

# ELEKTRONIČKO UPRAVLJANJE PNEUMATSKIM OVJESOM AUTOMOBILA

---

Sučec, Ivan

Undergraduate thesis / Završni rad

2021

Degree Grantor / Ustanova koja je dodijelila akademski / stručni stupanj: **Karlovac  
University of Applied Sciences / Veleučilište u Karlovcu**

Permanent link / Trajna poveznica: <https://um.nsk.hr/um:nbn:hr:128:966284>

Rights / Prava: [In copyright](#) / [Zaštićeno autorskim pravom.](#)

Download date / Datum preuzimanja: **2025-02-23**



**VELEUČILIŠTE U KARLOVCU**  
Karlovac University of Applied Sciences

Repository / Repozitorij:

[Repository of Karlovac University of Applied  
Sciences - Institutional Repository](#)



zir.nsk.hr



DIGITALNI AKADEMSKI ARHIVI I REPOZITORIJ

VELEUČILIŠTE U KARLOVCU  
STROJARSKI ODJEL  
STRUČNI STUDIJ MEHATRONIKE

IVAN SUČEC

**ELEKTRONIČKO  
UPRAVLJANJE PNEUMATSKIM  
OVJESOM AUTOMOBILA**

ZAVRŠNI RAD

KARLOVAC, 2021. godina.

VELEUČILIŠTE U KARLOVCU  
STROJARSKI ODJEL  
STRUČNI STUDIJ MEHATRONIKE

IVAN SUČEC

**ELEKTRONIČKO  
UPRAVLJANJE PNEUMATSKIM  
OVJESOM AUTOMOBILA**

ZAVRŠNI RAD

Mentor:  
Filip Žugčić mag.ing.el.

KARLOVAC, 2021. godina.



**VELEUČILIŠTE U KARLOVCU**  
**KARLOVAC UNIVERSITY OF APPLIED**  
**SCIENCE**

Trg J.J.Strossmayera 9  
HR-47000, Karlovac, Croatia  
Tel. +385 - (0)47 - 843 - 510  
Fax. +385 - (0)47 - 843 - 579



## VELEUČILIŠTE U KARLOVCU

Stručni / specijalistički  
studij:.....  
(označiti)

Usmjerenje ..... Karlovac,  
.....

## ZADATAK ZAVRŠNOG RADA

Student:.....  
Matični broj:.....

Naslov:

.....Elektroničko upravljanje pneumatskim ovjesom automobila .....

Opis zadatka: Tema ovog završnog rada je izrada upravljačke pločice pneumatskog ovjesa. Ovim radom ću objasniti način izrade i funkcioniranje upravljačke pločice, njegovu svrhu, objasniti upravljanje pneumatskim ovjesom, te opisati korištene alate i strojeve.

Koristiti se stručnom literaturom, radnim materijalima, Zakonima i Pravilnicima, ostalom stručnom literaturom i konzultirati se s mentorom. Završni rad izraditi sukladno Pravilniku VUKA.

Zadatak zadan:

Rok predaje rada:  
obrane:

Predviđeni datum

.....

.....

.....

Mentor:

Predsjednik Ispitnog povjerenstva:

## **IZJAVA**

Izjavljujem da sam svoj rad izradio samostalno pomoću stečenog znanja tijekom studija, stručne literature i interneta, te naravno uz pomoć mentora Filipa Žugčića.

## **ZAHVALA**

Zahvaljujem svome mentoru, Filipu Žugčiću na pristupačnosti, razumijevanju, strpljenju te raznim korisnim savjetima za vrijeme izrade ovog rada. Zahvaljujem također kolegi Dejanu Pošti na pomoći, savjetima, te razmjeni iskustava koja su mi bila od velikog značaja

Karlovac, 2021.

Ivan Sućec

---

## **SAŽETAK**

Tema završnog rada je izrada elektroničke pločice za upravljanje pneumatskim ovjesom automobila. Ovim radom ću objasniti način izrade i funkcioniranje pločice, njegovu svrhu, objasniti upravljanje pneumatskog ovjesa, te opisati korištene alate i strojeve. Za rad je korišten program Altium Designer za crtanje sheme, CNC stroj za obradu pločice, te pick and place stroj za povezivanje elemenata sa samom tiskanom pločicom. Cilj projekta je steći praktično iskustvo pomoću teoretskog znanja usvojenog tijekom obrazovanja, te ostalih navedenih izvora.

Ključne riječi: pneumatski ovjes, PCB pločica, upravljanje pneumatskim ovjesom

## **SUMMARY**

The topic of the final work is the production of an electronic plate for controlling the car's air suspension. In this paper, I will explain the method of making and functioning of the plate, its purpose, explain the management of the air suspension, and describe the tools and machines used. The Altium Designer program for drawing the scheme, a CNC machine for processing the PCB, and a pick and place machine for connecting the elements with the printed circuit board itself were used for the work. The aim of the project is to gain practical experience through theoretical knowledge acquired during education, and other listed sources.

Keywords: air suspension, PCB board, air suspension control

## SADRŽAJ

1. UVOD.....	3
2. PROJEKTNI AUTOMOBIL .....	4
3. IZRADA PNEUMATSKOG OVJESA .....	5
3.1 ELEKTRO/PNEUMATSKI UPRAVLJANI VENTILI .....	6
3.2 GUMENE ZRAČNE OPRUGE.....	7
3.3 TLAČNI PRETVARAČ .....	8
.....	9
4. SMD TEHNOLOGIJA .....	10
4.1 SMD KOMPONENTE.....	11
5. NAČIN FUNKCIONIRANJA UPRAVLJAČKE PLOČICE.....	12
5.1 KOMPONENTE I SHEMA .....	12
.....	12
5.2 NAČIN RADA .....	14
6. TISKANE VEZE .....	15
6.1 RAD U PROGRAMU „ALTIUM DESIGNER“ .....	15
6.1.1 KREIRANJE ELEKTRONIČKE SHEME.....	16
6.1.2. POZICIONIRANJE I POVEZIVANJE KOMPONENTI NA PCB PLOČICU .....	17
6.1.3 „IZVOZ“ DATOTEKA TISKANE ELEKTRONIČKE PLOČICE .....	18
7. LEMLJENJE SMD KOMPONENTI .....	19
7.1 PREGLED TISKANE PLOČICE .....	20
7.2 PRIPREMA PLOČICE ZA LEMLJENJE .....	21
7.4 KORIŠTENJE LPKF PROTOPLACE S UREĐAJA .....	22
7.4.1. PROCES LEMLJENJA.....	23
8. NAPAJANJE.....	24
8.1 LINEARNI REGULATOR .....	24
ZAKLJUČAK .....	25
LITERATURA.....	26

## POPIS SLIKA

Slika 1: Izgled upravljačke pločice u programu „Altium Designer“

Slika 2: Specifikacije automobila po katalogu

Slika 3: Dijelovi pneumatskog ovjesa

Slika 4: Elektro-magnetski ventil

Slika 5: Zračna opruga

Slika 6: Senzor tlaka

Slika 7: Smd komponente

Slika 2: SMD komponente

Slika 9: Radna shema i komponente

Slika 10: Shema upravljačkog sklopa

Slika 11: Dovršen izgled tiskane pločice

Slika 12: Kreiranje elektroničke sheme

Slika 13: Pozicioniranje komponenata

Slika 14: Kreiranje "Gerber file-a"

