

GPS SPREJEMNIK

(Seminar)

Avtor: Milan Kovačič

Mentor: doc. dr. Marko Jankovec

Ljubljana 2012

Kazalo vsebine

Uvod	1
Ključne besede	2
Specifikacije naprave	2
2.1 GPS sprejemnik.....	2
2.2 LCD zaslon.....	3
2.3 Tipke in stikalo.....	3
2.4 LED diode.....	3
2.5 Mikrokontroler	3
2.6 Napajalni del.....	3
2.7 Polnjenje baterije	4
Časovni in finančni plan.....	4
Načrti	4
Bločna shema	4
Vezja	5
Tiskanine.....	6
Program.....	6
Kosovnica.....	7
Merilni rezultati in testiranje.....	8
Navodila za uporabo.....	9
Errata	9
Priložene datoteke	10

Uvod

Cilj moje seminarske naloge je bil izdelati GPS sprejemnik, ki bi mi vedno omogočal določiti lokacijo, kje se nahajam. Idejo sem dobil, ker dosti kolesarim in se dostikrat znajdem v položaju, da nisem prepričan kje sem oz. kam moram iti. Osnovna ideja je da GPS modul zbira podatke in jih pošilja na mikrokontroler, ta pa jih potem izpiše na grafičnem LCD zaslonu. Ker mora biti GPS prenosen, je napajanje izvedeno preko baterije, ki je nekdanja bila v mobilnem telefonu. Dodal sem tudi napajalni del za baterijo, tako da je napajanje možno brez dodatnega napajalnika in brez da vzamemo baterijo iz sistema. Napajanje poteka preko USB vmesnika. Sistem je sestavljen iz črnega ohišja, z dvema tipkama za premikanje med meniji ter enega stikala, ki prekine napajanje celotnemu sistemu. Na voljo sta še dva priključka: USB-B, ki se uporablja samo za napajanje in ne tudi za komunikacijo ter JTAG, ki ga uporabljamo za razhroščevanje oz. programiranje mikrokontrolerja. JTAG priključek je tukaj predvsem zaradi možnosti nadgradnje programske opreme in lažjega popravljanja napak v programski kodi.

Ključne besede

- GPS sprejemnik (GPS receiver)
- AVR mikrokontroler (AVR microcontroller)
- NMEA protokol (NMEA protocol)
- LCD grafični prikazovalnik (LCD graphic display)
- UART, SPI
- baterijsko napajanje (battery charging)

Specifikacije naprave

GPS sprejemnik je situiran v črnem ohišju dimenzij 100x50x20 mm. Na zgornji strani (stran z LCD zaslonom) se nahajajo 2 tipki za pomikanje po menijih ter stikalo za prižig oz. za ugasnitev celotnega sistema. Zgoraj se prav tako nahaja grafični LCD zaslon (128x32) ter LED diodi, ki sta uporabljeni za indikacijo pri napajanju. Na sprednji strani pa sta 2 priključka, USB za polnjenje baterije, ter JTAG za programiranje in razhročevanje mikrokontrolerja. V ohišju se nahaja GPS sprejemnik - , ki komunicira z mikrokontrolerjem preko UART-a. Komunikacija je močno enosmerna, GPS sprejemnik pošilja NMEA v mikrokontroler. Mikrokontroler te podatke obdelava in jih pošlje preko komunikacije SPI na LCD. Srce sistema predstavlja Atmelov 32-bitni mikrokontroler UC32L, ki skrbi za komunikacijo in obdelavo podatkov. Napajalni del sistema predstavlja low-dropout napetostni regulator, ki skrbi za enakomerno napetost 3 V. Napaja se iz 800 mAh baterije z napetostjo 3.6 V. Za napajanje baterije skrbi Li-Ion napajalni kontroler. Za stik z uporabnikom skrbi LCD in 2 tipki, s katerimi izbiramo menije (različni GPS podatki).

