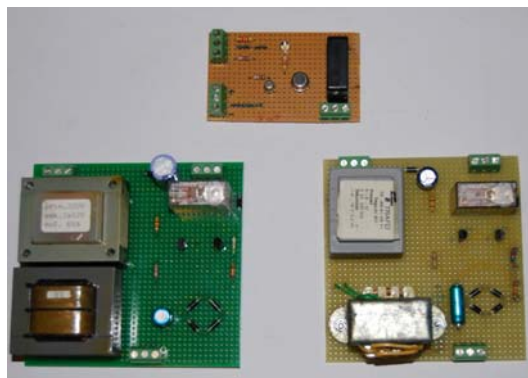




ŠOLSKI CENTER CELJE

Srednja šola za kemijo, elektrotehniko in računalništvo



TOČKOVNI INDIKATOR NIVOJA TEKOČIN

(Raziskovalna naloga)

Avtor:

Jernej SIMONIČ, E-4. c

Mentor:

Andrej GRILC, univ. dipl. inž. el.

Mestna občina Celje, Mladi za Celje

Celje, 2011



ŠOLSKI CENTER CELJE

Srednja šola za kemijo, elektrotehniko in računalništvo

TOČKOVNI INDIKATOR NIVOJA TEKOČIN

(Raziskovalna naloga)

Mentor:

Andrej GRILC, univ. dipl. inž. el.

Avtor:

Jernej SIMONIČ, E-4. c

Mestna občina Celje, Mladi za Celje

Celje, 2011

1. KAZALO

1. KAZALO	3
1.1 KAZALO SLIK.....	4
1.2 KAZALO TABEL.....	4
2. POVZETEK IN KLJUČNE BESEDE	5
2.1 Povzetek	5
2.2 Ključne besede	5
3. UVOD	6
3.1 Opis raziskovalnega problema	6
3.2 Teze/Hipoteze.....	6
3.3 Opis raziskovalnih metod.....	6
4. OSREDNJI DEL NALOGE.....	7
4.1 Predstavitev rezultatov raziskovanja.....	7
4.1.1. Vezje za indikacijo nivoja 1	7
4.1.2. Vezje za indikacijo nivoja 2	10
4.1.3 Sonde za zaznavo tekočine.....	13
4.2 Razprava.....	14
5. ZAKLJUČEK.....	15
6. VIRI IN LITERATURA	16
7. ZAHVALA.....	17
8. PRILOGE	18

1.1 KAZALO SLIK

Slika 1: Izdelana prototipna vezja za indikacijo nivoja.....	5
Slika 2: Preizkušanje vezja.....	6
Slika 3: Izdelava vezja.....	7
Slika 4: Shema vezja1	9
Slika 5: Pojav elektrolize.....	10
Slika 6: Shema vezja2	12
Slika 7: Sonde za zaznavo tekočine	13
Slika 8: Shema končnega vezja – vezja za regulacijo nivoja.....	14

1.2 KAZALO TABEL

Tabela 1: Podatki tranzistorjev.....	8
Tabela 2: Rezultati meritev	8
Tabela 3: Podatki tranzistorja.....	12
Tabela 4: Rezultati meritev	13

