

# UREĐAJ ZA SLANJE GPS KOORDINATA

---

**Karimović, Toni**

**Undergraduate thesis / Završni rad**

**2021**

*Degree Grantor / Ustanova koja je dodijelila akademski / stručni stupanj:* **Josip Juraj Strossmayer University of Osijek, Faculty of Electrical Engineering, Computer Science and Information Technology Osijek / Sveučilište Josipa Jurja Strossmayera u Osijeku, Fakultet elektrotehnike, računarstva i informacijskih tehnologija Osijek**

*Permanent link / Trajna poveznica:* <https://um.nsk.hr/um:nbn:hr:200:292204>

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

*Download date / Datum preuzimanja:* **2024-12-23**

*Repository / Repozitorij:*

[Faculty of Electrical Engineering, Computer Science and Information Technology Osijek](#)



**SVEUČILIŠTE JOSIPA JURJA STROSSMAYERA U  
OSIJEKU  
FAKULTET ELEKTROTEHNIKE, RAČUNARSTVA I  
INFORMACIJSKIH TEHNOLOGIJA OSIJEK**

**Sveučilišni studij računarstva**

**UREĐAJ ZA SLANJE GPS KOORDINATA**

**Diplomski rad**

**Toni Karimović**

**Osijek, 2021.**

## Sadržaj:

<b>1. UVOD .....</b>	<b>2</b>
<b>2. KORIŠTENI ALATI I TEHNOLOGIJE .....</b>	<b>3</b>
2.1. Pregled područja teme rada.....	3
2.2. Altium Designer.....	3
2.3. STM32CubeIDE.....	5
2.4. Mikrokontroler .....	7
2.5. GSM Module .....	8
2.6. GPS Module.....	8
2.7. Super kondenzator .....	9
<b>3. RAZVOJ UREĐAJA ZA SLANJE GPS KOORDINATA .....</b>	<b>10</b>
3.1. Korisnički zahtjevi.....	10
3.2. Elektronička shema sustava .....	11
3.3. Hardverska realizacija sustava.....	14
3.4. Programska podrška .....	18
3.5. Testiranje gotovog uređaja.....	19
<b>4. ZAKLJUČAK .....</b>	<b>21</b>
<b>LITERATURA .....</b>	<b>22</b>
<b>SAŽETAK.....</b>	<b>23</b>
<b>ABSTRACT .....</b>	<b>24</b>
<b>ŽIVOTOPIS.....</b>	<b>25</b>

# 1. UVOD

Cilj ovog diplomskog rada je dizajnirati i napraviti baš taj uređaj. Uređaj koji će omogućiti korisniku pronalazak i smanjiti mu troškove izrade odnosno gubitak. Kroz diplomski rad opisani su korišteni alati za dizajniranje pločice, programski dio te hardverski dio.

Bespilotne letjelice su postale dio svakodnevice. Koriste se u razne svrhe bilo da je hobi ili posao. Postoje dva načina korištenja bespilotnih letjelica kao hobi ili bolje rečeno dvije vrste hobista, a to su piloti koji lete duge rute tzv. *long range* ili kratke brze adrenalinske rute tzv. *freestyle*.

Uređaj za slanje GPS koordinata bio bi namijenjen baš *long range* pilotima te bi mogao postati jedan od njihovih neizostavnih dijelova. Razlog tomu je što u grupi hobista prevladava samostalno sastavljanje letjelice. Takve letjelice nisu testirane i sigurne od kvarova, pa je velika mogućnost da će bespilotna letjelica pasti te da ju više nećemo moći pronaći. Uređaj za slanje GPS koordinata daje nam mogućnost pronalaska letjelice odnosno dijelova koji su od nje ostali. Prilikom pada najčešće se slomi odnosno pokvari samo mali dio, ostalo sve ostane čitavo i iskoristivo za sastavljanje nove bespilotne letjelice.

## 2. KORIŠTENI ALATI I TEHNOLOGIJE

### 2.1. Pregled područja teme rada

Jedan od najvećih problema kupovine bespilotnih letjelica je cijena. Bespilotne letjelice su jako skupe i treba vremena da se nabave dijelovi za izradu bespilotne letjelice. Nakon nabave potrebno je sve to sastaviti, zalemiti i složiti da bi bilo funkcionalno.

Većina ljudi leti na velike udaljenosti do 10km. Bespilotna letjelica funkcionira na način da prima bežične signale s upravljača s kojim pilot upravlja. Iz razloga što je bežični signal vrlo nestabilan i postoji velika mogućnost od gubitka signala odnosno paketa. Kada se signal izgubi jako je vjerojatno da će se letjelica urušiti. Kao što je prethodno spomenuto udaljenosti su ogromne i gotovo je nemoguće pronaći letjelicu. Ovdje dolazi snaga uređaja za slanje GPS koordinata i on je namijenjen za ovakve uvijete.

Da bi uštedjeli vrijeme i novac, uređaj za slanje GPS koordinata će nam u slučaju pada automatski, SMS-om, poslati GPS koordinate, ako kojim slučajem ne pošalje koordinate, imamo mogućnost da ga nazovemo.

Mogućnost telefonskog poziva daje ovom uređaju ogromne primjene, kao što bi mogle biti praćenje auta ili nekog drugog prijevoznog sredstva.

Postoje različiti uređaji za slanje GPS koordinata ali ni jedan ne posjeduje sve mogućnosti kao što su pozivi, poruke, funkcionalnost ako dođe do isključenja baterije.

### 2.2. Altium Designer

Altium Designer je programski paket za automatizirani razvoj i dizajn tiskanih pločica (*eng. PCB - Printed circuit board*) i elektroničku automatizaciju dizajna. Razvijen je od strane australske tvrtke Altium Limited.

Altium Designer pruža elektroničkim dizajnerima i inženjerima jedinstvenu, objedinjenu aplikaciju koja uključuje sve tehnologije i mogućnosti potrebne za cjeloviti razvoj elektroničkih proizvoda. Altium Designer integrira dizajn sustava na ploči i FPGA, ugrađeni razvoj softvera i raspored PCB-a, uređivanje i proizvodnju u jedinstvenom okruženju dizajna.

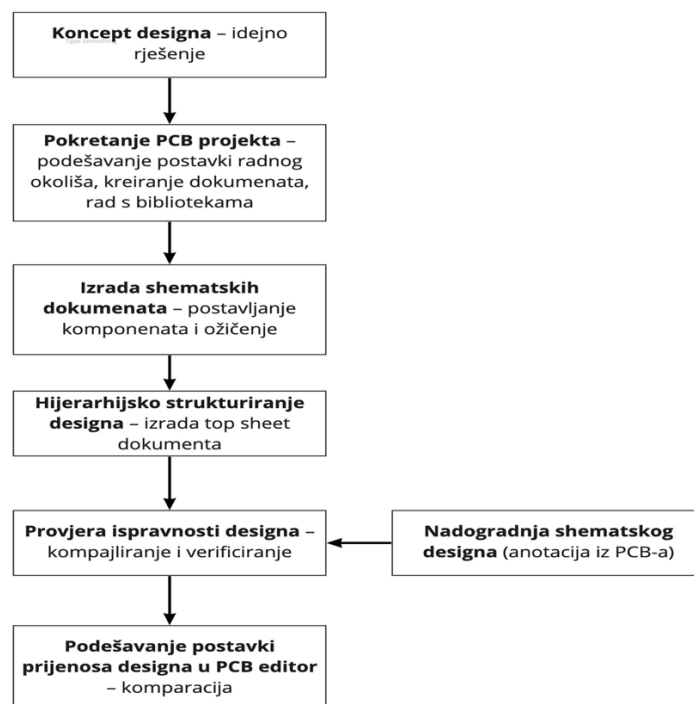
Sastoji se od dva glavna dijela:

1. Shematskog dijela – služi za rad sa shematskim dokumentima i
2. PCB editora – služi za rad s dokumentima PCB tipa.

Altium uključuje mnoštvo programskih alata kojima se mogu dizajnirati i najsloženiji projekti u elektronici.

