**Elektrotehnički Fakultet, Univerzitet u Beogradu**

2016

**Bežična temperaturna stanica**

**Mikroprocesorski sistemi**

**Vidor Gencel 502/12**

Sadržaj

[Cilj projekta 2](#_Toc443029894)

[Korišćene komponente 3](#_Toc443029895)

[Povezivanje komponenti 4](#_Toc443029896)

[Displej 5](#_Toc443029897)

[Temperaturni senzor 6](#_Toc443029898)

[Wi-Fi modul 7](#_Toc443029899)

[Seriski kabl 8](#_Toc443029900)

[Komunikacija sa komponentama 9](#_Toc443029901)

[Displej 9](#_Toc443029902)

[Temperaturni senzor 9](#_Toc443029903)

[Wi-Fi modul 10](#_Toc443029904)

[Dizajn softvera 11](#_Toc443029905)

[Display 11](#_Toc443029906)

[Temperature 11](#_Toc443029907)

[Network 11](#_Toc443029908)

[LED 12](#_Toc443029909)

[Main 12](#_Toc443029910)

[Uputstvo za prevođenje 13](#_Toc443029911)

[Uputstvo za upotrebu 14](#_Toc443029912)

# Cilj projekta

Cilj projekta je bio realizovati temperaturnu mernu stanicu koja, pomoću Wi-Fi modula, ima mogućnost da se konektuje na bežičnu mrežu i da preko iste pruža interfejs korisniku za iščitavanje senzora.

Naizgled jednostavan projekat se ispostavio kao pravi izazov zbog potrebe dobrog poznavanja kako hardvera, tako i softvera zajedno sa raznim komunikacionim protokolima.

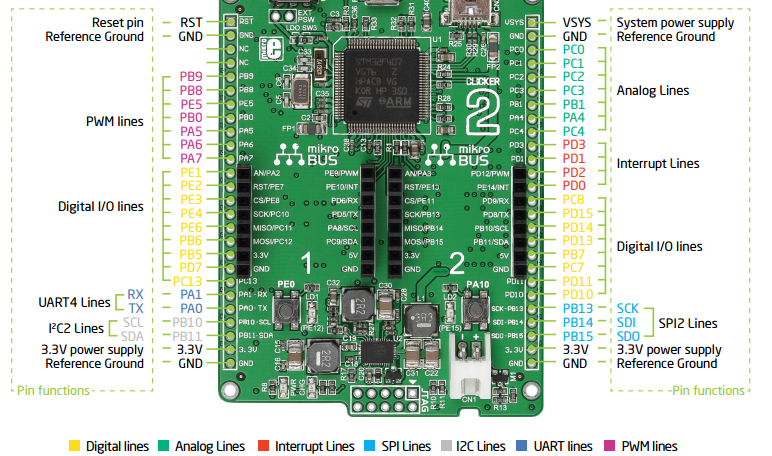
Uprkos svemu, smatram da je ovo bila izvanredna prilika za sticanje praktičnog znanja iz oblasti mikroprocesorskih sistema i dobra osnova za dalje istraživanje.

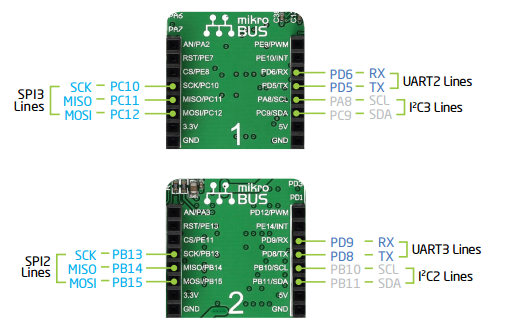
# Korišćene komponente

* MikroElektronika Clicker2 sa ARM mikrokontrolerom (STM32F407VG)
* Karakterni 16x2 LCD displej sa HD44780 kontrolerom
  + Promenljivi (varijabilni) otpornik od 10K
* DS1820 temperaturni senzor
  + 4.7K otpornik
* ESP8266 Wi-Fi modul
* USB to Serial kabl

