



Universitatea Politehnică Timișoara
Facultatea de Automatică și Calculatoare
Departamentul Calculatoare și
Tehnologia Informației



TERMOSTAT INTELIGENT, CONTROLAT PRINTR-O APLICAȚIE WEB

Proiect de Diplomă

Autor:
Vitomir Dragan

Conducător științific
Prof. Dr. Habil. Ing. Marius Marcu

Timișoara
Iunie, 2021

Cuprins

1	Introducere	3
1.1	Internet of things	3
1.2	Contextul de realizare	5
2	Prezentarea sistemelor similare	6
2.1	Torelectric	6
2.2	Honeywell	7
2.3	Nest	8
2.4	Ecobee	8
2.5	Abordare comparativă a sistemelor prezentate	9
2.6	Comparație cu sistemul prezentat în această lucrare	10
3	Fundamente teoretice	11
3.1	Python	11
3.2	Flask	11
3.3	C++	12
3.4	Arduino IDE	12
3.5	Componente utilizate	13
3.5.1	ESP8266	13
3.5.2	Placă de bază pentru NodeMCU	13
3.5.3	Arduino Uno	13
3.5.4	LCD 1602	13
3.5.5	Senzor DHT11	14
3.5.6	Modul radio frecvență	14
3.5.7	Releu	14
3.5.8	Electrovalvă	15
3.5.9	Pompă de apă	15
3.5.10	Push buton	15
3.5.11	Condensator	15
3.5.12	Rezistență	15
3.5.13	Invertor Schmitt-Trigger	15

3.5.14	Diodă	15
3.6	Filtrarea semnalelor	16
3.7	Histereza	17
4	Dezvoltarea soluției	19
4.1	Specificarea cerințelor	19
4.2	Arhitectura sistemului	20
4.2.1	Modulul senzor	21
4.2.2	Modulul de control	23

Capitolul 1

Introducere

1.1 Internet of things

Nivelul de evoluție la care a ajuns tehnologia în zilele noastre, dă naștere dorinței de a spori confortul vieții cotidiene prin creșterea gradului de interconectare al dispozitivelor inteligente.

Scopul primordial al conceptului de Internet Of Things este de a face posibilă comunicarea între obiectele care prezintă utilitate în viața cotidiană. Acesta reprezintă o rețea vastă de dispozitive interconectate care sunt capabile să ia decizii fără intervenție din exterior. Prin intermediul senzorilor sunt preluate diverse date din mediul înconjurător, date care, în urma prelucrărilor, determină execuția anumitor acțiuni.

Contrar așteptărilor, ideea de Internet of Things nu a apărut recent. Primul dispozitiv care implementa conceptul de IoT a fost lansat în anul 1982, fiind reprezentat de un tonomat de Coca-Cola care putea să trimită informații pe internet referitoare la numărul de doze disponibile și temperatura băuturilor [1]. În anul 1990, invenția lui John Romkey, toaster-ul controlat prin internet [2], stârnește tot mai mult interesul asupra ideii de control de la distanță al dispozitivelor. În decursul anilor tot mai multe firme producătoare de electronice au încercat să ofere clienților produse care pot transfera date prin intermediul internetului. De exemplu, în anii 2000, firma LG a produs un frigider care se putea conecta la internet prin WiFi [2].

Chiar dacă dispozitivele care au marcat debutul IoT nu oferă funcționalități mult prea utile, în ultimii ani s-a dovedit că ideea de control de la distanță poate fi folositoare chiar și în domenii cheie. Astfel, medicina, armata, transporturile și imobiliarele sunt doar câteva exemple de domenii care au fost influențate de acest concept.

Medicină - se urmărește implementarea conceptului de monitorizare de la distanță, prin intermediul unor aparate care au rolul de a înregistra date legate de starea de sănătate a pacientului și de a le trimite într-o bază de date accesibilă de către personalul medical [3].

Armata - prezintă dispozitive de spionaj și de supraveghere de ultimă generație, toate acestea fiind posibile datorită ideii de Internet of Things [4].

Industria transporturilor - în acest domeniu, IoT poate fi ilustrat prin transferul de date între un autovehicul și infrastructură, pietoni sau un alt autovehicul. Acest concept poartă denumirea de V2X, iar beneficiul major pe care îl poate aduce este reducerea considerabilă a numărului de accidente [5].

Imobiliare - în zilele noastre, se întâlnește din ce în ce mai des ideea de casă inteligentă. Aceasta se rezumă la faptul că, dispozitivele inteligente din casă comunică atât între ele cât și cu electrocasnicele, reușind să creeze un mediu cât mai confortabil pentru locuitori.

Faptul că domeniul IoT prezintă o utilitate care nu poate fi neglijată, explică creșterea exponențială a numărului de dispozitive interconectate. Conform unei statistici publicate de către Arne Holst, conducătorul echipei de cercetare din cadrul companiei Statista, se aproximează ca în 2030 să se ajungă la un număr mai mare de 25.4 miliarde de dispozitive IoT [6].

