

AUTOMATIZAREA UNEI LOCUINȚE PRIN CONTROL DE LA DISTANȚĂ UTILIZÂND O APLICAȚIE

Candidat: Adina-Raluca ZAMBONI

Conducător științific: Ș.I. Dr. Ing. Alexandra-Iulia SZEDLAK-STÎNEAN

Sesiunea: Iulie 2025

REZUMAT

Scopul proiectului de diplomă este de a oferi o analiză detaliată a conceptului de automatizare a locuinței și a tendințelor viitoare în acest domeniu, cu dezvoltarea unui sistem propriu de tip „*Smart home*”, care să poată oferi o soluție viabilă comparabilă cu alternativele existente pe piață.

Sistemul de automatizare dezvoltat în cadrul acestui studiu se bazează pe o parte software, reprezentată de aplicația mobilă, și pe o parte hardware, care se referă la componentele utilizate pentru funcționarea acestuia. Cele două elemente fundamentale pentru conceptul de „*Smart home*” comunică și întreprind acțiuni pe baza informațiilor pe care le dețin, fie de la senzori, fie de la utilizator.

Sistemul hardware este compus din mai multe microcontrolere. Acestea au rolul de a prelua date, a transmite informații și de a comunica între ele. Senzorii utilizați au rolul de strânge informații din mediul extern, acestea fiind preluate și utilizate pentru a întreprinde anumite acțiuni, fiind stocate pentru a realiza grafice în cadrul aplicației.

Componenta software se referă la utilizarea de platforme, aplicații și limbaje de codare pentru a transpune funcțiile dorite în cadrul aplicației, asigurând o comunicare și cooperare constantă cu dispozitivele hardware pentru a oferi utilizatorului un sistem complet, funcțional și eficient de automatizare a unei locuințe.

Printre perspectivele pozitive se numără caracterul modular al sistemului, care permite extinderea și adaptarea acestuia în funcție de nevoile utilizatorului, prin integrarea de noi funcționalități și componente. Sistemul versatil poate fi ușor reproiectat și reprofilat pentru a răspunde cerințelor în schimbare ale clienților. În același timp, există și câteva limitări notabile care trebuie luate în considerare. Sistemul este în mare măsură dependent de resurse externe precum energia electrică și accesul la internet. O piedică ar putea fi reprezentată și de soluțiile alternative deja disponibile pe piață, care oferă funcționalități similare, dar sunt mai ușor de implementat și optimizate din perspectivă economică pentru anumite tipuri de afaceri.

În concluzie, cercetarea prezintă reușește dezvoltarea unui sistem de automatizare eficient și funcțional, care este mai flexibil la nevoile utilizatorului față de soluțiile prezente pe piață.

CUPRINS:

ELEMENTE SUPLIMENTARE	4
LISTĂ DE ABREVIERI	4
LISTĂ DE TABELE	6
LISTĂ DE FIGURI	7
1. INTRODUCERE	8
1.1. Contextul	8
1.2. Motivația lucrării	10
1.3. Tema lucrării	11
2. STUDIU BIBLIOGRAFIC.....	13
3. COMPONENTE HARDWARE	15
3.1. Lista complementelor	15
3.2. Modul de funcționare	18
3.3. Schema hardware	20
4. COMPONENTE SOFTWARE.....	22
5. APLICAȚIA PROPRIU-ZISĂ.....	26
6. CONCLUZII ȘI DIRECȚII DE CERCETARE VIITOARE	42
6.1. Concluzii	42
6.2. Direcții de cercetare viitoare	44
7. BIBLIOGRAFIE	47

ELEMENTE SUPLIMENTARE

LISTĂ DE ABREVIERI

Abrevieri	Semnificația
CHIP	Connected Home over IP
IP	Protocol de internet
IA	Inteligența artificială
X10	protocol de comunicare
ESP	Electronic Stability Programme
MC	microcontroler
Wi-Fi	wireless
Firebase	platformă de dezvoltare pentru aplicații mobile
RDIF	radio frequency identification
LED	Light Emitting Diode
RGB	red, green, and blue
NTC	Negative-temperature-coefficient
Ω	ohm
V	volți
nF	nanofarad
MH-RD	MH Rain Drop
LCD	Liquid Crystal Display
VCC	Voltage at the Common Collector
GND	Ground
HIGH	1 (logic)
LOW	0 (logic)
I/O	input/output
LDO	Low Dropout
PWM	Pulse Width Modulation
Mhz	megahertz
IoT	Internet of things
I2C	Inter-Integrated Circuit
SPI	Serial Peripheral Interface
UART	Universal Asynchronous Receiver/Transmitter
mA	milliamper
KB	kilobyte

DC	curent continu
EEPROM	Electrically Erasable Programmable Read-Only Memory
MISO	Master In, Slave Out
MOSI	Master Out, Slave In
Mbps	Megabiti pe secundă
uA	microamper
°C	grade Celsius
RH	Relative Humidity
NFC	Near Field Communication
GCP	Google Cloud Platform
SQL	Structured Query Language
NFS	Network file system
PCB	Printed Circuit Board
AI	Inteligența artificială

LISTĂ DE TABELE

Tabel 2.1 - Comparație soluții „Smart Home”	14
Tabel 3.1- Configurație pini RFID RC522	16
Tabel 3.2- Configurație pini DHT11	16
Tabel 3.3- Configurație pini MH-RD	16
Tabel 3.4- Configurație pini LCD1602	17
Tabel 4.1- Comparație și motivare utilizare Firebase	25

LISTĂ DE FIGURI

Figura 2.1 – Evoluția tehnologiei „Smart home”	13
Figura 3.1 – Diagrama de funcționare a sistemului	20
Figura 3.2 – Schema hardware a sistemului	21
Figura 5.1 – Crearea unui cont de locatar în cadrul aplicației.....	26
Figura 5.2 – Crearea unui cont de proprietar în cadrul aplicației	26
Figura 5.3 – Diagrama proces „Crearea unui cont”	27
Figura 5.4 – Pagină codul casei	28
Figura 5.5 – Pagina profil proprietar	28
Figura 5.6 – Proces de verificare a e-mail-ului pentru crearea contului “Smart Home”	29
Figura 5.7 – Eliminarea locatarilor din locuință	29
Figura 5.8 – Pagina profil locatar.....	29
Figura 5.9 – Eroare cod al casei invalid.....	30
Figura 5.10 – Meniul de resetare a parolei	30
Figura 5.11 – Pagină conectare cont.....	31
Figura 5.12 – Pagină principală a aplicației	32
Figura 5.13 – Pagina „Jurnalul sistemului”	32
Figura 5.14 – Alerte în cadrul paginii principale.....	33
Figura 5.15 – Atenționare întreprindere acțiune	33
Figura 5.16 – Pagină „Setări utilizator”	34
Figura 5.17 – Interfață Smart Home: monitorizare și control	35
Figura 5.18 – Interfață Meniu Smart Home	35
Figura 5.19 – Selectare dată temperatură	36
Figura 5.20 – Grafic temperatură zilnic.....	36
Figura 5.21 – Grafic temperatură săptămânal	36
Figura 5.22 – Grafic temperatură lunar.....	36
Figura 5.23 – Grafic umiditate zilnic	37
Figura 5.24 – Interfață mod simplu a aplicației	37
Figura 5.25 – Stocare bază de date „utilizatori”	38
Figura 5.26 – Stocare date în Realtime Database.....	39
Figura 5.27 – Valori informații în Realtime Database	40
Figura 5.28 – Reguli acces Realtime Database	41

1. INTRODUCERE

1.1. Contextul

Natura umană se bazează pe dorința de confort și implicit eficientizare a activității. Astfel, apar primele unelte și primele așezări omenești, care aveau rolul de a reduce munca și de a ajuta la obținerea unei stări de bunăstare. În consecință automatizarea locuinței reprezintă evoluția logică și naturală de satisfacere a acestei nevoi.

Termenul de „Smart home”, apare în perioada anilor 1970, fiind utilizat prima dată în contextul protocolului de comunicare X10 destinat controlului dispozitivelor electronice. Semnificația acestuia se referă la construirea unui sistem de automatizare pentru o locuință [1]. Conceptul de „Smart home”, nu reprezintă un termen static, acesta fiind aflat într-un proces constant de schimbare caracterizat de o evoluție bazată pe adaptare la nevoile utilizatorilor, în strânsă legătură cu dezvoltarea tehnologică. Rata de adoptare a conceptului de „Smart home,, este de aproximativ 19%, iar aceasta va crește până în 2028 la peste 30% din totalul locuințelor. Conform datelor prezentate de *Statista*, în cursul anului 2022, China a fost lider în ceea ce privește numărul de utilizatori ai conceptului de „Smart home”, însumând aproximativ 78 de milioane de utilizatori, în vreme ce Statele Unite ale Americii s-a situat aproximativ la 57 de milioane [2]. În consecință se poate observa un interes ridicat din partea populației cu privire la adoptarea și implementarea conceptului de „Smart home,, în cadrul locuințelor personale.

Dezvoltarea tehnologică este caracterizată de un ritm accelerat, mai ales în perioada recentă. Accesul larg al populației la internet reprezintă atât o provocare cât și o oportunitate pentru perioada următoare. Acest acces la internet poate duce la creșterea nivelului de trai al persoanelor și să facă mai eficiente anumite acțiuni de zi cu zi precum păstrarea unui imobil în condiție optimă atât din punct de vedere al securității cât și al igienei și implicit al sănătății. În consecință, dezvoltarea tehnologică reprezintă un element clar al societății umane viitoare, iar modul în care aceasta va evolua depinde de gradul de implementare a acestei tehnologii în rândul populației generale. În acest context, factorul decisiv va fi reprezentat de societatea umană și modul în care tehnologia se va adapta la nevoile umane. Termenul de „Smart home,, capătă un rol fundamental în modul în care dezvoltarea tehnologică va fi implementată în rândul populației în viitor.

Din punctul meu de vedere, dezvoltarea și adoptarea aplicațiilor de tip „Smart home” capabile să răspundă acestor provocări viitoare, în special siguranței datelor și protecției informațiilor personale ale utilizatorilor, este necesară. În ceea ce privește economia, existența unei alternative contribuie în mod constant la dezvoltarea pozitivă a pieței și de asemenea asigură concurență. Stocarea datelor utilizatorilor în serverele unor

multinaționale, precum *Google* și *Amazon*, face ca acestea să fie mai vulnerabile atacurilor cibernetice, iar o soluție de tip „Smart home” proprie reprezintă o variantă viabilă pentru a reduce aceste riscuri. Din punct de vedere economic, soluțiile oferite de *Google* și *Amazon* reprezintă o alternativă de tip „Smart home” mai costisitoare decât o soluție proprie, iar din punct de vedere al disponibilității acestea sunt limitate în anumite regiuni din Europa.

Principalele soluții de tip „Smart home” din Europa sunt oferite de următoarele companii [3]:

- *Honeywell International Inc.* (SUA), oferă o gamă variată de produse, precum software, tehnologii și soluții de conectivitate și securitate pentru „Smart home”. Sectoarele lor de activitate cuprind: Aerospațial, Materiale pentru clădiri și tehnologii, Soluții cu privire la siguranță și productivitate.
- *Siemens* (Germania), înglobează soluții de tip „Smart home” cu un focus central pe confort, eficiență energetică și siguranță. Ecosistemul lor oferă posibilitatea de a automatiza o locuință și de a integra până la patruzeci de device-uri, promovând transformarea digitală și sustenabilitate [4].
- *Apple Inc.* (SUA), soluțiile acestora de tip „Smart home” sunt incluse în ecosistemul Apple HomeKit, cu o strategie focusată spre integrare și mai mult control utilizatorului asupra device-urilor Apple. Această integrare se face cu ajutorul serviciului de stocare iCloud și cu aplicațiile HomePad și Apple TV [5].
- *Robert Bosch* (Germania), soluția lor de tip „Smart home” se bazează pe ideea de confort și eficiența energetică pentru utilizatori. Digitalizarea în cadrul locuințelor, prin intermediul sistemelor inteligente reprezintă etapa următoare în dezvoltarea tehnologică. Aplicația pentru smartphone ajută la creșterea calității vieții și ajută la economia energetică [6].
- *Amazon.com, Inc.* (SUA), sistemul lor de tip „Smart home” se bazează pe integrarea asistentului virtual Alexa care controlează peste patru sute de milioane de device-uri. Direcția de dezvoltare a acestora se bazează pe integrarea inovațiilor tehnice și a feedback-ului de la clienți cu ajutorul inteligenței artificiale pentru a crea locuințe care sunt mai intuitive, mai inteligente și mai utile pentru utilizatori [7].