Slika 15: Lemljenje komponenti

Slika 16: Provjeravanje lemnih mjesta na Tagarno uređaju

Slika 17: Čišćenje pcb pločice

Slika 18: Protoplance lemna stanica

Slika 19: Faza lemljenja

Slika 20: Princip rada linearnog regulatora

## POPIS TABLICA

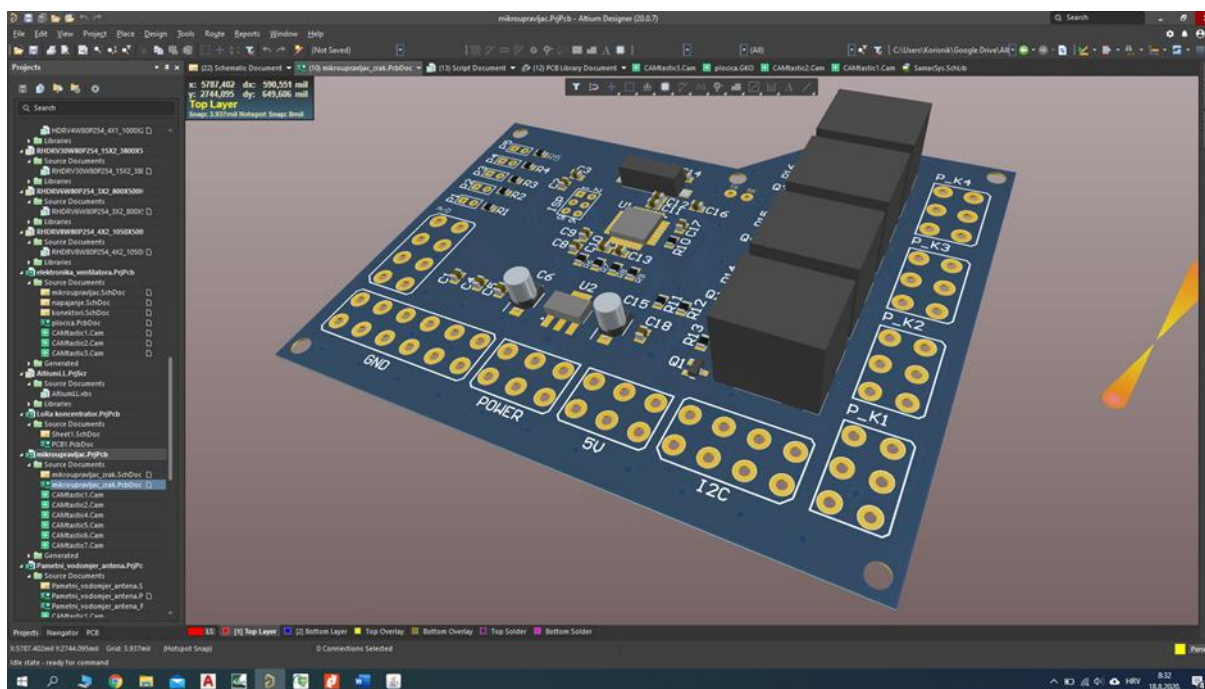
Tablica 1: Popis komponenata



## 1. UVOD

Zadatak završnog rada bio je napraviti upravljačku pločicu za kontroliranje visine automobila i upravljanje pneumatskog ovjesa.

Razvoj pneumatskog ovjesa imalo je veliko značenje u razvoju i popularizaciji automobilske industrije, izvanredno veliku udobnost u vožnji nudi zračni ovjes, koji umjesto konvencionalnih čeličnih opruga raspolaže zračne gumene opruge napunjenim komprimiranim zrakom, upravljačka pločica omogućava namještanje visine karoserije preko količine zraka u jastucima.



Slika 3: Izgled upravljačke pločice u programu „Altium Designer“

Izvor: Autor

## 2. PROJEKTNI AUTOMOBIL



### 1990 Honda Civic 1.6i-16 DOHC (man. 5) specs

- **Honda Civic 1.6i-16 DOHC (man. 5)** , manufactured or sold in 1990, version for Europe
- manufactured by Honda in Japan
- 3-door hatchback body type
- FWD (front-wheel drive), manual 5-speed gearbox
- gasoline (petrol) engine with displacement: 1590 cm<sup>3</sup> / 96.8 cui, advertised power: 96 kW / 129 hp / 131 PS ( DIN ), torque: 143 Nm / 105 lb-ft, more data: [1990 Honda Civic 1.6i-16 DOHC \(man. 5\) Horsepower/Torque Curve](#)
- characteristic dimensions: outside length: 3995 mm / 157.3 in, width: 1680 mm / 66.1 in, wheelbase: 2500 mm / 98.4 in
- reference weights: base curb weight: 915 kg / 2017 lbs
- **how fast is this car ?** top speed: 200 km/h (124 mph) (declared by factory);
- accelerations: 0- 60 mph 7.5© s; 0- 100 km/h 8.2© s (simulation ©automobile-catalog.com); 1/4 mile drag time (402 m) 16© s (simulation ©automobile-catalog.com) [1990 Honda Civic 1.6i-16 DOHC \(man. 5\) Detailed Performance Review](#)
- fuel consumption and mileage: 7.1 l/100km / 39.6 mpg (imp.) / 33.1 mpg (U.S.) / 14 km/l ECE-cycle; average estimated by a-c©: 9.7 l/100km / 29 mpg (imp.) / 24.2 mpg (U.S.) / 10.3 km/l, more data: [1990 Honda Civic 1.6i-16 DOHC \(man. 5\)](#)

Slika 2: Specifikacije automobila po katalogu

Izvor:www.automobile-catalog.com

### 3. IZRADA PNEUMATSKOG OVJESA

Osnovne komponente pneumatskog ovjesa su: zračne gumene opruge, ventili, kompresor, spremnik sa stlačenim zrakom, tlačna sklopka, silikonske cijevi i „push and pull“ konektori koji spajaju pojedine komponente. Elektromagnetski ventili su upravljani naponom od 12 V. Kompresor služi za punjenje spremnika sa stlačenim zrakom. Na spremnik je pričvršćena i tlačna sklopka, koja je zadužena za uključivanje i isključivanje kompresora. Fiksni prag uključjenja podešen je ispod 7.5 bara, a prag isključenja na 10.2 bara. Sustav za upravljanje aktivnim ovjesom razvijen u okviru ovog završnog rada omogućava preciznu kontrolu nad podešavanjem karakteristika zračnih opruga, odnosno visine vozila.



Slika 3: Dijelovi pneumatskog ovjesa

Izvor: airlift-performance.com

### 3.1. Elektro/pneumatski upravljani ventili

Ključan dio sustava koji omogućava dovod i odvod zraka u zračne opruge su elektromagnetski ventili. Korišteni su jednosmjerni normalno zatvoreni ventili koji se otvaraju dovođenjem napona na upravljačku zavojnicu. Izabrani ventili podržavaju tekućine i plinove, a ovdje ih koristimo za zrak. Napon upravljanja elektromagnetskog ventila iznosi 12V, a snaga 8.5 W. Radni pritisak im je između 0 i 11.5 bara.

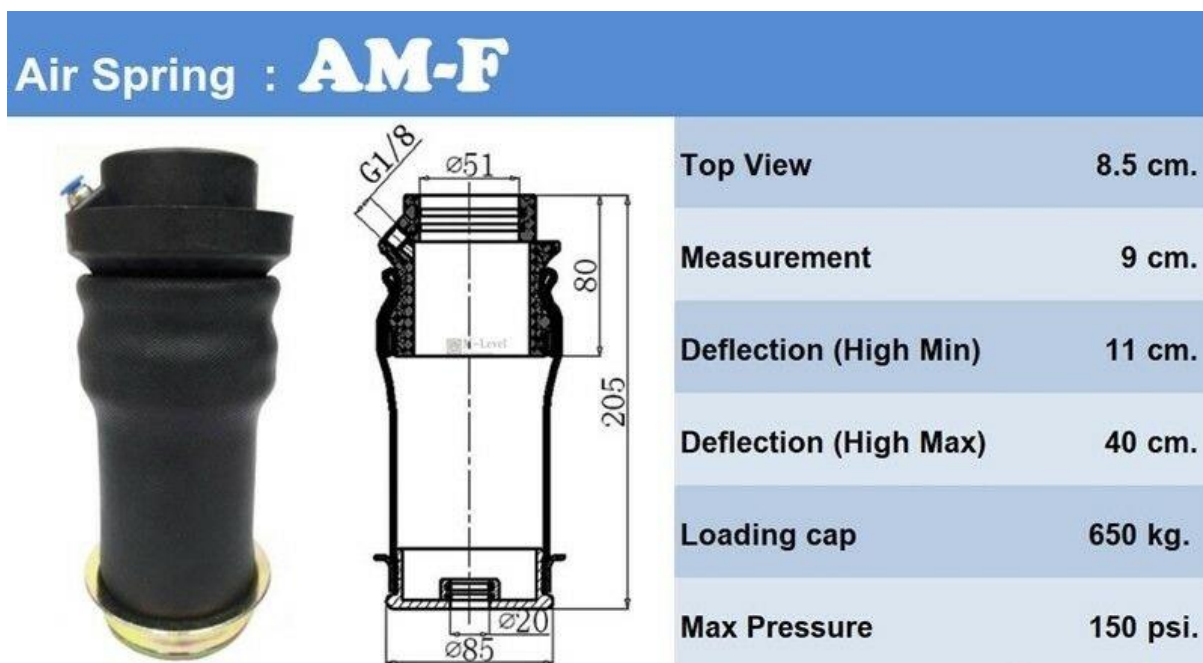


Slika 4: Elektro-magnetski ventil

Izvor:<https://www.ebay.com/itm/12V-1-4-2-Way-Normally-Closed-Pneumatic-Aluminum-Electric-Solenoid-Air-Valve/>

### 3.2. Gumene zračne opruge

Gumene zračne opruge ugrađuju se umjesto konvencionalnih čeličnih opruga. To su ustvari gumeni mjehovi koji mijenjaju svoj oblik ovisno o količini i tlaku zraka koji se nalazi u njima. Što je veći tlak u opruzi, karoserija je više podignuta od kotača, te je sam auto povišen u odnosu na cestovnu podlogu. Kad ispuhujemo zrak iz opruge, karoserija se spušta prema cestovnoj podlozi. Niža razina vožnje omogućuje nam bolje vozne karakteristike.