2.1 GPS sprejemnik

Uporabil sem Fastrax UP501 GPS Receiver. UP501 je sprejemnik z vgrajeno anteno in majhno velikostjo 22.0 x 22.0 x 8 mm. UP501 zagotavlja popolno obdelavo signalov prejetih preko vgrajene antene in jih pošlje na serijski izhod kot NMEA sporočila. Sporočila pošilja preko protokola UART s baud rate: 9600. Sporočila, ki jih pošilja so: GGA, RMC, GSV, GSA vsa v 1 sekundnem intervalu. Sprejemnik ima 66 acquisition in 22 tracking kanalov. Frekvenca osveževanja podatkov je 1 Hz nastavljiva do 10 Hz. Navigacijska občutljivost je -165 dBm ter občutljivost pri hladnem startu -148dBm. Napajalna napetost se giblje v območju od 3.0 do 4.2 V in ima porabo moči tipično 75 mW @ 3.0 V. Deluje v temperaturnem območju - 40 do + 85 stopinj Celzija. Protokol serijskega izhoda je NMEA, podatkovni format: 8 bitov, brez parnosti, 1 stop bit. Hitrost serijskega vmesnika je 9600 baud. Vsebuje še dodaten izhod PPS, ki ob uspešnem dobivanju signala pošlje vsako sekundo 100ms dolg pulz.

2.2 LCD zaslon

Uporabil sem NHD-C12832A1Z grafični LCD zaslon. Glavne značilnosti: 128x32 pikslov, 4 linijski SPI MPU vmesnik, vgrajen ST7565r kontroler, +3.0 V napajalna napetost, 1/33 duty cycle; 1/6 bias.

2.3 Tipke in stikalo

Uporabljeni sta 2 tipki FSM8JSMATR – osnovno stanje OFF ob pritisku stanje ON. Povezane so preko napajanja direktno na GPIO pin na mikrokontrolerju, vsak pritisk povzroči prekinitev, katero potem mikrokontroler izvede. Stikalo 16 A, služi kot stikalo za prekinitev napajanja, v stanju OFF, se napajanje za LCD, uC in GPS prekine, v stanju ON pa se napajanje vključi in sitem normalno deluje.

2.4 LED diode

Uporabljene so dve LED diodi za indikacijo pri polnjenju, zelena LTL-307GE ki sveti ko se baterija polni in ko začne utripati s 1 Hz ko je polnjenje končano. Rdeča LTL-307PE ki sveti, kadar pride pri polnjenju do napake oz. utripa če je parameter THERM napačen. Drugi dve LED diodi sta uporabljeni za indikacijo pritiska na tipko(skrite v ohišju, jih ne vidimo). Ob pritisku na tipko se LED dioda prižge ob spustu tipke pa se ugasne.

2.5 Mikrokontroler

Uporabljen je 32 bitni Atmelov AVR mikrokontroler AVR32UL064. Gre za zelo široko uporaben in zmogljiv mikrokontroler, izpostavil bom samo za moj projekt značilne karakteristike. Napajalna napetost: 3.0 V, uporabljam notranji oscilator RC120M, ki daje končno uporabno frekvenco 30 Mhz. Količina Flash pomnilnika je 64 KB ter količina SRAM 32 KB. Vseh pinov je 48, od tega se jih 36 da uporabiti kot general purpose pin – gpio. Podpira tudi 4 kanale za USART (eden je uporabljen za komunikacijo s GPS modulom), eden kanal SPI (uporabljen za komunikacijo z LCD), šest timer/counter kanalov, power manager, JTAG (uporabljen za razhroščevanje). Na voljo je še dosti drugih modulov, katerih pa nisem uporabljal, ampak izkazujejo veliko možnost nadgradnje. Od 48 pinov je 7 uporabljenih za napajanje, 5 za JTAG komunikacijo, 3 je za komunikacijo preko UART s GPS modulom, 5 za komunikacijo preko SPI z LCD zaslonom, 2 za tipke in 1 za komunikacijo s LDO. Skupaj je od 48 pinov zasedenih 23 pinov. Na voljo ostane še 18 GPIO pinov.

