



**ŠOLSKI CENTER CELJE**

**Srednja šola za elektrotehniko in kemijo**

# VALILNICA

Mentor:  
Andrej Grilc, univ.dipl.inž.el.

Avtor:  
Anže Hohnjec, E-4c

Mestna občina Celje, Mladi za Celje

Celje, 2008

## KAZALO:

1	POVZETEK IN KJUČNE BESEDE .....	3
1.1	Povzetek/ Summary .....	3
1.2	Ključne besede/ Keywords .....	4
2	UVOD .....	5
2.1	Predstavitev raziskovalnega problema.....	5
2.2	Hipoteze.....	5
2.3	Opis raziskovalnih metod .....	5
3	OPIS DELOVANJA NAPRAVE .....	6
4	POSTOPEK IZDELAVE .....	6
4.1	Napajalni del.....	6
4.1.1	Diodni mostič.....	8
4.1.2	Napetostni regulator.....	9
4.1.3	Napetostni stabilizatorji .....	9
4.2	Pretvornik temperature s KTY10.....	11
4.2.1	Operacijski ojačevalnik.....	13
4.3	IR sprejemnik in oddajnik za merjenje premika.....	14
4.3.1	IR sprejemnik .....	15
4.3.2	IR oddajnik.....	16
4.4	Pretvornika za vlago .....	16
4.5	Izgled programa za krmilnik Alpha .....	18
4.6	Slike o izdelavi makete .....	24
4.7	Razprava.....	25
5	ZAKLJUČEK.....	26
6	VIRI IN LITERATURA.....	27
7	ZAHVALA.....	28

# 1 POVZETEK IN KJUČNE BESEDE

## *1.1 Povzetek/ Summary*

V raziskovalni nalogi je predstavljena regulacija temperature in vlage v valilniku s krmilnikom Alpha XL. Program je nastal zaradi potrebe po avtomatskem vzdrževanju parametrov in možnosti njihovega enostavnega nastavljanja. Zasnovan je tako, da nam omogoča vzdrževati konstantne vrednosti, ki smo jih določili. Danes so podobni krmilniki nepogrešljivi in se uporabljajo pri večini procesov.

Search task introduces regulation of temperature and moisture in automated incubator with controller ALPHA XL. Program formed because of need for automatic maintenance of necessary parameters and possibility of their simple adjustment. It's designed so, that is enabling us to maintain unchangeable values, that we determined. Similar controllers are indispensable today and use at majority processes.

## ***1.2 Ključne besede/ Keywords***

- **Alpha** – PLC krmilnik
  - **SHF 5110-36** - IR sprejemnik
  - **Temperaturni pretvornik**- pretvornik za pretvorbo temperature v električno napetost
  - **LM741**- operacijski ojačevalnik
- 
- **Alpha** – PLC controller
  - **SHF 5110-36** - IR receiver
  - **Temperaturni pretvornik**- converter for conversion temperature to voltage
  - **LM741**- operational amplifier

## **2 UVOD**

### ***2.1 Predstavitev raziskovalnega problema***

Raziskovalne naloge sem se lotil, da bi izdelal valilnico, ki bi ji lahko nastavljal potrebne parametre. Za realizacijo tega problema sem potreboval ustrezen krmilnik, ki ima dovolj velik nabor in omogoča povezavo z računalnikom in zadovoljivo izhodno tokovno zmogljivost. Od krmilnikov, ki sem jih imel na razpolago, se mi je zdel najprimernejši Alpha XL, kjer je zadostil skoraj vsem mojim zahtevam. Poleg tega ima vgrajen zaslon, ki omogoča kontrolo stanja sistema. Pri programiranju naletel na nekatere pomanjkljivosti krmilnika, ki sem jih v raziskovalni nalogi tudi omenil.

### ***2.2 Hipoteze***

- **z krmilnikom Alpha XL realizirati valilnik**
- **izdelati precizne senzorje**
- **izdelati stabilen usmernik**
- **izdelati uporabniku prijazen program**

### ***2.3 Opis raziskovalnih metod***

Preden sem začel z izdelovanjem makete, sem moral narediti dober načrt in skonstruirati vezja, da sem se lahko kasneje izognil nepotrebni napakam pri zasnovi velikosti makete. Nato sem s pomočjo simulacije razvil ustrezen program za krmiljenje valilnika. Naslednja faza je bila povezava vseh komponent med sabo in preizkus njihovega delovanja ter nastavitve ustreznih parametrov. Na koncu sem moral vse ustrezno pritrditi v maketo.

### **3 OPIS DELOVANJA NAPRAVE**

Naprava začne delovati ob pritisku na tipko start in se pri avtomatskem načinu samostojno izklopi po izteku nastavljenega časa ali pa ob pritisku na tipko stop. Naprava ima dva režima delovanja, in sicer ročni in avtomatski.

Pri ročnem načinu lahko izberemo med gretjem, hlajenjem, vlaženjem in obračanjem. To naredimo z vključevanjem stikal na maketi. V tem načinu nam krmilnik samo prikazuje vrednosti vlažnosti in temperatur v valilniku.

Če pa izberemo avtomatski način delovanja je potrebno s pomočjo tipk na krmilniku nastaviti zelene parametre. Po končanju nastavitvev se ob pritisku tipke start program začne izvajati in se konča ob preteku nastavljenega časa ob katerem nas tudi obvesti z zvočnim signalom.

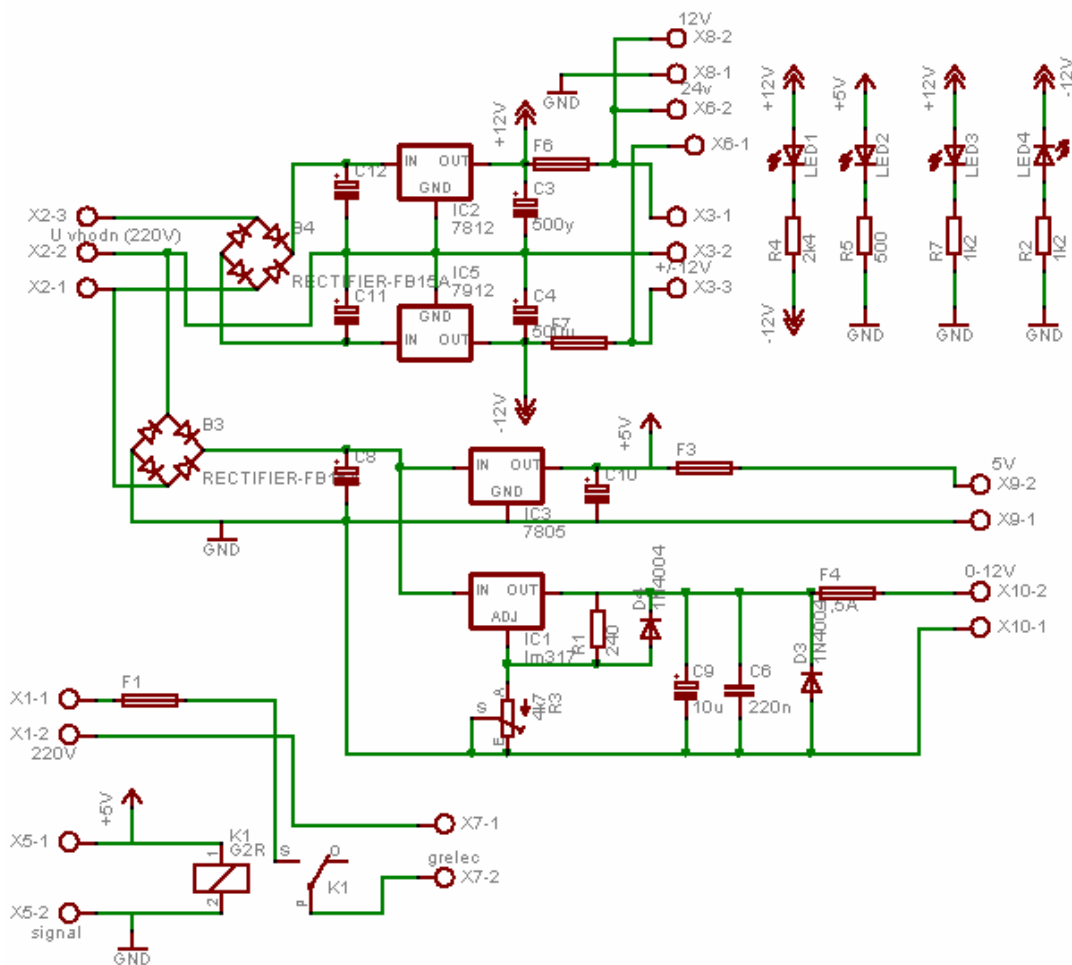
Izdelek vsebuje tudi stikalo, ki je nameščeno na vrata izdelka. Ob njegovi prekinitvi se zaradi varnosti njegovo izvajanje začasno prekine in se nadaljuje ob ponovni vključitvi.

