika 20: Delovanje kadar ni stisnjena tipka na vhodu RB2



Slika 21: Delovanje kadar je stisnjena tipka na vhodu RB2


```

void main() {
    CMCON |= 7; // Onemogoe`i komparatorje
    PORTB.F2 = 1;
    PORTB.F3 = 1;
    Lcd_Init(); // Inicializacija LCD
    Lcd_Cmd(_LCD_CLEAR); // Ocisti LCD
    Lcd_Cmd(_LCD_CURSOR_OFF); // Izklopi kurzor
    // Prikaži znak za stopinje in C za Celzije
    Lcd_Chrc(2,11,223);
    Lcd_Chrc(2,12,'C');

    //--- Glavna zanka
    while (1) {
        if (PORTB.F2 == 0) {
            x = 0;
            Lcd_Out(1, 3, "TEMP. KOLEKTORJA: ");
            Merjenje_temperature(x);
        }
        else if (PORTB.F2 == 1) {
            x = 1;
            Lcd_Out(1, 3, "Temp. BAZENA: ");
            Merjenje_temperature(x);
        }
    }
}

```

Slika 22: Program termometra in izpis na LCD prikazovalniku (vir: avtor naloge)

```

// pošljemo prve štiri bite podatka
temp_value_kolektor = Ow_Read(&PORTB, c);
// Nato pošljemo druge štiri bite podatka
temp_value_kolektor = (Ow_Read(&PORTB, c) << 8) + temp_value_kolektor;

c = 1;
//--- Merjenje temperature kolektorja
Ow_Reset(&PORTB, c);
Ow_Write(&PORTB, c, 0xCC);
Ow_Write(&PORTB, c, 0x44);

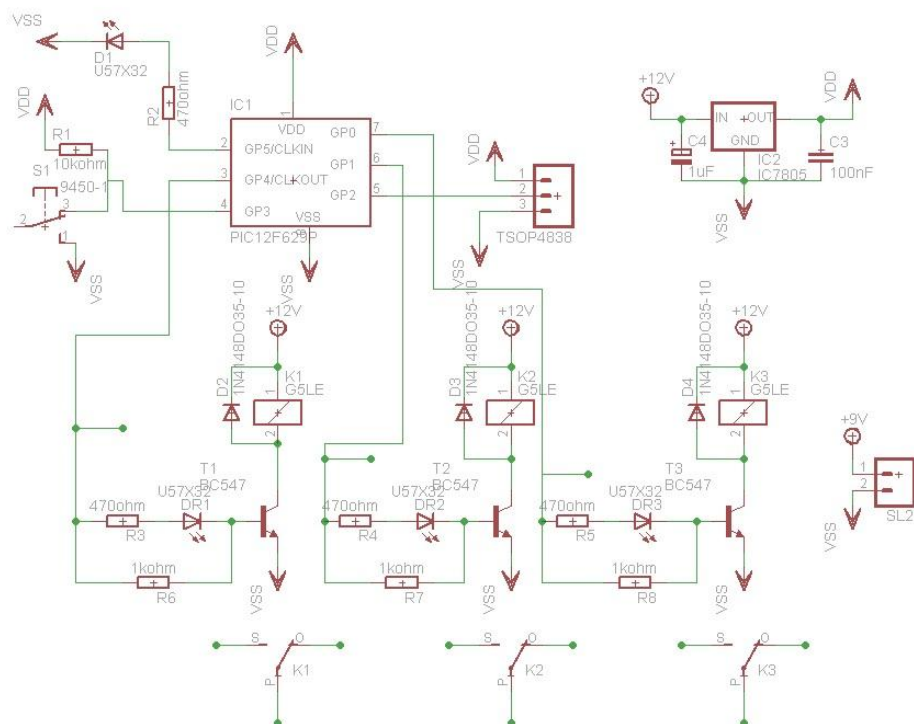
Ow_Reset(&PORTB, c);
Ow_Write(&PORTB, c, 0xCC);
Ow_Write(&PORTB, c, 0xBE);
// 4-bitni prenos iz mikrokontrolerja bazena. Najprej
// pošljemo prve štiri bite podatka
temp_value_bazen = Ow_Read(&PORTB, c);
// Nato pošljemo druge štiri bite podatka
temp_value_bazen = (Ow_Read(&PORTB, c) << 8) + temp_value_bazen;

// Primerjamo vrednosti temperatur kolektorja in bazena ustrezno vklopimo ventil
if (temp_value_kolektor > temp_value_bazen) {PORTB.F3 = 1;} else {PORTB.F3 = 0;}
}

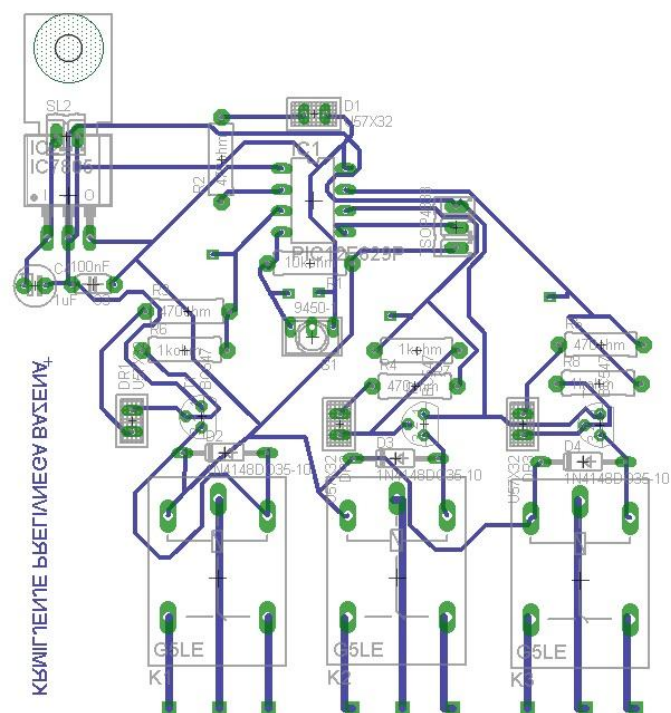
void Merjenje_temperature (char c){
    do {