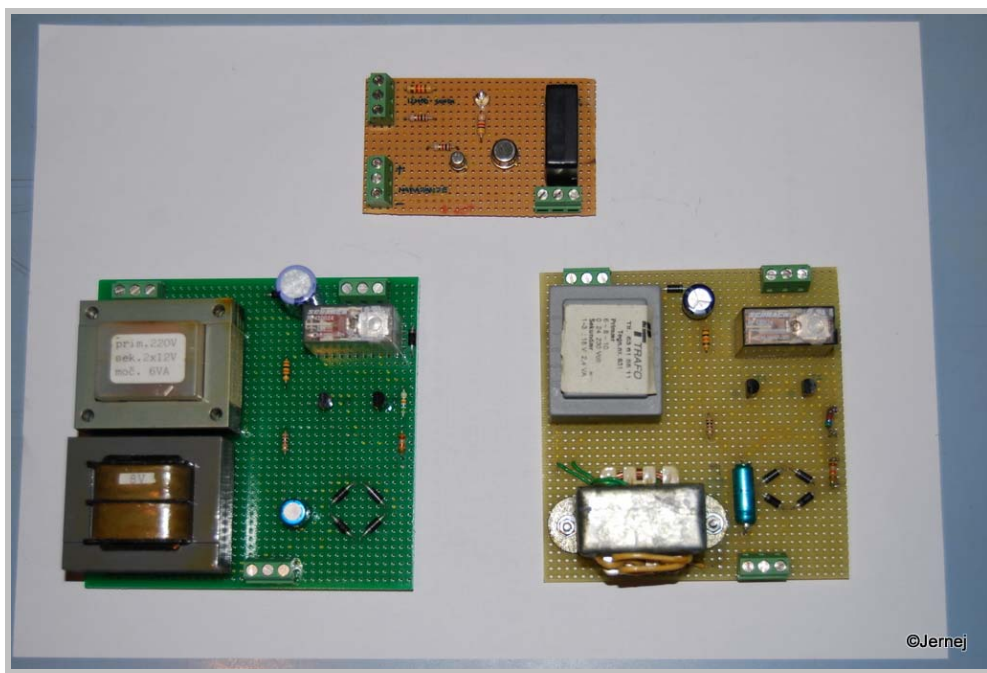
2. POVZETEK IN KLJUČNE BESEDE

2.1 Povzetek

V raziskovalni nalogi sem predstavil izdelavo vezja, ki nam s pomočjo elektronike daje indikacijo o nivoju tekočine. Za izdelavo le-tega sem se odločil, ker sem takrat izdeloval projekt, v katerem sem moral tipati nivoje tekočin. Najprej sem izdelal enostavnejše vezje, za katero sem menil, da bo delovalo brezhibno, vendar sem nato s testiranjem vezja ugotovil, da ima kar nekaj slabosti. Zato sem s pomočjo informacij, ki sem jih v tistem času dobil, začel snovati novo vezje, s katerim naj bi slabosti prvega odpravil. Rezultati so bili vsekakor pozitivni, saj drugo vezje deluje, kot mora. Odpravil sem težave z elektrolizo, s preklopom releja ter težavo v primeru pljuska vode po sondi.

2.2 Ključne besede

- Vezje za indikacijo nivoja



Slika 1: Izdelana prototipna vezja za indikacijo nivoja

3. UVOD

3.1 Opis raziskovalnega problema

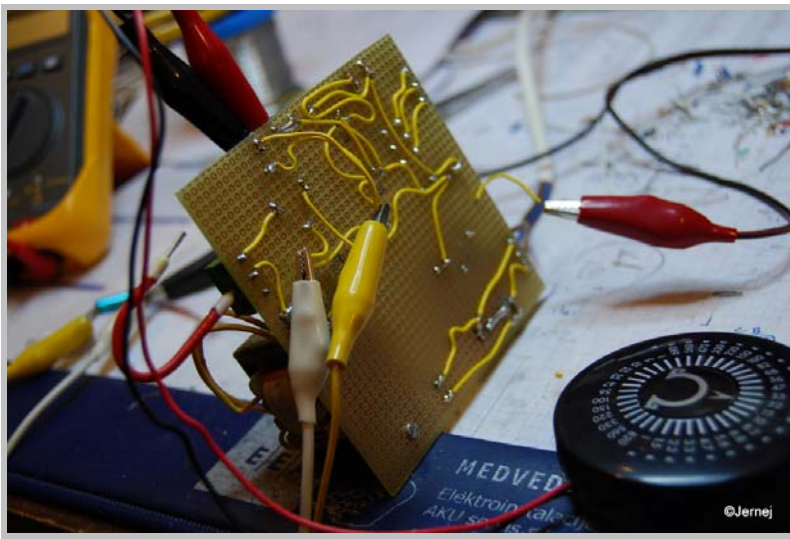
V današnji avtomatizaciji industrije, shranjevanju tekočin, ... je potrebno regulirati, odčitavati tudi nivoje tekočin. To je zelo pomembno, saj bi v nasprotnem primeru potrebovali še eno osebo, ki bi ročno pregledovala nivoje tekočin in nato tudi ročno zavrla dotok tekočine v posodo. Ker pa je pomembno tudi, da je meritev hitra, točna in zanesljiva, je potrebno izdelati dovršen in zaupanja vreden izdelek, ki deluje v vseh pogojih.

3.2 Teze/Hipoteze

- Izdelati točkovni regulator nivoja tekočine
- Izdelati sondo za zaznavanje tekočine
- Izdelati zanesljivo vezje
- Izdelati vezje, s katerim bi odpravil brljenje releja, hiter in zanesljiv preklop releja ter pljuskanje vode na sondo (preklop releja)

3.3 Opis raziskovalnih metod

Začetek izdelave vezja je bila izdelava testnega vezja, s katerim sem preizkusil delovanje, kot sem si ga zamislil. Po prvem testiranju sem za to testno vezje izdelal tudi shemo povezav (elektro načrt) in vse skupaj še enkrat povezal. Ko je bilo vezje narisano in sestavljeno, sem ga dobro stestiral. Ker sem kmalu ugotovil slabosti prvega vezja, sem začel snovati drugo vezje, s katerim bi odpravil ugotovljene slabosti.

