

Univerza v Ljubljani
Fakulteta *za elektrotehniko*



Miha Kenk

Regulator in merilnik nivoja vode za vodohram

Seminarska naloga

pri predmetu
Elektronska vezja 2

V Ljubljani, april 2014

KAZALO

UVOD	3
OPIS DELOVANJA	4
NAPAJANJE VEZJA	4
REGULATOR NIVOJA VODE	5
MERILNIK NIVOJA VODE	8
ZAKLJUČEK	12
VIRI	13
PRILOGE	14

UVOD

Pri predmetu Elektronska vezja 2 sem si za izdelavo seminarske naloge izbral izdelavo regulatorja in merilnika nivoja vode za vodohram.

Odločil sem se, da naredim vezje, ki bo delovalo brez uporabe mikrokontrolerja.

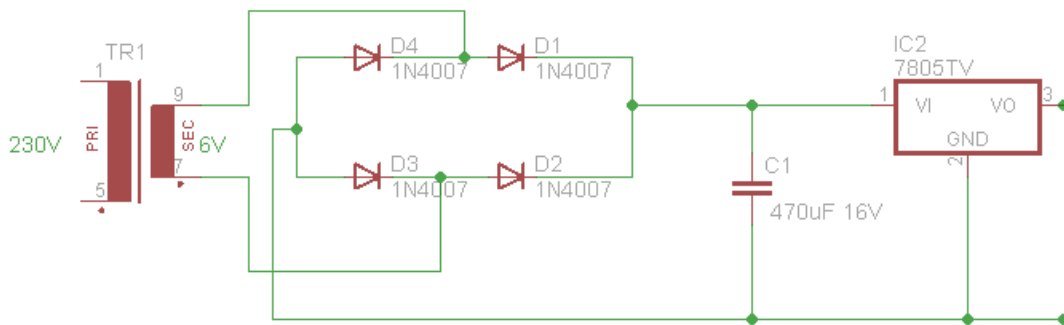
Glavno vodilo pri izbiri projekta mi je bila predvsem uporabna vrednost in nezahtevna izdelava izdelka. Idejo za izdelavo projekta sem dobil pri sorodnikih, kjer se pri prečrpavanju vode, iz nižje ležečega vodohrama zaselka v vodohram pri njihovi višje ležeči stanovanjski hiši, soočajo s kar z nekaj težavami.

Trenutno morajo opravljati nadzor vode z vpogledom v vodohram in ročno vključiti in izključiti črpalko za vodo. Moj izdelek bi omenjeni problem rešil, saj bi zagotovil popolnoma avtomatiziran sistem za nadzor nivoja vode v vodohramu.

Prvi del projekta sestavlja regulator, ki bo reguliral črpalko za prečrpavanje vode. Ta bo ob nizkem nivoju vode vklopil črpalko in jo izključil, ko doseže nivo željeno višino. Drugi del sestavlja merilnik nivoja vode z grafičnim prikazom preostale količine vode v vodohramu.

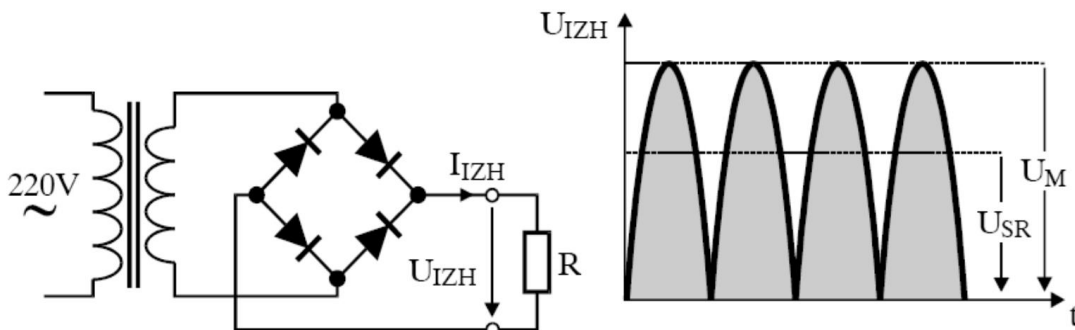
OPIS DELOVANJA

NAPAJANJE VEZJA



Slika 1 Shema napajalnega dela vezja

Za napajanje vezja sem uporabil transformator 230V/6V in mostični polnovalni usmernik. S slednjim dosežemo polnovalno usmerjanje brez uporabe sredinskega odcepa na transformatorju. Sestavljen je iz štirih usmerniških diod 1N4007, vezanih v mostiček. Za to vezavo se uporablja tudi izraz Graetzov mostiček.