### **4 POSTOPEK IZDELAVE**

Najprej se je pojavila potreba po nastavljivem in stabilnem viru napajanja, ki je nujno potreben za delovanje celotnega sistema, zato sem se najprej odločil za izdelavo usmernika, ki bi imel zadovoljivo območje stabiliziranih ter nastavljivih napetosti.

#### ***4.1 Napajalni del***

Napajalni del sestavlja standardni usmernik, ki je zgrajen iz transformatorja, dveh diodnih mostičev, gladilnih kondenzatorjev, stabilizatorjev napetosti in enega regulatorja. Vezje je tudi primerno tokovno zaščiteno s cevnicami varovalkami in opremljeno z signalnimi lučkami, ki nas opozarjajo na pravilnost delovanja vezja. Shematični prikaz napajalnega dela prikazuje Slika 1.



Slika 1: Shema napajalnika

Da bo usmernik deloval pri polni obremenitvi brezhibno in da ne bo prišlo do sesedanja napetosti, moramo zagotoviti dovolj zmogljiv transformator. Izbral sem dvojedrni transformator moči 100 VA, ki zagotavlja dvakrat napetost 12V in se priključi na priključek x2. Na vezju je tudi rele, ki vključuje grelec in sem ga dodal predvsem zaradi varnosti, saj galvansko popolnoma ločuje visoko napetostni del od nizko napetostnega.

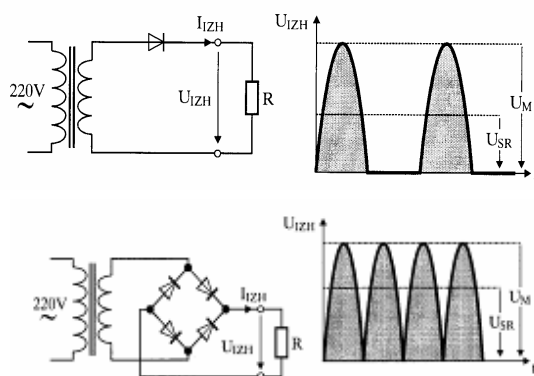
### 4.1.1 Diodni mostič

Z njem dosežemo polnovalno usmerjanje. Sestavljen je iz štirih usmerniških diod, vezanih v mostiček (pravimo mu tudi Greatzou mostiček).

Ima štiri sponke: dve z oznakami »~ ~« za vhod ter dve z oznakami »+ -« za izhod. Na ohišju je tudi oznaka, ki pomeni mejno vrednost napetosti in toka: npr. oznaka B80C4700/3300 pomeni, da je zaporna napetost lahko največ 80V, največji tok s hlajenjem 4700 mA, brez hlajenja pa 3300 mA.



Slika 2: Diodni mostič

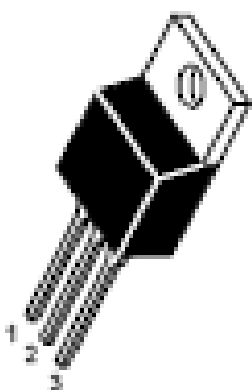


Slika 3: Delovanje diode in diodnega mostiča

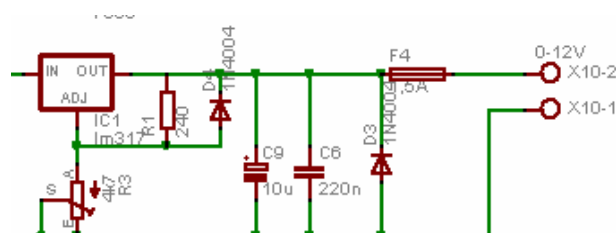


## 4.1.2 Napetostni regulator

Za regulacijo napetosti je uporabljen napetostni regulator LM317.



1. Masa
2. Izhod
3. Vhod



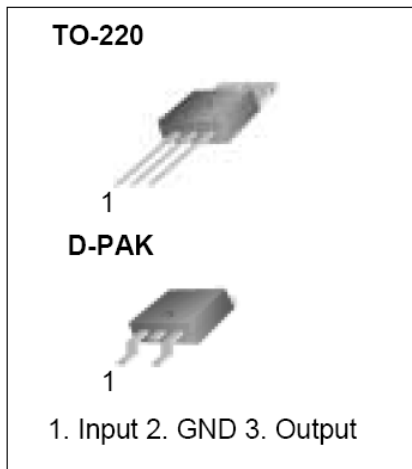
Slika 4: Napetostni regulator LM317

Slika 5: Sheme vezja regulatorja

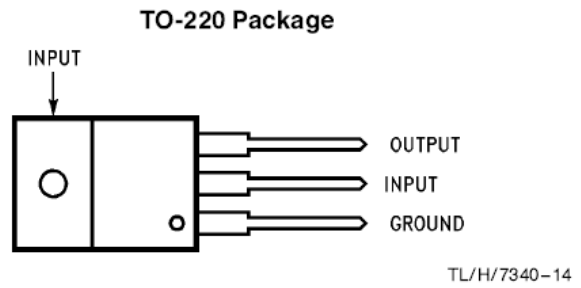
Z LM317 reguliram napetost med 1,2V in 12V. Maksimalni tok, ki ga še ta regulator premore ob ustreznem hlajenju je, 1,5A. Vgrajeno ima tudi tokovno in toplotno zaščito, s katero zaščitimo regulator pred tokovnimi špicami in pred pregretjem. Regulator reguliramo z vezjem, ki je narisano zgoraj. Najpomembnejši del je potencimeter R3, ki je v mojem primeru navaden linearen upor.