### 2.2.1. Rad na shematskom dijelu projekta

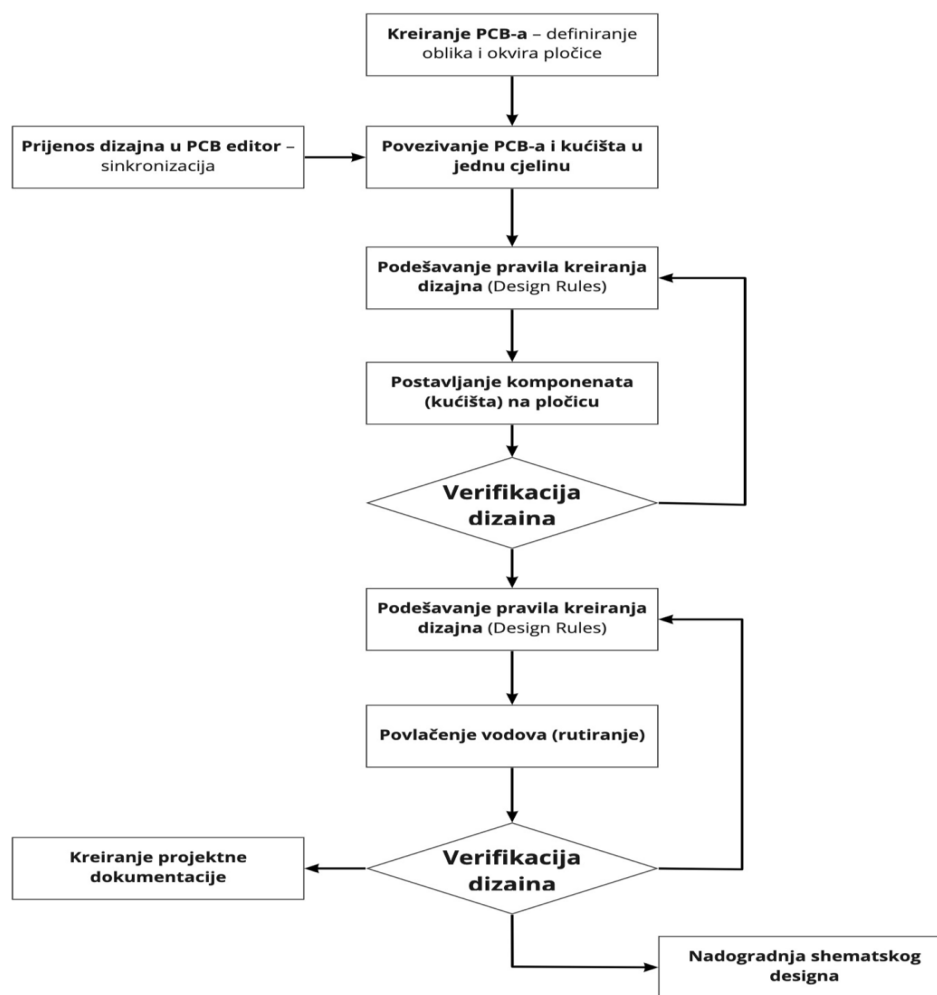
Iz blokovskog prikaza (Slika 1.) vidimo da je glavna pretpostavka rada u programu postojanje idejnog rješenja projekta. Potrebno je napraviti električnu shemu sklopa te popis svih komponenata s najbitnijim parametrima. Izrada električne sheme, tj. prikaz shematskog dokumenta je početak rada na projektu te se svodi na odabir komponenata i postavljanje istih na radnu površinu. Nakon toga potrebno ih je povezati vodovima (ožičenje). Ovo zahtijeva rad s bibliotekama Altium Designera tj. pronalazak komponenata za ostvarenje projekta. Nakon izrade shema potrebno je provjeriti njegovu ispravnost. To se radi tako što se svi dokumenti povežu u jednu cjelinu. Postupak povezivanja se naziva kompajliranje. Kompajliranje je postupak traženja pogrešaka u dizajnu. Rad u shematskom dijelu završava s prijenosom dokumenata u PCB editor.



Slika 1. Blokovski prikaz rada na shematskom dijelu

### 2.2.2. Rad na PCB editoru

Prilikom prijenosa dizajna u PCB editor potrebno je pronaći odgovarajuće kućište ( *eng. Footprint*) u biblioteci PCB editora te ga smjestiti na radnu površinu. Sukladno tome, potrebno je već na samom početku kreirati tiskanu pločicu, odnosno njen oblik i dimenzije. Nakon što su dodani kućišta i pločica, potrebno je komponente rasporediti po pločici te ih povezati vodovima. Kada je povezivanje gotovo potrebno je verificirati dizajn. Ako je došlo do određenih pogrešaka, potrebno ih je ispraviti te zatim dizajn poslati proizvođaču tiskanih pločica kao što je prikazano na slici 2.



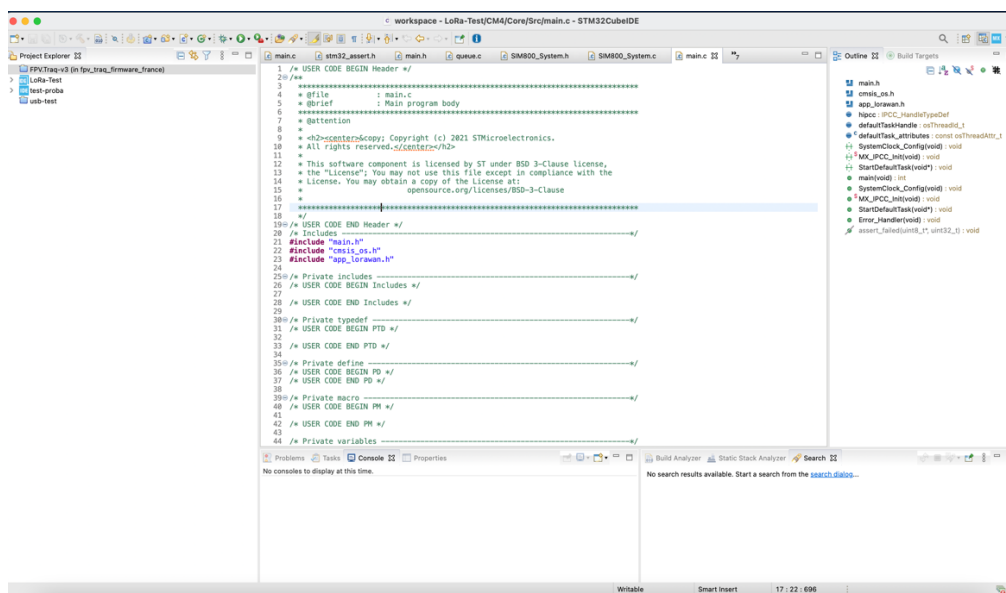
Slika 2. Blokovski prikaz PCB Editora

### 2.3. STM32CubeIDE

STM32CubeIDE je cjeloviti razvojni alat za više OS-a, koji je dio softverskog ekosustava STM32Cube. STM32CubeIde Board PhotoSTM32CubeIDE napredna je C / C ++ razvojna

platforma s perifernom konfiguracijom, generiranjem koda, kompilacijom koda i značajkama otklanjanja pogrešaka za STM32 mikrokontrolere i mikroprocesore. Temelji se na Eclipse / CDT okviru i GCC lancu alata za razvoj, te GDB za otklanjanje pogrešaka. Omogućuje integraciju stotina postojećih dodataka koji dovršavaju značajke Eclipse IDE-a.