```

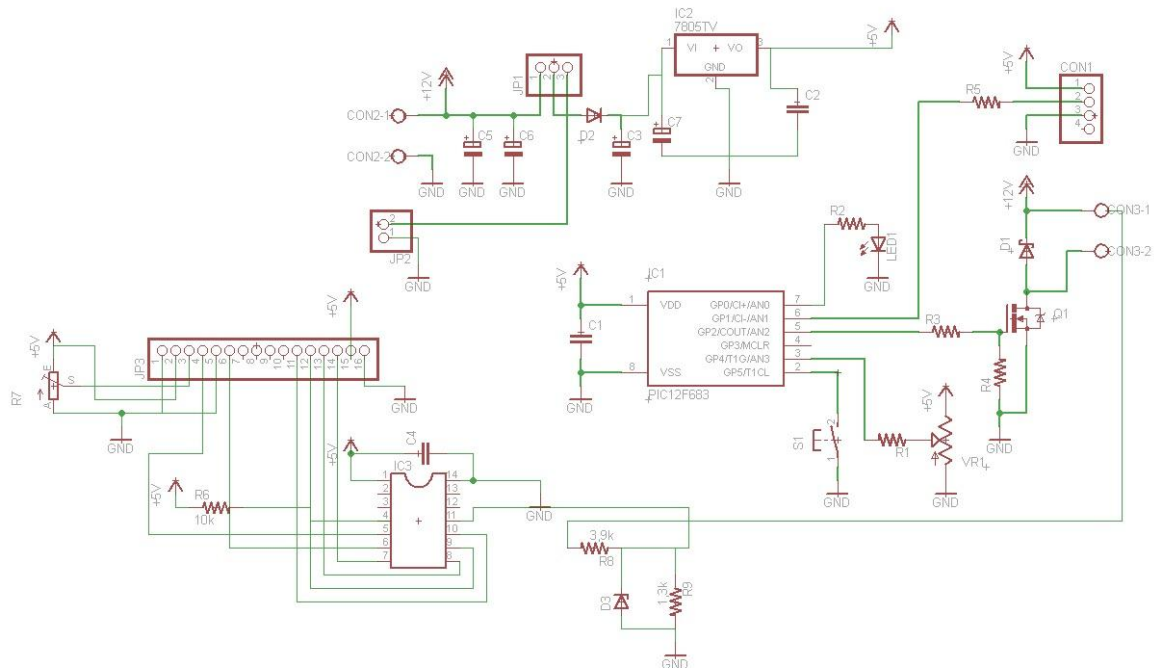
Slika 23: Primerjanje temperature in vklop izhoda na RB3