## 4.1.3 Napetostni stabilizatorji

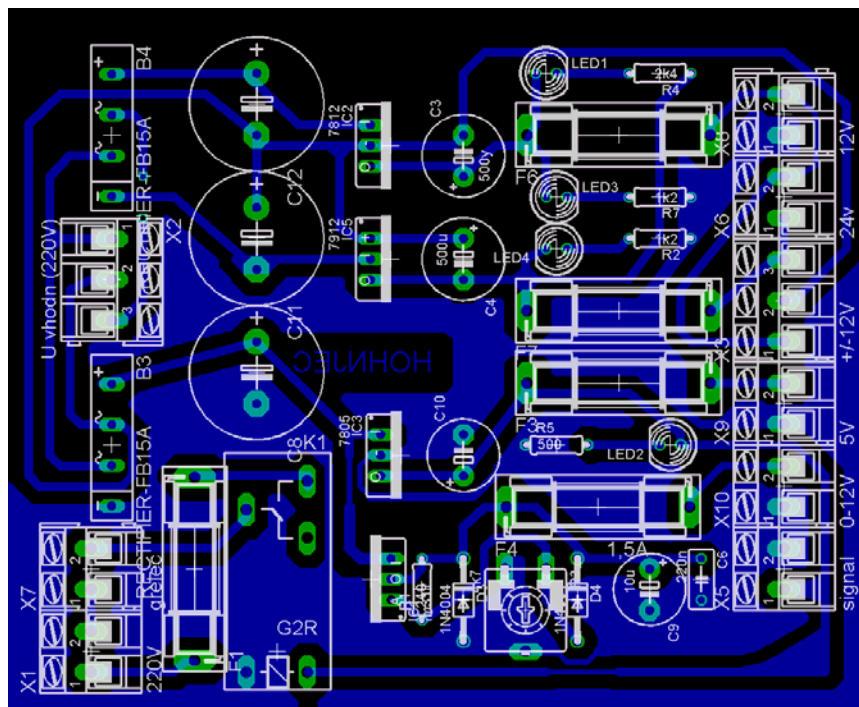
Enosmerno stabilizacijo napetosti omogočajo integrirani pozitivni napetostni regulatorji iz družine LM78XX, ki ob ustreznem hlajenju zmorejo tudi nad 1A toka, njihove nazivne napetosti pa so lahko: 5, 6, 8, 9, 10, 12, 15, 18, 24V, odvisno od izdelave. Prav tako vsebujejo zaščito pred tokovnimi špicami, pred kratkim stikom in pred pregrevanjem. Najdemo jih lahko v TO-220/D-PAK ohišju. Prav zaradi teh lastnosti jih lahko danes najdemo v večina vezij in so nepogrešljiv člen. Za stabilizacijo negativne napetosti sem uporabil napetostni stabilizator iz družine LM79XX, ki je skoraj identičen LM78XX le da se od njega razlikuje v razporeditvi nogic in v namenu, saj stabilizira negativne napetosti.



Slika 6: Napetostni stabilizator LM87XX



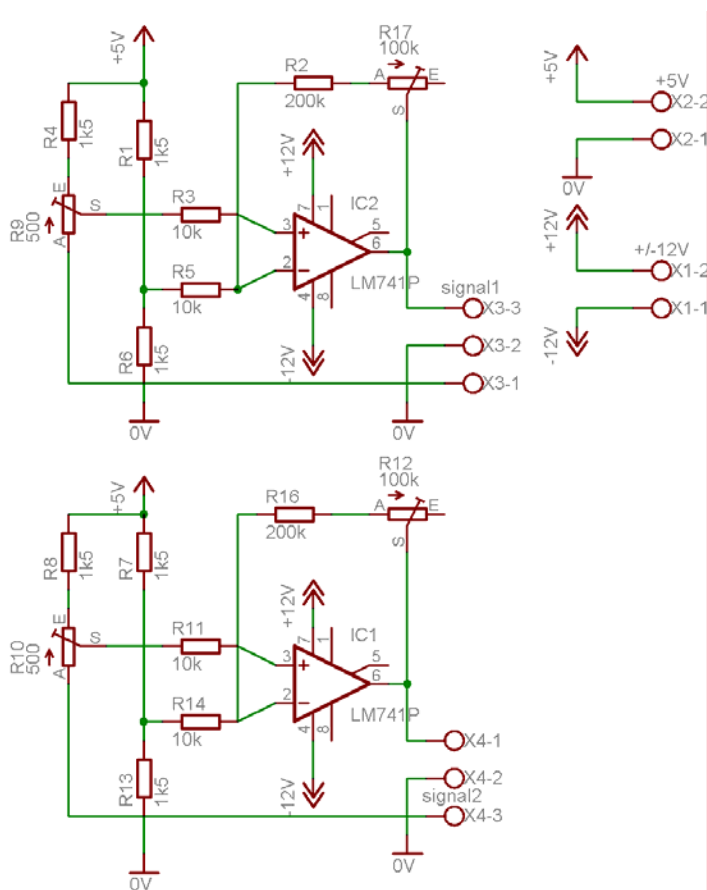
Slika 7: Negativni napetostni stabilizator LM79XX