STM32CubeIDE integrira STM32 funkcije konfiguracije i izrade projekata iz STM32CubeMX kako bi pružio cjelovito iskustvo rada s alatom i uštedio vrijeme instalacije i razvoja. Nakon odabira praznog MCM ili MPU STM32 ili prethodno konfiguriranog mikrokontrolera ili mikroprocesora iz odabira ploče ili odabira primjera, kreira se projekt i generira inicijalizacijski kod. U bilo kojem trenutku tijekom razvoja, korisnik se može vratiti na inicijalizaciju i konfiguraciju perifernih uređaja ili među opreme i regenerirati inicijalizacijski kod bez utjecaja na korisnički kod.



Slika 3. sučelje STM32CubeIDE-a

STM32CubeIDE uključuje analizatore izrade i slaganja koji pružaju korisne informacije o statusu projekta i zahtjevima memorije.

STM32CubeIDE također uključuje standardne i napredne značajke za uklanjanje pogrešaka, uključujući poglede na registre jezgre procesora, memorije i periferne registre, kao i promjenjivi sat uživo, sučelje serijskog pregledača žica ili analizator grešaka.



## 2.4. Mikrokontroler

Mikrokontroler (MCU za mikrokontrolersku jedinicu) je malo računalo na jednom čipu integriranog kruga (IC) metal-oksidi-poluvodič (MOS). MCU se sastoji od jedne ili više procesorske jezgre (CPU) zajedno s memorijom te programabilnom ulazno-izlaznom perifernom opremom. Flash (programska memorija) u obliku feroelektričnog RAM-a, NOR flash-a ili OTP ROM-a je često uključena u čip, kao i izuzetno male količine RAM-a. Dizajnirani za ugrađene aplikacije dok za razliku od MPU-ova (mikroprocesora) koji se koriste u osobnim računalima ili nekim drugim aplikacijama opće namjene.

MCU u modernoj terminologiji je jako sličan, ali manje profinjen od sustava na čip. SoC (eng. System on Chip) najčešće uključuje i mikrokontroler, ali ga obično integrira s naprednom perifernom opremom poput grafičke procesne jedinice (GPU), Wi-Fi modula ili jednog ili više koprocesora.



**Slika 4.** Mikrokontroler

MCU se koristi u automatiziranim proizvodima i uređajima, kao što su implantabilni medicinski uređaji, daljinski upravljači, uredski strojevi, električni alati, igračke, strojne trake i slično. Smanjujući veličinu, cijenu u usporedbi s dizajnom koji koristi zasebni mikroprocesor, memorija te ulazno-izlazne uređaje. Mikrokontroleri čine ekonomičnim digitalno upravljanje još više uređaja i procesa. Učestali su i MCU-ovi s mješovitim signalom a oni integriraju neke analogne komponente koje su potrebne za upravljanje određenim nedigitalnim elektroničkim sustavima. U kontekstu Interneta stvari, mikrokontroleri su ekonomično i popularno sredstvo za prikupljanje podataka, prepoznavanje i pokretanje fizičkog svijeta kao rubnih uređaja.

Mikrokontroleri također mogu koristiti i četverobitne riječi te raditi na frekvencijama od samo 4kHz i imati jako nisku potrošnju energije (jednoznamenasti milivati ili mikrovati). Oni imaju sposobnost kojom zadržavaju funkcionalnost dok čekaju neki događaj kao što su pritisak gumba ili nekog drugi vid prekid. Potrošnja energije tijekom spavanja (CPU sat i većina perifernih uređaja isključena) mogu biti samo nanovati, što mnoge od njih čini pogodnima za dugotrajnu baterijsku primjenu. Ostali mikrokontroleri mogu služiti uloge presudne za izvedbu, gdje će se možda morati ponašati više poput digitalnog procesora signala (DSP), s većim taktovima i potrošnjom energije.

## 2.5. GSM Module

Globalni sustav za mobilne komunikacije (GSM), standardi je sustav koji je razvijen od strane Europskog instituta za telekomunikacijske standarde (ETSI) kako bi definirao protokole za druge generacije digitalnih mreža koje koriste mobilni uređaj.

GSM modul je čip odnosno sklop koji se koristi za uspostavljanje komunikacijskog kanala između mobilnih uređaja ili računalnih strojeva i GSM ili GPRS sustava.

Za ovaj projekt koristi se GSM/BT modul (SIM800C). SIM800C je niske cijene i sadrži GSM i Bluetooth na istom čipu. Povezan je s MCU putem UART (Universal Asynchronous Receiver/Transmitter) periferne jedinice.



Slika 5. GSM/Bt modul (SIM800C)

## 2.6. GPS Module

GPS (Global Positioning System) bi bio satelitski radionavigacijski sustav za određivanje položaja na Zemlji ili u njezinoj blizini. Ovakav sustav nam omogućuje određivanje svih tri

koordinata korisnikova trenutačnog položaja u jedinstvenom svjetskom koordinatnom sustavu. On je jedan od globalnih navigacijskih sustava (GNSS) koji pruža GPS podatke o vremenu za GPS prijemnik bilo gdje na Zemlji ili u blizini Zemlje gdje postoji neometana vidna linija za četiri ili više satelita.

GPS moduli sadrže malene procesore i antene koji izravno primaju podatke poslana od satelita putem namjenskih RF frekvencija. Za ovaj projekt koristi se UBLOX GPS modul. Prednosti UBLOX-a: male veličine, jeftin i velika točnost.



**Slika 6.** GPS modul

## **2.7. Super kondenzator**

Superkondenzator je kondenzator velikog kapaciteta s vrijednošću kapaciteta mnogo većom od ostalih kondenzatora, ali s nižim ograničenjima napona, koji premošćuje pukotinu između elektrolitskih kondenzatora i punjivih baterija. Koriste se u aplikacijama koje zahtijevaju mnogo brzih ciklusa punjenja ili pražnjenja, umjesto dugotrajnog kompaktnog skladištenja energije. Koristimo superkondenzator napona 3V i kapaciteta 10F.



