



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

SUSTAV ZA PRAĆENJE TEMPERATURE VODE



- Δ Svima zainteresiranima
- Δ Elektronika, Programiranje
- Δ Programiranje ESP8266 i spajanje komponenti
- Δ Upute za povezivanje sustava

Sažetak

Sustav za praćenje temperature vode je dio projekta „pametna kuća“. Sustav omogućava uvid i upravljanje temperaturom neovisno o tome gdje se nalazimo. Uvid se ostvaruje na licu mjesta preko OLED zaslona ili preko Web-a, kada se nalazimo na nekoj drugoj lokaciji, gdje imamo pristup Internetu. Preko Web-a imamo mogućnost odabira načina rada grijača. Prednosti su brzo i pouzdano kontroliranje temperature, a nedostatak potreba za Internetom. Koristi mogu imati stanari „pametne kuće“ koji imaju bazen, ali i svi oni koji bilo zbog potrebe ili ugone žele održavati temperaturu vode iznad određene vrijednosti.

Sadržaj

1. UVOD.....	3
2. OPIS SUSTAVA.....	4
2.1. Shema sustava.....	4
3. ESP8266.....	5
4. KOMPONENTE SUSTAVA.....	6
4.1. Temperaturni senzor.....	6
4.2. Grijač upravljani relejem.....	6
4.3. Piezo zujalica.....	7
5. OČITANJE TEMPERATURE VODE.....	8
5.1. OLED.....	8
5.1.1. Programska realizacija.....	8
5.2. Web server.....	9
5.2.1. Programska realizacija.....	9
6. REALIZACIJA CIJELOG SUSTAVA.....	11
7. ZAKLJUČAK.....	13
8. LITERATURA.....	14
9. POJMOVNIK.....	15

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

Sustav za praćenje temperature vode dio je projekta „pametna kuća“. Cilj projekta je automatizirati prostor u kojem živimo te omogućiti ukućanima kontrolu nad kućom, bilo da se nalaze u njoj ili izvan nje.

Nadzor nad temperaturom vode preko Web servera omogućava nam kontroliranje temperature vode neovisno o tome gdje se nalazimo. Posebno je korisno za ukućane koji imaju bazen u sklopu kuće, jer na taj način mogu upravljati grijačem vode s bilo kojeg mjesta gdje imaju pristup Internetu. Na taj način uvijek mogu biti sigurni da je grijač isključen kada nije potreban njegov rad ili ga mogu uključiti kako bi temperatura vode postigla željenu vrijednost dok se oni vrata doma.

Druga mogućnost sustava za praćenje temperature vode je očitavanje temperature direktno sa OLED zaslona. To je posebno korisno za roditelje kako bi imali uvid u trenutnu temperaturu i kako bi znali da se ona neće spustiti ispod određene vrijednosti prilikom kupanja male djece, jer nakon što dulje vrijeme provodimo držeći ruke u vodi izgubimo osjećaj za njezinu toplinu. Sustav se može koristiti i pri različitim kemijskim pokusima u laboratorijima ili pak za zagrijavanje čaja i drugih napitka.