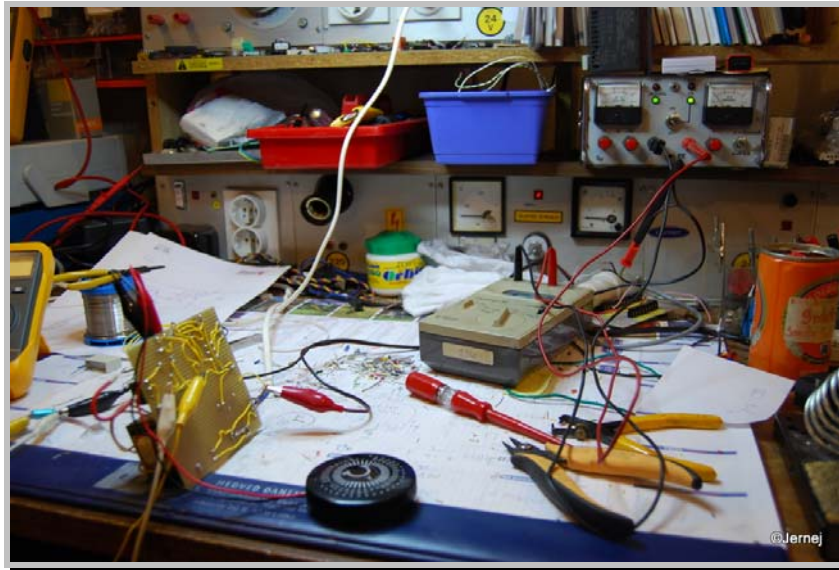


Slika 2: Preizkušanje vezja

4. OSREDNJI DEL NALOGE

4.1 Predstavitev rezultatov raziskovanja

Izdelava vezja je bila najprej načrtovana kot en izdelek, ki bi ga izboljšal. Ampak je bila ugotovitev, da bi vezje samo izboljšal, nesmiselna. V nalogi sem predstavil obe vezji ter razložil prednosti oziroma slabosti posamezne rešitve.



Slika 3: Izdelava vezja

4.1.1. Vezje za indikacijo nivoja 1

Prvo vezje, ki sem ga izdelal za indikacijo nivoja, je bilo najenostavnejše in sprva mišljeno kot uporabno vezje. Sestavljeno je iz dveh tranzistorjev, uporov, diode ter releja.

Ko je tok stekel skozi sonde, ki so bile v vodi, je ta tok odprl tranzistor T1, ta pa je odprl nato še drug tranzistor T2 in sklenil rele Rel1 (slika 4).

Kmalu, po nekaj poskusih merjenja nivoja, je bila ugotovljena prva slabost, in sicer se ob dosegu nivoja tekočine rele ne sklene takoj s polno močjo, ampak brli. Kljub temu da imamo v vezju veliko ojačanje napetosti (Darlingtonov spoj), se to še vedno dogaja.

Druga slabost pa je bila ugotovljena po nekaj dneh testiranja, ko je bil nivo dosežen, in sicer se je pojavila elektroliza.

Vezje je uporabno vse do $5,2\text{M}\Omega$ upornosti tekočine. Preizkušeno je bilo pri zaznavanju vodovodne in nato še destilirane vode. V prvi se obnese dobro, ker prevaja dovolj dobro, v drugi pa se že pojavijo občasne težave.

Sestava vezja:

1. Napajalni del – napajanje iz enosmerne napetosti 12V.
2. Ojačevalnik – narejen kot Darlingotnova vezava (vezje). Značilnost te vezave je veliko tokovno ojačanje in velika vhodna upornost.
3. Merilni del – sestavljata ga sondi za indikacijo in ostali elementi.

Opomba: Tranzistorje, ki sem jih uporabil sem imel doma v delavnici.

Tranzistor	ICmax [mA]	UCEmax [V]	B	Us [V]	If [mA]
T1 BC-109B	200	20	240 - 500	< 0,6	100
T2 BF-257	200	160	> 25	< 1	30

Tabela 1: Podatki tranzistorjev

	Sonda v zraku	Sonda v kratkem stiku	Meritev v vodovodni vodi	Meritev v destilirani vodi
UR1	0 V	5,37 V	3,2 V	0,1 V
UR2	0 V	4,6 V	2,7 V	0,097 V
UR3	0 V	11,16 V	11,5 V	11,07 V
UR4	0 V	9 V	9 V	9 V
UREL	0 V	11,92 V	11,91 V	11,90 V
IBT1	0 mA	4,5 mA	od 1,3 do 2,6 mA	0,1 mA