Conform datelor oferite de *Statista Research Department* numărul de locuințe care utilizează sisteme de tip „Smart home” va crește într-un mod constant până în 2028, însumând un număr total de aproximativ 100 de milioane de utilizatori activi în Europa, fiind estimat un apogeu de aproximativ 175 de milioane de utilizatori [8] Astfel, se observă un trend ascendent cu privire la nivelul de dezvoltare al domeniului de automatizare a locuințelor în viitorul apropiat. Acest domeniu va ajunge să influențeze un procent ridicat

de aproximativ 30% din populația europeană. În consecință, numărul de soluții proprii de tip „Smart home” va crește și el exponențial în perioada imediat următoare.

În concluzie, nevoia umană de confort și eficientizare este una constantă în istorie, fiind inventate și implementate diferite mijloace și metode de a automatiza anumite procese manuale, de exemplu uneltele pentru a ușura munca fizică. Această nevoie, adaptată la dezvoltarea tehnologică actuală, reprezintă astăzi conceptul de automatizare a locuințelor cunoscut sub denumirea de „Smart home”, iar acesta va continua să se dezvolte și să se adapteze la nevoile societății umane. Astfel, dezvoltarea unui sistem de tip „Smart home” propriu reprezintă un proiect fezabil, mai ales din perspectivă economică și a siguranței datelor personale ale utilizatorilor.

1.2. Motivația lucrării

Această lucrare are ca scop principal dezvoltarea unei aplicații și a unui sistem de tip „Smart home”, care să pună în valoare beneficiile oferite de accesul la internet al persoanelor. Unul dintre obiectivele lucrării este acela de a oferi o alternativă mai accesibilă, mai sigură și mai privată pentru populația generală. Consider că accesul la informație și la tehnologie reprezintă elemente fundamentale pentru societatea actuală, dar și pentru modul în care aceasta se va dezvolta în perioada următoare. În consecință, este necesară existența unor alternative la soluțiile oferite de piața de tip „Smart home” actuală, soluții care să fie și mai accesibile din punct de vedere economic. Dezvoltarea unui sistem propriu de automatizare a locuinței reprezintă această alternativă, iar subiectul acestei cercetări va avea la bază această idee.

Scopul acestui proiect de diplomă este realizarea unei aplicații de tip „Smart home”, atât *software*, prin realizarea unei interfețe intuitive, cât și *hardware*, prin componentele, cât mai accesibile din ceea ce oferă piața. Aplicația creată va integra funcționalități precum: monitorizarea umidității, monitorizarea temperaturii și a condițiilor de ploaie prin intermediul senzorilor, controlul de la distanță al accesului în locuință, al sistemului de iluminat și al geamurilor. Totodată, aplicația va afișa și grafice cu umiditate și temperatură, care să arate evoluția în timp a acestora.

Luând în considerare predicțiile actuale care sugerează o creștere constantă în următorii ani a domeniului „Smart home” și impactul acestuia asupra populației europene, este necesară și utilă dezvoltarea unui sistem de tip „Smart home” propriu care să reprezinte o alternativă fezabilă la soluțiile prezente pe piață la momentul actual. Acest proiect de diplomă va avea și rolul de a analiza soluțiile actuale și de a stabili și observa atât elementele pozitive, cât și vulnerabilitățile și provocările din domeniul „Smart home”. În acest context, la finalul proiectului de diplomă vor putea fi conturate câteva direcții generale de dezvoltare viitoare a domeniului.

Această lucrare se dorește a reprezenta un punct de plecare în acest domeniu a unei posibile aprofundări și dezvoltări viitoare care să aibă ca scop final crearea unui sistem tip „Smart home” adaptabil la nevoile utilizatorului și care să fie caracterizat de un grad ridicat de personalizare, accentul fiind pus pe elementul ajustabil al proiectului. Spre exemplu, alternativele oferite de companiile de pe piață au un set prestabilit de funcții și opțiuni, aplicațiile acestora fiind limitate din acest punct de vedere. Soluția propusă de acest proiect de diplomă poate să depășească aceste limitări prin caracterul ei configurabil care permite adăugarea unor opțiuni noi în funcție de nevoile utilizatorului. La utilizatorii predispuși la probleme medicale s-ar putea adăuga senzori de impact care să depisteze anumite accidente și să anunțe fie o persoană de contact, fie serviciile medicale.

În concluzie, această lucrare reprezintă un proiect bazat pe conceptul de tip „Smart home” și propune un sistem software și hardware ce poate automatiza o locuință, având în vedere o alternativă adaptabilă necesităților utilizatorilor și viabilă economic. Prin urmare, această lucrare va contura atât avantajele, cât și dezavantajele conceptului propus, prezentând, de asemenea, provocările actuale legate de acest domeniu de activitate.

1.3. Tema lucrării

Ideea fundamentală a acestui proiect de diplomă se bazează pe două componente esențiale: partea *hardware*, care vizează dezvoltarea infrastructurii necesare pentru realizarea unui sistem de tip „Smart home”, și partea *software*, orientată spre crearea unei aplicații mobile capabile să controleze echipamentele hardware și să ofere utilizatorilor beneficii și eficiență crescută. Cele două părți au ca scop final formarea și posibila implementare a unui sistem funcțional și competitiv pe piața de tip „Smart home”.

Aplicația dezvoltată reprezintă un concept adaptabil la nevoile societății, iar această temă abordată în lucrare are ca scop stabilirea unei baze pe care se vor putea dezvolta în viitor mai multe versiuni ale acesteia, în funcție de nevoile utilizatorilor. Punctul central în cadrul acestui studiu va fi capacitatea de adaptare a sistemului creat la nevoile utilizatorilor. Partea software fiind corelată cu cea hardware, face posibilă adăugarea în viitor a unor noi funcții care să satisfacă nevoile utilizatorilor.

Procesul de dezvoltare al acestui sistem de automatizare se va baza pe un studiu în prealabil al soluțiilor de tip „Smart home” de pe piață, fiind analizate și prezentate punctele forte și vulnerabilitățile unui astfel de sistem. Se vor analiza și predicțiile actuale cu privire la modul de dezvoltare al acestui domeniu, cât și tendințele actuale prezente în sfera de activitate a domeniului „Smart home”. Aceste informații vor avea ca scop formarea unor concluzii și direcții de dezvoltare pertinente care să prezinte pe deplin

situația actuală cu privire la modul în care conceptul de tip „Smart home” influențează societatea actuală.

Conform datelor actuale domeniul „Smart home” va avea în viitorul apropiat o tendință ascendentă, atât din punct de vedere economic, cât și din punct de vedere al utilizatorilor. În consecință, relevanța lucrării este una evidentă care va putea crește datorită dezvoltării domeniului. În acest context, crearea acestui sistem devine un element important pentru studiul conceptului de tip „Smart home”, atât prin prisma teoretică, cât și practică propuse.

Această lucrare și-a propus să analizeze conceptul de tip „Smart home”, să investigheze soluțiile actuale disponibile pe piața europeană și să propună dezvoltarea unui sistem de automatizare a locuinței, care va consta atât din componente hardware, cât și software și care să reprezinte o alternativă și un punct de dezvoltare al unei aplicații de tip „Smart home”. Pe lângă acestea se vor oferi direcții viitoare de dezvoltare în cadrul domeniului, dar și vulnerabilitățile și provocările care vor apărea în mediul „Smart home” în viitorul apropiat.

2. STUDIU BIBLIOGRAFIC

Primele tehnologii considerate precursore ale conceptului de tip „Smart home” sunt aspiratoarele și frigiderele, apărute la începutul anilor 1900, în secolul trecut, deoarece acestea aveau rolul de a automatiza anumite activități care anterior necesitau muncă fizică. Dezvoltarea conceptului are loc după perioada Războaielor Mondiale, în anul 1966 fiind conceput primul sistem de securitate al unei locuințe. În anul 1975 este introdus protocolul X10 cu privire la automatizarea locuințelor. În anul 1996 este patentat sistemul de aprindere și stingere a unui bec cu ajutorul unui senzor audio bazat pe bătăutul din palme. Un prim pas în epoca robotizării în cadrul locuințelor este realizat de dezvoltarea în anul 1997 a unui prototip de aspirator robotic, care pune bazele dezvoltării viitoare a roboticii în cadrul automatizării de tip „Smart home”. În anul 2003 sistemele de internet pentru populația largă încep să suporte mai multe dispozitive conectate în același timp. În anul 2014 este lansat de către Wink Technologies un sistem de control al dispozitivelor inteligente cu ajutorul unei singure aplicații, fiind o soluție de automatizare al locuințelor. Un nou standard de comunicare deschisă denumit Connected Home over IP (abreviat CHIP) este creat în anul 2019 de către *Google, Apple, Amazon și Zigbee*, cu rolul de a eficientiza dezvoltarea sistemelor „Smart home” și de a crește compatibilitatea pentru utilizatori [9]. În figura 2.1 este ilustrată evoluția în timp a conceptului „Smart home”.

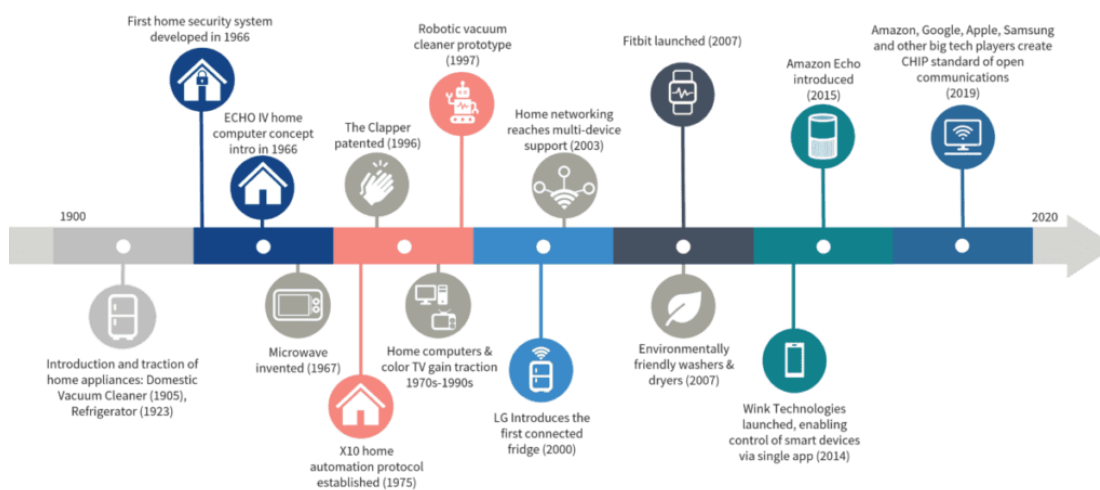


Figura 2.2 – Evoluția tehnologiei „Smart home” [source: HarborResearch]

Standardul de comunicare CHIP reprezintă o etapă logică în dezvoltarea domeniului de „Smart home”, reprezentând un proiect open source, care presupune accesul liber la informații și implicit absența unui cost necesar pentru participarea în

cadrul proiectului [10]. Astfel, acest element oferă inițiativei un imbold spre dezvoltare chiar a unor soluții individuale de către utilizatori pentru sistemele de automatizare a locuințelor.