# Povezivanje komponenti

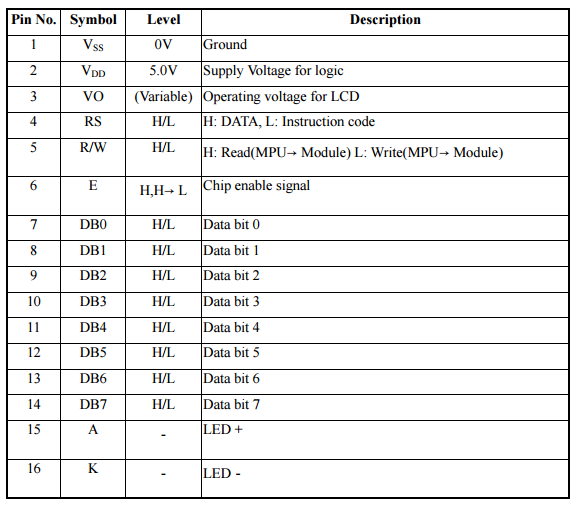
Dat je raspored pinova mikrokontrolera i njihovi nazivi kako će biti referisani u daljem tekstu.





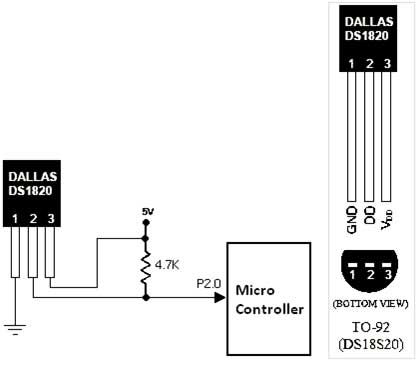
## Displej

Raspored pinova displeja je sledeći:



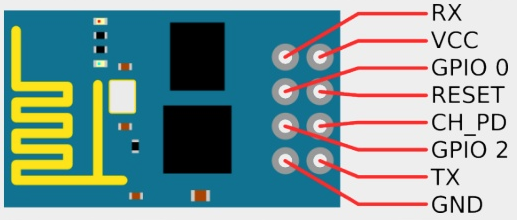
|  |  |
| --- | --- |
| **Displej** | **Mikrokontroler** |
| PIN1 | GND |
| PIN2 | 5V iz clicker socket-a, može i 3.3V |
| PIN3 | Izlaz varijabilnog otpornika  Na ulaz varijabilnog otpornika treba dovesti  GND i 5V |
| PIN4 | PD7 |
| PIN5 | GND |
| PIN6 | PD10 |
| PIN7 | N/C |
| PIN8 |
| PIN9 |
| PIN10 |
| PIN11 | PD11 |
| PIN12 | PD13 |
| PIN13 | PD14 |
| PIN14 | PD15 |
| PIN15 | 3.3V |
| PIN16 | GND |

## Temperaturni senzor



|  |  |
| --- | --- |
| **DS1820** | **Mikrokontroler** |
| PIN1 | GND |
| PIN2 | PB5 |
| PIN3 | Jedna nogica otpornika od 4.7K, druga nogica otpornika ide na izvor napajanja od 5V |

## Wi-Fi modul



|  |  |
| --- | --- |
| **ESP8266** | **Mikrokontroler** |
| RX | PD8 |
| VCC | 3.3V |
| GPIO 0 | N/C |
| RESET | 3.3V |
| GPIO 2 | N/C |
| CH\_PD | 3.3V |
| TX | PD9 |
| GND | GND |

## Seriski kabl

U svrhu debagovanja moguće je povezati serijski kabl na sledeći način:

|  |  |
| --- | --- |
| **Serijski kabl** | **Mikrokontroler** |
| Zelena žica | PA1 |
| Bela žica | PA0 |
| Crvena žica | N/C |
| Crna žica | GND |

# Komunikacija sa komponentama

## Displej

Komunikacija sa displejom je realizovana upotrebom Mikroelektronikine LCD biblioteke.

Dokumentacija za ovu biblioteku se može naći na adresi: <http://www.mikroe.com/download/eng/documents/compilers/mikroc/pro/arm/help/lcd_library.htm>

Korišćene funkcije:

* Lcd\_Init – inicijalizuje displej
* Lcd\_Out – štampa zadati tekst na zadatoj liniji
* Lcd\_Cmd – šalje komande displeju
  + \_LCD\_CLEAR
  + \_LCD\_CURSOR\_OFF

## Temperaturni senzor

Komunikacija sa temperaturnim senzorom je realizovana upotrebom Mikroelektronikine OneWire biblioteke.

Dokumentacija za ovu biblioteku se može naći na adresi:

<http://www.mikroe.com/download/eng/documents/compilers/mikroc/pro/arm/help/onewire_library.htm>

Treba obratiti pažnju da ova biblioteka funkcioniše samo ukoliko su prekidi onemogućeni!