Tabela 2: Rezultati meritev

Izračun elementov vezja:

$$I_C = \frac{U_B - U_{CE} - U_{BE}}{R_3} = \frac{12 - 0,6 - 0,6}{1000} = 0,0108 \text{ A}$$

$$I_B = \frac{U_b - 0,6}{R_1 + R_2} = 0,00518 \text{ A}$$

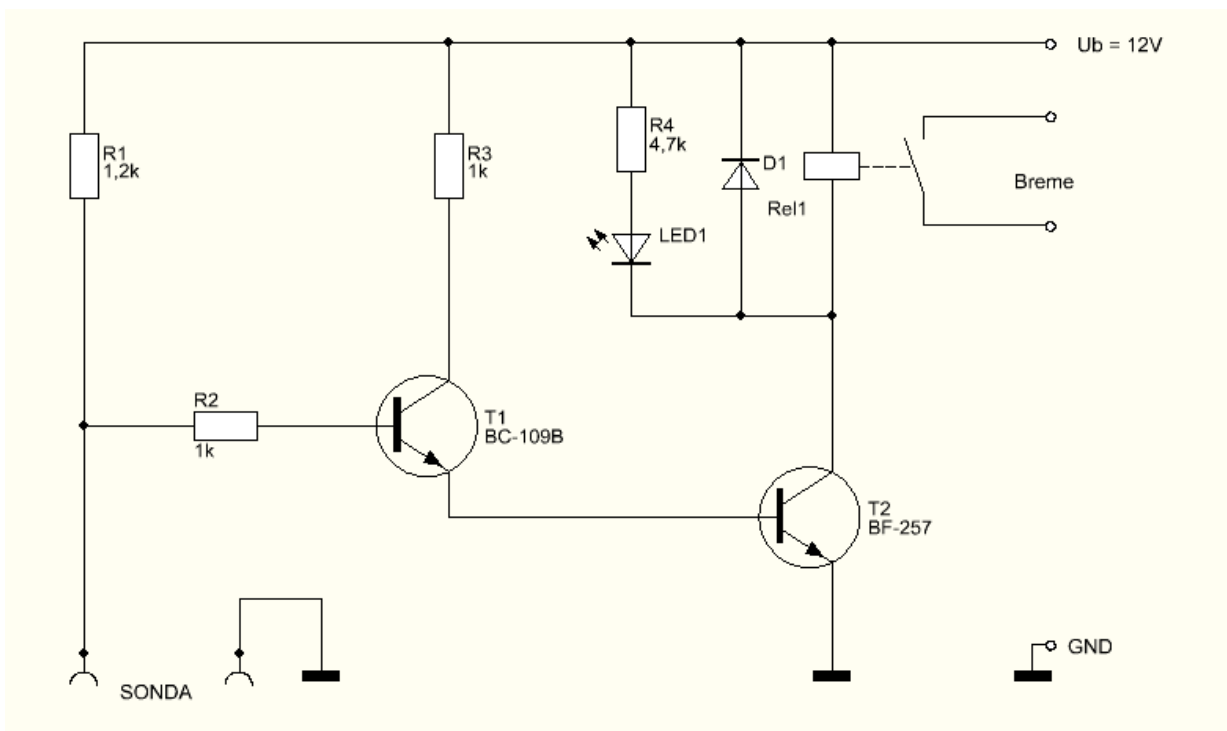
$$R_1 = \frac{U_B}{I_B} - \frac{U_{R2}}{I_B} - 1,2 \text{ V} \quad B = \frac{I_C}{I_B} = \frac{0,0108}{0,00518} = 2,09$$

$$R_4 = \frac{U_b - U_{cet2}}{I_{led}} = \frac{12 - 0,5}{0,003} = \frac{11,5}{0,003} = 3853 \text{ k}\Omega \rightarrow \text{Vzel sem } 4,7 \text{ k}\Omega \text{ upor.}$$

Upor R3 sem izbral tako, da nisem presegel maksimalni tok tranzistorja in tako, da poraba vezja ni prevelika.

Ugotovitve:

