



Fakultet elektrotehnike i računarstva, Sveučilišta u Zagrebu
Zavod za elektroničke sustave i obradu informacija
Sveučilište u Zagrebu

Automatsko praćenje vlažnosti tla i zalijevanje biljaka



- △ Svima zainteresiranima
- △ Embedded software & hardware
- △ Programiranje STM32F4 i senzora

Sažetak

Tehnologiju danas koristimo kako bi si olakšali život. Jedan od primjera toga može biti i velike farme s navodnjavanjem. Međutim, problem tih farmi je što navodnjavanju planski a ne prema trenutnim klimatskim uvjetim i potrebama biljaka. Zato smo koristeći već postojeće elemente odlučili pridonijeti rješenju tog problema. Odlučili smo napraviti sustav za automatizirano praćenje vlažnosti tla i zalijevanje biljaka, koji će ujedno imati i web stranicu preko koje ćemo moći pratiti klimatske uvjete i kontrolirati cijeli sustav.

Sadržaj

1. UVOD	3
2. OPIS SUSTAVA	4
2.1. STM32F4-Discovery	4
2.2. Napajanje	5
2.3. Wi-Fi modul ESP8266-01.....	5
2.4. Senzor temperature i relativne vlažnosti zraka HTU21D	6
2.5. Senzor vlažnosti tla FC-28.....	7
2.6. Pumpa za vodu AD20P	7
3. PRINCIP RAD SUSTAVA	8
3.1. Web stranica	9
3.2. Programski kodovi.....	10
3.2.1. Main.c.....	10
3.2.2. Web.c	11
4. ZAKLJUČAK.....	12
5. LITERATURA.....	13
6. POJMOVNIK	14

Ovaj seminarski rad je izrađen u okviru predmeta „Sustavi za praćenje i vođenje procesa“ na Zavodu za elektroničke sustave i obradbu informacija, Fakulteta elektrotehnike i računarstva, Sveučilišta u Zagrebu.

Sadržaj ovog rada može se slobodno koristiti, umnožavati i distribuirati djelomično ili u cijelosti, uz uvjet da je uvijek naveden izvor dokumenta i autor, te da se time ne ostvaruje materijalna korist, a rezultirajuće djelo daje na korištenje pod istim ili sličnim ovakvim uvjetima.

1. Uvod

Ugradbeni računalni sustavi postaju sve značajnije područje u znanosti i industriji. Zahvaljujući napretku poluvodičke tehnologije, procesori kao osnovne komponente upravljanja ugradbenih sustava, postaju sve brži uz istodobno manju potrošnju energije i manje dimenzije. Njihova uporaba se iz tih razloga sve više proširuje na nova područja. Ugradbeni sustavi čine ogromno područje od, primjerice, najjednostavnijih igračaka pa do složenih sustava upravljanja letjelicama. To nam daje priliku da automatiziramo i poljoprivredu.

Automatizacijom praćenja vlažnosti tla i zalijevanja biljaka osiguravamo optimalnu vlažnost potrebnu biljka uz optimalnu potrošnju vode koja je danas postaje sve dragocijeniji resurs. Također smanjujemo i obaveze osoba kooji su prethodno bile opterećene tim.

Nadalje ovaj sustav moguće je koristiti i u svom domu te bezbrižno uživati u biljkama.