Slika 5: Zračna opruga

Izvor: [https://www.ebay.com/sch/i.html?\\_nkw=universal+air+spring&\\_sop=12](https://www.ebay.com/sch/i.html?_nkw=universal+air+spring&_sop=12)

### 3.3. Senzor tlaka

Senzor tlaka koristi se kako bi izmjerenu fizikalnu veličinu (vrijednost tlaka u zračnoj opruzi) dovedenu na ulaz pretvorili u električnu veličinu pogodnu za obradu u upravljačkom sklopu. Izabran je senzor tlaka koji na ulazu dobiva tlak između 0 i 10.34 bara, a na izlazu daje napon linearno ovisan o ulaznom tlaku, između 0.5V i 4.5 V. Odstupanje izmjerene vrijednosti od stvarne vrijednosti tlaka deklarirano je između +/- 0.3%. Uzorkovanje ulaznog signala riješeno je na sljedeći način: arduino na svojim analognim ulazima prima napon između 0 i 5 V, te ga pretvara u cijeli 10-bitni broj. To znači da se ulazne vrijednosti preslikavaju u brojeve između 0 i 1023 (2<sup>10</sup> = 1024). Iz specifikacije tlačnog pretvarača znamo da je napon na izlazu za 0 bara dovedenih na ulaz 0.5 V. Prvo je potrebno tu vrijednost preslikati u 10-bitnu digitalnu vrijednost. Najmanji uzorak na izlazu A/D pretvarača jednak je:

$$5 \text{ V} / 1024 \text{ uzoraka} = 4.88 * 10^{-3} \text{ V/uzorak (1)}$$

Ako sada podijelimo 0.5 V s gore dobivenom vrijednosti, dobivamo:

$$0.5 \text{ V} / 4.88 * 10^{-3} \text{ V/uzorak} = 102.46 \text{ uzorak (2)}$$

Znamo da su nam vrijednosti uzoraka isključivo cijeli brojevi između 0 i 1023 pa gore dobivenu vrijednost zaokružujemo na najbliži cijeli broj. Dakle, 0.5 V na ulazu A/D pretvarača uzorkujemo s vrijednosti 102. Slično, za maksimalnu vrijednost na izlazu tlačnog pretvarača imamo:

$$4.5 \text{ V} / 4.88 \cdot 10^{-3} \text{ V/uzorak} = 922.13 \text{ uzoraka (3)}$$

Zaokruženo na najbliži cijeli broj, 4.5 V uzorkujemo s 922 uzorka. Naš uzorkovani napon kreće se dakle između 102 i 922 uzorka. Skala je veličine  $922 - 102 = 820$ . Znači, formula za izračunavanje vrijednosti tlaka na temelju uzorkovanog napona je:

$$p = (i - 102) / 820 * 10.34 \text{ [bar]} \text{ (4)}$$

Gdje je  $i$  uzorkovana vrijednost napona.



Slika 6: Senzor tlaka

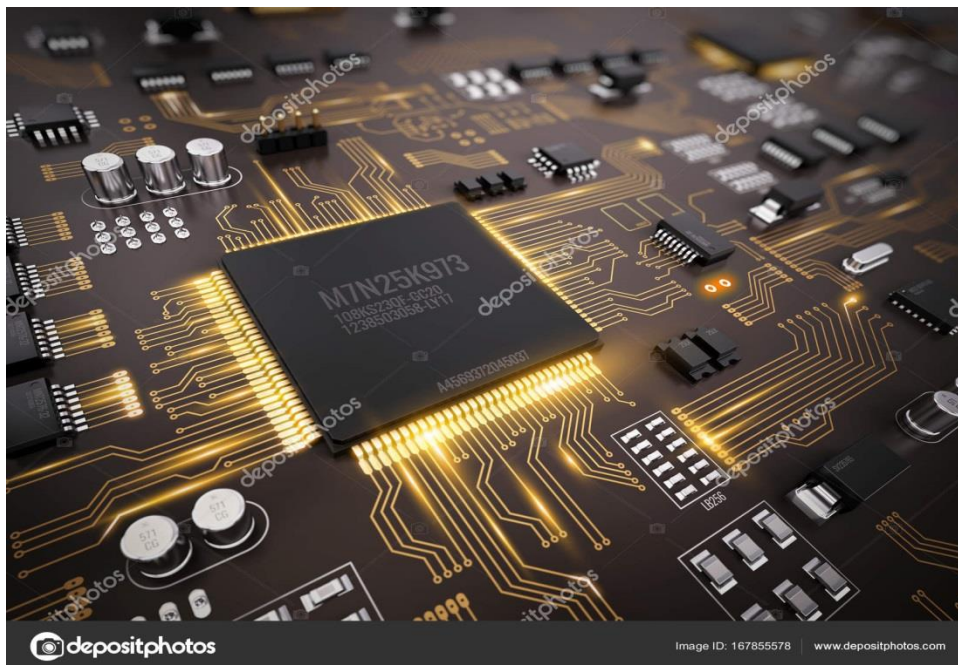
Izvor: [https://www.ebay.com/sch/i.html?\\_from=R40&\\_trksid=p2334524.m570.11313.com](https://www.ebay.com/sch/i.html?_from=R40&_trksid=p2334524.m570.11313.com)

## 4. SMD TEHNOLOGIJA

Ova je tehnologija poznata kao tehnologija površinskog postavljanja SMD komponenti. Gotovo sva današnja oprema koja se komercijalno proizvodi koristi tehnologiju površinskog postavljanja SMD-a, jer nudi značajne prednosti tijekom proizvodnje PCB-a, a s obzirom na veličinu, upotreba SMD komponenta omogućuje da se puno više elektronike „spakira“ u puno manji prostor. Osim veličine, tehnologija površinskog montiranja omogućuje upotrebu automatiziranog sastavljanja i lemljenja PCB-a, što donosi značajna poboljšanja u pouzdanosti, kao i ogromne uštede u troškovima. Elektroničke komponente se, s obzirom na princip montaže na tiskanu pločicu, mogu podijeliti u dvije osnovne skupine:

1. komponente sa žičanim izvodima (engl. through-hole components)
2. komponente za površinsku montažu (engl. surface-mount devices, SMD)

Tijekom 1970-ih i 1980-ih razina automatizacije počela je rasti za sklop PCB-a za pločice korištene u raznoj opremi. Korištenje tradicionalnih komponenta s vodovima nije se pokazalo lakim za montažu PCB-a. Otpornici i kondenzatori trebali su imati unaprijed oblikovane vodove tako da se uklapaju kroz rupe, pa čak i integrirani krugovi trebali su postaviti elektrode točno na određenu visinu kako bi ih se lako moglo provući kroz rupe.



Slika 7: Izgled gotove pločice

Izvor: <https://depositphotos.com/273645626/stock-photo-small-smd-components-black.html>.



#### 4.1. Smd komponente

Tehnologija površinskog montiranja (SMT) metoda je kojom se električne komponente montiraju izravno na površinu tiskane ploče (PCB). Električna komponenta montirana na ovaj način naziva se komponenta za površinsko montiranje (SMD). U industriji je ovaj pristup u velikoj mjeri zamijenio metodu izrade dijelova kroz tehnologiju „troughole“ komponenti, velikim dijelom jer SMT omogućuje povećanu automatizaciju proizvodnje što smanjuje troškove i poboljšava kvalitetu. Također omogućuje da više komponenata stane na određeno područje podloge. Obje se tehnologije mogu koristiti na istoj ploči, s tehnologijom „troughole“ komponenti koja se često koristi za komponente koje nisu prikladne za površinsku ugradnju, poput velikih transformatora.