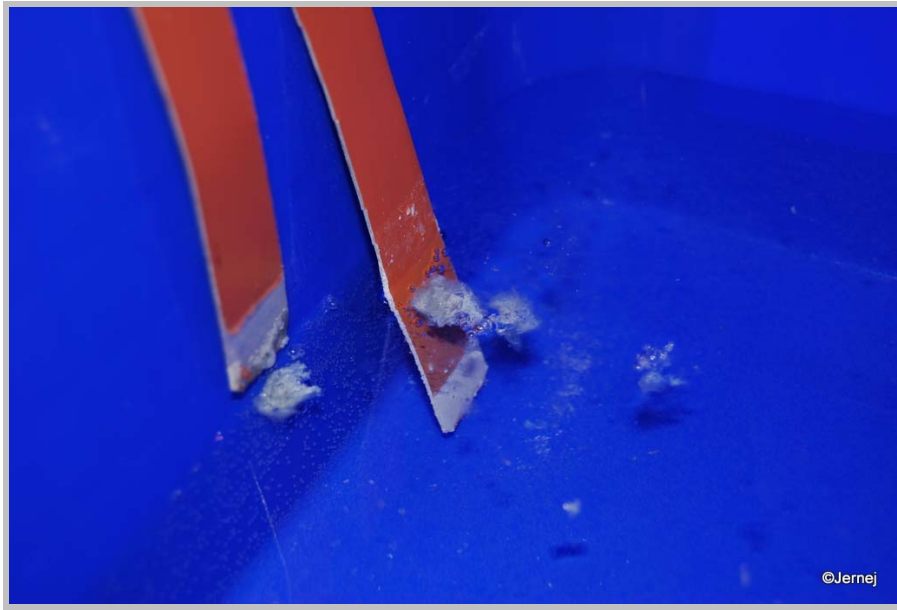
S povečanjem R1 sem manjšal tok med elektrodama, s tem sem zmanjševal efekt elektrolize, a je s tem padala upornost v medijih z manjšo prevodnostjo (destilirane vode). V primeru povečevanja R2 se je zmanjševala hitrost preklopa (brljenje relja).



Slika 4: Shema vezja1

Seznam materiala:

- Tranzistorja BC-109B in BF-257
- Upori: 2x 1k Ω , 1,2 k Ω , 4,7k
- Rele – 12V - Schrack RP420012
- LED dioda
- 3x Priključne sponke



Slika 5: Pojav elektrolize

Slika 5 prikazuje delovanje elektrolize na sondi zaradi uporabe enosmerne merilne napetosti. Elektroliza je kemijski postopek, s pomočjo katerega se izvaja redukcija in oksidacija kemijskih elementov oz. spojin (v mojem primeru je to Aluminij). Za elektrolizo sta potrebni dve elektrodi: katoda in anoda, kar sem ugotovil pri preizkušanju mojega vezja.

4.1.2. Vezje za indikacijo nivoja 2

Pri drugem vezju, katerega sem izdelal sem odpravil vse pomanjkljivosti katere sem ugotovil pri izdelavi prvega vezja. Vezje, ki sem ga izdelal, je sestavljeno je iz dveh tranzistorjev (BC-547), kondenzatorjev, diod – za gretzov spoj, releja za vklop in izklop bremena ter uporov. Vezje je narejeno tako, da ko je nivo dosežen se rele vklopi, ko nivo pade, je rele še sklenjen nekaj sekund (zakasnitev), dokler se kondenzator ne sprazni in se nato izklopi. S tem časovnim zamikom rešimo težavo, če slučajno gladina vode pljuska po senzorju. Zaznava tekočine, ki imajo dobro prevodnost, za manj prevodne tekočine je potrebno prilagoditi upor R2.

Vezje je sestavljeno iz treh delov:

1. Napajalni del – sestavlja ga sekundarno navitje transformatorja in polvalni usmernik. Izvedel sem ga tako, da sem uporabil čim manj elementov. Imel sem pa dovolj veliko sekundarno napetost transformatorja.

2. Merilni del – sestavlja ga sekundarno navitje transformatorja, polnovalni usmernik v gretzovem spoju, kondenzator (glajenje in zakasnitev) ter sonde za merjenje
3. Schmittov prožilnik (Schmitt trigger) - sestavljata ga dva tranzistorja BC-547 in ostali elementi (upori, diode).

Schmittov prožilnik je vezje, ki nihanje napetosti okrog primerjalne napetosti zgladi, tako da se namesto večih preklopov releja, kot se je dogajalo v prejšnjem vezju, zgodi le en preklop.

Delovanje vezja:

Ko se sondi 1,2 zunaj medija (vode), je U_{DCM} (U enosmerna merilna) nič voltov, teček tok I_{PR} (I prečni) od U_{CC} preko upora R_1 , R_2 in preko mostičnega vezja proti masi. Tok pusti padec napetosti na uporu R_2 . Ko ta napetost U_{VH} preseže prag preklopa tranzistorja T_1 se tranzistor odpre, napetost U_{CE} T_1 pade na pribl. 0,2V, takrat se T_2 zapre in Rel1 se izklopi, skozi njega ne teče tok I_{CT2} . Kontakt releja je razklenjen.

Ko sta sondi 1,2 potopljeni v medij (nivo vode je dosegel maksimum), merilni tok I_m iz tranzistorja T_2 sreče preko sonde1 in medija na sondo 2in preko usmerniškega mostičnega vezja nazaj v T_2 . Na C_3 dobimo U_{ddcm} , katera je na sprotno polatitirana od U_{vh} in U_{bet1} . Zaradi tega U_{dcm} odšteje od U_{vh} . Prag napetosti U_{vh} v Smith triger pade pod minimum, T_1 se zato zapre, U_{cet1} naraste zato pride do odprtja T_2 , rele Rel1 se preklopi. Kontakt se sklene.