2.6 Napajalni del

Vir napetosti za moj sistem predstavlja 3.6 V Li-Ion baterija s kapaciteto 800 mAh. Ta napetost je znižana in zregulirana na 3.0 V s pomočjo low dropout voltage regulatorja MCP1824. Regulator ima izhodno tokovno zmogljivost 300 mA pri vhodni napetosti med 2.1 in 6.0 V. Tipična napetostna toleranca je 0.4%.

2.7 Polnjenje baterije

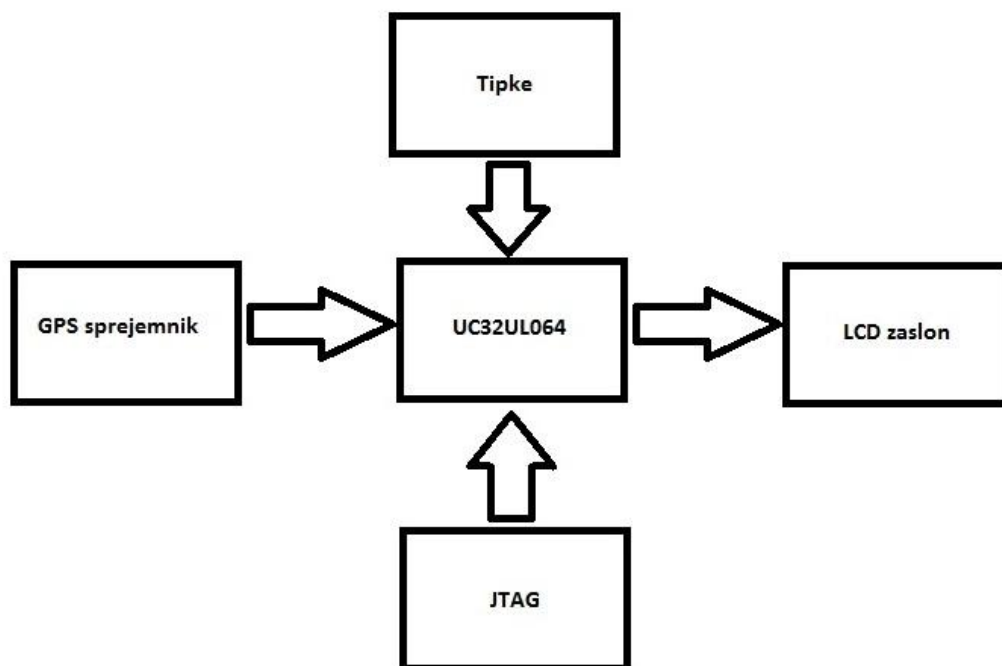
Baterija se polni preko USB vmesnika, polnjenje pa nadzoruje Li-Ion napajalni kontroler MCP73861. Glavne značilnosti so nastavljiv napajalni tok, nastavljivi varnostni napajalni časovniki, pred-napajanje popolnoma izpraznjenih celic, avtomatska kontrola konca napajanja, avtomatski izklop, temperaturna regulacija.

Časovni in finančni plan

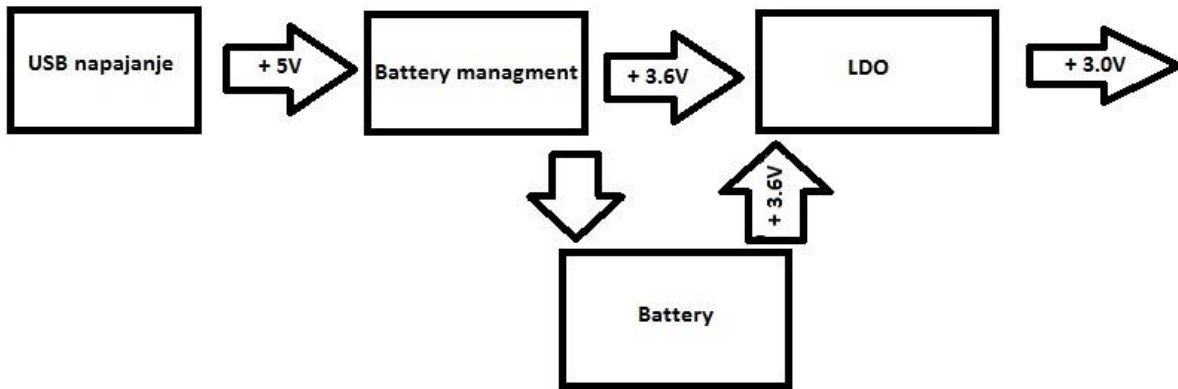
Časovno mi je projekt vzel dobre 3 mesece z vmesnimi prekinitvami. Če bi delal po 8 ur na dan bi mi vzelo nekaj več kot 150 ur, torej okoli 4 tedne dela. Predvsem dolgo je trajalo programiranje, kjer sem bolj začetnik. Finančno sem končal kar v okvirih, čeprav sem upal na kakšen evro manj. Zlasti drag je bil GPS modul, ki je bil približno 50% vseh stroškov, ostali dražji elementi so bili še LCD zaslon s približno 20%, uC s približno 10% ter ohišje s približno 7%. Eden dražjih elementov bi bila še baterija, katero sem pa vzel iz odsluženega mobitela.