Slika 4: SMD komponente

Izvor: Autor

## 5. NAČIN FUNKCIONIRANJA UPRAVLJAČKE PLOČICE

### 5.1. Komponente i shema

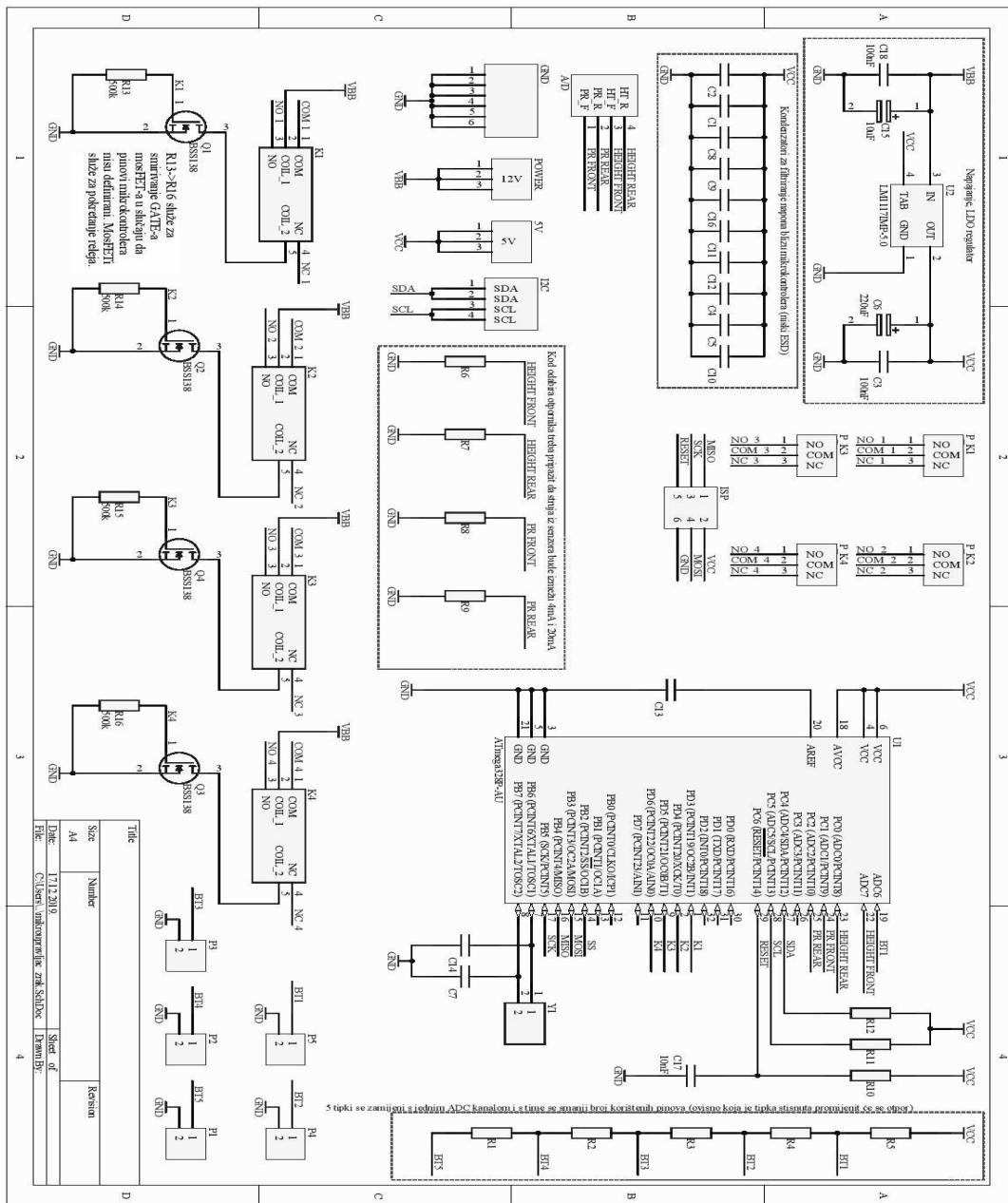
U tablici 1 prikazan je popis korištenih komponenata potrebnih za funkcioniranje upravljačkog sklopa pneumatskog ovjesa automobila.



SHIPPING BASKET  
This is not an invoice  
15-Jul-20 05:12:00

Mouser No	Mfr. No	Manufacturer	Description	Price (EUR)
1 556-ATMEGA328P-AU	ATMEGA328P-AU	Microchip	8-bit Microcontrollers - MCU 32KB In-system Flash 20MHz 1.8V-5.5V	1,81 €
2 817-FBR51ND10-W1	FBR51ND10-W1	Fujitsu	Automotive Relays AUTO	1,47 €
3 80-C0603C105K9P	C0603C105K9PACTU	KEMET	Multilayer Ceramic Capacitors MLCC - SMD/SMT 1uF 16.0V	0,034 €
4 512-BSS138	BSS138	ON Semiconductor	MOSFET SOT-23 N-CH LOGIC	0,234 €
5 71-RCG0603470KJNEA	RCG0603470KJNEA	Vishay	Thick Film Resistors - SMD .1watt 470kohms 5% 0603 200ppm	0,058 €
6 926-LM1117IMP5.0NOPE	LM1117IMP-5.0/NOPE	Texas Instruments	LDO Voltage Regulators 800MA LDO LINEAR REG	0,999 €
7 520-160-18-5PX-T	ECS-160-18-5PX-TR	ECS	Crystals 16MHz 18pF -10C +70C	0,243 €
8 667-EEE-1VA2R2NR	EEE-1VA2R2NR	Panasonic	Aluminium Electrolytic Capacitors - SMD 2.2UF 35V ELECT VS BI-PC	0,333 €
9 534-1267	1267	Keystone Electronic	Terminals TERMINAL .110X.020	0,095 €
10 571-928814-1	928814-1	TE Connectivity	Terminals GDS FLACHSTECK 6.3	0,152 €

Tablica 2: Popis komponenata

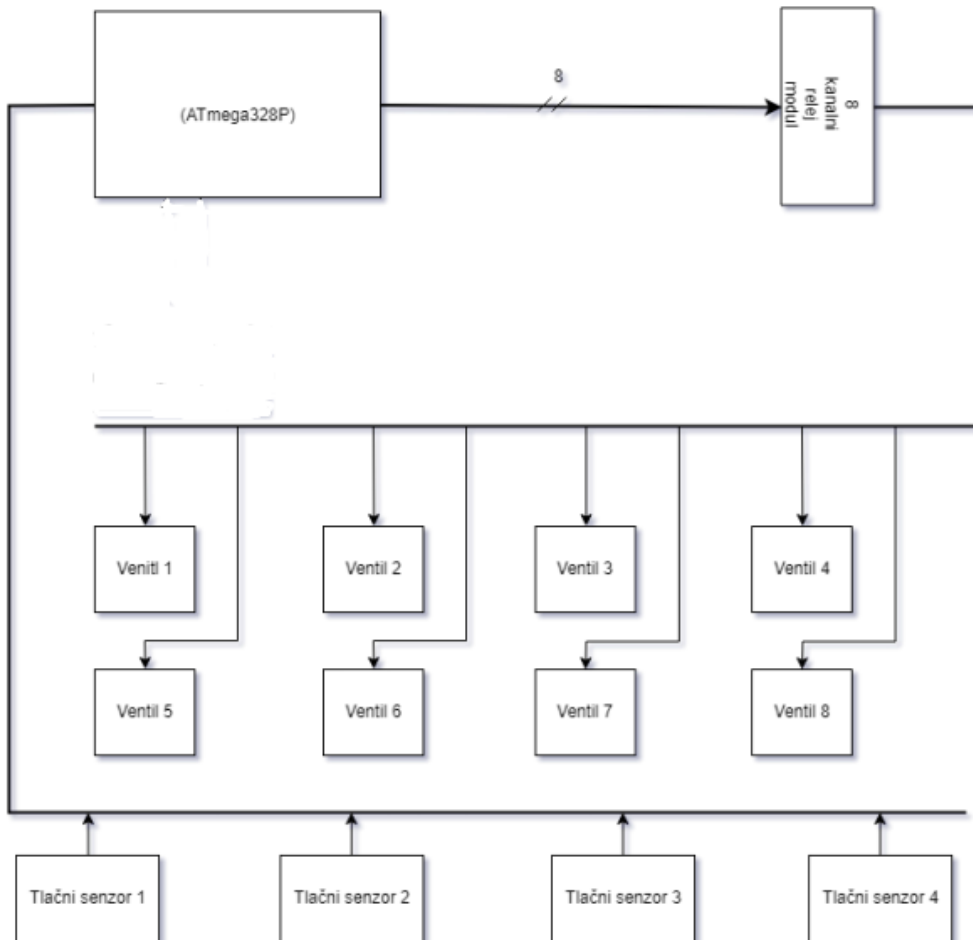


Slika 9: Radna shema i komponente

Izvor: Autor

## 5.2. Način rada upravljačkog sklopa

Upravljački dio sustava izveden je pomoću Atmega32 mikrokontrolera u okviru PCB pločice. Ventile za regulaciju tlaka u zračnim oprugama upravljamo pomoću 8 kanalnog relej modula. Napajanje svih komponentata osim ventila ostvareno je s DC-DC step down konverterima temeljenim na LM1117IMP-5.0 regulatoru. Tlak u zračnim oprugama mjeri se tlačnim pretvaračima koji na izlazu daju napon od 0.5 do 4.5 V, ovisno o tlaku na ulazu.