Funkcija D2 je zmanjšanje inducirane napetosti vsled zrušitve magnetnega polja v releju

$$R1 = \frac{U_{cc}}{I_{pr} + I_{bT1}}$$

$R2$ – ugotovljen eksperimentalno

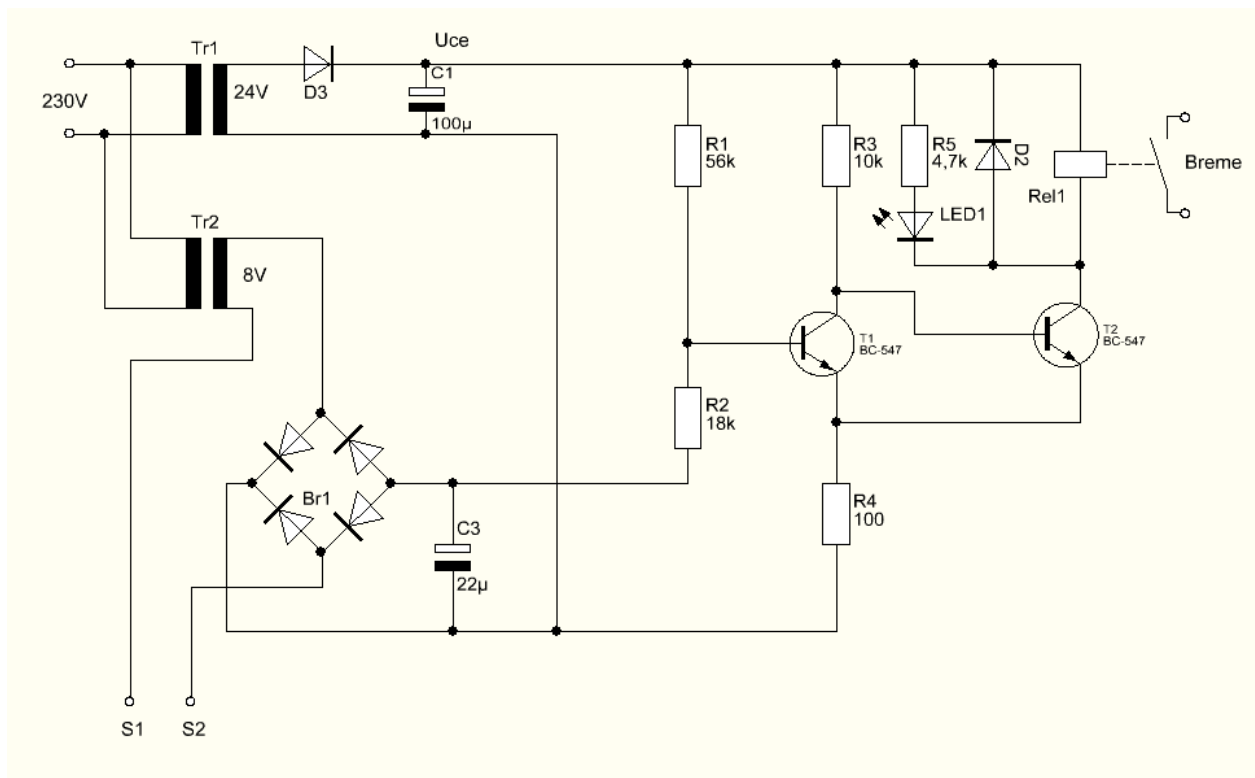
$$R3 = \frac{U_{cc} - U_{be} - U_{R4}}{I_{CT1}}$$

$R4$ – ugotovljen eksperimentalno glede na U_{VH} vklopne in U_{NV} izklopno napetost.

$$U_{mdc\ max} = U_{acm} \cdot 1,41 - 1,2$$

$$U_{vh\ max} = U_{ce} = 0,6V$$

$$U_{vh\ min} = U_c$$



Slika 6: Shema vezja2

Seznam materiala:

- Transformatorja 230V - 24V in 230V – 8V
- Tranzistorja BC-547
- 6x dioda 1N4001
- Kondenzatorja: 100µF in 22µF
- Upori: 56 kΩ, 18 kΩ, 10 kΩ, 100 Ω
- 3x Priključne sponke
- Rele – 24V – Schrack RP420024

Tranzistor	I_{Cmax} [mA]	U_{CEmax} [V]	B	U_s [V]	I_F [mA]
T1, T2 BC-547	200	45	70 do 900	<0,6	2