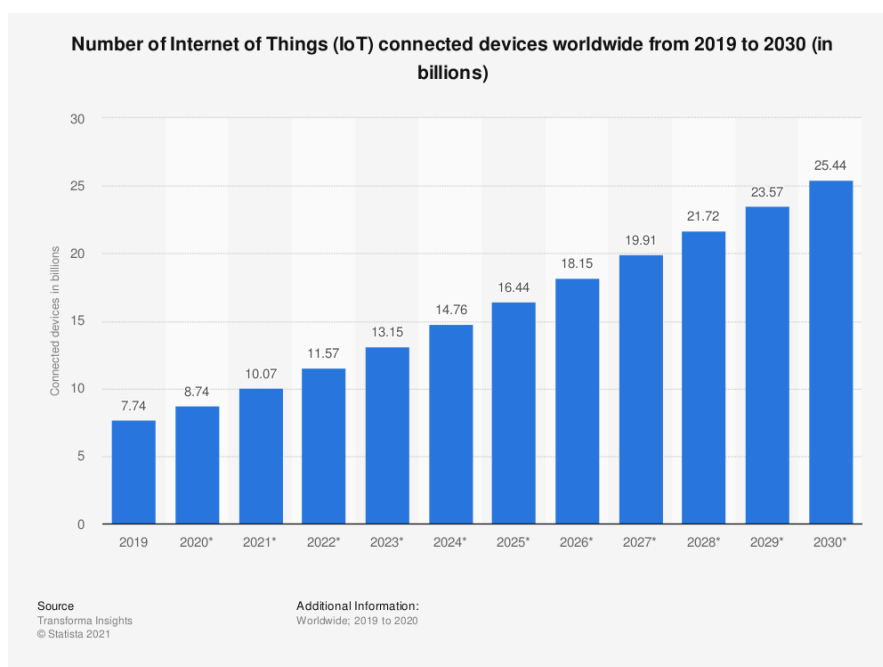


Figura 1.1: Evoluția numărului de dispozitive IoT
[<https://www.statista.com/statistics/1183457/iot-connected-devices-worldwide/>]

1.2 Contextul de realizare

Doresc ca prin intermediul proiectului să prezint beneficiile pe care automatizarea și conceptul de IoT le pot aduce. Sistemul creat abordează una dintre problemele care pot interveni la nivelul unei locuințe și se folosește de transferul de date la distanță, între diverse componente electronice, pentru a soluționa disconfortul termic.

Problema pe care încerc să o rezolv, prin intermediul proiectului, am sesizat-o la apartamentul în care locuiesc. Acesta prezintă două camere de dimensiuni diferite, iar iarna ne confruntăm cu un disconfort termic cauzat de diferențele de temperatură între cele două camere. Termostatul este montat în camera mare, fapt ce determină ca temperatura din camera mică să fie mai mare decât cea setată. Nici mutarea termostatului în camera mică nu reprezintă o soluție, din cauză că timpul necesar încălzirii camerei mari este mai mare decât cel pentru camera mică, ajungându-se ca în camera mare să fie tot timpul mai rece. Prin urmare, această inconveniență m-a motivat să creez un sistem care să reușească să mențină o temperatură constantă în apartament.

La nivel non-tehnic, soluția constă în montarea în fiecare cameră a unor module ce monitorizează temperatura, iar în funcție de aceasta, comandă atât electrovalvele montate pe returul caloriferelor, cât și centrala. Rolul electrovalvei este de a închide sau deschide circuitul de apă din calorifer. De asemenea, este necesar ca lângă centrala termică să se monteze un modul care are rolul de a porni sau de a opri centrala în funcție de comanda primită de la modulele montate în camere. Acest modul se conectează la centrală prin intermediul unor fire, iar transferul de date între modulele din camere și modulul de control al centralei se face prin radio frecvență. Pot fi setate temperaturi diferite pentru fiecare cameră în parte. Setarea se poate face fizic, prin intermediul unor butoane, sau de la distanță, prin intermediul unei aplicații web sau prin comenzi vocale interpretate de Google Assistant. Sistemul prezintă două moduri de funcționare. Primul mod constă în menținerea temperaturii setate, fără a ține cont de oră sau de faptul că ziua curentă este lucrătoare sau nu. Cel de-al doilea mod, oferă posibilitatea utilizatorului de a seta, prin intermediul aplicației web, temperaturi diferite pe anumite intervale orare ale zilei. Sistemul permite setarea a patru intervale orare în timpul zilelor lucrătoare ale săptămânii, iar pentru weekend pot fi setate două intervale.

Capitolul 2

Prezentarea sistemelor similare

În momentul de față, acest subdomeniu se află la un nivel mare de răspândire. Există o serie de producători care comercializează sisteme ce permit controlul la distanță al temperaturii, însă au o deficiență majoră, și anume, prețul ridicat. Voi prezenta mai multe astfel de sisteme, împreună cu detaliile tehnice ale acestora.