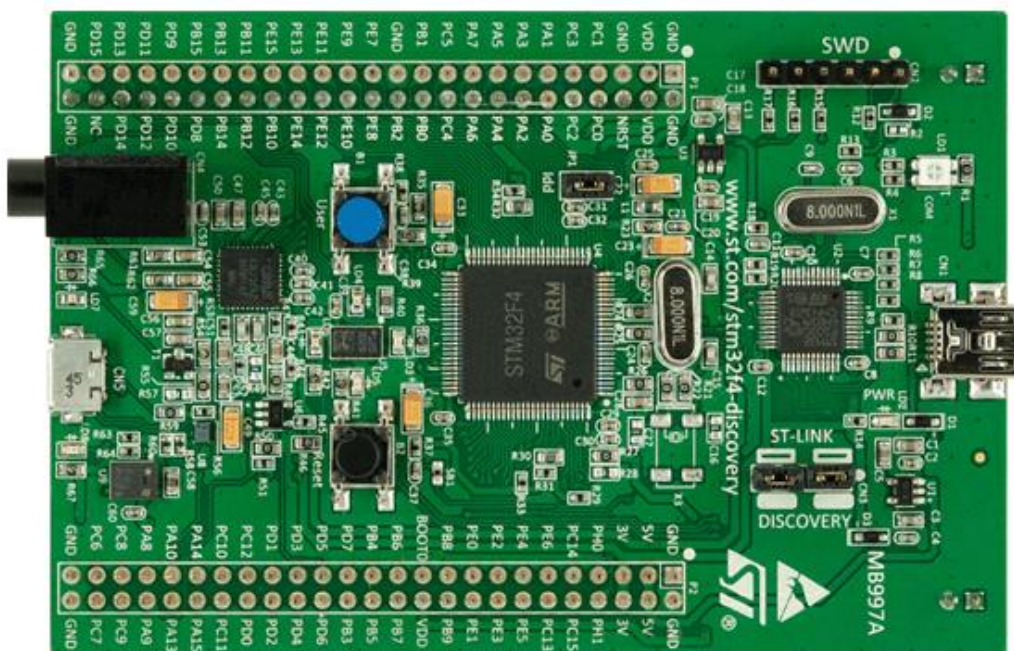
2. Opis sustava

Sustav za automatsko praćenje vlažnosti tla i zalijevanje biljaka sastoji se više komponenata. Sastoji se od mikrokontrolera STM32F4, dva senzora za vlagu tla FC-28, senzora za temperaturu i relativnu vlažnost zraka HTU21D, wi-fi modula ESP-8266, napajanja i podvodne pumpe.

Sve komponente sustava su detaljnije opisane u nastavku.

2.1. STM32F4-Discovery

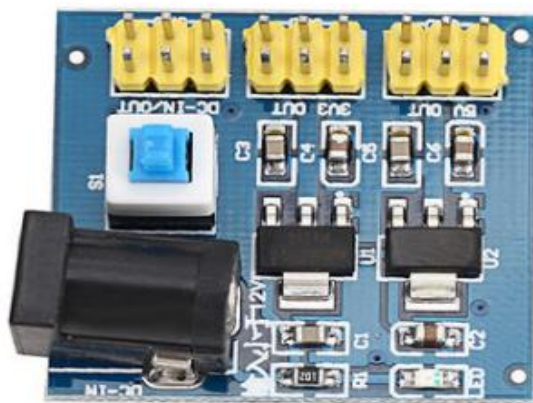
STM32F4DISCOVERY je razvojni sustav proizvođača ST Microelectronics koji se temelji na njihovom mikrokontroleru STM32F407VG. Taj mikrokontroler pripada porodici mikrokontrolera ARM Cortex M-4. Maksimalna frekvencija rada jezgre je 168MHz, ima 1MB flash memorije, 192kB RAM memorije, 15 komunikacijskih sučelja (3x I2C, 2x UART i 4x USART, 3x SPI, 2x CAN, SDIO sučelje), SWD i JTAG sučelje za *debugiranje*, *Real-Time clock* (RTC), brojače, 5V napajanje itd.