Načrti

Bločna shema



Slika: Bločna shema – glavni del

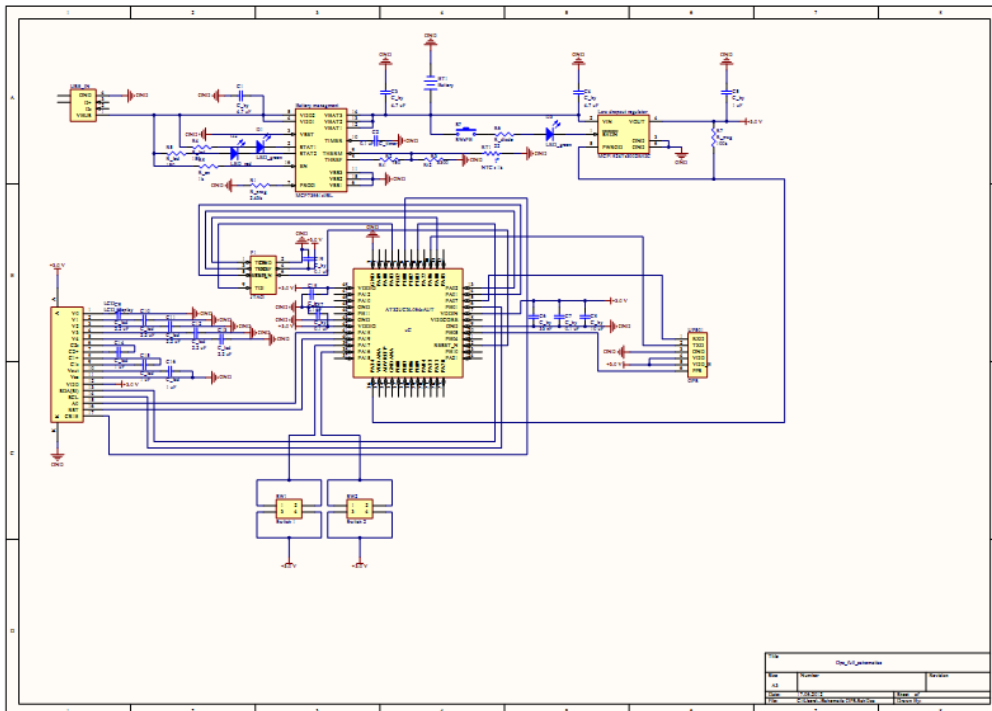


Slika: Bločna shema – napajalni del

Vezja

Vezje je bilo narisano s pomočjo programa Altium Designer 10. Shema vezja je vidna v prilogi: Schematic GPS.pdf. Samo vezje je sestavljeno iz dveh glavnih delov. Prvi del predstavlja napajalni del za polnjenje baterije. Napajalna napetost pride iz USB priključka, ki jo nato vodimo na napajalni kontroler, ki skrbi za napajanje baterije. Iz baterije je povezava na napetostni regulator, ki napetost na bateriji (približno 3.6 V) zregulira na 3.0V.