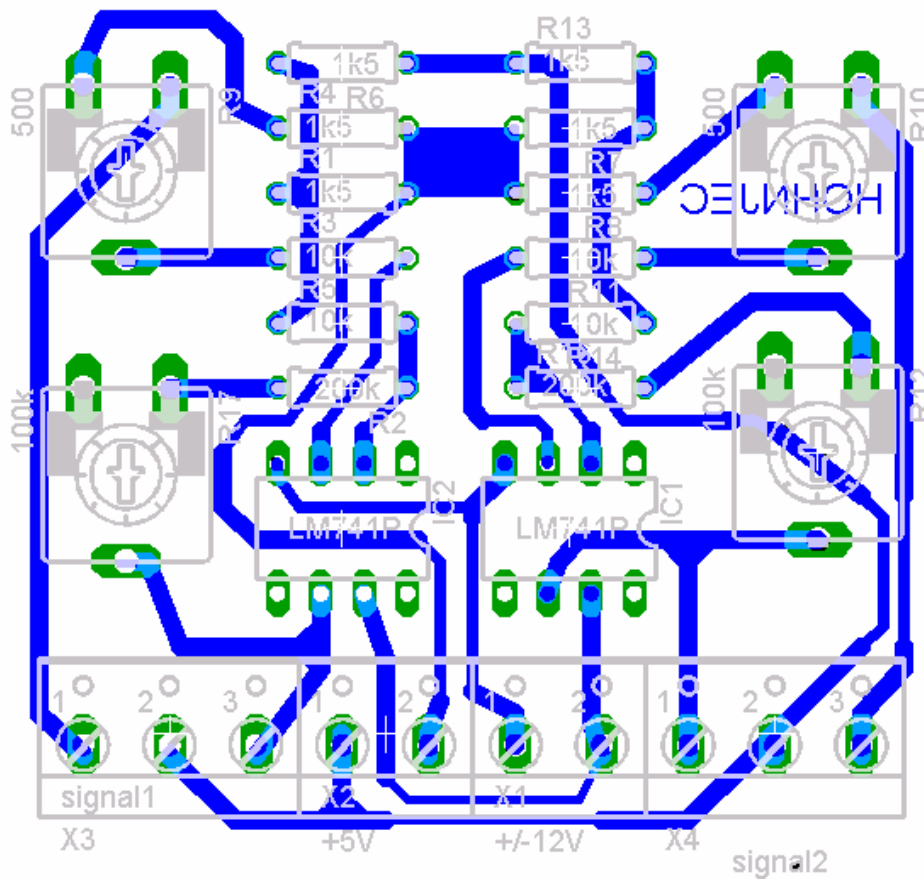
Slika 8: Vezje usmernika

## 4.2 Pretvornik temperature s KTY10

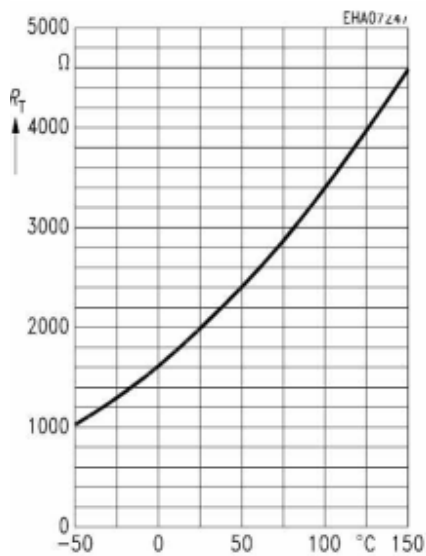
Nato sem moral izdelati pretvornik, ki pretvori fizikalno količino (temperaturo) v krmilniku prepoznavno veličino, v mojem primeru v napetost. Za tipalo sem uporabil Siemensov silicijev uporovni senzor kty10. To je senzor s pozitivnim temperaturnim koeficientom. Ima dobro odzivnost in dokaj dobro karakteristiko v določenem pasu. Pravimo mu tudi PTK termistor saj njegova upornost narašča skupaj z temperaturo. Eden najpomembnejših elementov je tudi operacijski ojačevalnik, ki ojača dan signal na ustrezen nivo za nadaljno obdelavo. V mojem primeru je bil uporabljen LM741.



Slika 9: Pretvornik za kty10



Slika 10: Vežje pretvornika za kty10



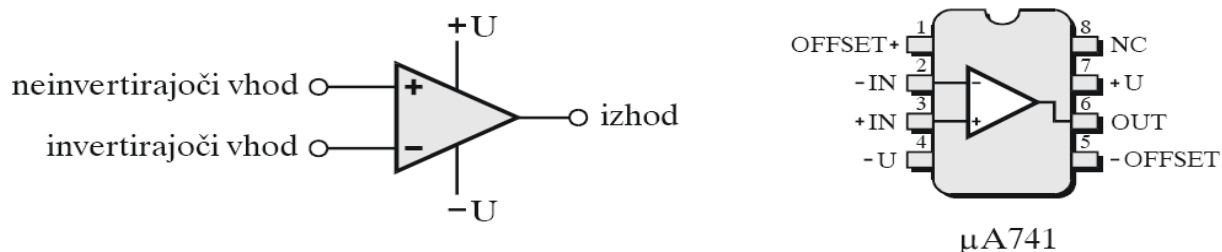
Slika 12: Karakteristika temperaturnega senzorja kty 10



Slika 11: Operacijski ojačevalnik LM741

## 4.2.1 Operacijski ojačevalnik

Operacijski ojačevalniki so ojačevalniki v integrirani izvedbi. Tranzistorji operacijskega ojačevalnika so med seboj direktno vezani (ni sklopnih kondenzatorjev), kar pomeni, da lahko ojačajo tako enosmerne kot izmenične signale. Ojačevalniki imajo dva vhodna priključka, ki jima pravimo neinvertirajoči (angl. Non inverted) in invertirajoči (angl. inverted) vhod. Kot že imeni povesta, bo signal, priključen na neinvertirajoči vhod, na izhodu v fazi, signal, priključen na invertirajoči vhod, pa v protifazi z vhodnim. Prvi vhod je zato označen s »+«, drugi pa z »-«.



Slika 13: Operacijski ojačevalnik.

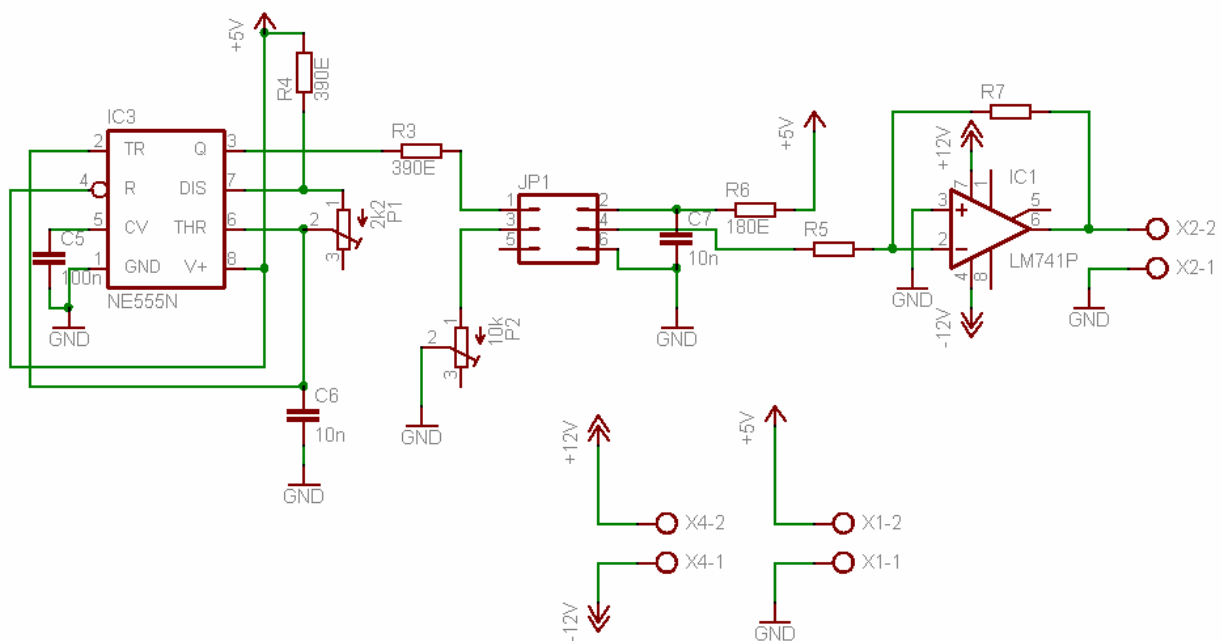
Operacijski ojačevalnik ima poleg vhodov še en izhodni priključek ter priključka za napajanje. Poleg teh srečamo še priključke, ki služijo za napetostno izravnavo ter frekvenčno kompenzacijo.

Električne lastnosti operacijskega ojačevalnika so naslednje:

- zelo velika vhodna upornost,
- zelo nizka izhodna upornost,
- zelo veliko napetostno ojačanje  $10^4$  do  $10^5$
- protifazne signale na obeh vhodih ojača, medtem ko sofazne slabi.

### 4.3 IR sprejemnik in oddajnik za merjenje premika

S pomočjo IR senzorja in oddajnika sem naredil merilec obratov, s pomočjo katerega določam zasuk valčka. Sensor sem naredil tako, da je deloval v Thru-bean načinu, kar pomeni da sta sprejemnik in oddajnik ločena. Takšen senzor odda signal takrat, ko objekt prekine svetlobni signal. V mojem primeru šteje luknjice na ploščici, ki se vrti skupaj z valčkom. Vezju sem dodal še operacijski ojačevalnik, kajti IR sprejemnik mi ni zagotavljal dovolj močnega signala za krmiljenje Alphe, katere logična enka je +24V, medtem ko je pri IR sprejemniku logična ničla +5V, logična enaka pa 0V. Signal IR oddajnika sem pripeljal na invertirajoči vhod operacijskega ojačevalnika, ki sem mu naknadno še nastavljal ojačanje 5.