Slika 1 STM32F4-Discovery

2.2. Napajanje

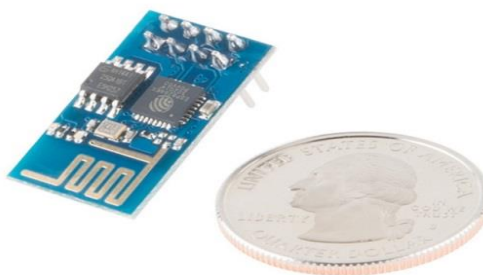
Napajanje sustava može biti baterijsko ili preko pretvarača s 220V. Različite komponente sustava zahtijevaju različite napone napajanja. STM32F4-discovery ima napajanje 5V, dok wi-fi modul ESP8266, senzor za temperaturu i relativnu vlažnost zraka HTU21D i senzori za vlagu tla FC-28 imaju 3.3V a podvodna pumpa ima 12V napajanje. Različite napone potrebne za rad sustava dobivamo preko DC-DC pretvarača napona.



Slika 2 DC-DC pretvarač napona

2.3. Wi-Fi modul ESP8266-01

ESP8266-01 je razvojni sustav koji se temelji na modulu ESP8266 tvrtke *Espressif Systems*. Modul je zamišljen kao jeftino, malo i brzo rješenje za sve projekte koji žele koristiti Wi-Fi komunikaciju odnosno 802.11b/g/n standard. Obzirom na to da se radi o modulu koji je zamišljen za upotrebu u sustavima koji nemaju mogućnost stalnog napajanja, sustav podržava rad u načinu niske potrošnje. Uz nisku potrošnju njegova najveća prednost je niska cijena.



Slika 3 ESP8266-01

2.4. Senzor temperature i relativne vlažnosti zraka

HTU21D

HTU21D je senzor temperature i relativne vlažnosti zraka u DFN 6-pinskom kućištu. Područje rada mu je od 40 do 125 Celzijevih stupnjeva. Napajanje je 3.3V. Može mjeriti od 0 do 100% RH te od -40 do 125 Celzijevih stupnjeva.

Formula za izračunavanje relativne vlažnosti zraka iz podataka dobivenih iz senzora glasi:

$$RH = -6 + 125 \times S / 2^{16}$$

Formula za izračunavanje temperature iz podataka dobivenih iz senzora glasi:

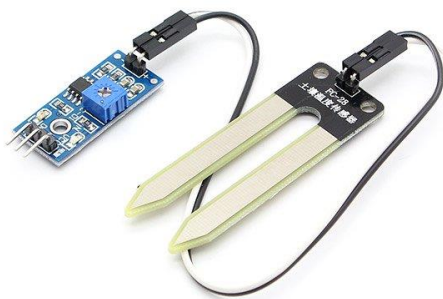
$$Temp = -46.85 + 175.72 \times S / 2^{16}$$



Slika 4 HTU21D

2.5. Senzor vlažnosti tla FC-28

Senzor detektira razinu vlažnosti tla. Radi na naponu od 3.3V. Potenciometrom mu je moguće namještati osjetljivost. Ima analogni i digitalni izlaz. Na digitalnom izlazu je vrijednost od 1 bita, koja predstavlja da li ima vlage ili nema, ovisno o granici koju postavimo potenciometrom. Analogni izlaz daje točnije vrijednosti preko različitih naponskih razina koje su ovisne o količini vlage.



Slika 5 Senzor vlažnosti tla FC-28

2.6. Pumpa za vodu AD20P

Pumpa za vodu radi na napajanju od 12V. Pokreće se preko PWM odnosno preko MOSFETA.