2.1 Torelectric

Termostatul produs de firma Torelectric oferă mai multe modalități de reglare a temperaturii [7]:

- Prin aplicație mobilă
- Fizic, utilizând interfața termostatlui
- Prin comenzi vocale, utilizând Google Home și Alexa



Ca și caracteristici principale se pot remarca [7]:

- Conectivitate: Wi-Fi

- Tip alimentare: La retea
- Precizie: ± 2 °C sau ± 1 °C
- Setare temperatură între: 5 - 35 °C
- Temperatură ambientală: 0 - 45 °C

2.2 Honeywell



Termostatul produs de Honeywell se diferențiază față de cel produs de Torelectric prin prezența unor funcționalități inovatoare. Printre particularitățile acestui dispozitiv se remarcă [8]:

- Adaptarea temperaturii în funcție de prezența sau absența unor persoane în locuință
- Programarea temperaturilor pentru șapte zile
- Controlul de la distanță, oferit de aplicația mobilă
- Setarea temperaturii prin comenzi vocale

Comparativ cu primul sistem prezentat, cel de la Honeywell se deosebește prin tehnologia Geofencing. Acesta știe când imobilul nu este locuit, iar ca urmare, va dezactiva încălzirea. De asemenea, este capabil să detecteze momentul în care locuitorii sunt în apropierea casei, reușind să încălzească până la temperatura setată [8]. Un alt avantaj adus de cei de la Honeywell este posibilitatea de a seta temperatura pe decursul a șapte zile, fapt ce asigură un confort sporit, prin adaptarea temperaturii în funcție de diverse intervale orare [8].

Caracteristicile tehnice ale acestuia sunt [8]:

- Destinat: centrale termice
- Suprafața de montare: masă
- Tip alimentare: la rețea
- Conectivitate: Wi-Fi

În continuare, voi prezenta două sisteme care reprezintă apogeul evoluției în acest domeniu. Acestea sunt produse de firme cunoscute precum: Google și Ecobee.

2.3 Nest

Este un termostat inteligent produs de cei de la Google. Acesta oferă funcționalități avansate pentru un management, cât mai eficient, al temperaturii din imobil.

Spre deosebire de sistemele prezentate anterior, termostatele produse de Google Nest integrează tehnologii revoluționare pentru a obține un randament cât mai mare.

Principalele particularități ale acestuia sunt [9]:

- Capacitatea de a se programa automat, în funcție de rutina locuitorilor
- Menține temperatura setată doar dacă există persoane în imobil, altfel trece automat la o temperatură ce asigură un consum cât mai mic de energie
- Control de la distanță de pe laptop, tabletă și telefon
- Salvarea unui istoric al consumului de energie
- Tehnologie Geofencing
- Se pot adăuga senzori pentru mai multe zone

Date tehnice [9]:

- Sursă de energie: baterii
- Tensiune de funcționare: 24 volți
- Afișaj digital
- Conectivitate: WiFi



2.4 Ecobee

Termostatul produs de firma Ecobee concurează cu Google Nest. Acesta oferă, pe lângă funcțiile complexe, posibilitatea de monitorizare detaliată a consumului de energie [10].

Particularități [10]:

- Poate fi controlat prin intermediul unor aplicații precum: Apple HomeKit, Alexa built-in, Google Assistant și SmartThings. De asemenea, oferă posibilitatea de a seta temperatura de pe Android, dar și de pe iOS.

- Implementează un algoritm ce permite controlul temperaturii în diverse locuri din imobil. Se pot conecta mai mulți senzori de temperatura la termostat, iar în funcție de informațiile primite de la aceștia, menține o temperatură constantă în locuință.
- Ecranul se aprinde atunci când detectează o persoană în apropiere, iar pe lângă informațiile legate de temperatură și umiditate, se afișează și vremea pe decursul a cinci zile.
- Este prezentă tehnologia Geofencing

Date tehnice [10]:

- Sursă de energie: baterii sau rețea
- Tensiune de funcționare: 24 volți
- Ecran tactil
- Conectivitate: WiFi



2.5 Abordare comparativă a sistemelor prezentate

Dacă primele două sisteme prezentate reprezentau soluții mai ieftine, ultimele două sunt recunoscute ca fiind cele mai evaluate termostate existente pe piață. Diferențele esențiale sunt vizibile la nivelul funcționalităților oferite, dar și al calității.

Lipsa posibilității de a programa în avans temperaturi pe mai multe intervale orare și zile, de a monitoriza temperatura în mai multe camere, de a stoca un istoric al consumului de energie și de a adapta temperaturile în funcție de rutina locuitorilor, sunt câteva din minusurile termostatelor Torelectric și Honeywell. Google Nest și Ecobee, pe lângă faptul că rezolvă aceste probleme, oferă și o experiență mult mai bună a utilizatorului. Interfețele sunt proiectate în așa fel încât să permită o navigare facilă prin meniurile sistemelor.

În continuare, cu ajutorul datelor preluate din [11], voi prezenta o analiză comparativă a sistemelor oferite de Google Nest și Ecobee.