**Slika 7.** Superkondenzator

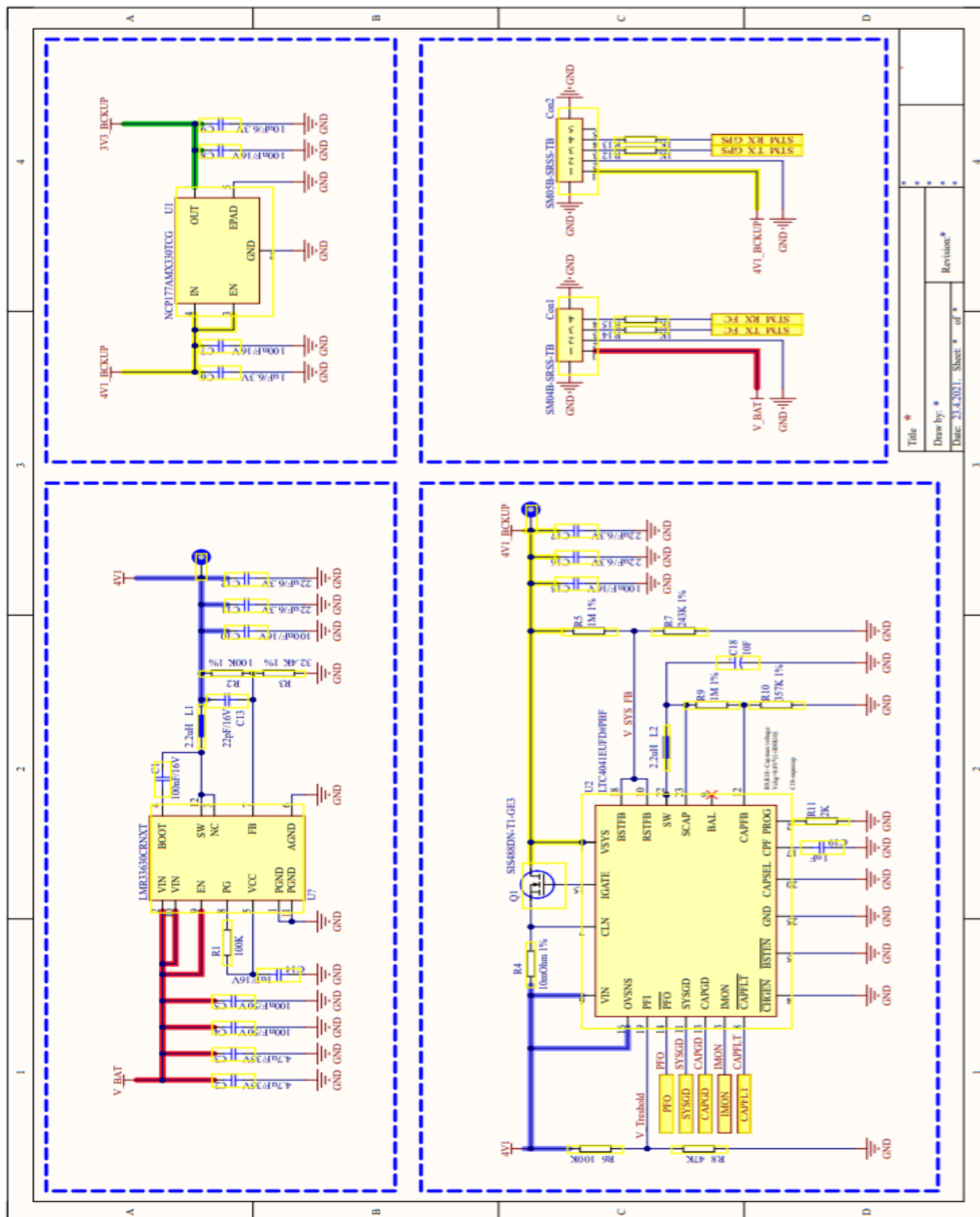
### **3. RAZVOJ UREĐAJA ZA SLANJE GPS KOORDINATA**

#### **3.1. Korisnički zahtjevi**

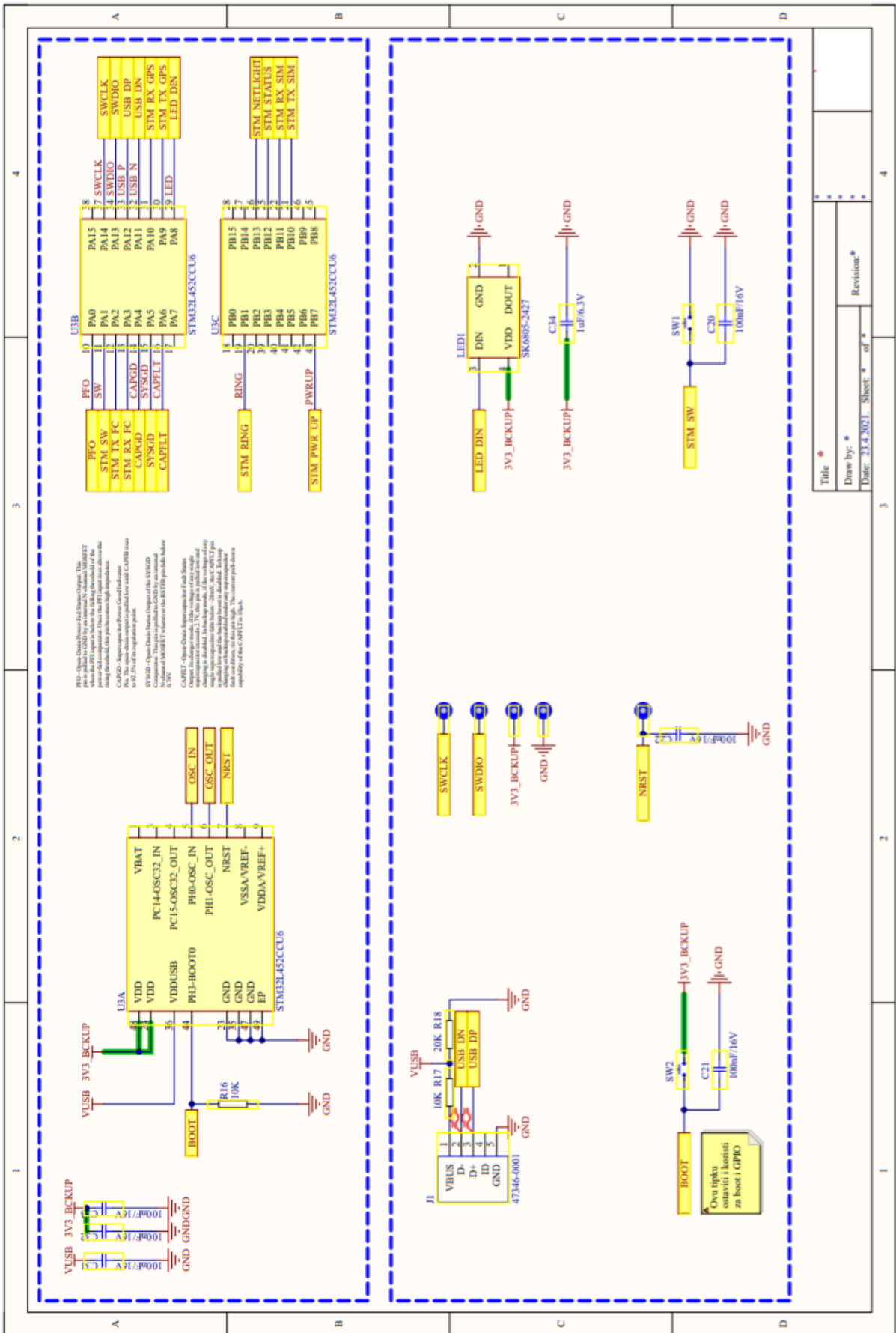
Na početka same izrade uređaja potrebno je napisati odnosno predvidjeti korisničke zahtjeve. Uređaj služi za slanje GPS koordinata. Koristit će ga piloti bespilotnih letjelica na letovima velike udaljenosti. Korisnički zahtjevi bi tada bili:

1. Precizno očitavanje GPS koordinata – potrebno pronaći uređaj koji radi na različitim GPS sustavima.
2. Očitavanje pada bespilotne letjelice – potrebno je očitati pad bespilotne letjelice, u slučaju pada gotovo uvijek se od spoji baterija
3. Slanje razumljivih GPS koordinata korisniku – pod razumljivih koordinata podrazumijeva se da korisnik vrlo jednostavno može pronaći letjelicu, najlakše je poslati web-link na aplikaciju Google-maps.
4. Mogućnost spremanja rute na uređaj – većina pilota voljela bi uz snimku s letjelice poznavati i rutu leta, konstantno slanje GSM porukom bi bilo preskupo, zbog toga je najbolje prvo spremiti rutu i kada dođemo do uređaja da nam pošalje koordinate
5. Slanje rute pomoću Bluetooth-a na uređaj – spremljene koordinate potrebno je poslati na uređaj pomoću Bluetooth-a na neku od postojećih aplikacija

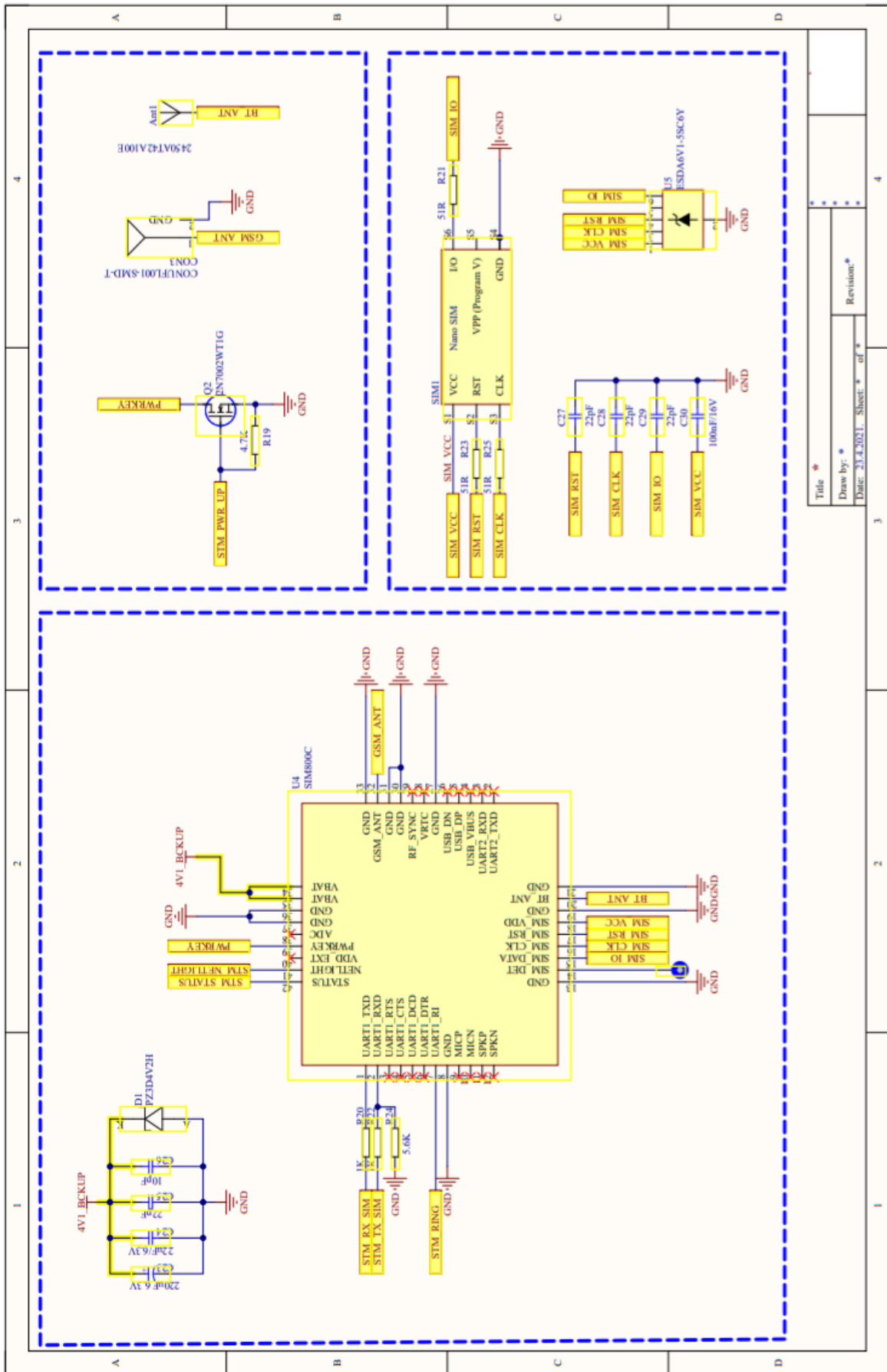
### 3.2. Elektronička shema sustava



Slika 8. Shema 1 spajanja komponenata



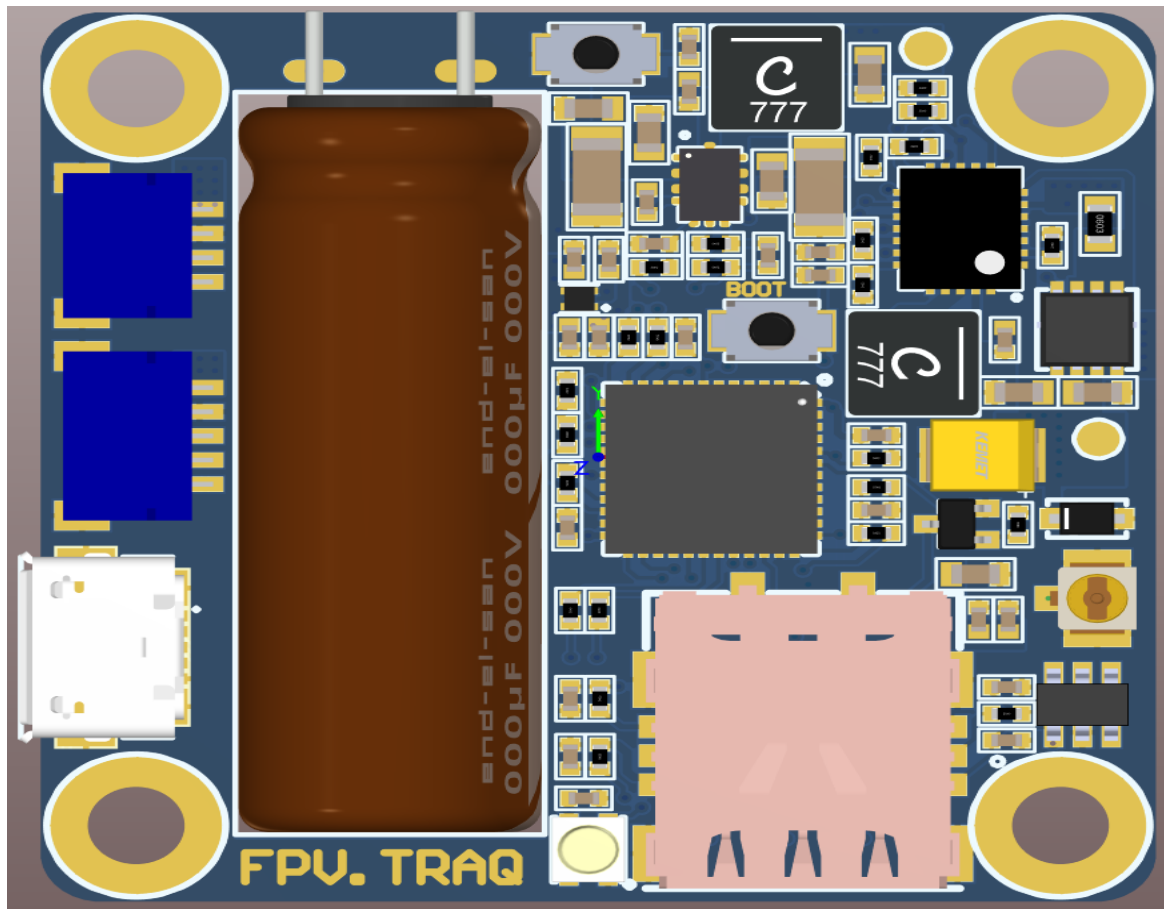
Slika 9. Shema 2 spajanja komponenta



Slika 10. Shema 3 spajanja komponenta

### 3.3. Hardverska realizacija sustava

Hardware odnosno elektroničko sklopovlje ovog sustava je jedan od najzahtijevnih dijelova. Potrebno je pronaći što manje dijelove odnosno module da bi se moglo postaviti na tiskanu pločicu veličine 30x30mm da bi dimenzije pločice odgovarale površini namijenjenoj za pločice na bespilotnoj letjelici. Potrebno je pomno odabrati komponente da imaju sve potrebne funkcionalnosti a da također i cijena odgovara jer uređaj ne smije biti preskup, što stvara dodatni problem.



Slike 11. Slika uređaja iz Altium Designer-a

Jedan od problema je također i potrošnja električne energije. Uređaj ne smije utjecati na vremensko trajanje leta niti smije stvarati prevelike gubitke. Kao što se vidi iz prethodnih shema dodan je super kondenzator koji zadržava električnu energiju i nakon otkapčanja baterije.



Uređaj za slanje GPS koordinata načinjen je od 4 glavna dijela, a to su:

1. MCU
2. GPS Modul
3. GSM Modul
4. Super kondenzator