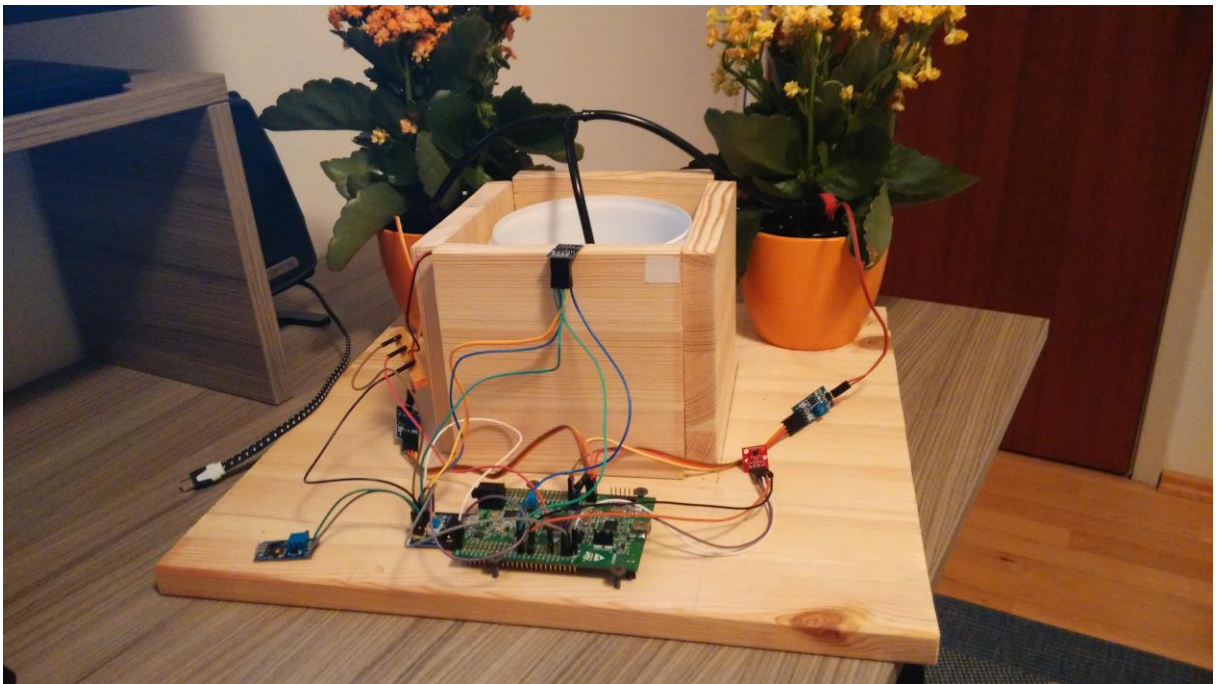


Slika 6 AD20P pumpa za vodu

3. Princip rad sustava

Nakon nabavljanja svih komponenti spajamo ih u sustav. STM32F4-Discovery spajamo na napajanje od 5V, te na njega preko I2C sučelja spajamo HTU21D, koji se napaja s 3.3V. Wi-Fi modul ESP8266 se također napaja s 3.3V, a njega preko UART sučelja spajamo na STM32F4-Discovery. Također i senzori vlažnosti tla FC-28 se napajaju s 3.3V te se s STM32F4-Discovery spajaju preko svojeg analognog izlaza na ADC mikrokontrolera. Pumpa je spojena na 12V preko MOSFETA drivera na čijem je *Gate-u* spojen PWM s STM32F4-Discovery mikrokontrolera.

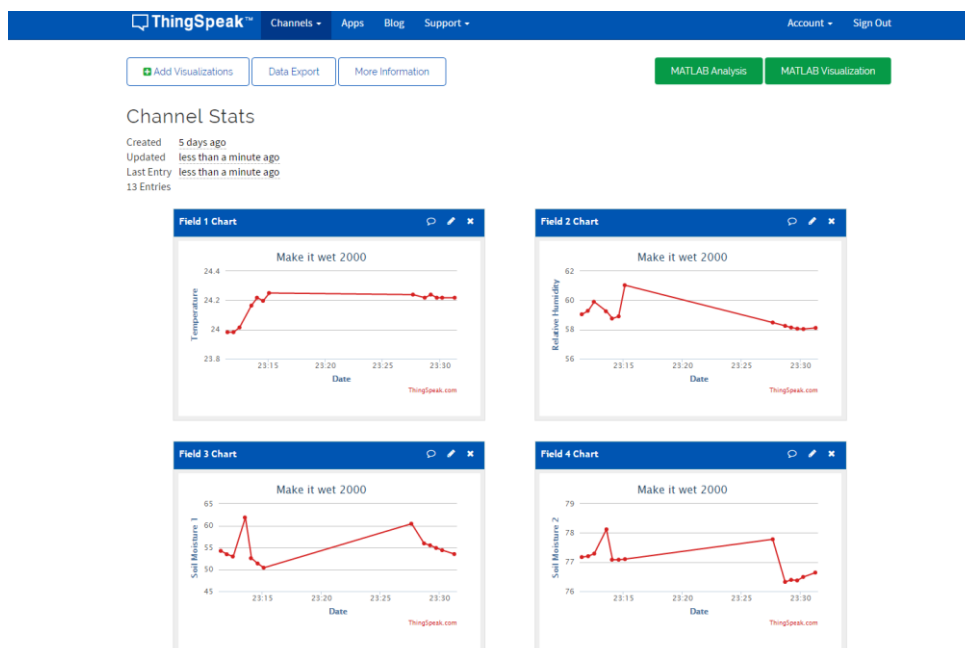
Sustav je zamišljen tako da STM32F4-Discovery skuplja sve podatke s senzora, obrađuje ih i šalje na web stranicu preko Wi-Fi modula.