Slika 14: Shema IR sprejemnika in oddajnika

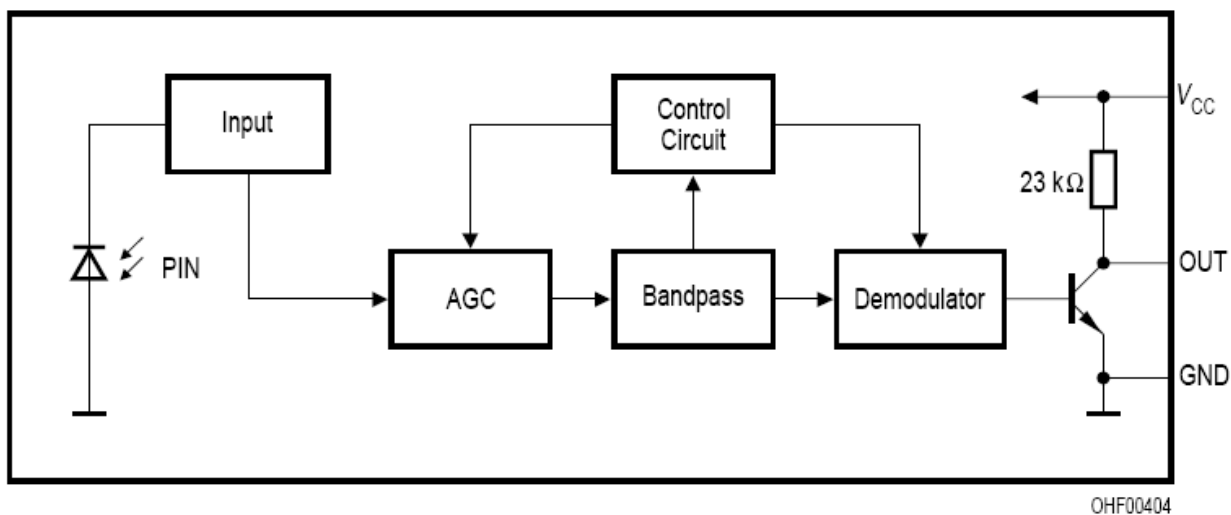
### 4.3.1 IR sprejemnik

Za IR sprejemnik sem uporabil SHF 5110-36, ki zaznava le modulirano infrardečo svetlobo frekvence 36kHz; s tem je zaščiten pred motnjami iz okolja. Sam sprejemnik vsebuje fotodiodo, predojačevalnik, avtomatski nadzor ojačanja in povratno vezavo. Črne barve je zato, da nam ob IR svetlobi ne zaznava tudi ostalih spektrov svetlobe. Ima tudi zelo dobro občutljivost ter je TTL in CMOS kompatibilen. Ker na izhodu vsebuje NPN tranzistor, se le-ta ob zaznani modulirani IR svetlobi sklene z maso; na izhodu dobimo logično 0 (maso).



- 1: U-vhodna
- 2: Masa
- 3: Izhod

Slika 15: IR sprejemnik SHF 5110-36



Slika 16: Zgradba IR sprejemnika SHF 5110-36

### 4.3.2 IR oddajnik

Oddajnik deluje kot oscilator, ki generira pravokotne signale frekvence od 27kHz do 45kHz. Eden najpomembnejših delov je časovnik. V mojem primeru je to integrirano vezje NE555; deluje kot astabini multivibrator, katerega maksimalna izhodna frekvenca je 500kHz. Sposoben je generirati natančne časovne zakasnitve oscilacije.

Ko deluje kot časovnik, njegov čas nastavljamo z zunanjim uporom. Njegov izhodni tok je lahko največ 200mA, kar pa zadostuje za krmiljenje IR diode.



Slika 17: IR dioda

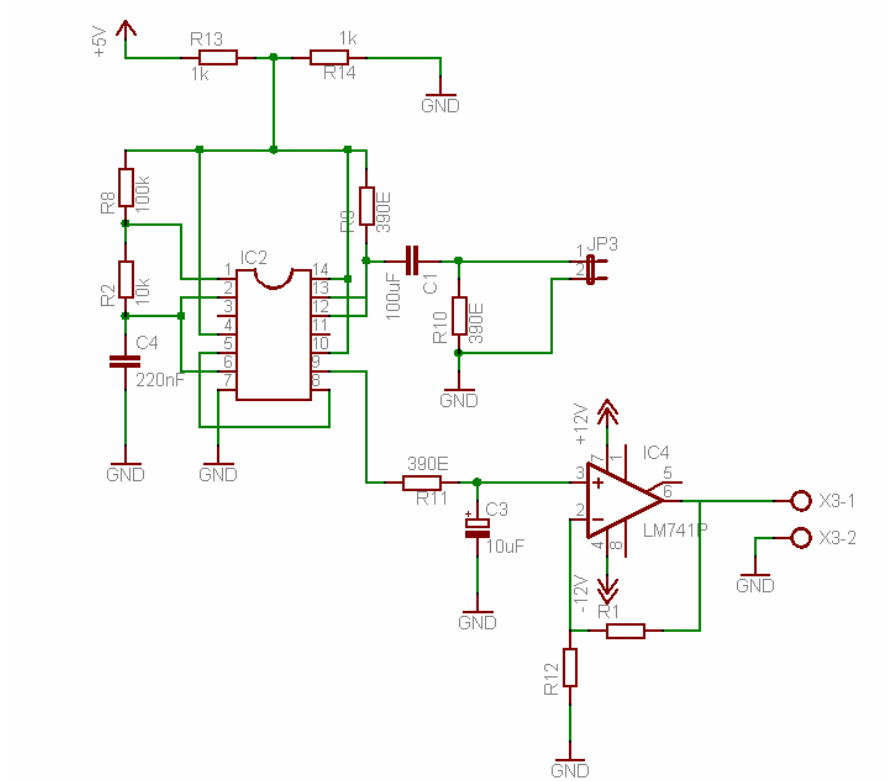


Slika 18: Časovnik NE555

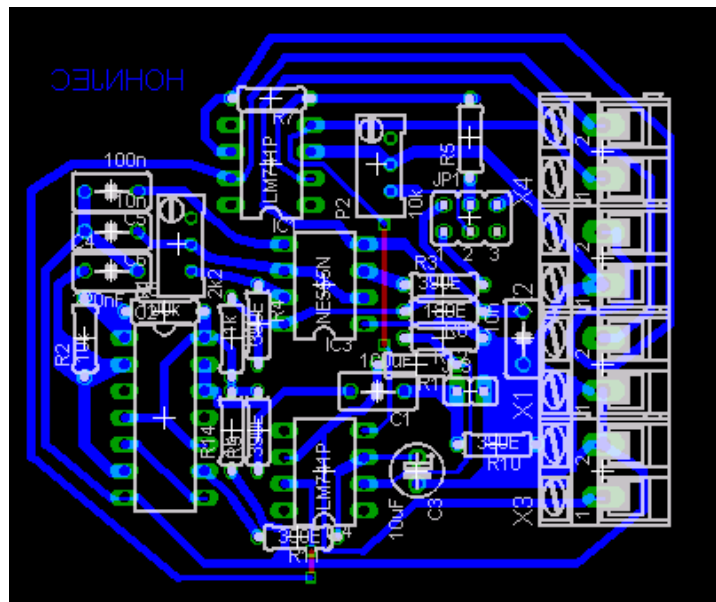
### 4.4 Pretvornika za vlago

Potreboval sem tudi natančen pretvornik, ki bi mi pretvoril relativno vlago v krmilnku razpoznavno veličino (napetost). Dva najpomembnejša člena ob tipalu sta operacijski ojačevalnik in časovnik ICM7555. ICM7555 CMOS RC časovnik, ki omogoča generiranje pravokotnih impulzov poljubne frekvence do 1MHz. Elemente v vezju sem nastavljal tako, da je merilno območje med 5 in 90% relativne vlažnosti. Njegova odzivna hitrost pa je pri 90% približno 60s. Prav tako ima vezje dobro linearnost, ki je +-1%. Ker pa je njegov izhodni signal premajhen za uporabo v krmilniku, sem ga moral še ustrezno ojačati. To sem storil z operacijski ojačevalnikom, ki sem ga moral nastaviti ustrezno ojačanje, za to poskrbita upora R1 in R12, ki jiu je potrebno določiti glede na ojačanje.