Slika 10: Shema upravljačkog sklopa

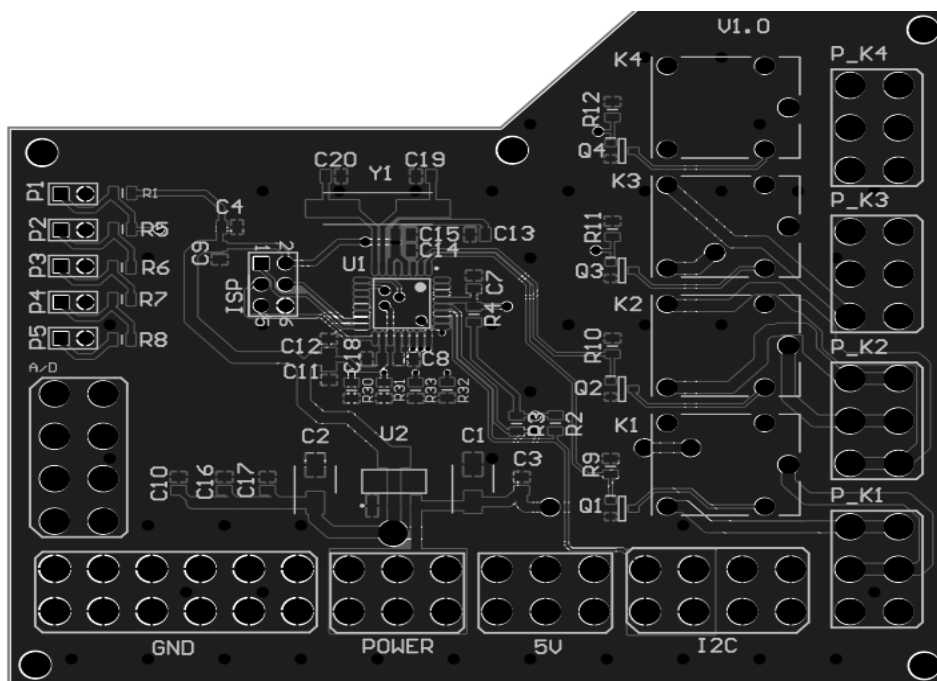
Izvor: Autor

## 6. TISKANE VEZE

Tiskane veze su glavni dio elektroničkog sklopa. Da bi taj elektronički sklop radio potrebne su lemne veze koje povezuju elektroničke elemente. Lemnu vezu mora se dizajnirati tako da se pazi na napon, snagu i struju pojedinog elektroničkog elementa. Također, bitno je pripaziti i na hlađenje elektroničkog sklopa ukoliko mikrokontroler (CPU) ima veliku disipaciju.

### 6.1 Rad u programu „Altium designer“

Program „Altium designer“ složeniji je za korištenje, zahtijeva izuzetno dobre PC konfiguracije i osnovna verzija za složenije projekte je dovoljna. U programu nalazimo mnoštvo komponenata (baza od nekoliko tisuća razvrstanih komponenata) koji su detaljno opisani po specifikacijama i veličinama ukoliko koristimo SMD komponente, pa nam je i sam rad u njemu olakšan zbog detaljno opisanih komponenti i lakoće pozicioniranja elemenata na tiskanu pločicu.

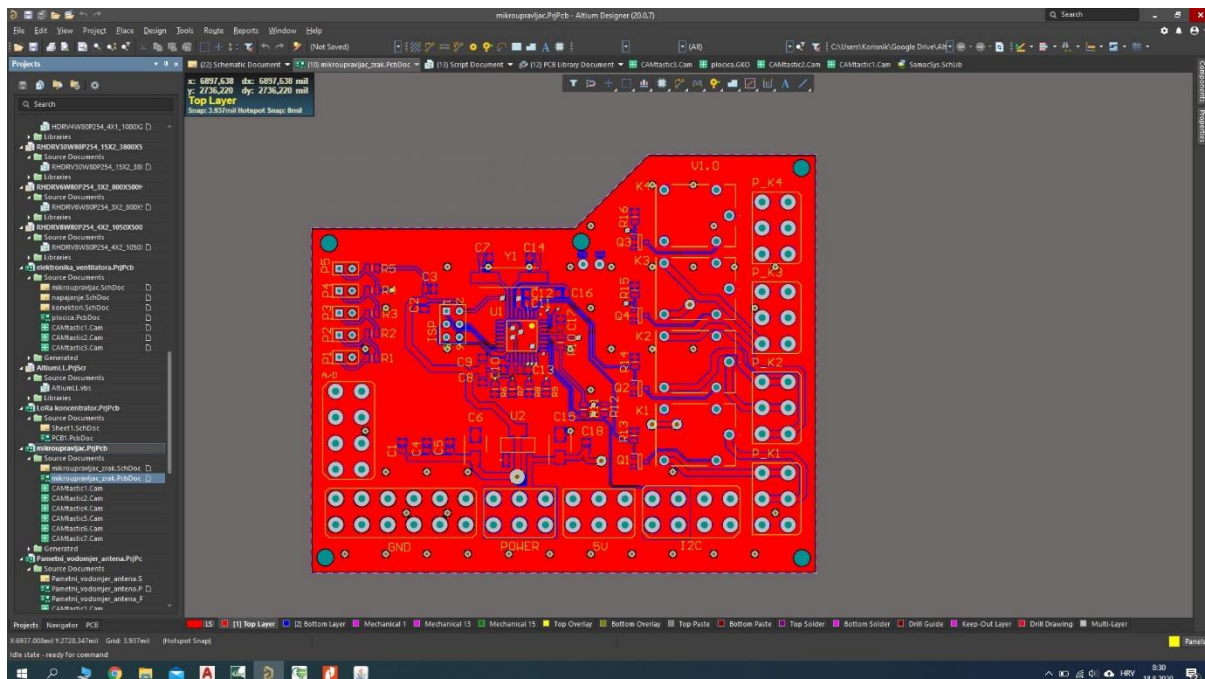


Slika 11: Dovršen izgled tiskane pločice

Izvor: Autor

### 6.1.1. Kreiranje elektroničke sheme

Za početak smo odabrali sve potrebne komponente (prikazane na stranici 11), te smo pomoću njih krenuli u izradu shematskog prikaza elektroničkog kruga. Da bismo tiskanu pločicu napravili točnom i ispravnom bitno je točno izraditi shematski prikaz. Na prazan list novootvorenog projekta povlače se komponente (funkcijom „Add Part“), a zatim se postavljenim komponentama, odnosno njihovim nožicama, dodijele imena. Program *Altium Designer* spaja nožice koje imaju isto ime u istu točku, ali se na programu taj spoj ne prikazuje. Alat „Draw Line“ koristi se za povezivanje nožica lemnim vezama. U bazi softwera postoji velik broj komponenata te je potrebno biti oprezan prilikom odabira pravih elemenata. Moramo paziti na promjer „padova“ i veličinu komponenata kako bismo ih mogli uredno rasporediti na pločici te nakon obrade zalemiti. Nakon temeljite provjere spojeva iz shematskog se prikaza rad treba izvesti u dio programa koji služi za stvaranje lemnih veza tiskane pcb pločice.