Svaki od glavnih dijelova spojen je na MCU. Za ovaj uređaj odabran je MCU STM32L452CC od tvrtke *STMicroelectronics*. Pri odabiru jako je bitno paziti na određene stavke, kao što su: veličina radne memorije (RAM), veličina memorije za spremanje podataka i samog programa (FLASH memory), temperaturno područje rada, broj ulaznih i izlaznih priključaka (UART, GPIO, SPI), potrošnja električne energije, frekvencija rada, način pakiranja, mogućnost ažuriranja programa i naravno cijena. Specifikacije ovog MCU-a su:

- Ultra-mala fleksibilna potrošnja energije:
  - 1.71V do 3.6V napajanje
  - -40°C do 85/125°C temperaturni raspon
  - 145nA ulaz Vbat način rada: napajanje za RTC i 32x32-bit sigurnosne registre
- Vremenski izvori:
  - 4 do 48MHz kristalni oscilator
  - 32kHz kristalni oscilator RTC(LSE)
  - unutranji 16MHz tvornički dotjeran RC±1%
- Memorije:
  - 512 KB single bank Flash,
  - 160 KB SRAM-a uključujući 32 KB s hardverskom provjerom pariteta
- 17x komunikacijskih priključaka
  - USB2.0 otopina kristala pune brzine sa LPM and BCD
  - 1xSAI (serijski audio priključak)
  - 4xI2C
  - 3xUSARTs
  - 1xUART
  - 1xLPUART
  - 3xSPIs
  - 1x Quad SPI)

Nakon MCU-a potrebno je odabrati odgovarajući GPS Module. Kod odabira GPS modul-a najbitnija je veličina antene zatim satelitski sustavi koje modul podržava a to su GPS, Galileo, GLONASS. Odabrani GPS Modul je SAM-M8Q od firme UBLOX. Zbog veličine i načina na funkcioniranja (antena modula uvijek mora gledati prema satelitu), modul je odvojen od pločice i spaja se preko UART-a na nju. Uz UART kablom također ide i napajanje (3.3V) te uzemljenje (GND).

Sljedeći modul je GSM. U našem slučaju odabran je SIM800c GSM modul. SIM800C osim GSM posjeduje i Bluetooth kojeg se kasnije može upotrijebiti za slanje rute na telefon. Modul se također na MCU spaja preko UART komunikacijskog protokola. Kod njega je jako bitna potrošnja električne energije tijekom uspostave poziva. Kod ovakvih modul-a ona može ići i do 2A ovisno od jačini signala te udaljenosti od bazne stanice. Pri odabiru je jako bitno paziti da podržava većinu mrežnih operatera te da može raditi širom svijeta u ovisnosti o frekvencijskom opsegu. Uređaj je smješten direktno na pločicu i napajan je s 4.1V.

Također je potrebno i odrediti napon super kondenzatora na koji se puni. On je određen vanjskim naponskim dijelilo, a napon je izračunat formulom:

$$V_{chg} = 0.8 * \left(1 + \frac{R9}{R10}\right)$$

Ostale korištene komponente možemo vidjeti u sljedećoj tablici koja je izvučena iz Altium Designera nakon crtanja pločice.