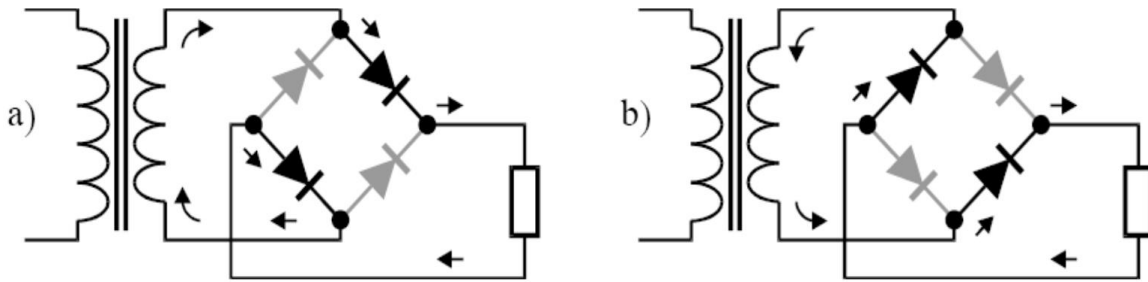


Slika 2 Graetzov mostiček

Princip delovanja

Delovanje usmerika lahko razdelimo na dve posamezni polperiodi:

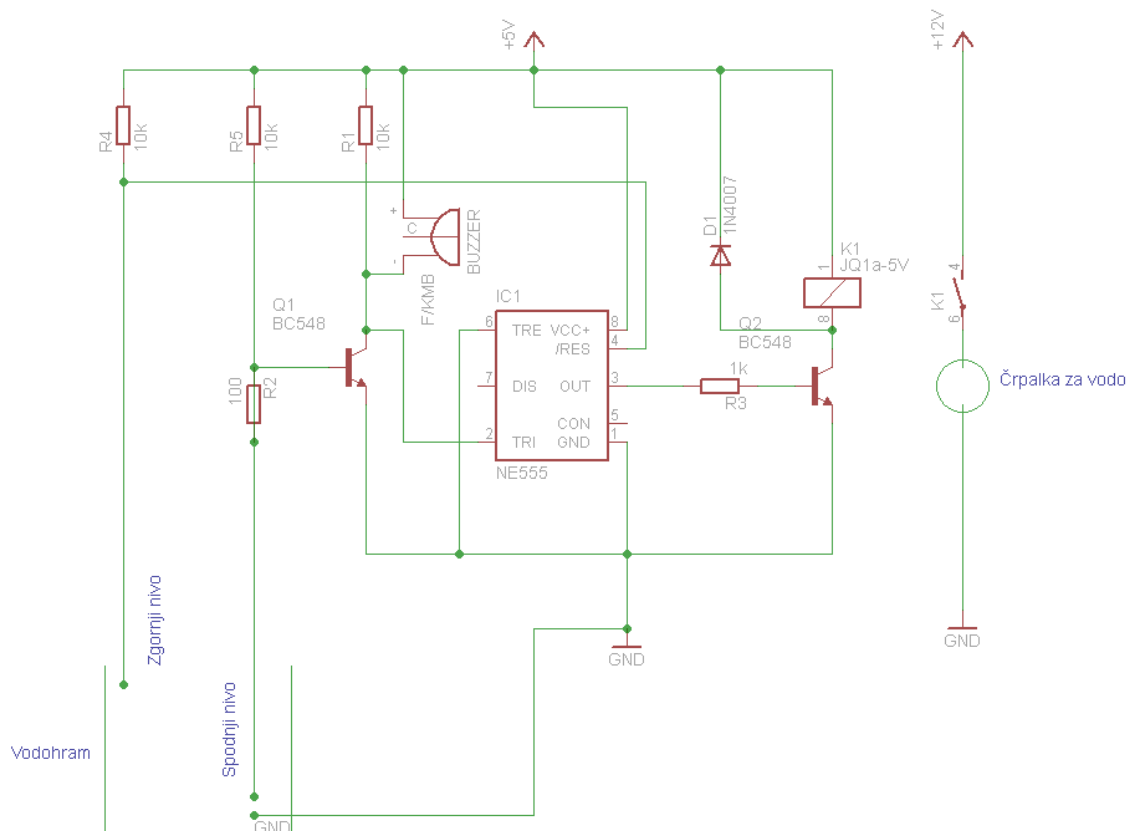
- V času pozitivne polperiode steče tok iz transformatorja skozi diodo D1 v breme in nazaj preko diode D3 v transformator. Na diodah D2 in D4 je prisotna zaporna napetost, zato ne prevajata.
- V času negativne polperiode pa steče tok iz transformatorja skozi diodo D2 v breme in nazaj preko diode D4 v transformator. Sedaj je zaporna napetost na diodah D1 in D3, zato ne prevajata.