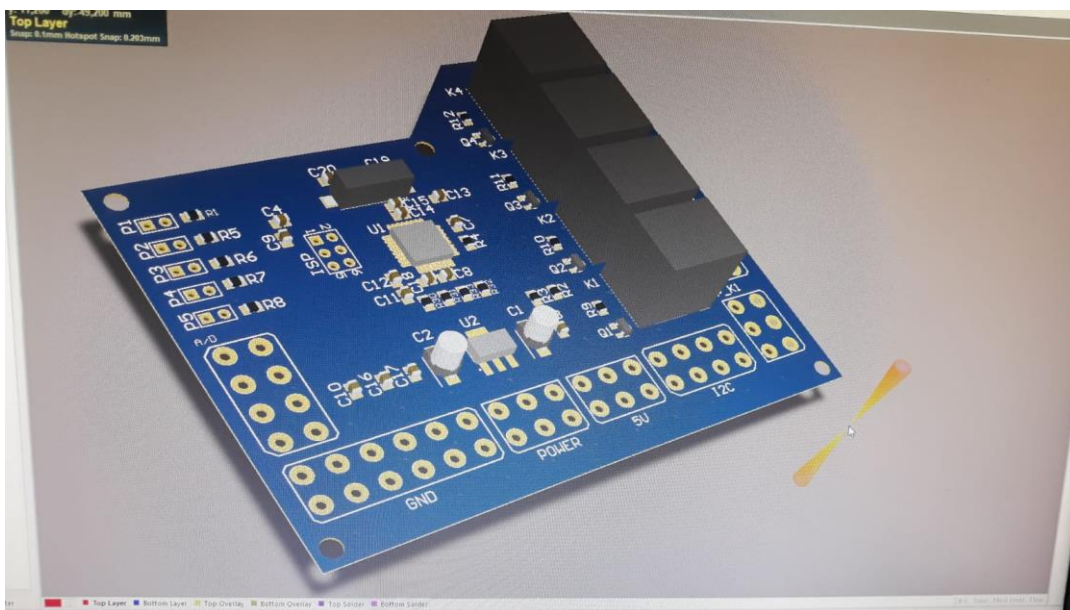


Slika 12: Kreiranje elektroničke sheme

Izvor: Autor

### 6.1.2. Pozicioniranje i povezivanje komponenti na pcb pločicu

Nakon što smo kreirali elektroničku shemu, krećemo sa pozicioniranjem komponenata. Potrebno je pažljivo razmjestiti sve komponente i odrediti veličinu pcb pločice. U programu Altium Designer lako određujemo mjerne veličine pcb pločice funkcijom „Board Size“. Nakon postavljenih mjera potrebno je smisleno razmjestiti komponente po pcb pločici bez velikih križanja lemnih veza kako bi mogli izbjeći što manje „via“ rupa za povezivanje slojeva između pcb pločice. Nakon postavljenih komponenti krećemo sa povezivanjem lemnih veza sa ostatkom „padova“. Nakon povezivanja lemnih veza potrebno je odrediti debljinu lemnih veza po potrebi komponenti koja to zahtjeva. Treba pripaziti da sve komponente pravilno okrenemo i postavimo na pcb pločicu zadano prema tehničkoj dokumentaciji. Nakon povezivanja komponenti ostaje nam samo pravilno označiti komponente po brojevima kako bi lakše mogli pozicionirati komponente tokom lemljenja.

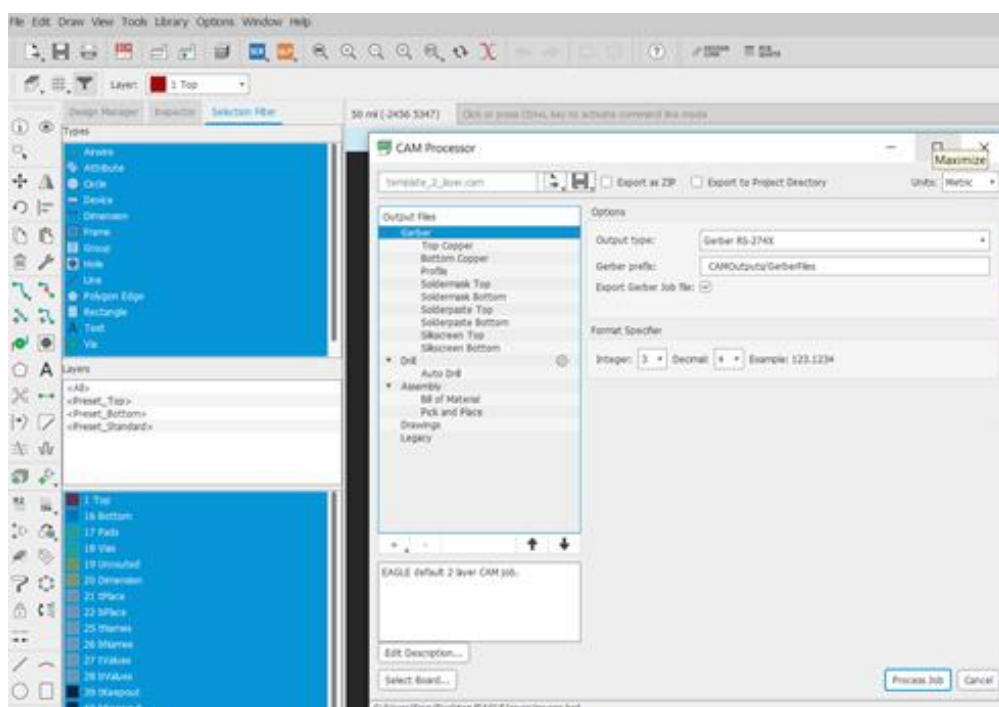


Slika 13: Pozicioniranje komponenata

Izvor: Autor

### 6.1.3 „Izvoz“ datoteka tiskane elektroničke pločice

Kada je dobiven željeni oblik tiskane pločice, treba odabrati slojeve za njezinu izradu i spremi ih u „Gerber file“ (oblik datoteke kojeg će prepoznati CNC stroj za obradu tiskanih pločica). To radimo pomoću alata „CAM processor“ u kojem samo odabiremo tip izlaznog podatka (Gerber) te zatim to potvrđujemo pritiskom na „Process Job“ funkciju.



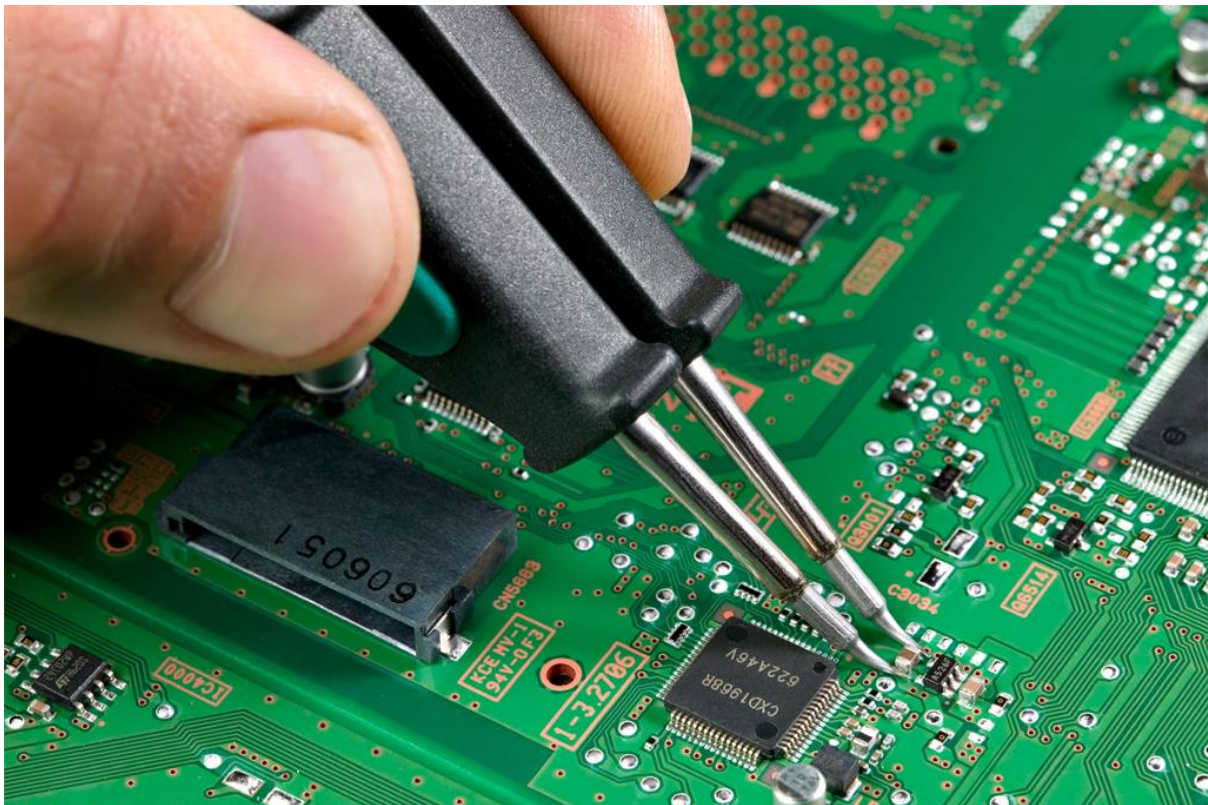
Slika 14: Kreiranje "Gerber file-a"

Izvor: Autor



## 7. LEMLJENJE SMD KOMONENTI

Kada smo pripremili tiskanu pločicu slijedi lemljenje komponenti. Komponentu treba pravilno postaviti na lemno mjesto, isto tako obratiti pažnju na orijentiranje komponenti. Većinom je pin broj 1 označen točkom na tiskanoj pločici ili je označena jedna strana kućišta s čije lijeve strane je pin broj 1. Postoji par načina lemljenja SMD komponenti, ovisno o opremi, moguće je ručno lemljenje, na vrući zrak, strojno itd. Zavisno od kvalitete možemo imati bolje i lošije izrađene tiskane pločice. Nakon lemljenja komponenti potrebno je provjeriti i osigurati dobru vezu na pcb pločici kako ne bi bilo kratkog spoja. Potreban je vizualni pregled i pregled univerzalnim instrumentom.