Tablica 1. Popis korištenih komponenti

Comment	Description	Designator	Footprint	LibRef	Quantity
2450AT42A100E	Antenna Ceramic - 1dBi 2500MHz 2-Pin SMD T/R	Ant1	2450AT42A100E	Antenna	1
100nF/16V	0402 Capacitor	C1, C7, C8, C10, C15, C20, C21, C22, C30, C31, C32, C33	0402-CAPACITOR	0402 Capacitor	12
4.7uF/35V	1206 Capacitor	C2, C3	1206-CAPACITOR	1206 Capacitor	2
100nF/50V	0603 Capacitor	C4, C5	0603-capacitor	0603 Capacitor	2
1uF/6.3V	0402 Capacitor	C6, C34	0402-CAPACITOR	0402 Capacitor	2
10uF/6.3V	0402 Capacitor	C9	0402-CAPACITOR	0402 Capacitor	1
22uF/6.3V	0603 Capacitor	C11, C12, C16, C17, C24	0603-capacitor	0603 Capacitor	5
22pF/16V	0402 Capacitor	C13	0402-CAPACITOR	0402 Capacitor	1
1uF/16V	0402 Capacitor	C14	0402-CAPACITOR	0402 Capacitor	1
10F	Electrolytic capacitor	C18	SuperCap 10x30	Cap El	1
1nF	0402 Capacitor	C19	0402-CAPACITOR	0402 Capacitor	1
220uF 6.3V	Cap Tant Solid 220uF 6.3V B CASE 20% (3.5 X 2.8 X 1.9mm) SMD 3528-21 0.035 Ohm 105C T/R	C23	1311 Tantal	Cap El	1
22pF	0402 Capacitor	C25, C27, C28, C29	0402-CAPACITOR	0402 Capacitor	4
10pF	0402 Capacitor	C26	0402-CAPACITOR	0402 Capacitor	1
SM04B-SRSS-TB	JST (JAPAN SOLDERLESS TERMINALS) - SM04B-SRSS-TB(LF)(SN) - Wire-To-Board Connector, 1 mm, 4 Contacts, Header, SH Series, Surface Mount, 1 Rows	Con1	SM04B-SRSS-TBS	SM04B-SRSS-TB	1
SM05B-SRSS-TB	CONN HEADER SMD R/A SPOS 1MM	Con2	SM05B-SRSS-TB	SM05B-SRSS-TB	1
CONUFL001-SMD-T	CONN UMC JACK STR SMD	CON3	U.FL	U.FL Straight Surface Mount Jack	1
PZ3D4V2H	Zener 5V1	D1	SOD-323FL	Zener diode	1
47346-0001	Micro USB B Receptacle Bottom Mount Assy Molex Right Angle SMT Type B Version 2.0 Micro USB Connector Socket, 30 V ac, 1A 47352 MICRO-USB	J1	47346-0001	Micro usb type B	1
2.2uH	INDUCTOR, 2.2UH, 5.5A, 20%, 52MHZ, REEL	L1, L2	XAL4020	XAL4020-222MEC	2
SK6805-2427	INTEGRATED LIGHT SOURCE INTELLIGENT CONTROL OF CHIP-ON-TOP SMD TYPE LED	LED1	SK6805	SK6805-2427	1
U?	36V 3A 2.1MHZ SYNC BUCK REGULATO	LMR33630CRNXT	VQFN-HR	LMR33630CRNXT	1
SIS488DN-T1-GE3	MOSFET 40V 5.5mOhm@10V 40A N-CH	Q1	PowerPAK 1212-8 Single	SIS488DN-T1-GE3	1
2N7002WT1G	MOSFET N-CH 60V 310MA SOT323	Q2	SC-70	2N7002WT1G	1
100K	0402 Resistor	R1, R6	0402-RESISTOR	0402 Resistor	2
100K 1%	0402 Resistor	R2	0402-RESISTOR	0402 Resistor	1
32.4K 1%	0402 Resistor	R3	0402-RESISTOR	0402 Resistor	1
10mOhm 1%	0603 Resistor	R4	0603-Resistor	0603 Resistor	1
1M 1%	0402 Resistor	R5, R9	0402-RESISTOR	0402 Resistor	2
243K 1%	0402 Resistor	R7	0402-RESISTOR	0402 Resistor	1
47K	0402 Resistor	R8	0402-RESISTOR	0402 Resistor	1
357K 1%	0402 Resistor	R10	0402-RESISTOR	0402 Resistor	1
2K	0402 Resistor	R11	0402-RESISTOR	0402 Resistor	1
1K	0402 Resistor	R12, R13, R14, R15, R20, R22	0402-RESISTOR	0402 Resistor	6
10K	0402 Resistor	R16, R17	0402-RESISTOR	0402 Resistor	2
20K	0402 Resistor	R18	0402-RESISTOR	0402 Resistor	1
4.7K	0402 Resistor	R19	0402-RESISTOR	0402 Resistor	1
51R	0402 Resistor	R21, R23, R25	0402-RESISTOR	0402 Resistor	3
5.6K	0402 Resistor	R24	0402-RESISTOR	0402 Resistor	1
NanoSIM	Nanosim Socket 1.11H P/pull Ty Nanosim P/pull 1.11H	SIM1	NanoSIM	NanoSIM	1
Tactile switch	GLOVE, POLYAMIDE, L/FREE, PU, SIZE 6 - More Details	SW1, SW2	B3U-1000P(M)	Switch	2
NCP177AMX330TCG	IC REG LINEAR 3.3V 500MA 4XDFN	U1	XDFN4	NCP177	1
LTC4041EUFD#PBF	Battery Back Up 2500mA Automotive 24-Pin QFN EP Tube	U2	QFN - 24	LTC4041EUFD#PBF	1
STM32L452CCU6	ARM Microcontrollers - MCU 16/32-BITS MICROS	U3	UQFPN48-7x7mm	STM32L452CCU6	1
SIM800C	Complete Quad-band GSM/GPRS solution in a SMT	U4	SIM800C	SIM800C	1
ESDA6V1-5SC6Y	STMICROELECTRONIC S - ESDA6V1-5SC6Y - DIODE, AEC-Q101, ESD PROTECTION, SOT-23	U5	SOT23-6L	ESDA6V1-5SC6Y	1

### 3.4. Programska podrška

Osim hardvera potrebno je napisati i program koji će biti na MCU. Najčešće korišten programski jezik za pisanje programa na MCU je C programski jezik. U nekim slučajevima je moguće koristiti i C++ programski jezik. Programski jezik C se koristi zbog toga što je brzina prevođenja programa u strojni i veličina programa izuzetno mala za razliku od ostalih programskih jezika. Također tvrtka *STMicroelectronics* nam pruža alat STMCubeIDE koji nam omogućava brže i jednostavnije programiranje. STMCubeIDE nam omogućava generiranje dijela koda, te pruža sve potrebne biblioteke za prevođenje programa.

Radi bržeg izvođenja programa koristi se *FreeRTOS*. FreeRTOS je real-time operacijski sustav koji nam omogućava izvođenje različitih dijelova programa „istovremeno“. Istovremeno je pod navodnicima iz razloga što se dijelovi ( *eng. Task*) ne izvode istovremeno nego njihovi dijelovi se izvode u jako kratkim vremenskim intervalima jedan za drugim. Ovisno koliki prioritet task ima taj vremenski interval će trajati duže odnosno u moguće je izvršiti više zahtijeva za razliku od ostalih.

Iz razloga što je uređaj jedinstven potrebno je napisati sve upravljačke biblioteke za vanjske module ( GSM, GPS).

GSM modulom se upravlja pomoću tzv. AT komandi koje šaljemo preko UARTA, u našem slučaju to je riješeno pomoći biblioteke koja sadrži sve potrebne AT komande za upravljanje modulom. Uz biblioteku potrebno je i napraviti task koji će slati upravljačke komande modulu. Osim slanja potrebno je i primiti poruku. Za to je se pobrinuo STM, vrlo jednostavno kreiramo okidač ( *eng. Interrupt*) na UART koji želimo koristiti. Najbolje rješenje je primiti jedan po jedan znak iz razloga što ne znamo točan broj znakova koji su poslani. Zatim kada primimo određene znakove ili znak, u ovom slučaju to su '\n\r'. Pošaljemo pomoću funkcije za koju se također pobrinuo STM podatke sigurno u task, gdje ih dalje obrađujemo ovisno što želimo s njim.

GPS modul ima dva protokola pomoću kojih šalje podatke na UART, a to su:

- NMEA protokol – je kombinirana električna i podatkovna specifikacija za komunikaciju između brodske elektronike kao što su ehosonder, sonari, anemometar, žiro kompas, autopilot, GPS prijammnici i mnoge druge vrste instrumenata. Definiralo ga je i kontrolira Nacionalno udruženje pomorske elektronike.

- UBX protokol – je protokol definiran od tvrtke UBLOX koji se koristi samo za njihove GPS module, binaran je, brži i jedinstven

Na ovom uređaju implementiran je NMEA protokol iz razloga da bi na UART mogli spojiti različite GPS module a ne samo UBLOX. Za ovaj uređaj je ista implementacija kao i s GPS modulom samo što smo morali napisati drugu biblioteku za NMEA protokol. Taskovi za GPS i GSM su povezani na glavni task koji vrši spremanje GPS koordinata te slanje zahtijeva na GSM.