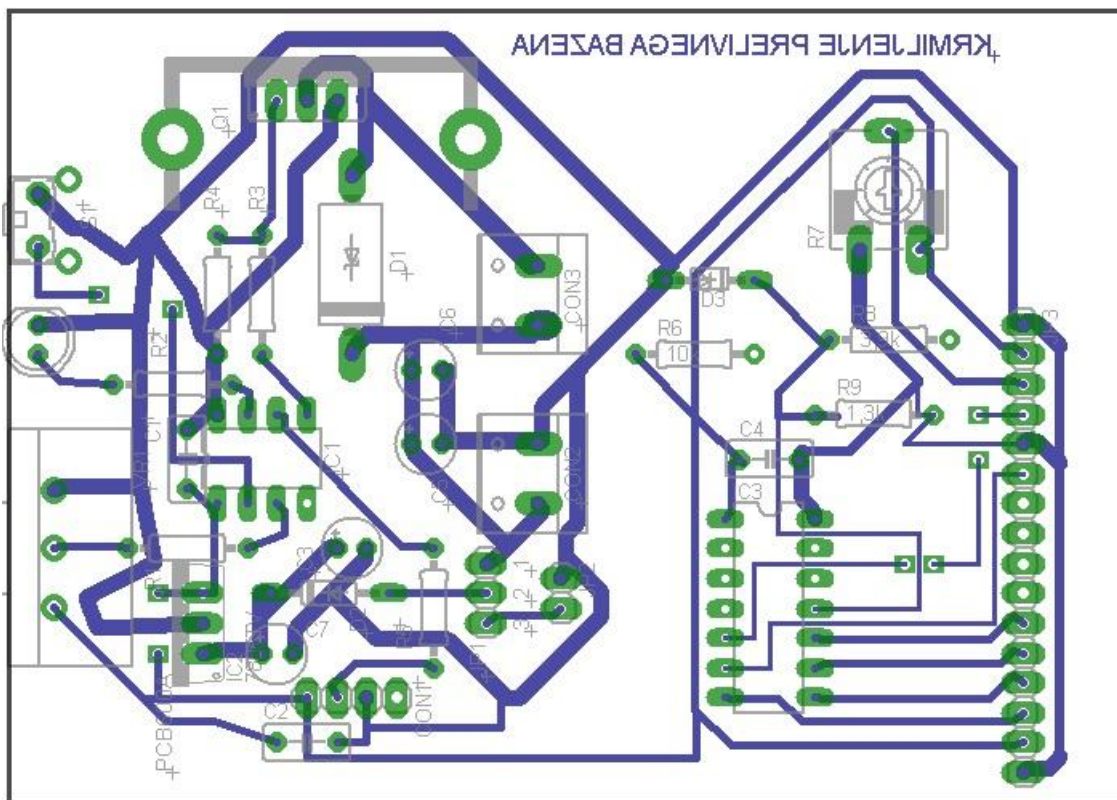
Slika 24: Elektronski načrt za sprejemnik (vir: avtor naloge)