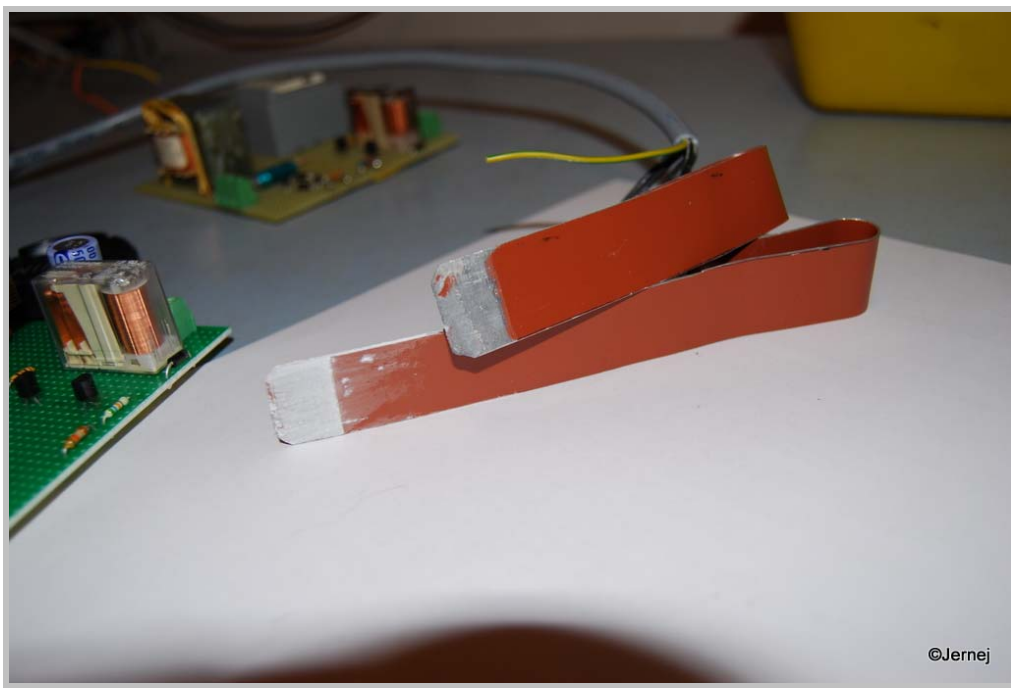
Tabela 3: Podatki tranzistorja

	Sponke sonde v kratkem stiku	Odpрте sponke	Sonde v vodovodni vodi
I_S	0,9 mA	0 mA	0,7 mA
U_{R1}	34,6 V	35,67 V	32,54 V
U_{R2}	11,8 V	0,3 V	10,52 V
U_{R3}	27,4 V	36,4 V	27,7 V
U_{R4}	3,3 V	0,4 V	3,3 V
U_{REL}	28,16 V	0 V	28V

Tabela 4: Rezultati meritev

4.1.3 Sonde za zaznavo tekočine

Sondo za nivo tekočine sem izdelal iz aluminija. Aluminij sem uporabil, ker sem ga imel pri roki, drugače pa lahko za sondo uporabimo katerokoli kovino, ki ima dobro prevodnost. Priporočena uporaba nerjavečih materialov.