Slika 3 Prevajanje mostička v a) pozitivni in b) negativni polperiodi

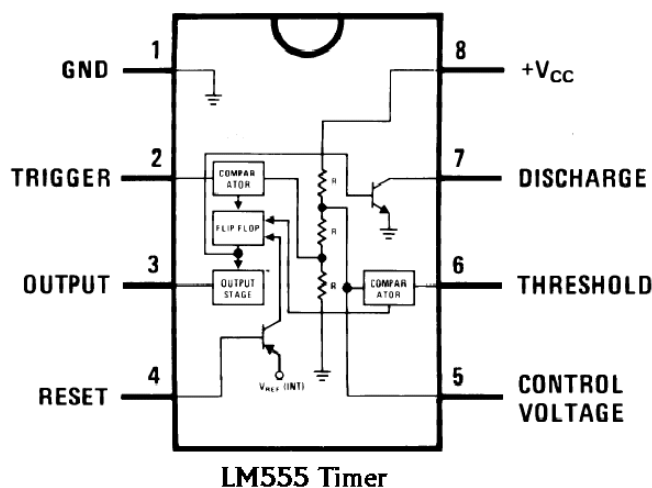
Na izhod mostička sem vzporedno vezal gladilni kondenzator, ki omogoča stabilizacijo pulzirajoče napetosti. Za njim sem vezal napetostni regulator LM7805, ki poskrbi za pretvorbo in stabilizacijo napetosti iz 6V na 5V, ki jo potrebujeta vezja merilnika in regulatorja.

REGULATOR NIVOJA VODE



Slika 4 Shema vezja regulatorja nivoja vode

Glavni element tega dela vezja je splošno uporabno integrirano vezje NE555.



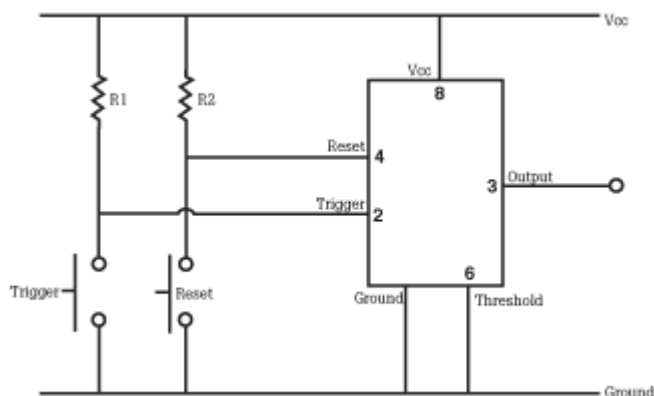
Slika 5 Notranji blokovni diagram integriranega vezja NE555

Uporabil sem ga v vezavi za bistabilni način delovanja. Pri tej vezavi NE555 ne deluje kot časovnik, ampak kot flip-flop, zato tudi ne potrebujemo kondenzatorja kot gradnika vezja. Visoko in nizko stanje na izhodu nista odvisna od polnenja in praznenja kondenzatorja, temveč od stanj na vhodu trigger in reset. Za to vezavo je značilno, da imamo prisotna dva izmenjajoča stabilna stanja: visoko in nizko stanje.