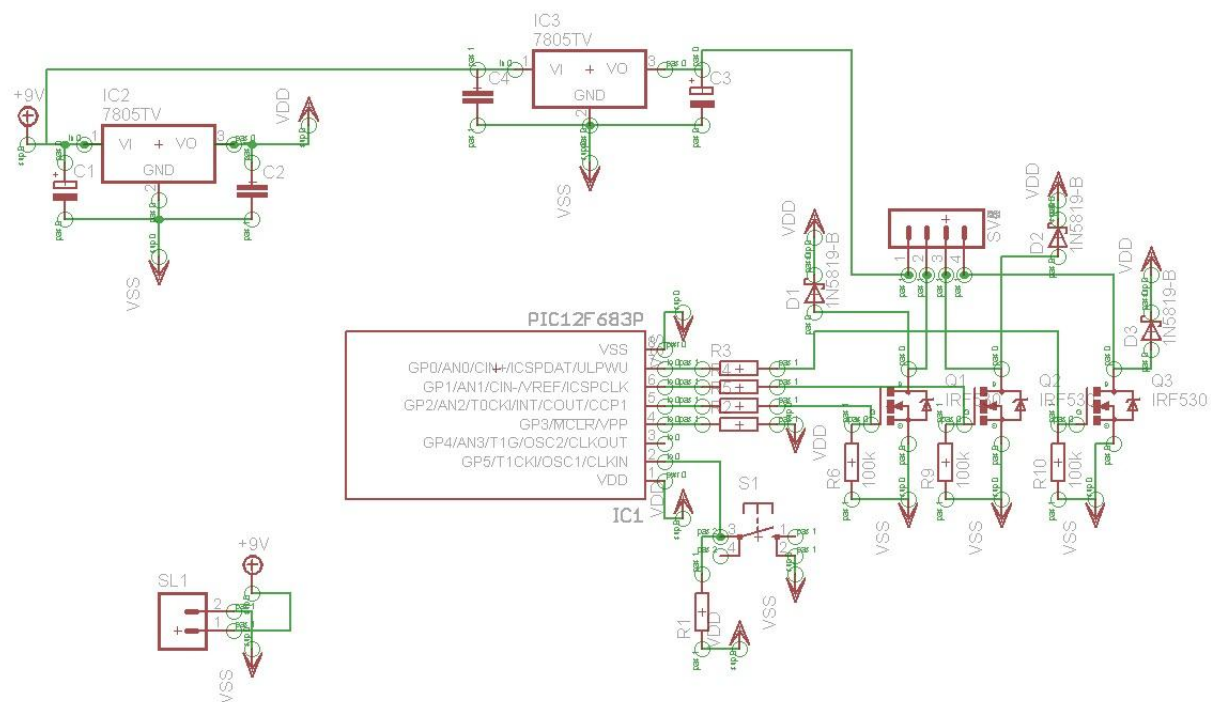
Slika 25: Ploščica z povezavami in elementi za sprejemnik (vir: avtor naloge)



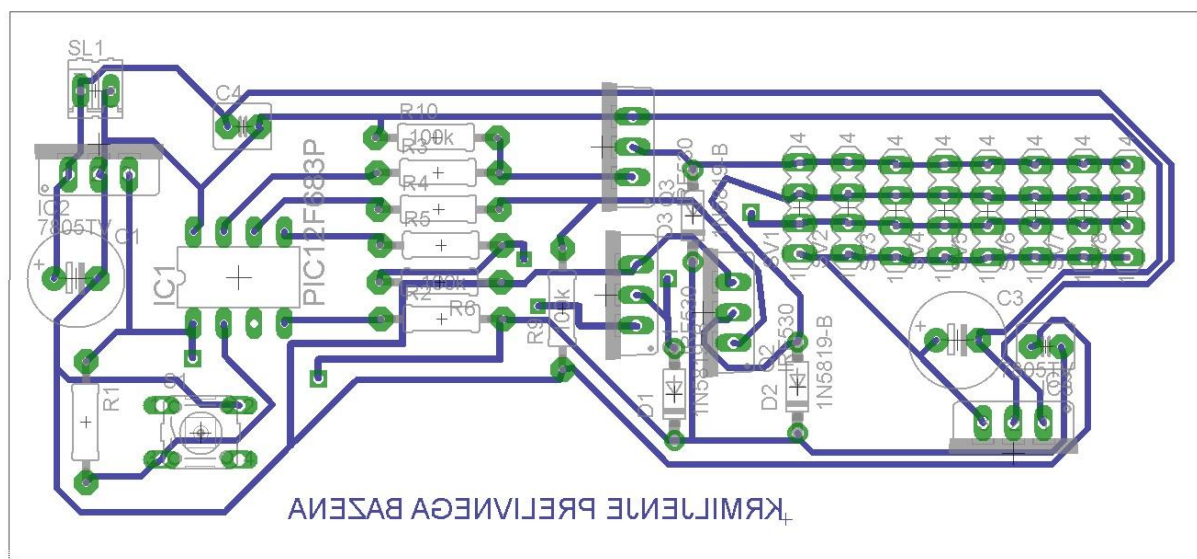
Slika 26: Elektronski načrt za PWM regulator in voltmetr (vir: avtor naloge)



Slika 27: Ploščica z povezavami in elementi za PWM regulator (vir: avtor naloge)