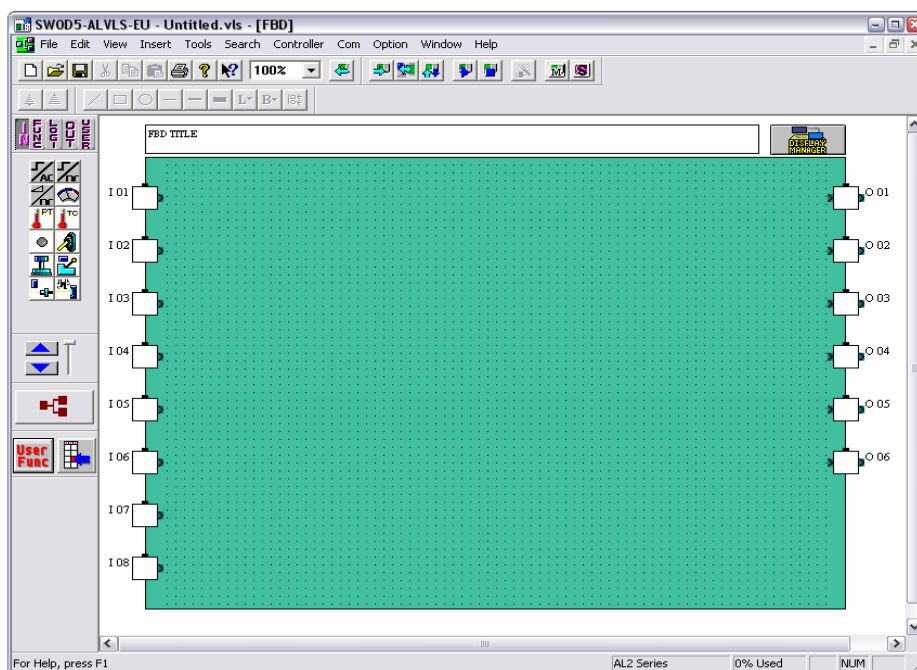
Slika 19: Shema pretvornika za vlago



Slika 20: Vezje IR sprejemnika in oddajnika ter pretvornika za senzor vlage

## 4.5 Izgled programa za krmilnik Alpha

Programski paket AL-PCS/WIN-E je orodje za programiranje krmilnikov ALPHA v obliki funkcijskih blokov, ki uporabniku ponuja prijazno programersko okolje. Vizualna narava programa pomaga uporabniku razumeti relacijo med vsemi deli programa ALPHA. Funkcijski bloki, ki so srce krmilnikov obdelujejo informacije z vhoda ter informacije iz posameznih blokov.



Slika 21: Program za programiranje Alphe

Program pišemo v oknu FBD oziroma v diagramu funkcijskih blokov. Predstavljeni bloki so v mojem programu uporabljeni najpogosteje.

**UP/DOWN COUNTER** - enako kot navadni števec, le da šteje v obe smeri tj. gor/dol



- števec za štetje gor, števec za štetje dol, z digitalnim vhodom
- vhod "reset" (izhod postavimo na 0)
- izhod postane aktiven pri presegu izbrane vrednosti
- nastavitev vrednosti štetja z analognim vhodom
- "reset" na nastavljeno vrednost

**COMPARE** primerja dva vhoda v funkcijo



- primerjava 2 analognih vrednosti
- primerjave analogne vrednosti s konstanto
- tipi primerjav: =, <>, >, >=, <, <=

**Funkcija DISPLAY** - nadzorujemo zaslon krmilnika - izpisujemo vrednosti analognih signalov, tekst in datum

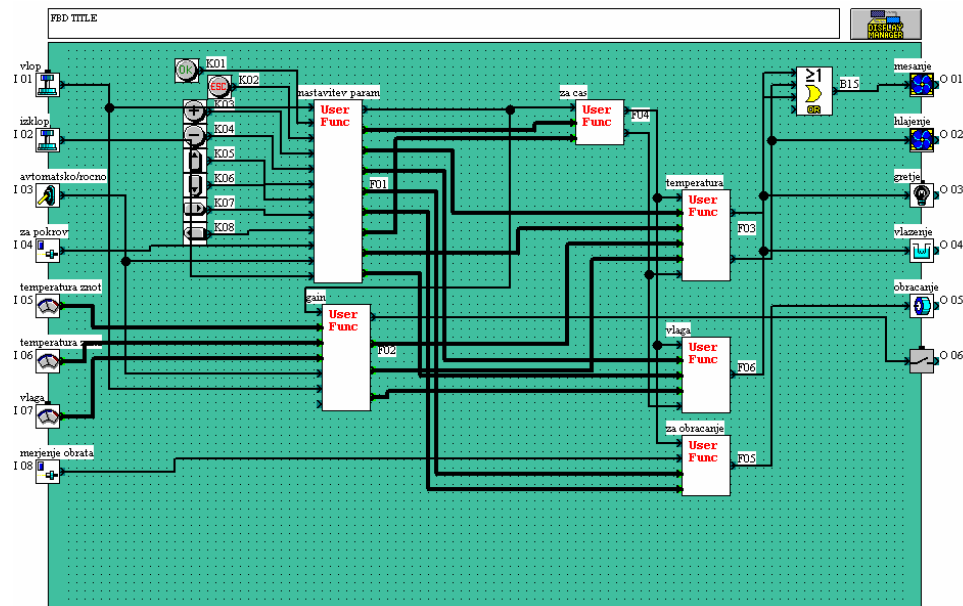


- LCD-zaslon: 4 vrstice x 10 znakov
- vsebina zaslona je programljiva in sicer s tekstom, z časovniki, števci, generatorji pravokotnih signalov,...