Termostatul Nest înregistrează fiecare modificare de temperatură pe care utilizatorul o face. După o perioadă de timp, acesta va programa automat temperaturile din imobil în funcție de istoricul de temperaturi setate de utilizator. Ecobee nu prezintă această funcționalitate, dar oferă posibilitatea de a seta temperaturi diferite pe intervale orare diferite.

În ceea ce privește controlul prin comenzi vocale, Nest este compatibil cu un număr mai mic de asistenți virtuali (Google Assistant și Alexa). Ecobee este compatibil și cu Siri, fapt ce reprezintă un avantaj, datorită numărului mai mare de potențiali clienți.

Tehnologia Geofencing constă în detecția momentului în care imobilul este gol și setarea unei temperaturi ce asigură un consum minim de energie. Totodată, poate detecta dacă locuitorii se apropie de imobil, pentru a ieși din modul economic și a asigura temperatura setată. Geofencing este prezent la ambele termostate, însă la Nest este mai avansat. Poate detecta mai multe telefoane, iar în cazul în care sunt persoane care rămân în locuință și nu au telefonul conectat la Geofencing, prezența acestora este sesizată prin detectoarele de fum Nest, iar modul eco nu va fi activat. Ecobee poate conecta un singur telefon la Geofencing, ceea ce poate reprezenta un dezavantaj.

Monitorizarea consumului de energie se face automat, dar cei de la Ecobee au pus mai mult accent pe această parte, iar raportul pe care termostatul îl face este mult mai detaliat. Se analizează datele în decursul a 18 luni și conține informații legate de: consumul total, influența vremii asupra consumului de energie și compară eficiența imobilului cu celelalte din zonă. Pe de altă parte, Nest poate înregistra doar consumul în decursul a 10 zile. Acesta trimite mail-uri în fiecare lună cu un raport ce conține detalii de consum de energie și face comparație cu luna anterioară.

Monitorizarea temperaturii se face în mai multe zone din imobil prin intermediul unor senzori adiționali. Cele două termostate încearcă să mențină o temperatură medie în locuință. Senzorii oferți de Ecobee detectează și dacă se află cineva în încăperea respectivă.

2.6 Comparație cu sistemul prezentat în această lucrare

În urma analizei sistemelor existente pe piață, se pot observa două dezavantaje majore. În primul rând, menținerea unor temperaturi exacte în fiecare cameră din imobil este destul de greu de obținut. Chiar dacă se pot adăuga mai mulți senzori de temperatură, termostatele prezentate vor reuși să asigure o temperatură medie la nivel de imobil, și nu o temperatură specifică la nivel de cameră. De asemenea, prețurile acestora sunt destul de ridicate. Prin proiectul de diplomă, am încercat să soluționez aceste probleme. Costurile pieselor pe care le-am utilizat sunt abordabile, iar electrovalvele montate pe returul caloriferelor au rolul de a asigura menținerea temperaturii setate în fiecare cameră.

Capitolul 3

Fundamente teoretice

În acest capitol voi prezenta principalele concepte teoretice utilizate în realizarea proiectului, împreună cu limbajele de programare și framework-urile folosite.

3.1 Python

Python este un limbaj de programare ce a apărut în anul 1991, fiind realizat de către Guido van Rossum [12]. Se bucură de o evoluție fulminantă, ajungând să fie unul din cele mai utilizate limbaje de programare în anul 2020. Creșterea numărului de programatori care aleg să folosească Python, este datorată caracteristicilor precum [12]:

- Flexibilitatea, poate fi utilizat într-un număr vast de domenii, de la programare web, până la programare pe plăcuțe. Funcționează pe o multitudine de platforme, printre care se enumeră: Windows, Mac, Linux și Raspberry Pi.
- În ceea ce privește sintaxa acestui limbaj de programare, este una simplă, care permite scrierea de programe utilizând un număr mai mic de linii de cod.
- Poate fi folosit atât pentru programare procedurală, funcțională, dar și orientată pe obiecte.

3.2 Flask

Este un framework construit pe baza limbajului de programare Python, ce oferă posibilitatea de a dezvolta aplicații web. Faptul că este proiectat ca să fie extins, oferă posibilitatea programatorului de a avea control total asupra aplicației pe care o creează. Prezintă un nucleu robust, care include toate funcționalitățile de bază pe care o aplicație web le necesită, nucleu ce poate fi extins de diverse părți terțe [13].

Pentru a crea aplicații web complexe, utilizarea doar a framework-ului nu este suficientă. Motiv pentru care, flask permite îmbinarea cu limbaje de programare precum javascript, CSS și HTML.

3.3 C++

C++ este un limbaj de programare bazat pe C. Motivele pentru care creatorul acestui limbaj de programare, Bjarne Stroustrup, a decis să folosească limbajul C ca punct de plecare sunt: flexibilitatea și faptul că este un limbaj apropiat de partea hardware, rulează pe multe platforme și se potrivește cu mediul de programare UNIX [14].