Drugi del predstavlja podatkovni del. Podatki so iz GPS sprejemnika preneseni na mikrokontroler. Mikrokontroler je povezan na LCD prikazovalnik. Dodatni vhodi v mikrokontroler so še tipke, ter jtag.

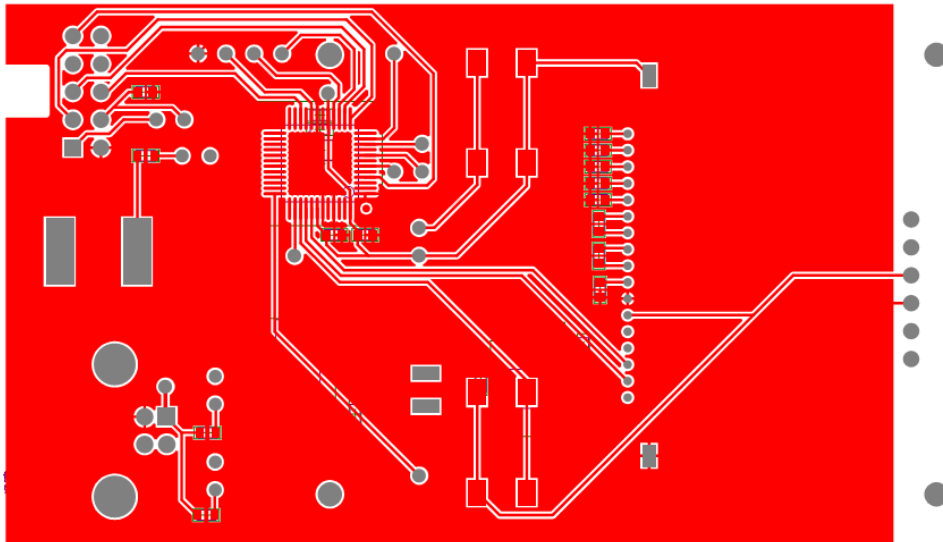


Slika: Zasnova vezja

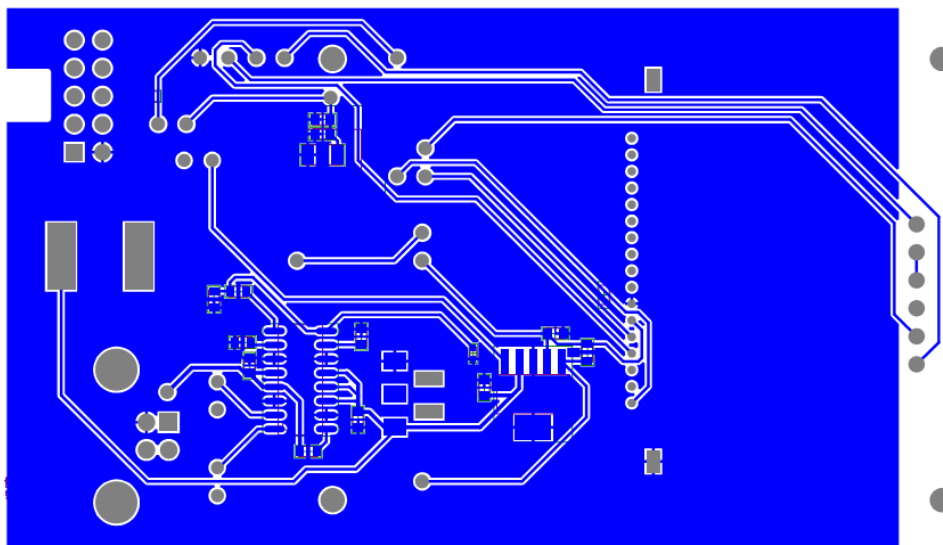
Podrobnejša zasnova vezja je vidna v prilogi Schematic GPS.pdf

Tiskanine

Tiskanina je sestavljena iz dveh plasti. Na zgornji plasti se nahaja mikrokontroler, lcd, ter tipke. Na spodnji strani je USB konektor, jtag konektor, napajalni del ter GPS sprejemnik.