Evoluția conceptului de „Smart home” este una constantă, pozitivă în istorie, dar care devine tot mai accelerată datorită dezvoltării tehnologice recente, iar perioada următoare va defini cel mai probabil modul în care acest domeniu se va dezvolta și va influența masiv modul în care acest concept se va prezenta pentru populația umană în perioada viitoare. În consecință, contribuțiile actuale în cadrul acestei sfere de acțiune vor avea un impact major asupra modului în care automatizarea locuințelor se va adapta la nevoile umane și gradul de succes al acestui concept. În tabelul 2.1 este redată o comparație între aplicația dezvoltată în acest proiect de diplomă și soluțiile existente pe piață.

Tabel 2.1 - Comparație soluții „Smart Home”

Caracteristici	Amazon Alexa	Apple HomeKit	Google Home	AS Home
Senzor ploaie	Da	Da	Da	Da
Senzor temperatură	Da	Da	Da	Da
Senzor umiditate	Da	Da	Da	Da
Control Vocal	Da	Da	Da	Nu
Aplicație mobilă	Da	Da	Da	Da
RFID	Nu	Nu	Nu	Da
Control geamuri	Da	Da	Da	Da
Adăugare funcționalități	Nu	Nu	Nu	Da
Ecosistem	Da	Da	Da	Nu

Principalele diferențe dintre aplicația de automatizare dezvoltată și soluțiile de pe piață se rezumă la două domenii: cel de securitate a datelor utilizatorilor și gradul de adaptare al funcționalităților la nivel personal pentru populația interesată. Datele stocate local oferă un avantaj considerabil în fața alternativelor *Cloud* în privința securității datelor, iar o soluție personală nu are un grad de atractivitate ridicat precum cel al multinaționalelor. Aplicația propusă are un grad mai ridicat de adaptare la nevoile utilizatorilor, fiind ușor de personalizat în funcție de dorințele utilizatorului, iar soluțiile prezente pe piață din partea companiilor sunt limitate din acest punct de vedere la caracteristici predefinite. Avantajul evident al automatizării cu ajutorul unei alternative prezentă pe piață este reprezentat de variantele de dispozitive compatibile cu ecosistemul lor de proveniență.

3. COMPONENTE HARDWARE

3.1. Lista complementelor

Arduino Mega 2560 este un microcontroler destinat dezvoltării de aplicații complexe. Comunicarea cu alte componente se face prin interfețele UART, SPI sau I2C. El este compus din 54 de pini I/O (15 pot fi utilizați ca ieșiri PWM), 16 intrări analogice, 4 UART-uri (porturi serie hardware) un oscilator cu cristal la frecvența de 16 Mhz, o conexiune USB, o mufă de alimentare, un conector ICSP și un buton de resetare. MCU-ul suportă o baterie de 9V, iar tensiunea pinilor I/O este de 5V cu un curent de 20mA [11].

ESP32 reprezintă un MCU cu conectivitate Wi-Fi și Bluetooth utilizat pentru o gamă largă de aplicații. Prezintă un sistem hibrid de funcționare, fiind capabil să acționeze ca un sistem autonom sau ca parte integrată și să execute comenzile de la un alt MCU. Acesta este destinat utilizării în scopul de a dezvolta dispozitive mobile, IoT [12]. PCB-UL are o alimentare de 4-12V la pinul de intrare VIN, acesta de obicei este alimentat cu o tensiune de 3.3V [13]. Consumul mediu conectat la WI-FI este de 250mA [14].

ESP8266 este un MCU care utilizează conexiunea WIFI pentru a asigura comunicarea între componentele sistemului și Cloud [15]. Acesta este alimentat la 3.3V datorită regulatorului intern prin conexiunea USB, acesta consuma aproximativ 100 mA [16].

RFID (RC522) reprezintă un modul care suportă I2C, SPI și UART, având viteză maximă de transfer de date de 10 Mbps, fiind utilizat ca o metodă de identificare a persoanelor sau a obiectelor în cadrul sistemelor automatizate de acces și securitate pentru utilizatori. Tensiunea de operare este cuprinsă între 2.5V-3.3V. Consumul de curent variază între 13 și 26 mA în timpul funcționării și în timpul de repaus la 10 uA. [17]. În tabelul 3.1 este prezentată configurația pinilor aferentă modulului RFID RC522.

DHT11 reprezintă senzorul de temperatură și umiditate care poate fi utilizat pentru a detecta temperatură și nivelul de umiditate dintr-o zonă specifică. Temperatura este exprimată în °C cu o acuratețe de ± 2 °C. Raza de funcționare este de la 0-50 °C. Umiditatea este măsurată în procente RH și acuratețea este de $\pm 5\%$ RH. Raza de măsurare este de la 20%RH ~ 90%RH. Tensiunea de operare este 3.3V~5.5V [18]. Consumul mediu al senzorului este de 0.3mA [19]. În tabelul 3.2 este prezentată configurația pinilor aferentă senzorului DHT11.

Tabel 3.1- Configurație pini RFID RC522

VCC	Alimentare (~3.3 V)
RST	Pin pentru resetare
GND	Conectare ground
IRQ	Pin pentru întrerupere
MISO	Pin pentru comunicare SPI
MOSI	Pin pentru ierarhia în comunicare SPI
SCK	Pin Serial Clock
SDA	Pin pentru comunicare I2C

Tabel 3.2 - Configurație pini DHT11

PIN	Descriere
DOUT	Ieșire digitală
GND	Masa de alimentare
VCC	3.3V-5.5V

MH-RD reprezintă senzorul de ploaie care detectează prezența apei și a condițiilor de ploaie. Tensiunea de operare este de 3.3V-5V. Conține un pad electrod, prezența apei afectează rezistența electrică a acestuia și conduce electricitatea și va scădea valoarea citită [20]. Consumul maxim nu depășește 3mA [21]. În tabelul 3.3 este prezentată configurația pinilor aferentă senzorului MH-RD.

Tabel 3.3 - Configurație pini MH-RD

VCC	Sursă de energie	3.3V-5V
GND	Ground	Conectare la GND-ul sistemului
DO	Ieșire digitală	Conectare la pin I/O
AO	Ieșire analog	Conectare la pin input analog

Termistorul NTC 10k are rolul de a detecta temperatura și de a scade din rezistență în funcție de creșterea temperaturii, fiind fundamental pentru sistemele de automatizare a locuințelor [22]. Tensiunea de operare este cuprinsă între 3.3V – 5V, iar consumul este în medie de 0.25mA [23].

LCD1602 reprezintă un panou care utilizează proprietățile cristalelor lichide și a polarizatoarelor pentru a manipula lumina, rezultatul acestui proces fiind producerea de imagini. Temperatura de funcționare este cuprinsă între -20°C până la +70°C. Tensiunea utilizată este una de 5V. Interfața este cea I2C [24]. Conform formulei Legii lui Ohm, consumul mediu este de maxim 15mA, datorită rezistenței de 220 ohm și al tensiunii de

alimentare de 5V și de cădere în valoare de 2V a LED-ului componente. În tabelul 3.4 este prezentată configurația pinilor aferentă panoului LCD1602.

Tabel 3.4 - Configurație pini LCD1602

Tip Ecran	Afișaj cu caractere alfanumerice
Iluminare	LED
VSS	Ground
VDD	Alimentare tensiune
V0	Potentiometru
RS	Pin 7
RW	Ground
E	Pin 8
DB4	Pin 9
DB5	Pin 10
DB6	Pin 11
DB7	Pin 12
A	5V
K	Ground
Pin SDA	Data
Pin SCL	Ceas

Potențiometrul B10K are rolul de a oferi o rezistență variabilă pentru LCD. Acesta prezintă 3 pini, unul care este conectat la pinul V0 al LCD-ului, iar ceilalți 2 sunt conectați la GND și sursă. Rezistențele de care acesta este capabil sunt variabile, iar cea utilizată în cadrul sistemului este de 10k ohm [25].

Servomotoarele MG90S reprezintă componentele care se asigură că, pe baza unor comenzi, geamurile locuinței sunt acționate de la distanță, fiind închise sau deschise în funcție de dorințele utilizatorului, având o tensiune de operare de 4.8V – 6V [26]. Consumul unui servomotor este de 2.7mA în stare inactivă cu un maxim de 400mA când acesta este blocat [27].

Butonul funcționează pe baza acțiunii tactile a utilizatorului, având rolul în cadrul sistemului de a schimba datele afișate pe LCD pentru a satisface nevoile utilizatorului. Acesta este conectat la o rezistență de 10k ohm între 5V și pinul acestuia pentru a evita citirea unor stări electrice instabile atunci când butonul nu este apăsător. [29].

LED-ul RGB are rolul de a prezenta vizual utilizatorului anumite culori în funcție de regulile setate pentru fiecare pin dintre cei trei. Culoarele produse sunt variate fiind posibilă combinarea intensității celor trei culori de bază. Rezistențele de 220 ohm sunt utilizate în concomitență cu LED-ul RGB pentru a limita curentul și astfel să fie asigurată buna

funcționare a componentei. Curentul necesar este de 20mA, iar tensiunea de alimentare este furnizată de Arduino Mega 2560 prin pinii digitali conectați, având o valoare de 5V care este redusă cu ajutorul rezistenței [30].

LED-urile utilizate în cadrul sistemului au rolul de a simula sursele de iluminat prezente în cadrul unei locuințe automatizate. Acestea prezintă un pin pozitiv, anod și unul negativ, catod. Anodul este marcat cu un +, iar catodul este marcat cu -. Pinul mai lung este cel pozitiv, iar cel mai scurt teste cel negativ. Tensiunea utilizată de un LED este de aproximativ 2V, iar consumul energetic este de 20 mA [31].

3.2. Modul de funcționare

Arduino Mega 2560 reprezintă microcontrolerul principal al sistemului. Acesta are ca funcții controlul și procesarea datelor de la senzori (de exemplu: senzorul de temperatură DHT11, termistorul *NTC* 10k și senzorul de ploaie MH-RD), procesează acțiuni pe baza informațiilor primite, precum controlul geamurilor sau al altor dispozitive și gestionează interfețele de conectare, inclusiv modulele de comunicație (*RFID*, *ESP32/ESP8266*), coordonând diferite acțiuni prin intermediul interacțiunii cu celelalte microcontrolere.

ESP32 este acel *MC* care se ocupă cu comunicarea *WI-FI*. Acesta asigură conectivitatea la internet prin *WI-FI* pentru a comunica cu aplicația mobilă, permite sincronizarea cu *Firebase*. Trimite informații de la senzori la *Firebase*. Reprezintă puntea de legătură între *Firebase* și *Arduino Mega 2560*.

ESP8266 are rolul de a stabili și menține comunicarea *WI-FI* între *Firebase* și senzorul de ploaie MH-RD și senzorul de temperatură și umiditate DHT11 astfel fiind un flux constant de comunicare între senzori și aplicația mobilă.

Modulul RFID (RC522) este un modul de citire al cardurilor *RFID*, utilizat pentru autentificare și control acces în locuință. Acesta permite autentificarea utilizatorilor în sistem și oferă acestora posibilitatea de a intra în spațiul automatizat. Este conectat la *Arduino Mega 2560* cu care comunică în scopul utilizării eficiente a aplicației, în funcție de datele trimise către *MC*-ul central și validitatea accesului acesta trimițând semnale către un *LED RGB*. *LED*-ul va emite lumină verde dacă accesul este permis și lumină roșie dacă acesta nu este permis.

Senzorul de temperatură și umiditate DHT11 reprezintă modul prin care sunt măsurate temperatura și umiditatea din interiorul locuinței. Rolul acestuia este de a trimite date către *ESP8266* în scopul utilizării acestor informații în cadrul aplicației, informații care vor fi redate sub formă de grafice.

Senzorul de ploaie *MH-RD* are rolul de a detecta condițiile de ploaie și de a trimite semnale către *ESP8266* care va transmite aceste informații către aplicația mobilă. În

cazul în care este detectată ploaie geamurile locuinței se vor închide automat cu ajutorul servomotoarelor *MG90S*.