Korišćene funkcije:

* Ow\_Reset
* Ow\_Read
* Ow\_Write

Da bi se uspostavila komunikacija sa senzorom potrebno je utvrditi odgovarajuće poruke koje moraju biti razmenjene u svrhu dohvatanja temperature.

Iz data sheet-a senzora (<http://www.systronix.com/Resource/ds1820.pdf>) utvđuje se da je najjednostavnija sekvenca instrukcija za očitavanje sledeća:

* **RESET**
* **WRITE 0xCC** ( Skip ROM )
* **WRITE 0x44** ( Convert Temperature )
* U ovom trenutku je zatražena konverzija temperature, a kako po dokumentaciji ovaj proces može da traje i do 500ms, čeka se upravo toliko
* **RESET**
* **WRITE 0xCC** ( Skip ROM )
* **WRITE 0xBE** ( Read Scratchpad )

Sada kada imamo potrebnu biblioteku i znamo potreban set komandi sa lakoćom možemo iščitavati vrednost senzora.

## Wi-Fi modul

Komunikacija sa temperaturnim senzorom je realizovana upotrebom Mikroelektronikine UART biblioteke.

Dokumentacija za ovu biblioteku se može naći na adresi:

<http://www.mikroe.com/download/eng/documents/compilers/mikroc/pro/arm/help/uart_library.htm>

Korišćene funkcije:

* UARTx\_Init\_Advanced
* UARTx\_Read
* UARTx\_Read\_Text
* UARTx\_Write
* UARTx\_Write\_Text

Da bi se uspostavila komunikacija sa modulom potrebno je utvrditi odgovarajuće poruke koje moraju biti razmenjene u svrhu konektovanja na mrežu i odgovaranja na zahteve klijenta.

Za ovu komponentu ne postoji zvaničan data-sheet ali ona implementira set AT instrukcija pa ćemo koristiti sledeću dokumentaciju za instrukcije:

<https://cdn.sparkfun.com/assets/learn_tutorials/4/0/3/4A-ESP8266__AT_Instruction_Set__EN_v0.30.pdf>

Utvrđujemo potreban set komandi:

* **AT+RESTORE** - resetuje sva podešavanja
* **AT+CWMODE\_CUR=1** – setuje modul u „Station mode“
* **AT+CWJAP\_CUR="AP Name","Password"** – Konektuje se na zadatu bežičnu mrežu
* **AT+CIFSR** – Dohvata dodeljenu ip adresu
* **AT+CIPMUX=1** – Omogućava više konekcija na modul
* **AT+CIPSERVER=1,80** – Otvara TCP server na zadatom portu
* **+IPD** – Označava dolazak zahteva
* **AT+CIPSEND=connection,length**– Slanje poruke određenom klijentu, određene dužine
* **AT+CIPCLOSE=x** – Zatvara zadatu konekciju

Sada kada imamo potrebnu biblioteku i znamo potreban set komandi sa lakoćom možemo implementirati zahtevanu komunikaciju.

# Dizajn softvera

Softver je pisan modularno tako da svaka hardverska komponenta ima svoj softverski modul.

Postојеći moduli su:

* Display
* Temperature
* Network
* LED
* Main

Opis pojedinih modula sledi u nastavku.

## Display

Ovaj modul obuhvata fajlove display.c i display.h. U njima su deklarisani pinovi na koje je nakačen displej kao i pomoćna funkcija za ispis poruke čiji potpis sledi.

void displayLoadingMessage(int **row**, char \* **message**, unsigned long **sleep\_time\_ms**);

Ova funkcija u redu **row** ispisuje poruku **message** a potom „spava“ **sleep\_time\_ms** milisekundi.

## Temperature

Ovaj modul obuhvata fajlove temperature.c i temperature.h.

U njemu su deklarisane sledeće promenljive:

* **high\_val**, **low\_val** i **current\_val** koje sadrže vrednosti sirovih očitavanja senzora. **current\_val** sadrži poslednju iščitanu vrednost dok **low\_val** i **high\_val** čuvaju najnižu i najvišu temperaturu, respektivno
* **high\_val\_str**, **low\_val\_str** i **current\_val\_str** sadrže tekstualnu reprezentaciju u stepenima Celzijusove skale

Funkcije:

* **unsigned int fetchRawMeasurement()**  funkcija služi za iščitavanje sirove vrednosti temperature sa senzora
* **float convertRawToFloat(unsigned int raw)** – konvertuje sirovu vrednost u vrednost u pokretnom zarezu
* **void renderTemperatureStrings()** – konvertuje sirove vrednosti u stringove
* **void displayTemperature()** – prikazuje temperature na displeju

## Network

Ovaj modul obuhvata fajlove network.c i network.h.