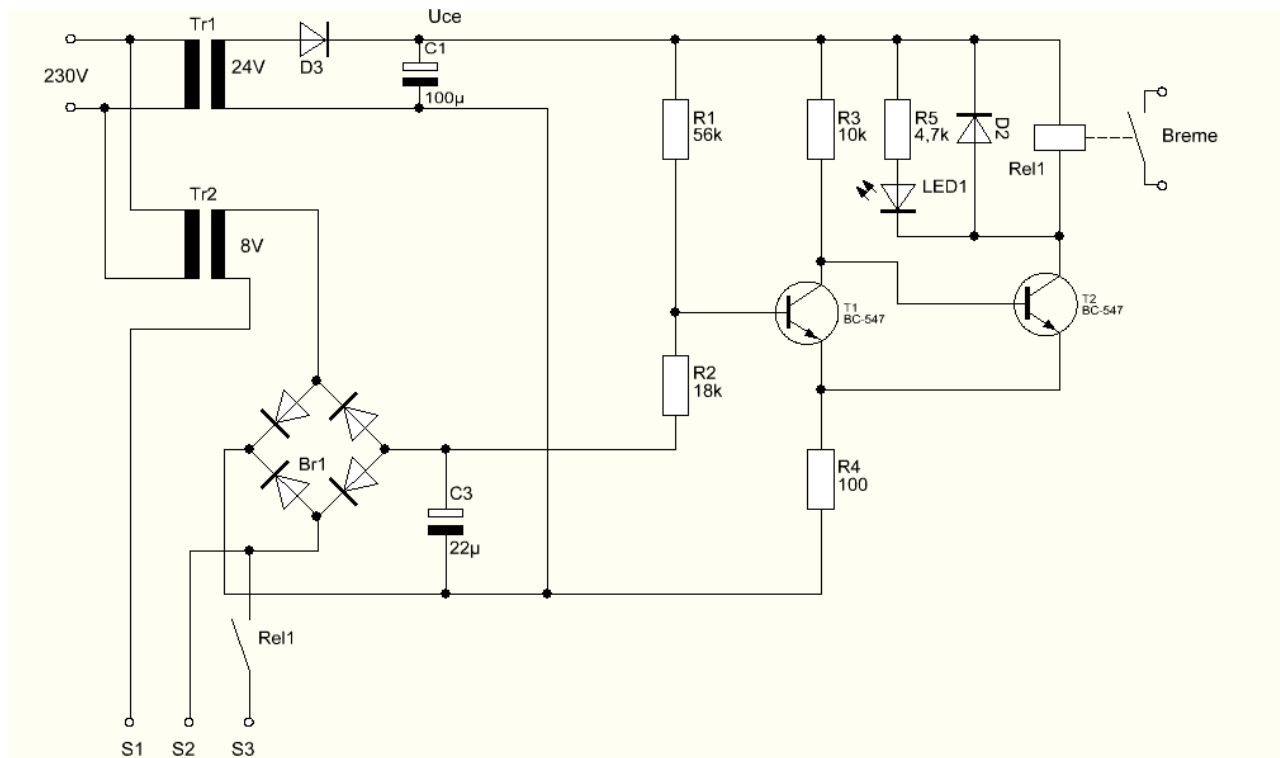
Slika 7: Sonde za zaznavo tekočine

4.2 Razprava

Pri testiranju prvega prototipnega vezja sem ugotovil več napak oziroma slabosti. Težave sem imel s preklpom releja v primeru nihanja nivoja ali počasnega naraščanja nivoja (brljenje releja). Največja težava je pa bila elektroliza med sondama zaradi enosmerne merilne napetosti.

Vse te slabosti sem odpravil z izdelavo drugega prototipnega vezja. Za merilno napetost sem izbral izmenično napetost 50Hz. Zaradi varnosti sem moral uporabiti transformator z ločenima navitjema. Z uporabo tranzistorjev v vezavi Schmittovega prožilnika sem odpravil možnost brljenja releja.

Slabost tega vezja pa je, da moraš imeti v posodi za regulacijo nivoja dva vezja. To slabost sem odpravil z uporabo tretje elektrode, katero preklapljam z istim relejem kot vkapljam breme. Shema končnega vezja je na Sliki 8.



Slika 8: Shema končnega vezja – vezja za regulacijo nivoja

5. ZAKLJUČEK

Pri izdelavi vezji za kontrolo tekočin sem se srečal z uporabo elektronskih elementov in sklopov s praktično uporabo. Potrebno je bilo izračunati elemente in nato izbrati elemente, katere dobimo na trgu.

Pri preizkušanju in testiranju vezja pri delovanju, sem ugotovil kako pomembno je uporabiti pravilne metode merjenja in pravilno izbrati instrumente.

6. VIRI IN LITERATURA

- Datasheet BC-109A [Online]. [Citirano 14. marec 2011; 15:30]
Dostopno na spletnem naslovu:
http://www.datasheetcatalog.com/datasheets_pdf/B/C/1/0/BC109A.shtml
- Datasheet BF-257 [Online]. [Citirano 14. marec 2011; 15:30]
Dostopno na spletnem naslovu:
http://www.datasheetcatalog.com/datasheets_pdf/B/F/2/5/BF257.shtml
- Datasheet [Online]. [Citirano 14. marec 2011; 15:30]
Dostopno na spletnem naslovu:
- Teorija o Schmittovem prožilniku [Online]. [Citirano 14. marec 2011; 15:30]
Dostopno na spletnem naslovu:
http://en.wikipedia.org/wiki/Schmitt_trigger
- Teorija o Elektrolizi [Online]. [Citirano 18. marec 2011; 8:30]
Dostopno na spletnem naslovu:
<http://sl.wikipedia.org/wiki/Elektroliza>

7. ZAHVALA

Za pomoč pri izdelavi raziskovalne naloge, bi se zahvalil očetu Petru Simoniču ter mentorju g. prof. Andreju Grilcu za podporo, pomoč ter informacijah o izdelavi raziskovalne naloge. Prav tako bi se zahvalil tudi gospe Damjani Hundrič, prof. za lektoriranje raziskovalne naloge.

8. PRILOGE

- Izjava