Termistorul NTC 10k este folosit pentru măsurarea temperaturii în exteriorul locuinței. La acesta este adăugată o rezistență de 10k Ω care asigură utilizarea optimă în cadrul sistemului de automatizare. Acesta este conectat la *Arduino Mega 2560* care va procesa variațiile de rezistență și le va transforma în valori de temperatură, informațiile fiind apoi utilizate pentru prelucrarea datelor.

LCD1602 oferă interfață vizuală utilizatorului, comunicând informații importante precum data calendaristică, temperatura măsurată din interiorul locuinței și nivelul de umiditate prezent. Aceste informații sunt controlate de utilizator care prin intermediul unui buton poate să schimbe informațiile afișate pe ecran.

Potențiometrul B10K care este conectat la alimentarea LCD-ului, permite ajustarea luminozității ecranului LCD-ului, iar utilizatorul poate să ajusteze manual nivelul de luminozitate bazat pe cerințele și nevoile sale.

Butonul din cadrul ecranului LCD schimbă datele afișate pe acesta, când este apăsat declanșează un semnal către MC-ul central care va actualiza datele afișate. Când butonul este apăsat pinul de intrare este conectat direct la VCC care va face ca semnalul să fie HIGH, iar când butonul nu este apăsat pinul de intrare este conectat la LOW datorită rezistenței de 10k Ω care îl conectează la GND.

Servomotoarele MG90S reprezintă modul prin care utilizatorul are asigurată protecția împotriva condițiilor meteorologice nefavorabile, mai precis în cazul în care este detectată ploaie prin intermediul senzorului MH-RD, geamurile spațiului automatizat sunt închise automat, dar utilizatorul are control din aplicație asupra acestora, fiind posibilă închiderea manuală a acestora. Acțiunea servomotoarelor se bazează pe semnalele primite de la MC-ul central.

În cadrul sistemului sunt utilizate două tipuri de LED-uri, două de culoare roșie și unul RGB. Cele de culoare roșie au rolul de a fi sincronizate cu sistemul de iluminat din cadrul locuinței, iar acestea sunt controlate din cadrul aplicației mobile. Cel RGB este utilizat pentru a transmite utilizatorului dacă este posibil sau nu accesul în locuință. Acest LED prezintă trei rezistențe de câte 220 Ω care au scopul de a proteja și a nu permite unui curent prea ridicat să deterioreze componenta.

Pinii de I/O sunt utilizați pentru comunicarea între componente permițând intrarea semnalelor de la senzori și ieșirea acestor semnale către componentele care trebuie controlate precum servomotoarele și LED-urile. Ei asigură stabilitate circuitului.

Alimentarea este asigurată de porturile USB ale MC-urilor utilizate, care oferă energia necesară pentru funcționarea sistemului de componente. În figura 3.1 este prezentată diagrama de funcționare a sistemului.

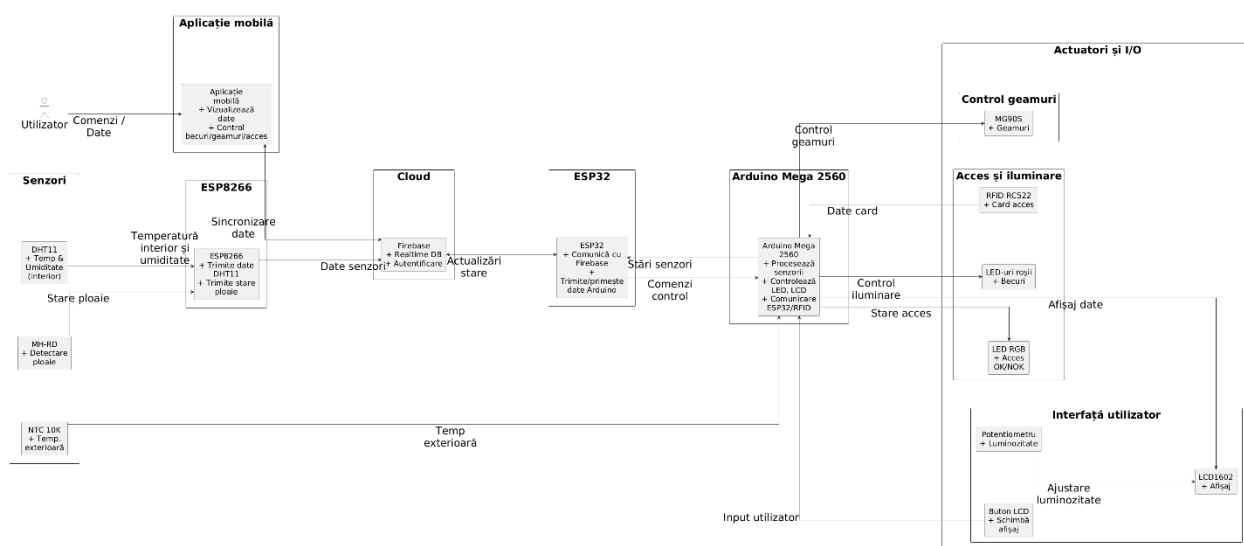


Figura 3.1 – Diagrama de funcționare a sistemului

Diagrama de mai sus prezintă modul de funcționare al sistemului „*Smart home*” în cadrul căruia utilizatorul poate controla iluminatul, accesul și geamurile, iar temperatura și umiditatea sunt monitorizate cu ajutorul aplicației mobile care este conectată la Firebase. Aceasta reprezintă interfața principală și realizează trimiterea de comenzi și afișarea datelor primite de la senzori. Aplicația se sincronizează bidirecțional cu Firebase Realtime Database, care are rolul de nod central în comunicarea dintre software și dispozitivele hardware.

Arduino Mega reprezintă unitatea de control local care gestionează interacțiunile fizice. Acesta primește comenzi de la ESP32 și trimite către acesta informații. MC-ul controlează servomotoarele, ledurile, modulul RFID, afișajul LCD, termistorul și potențiometrul, având un rol fundamental în cadrul sistemului.

ESP8266 realizează citirea senzorilor DHT11 (temperatură și umiditate) și a senzorului de ploaie MH-RD. Aceste date sunt trimise în Firebase. ESP32 preia comenzi din Firebase și le transmite către Arduino Mega, comunicând bidirecțional starea componentelor. ESP32 și ESP8266 funcționează cu ajutorul unei conexiuni Wi-Fi și asigură legătura dintre Cloud și dispozitivele fizice din sistem.

Diagrama evidențiază într-un mod clar și eficient modul în care se realizează interacțiunea dintre utilizator, aplicație, Cloud și componentele hardware, în cadrul unui sistem de automatizare a locuinței.

3.3. Schema hardware

În figura 3.2 este prezentată schema hardware a sistemului.

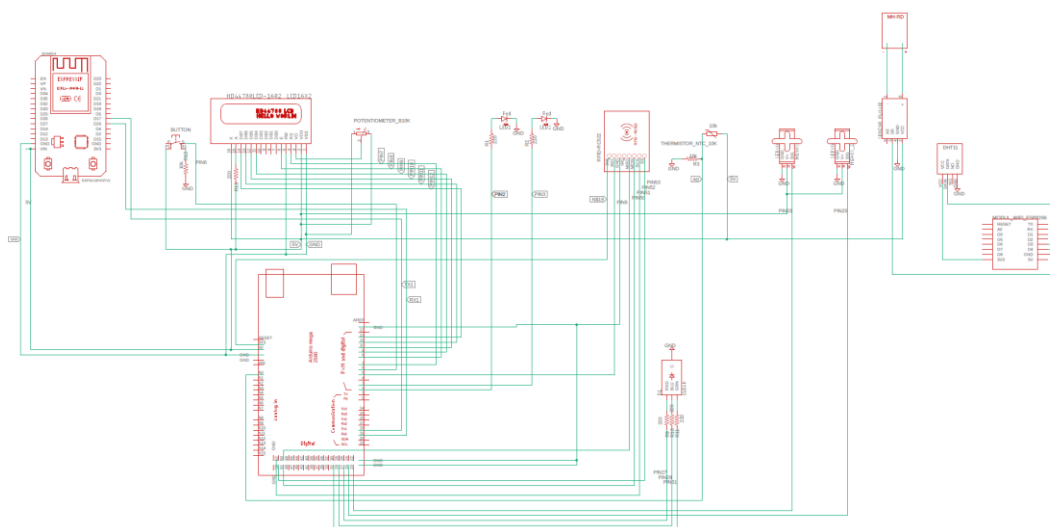


Figura 3.2 – Schema Hardware al sistemului

Schema hardware are rolul de a prezenta schița grafică a sistemului hardware din cadrul proiectului de automatizare a unei locuințe și a fost realizată în EAGLE Autodesk. Ea arată modul în care sunt conectate dispozitivele hardware și permite o vizualizare de ansamblu asupra sistemului de automatizare. Conectarea și comunicarea componentelor se face prin intermediul pinilor și a firelor.

Microcontrolerul central Arduino Mega 2560 comunică cu modulul ESP32 prin intermediul comunicației UART, utilizând pinul TX pentru transmiterea datelor și pinul RX pentru recepția acestora. Arduino Mega 2560 preia valorile de la termistorul NTC 10k conectat analogic și le afișează pe ecranul LCD1602, conectat prin pinii digitali 7–12. Totodată, controlează servomotoarele care acționează geamurile prin intermediul unor pini digitali și primește date de la modulul RFID-RC522 prin interfața SPI (folosind liniile SS, MOSI, MISO și SCK). Întregul sistem este alimentat prin portul USB.

ESP32 este utilizat pentru a transmite date dinspre Arduino Mega 2560 către Firebase și pentru recepționarea comenzilor de la aplicația mobilă. Acesta este alimentat separat prin intermediul USB.

ESP8266 este conectat la senzorul DHT11 prin pinul D5, la senzorul de ploaie prin pinul D0 și este utilizat pentru citirea temperaturii și umidității interioare precum și a stării plouă/nu plouă. Datele sunt transmise constant în Firebase la intervale regulate.

LED-urile RGB sunt controlate prin intermediul pinilor digitali ai lui Arduino Mega 2560.

4. COMPONENTE SOFTWARE

Resursele software utilizate în cadrul acestui studiu sunt *Firebase*, *Android Studio*, *Meerkat*, *Arduino IDE* și *Eagle*. *Firebase* reprezintă baza de date a aplicației, care stochează în timp real informațiile primite. *Android Studio* reprezintă platforma de dezvoltare a aplicației sistemului de automatizare a locuinței și în cadrul acesteia se regăsește codul scris. În cadrul *Arduino IDE* sunt dezvoltate codurile pentru microcontrolere, care sunt esențiale pentru partea hardware a proiectului. *Eagle* este utilizat pentru a concepe schema grafică hardware a sistemului de automatizare a locuinței, prezentând vizual modul în care sunt conectate dispozitivele care asigură funcționarea sistemului.

Funcționarea și transpunerea în realitate a sistemului de automatizare a unei locuințe se realizează prin utilizarea mai multor limbaje de programare, fiecare dintre aceste limbaje având un rol specific pentru a asigura legătura dintre componentele hardware și partea de software a proiectului. Limbajele de codare utilizate au fost selectate în funcție de platformele și de dispozitivele utilizate (microcontrolere, aplicația mobilă, comunicare Cloud), fiind fundamentale pentru selecția elementelor precum compatibilitate, cerințe de performanță și dezvoltare pe multiple platforme.

Codul care rulează pe microcontrolerele Arduino Mega 2560, ESP32 și ESP8266 este scris în limbajele C și C++, utilizând Arduino IDE. Aceste limbaje sunt eficiente și populare în domeniu, oferind acces direct la resursele hardware. De exemplu, Arduino Mega 2560 este utilizat pentru a gestiona senzorii conectați și pentru a trimite și recepționa comenzi în cadrul sistemului.

Aplicația mobilă este realizată în Flutter, care reprezintă un framework UI dezvoltat de Google care utilizează limbajul Dart. Acest limbaj facilitează dezvoltarea rapidă și eficientă a aplicațiilor compatibile cu Android și iOS, dintr-o singură bază de cod. În cadrul aplicației au fost implementate funcții precum autentificarea utilizatorilor, roluri personalizate, proprietar și locatar, controlul în timp real al dispozitivelor din sistem, geamuri, becuri, acces în locuință, dar și afișarea datelor din Firebase sub forma de grafice zilnice, săptămânale și lunare.