Ceea ce aduce nou este posibilitatea de a programa orientat pe obiecte, o programare de tip generic și face posibil conceptul de abstractizare al datelor [14]. Numărul de domenii în care C++ poate fi aplicat crește considerabil datorită introducerii noțiunii de programare orientată pe obiecte. Aceasta implică modelarea unor entități din lumea reală, și interacțiunile acestora, prin intermediul claselor.

3.4 Arduino IDE

Pentru programarea plăcuțelor Arduino, se folosește un mediu de dezvoltare numit Arduino Integrated Development Environment. Acesta suportă limbajele de programare C și C++ [15].

Poate rula pe mai multe platforme precum: Windows, Linux, MAC și Java [15]. De asemenea, este important de menționat faptul că este compatibil cu o serie largă de modele de plăcuțe, câteva exemple fiind [15]:

- Arduino Uno
- Arduino Mega
- Arduino Leonardo
- Arduino Micro

Arduino IDE îndeplinește atât rolul de editor de text, cât și rolul de compilator. Editorul de text reprezintă un suport pentru redactarea codului, iar compilatorul este responsabil de transformarea codului sursă în cod obiect și încărcarea acestuia pe microcontroler [15].

3.5 Componente utilizate

3.5.1 ESP8266

NodeMCU ESP8266 este o placă ce se poate conecta prin WiFi la o rețea de internet. Prezintă o antenă esp8266 ce acceptă standardele 802.11b/g/n și protocolul de securitate WPA/WPA2 [16]. Integrează un modul ADC pe 10 biți, microcontroler pe 32 de biți, ce are un consum redus de energie, și se bazează pe protocolul TCP/IP pentru a face transferul de date [16].

3.5.2 Placă de bază pentru NodeMCU

Are rolul de a alimenta modulul wireless ESP8266 și de a oferi o extensie pentru pinii pe care acesta îi pune la dispoziție. În ceea ce privește alimentarea, se face printr-un conector de tip jack și acceptă valori între 6 și 24 de volți. De asemenea, placa de bază integrează un regulator de tensiune ce convertește valoarea tensiunii de intrare la 5 volți.

3.5.3 Arduino Uno

Arduino aduce pe piață o serie de plăcuțe cu microcontroler, ce pot fi programate pentru diverse aplicații. De asemenea, bibliotecile puse la dispoziție pentru acest tip de sisteme sunt menite să faciliteze procesul de programare al acestora [17].

Programarea plăcuței se face prin intermediul conectorului USB. Aceasta prezintă și un conector separat pentru alimentare care suportă tensiuni în intervalul 7 - 12 volți [17], tensiuni ce vor trece prin regulatorul de tensiune integrat în plăcuță.

În ceea ce privește pinii prezenți pe placa Arduino Uno, există 6 intrări analogice [17], 14 terminale care pot fi configurate fie ca intrări, fie ca ieșiri [17] și o serie de pini ce furnizează tensiune, 3.3 sau 5 volți.

3.5.4 LCD 1602

Oferă posibilitatea de a afișa text pe două rânduri, fiecare rând conținând 16 caractere. Transferul de date se face prin protocolul I^2C , fapt ce reduce considerabil numărul de pini necesari pentru a conecta LCD-ul la Arduino [18].

Printre caracteristici se remarcă [18]:

- Tensiune de alimentare: 5 volți
- Luminozitatea ecranului se poate regla printr-un potențiomtru integrat

3.5.5 Senzor DHT11

Prezintă două părți componente. Prima componentă are rolul de a citi umiditatea ambientală. Este alcătuită din doi electrozi, care se suprapun peste un substrat. În momentul în care umiditatea substratului se modifică, determină o modificare a rezistenței dintre cei doi electrozi, iar microcontrolerul detectează, și interpretează această valoare. Componenta termică, este formată dintr-un termistor. Termistorul este un rezistor a cărui rezistență este invers proporțională cu variația temperaturii. Pe baza valorii rezistenței date de termistor, se vor face prelucrări ajungându-se la o valoare validă a temperaturii.

3.5.6 Modul radio frecvență

Pereche formată dintr-un transmițător și receptor. Construite pentru a facilita transferul de date prin radio frecvență. Acestea funcționează la o frecvență de 433Mhz [19], iar distanța de transmisie diferă în funcție de tensiunea de alimentare a transmițătorului și de calitatea antenelor.

Conform [19], se pot evidenția următoarele caracteristici:

- Distanța de transfer: 20 - 200 metri
- Tensiune de alimentare transmițător: 3.5 - 12 volți
- Rată de transfer: 4 KB/S
- Tensiune de alimentare a receptorului: 5 volți

3.5.7 Releu

Funcționează ca un întrerupător într-un circuit electric. Principiul de bază al unui releu constă în alăturarea unui solenoid și a unor contacte metalice. În momentul în care solenoidul este alimentat, acesta produce un câmp electromagnetic ce va acționa contactele metalice, deschizând sau închizând circuitul. Releele pe care le utilizez funcționează la 5 volți și au o structură puțin mai complexă, structură pe care intenționez să o detaliez. Prezintă trei intrări: VCC, GND și IN, unde pinii de VCC și GND sunt alimentați permanent, iar IN este pinul de semnal. Acesta este legat la baza unui tranzistor, iar în funcție de tensiunea pe care o furnizează, tranzistorul trece în regim saturat sau blocat, funcționând ca un întrerupător pentru solenoid. De asemenea, în paralel cu bobina este montată o diodă ce are ca și scop protejarea tranzistorului de șocurile de tensiune ce pot apărea la deconectarea alimentării bobinei. Este necesară utilizarea releului pentru a putea controla, prin semnale de putere mică, dispozitive ce funcționează la tensiuni și curenți mari.