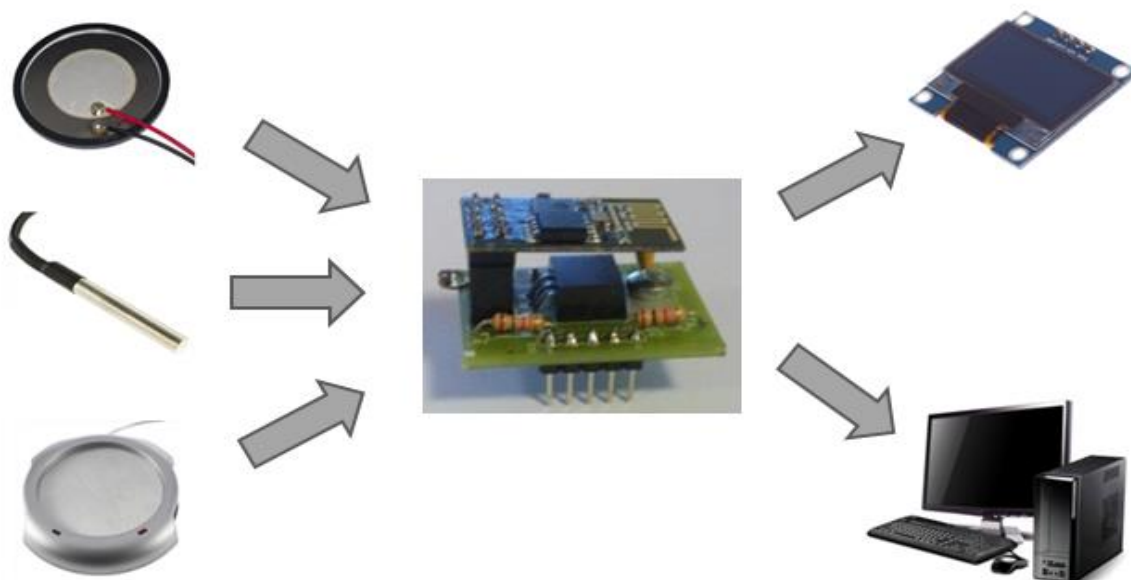
Jezgra sustava za praćenje temperature vode je WiFi modul ESP8266 koji sadrži antenu, procesor, RAM i flash memoriju te nam omogućava da ga koristimo kao ugradbenu razvojnu platformu. Velika prednost su njegova veličina (vrlo malen) i znatno niža cijena od Arduina. Modul postaje sve popularniji te se koristi za projekte IoT.

2. Opis sustava

Sustav pruža praćenje temperature vode preko Web-a i preko OLED zaslona. Ovisno o odabranom načinu rada, uključuje grijač kada temperatura vode padne ispod određene vrijednosti (automatski način rada) ili korisnik neovisno o trenutnoj temperaturi vode upravlja grijačem (ručni način rada).

Sustav se sastoji od temperaturnog senzora otpornog na vodu, grijača, piezo zujalice i OLED zaslona koji putem I2C sabirnice komuniciraju sa ESP8266 modulom. Za napajanje i programiranje mikrokontrolera koristi se USB UART, a kako ESP8266 radi na isključivo 3.3 V za spajanje s ostalim komponentama korištena je nosiva pločica (ESP8266 adapter) koja sadrži regulator i prilagodbu naponskih razina na TXD i RXD linijama.

2.1. Shema sustava

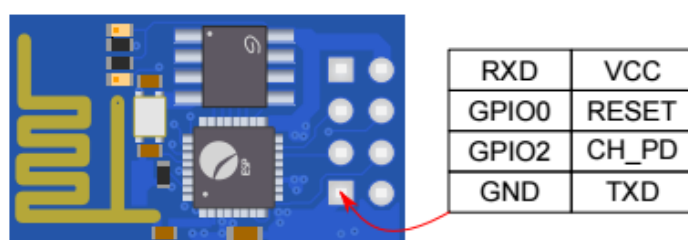


Slika 1: Grafički opis sustava

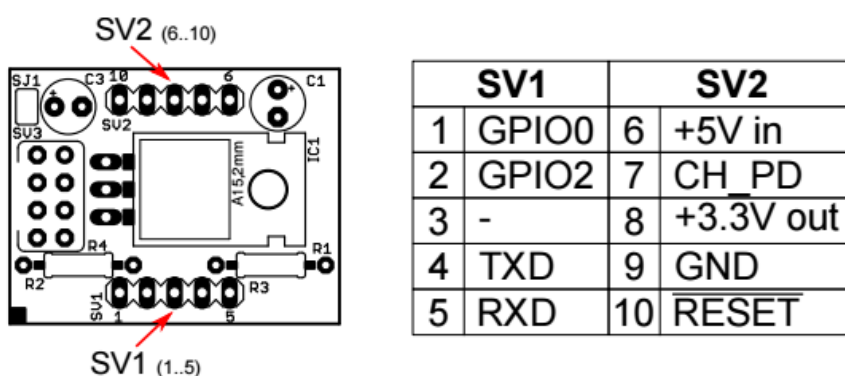
3. ESP8266

Modul ESP8266 čini WiFi čip s ugrađenim mikrokontrolerom. Postoji nekoliko različitih izvedbi modula, a korišten je modul ESP-01 koji ima samo dva dostupna GPIO pina (GPIO0 i GPIO2). Budući da ESP-01 radi s isključivo 3.3 V potrebno je koristiti regulator i provesti prilagodbu naponskih razina za RXD i TXD što je izvedeno korištenjem ESP8266 adaptera. Mikrokontroler je sa ostalim komponentama korištenim u sustavu također povezan preko adaptera. Zahvaljujući pin headerima SV1 i SV2 adapter možemo utaknuti u eksperimentalnu pločicu.