Pri tej vezavi imamo dva vhoda:

- **Trigger** (pin 2) - na izhodu dobimo visoko stanje.
Pravimo tudi, da je »aktivno nizek«, ker deluje pri napetostih manjših od $1/3 V_{CC}$.
- **Reset** (pin 4) - na izhodu dobimo nizko stanje.
Pravimo tudi, da je »aktivno nizek«, ker resetira pri napetostih manjših od $0.7V$.

Kratek impulz na vhodu Trigger povzroči, da dobimo na izhodu visoko stanje, ki ostane v istem položaju, čeprav se je signal na vhodu Trigger že končal. Stanje na izhodu se spremeni šele, ko dobimo signal na vhodu Reset, ki spremeni izhod v nizko stanje. Zaradi razmeroma počasnega odziva izhoda na impulze na vhodu v primerjavi z namenskimi čipi za flip-flop, integrirano vezje NE555 ne uporabljamo za računalniške aplikacije, kjer potrebujemo zelo hitra časovna proženja.



Slika 6 NE555 v vezavi za bistabilni način delovanja

Opis delovanja vezja

Regulator nivoja vode popolnoma avtomatizirano vkloplja in izkloplja črpalko za vodo odvisno od nivoja vode v vodohramu.

Za določanje nivoja sem uporabil tri žice kot sonde za zaznavanje nivoja vode. Dvoje za nizek in visok nivo vode ter eno za maso.

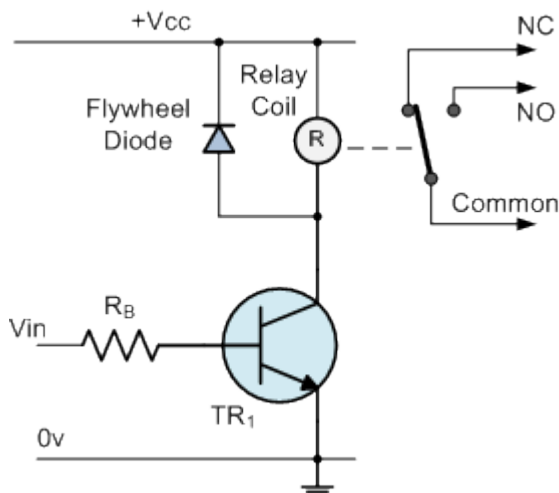
Ko nivo vode pade pod spodnjo sondo, se tranzistor, ki je povezan preko te sonde do pina 2 na vezju NE555 izključi. Ko doseže napetost na kolektorju vrednost manjšo od $1/3$ napajalne napetosti V_{cc} , dobimo na izhodu vezja NE555 visoko stanje. Izhod iz vezja NE555 je preko upora povezan na bazo tranzistorja, ki polni tuljavo releja. Rele preklopi in vklopi črpalko za vodo.

Sonda za določanje visokega nivoja je povezana na pin 4 na vhodu vezja NE555, zato je napetost na tem pinu vedno enaka napajalni napetosti V_{cc} , ko sonda ni v stiku z vodo.

Ko nivo vode doseže nivo tega sensorja se napetost na pinu 4 spusti pod $0.7V$. Ta nizka vrednost napetosti povzroči resetiranje vezja NE555 in vrednost na izhodu se spusti na $0V$. Posledično se zaradi tega izključi črpalka za vodo.

Cikel delovanja se ponovi, ko nivo vode ponovno pade pod nivo spodnjega sensorja.