Slika 28: Elektronski načrt za barvno spreminjajoč krmilnik (vir: avtor naloge)



Slika 29: Ploščica s povezavami in elementi za barvno spreminjajoč krmilnik (vir: avtor naloge)

```

void main() {
    ANSEL = 0b00000100; // RA2/AN2 je analog vhod
    ADCON0 = 0b00001000; // Nastavitev analognega vhoda AN2
    ADCON1 = 0x00;
    CMCON0 = 0x07; // Onemogoči komparatorje
    TRISC = 0b00000000; // PORTC vsi izhodi
    TRISA = 0b000001100; // PORTA vsi izhodi, razen RA3 in RA2
    Lcd_Init(); // Inicializiraj LCD
    Lcd_Cmd(_LCD_CLEAR); // Počisti display
    Lcd_Cmd(_LCD_CURSOR_OFF); // Kurzor off
    Lcd_Out(1,1,Message1);
    Lcd_Chr(2,10,'V');

do {

    ADC_Value = ADC_Read(2);
    DisplayVolt = ADC_Value * 2;
    volt[0] = DisplayVolt/1000 + 48;
    volt[1] = (DisplayVolt/100)%10 + 48;
    volt[3] = (DisplayVolt/10)%10 + 48;
    Lcd_Out(2,5,volt);
    delay_ms(100);
} while(1);

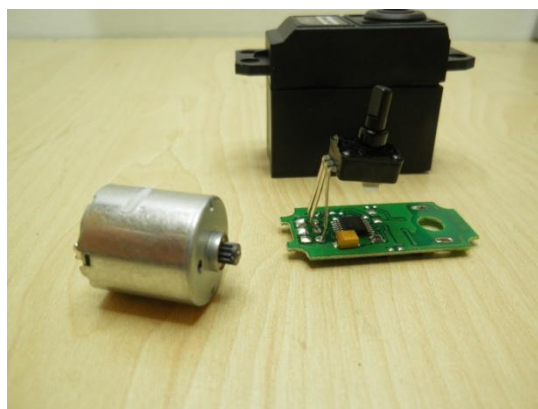
}

```

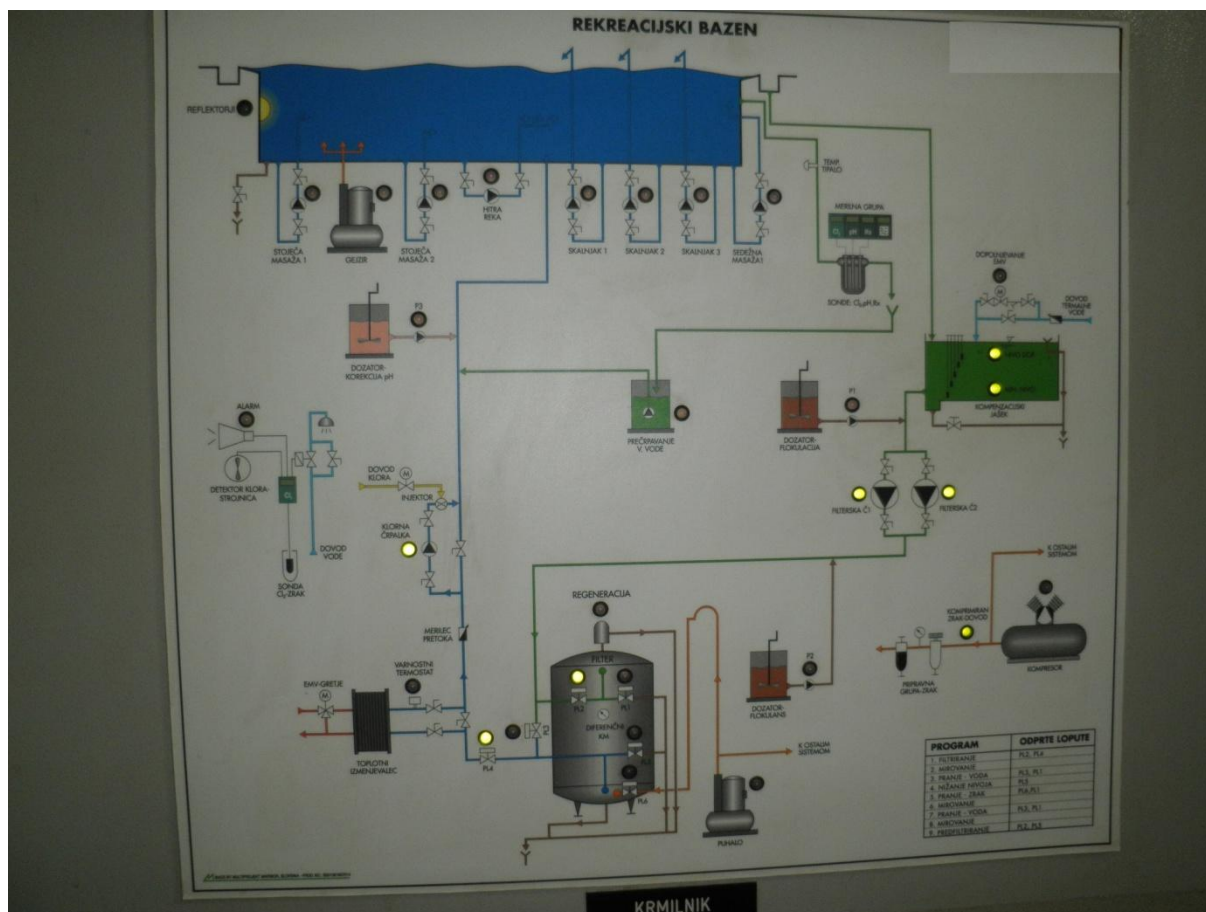
Slika 30: Del programa za voltmeter (vir: avtor naloge)