Budući da Arduino za ESP8266 podržava skoro sve kao i za originalni Arduino, koristi se isto razvojno okruženje Arduino IDE. ESP8266 adapter može biti dodatak Arduino ili može raditi bez Arduino, kao što je primjer u ovom projektu.



Slika 2: Modul ESP-01



Slika 3: ESP8266 adapter s prikazom pinova

4. Komponente sustava

4.1. Temperaturni senzor

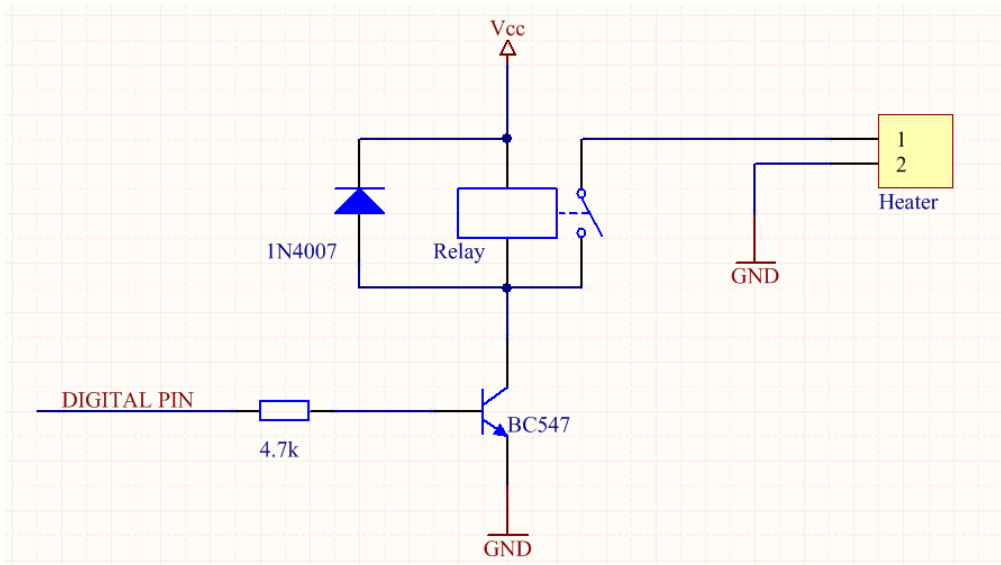
Korišten je vodootporni DS18B20 senzor temperature. Za komunikaciju s mikrokontrolerom koristi samo jednu žicu (*Data*) koju spajamo na GPIO2. Kako bi ograničili struju koju senzor vuče kada je linija u visokoj razini, spajamo u seriju otpornik od 4.7 k Ω . Podržava napon od 3.3 V – 5 V. Može mjeriti temperature u rasponu od -55 °C do +125 °C u rasponu točnosti od ± 5 °C kada se mjeri temperatura u rasponu od -10 °C do +80 °C.