Pentru a se asigura o comunicare constantă și stabilă între aplicația mobilă și microcontrolere a fost utilizat Firebase Realtime Database, o soluție Cloud NoSQL în care datele sunt stocate și transmise în format JSON. Dispozitivele ESP folosesc biblioteci care trimit și transmit date prin protocoale REST API sau WebSockets. Această structură a datelor permite sincronizarea în timp real, fără întârzieri semnificative.

În consecință, utilizarea cumulată a C/C++, Dart și Json oferă sistemului o arhitectură solidă și flexibilă, fiecare componentă comunicând constant și asigurând o

funcționare eficientă a sistemului de automatizare a locuinței. Astfel, partea hardware și cea software a proiectului comunică și colaborează pentru a asigura satisfacerea eficientă a nevoilor utilizatorilor.

Principalele opțiuni de backend pentru dezvoltarea de aplicații mobile sunt reprezentate de Firebase și GCP. Ambele sunt deținute de Google, dar sunt diferite prin prisma scopului aplicației pe care dorești să le utilizezi. Firebase se adresează utilizatorilor care doresc să se concentreze pe soluții mobile de aplicații într-un mod eficient și ușor de înțeles și utilizat. GCP se adresează mai degrabă utilizatorilor care doresc să folosească mai mult pe sisteme virtuale, baze de date, machine learning și analize big data.

Din punct de vedere al experienței de dezvoltare, principalele diferențe între Firebase și Google Cloud Platform se referă la caracteristicile specifice fiecărui produs. Dacă Firebase se remarcă prin suport pentru baza de date offline și un set predefinit de funcții care simplifică și scurtează timpul de dezvoltare al oricărei aplicații, GCP oferă o infrastructură extensibilă și flexibilă întemeiată pe sisteme virtuale, oferind posibilitatea de a monitoriza cu atenție resursele și de a adapta algoritmi la nivelul tuturor modulelor utilizate.

Din punct de vedere al opțiunilor oferite pentru baza de date cele două prezintă următoarele soluții: Cloud Firestore Security Rules adică un set de reguli de securitate integrate în cadrul Firebase care oferă control asupra accesului la datele utilizatorului și GCP poate integra SQL și BigQuery pentru a furniza un acces și control asupra bazei de date.

Stocarea se face în Firebase cu ajutorul unui sistem Cloud, care oferă mai multe opțiuni cu privire la securitatea datelor precum chei criptate și liste de control cu privire la accesul utilizatorilor. În cazul GCP se utilizează NFS pentru a oferi accesul utilizatorilor la datele stocate și Cloud Storage Lifecycle Management care oferă opțiunea de a arhiva și de șterge anumite date în funcție de criteriile utilizate.

Autentificarea și autorizarea în cazul Firebase se face prin Firebase Authentication Admin SDK care oferă dezvoltatorilor opțiunea de a crea și de a șterge utilizatori, a reseta parole și de a gestiona cererile într-un mod personalizat. GCP oferă IAM Roles, care reprezintă roluri predefinite, iar acestea oferă diferite permisiuni pentru utilizatori. Pe lângă acestea se mai oferă și posibilitatea de a organiza ierarhic accesul prin intermediul folderelor și a organizațiilor.

Monitorizare și analizarea datelor se realizează în cadrul Firebase prin intermediul unor predicții care pot permite formarea de recomandări cu rolul de a optimiza implicarea utilizatorilor și de a preconiza atribuțiile clienților. În cazul GCP se utilizează Cloud Monitoring Alerting care setează alerte bazate pe anumite condiții stabilite de utilizator

care notifică clientul de încălcarea acestora. La acesta se adaugă Stackdriver Debugger, care reprezintă o unealtă de debugging a aplicațiilor pentru a descoperi mai eficient cauza problemelor.

Din punct de vedere al securității, Firebase se bazează pe caracteristici oferite de GCP, integrând mecanisme avansate de criptare pentru protejarea datelor sensibile ale utilizatorilor. Această integrare oferă o bază solidă de securitate, asigurând un nivel ridicat de protecție în cadrul aplicațiilor dezvoltate pe platformă. GCP oferă o varietate mai largă de opțiuni pentru securitatea datelor, fiind integrate și soluții externe pentru a garanta acest lucru.

Dintre cele două platforme de dezvoltare a unei aplicații mobile, cea mai ușor de utilizat pentru a duce studiul prezent la final este Firebase, fiind axată mai degrabă pe domeniul actual de studiu al lucrării, cel al dezvoltării unei aplicații mobile pentru sistemul de automatizare a unei locuințe. GCP oferă o arie mai mare de opțiuni pentru diverse activități și pentru mai multe domenii, dar nu reprezintă o metodă mai eficientă pentru dezvoltarea unei aplicații mobile decât Firebase. Astfel, datorită modului accesibil și rapid prin care Firebase poate răspunde la nevoile utilizatorilor aceasta este soluția utilizată pentru backend în cadrul proiectului de diplomă [32]. În tabelul 4.1 se compară Firebase cu GCP, arătând că Firebase este ideal pentru dezvoltarea aplicațiilor mobile cu funcții în timp real și backend intuitiv prin servicii preconfigurate, în timp ce GCP oferă o suită complexă pentru procesarea informațiilor și control detaliat, justificând alegerea Firebase pentru proiecte mobile și a GCP pentru aplicații enterprise.

Android Studio Meerkat este platforma oficială a Google pentru dezvoltarea de aplicații pentru Android oferind funcții precum integrare flexibilă bazată pe Gradle, un sistem de compilare open source, emulare, editare în timp real, integrare GitHub etc. Proiectele dezvoltate cu Android Studio Meerkat conțin unul sau mai multe module cu fișiere de cod sursă și fișiere de resurse [33]. În consecință, această platformă este ideală pentru cercetarea actuală, care dorește să dezvolte un sistem de automatizare pentru o locuință care să se bazeze pe o aplicație pentru utilizatori.

Eagle Autodesk este un sistem utilizat pentru a produce o reprezentare schematică a dispozitivelor electrice utilizate, reprezentând un mod de a reproduce vizual modul în care acestea sunt conectate în realitate. Acesta conține diferite instrumente de editare a modului de așezare a unui PCB și a schemelor grafice oferind caracteristici îndreptate către comunitate precum accesul la biblioteci cu informații pentru diferitele componente utilizate [34]. În cadrul cercetării prezente sunt utilizate componente hardware care compun o parte fundamentală din cadrul sistemului de automatizare dezvoltat, astfel este necesară utilizarea *Eagle Autodesk* pentru a putea transpune în mod virtual modul în care sunt utilizate și conectate dispozitivele folosite.

Arduino IDE reprezintă metoda prin care se realizează conectarea tuturor dispozitivelor utilizate în sistemul dezvoltat, cu scopul de a încărca programe și de a stabili o comunicare între acestea. Aceasta conține un editor de text pentru formatarea codului, o regiuni de mesaje, o consolă de text, o bară de instrumente cu butoane pentru funcții comune și mai multe meniuri [35]. Aplicația dezvoltată în cadrul acestei cercetări utilizează un MC central de la Arduino, Arduino Mega 2560, în consecință fiind necesară și recomandată utilizarea acestui software pentru a putea stabili un sistem funcțional și eficient de automatizare pentru o locuință. Pe lângă soluția oferită de Arduino mai sunt utilizate încă două microcontrolere care folosesc platforma Arduino IDE pentru a asigura funcționarea sistemului de automatizare a locuinței.

Tabel 4.1 - Comparație și motivare utilizare Firebase

Caracteristici	Firebase	GCP
Domeniu de focus	Dezvoltarea de aplicații mobile (funcții în timp real, backend intuitiv, eficientă)	Suită complexă de soluții pentru procesarea de informații (scalare, aplicații complexe, domenii diverse)
Modul de utilizare	Mai ușor de utilizat (servicii preconfigurate și interfață intuitivă)	Mai complex (servicii vaste, gestionarea mai detaliată)
Controlul utilizatorului	Servicii gestionate, mai puțin control asupra platformei	Control mai mare al utilizatorului la mai multe nivele
Integrare	Integrare largă cu produse Google și terți externi	Gamă mai mare și complexă de integrare cu terți externi
Excelentă pentru	Dezvoltare de aplicații mobile, backend intuitiv	Dezvoltarea de aplicații pentru întreprinderi, flux mare de informații, control

5. APLICAȚIA PROPRIU-ZISĂ

Aplicația software funcționează ca un sistem de automatizare a locuinței prin intermediul dispozitivelor hardware, care primesc informații, comunică aceste informații și le transmit către MC-ul central, care este programat să prezinte anumite acțiuni la aceste informații.

Aplicația se utilizează prin crearea unui cont de utilizator, care poate să aibă două funcții, fie cea de locatar, fie cea de proprietar. Funcția de proprietar prezintă un control mai mare asupra sistemului de automatizare, fiind posibil și controlul asupra conturilor de locatar. Pentru crearea unui cont este necesar un cont de e-mail valid, fiind necesară adăugarea unei parole.

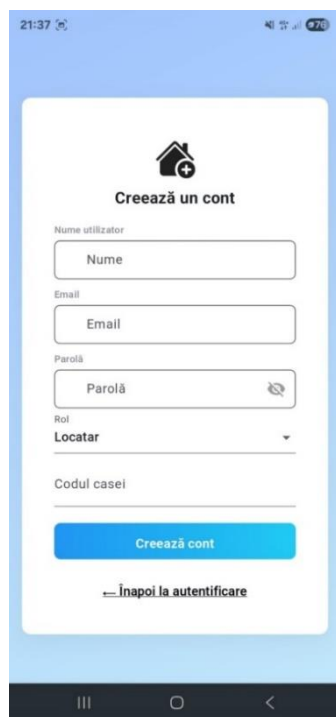


Figura 5.1 – Crearea unui cont de locatar în cadrul aplicației

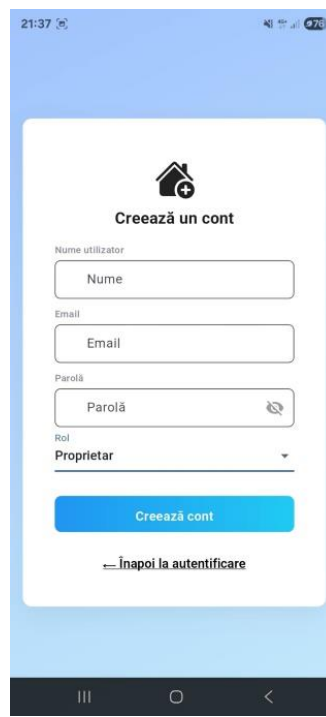


Figura 5.2 – Crearea unui cont de proprietar în cadrul aplicației

În figura 5.3 este prezentat procesul prin care un utilizator își poate crea un cont pentru a utiliza aplicația de automatizare a locuinței, fiind ilustrați pașii necesari pentru a putea folosi controlul dispozitivelor din cadrul sistemului de la distanță. Diagrama descrie fluxul logic al procesului, utilizatorul selectează rolul dorit (*locatar* sau *proprietar*), introduce un nume de utilizator, un e-mail și o parola care trebuie să respecte anumite cerințe de securitate (să conțină un număr, un caracter special, o majusculă, minim 8

caractere). Utilizatorul cu profil *locatar* este nevoit să introducă un cod al casei existent pentru a accesa aplicația, iar la cel *proprietar* nu este necesară această acțiune, deoarece aplicația generează un cod al casei unic pentru proprietar. Autentificarea este realizată cu ajutorul Firebase Authentication, codul casei fiind salvat și în Firebase Realtime Database. După autentificare cu succes utilizatorul este redirecționat către pagina principală a aplicației.