Slika 15: Lemljenje komponenti

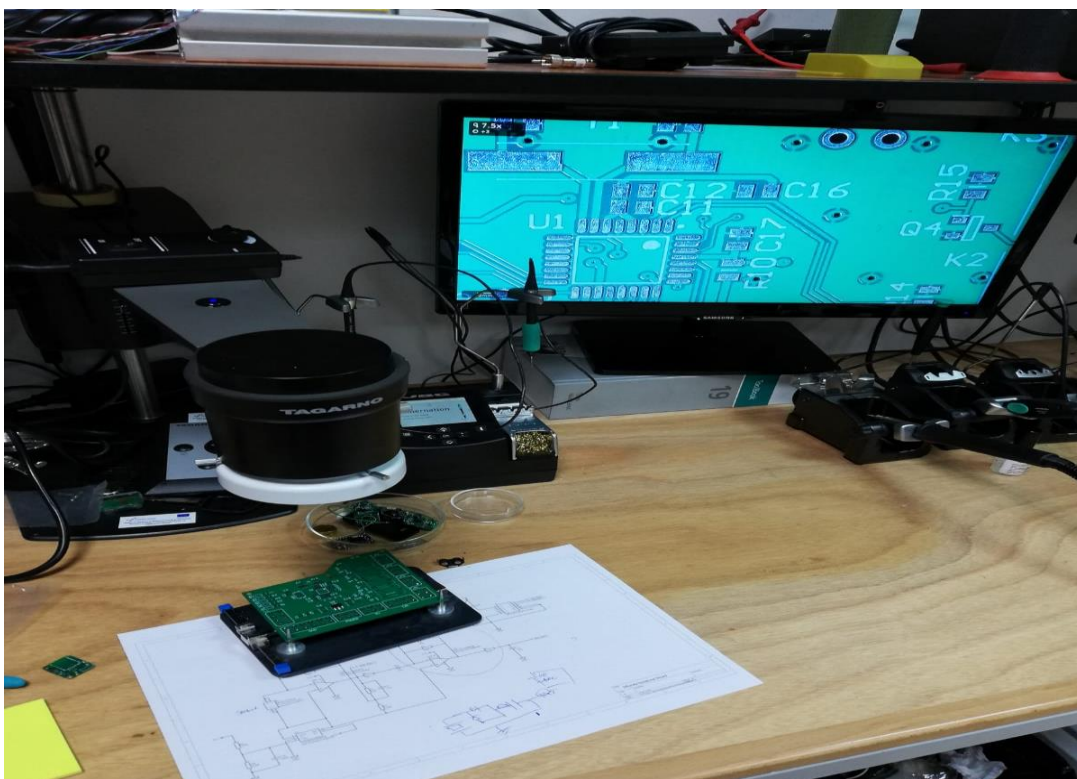
Izvor: <https://www.electronicandyou.com/blog/wp-content/uploads/2013/08/smd-soldering.jpg>

## 7.1. Pregled tiskane pločice

Utvrđivanje tiskanih pločica (PCB) tijekom procesa dizajniranja i proizvodnje ključno je za osiguravanje kvalitetnih proizvoda. Izbjegava situacije kada dizajneri i proizvođači u posljednji trenutak shvate da je proizvod neispravan, dok su ploče u punoj proizvodnji ili su već na tržištu.

Čak i nakon praćenja pravilnih procesa dizajna i proizvodnje, u fazama prototipa uvijek postoji rizik od kvarova, grešaka i ljudskih pogrešaka. Prepoznavanje i rješavanje ovih problema prije konačnog proizvoda presudno je za osiguravanje izvedbe, funkcionalnosti i pouzdanosti proizvoda. Širok raspon kvarova na PCB-ima može nastati zbog ljudske pogreške, pogrešnog proizvodnog postupka, lošeg dizajna i drugih praksi. PCB se sastoji od nekoliko različitih dijelova i komponentata. Svaki od njih utječe na ukupne performanse sklopa i sklopa elektronike u cjelini. U idealnom slučaju, važno je sve testirati. Treba paziti na provjeru;

električna provodljivosti, mehaničke čvrstoće, kvalitete lemljenja, čistoća, postavljanje komponentata, poravnanje, polaritet, orijentacija itd.

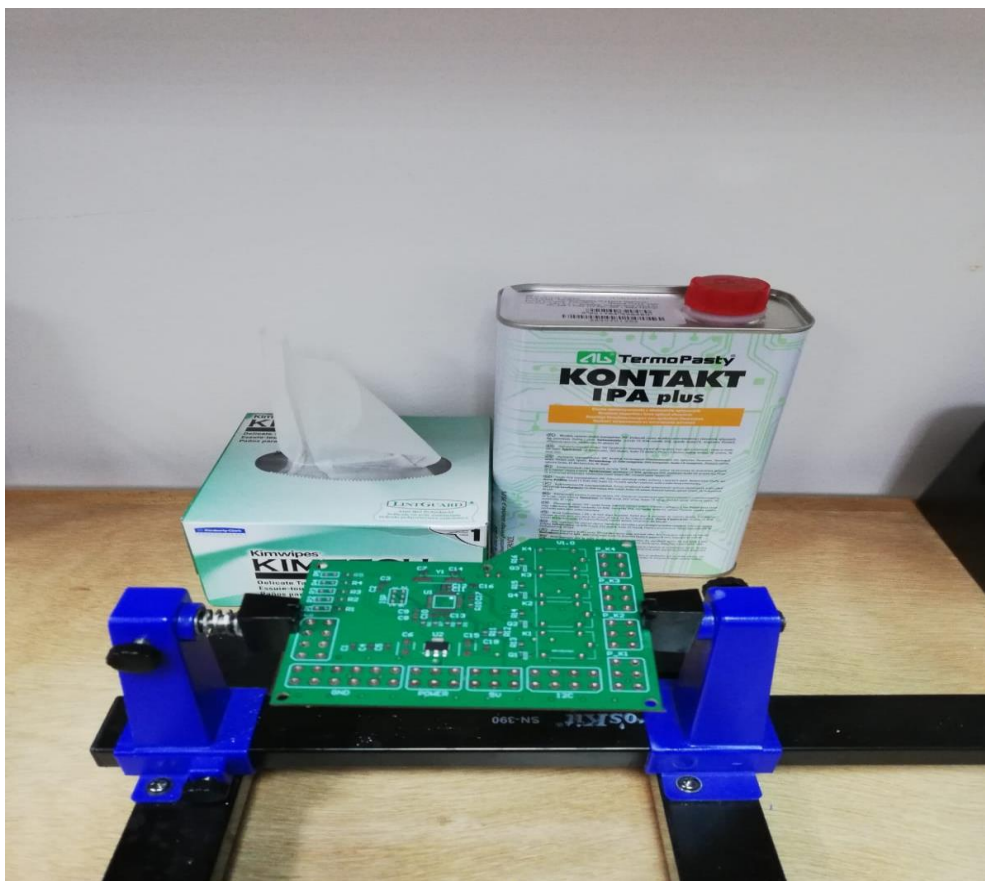


Slika 16: Provjeravanje lemnih mjesta na Tagarno uređaju.

Izvor: Autor

## 7.2. Priprema pločice za lemljenje

Prije nego što se započne s lemljenjem integriranog kruga ili drugih komponenata koje su također osjetljive na pražnjenje statičkog elektriciteta, moramo pripaziti da smo odveli statički elektricitet sa sebe, tj. nosimo uzemljenu traku za zglob namijenjenu uklanjanju statičkog elektriciteta. To je poput nošenja sigurnosnog pojasa; to nitko ne želi raditi, ali to bi trebala biti navika radi sigurnosti. Većina integriranih krugova nakon toga ne pokaže oštećenja uzrokovana statičkim pražnjenjem. Međutim, integrirani krugovi zasigurno mogu znatno brže pogoršati performanse ako morate lemiti integrirani krug bez narukvice, te je potrebno staviti narukvicu prije rukovanja IC-ima.