Slika 4: Temperaturni senzor DS18B20

4.2. Grijač upravlján relejem

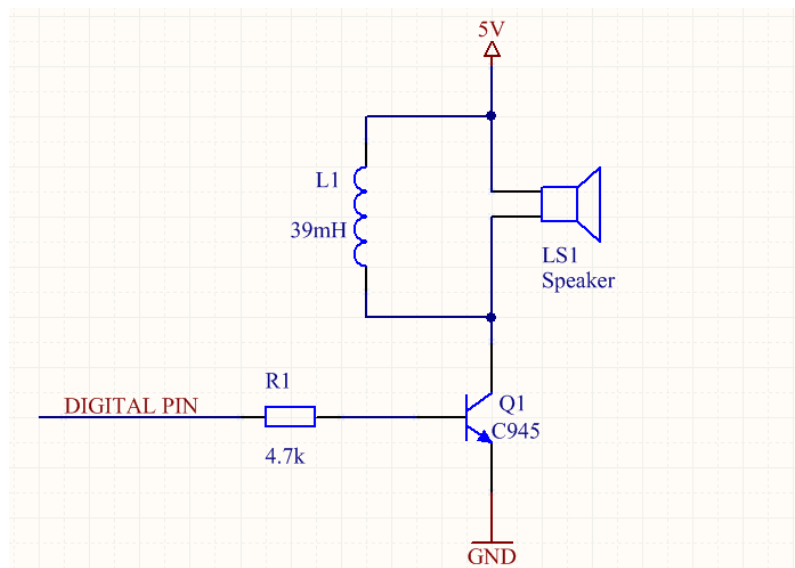
Korišten je USB grijač snage 2 W. Grijačem upravlja relej. Radni napon releja je 5 V. Relej je također trošilo, čiji su radni napon i struja veći od onih koju daju digitalni sklopovi, te njegov pogon koristimo tranzistor. Budući da zavojnica pri naglim promjenama struje može stvarati naponske šiljke velike amplitude (posebno kod isključivanja releja), važno je spojiti poluvodičku diodu paralelno zavojnici.



Slika 5: Shema spajanja releja

4.3. Piezo zujalica

Za zvučno upozorenje u slučaju automatskog načina rada korištena je piezo zujalica. Piezo zujalica je elektronički uređaj koji se koristi za proizvodnju zvuka i vibracija. Kada je izložena promjenjivom električnom polju, steže se i rasteže u skladu s frekvencijom signala te tako proizvodi zvuk. Kako bi dobili što jači zvučnik paralelno joj spajamo zavojnicu.



Slika 6: Način spajanja piezo zujalice

5. Očitavanje temperature vode

Trenutnu temperaturu i stanje grijača možemo očitati preko OLED zaslona ili putem Web-a.

5.1. OLED

Organska svjetlosna dioda OLED (engl. *organic light-emitting diode*) je svjetlosna dioda koja koristi fizički fenomen elektroluminiscencije za prikaz slike. OLED zasloni imaju organski poluvodički materijal koji je u stanju stvoriti efekt elektroluminiscencije kad ga se pozicionira između katode i anode. Važna prednost ove metode je da svakom pikselu može dati zasebni i individualni upravljiv OLED izvor svjetlosti. Imamo mogućnost beskonačnog omjera kontrasta što je suprotno od LCD tehnologije, gdje uvijek dolazi do probijanja pozadinskog osvjetljenja kroz tekući kristal.



Slika 7: Prikaz na OLED zaslonu

5.1.1. Programska realizacija

```
// ispis na OLED
void printStatusToOLED() {
    char result[17];
    float temp=sensors.getTempC(tempDeviceAddress);
    sprintf(result, "%d.%d C", (int)temp, ((int)(temp*10))%10);

    clear_display();

    sendStrXY("Temperatura:" ,0,0);
    sendStrXY(result,2,0);

    heaterStatusForDisplay().toCharArray(result, 17);
}
```