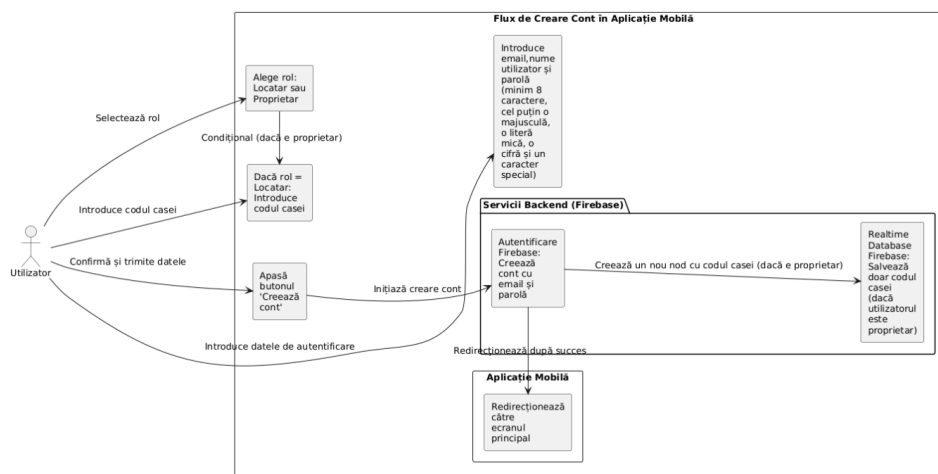


Figura 5.3 – Diagrama proces „Crearea unui cont”

Codul casei reprezintă o funcție a contului de *proprietar*, care poate să genereze acest cod și implicit utilizatorii *locatari* să fie eliminați din sistemul de control al locuinței de către proprietarul casei, fiind necesar acest cod al casei unic pentru a utiliza aplicația. *Proprietarul* poate selecta anumiți locatari pentru eliminarea acestora din cadrul locuinței, dar conturile acestora rămân în baza de date, fiind eliminat doar codul de acces al casei. În consecință, este nevoie de furnizarea unui nou cod al casei valid. Aceste funcții oferă proprietarului un control ridicat asupra sistemului de automatizare. În cazul în care un utilizator de tip *locatar* utilizează butonul „Schimbă codul casei” se produce delogarea acestuia, iar datele noi sunt sincronizate cu noua locuință. În situația în care este generat un nou cod al casei de către *proprietar* datele sistemului nu se pierd ci se realizează transferul acestora în cadrul codului nou generat.

Pagina profil utilizator oferă accesul la anumite funcții. Profilul de utilizator care este configurat cu rolul de *proprietar* oferă posibilitatea de a vizualiza conturile locatarilor conectați și de a elimina accesul acestora din cadrul locuinței. Acesta poate și să genereze un nou cod al casei prin intermediul acestui meniu din cadrul aplicației. Utilizatorul cu profil *Proprietar* poate genera un nou cod al casei, acesta fiind necesar pentru a putea accesa funcțiile din cadrul aplicației, acest cod stabilește legătură dintre dispozitive și utilizator (a se vedea figura 5.4). În momentul în care este generat un nou

cod al casei, datele stocate în Firebase sunt copiate în noul nod, iar cel vechi este șters. Astfel, se asigură protecția și continuitatea datelor colectate (a se vedea figura 5.5).



Figura 5.4 – Pagină codul casei

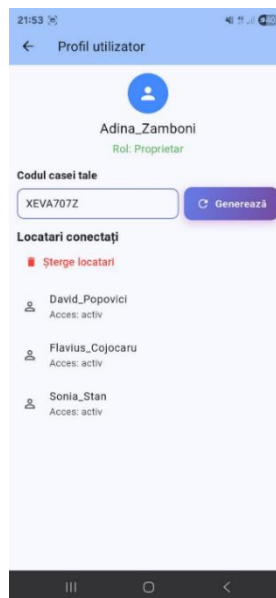


Figura 5.5 – Pagina profil proprietar

Pentru a putea crea un cont de utilizator este necesară verificarea adresei de e-mail utilizată, reprezentând o metodă eficientă de a spori securitatea. Această verificare se face prin trimiterea unui e-mail automat la adresa furnizată, fiind necesar ca utilizatorul să acceseze link-ul prezent în mail (a se vedea figura 5.6).

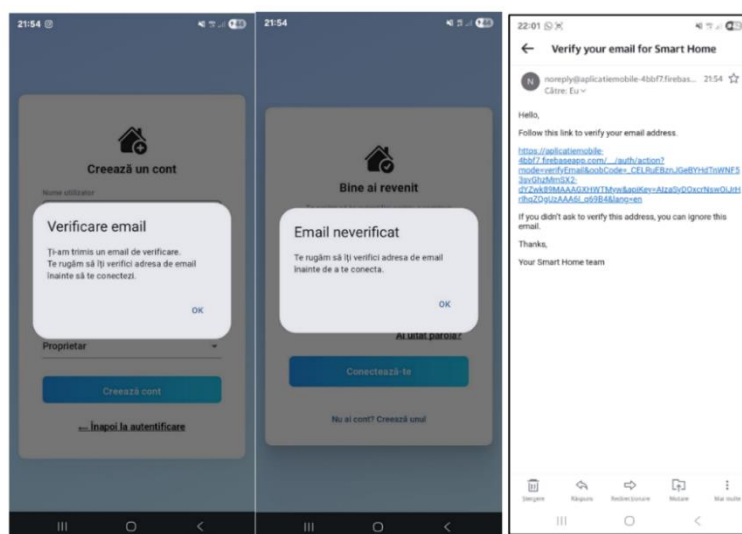


Figura 5.6 – Proces de verificare a e-mail-ului pentru crearea contului “Smart Home”

Pagina *Profil utilizator* oferă posibilitatea de a vizualiza cine este proprietarul locuinței și ceilalți locatari care sunt conectați în locuință. Utilizatorul cu profil de *locatar* poate să schimbe din cadrul acestei pagini codul casei.

Utilizatorii cu profil de *locatar* pot întreprinde acțiunea de a schimba codul casei (a se vedea figura 5.8), iar în cadrul aplicației se realizează o verificare cu datele din sistem, iar dacă codul introdus nu corespunde cu un profil de *proprietar* valid atunci va apărea vizual faptul că acesta este invalid și nu este permis accesul la funcțiile din cadrul aplicației (a se vedea figura 5.9).

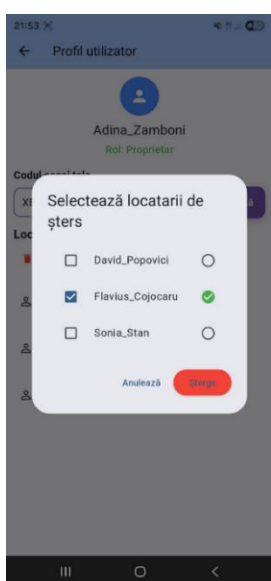


Figura 5.7 – Eliminarea locatarilor din locuință

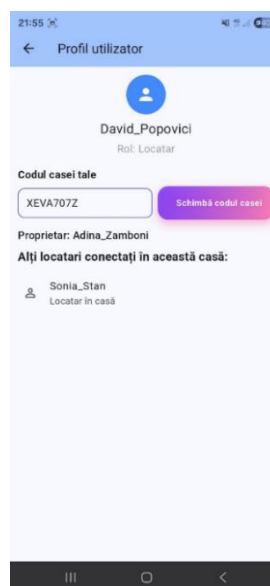


Figura 5.8 – Pagina profil locatar

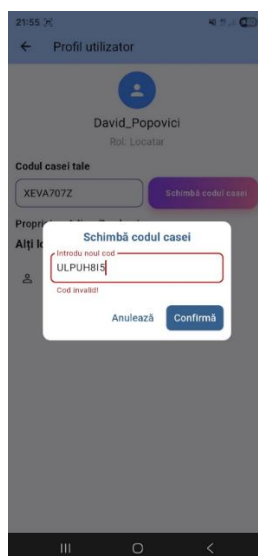


Figura 5.9 – Eroare cod al casei invalid

Pentru a seta o parolă asociată unui cont de *utilizator* sunt necesare utilizarea de minim 8 caractere, o literă, o literă cu majusculă, un caracter special și o cifră. Pentru a asigura o utilizare eficientă este posibilă schimbarea parolei în cazul în care utilizatorul nu o mai poate furniza, acționarea acestei comenzi produce trimiterea unui e-mail care conține un link unde este introdusă noua parolă care să permită accesul în aplicație (a se vedea figura 5.10). Astfel, este asigurată securitatea locuinței și este garantat controlul utilizatorului cu profil de *locatar* asupra imobilului deținut și este stabilită o ierarhie între conturile de utilizatori cu roluri diferite.

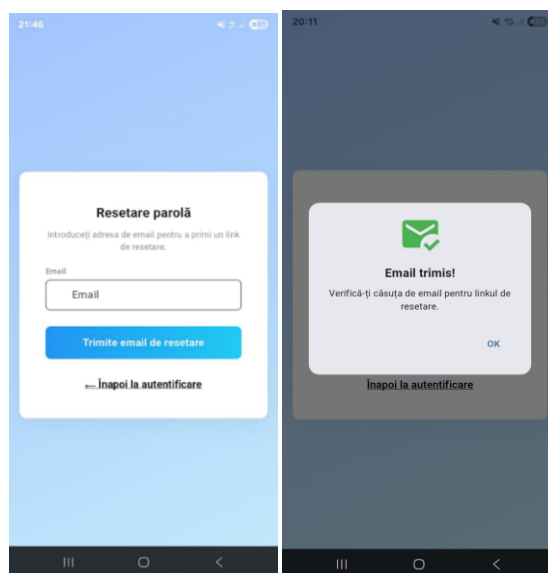


Figura 5.10 – Meniul de resetare a parolei



Figura 5.11 – Pagină conectare cont

În cadrul aplicației sunt posibile mai multe acțiuni de la distanță, care oferă utilizatorului un control asupra locuinței. Printre aceste funcționalități se numără deschiderea și închiderea geamurilor, fie manual, fie automat, la detectarea unei alerte de ploaie, cu ajutorul senzorului de ploaie și al servomotoarelor. Este posibil și controlul asupra becurilor, fiind închise și deschise manual de utilizator, oferind un control mai bun asupra consumului energetic. Utilizatorul poate să observe în aplicație temperatura internă și externă, cât și umiditatea din locuință, fiind disponibile și grafice cu evoluția acestora pe o perioadă zilnică, săptămânală și lunară. Toate aceste detalii se pot observa în figura 5.12.

Partea hardware a sistemului este utilizată și conectată pentru a:

- comunica informații în interiorul acestuia;
- transmite date în Firebase și pentru a recepționa informații;
- întreprinde acțiuni și a răspunde la comenzile utilizatorului, fiind posibil un control de la distanță asupra locuinței datorită acestor elemente.

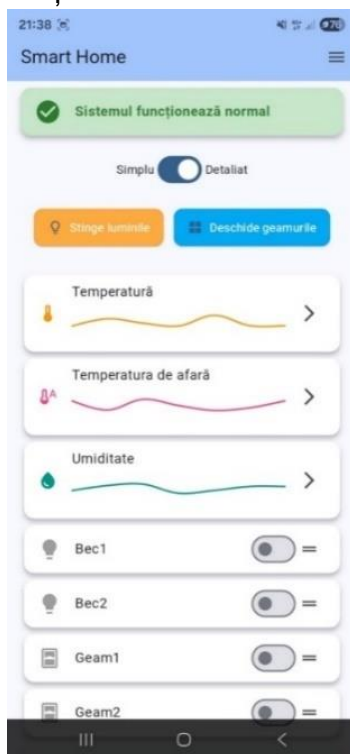


Figura 5.12 – Pagină principală a aplicației

Utilizatorul poate oferi acces în locuință prin intermediul aplicației, fiind setat un timer de 30 de secunde de la acționarea widget-ului sau a cardului de acces fizic care deschide ușa locuinței pentru a garanta o siguranță sporită. Aplicația oferă utilizatorului

posibilitatea de a urmări activitatea sistemului de automatizare prin intermediul „Jurnalul sistemului” care monitorizează acțiunile și funcțiile utilizate de utilizator. Aceste informații se pot observa în figura 5.13.