3.5.8 Electrovalvă

Este un mecanism ce are ca rol deschiderea circuitului de apă în momentul în care este conectat la o sursă de tensiune. Acesta este format dintr-un solenoid și un obturator. Electrovalvele pe care le folosesc sunt de tip normal închis, ceea ce înseamnă că atunci când solenoidul nu este alimentat, obturatorul stă în poziție închis, iar circuitul de apă prin electrovalvă este blocat. În momentul alimentării solenoidului, câmpul magnetic produs de acesta va acționa obturatorul, făcând posibilă trecerea apei prin electrovalvă.

3.5.9 Pompă de apă

Este alcătuită dintr-un motor electric ce funcționează la 12 volți, curent continuu și acționează o paletă ce pune în mișcare apa din circuit.

3.5.10 Push buton

Este un intrerupător, fără reținere, ce are rolul de a trimite semnale către micro-controler. Prezintă două contacte metalice care închid circuitul în momentul în care se ating.

3.5.11 Condensator

Este o componentă electrică pasivă ce are rolul de a înmagazina tensiune. Acesta se utilizează în circuitele electrice pentru a reduce fluctuațiile de tensiune ce pot apărea.

3.5.12 Rezistență

Asemenea condensatorului, rezistența se încadrează în categoria componentelor electrice pasive. Aceasta are rolul de a se opune trecerii curentului electric.

3.5.13 Invertor Schmitt-Trigger

Acesta este utilizat pentru a inversa logica semnalului. Dacă se aplică la intrare un semnal cu nivel logic 1, la ieșirea din invertor va avea nivelul logic 0.

3.5.14 Diodă

Limitează trecerea curentului electric într-un singur sens, de la anod la catod. Prezintă multe utilizări în circuitele electrice, un exemplu practic fiind conversia curentului alternativ în curent continuu.

3.6 Filtrarea semnalelor

Butoanele pe care le-am folosit, pentru setarea temperaturii dorite, sunt formate din contacte metalice. În momentul în care acestea se ating, produc o vibrație pe care microcontrolerul o percepe ca o apăsare multiplă a butonului. Pentru a rezolva aceasta problemă este necesară crearea unor filtre trece jos [20] pentru fiecare buton în parte. Rolul acestor filtre este de a permite trecerea semnalelor cu frecvență mică și de a opri semnalele cu frecvențe mari. Pentru aceasta am utilizat circuite RC serie, iar valorile rezistenței și condensatorului au fost calculate utilizând ecuația de descărcare a condensatorului [20].

$$V_{cap} = V_{initial}(e^{\frac{-t}{RC}}) \quad (3.1)$$

În continuare, pentru a putea aplica formula, este necesară aflarea timpului cât durează oscilația semnalului. Pentru aceasta, am utilizat un osciloscop, care permite analiza semnalului provenit de la buton.