Slika 17: Čišćenje pcb pločice

Izvor: Autor

#### 7.4. Korištenje LPKF PROTOPLACE S uređaja

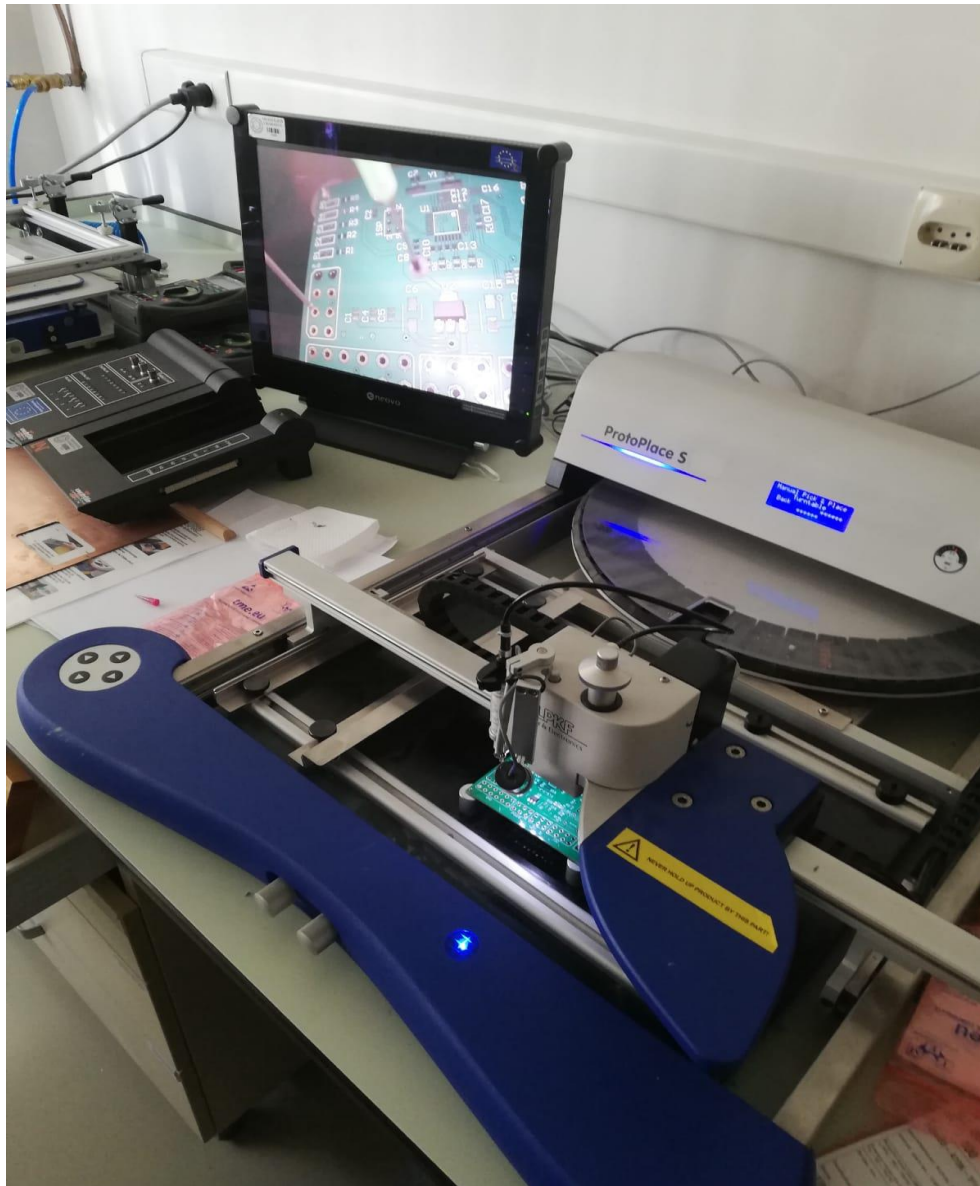


Slika 18: Protoplace lemna stanica

Izvor: <https://www.lpkf.com/en/industries-technologies/research-in-house-pcb-prototyping/produkte/lpkf-protoplace-s>

Uređaj je dizajniran i izrađen u skladu s najvišim tehnološkim standardima. Omogućuje postavljanje različitih komponenata, uključujući QFP s finim korakom, komponente do koraka od 0,4 mm (16 mil.) (maksimalno 300 nožica i dijelova čipa od 0201 iz različitih dimenzija, pričvršćivanje različitih veličina tiskanih pločica do 297 × 420 mm (11,8" × 16,5")), pomičući i blokirajući, te postavljanje / otpuštanje glave u svim smjerovima (x, y, z), jednostavan odabir i demonstracija metode rada na LCD zaslonu. Zbog svog ergonomskog oblika i mikroprocesorske elektronike, fino podesive postavke i automatskog sustava za postavljanje i pozicioniranje komponenata, već osnovni model omogućuje pouzdanu i jednostavnu upotrebu. Dodatne opcije kao što su motorizirani okretni spremnik za elemente, te korištenje mikro kamere lako se dodaju (nadograđuju) i omogućuju još veću razinu praktičnosti i pouzdanosti uređaja.

## 7.4.1. Proces lemljenja komponenti



Slika 19: Faza lemljenja

Izvor: Autor

Slika 19. prikazuje početak postavljanja komponenata na upravljačku pločicu. Na nanešeni sloj lemne paste postavljaju se komponente prema odgovarajućoj shemi. Zatim slijedi proces termo obrade (Protoflow pećnica) u kojoj lemna pasta rastopi lemna mjesta i napravi vodljiv spoj između pločice i smd komponenti.

## 8. NAPAJANJE

Akumulator je sekundarni električni članak, naprava u kojoj se kemijska energija pretvara u električnu, ostaje u njoj pohranjena i zatim se, prema potrebi, može nanovo pretvoriti u električnu. Spada pod članak, galvanski sekundarni. Ovo je punjiva vrsta baterije.

### 8.1. Linearni regulator

Regulatori su sklopovi koji reguliraju protjecanje energije između izvora energije i elektroničkog uređaja. Linearni regulatori su elektronički sklopovi koji rade u linearnom režimu rada. Sklopovi u vremenu ne mijenjaju topologiju.

Svojstva linearnih regulatora:

- Jednostavnost
- Mala valovitost napona na izlazu
- Moguća je velika brzina regulacijskog kruga
- Mala osjetljivost na vanjske smetnje



Slika 20: Princip rada linearnog regulatora

Izvor: <https://riverglennapts.com/hr/current-voltage/233-voltage-regulators.html>

## **9. ZAKLJUČAK**

Ovaj završni rad prikazuje kako se korištenjem povoljnih komponenti i uz znanje elektronike i pneumatike iz strojarstva može napraviti pneumatski ovjes kojim se može elektronički upravljati. Tijekom razvoja i nadogradnje nekih sustava morala su se pronaći mnoga praktična rješenja, što je potaknulo opsežna istraživanja i dovelo do pronalaska rješenja mnogih problema. Projekt je ostavio prostora za budući rad i nadogradnje. Glavni cilj u ovom radu bio je poboljšati automobil s ograničenim proračunom, istodobno pokazujući znanje i iskustvo stečeno tijekom dugogodišnjeg učenja i rada s automobilima. Poboljšanja su napravljena u smislu komfora nadogradnjom i upravljanjem pneumatskim ovjesom u vozilu. Sustav je poboljšan ugradnjom sklopa za usklađivanje elektro-mehaničkog sustava kako bi se osigurao prilagodljiv omjer komfora i poboljšala udobnost i performanse, ovisno o potrebama vozača.

## LITERATURA

- [1] <https://www.lpkf.com/en/industries-technologies/research-in-house-pcb-prototyping/produkte/lpkf-protoplace-s> pristupljeno 15.11.2020.
- [2] <http://hr.pnpmachine.com/news/tips-for-soldering-electronic-components-on-pc-24979048.html> pristupljeno 17.11.2020.
- [3] <http://www.mestarinfo.hr/rjecnik-pojmova/3741-zracni-ovjes> pristupljeno 14.11.2020.
- [4] <https://hr.wikipedia.org/wiki/Pneumatika> pristupljeno 10.11.2020.
- [5] <https://riverglennapts.com/hr/current-voltage/233-voltage-regulators.html> pristupljeno 01.12.2020.
- [6] <https://www.car.info/en-se/honda/civic/4th-generation-73159/specs> pristupljeno 18.11.2020.
- [7] <http://www.gssjd.hr/wp-content/uploads/2015/09/USEGP-Prirucnik-SMD-tehnologija.pdf> pristupljeno 10.12.2020.