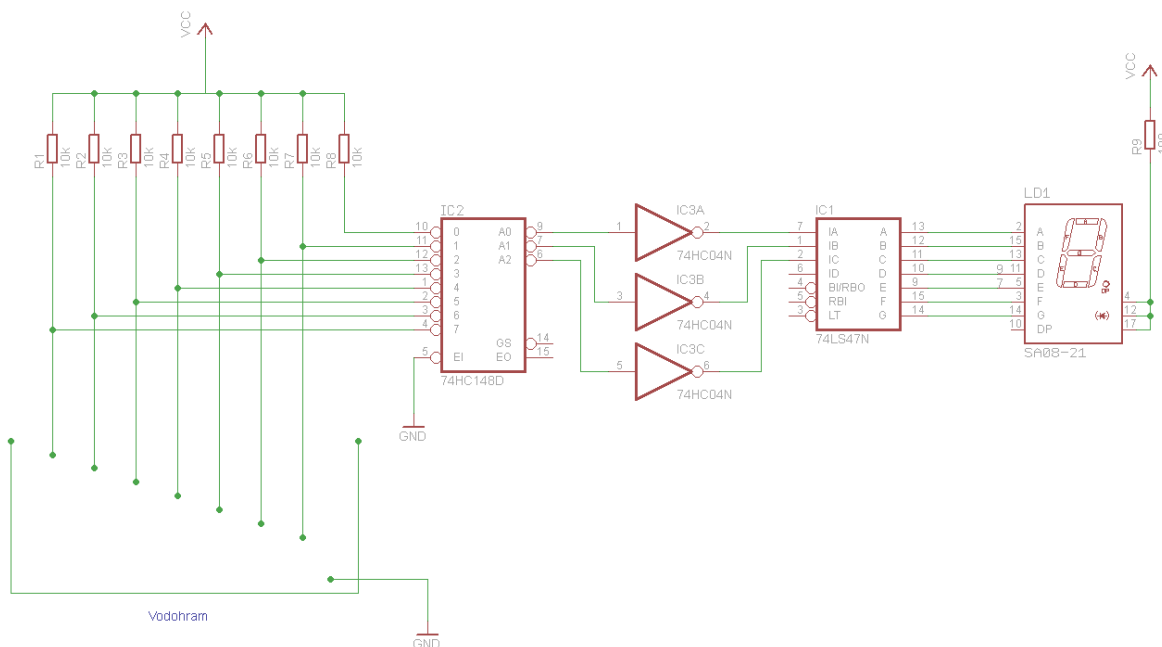
Pri projektu sem za vklopljanje črpalke uporabil rele manjše zmogljivosti, ker sem predvidel, da ne bom vklopljal črpalke večjih moči. Vzporedno k releju sem vezal usmerniško diodo 1N4007 kot flyback diodo, ki ima funkcijo preprečevanja nenadnih napetostnih špic preko induktivnega dela releja, ki se zgodijo med vklopom in izklopom napajanja. Velja pravilo, da če se uporabi kot breme tranzistorja rele, elektromagnet ali kakšna druga naprava s tuljavo, mora biti flyback dioda povezana vzporedno z bremenom, da zaščitimo tranzistor pred napetostnim špicam, ki se pojavijo med vklopom in izklopom bremena.



Slika 7 Uporaba flyback diode za zaščito proti napetostnim špicam

Za opozorilo ob doseženem nizkem vodostaju vode sem vezju dodal tudi brenčač, ki se vključi, ko nivo vode pade pod najnižjo stopnjo. Tako dobimo tudi zvokovno opozorilo za nizek nivo vode v vodohramu. Ob tem trenutku se avtomatično vključi črpalka za vodo.