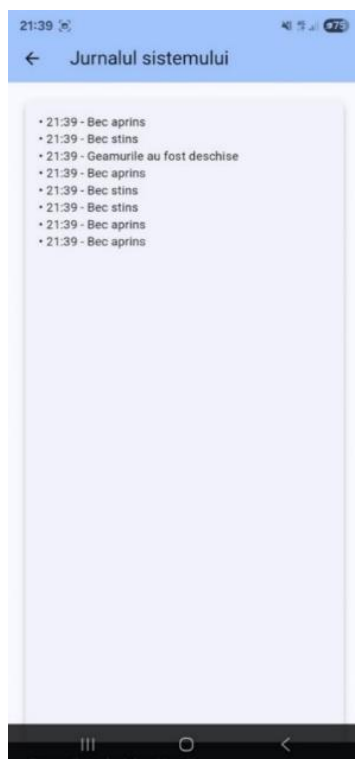


Figura 5.13 – Pagina „Jurnalul sistemului”

Sistemul dezvoltat prezintă anumite alerte, bazate pe informații externe oferite de dispozitivele utilizate (de exemplu senzorul de ploaie). Aceste alerte apar în cadrul aplicației și întreprind acțiuni automate dacă utilizatorul nu le întrerupe manual. Figura 5.14 afișează avertizări despre ploaie și geamuri deschise, oferind opțiuni de control precum stingerea luminilor, deschiderea geamurilor, și accesul securizat cu butoane pentru a permite sau refuza accesul.

În cazul în care utilizatorul dorește să acționeze manual și întreprinde o acțiune în cadrul aplicației care se opune cu acțiunea setată automat în caz de alerte se afișează un mesaj care atenționează utilizatorul cu privire la condițiile nefaste dacă acea acțiune este întreprinsă. Dacă utilizatorul dorește să continue cu această acțiune trebuie să confirme această comandă. Figura 5.15 afișează o avertizare despre lumina aprinsă ce necesită verificare, un mesaj de atenție privind deschiderea geamurilor pe ploaie cu opțiuni de anulare sau confirmare, și controale pentru stingerea luminilor, deschiderea geamurilor și blocarea accesului, împreună cu starea becurilor și geamurilor.

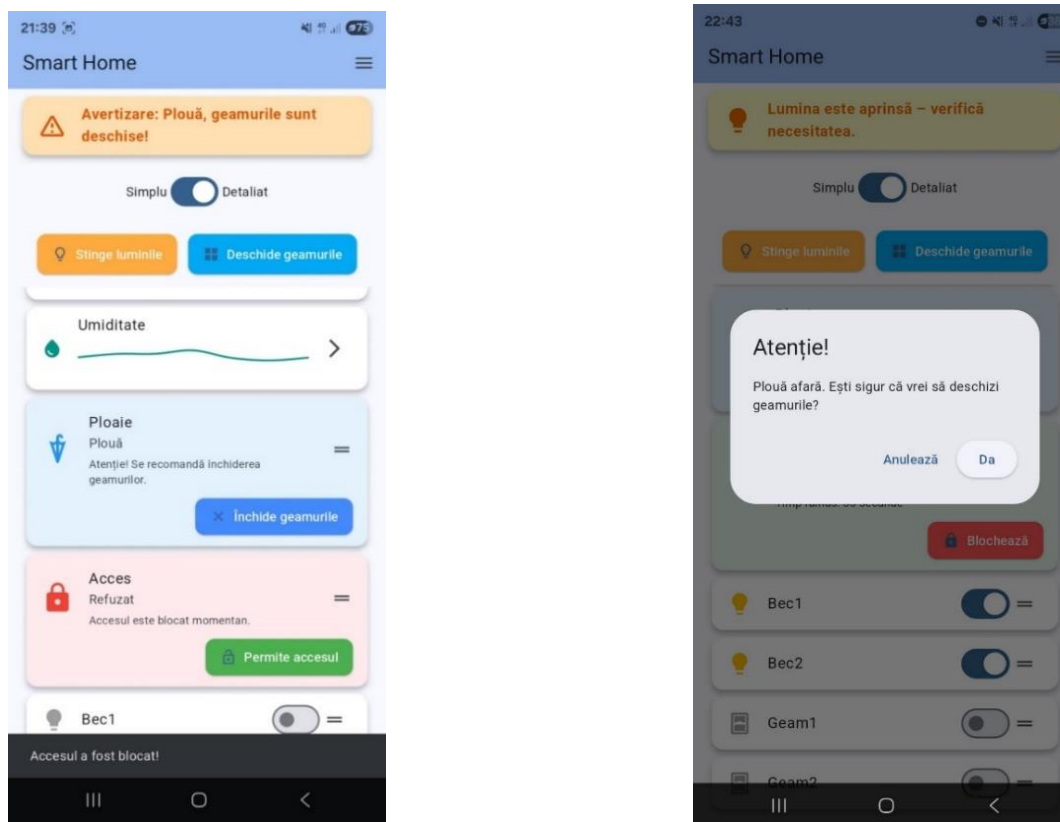


Figura 5.14 – Alerte în cadrul paginii principale **Figura 5.15** – Atenționare întreprindere acțiune

În consecință, este asigurat echilibrul între funcțiile automatizate și capacitatea utilizatorului de a acționa anumite comenzi manual, în funcție de preferințele acestuia. Aceste alerte au rolul de a ușura și automatiza activitatea umană în cadrul locuinței în situații predefinite, dar nu împiedică implicarea umană și asigură respectarea și executarea acțiunilor dorite de utilizatori în interiorul imobilelor.

Aceste funcții au scopul de a oferi o platformă intuitivă de control asupra unei locuințe automatizate care să ofere funcții și să întreprindă acțiunile dorite de utilizator prin intermediul dispozitivelor utilizate în cadrul sistemului de automatizare a unei locuințe.

Contul de utilizator permite accesul și utilizarea unor funcții precum schimbarea numelui de utilizator și a parolei în cadrul paginii „Setări utilizator”. Figura 5.16 prezintă, opțiunile de a schimba numele de utilizator și parola, cu butoane corespunzătoare și o notificare că numele a fost actualizat.

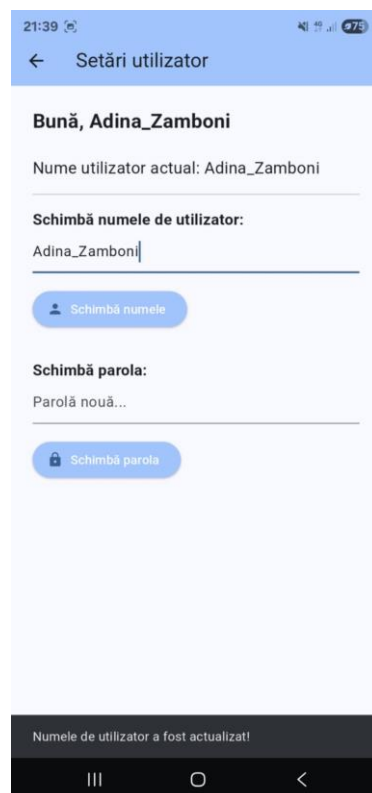


Figura 5.16 – Pagină „Setări utilizator”

În cadrul acestei aplicații dezvoltate pentru automatizarea unei locuințe este posibilă implementarea de funcții noi, care să se adapteze la nevoile utilizatorilor, acest element reprezentând un cumul de perspective viitoare pentru acest sistem. În concluzie, în urma studiului realizat trebuie consemnate câteva elemente fundamentale: dezvoltarea cu succes a unei aplicații de control de la distanță pentru un sistem de automatizare a locuinței, dependența părții software de cea de hardware pentru a forma un sistem complet funcțional de autorizare și necesitatea utilizării a numeroase platforme software pentru a putea dezvolta acest proiect complex în manieră satisfăcătoare pentru utilizator.

Din perspectiva securității aplicației și a siguranței utilizatorilor sunt implementate anumite funcții care să garanteze acest sentiment de protecție precum închiderea automată a accesului după 30 de secunde, care garantează că accesul în locuință este realizat doar de persoanele dorite ” (a se vedea figura 5.17).



Figura 5.17 – Interfață Smart Home: monitorizare și control

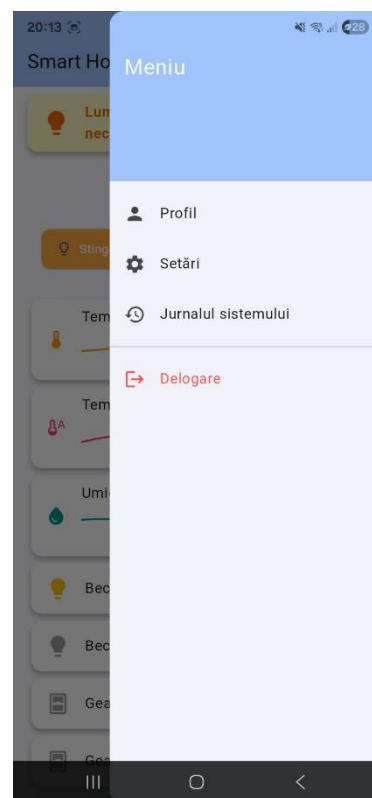


Figura 5.18 – Interfață Meniu Smart Home

În cadrul aplicației utilizatorul are acces la o serie de funcții, precum „Delogare”, „Jurnalul sistemului” (a se vedea figura 5.13), „Setări” (a se vedea figura 5.16) și „Profil” (a se vedea figurile 5.5 și 5.8) care oferă o interfață intuitivă și eficientă.

Utilizatorul poate selecta în cadrul aplicației data în care dorește să vizualizeze temperatura sau umiditatea, selectând din calendar (a se vedea figura 5.19). În funcție de data selectată acesta poate observa temperatura și umiditatea la anumite intervale orare, fiind prezent și un grafic pentru aceste informații, care utilizează datele furnizate de senzori, iar valorile minime și maxime se bazează pe aceste date. Pe axa X este reprezentat intervalul temporal selectat, interval orar dacă este selectată ziua, iar un interval zilnic dacă este selectat graficul pentru săptămână sau lună, dar sunt utilizate doar informațiile utilizate pentru zilele înregistrate. Pe axa Y sunt furnizate informații care țin de valoarea funcției selectate, °C sau procente (a se vedea figurile 5.20, 5.21, 5.22 și 5.23).

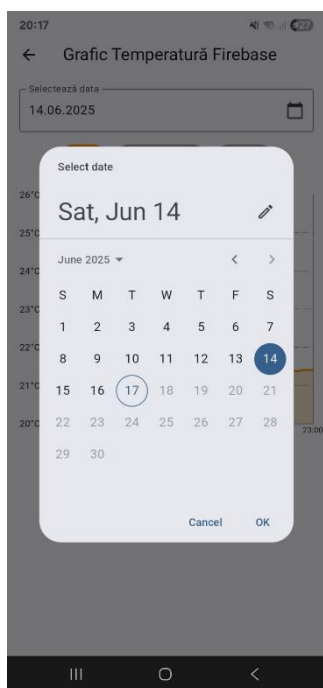


Figura 5.19 – Selectare dată temperatură



Figura 5.20 – Grafic temperatură zilnic



Figura 5.21 – Grafic temperatură săptămânal



Figura 5.22 – Grafic temperatură lunar



Figura 5.23 – Grafic umiditate zilnic



Figura 5.24 – Interfață mod simplu a aplicației

Utilizatorul poate alege felul în care sunt prezente funcțiile și datele în interfața aplicației în funcție de preferințele sale, sunt disponibile două moduri: „Simplu” și „Detaliat” care oferă anumite informații dacă acestea sunt dorite. Modul „Simplu” are ca scop prezentarea unei interfețe mai intuitivă pentru utilizator, păstrând funcțiile de bază ale sistemului dezvoltat (a se vedea figurile 5.17 și 5.24). În cadrul sistemului de automatizare temperatura și umiditatea reprezintă cele mai recente date furnizate de la dispozitivele utilizate. Modul „Detaliat” permite utilizarea utilizatorului anumitor funcții extra față de cel „Simplu” precum opțiunea de a închide geamurile, care au fost deschise de utilizator manual ulterior unei alerte de ploaie. La aceasta se adaugă capacitatea de a bloca sau permite accesul în locuință a utilizatorului (a se vedea figura 5.14).