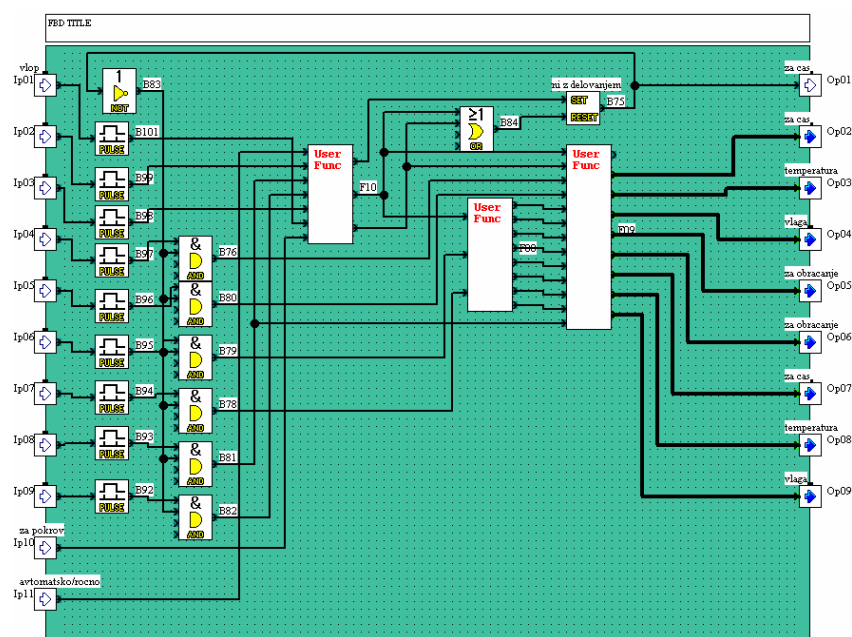
**Funkcija SCHMITT TRIGGER**



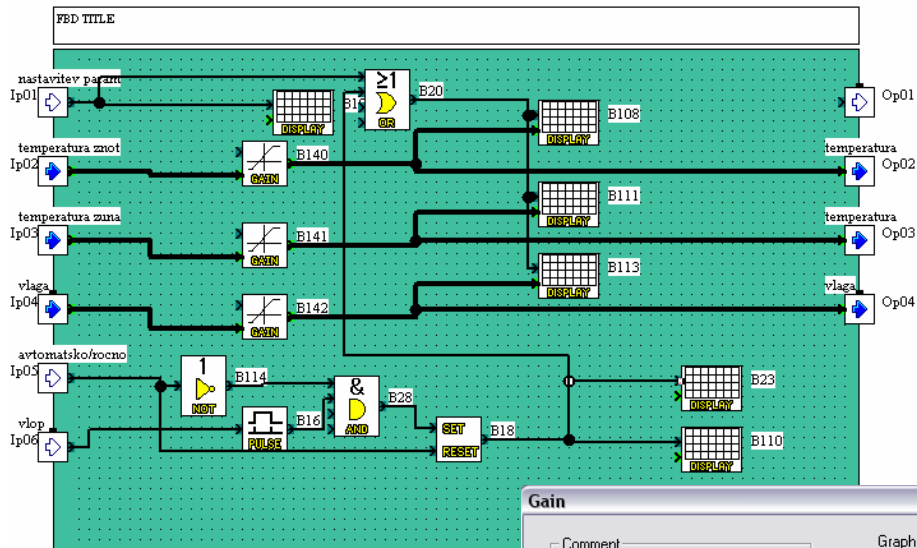
- Histereza določa spodnji prag, kjer se spremeni stanje pri padanju vhodnega signala, ter zgornji prag kjer se spremeni pri naraščanju vhodnega signala



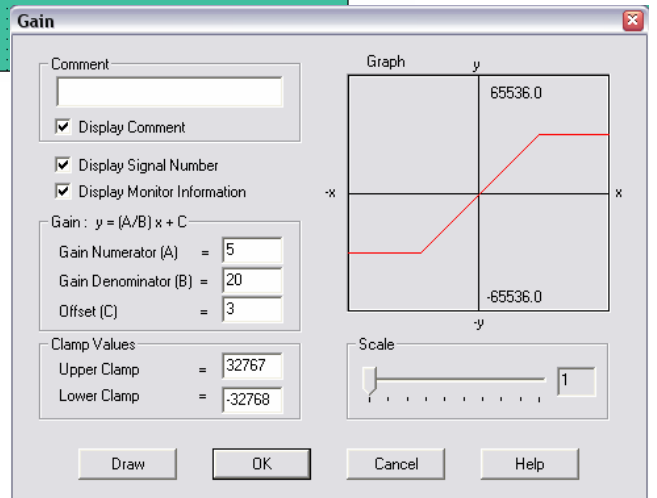
Slika 22: Glavni program z vhodno izhodnimi komponentami



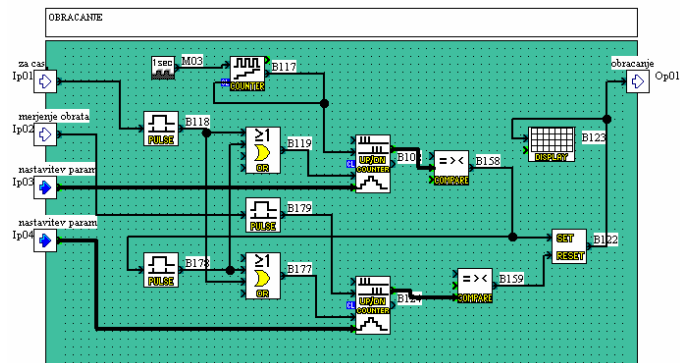
Slika 23: Podprogram za nastavljanje zelenih vrednosti



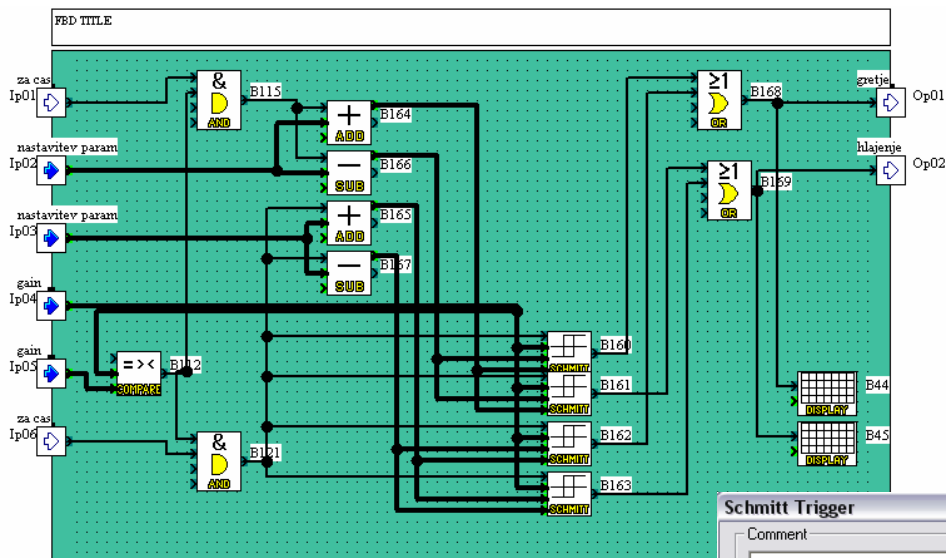
Slika 24: Program za nastavitve potrebne napetosti, ki je prikazana v delcih