Slika: Zgornja plast tiskanine



Slika: Spodnja plast tiskanine

Podrobnejše slike tiskanin so vidne v prilogi [PCB_GPS.pdf].

Program

Program je napisan v programskem jeziku C. Sestavljen je iz 3 glavnih delov. Prvi pomembnejši del je dekodiranje NMEA stavkov. Program vsak znak ki ga prejme preko UART-a, ko pride do prekinitve – nov prejet podatek, shrani v za to določen prostor, da je na

voljo za prikaz na LCD zaslonu oz. za nadaljnjo obdelavo. Podatke, ki jih dobi preko UART-a tudi razčleni, tako da so lažje dostopni. Drugi pomembni del je gonilnik za LCD zaslon, ki je deloma bil že napisan in sem ga priredil za moj mikrokontroler. Tretji pomemben del je delovanje menijev, tukaj so vključene prekinitve za tipke, in ob vsaki prekinitvi se na zaslonu izriše nov meni z novimi podatki. Celoten program je viden v prilogi [gps.rar].

Kosovnica

Ime	Števil o	Produkt	Oznaka	Proizvajal ec	Dobavitelj	Cena
USB konektor	1	USB Type B Connector	USB_IN	FCI	Mouser Electronics	0.38
JTAG connector	1	Headers - Pin Strip	JTAG	3M	Mouser Electronics	0.495
Tipka	2	Pushbutton Switch	SW1, SW2	TE Connectivity	Mouser Electronics	0.437
Stikalo	1	Rocker Switch	SW-PB	E-Switch	Mouser Electronics	0.594
Napajalni kontroler	1	Charge Management	MCP73861-1/SL	Microchip	Mouser Electronics	1.67
Napetostni regulator	1	Low Dropout Regulator	MCP1824T-3002E/DC	Microchip	Mouser Electronics	0.297
LCD zaslon	1	LCD Graphic Display		Newhaven Display	Mouser Electronics	8,68
Mikrokontroler	1	Microcontroller (MCU)	AT32UC3L064 - AUT	Atmel	Mouser Electronics	4.64
GPS sprejemnik	1	GPS Module	UP501	Fastrax	Mouser Electronics	25.86
LED dioda	3	Standard LED	LED_red, LED_green	Lite-On	Mouser Electronics	0.066
LED dioda	2	Standard LED, SMD green, red	LED_red, LED_green		Mouser Electronics	0.066
Upor 2.43k	1	Resistor - SMD 0603	R_prog	Xicon	Mouser Electronics	0.028
Upor 750	1	Resistor - SMD 0603	R2	Xicon	Mouser Electronics	0.028
Upor 3300	1	Resistor - SMD 0603	R3	Xicon	Mouser Electronics	0.027
Upor 150	2	Resistor - SMD 0603	R_led	Panasonic	Mouser Electronics	0.033
Upor 22	1	Resistors - SMD 0603	R_diode	Xicon	Mouser Electronics	0.025
Upor 100k	1	Resistors - SMD 0603	R_pwg	Xicon	Mouser Electronics	0.026

Upor 1k	1	Resistors - SMD 0603	R_en	Xicon	Mouser Electronics	0.031
Kondenzator 4.7u	3	Ceramic Capacitor	C1, C3, C4	Yageo	Mouser Electronics	0.074
Kondenzator 0.1u	5	Ceramic Capacitor	C2, C7, C17 C18, C19	Vishay	Mouser Electronics	0.05
Kondenzator 1u	4	Ceramic Capacitor	C5, C14, C15, C16	TDK	Mouser Electronics	0.058
Kondenzator 33n	1	Ceramic Capacitor	C6	Kemet	Mouser Electronics	0.058
Kondenzator 10u	1	Ceramic Capacitor	C8	Yageo	Mouser Electronics	0.107
Kondenzator 2.2u	5	Ceramic Capacitor	C9, C10, C11, C12, C13	Yageo	Mouser Electronics	0.074
Termistor	1	Thermistors - NTC	RT1	Murata	Mouser Electronics	0.322
Ohišje	1	Housing		Supertro nic	IC elektronika	3.75
Baterija	1	Battery	Battery	Sony Ericsson	/	/
SKUPAJ:	45					49.314