MERILNIK NIVOJA VODE

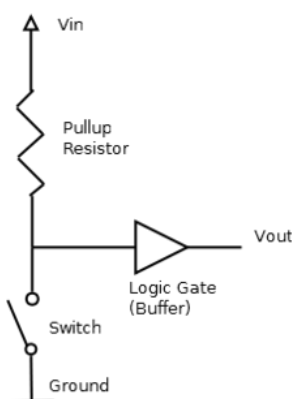


Slika 8 Shema vezja merilnika nivoja vode

Opis delovanja vezja

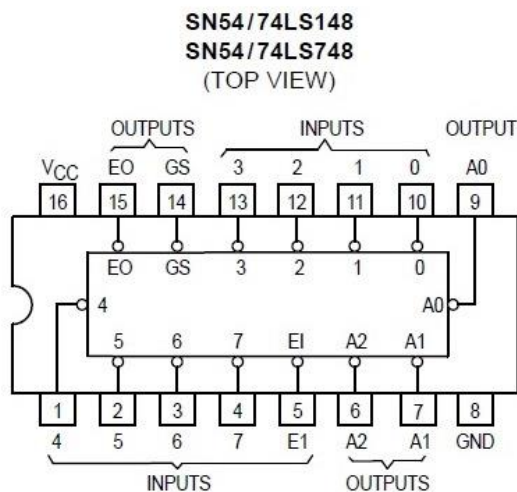
Povezava senzorjev in čipa deluje na principu delovanja pull-up uporov, da dosežemo stabilno delovanje. Z njimi so stanja (logična 1 ali 0) natančno definirana.

Povezava mase je vedno v stiku z vodo. Ko nivo vode doseže določeno žico je vhodnemu kontaktu vsiljen potencial mase. Če žica ni v kontaktu z vodo se kontaktu vsili potencial Vcc. V kolikor pull-up upora ne bi imeli, bi po stiku žice z vodo in kasnejšem spustu nivoja vode potencial linije ostal na 0V, saj kontaktu nihče ne bi vsilil visokega stanja. Na delovanje bi brez teh uporov vplivali tudi s statično elektriko.



Slika 9 Pull-up upor

Princip zaznavanja nivoja vode v rezevoarju deluje preko sedmih sond oziroma žic, ki so povezane na vhod čipa 74148 IC. Omenjeni čip opravlja funkcijo kodirnika 8/3. Ta pretvori osem vrednosti, ki jih dobi na vhodu v tri biten zapis na izhodu.



Slika 10 Integrirano vezje 74LS748

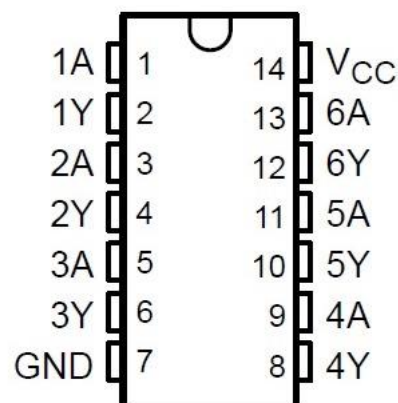
Pravilnostna tabela SN74LS148N

INPUTS									OUTPUTS				
EI	0	1	2	3	4	5	6	7	A2	A1	A0	GS	EO
H	X	X	X	X	X	X	X	X	H	H	H	H	H
L	H	H	H	H	H	H	H	H	H	H	H	H	L
L	X	X	X	X	X	X	X	L	L	L	L	L	H
L	X	X	X	X	X	X	L	H	L	L	H	L	H
L	X	X	X	X	X	L	H	H	L	H	L	L	H
L	X	X	X	X	L	H	H	H	L	H	H	L	H
L	X	X	X	L	H	H	H	H	H	L	L	L	H
L	X	X	L	H	H	H	H	H	H	L	H	L	H
L	X	L	H	H	H	H	H	H	H	H	L	L	H
L	L	H	H	H	H	H	H	H	H	H	H	L	H

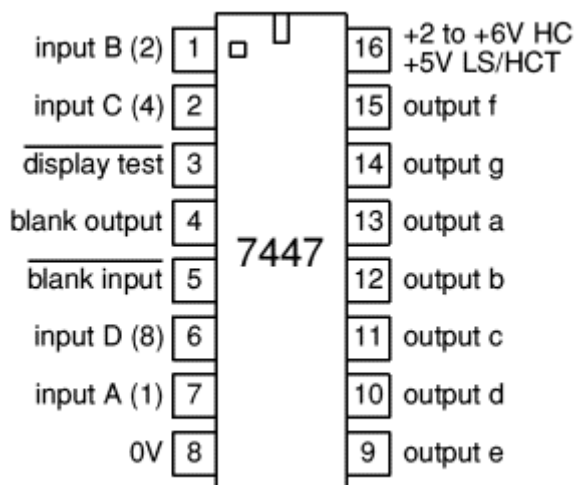
Izhode čipa SN74LS148N sem povezal na čip SN74HCO4N, ki invertira prej dobljene vrednosti. Slednji nam omogoča, da dobimo kasneje na zaslonu pravilno zaporednje števil. Brez njega bi dobili ravno obrnjeno zaporedje števil od željenega. Vrednosti na izhodu inveterja so nato povezane na vhod čipa SN7447AN. Omenjeni čip ima funkcijo pretvarjanja BCD kode (binarno kodirana decimalna koda) v vrednosti primerne za prikazovanje na 7-segmentnem LED zaslonu.