Slika 7 Maketa sustava

3.1. Web stranica

Web stranica služi za prikazivanje rezultat prikupljenih s senzora.



Slika 8 Web prikaz

Također preko web stranice možemo i upravljati sustavom.

The screenshot shows the 'Commands' section of the ThingSpeak web interface. It includes a table of commands and a list of API endpoints for managing the channel.

Position	Command ID	Command string
1	1813687	PUMP_ON
2	1813702	PUMP_OFF

Example API Endpoints:

- Add a TalkBack Command:** POST `https://api.thingspeak.com/talkbacks/8875/commands.json` with `api_key=84TAR82MQV1GXEEU`
- Get a TalkBack Command:** GET `https://api.thingspeak.com/talkbacks/8875/commands/18.json?api_key=84TAR82MQV1GXEEU`
- Update a TalkBack Command:** PUT `https://api.thingspeak.com/talkbacks/8875/commands/18.json` with `api_key=84TAR82MQV1GXEEU`
- Execute the Next TalkBack Command:** POST `https://api.thingspeak.com/talkbacks/8875/commands/execute.json` with `api_key=84TAR82MQV1GXEEU`
- Update a Channel and Execute the Next TalkBack Command:** POST `https://api.thingspeak.com/update.json` with `field1=70`, `api_key=84TAR82MQV1GXEEU`, and `talkback_key=84TAR82MQV1GXEEU`
- Get the Last Executed Command:** GET `https://api.thingspeak.com/talkbacks/8875/commands/last.json?api_key=84TAR82MQV1GXEEU`
- Delete a TalkBack Command:** DELETE `https://api.thingspeak.com/talkbacks/8875/commands/18.json` with `api_key=84TAR82MQV1GXEEU`
- Delete All TalkBack Commands:** DELETE `https://api.thingspeak.com/talkbacks/8875/commands.json` with `api_key=84TAR82MQV1GXEEU`

Slika 9 Web upravljanje

3.2. Programski kodovi

U ovom poglavlju je pregled samo dijela kodova koji su napisani za potrebe ovog projekta. Ostali kodovi su većinom funkcije za inicijalizaciju i čitanje podataka s senzora.

3.2.1. Main.c

```
Int main()
{
    //inicijalizacija varijabli
    int i;
    volatile float SoilHumidity1;
    volatile float SoilHumidity2;
    volatile float Temperature;
    volatile float Humidity;

    //inicijalizacija sučelja
    SysTick_Config(SystemCoreClock/1000);
    USART1_init(9600);
    USART2_init(9600);
    LED_init();
    SendData(USART2,"USART1 inicijaliziran\r\n");
    htu21_init();
    TIM_init();
    ADC_init();

    while(1)
    {
        //prkupljanje podataka s senzora
        i = ADC1_Convert();
        SoilHumidity1 = ((1 - (float)i/4096)*100);
        SysTickDelayMs(1000);
        i = ADC2_Convert();
        SoilHumidity2 = ((1 - (float)i/4096)*100);
        Temperature = htu21_readTemperature();
        Humidity = htu21_readCompensatedHumidity();

        //slanje podataka na web stranicu
        web(Temperature,Humidity,SoilHumidity1,SoilHumidity2);
    }
}
```