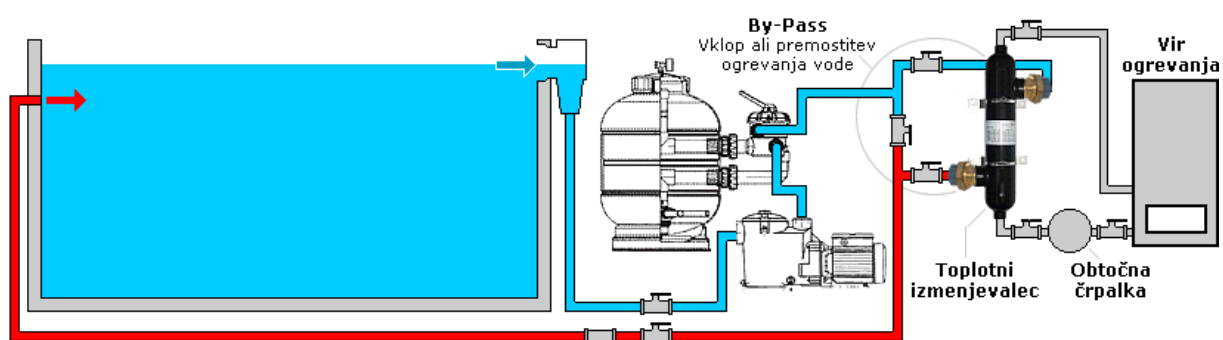
Slika 31: Senzor kalnosti vode (vir: avtor naloge)



Slika 32: Razstavljen servomotor (vir: avtor naloge)



Slika 33: Shema bazena (vir: avtor naloge)



Slika 34: Shema prelivnega bazena z gretjem (vir: avtor naloge)



Slika 35: Manjši prelivni bazen (vir: avtor naloge)



Slika 36: Strojnica manjšega prelivnega bazena z kompenzacijskim bazenom (vir: avtor naloge)



Slika 37: Električna omarica prelivnega bazena (vir: avtor naloge)



Slika 38: Skimmerski bazen (vir: avtor naloge)



Slika 39: Bazen z nalito vodo iz vodovoda (takoj po polnjenju in brez vsebnosti klora) (vir: avtor naloge)



Slika 40: Črpalka in filter »skimmerskega« bazena (vir: avtor naloge)



Slika 41: Krmilnik, ki ga uporabljajo v termah (vir: avtor naloge)



Slika 42: Filter, ki ga v termah uporabljajo za filtriranje vode enega bazena (vir: avtor naloge)



Slika 43: Merilec redox potenciala (vir: avtor naloge)



Slika 44: Merilec pH vrednosti (vir: avtor naloge)