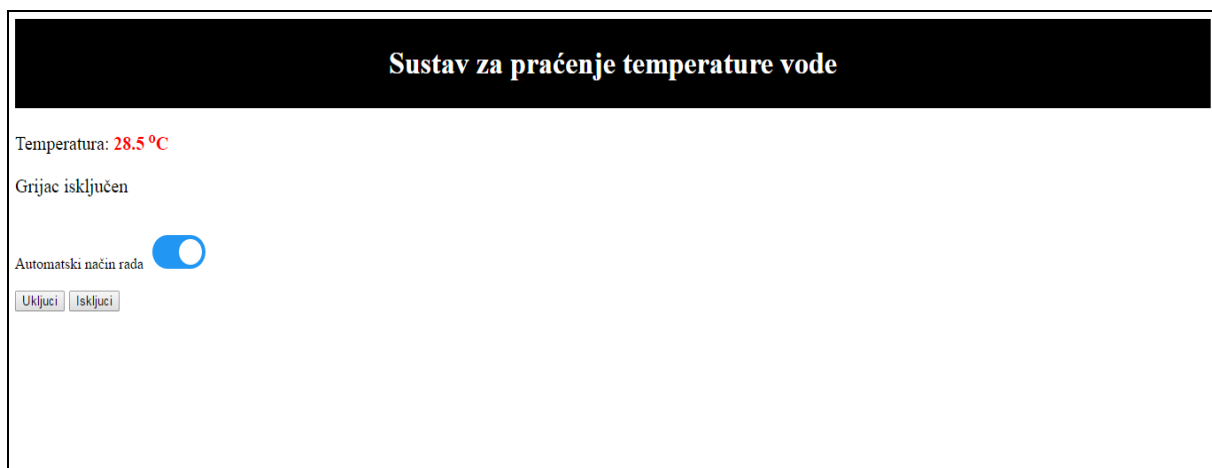
```

    sendStrXY(result ,4,0);
    sendStrXY("IP adresa:" ,6,0);
    sprintf(result, "%d.%d.%d.%d", WiFi.localIP()[0], WiFi.localIP()[1],
WiFi.localIP()[2], WiFi.localIP()[3]);
    sendStrXY(result,8,0);
}

```

5.2. Web server

Web server podiže se WiFi modulom. Za podizanje servera potrebno je uključiti biblioteke za Web server i komunikaciju preko WiFi-ja. Za izradu Web stranice korišten je prezentacijski jezik HTML (engl. *HyperText Markup Language*). Za opis prezentacije dokumenta korišten je stilski jezik CSS (engl. *Cascading Style Sheets*). CSS-om je uređen sam izgled i raspored stranice. Server ima dodijeljenu IP adresu. Dodijeljena IP adresa može se pročitati preko OLED displaya.



Slika 8: Prikaz stranice

5.2.1. Programska realizacija

```

// HTML kod za prikaz stranice
String HTMLResponse() {
    String response = "<html>"
    "<head>"
    "<meta http-equiv=\"refresh\" content=\"20\">"
    "<link rel=\"stylesheet\" href=\"styles.css\">"
    "<meta charset=\"UTF-8\">"
    "<script
src=\"https://ajax.googleapis.com/ajax/libs/jquery/1.12.2/jquery.min.js\">
</script>"
    "</head>"
    "<body>"
    "<header>"
    "<h1>Sustav za praćenje temperature vode</h1>"
    "</header>"
    "<vel>"
    "<p>\"Temperatura: "

```

```

"<boja><b>" + heaterStatusHTML() + "<sup> o</sup>""C" "</b></boja></p>"
"<p id=\"status\">"
+ heaterStatusForDisplay() +
"</p>"
"</vel>"
"<br>"
"<div>Automatski      način      rada      <razmak_lijevano>      </razmak_lijevano>
<razmak_lijevano> </razmak_lijevano> <label class=\"switch\">"
"<input type=\"checkbox\" class=\"mode\" "+modeDescription()+">"
"<div class=\"slider round\"></div>"
"</label></div>"
"<br>"
"<button      type=\"button\"      onclick=\"setHeaterStatus('on')\">Ukljuci
</button>" "<razmak_lijevano>"
"</razmak_lijevano>"<button
type=\"button\"
onclick=\"setHeaterStatus('off')\">Iskljuci</button>"

"<script>"
// postavi status grijaca i šalji serveru novi status
"  function setHeaterStatus(newStatus) {"
"    var xhttp = new XMLHttpRequest();"
"    xhttp.onreadystatechange = function() {"
"      if (xhttp.readyState == 4 && xhttp.status == 200) {"

// ispis poruke o stanju grijača na klijentu
"        document.getElementById(\"status\").innerHTML =
xhttp.responseText;"
"      }"
"    };"
"    xhttp.open(\"GET\", \"heater?status=\"+newStatus, true);"
"    xhttp.send();"
"  }"

// postavi mod ovisno o switchu
"  $(\".mode\").change(function() {"
"    if(this.checked) {"
"      changeMode(\"automatic\");"
"    } else {"
"      changeMode(\"manual\");"
"    }"
"  });"

// pošalji serveru promijenjen mod
"  function changeMode(newMode) {"
"    var xhttp = new XMLHttpRequest();"
"    xhttp.onreadystatechange = function() {"
"      if (xhttp.readyState == 4 && xhttp.status == 200) {"

// ispis poruke o postavljenom modu na klijentu
"        document.getElementById(\"status\").innerHTML =
xhttp.responseText;"
"      }"
"    };"
"    xhttp.open(\"GET\", \"changeMode?newmode=\"+newMode, true);"
"    xhttp.send();"
"  }"
"</script>"
"</body>"
"</html>";

return response;
}