V projektu sem potreboval samo tri bitno pretvorbo, zato sem četrti vhod čipa (vhod D) povezal na potencial mase. Tako sem dobil pretvorbo bitnega zapisa za prikaz numeričnih števil v nizu od 0 do 7. Posamezno število predstavlja višino nivoja vode v vodohramu. Ničla pomeni prazen, sedmica pa poln vodohram.

**SN54HC04 . . . J OR W PACKAGE
SN74HC04 . . . D, N, NS, OR PW PACKAGE
(TOP VIEW)**



Slika 11 Integrirano vezje SN74HC04



Slika 12 Integrirano vezje SN7447AN

Pravilnostna tabela SN7447AN

Binary Inputs				Decoder Outputs							7-Segment Display Outputs
D	C	B	A	a	b	c	d	e	f	g	
0	0	0	0	1	1	1	1	1	1	0	0
0	0	0	1	0	1	1	0	0	0	0	1
0	0	1	0	1	1	0	1	1	0	1	2
0	0	1	1	1	1	1	1	0	0	1	3
0	1	0	0	0	1	1	0	0	1	1	4
0	1	0	1	1	0	1	1	0	1	1	5
0	1	1	0	1	0	1	1	1	1	1	6
0	1	1	1	1	1	1	0	0	0	0	7
1	0	0	0	1	1	1	1	1	1	1	8
1	0	0	1	1	1	1	1	0	1	1	9

ZAKLJUČEK

Z izdelavo projekta sem zadovoljen, saj mi je uspelo narediti nek delujoč, predvsem pa uporaben izdelek.

Malce večji problem, ki se mi je pojavil pri samem testiranju delovanja izdelka - naprave, je bila slaba prevodnost vode, ki mi je preprečevala pravilno delovanje. Težavo sem rešil s pomočjo soli, ki sem jo dodal vodi za izboljšanje prevodnosti. Če je uporabljena voda premehka oziroma vsebuje premalo raztopljenih mineralnih snovi nam ne omogoča primernih pogojev za delovanje naprave. Prav zaradi omenjenega problema je naprava bolj priporočljiva za uporabo izvirske vode, kot pa deževnice. Trdoto vode povzročajo raztopljene mineralne snovi, predvsem kalcijevi in magnezijevi hidrogenkarbonati ter kalcijev sulfat, ki jih voda raztaplja iz prsti in kamnin. Omenjenih mineralov pa v premehki vodi, kot je deževnica primanjkuje.