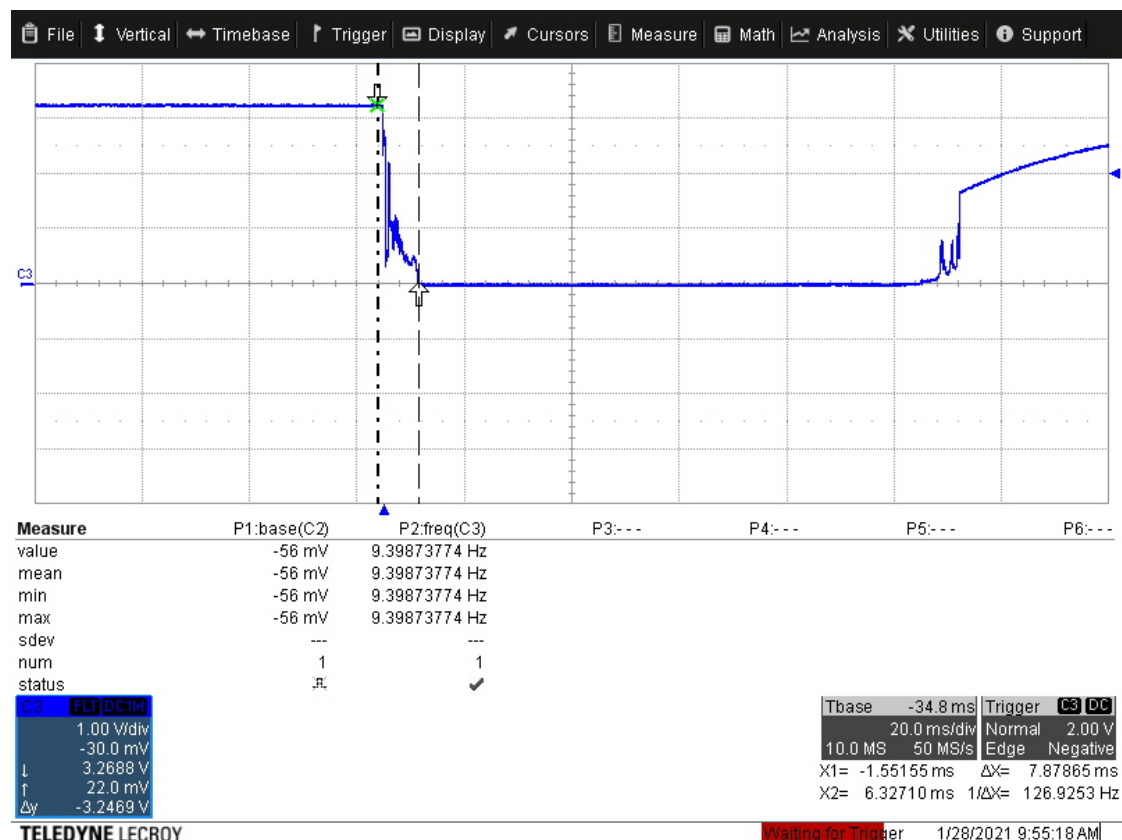


Figura 3.1: Semnal înainte de filtrul trece jos

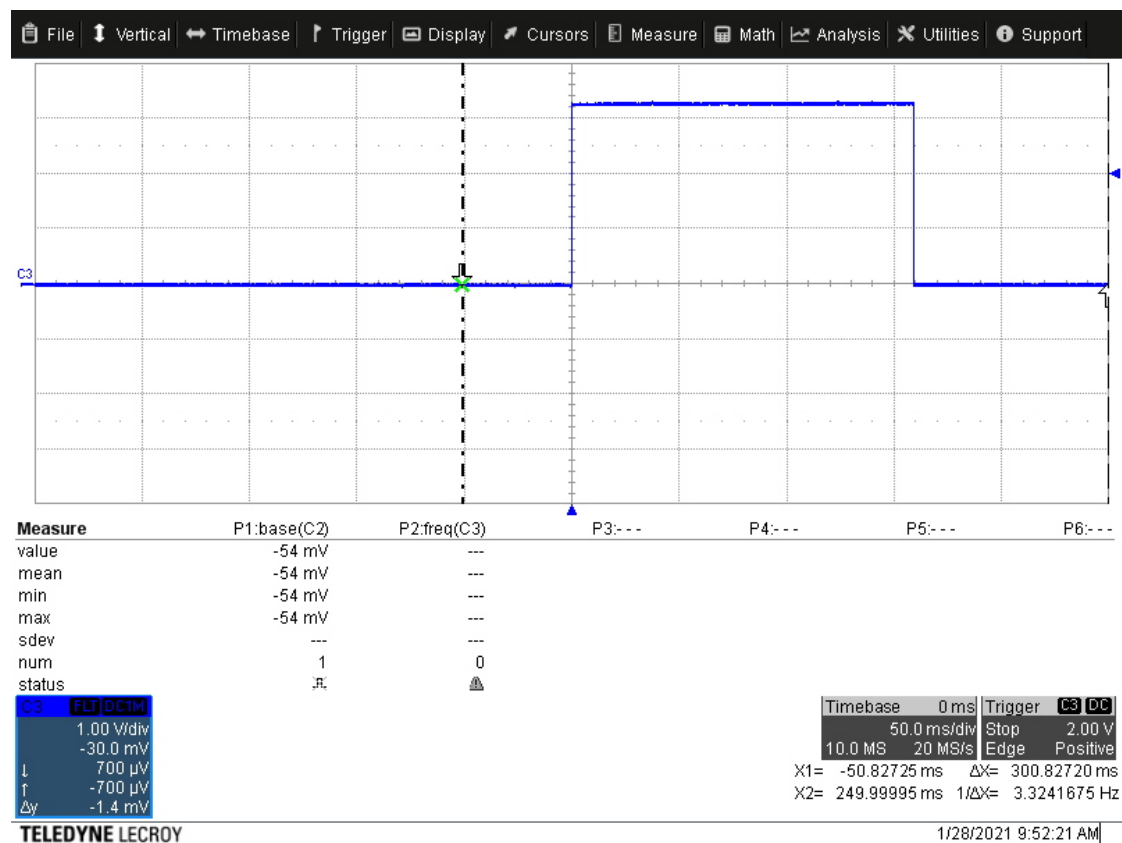


Figura 3.2: Semnal după filtrul trece jos

De asemenea, pentru a obține o filtrare cât mai bună, am utilizat un invertor Schmitt-Trigger. Caracteristica datorită căreia acesta îmbunătățește filtrarea semnalului este histereza pe care o are între pragul superior, declanșează trecerea pe nivel logic 0, și pragul inferior, declanșează trecerea pe nivel logic 1.