```

6. Realizacija cijelog sustava

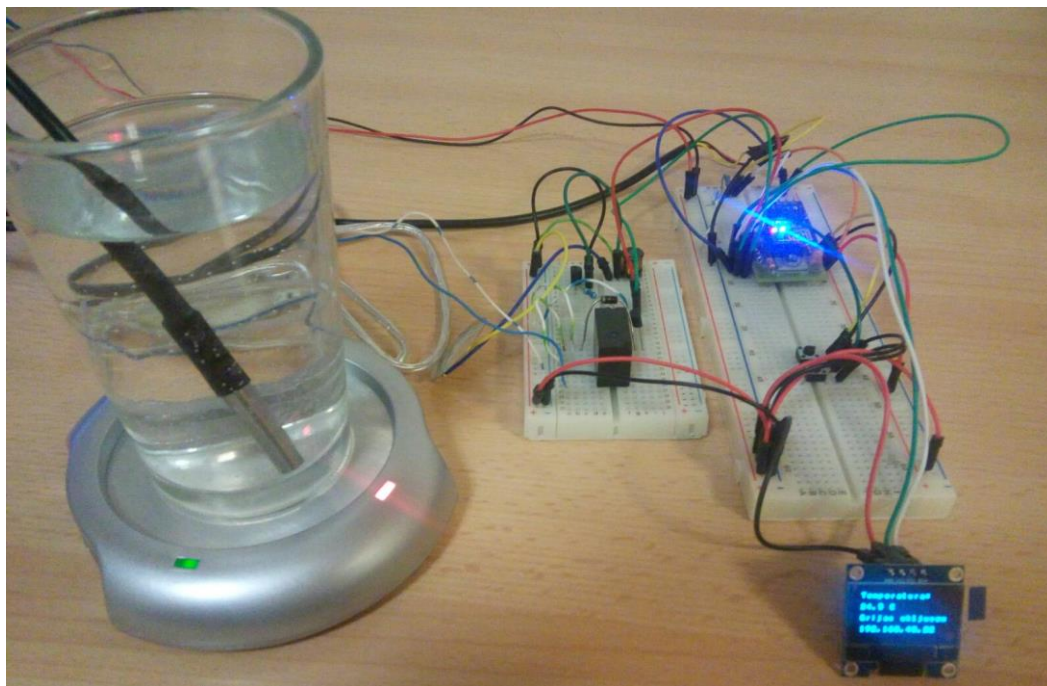
Za realizaciju sustava potrebno je nabaviti potrebne komponente i instalirati razvojno okruženje za pisanje koda za Arduino programe, Arduino IDE. Nakon nabavke potrebnih komponenti spajamo sustav. Prvo je potrebno spojiti modul ESP-01 na ESP8266 adapter na zato predviđeno mjesto na pločici (SV3). Adapter ima izvučene pinove kako bi ga mogli spojiti na eksperimentalnu pločicu te tako olakšati način spajanja ostalih komponenti. Pri programiranju koristimo USB UART. Potrebno je spojiti RX UART-a na TX adaptera i obratno TX UART-a na RX adaptera. Prije prenošenja programa modul je potrebno postaviti u mod za programiranje. To radimo pomoću tipki RESET i PROGRAM. Tipku RESET spajamo na pin 10 na adapteru, dok tipku PROGRAM spajamo na pin 1 (GPIO0) adaptera.