Merilni rezultati in testiranje

GPS sem nekajkrat preizkusil v študentskem naselju, kjer sem prvo preveril koordinate s Google maps, te rezultate sem potem primerjal z rezultati na mojem GPS-u. Rezultati so me zadovoljili, niso popolnoma sinhronizirani z Google maps, vendar so razlike majhne, pojavljajo se v sekundnem območju. Obstaja pa tudi možnost netočnih podatkov z Google maps. Nekaj merilnih rezultatov je podanih v naslednji tabeli:

Longitude Google maps	Latitude Google maps	Visina Google maps	Altitude GPS	Longitude GPS	Latitude GPS	Latitude razlika	Longitude razlika	Altitude razlika
14° 29'15"	46° 02'58"	294	298	14° 29'18"	46° 03'01"	+3"	+3"	4m
14° 29'15"	46° 03'08"	294	297	14° 29'10"	46° 03'10"	-5"	+2"	3m
14° 29'24"	46° 03'08"	308	303	14° 29'22"	46° 03'04"	-2"	-4"	5m
14° 29'14"	46° 02'59"	304	306	14° 29'11"	46° 02'55"	-3"	-4"	2m
14° 29'24"	46° 02'45"	294	305	14° 29'28"	46° 02'48"	+4"	+3"	11m
14° 29'20"	46° 02'54"	294	299	14° 29'17"	46° 02'55"	-3"	+1"	5m

Navodila za uporabo

Vklop naprave: Za vklop naprave pritisnite stikalo na 1, za izklop pritisnite stikalo na 0.

Uporaba: Z dvema tipkama se premikamo po menijih, z levo tipko se pomaknemo en meni nazaj, z desno pa en meni naprej. V menijih se nahajajo različni podatki: Ura, Datum, položaj, hitrost, nadmorska višina.

Polnjenje baterije: Napravo priključite na standarden USB priključek.

Opozorilo: Naprava deluje samo v odprtih prostorih, z neoviranim pogledom v nebo.

Napredno:

Priključek jtag za programiranje in lastno preoblikovanje programa -> napravo priključite na programator preko 2x5 pin povezovalnega kabla.

Errata

- Povezava na tiskanini med TXD na GPS-u in RXD-jem na uC je napačna -> popravljena z dodatno žico.
- Povezava za stikalo je bila po nesreči uničena med pregledom z osciloskopom -> popravljena z dodatnimi žicami.
- Pomanjkanje časa pri izdelavi ohišja, posledice: slab izgled, malce ukrivljeno -> popravki pridejo
- Hrošči v programskem delu:
 - o Pri slabšem signalu, možnost izpisa napačnih podatkov ->
 - o Možnost branja podatkov, ko se ti še niso dokončno zapisali -> preprečiti branje podatkov iz določenega dela spomina, med tem ko drug del programa ni končal pisanja v ta del (programski atomi)
 - o Zamrznitev sistem po določenem času -> še ugotavljam
 - o Zelo dolgo zaganjanje, time to first fix -> možnost nastavitve: Hot start ali Warm start.

Priložene datoteke

Datasheet za mikrokontroler: AVR32_UC3L.pdf

Datasheet za low dropout regulator: MCP1824.pdf

Datasheet za kontroler za polnitev baterije: MCP73861.pdf

Datasheet za prikazovalnik: NHD-C12832A1Z-FSW-FBW-3V3.pdf

Nmea navodila za GPS sprejemnik: NMEA manual for Fastrax IT500 Series GPS receivers_V1.7.pdf

Datasheet za ohišje: ohisje.pdf

Datasheet za GPS receiver: UP501_Tehncial_Description_rev_1_2.pdf

Načrt vezja: Schematic GPS. Pdf

Načrt tiskanin: PCB_GPS.pdf

Program – projekt za AVR studio: gps.rar

Gerber datoteke: Gerber.rar

- Drill.drl
- Drill.txt
- Obris.gtp
- Spodnja_plast.gbl
- Zgornja_plast.gtl