U njemu su deklarisane sledeće promenljive:

* **char buffer[4096]** i **volatile unsigned int position = 0** – bafer i njegov brojač su zaduženi da smeštaju podatke pristigle od Wi-Fi modula
* **char dynamic\_ip[16]** smešta dobijenu ip adresu od strane mreže

Funkcije:

* **void initNetwork()** – inicijalizuje bafer i serijsku komunikaciju sa modulom
* **void initNetworkTransferInterrupt() –** omogućava prekide tako da se prenos podataka vrši asinhrono
* **void enableNetworkTransferInterrupt()**  i **void disableNetworkTransferInterrupt()** omogućavaju i onemogućavaju pristizanje podataka prekidom kada je to potrebno (npr. očitavanje temperature )
* **void UART3\_Interrupt() iv IVT\_INT\_USART3 ics ICS\_AUTO** – sama prekidna rutina koja se poziva kada god postoji podatak na serijskoj vezi, prima se i čuva u bafer
* **void sendCmd(char \* cmd, unsigned long sleep\_time\_ms) i void sendCmdAndPrintResponse(char \* cmd, unsigned long sleep\_time\_ms)** – služe za slanje poruke na modul, čekanje i štampanje odgovora u svrhu debagovanja i logovanja
* **int extractIp()** – parsira primljene podatke i pokušava da dohvati dodeljenu adresu, po uspešnom pronalasku vraća 1 u suprotnom 0

## LED

Ovaj modul je mali omotač koji olakšava paljenje i gašenje dve LE diode na razvojnoj ploči.

Moguće je pozivanje funkcije:

void setLed(int ledId, int value) gde je ledId 1 ili 2, a value je 0 ili 1.

Takođe je moguće bilo gde u kodu koristiti promenljive LED1 i LED2 i dodeljivati im vrednosti 0/1 i time se postiše paljenje i gašenje dioda.

## Main

U ovom delu je realizovana kontrolna logika aplikacije. Odavde se pozivaju funkcije za podešavanje Wi-Fi modula i štampaju statusne poruke na LCD displeju.

Postoji beskonačna petlja koja čeka pristigle zahteve, meri temperaturu u tom trenutku i šalje korisniku stranicu sa ažurnim informacijama.

# Uputstvo za prevođenje

Ceo projekat je realizovan u **mikroC PRO for ARM v4.7.0** razvojnom okruženju.

Korišćen je **mikroCARM.exe** kompajler.

Olakšano korisničko iskustvo se može dobiti tako što se koristi isto razvojno okruženje i tada je potrebno samo učitati .mcpar fajl i razvojno okruženje će se pobrinuti za ostalo.

Ishod prevođenja je .hex fajl koji se može pomoću mikroElektronika USB HID Bootloader-a (v2.5.0.0) „spustiti“ na razvojnu ploču.

# Uputstvo za upotrebu

1. Potrebno je kompajlirati projekat sa odgovarajućim kredencijalima za lokalnu mrežu i spustiti .hex fajl na razvojnu pločicu
2. Resetovanjem razvojne pločice se započinje rad
3. Na displeju će se smenjivati statusne poruke
   1. Starting App...
   2. Setup as client
   3. Connecting to AP
   4. Couldn't join AP
   5. Connected, [IP address]

U slucaju situacije 3.d. potrebno je proveriti podatke bežične mreže i ispraviti potencijalnu grešku.  
Ukoliko nema greške, treba proveriti LED1 na razvojnoj pločici. Ukoliko ne svetli, znači da nije uspela komunikacija sa Wi-Fi modulom i treba proveriti konekcije i po potrebi restartovati pločicu.

1. Nakon ispisane IP adrese (3.e.) moguće joj je se pristupiti iz okvira iste mreže preko internet browsera
2. Ukoliko se ne učita stranice iz prve treba osvežiti stranicu, ali ne previše puta jer ovaj Wi-Fi modul nije toliko snažan da može da podrži puno konekcija
3. Na stranici će biti prikazane trenutna temperatura kao i najniža i najviša izmerena