### **3.5. Testiranje gotovog uređaja**

#### **4.4.1. Upute za korištenje**

Uređaj za ispravnu funkcionalnost zahtjeva NANO SIM karticu. SIM kartica mora biti otključana (za otključavanje nije potreban PIN). Umetnite SIM karticu u otvor za SIM karticu prije uključivanja uređaja. Ako je SIM kartica umetnuta nakon uključivanja uređaja, uređaj se neće povezati s GSM mrežom.

Na pločici postoje 3 konektora koja je potrebno spojiti.

1. Spojiti 4-pinski kabel za napajanje s konektorom u utor za 4-pinski konektor za napajanje na PCB-u.
2. Spojiti GPS modul s priključkom na 5-pinski utor za GPS priključak na PCB-u
3. Spojiti GSM antenu s UFL priključkom na odgovarajući UFL utor na PCB-u.

Za napajanje uređaja potrebno je koristiti napajanje od 5 – 36 V. Kada je spojen na napajanje, statusna LED dioda promijeniti će boju u skladu sa statusom uređaja. Postoje 4 različite boje diode odnosno 4 različita stanja a to su:

- Bijela – pri paljenju I inicijalizaciji sustava
- Žuta – traženje veze s mrežnom GSM
- Crvena – nije povezano na GSM (mrežni problem, nema SIM kartice, slab signal)
- Plava – spojen na GSM mrežu

#### **4.4.2 Testiranje funkcionalnosti**

Da bi se testirao uređaj potrebno je spojiti uređaj na izvor napajanja slijedeći korake opisane u prethodnom odjeljku.

Kad LED lampica statusa na pločici svijetli plavo, a LED lampica položaja na GPS modulu treperi, potrebno je nazvati telefonski broj instalirane NANO SIM kartice. Uređaj će odbiti poziv kad ga primi, a nekoliko sekundi kasnije (ovisno o statusu mreže), pozivatelju će vratiti GPS koordinate putem SMS-a.

Svaki put kad uređaj primi poziv, sjetit će se telefonskog broja pozivatelja, odbiti poziv i poslati SMS poruku s koordinatama na isti broj. Također, svaki put kad se baterija iskopča (što simulira pad bespilotne letjelice), uređaj će poslati SMS poruku s mjestom na zadnjem poznatom broju.

U slučaju ručnog isključivanja baterije (koje simulira zamjenu baterije na bespilotnoj letjelici), ako se pritisne gumb za pokretanje i baterija isključi u roku od 15 sekundi, uređaj neće poslati SMS poruku s koordinatama.

Budući da GPS koordinate pruža GPS modul, u slučaju da uređaj nije primio GPS ili GPS modul nije povezan, pozivatelju će vratiti SMS poruku *"I don't have GPS Coordinates!"*.

## 4. ZAKLJUČAK

U ovom radu detaljno je opisana izrada tiskane pločice te pisanje programa za rad uređaja za slanje GPS koordinata. Na samom početku raspisani su korisnički zahtjevi uređaja a zatim, tehnologije i alati korišteni u dizajniranju pločice i izradi programa. Od alata potrebno je istaknuti Altium koji nudi velike mogućnosti pri dizajniranju tiskane pločice te crtanju shema. Pored Altiuma potrebno je istaknuti i STM32CubeIDE: Program koji je namijenjen za pisanje programa konkretno za mikrokontrolere od tvrtke STMicroelectronics. Mogućnosti programa opisane su na samom početku. Uređaj se sastoji od 4 glavna dijela a to su mikrokontroler, GPS modul, GSM modul te superkondenzator. U prvom dijelu diplomskog rada opisani su glavni dijelovi odnosno njihovo značenje, način rada te što predstavlja koji dio. Nakon toga opisan je hardverski dio te su dodane sheme i popis svih korištenih dijelova i koja je svrha kojeg. Uz tehnički dio na samom kraju opisan je i način korištenja te njegove glavne značajke i mogućnosti. Uređaju je ostavljena i mogućnost unaprjeđenja dodavanjem modula koji posjeduje Bluetooth pa bi sljedeći korak bio izrada mobilne aplikacije koja bi se spaja na uređaj. Uz izradu mobilne aplikacije bilo bi dobro testirati i različite vrste super kondenzatora.

## LITERATURA

- [1] Wikipedia, [https://en.wikipedia.org/wiki/Altium\\_Designer](https://en.wikipedia.org/wiki/Altium_Designer), [29.4.2021]
- [2] Solidworks, <https://www.solidworks.com/partner-product/altium-designer>, [29.4.2021]
- [3] Alium, <http://www.altium.com/training/en/manuals-and-downloads.cfm> , [29.4.2021]
- [4] ST, <https://www.st.com/en/development-tools>, [3.7.2021]
- [5] Wikipedia, <https://en.wikipedia.org/wiki/Microcontroller> , [3.7.2021]
- [6] Wikipedia, <https://en.wikipedia.org/wiki/GSM>, [3.7.2021]
- [7] ST, <https://www.st.com/resource/en/datasheet/DM00340549.pdf>, [3.7.2021]
- [9] U-Blox, <https://www.u-blox.com/en/product/sam-m8q-module>, [4.7.2021]



## SAŽETAK

U ovom diplomskom radu detaljno je opisan uređaj za slanje GPS koordinata. Na početku diplomskog rada opisani su alati i tehnologije koje su potrebne da se dizajnira odnosno izradi jedan ovakav uređaj. Uređaj je sastavljen od 4 glavna dijela (mikrokontroler, GSM modul, GPS modul, superkondenzator) koja su opisana pojedinačno. Također u radu možemo pronaći specifikacije glavnih dijelova te objašnjenje zašto je korišten koji dio. Dodane su i sheme iz programa Altium Designer-a te su opisani i glavni dijelovi programa te način programiranja.

**Ključne riječi:** Altium Designer, mikrokontroler, GSM modul, GPS modul, superkondenzator, alati i tehnologije

## **ABSTRACT**

**Title:** This diploma thesis describes in detail the device for sending GPS coordinates. The tools and technologies needed to design or manufacture such a device are described, at the beginning of the thesis. The device consists of 4 main parts (microcontroller, GSM module, GPS module, supercapacitor) which are described individually. Also in the paper, we can find the specifications of the main parts and an explanation of why which part is used. Schemes from the Altium program have been added and the main parts of the program and the method of programming have been described.

**Keywords:** Altium designer, microconrtoller, GSM module, GPS module, supercapaticor, tools and techologies

## ŽIVOTOPIS

Toni Karimović rođen je u Žepču, Bosna i Hercegovina 4.5.1999. godine. Pohađao je osnovnu školu “Fra Grga Martić” u Ozimici, Žepče. Nakon osnovne škole, 2015. godine upisuje srednju školu u Katoličkom školskom centru „Don Bosco“ u Žepču, smjer Tehničar za mehatroniku. Maturira 2019. godine i iste godine upisuje Elektrotehnički fakultet u Osijeku, smjer komunikacije kojeg i trenutno pohađa. Uz školovanje na drugoj godini fakulteta, 10. mjesec 2020. započinje s studentskim radom u tvrtki *Orqa d.o.o.* Nakon 3 mjeseca rada kao programer stažist napreduje u mladog programera, godinu poslije postaje voditelj projekta što mu je i trenutna funkcija.

Vlastoručni potpis

---

Toni Karimović