3.2.2. Web.c

```
Void web(float Temperature, float Humidity, float SoilHumidity1, float
SoilHumidity2)
{
    printf("AT+RST\r\n");
    SystickDelayMs(2500);

    printf("AT+CWJAP=\"batman\", \"irobin12\"\r\n");
    SystickDelayMs(15000);

    printf("AT+CIPSTART=\"TCP\", \"184.106.153.149\", 80\r\n");
    SystickDelayMs(1000);

    printf("AT+CIPMODE=1\r\n");
    SystickDelayMs(1000);

    printf("AT+CIPSEND\r\n");
    SystickDelayMs(1000);

    printf("GET/update?key=C1OLFNCX85KNV7K7&field1=%f&field2=%f&field3=%.2f
&field4=%.2f\r\n", Temperature, Humidity, SoilHumidity1, SoilHumidity2);
    SystickDelayMs(3000);

    printf("AT+CIPSTART=\"TCP\", \"184.106.153.149\", 80\r\n");
    SystickDelayMs(1000);

    printf("AT+CIPMODE=1\r\n");
    SystickDelayMs(1000);

    printf("AT+CIPSEND\r\n");
    SystickDelayMs(1000);

    printf("GEThttps://api.thingspeak.com/talkbacks/8875/commands/
execute?api_key=84TAR02MQV1GXEEU\r\n");
    SystickDelayMs(3000);
}
```

4. Zaključak

Ovaj sustav je veoma jednostavan, jeftin ali i vrlo skalabilan. Sustav bi mogli koristiti poljoprivrednici i tako smanjiti potrošnju vode za navodnjavanje. Također ovaj sustav upravo zbog toga mogao pridonijeti rješavanju problema suše u svim dijelovima svijeta. Međutim razvoj ovog sustav nije gotov i dalje ima mjesta za poboljšanja.

5. Literatura

- [1] http://www.st.com/content/st_com/en/products/evaluation-tools/product-evaluation-tools/mcu-eval-tools/stm32-mcu-eval-tools/stm32-mcu-discovery-kits/stm32f4discovery.html
- [2] <http://www.fmf.uni-lj.si/~ponikvar/STM32f407.htm>
- [3] <https://thingspeak.com/>
- [4] <http://www.keil.com/>

6. Pojmovnik

Pojam	Kratko objašnjenje	Više informacija potražite na
PWM	Engl. <i>Pulse width modulation</i> Generiranje pravokutnog signala na izvodima mikrokontrolera.	https://en.wikipedia.org/wiki/Pulse-width_modulation
GPIO	Engl. <i>General purpose input output</i> Izvodi mikrokontrolera koji mogu biti ulazni i izlazni.	http://en.wikipedia.org/wiki/Generalpurpose_input/output
STM32F4	Mikrokontroler ARM porodice	https://en.wikipedia.org/wiki/STM32#Discovery_boards
HTU21D	Senzor za temperaturu i relativnu vlažnost tla.	https://cdn-shop.adafruit.com/datasheets/1899_HTU21D.pdf
ESP8266	Wi-fi modul.	https://en.wikipedia.org/wiki/ESP8266
ADC	Engl. <i>Analog-to-digital converter</i>	https://en.wikipedia.org/wiki/Analog-to-digital_converter
I2C	Engl. <i>Inter-integrated circuit</i>	https://en.wikipedia.org/wiki/I%C2%B2C
UART	Engl. <i>Universal asynchronous receiver/transmitter</i>	https://en.wikipedia.org/wiki/Universal_asynchronous_receiver/transmitter