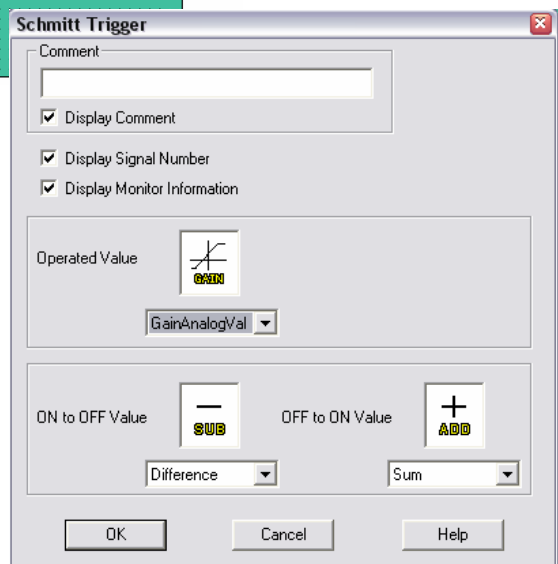
Slika 25: Nastavitve funkcije Gain



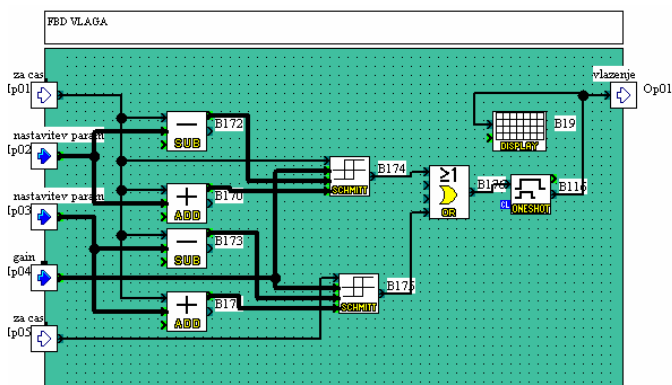
Slika 26: Program za obračanje valčkov



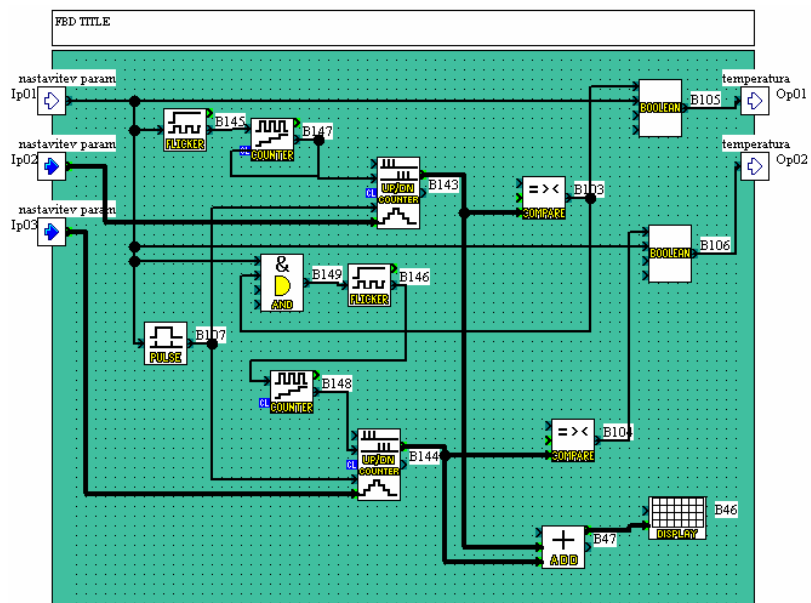
Slika 27: Program za vključevanje gretja in hlajenja



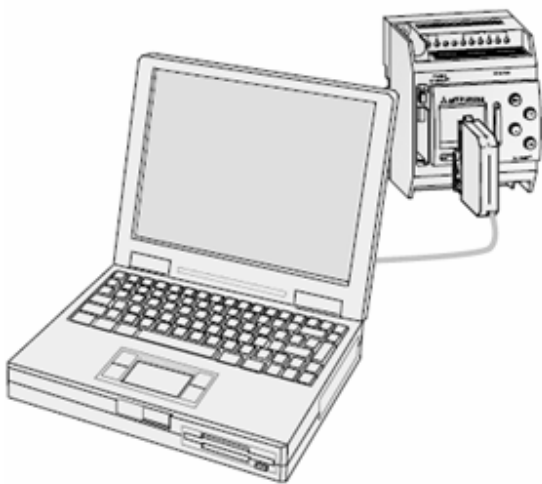
Slika 28: Nastavitev funkcije Schmitt trigger



Slika 29: Program s histerezo vključevanja vlaženja



Slika 30: Program za odštevanja časa do konca procesa



Slika 31: Povezava krmilnika in računalnika

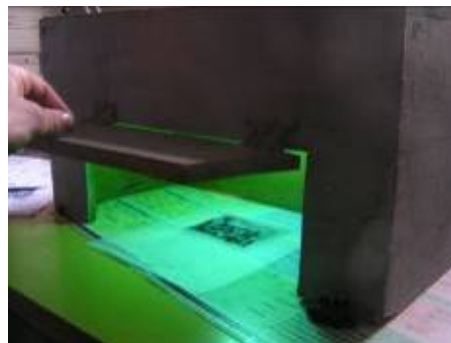


Slika 32: Vhodi in izhodi Alphe XL

## 4.6 Slike o izdelavi makete



Slika 32: Izdelovanje filma



Slika 33: Osvetljevanje ploščice



Slika 34: Spajkanje



Slika35: Napajalnik



Slika 36: Pretvorniki



Slika 36: Ohišje makete



## ***4.7 Razprava***

Najprej sem naredil dober usmernik, ki mi zagotavlja dovolj velik nabor napetosti, ki so potreben za napajanje vseh komponent. Nato sem s pomočjo operacijskega ojačevalnika in dokaj linearnega temperaturnega upora izdelal senzor, ki sem ga priklopil na krmilnik in mi je zagotavljal, da lahko izhod krmilim na  $0,2^{\circ}\text{C}$  natančno. Prostor segrevam s pomočjo žarnice, katere delovanje je odvisno od nastavljene histereze. Prav tako je bilo potrebno izdelati senzor vlage s pomočjo katerega vzdržujem želeno vrednosti relativne vlažnosti v valilniku. Prostor vlažim s pomočjo vodne črpalke, s katero ob sklenitvi pogoja razpršim vodo v valilniku. Da bi imel možnost nastavljanja kota zasuka valčkov, katere poganja DC motor, sam izdelku dodal tudi merilnik obrata na osnovi IR svetlobe.

Program se m zasnoval tako, da uporabnika najprej vodi skozi vse nastavitve parametrov, ki so potrebni za avtomatsko delovanje. Ob pritisku na tipko OK se začne izvajanje, ki je odvisno od nastavljenih parametrov, ter vhodno izhodnih pogojev. Izvaja se do preteka nastavljenega časa.

## 5 ZAKLJUČEK

Cilj, ki sem si ga zastavil na začetku sem v celoti realiziral. Med izdelavo in preizkušanjem delovanja sem prišel še do novih idej, kako delovanje izboljšati predvsem programsko, tako da bi bil bolj prijazen uporabniku. Žal pa vseh idej nisem mogel realizirati zaradi pomanjkljivosti krmilnika. Ena glavnih je bila ta, da ni možnosti razširitve spominskega dela in si pri programiranju omejen na 200 blokov. Prav tako pa sem opazil nekaj pomanjkljivosti pri naboru ukazov, ki sem jih zasledil pri programiranju. Ena največjih je bila ta, da nabor ukazov ne vsebuje nobenega funkcijskega bloka, s katerim bi bilo mogoče shraniti določene rezultate, ki bi se ohranili tudi ob izpadu napetosti. Čeprav je Alfa namenjena bolj hobi uporabi, se mi zdi, da bi te dodatne elemente morala vsebovati.

## 6 VIRI IN LITERATURA

- LORENCON, R. (1996). Elektronski elementi in vezja. Ljubljana: MAYA STUDIO d.o.o.
- Datasheeti [Online]. [Citirano 2. marec 2008; 15:10]  
Dostopno na spletnem naslovu:  
<http://www.datasheetcatalog.com/>
- Edus [Online]. [Citirano 3. marec 2008; 16:18]  
Dostopno na spletnem naslovu:  
[http://www.s-sc.ce.edus.si/elektro\\_kemija/Grilc/literatura.htm](http://www.s-sc.ce.edus.si/elektro_kemija/Grilc/literatura.htm)
- ŽIDAN, A. in B, MILOBAR. (1986) Spojevi s tranzistorima. Druga knjiga. Travnj: Birografika- Subotica
- ŽIDAN, A. in B, MILOBAR. (1988) Spojevi s integriranim sklopovima. Kolovoz: Birografika- Subotica

## **7 ZAHVALA**

Za pomoč pri iskanju idej za raziskovalni nalogo se zahvaljujem svojemu mentorju prof. Andreju Grilcu. Hkrati pa se zahvaljujem tudi prof. Tanji Jelenko, ki mi je slovnično pregledala nalogo.