Koraci za programiranje ESP-01:

- 1) Pritisnuti tipku RESET
- 2) Dok držimo pritisnutu tipku RESET, pritisnuti i tipku PROGRAM
- 3) Pustiti tipku RESET
- 4) Pustiti tipku PROGRAM
- 5) U razvojnom okruženju Arduino IDE pokrenuti „Upload“

Nakon prenošenja programa, RX i TX odspajamo sa UART-a kako bi te pinove iskoristili za dodatna dva GPIO pina, budući da ESP-01 ima samo dva slobodna pina. Pri spajanju OLED-a, SCL spajamo na pin 1 (GPIO0), a SDA na pin 2 (GPIO2). Temperaturni senzor spajamo također na GPIO2, dok pin broj 3 (not connect) ostaje slobodan. Pin 4 (TX) nakon prenošenja koda i odspajanja sa USB UART-a ćemo iskoristiti kao pin za upravljanje zujalicom, a pin 5 (RX) za upravljanje grijačem.

Kada smo preneli program i spojili sve potrebne komponente sustav je spreman za korištenje. Na OLED zaslonu prikazuje se trenutna temperatura, stanje grijača te IP adresa koja je dodijeljena serveru. Preko stranice na Web-u možemo očitati trenutnu temperaturu vode i postaviti način rada sustava.



Slika 9: Prikaz sustava

7. Zaključak

Sustav je ostvaren WiFi modulom ESP-01 s ugrađenim mikrokontrolerom. Sustav nam omogućava praćenje i održavanje temperature vode iznad postavljene vrijednosti preko OLED zaslona i Web-a. Omogućuje nam brzu i jednostavnu kontrolu temperature vode neovisno o tome gdje se nalazimo. Potreban je pristup Internetu, koji je danas postao dostupan na gotovo svakom mjestu, a i dalje je u porastu.

Koristi će imati stanari kuće koji žele pratiti, upravljati temperaturom vode ili je održavati iznad određene vrijednosti neovisno o tome gdje se nalazili.

Sljedeći koraci koji bi se mogli razviti su mjerenje vremena koliko dugo je grijač uključen, povezivanje s drugim podsustavima „pametne kuće“ i praćenje ostalih parametara poput temperature zraka, detekciju plinova...

8. Literatura

- [1] <http://www.nfriedly.com/techblog/2015/07/build-a-diy-esp8266ex-esp-01-dev-test-programming-board/>
- [2] <http://www.w3schools.com/html/>
- [3] <https://github.com/adafruit/ESP8266-Arduino>
- [4] <http://playground.arduino.cc/Learning/OneWire>
- [5] <http://www.tweaking4all.com/hardware/arduino/arduino-ds18b20-temperature-sensor/>
- [6] http://www.w3schools.com/howto/howto_css_switch.asp
- [7] http://www.avmax.hr/oled-tehnologija-ukratko~tekst_53.html
- [8] https://hr.wikipedia.org/wiki/OLED_televizori

9. Pojmovnik

Pojam	Kratko objašnjenje	Više informacija potražite na
WiFi modul ESP8266	SoC s integriranim TCP/IP protokolom	https://www.sparkfun.com/products/13678
I2C	I2C sadrži dvije linije signala SCL koja se koristi za prijenos taktnog signala i SDA za prijenos podataka.	https://en.wikipedia.org/wiki/I%C2%B2C
Temperaturni senzor DS18B20	Vodootporni senzor za mjerenje temperature vode	https://e-radionica.com/hr/vodootporni-ds18b20-senzor-temperature.html
Bipolarni tranzistor BC547	Visokoomski NPN tranzistor	http://pdf.datasheetcatalog.com/datasheet/fairchild/BC547C.pdf
JQ relej	Relej je vrsta prekidača čije je stanje (uključeno ili isključeno) upravljano električnim nabojem	https://drive.google.com/drive/folders/0BwYaVckk1INyR1pmanZZMmE1eEE
Bipolarni tranzistor C945	Visokoomski NPN tranzistor	http://pdf1.alldatasheet.com/datasheet-pdf/view/5971/NEC/2SC945.html
Eksperimentalna pločica	Sredstvo kojim se mehanički i električki povezuju elektroničke komponente	https://en.wikipedia.org/wiki/Breadboard
Web server	Računalo na kojem se nalaze Web stranice	https://hr.wikipedia.org/wiki/Web_server