3.7 Histereza

Pentru a evita crearea unui lanț de porniri și opriri repetate, pe perioade scurte de timp, cauzate de fluctuațiile rapide de temperatură, este necesară implementarea conceptului de histereză. Acesta constă în stabilirea unei valori de toleranță la temperatura setată, astfel încât diferența de temperatură din momentul în care se trimite comandă pentru oprirea sistemului de încălzire, până la următoarea pornire a acestuia, să fie egală cu dublul valorii histerezei. Cu alte cuvinte, comanda de pornire a încălzirii se va da când temperatura în cameră ajunge să fie mai mică sau egală cu valoarea temperaturii setate, din care se sustrage valoarea histerezei, iar comanda de oprire va fi declanșată

când temperatura ambientală este mai mare sau egală cu valoarea temperaturii setate, la care se adaugă valoare histerezei. În acest fel, timpul între comenzi este mai mare și numărul de cicluri pornit/oprit este mai mic, măsură ce este menită să protejeze sistemele de încălzire.

Listă de figuri

1.1	Evoluția numărului de dispozitive IoT	4
3.1	Semnal înainte de filtrul trece jos	16
3.2	Semnal după filtrul trece jos	17
4.1	Arhitectura sistemului	20
4.2	Arhitectura sistemului	21

Listă de tabele

Bibliografie

- [1] Stephen Ornes. Core concept: The internet of things and the explosion of inter-connectivity. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 113(40):11059–11060, 2016.
- [2] simoniot. <https://www.simoniot.com/history-of-iot/>. [Data accesării: 01.03.2021].
- [3] Cristiano André da Costa, Cristian F. Pasluosta, Björn Eskofier, Denise Bandeira da Silva, and Rodrigo da Rosa Righi. Internet of health things: Toward intelligent vital signs monitoring in hospital wards. *Artificial Intelligence in Medicine*, 89:61–69, 2018.
- [4] L. Yushi, J. Fei, and Y. Hui. Study on application modes of military internet of things (miot). In *2012 IEEE International Conference on Computer Science and Automation Engineering (CSAE)*, volume 3, pages 630–634, 2012.
- [5] K. Abboud, H. A. Omar, and W. Zhuang. Interworking of dsrc and cellular network technologies for v2x communications: A survey. *IEEE Transactions on Vehicular Technology*, 65(12):9457–9470, 2016.
- [6] Arne Holst. <https://www.statista.com/statistics/1183457/iot-connected-devices-worldwide/>. [Data accesării: 01.03.2021].
- [7] Emag. <https://www.emag.ro/termostat-inteligent-universal-pentru-centrala-gaz-wifi-comandat-de-pe-smartphone-internet-compatibil-google-home-si-alexator2000gclw/pd/D0BN1LBBM/>. [Data accesării: 03.03.2021].
- [8] Emag. <https://www.emag.ro/termostat-smart-honeywell-lyric-t6r-wireless-amplasat-pe-masa-comandat-de-pe-smartphone-y6h910rw4055/pd/DP2V6SBBM/>. [Data accesării: 03.03.2021].
- [9] Amazon. <https://www.amazon.com/Nest-T3007ES-Thermostat-Temperature-Generation/dp/B0131RG6VK/>. [Data accesării: 03.03.2021].
- [10] Amazon. <https://www.amazon.com/ecobee3-lite-Smart-Thermostat-Black/dp/B06W56TBLN/>. [Data accesării: 03.03.2021].

- [11] Eric Blank. <https://thesmartcave.com/ecobee-vs-nest/>. [Data accesării: 03.03.2021].
- [12] Guido Van Rossum et al. Python. https://courses.minia.edu.eg/Attach/16028python_lecture1.pdf, 1991. [Data accesării: 15.03.2021].
- [13] Miguel Grinberg. *Flask web development: developing web applications with python*. " O'Reilly Media, Inc.", 2018.
- [14] Bjarne Stroustrup. *The C++ programming language*. Pearson Education India, 2000.
- [15] Mohamed Fezari and Ali Al Dahoud. Integrated development environment "ide" for arduino. *WSN applications*, pages 1–12, 2018.
- [16] Espressif Systems. https://components101.com/asset/sites/default/files/component_datasheet/ESP8266-NodeMCU-Datasheet.pdf. [Data accesării: 21.03.2021].
- [17] Mircea Popa. Sisteme Încorporate. Curs Anul 3 CTI, Curs 9.
- [18] Handson Technology. http://www.handsontec.com/dataspecs/module/I2C_1602_LCD.pdf. [Data accesării: 20.03.2021].
- [19] Mantech. http://www.mantech.co.za/Datasheets/Products/433Mhz_RF-TX&RX.pdf. [Data accesării: 21.03.2021].
- [20] Jack G Ganssle. A guide to debouncing. *Guide to Debouncing, Ganssle Group, Baltimore, MD, US*, pages 1–22, 2004.