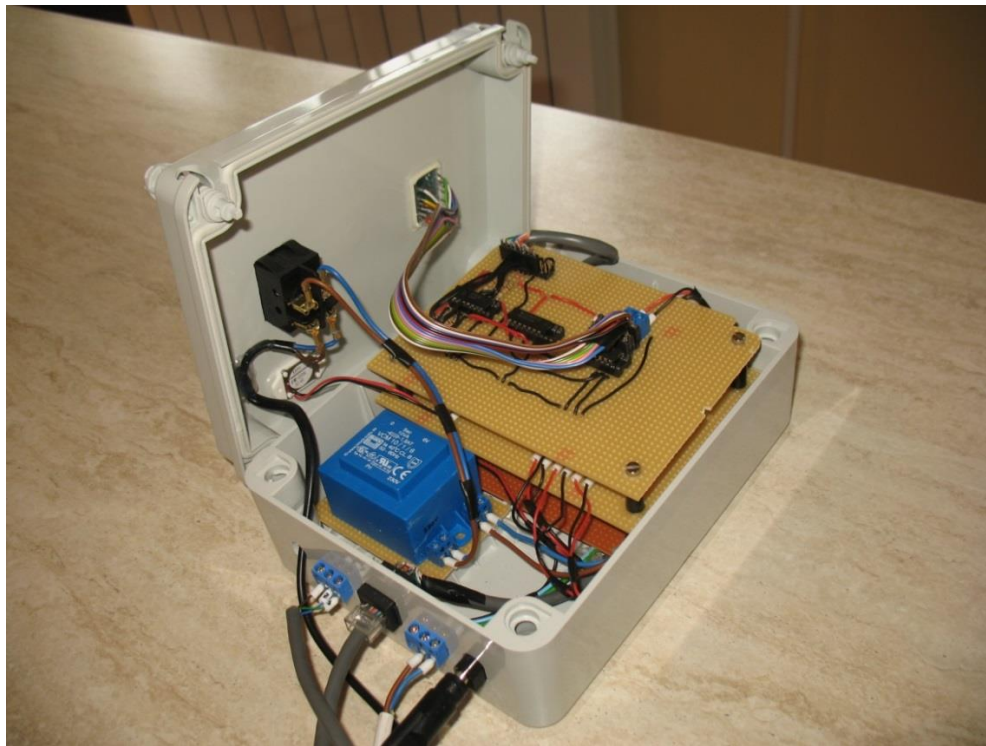
Za preiskus testiranja naprave sem izdelal dva hranilnika vode iz dveh 5-litrskih posod za vodo. Prvo posodo sem uporabil za demonstracijo zajetja vode. Iz njega sem s pomočjo 12V črpalke prečrpaval vodo v drugo višje pozicionirano posodo. S tem sem preverjal regulacijski del delovanja naprave. To pomeni, če se črpalka pravilno vklaplja in izklaplja glede na nivo vode. V drugi posodi sem naredil sistem za zaznavanje nivoja vode. Za ta namen sem uporabil instalacijski vodnik premera 1.5 mm², ki sem mu predhodno odstranil izolacijo. Z dolžino žic 18 cm sem dosegel dovolj veliko površino za dober kontakt. Žice sem enakomerno razporedil po posodi, da sem dosegel pravilen 7-nivojski prikaz napolnjenosti.

Projekt temelji bolj na modelni ravni, ker sem želel najprej narediti testni preiskus za pravilno delovanje izdelka - naprave, nato pa napravo nadgraditi, da bo omogočala kontrolo črpalk večjih moči. Poleg tega bo potrebno še prilagoditi senzorski sistem za zaznavanje nivoja vode za večje dimenzije vodohramov.

Ena izmed možnih dopolnitev, je tudi senzor suhega teka hidroforne črpalke, ki bi avtomatično izključil črpalko ob prenizkem nivoju vode. Namen slednjega je, da se prepreči, da bi v sesalni del črpalke prišel zrak, ki bi lahko poškodoval napravo.

VIRI

- http://en.wikipedia.org/wiki/555_timer_IC
- http://en.wikipedia.org/wiki/Flyback_diode
- <http://en.wikipedia.org/wiki/Relay>
- http://en.wikipedia.org/wiki/Seven-segment_display
- <http://www.dummies.com/how-to/content/electronics-components-the-555-in-bistable-flipflo.html>
- <http://www.fluke.com/fluke/sgen/Community/fluke-news-plus/ArticleCategories/Electronics-News/555-Timer.htm>
- <http://www.kingbright.com/attachments/file/psearch/000/00/00/SA08-21SURKWA%28Ver.8A%29.pdf>
- <http://pdf1.alldatasheet.com/datasheet-pdf/view/5665/MOTOROLA/74LS147.html>
- <http://www.ti.com/lit/ds/symlink/ne555.pdf>
- <http://www.ti.com/lit/ds/symlink/sn7447a.pdf>
- <http://www.ti.com/lit/ds/symlink/sn74hc04.pdf>

PRILOGE

Slika 13 Končni izdelek



Slika 14 Testiranje delovanja naprave