Introducerea datelor de autentificare ale utilizatorului în cadrul aplicației de fiecare dată când aceasta este accesată reprezintă un alt element care contribuie la sporirea securității în cadrul sistemului de automatizare, reprezentând o metodă de siguranță care previne posibilitatea de acces în cadrul locuinței doar pe baza dispozitivului, fiind necesare datele utilizatorului pentru a putea utiliza aplicația.

Stocarea datelor utilizatorului se realizează cu ajutorul platformei Firebase. În cadrul Firestore Database, informațiile sunt structurate ierarhic și organizate într-o colecție principală „utilizatori”, un grup de documente care reprezintă utilizatorii aplicației. După crearea contului în cadrul aplicației, utilizatorul este salvat ca document unic în colecția principală. Numele acestor documente este reprezentat de un ID unic care este

generat de Firebase în mod automat. În cadrul acestui document, avem stocate perechi cheie-valoare care reprezintă „String-uri”. Valorile din cadrul aplicației sunt: „codCasa”, care reprezintă codul unic al locuinței, acesta este generat automat când un utilizator cu rolul de „proprietar” își creează un cont fiind necesară introducerea validă a acestuia de către utilizatorii cu rolul de „locatar”. Rolul acestuia este de legătură între Firestore Database, Realtime Database și dispozitivele utilizate în cadrul sistemului de automatizare a locuinței. Valoarea „e-mail” este furnizată de către utilizator, fiind necesară pentru crearea unui cont, autentificare în cadrul aplicației, trimiterea notificărilor și resetarea parolei. Valoarea „role” este setată de utilizator, rolul acesteia este de a ierarhiza utilizatorii, cei cu funcția de „proprietar” prezintă anumite beneficii precum acces complet, posibilitate de a adăuga locatari, de a șterge locatari și nu necesită introducerea codului casei în cadrul autentificării în aplicație. Valoarea „username” are rolul de a prezenta numele afișat în aplicație, fiind ales de utilizator și cu posibilitatea de a-l schimba ulterior (a se vedea figura 5.25).

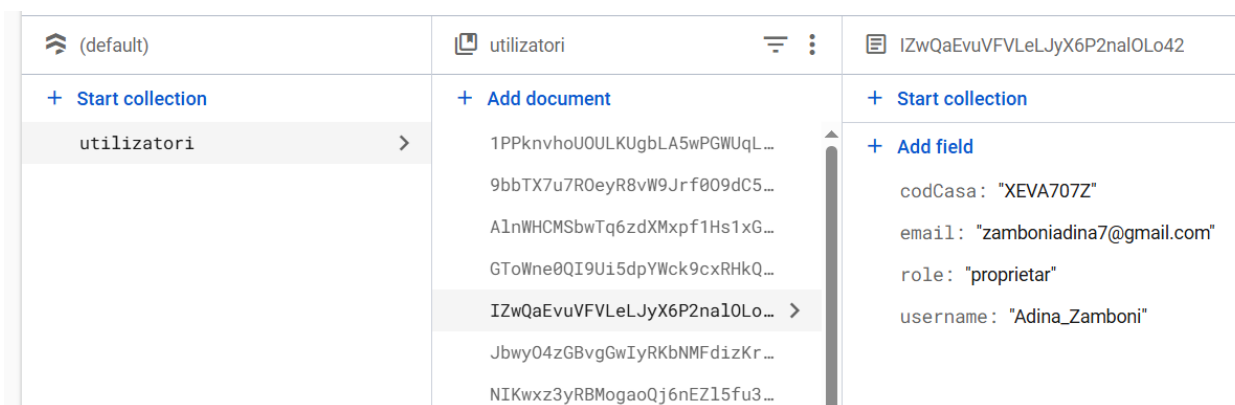


Figura 5.25 – Stocare bază de date „utilizatori”

În cadrul aplicației dezvoltate datele sunt structurate cu ajutorul Firebase Realtime Database, fiind vorba de o ierarhie bazată pe noduri. Nodul principal este cel „/case” care conține informațiile tuturor locuințelor gestionate de aplicație, fiecare casă poate fi identificată printr-un cod unic. Acest nod prezintă mai multe subnoduri, care reprezintă anumite funcții specifice fiecărei locuințe, precum „acces” care se referă la accesul în cadrul casei, „becX”, care reprezintă numărul de surse de lumină utilizate în sistem, „geamX” se referă la numărul de ferestre automatizate. Aceste subnoduri prezintă valori „true” sau „false”, semnalând dacă acestea au fost acționate sau nu.

Funcția de acces se realizează cu ajutorul RFID-ului RC522, care transmite informațiile la Arduino Mega 2560 și care permite sau refuza accesul în cadrul locuinței, LED-ul RGB prezintă culoarea verde în caz de „true” și roșie în caz de „false”, pentru un interval de timp de 2 secunde. Din motive de securitate accesul se resetează după 30 de

secunde și utilizatorul este notificat în cadrul aplicației în cazul în care este permis în locuință. Utilizatorii pot permite sau bloca accesul în locuință cu ajutorul aplicației mobile, care prezintă această funcție, fiind vizibil și timer-ul de 30 de secunde când accesul este permis.

Nodurile „istoric_temperatura_interior” și „istoric_umiditate” reprezintă datele furnizate de la ESP8266 cu ajutorul senzorului de temperatură și umiditate DHT11, care sunt stocate și utilizate pentru a crea grafice zilnice, săptămânale și lunare, temperatura fiind indicată în °C, respectiv procente. Fiecare nod specific fiecărei zile prezintă subnoduri cu temperatura și umiditatea organizate în funcție de ora citită de la senzor, aceste informații fiind primite la un interval de 15 minute (a se vedea figurile 5.26 și 5.27).

Nodul „istoric_temperatura_exterior” se referă la temperatura exterioară a locuinței, măsurată în °C. Acest proces este realizat cu ajutorul Arduino Mega 2560 care preia datele furnizate de către Termistorul 10K prin utilizarea unui divizor de tensiune, MC-ul transmițând aceste informații către ESP32, care realizează legătura cu Firebase, dispozitivele utilizate astfel ajung să fie înglobate în sfera software a sistemului dezvoltat de automatizare (a se vedea figurile 5.26 și 5.27).

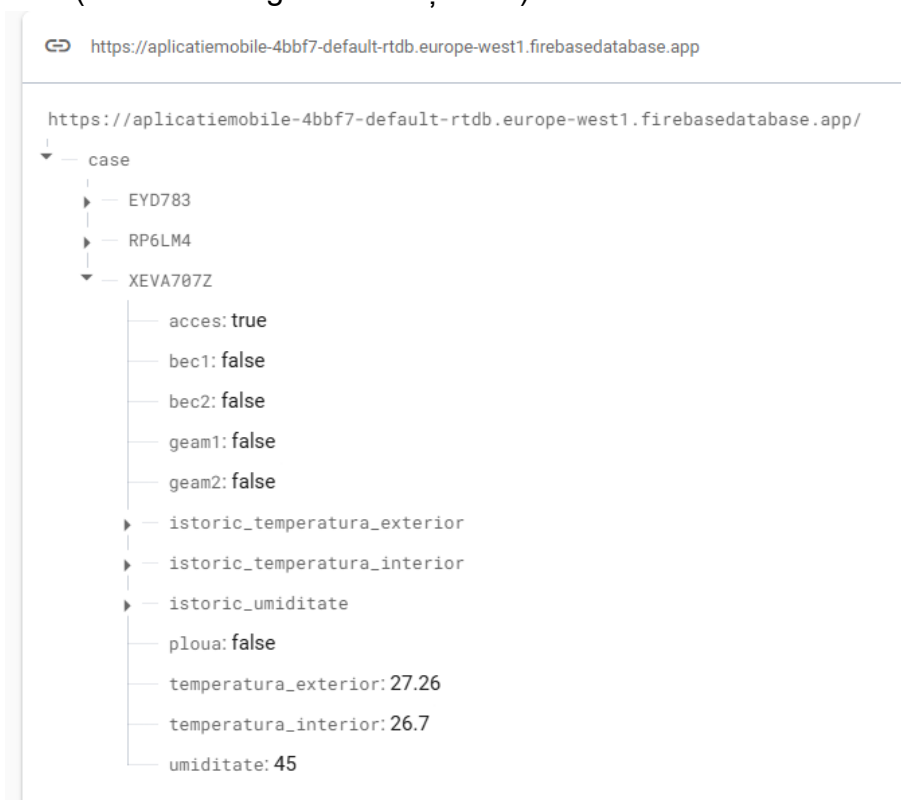


Figura 5.26 – Stocare date în Realtime Database

Nodurile „temperatura_interior” și „umiditate” prezintă datele actuale furnizate de către senzorul DHT11 cu privire la temperatura și umiditatea interioară din cadrul locuinței. Aceste informații prezente în aplicație sunt de asemenea afișate și pe ecranul LCD-ului pentru utilizator (a se vedea figurile 5.26 și 5.27).

Nodul „ploaie” are rolul de a prezenta situația meteorologică, valoarea sa fiind fie „false”, când nu există precipitații, fie „true” când acestea sunt detectate. Aceste informații sunt furnizate de senzorul de ploaie MH-RD și transmise prin MC-ul ESP8266 în cadrul Realtime Database. Dacă valoarea este „true” geamurile sunt acționate automat și se vor închide, valoarea lor devenind „false” (a se vedea figurile 5.26 și 5.27).

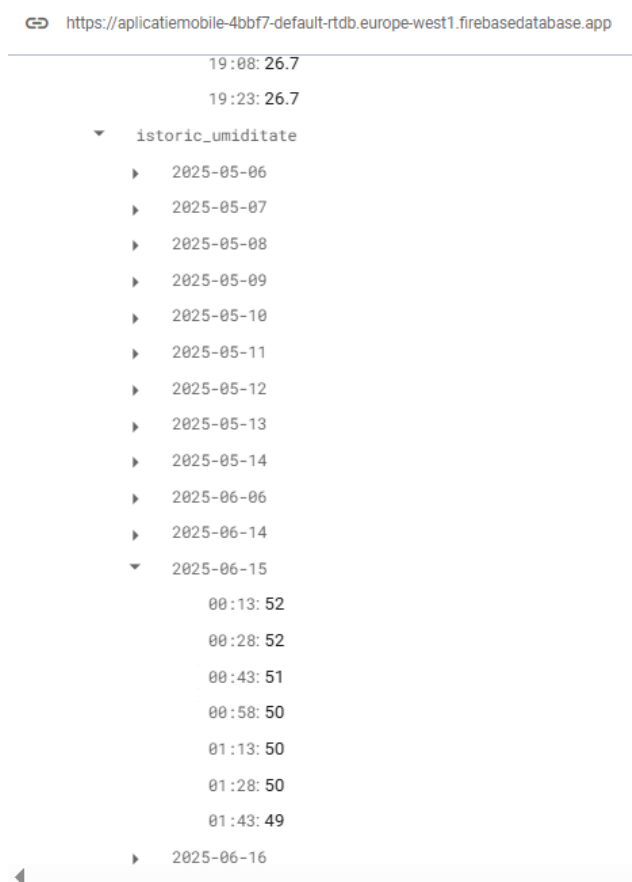


Figura 5.27 – Valori informații în Realtime Database

Regulile în Realtime Database din Firebase, prezente în figura 5.28, sunt fundamentale pentru securitatea și modul de funcționare a aplicației de automatizare a locuinței, deoarece acestea permit accesul doar utilizatorilor autentificați, fiind restricționați utilizatorii neautentificați. Astfel, se asigură stocarea în siguranță a datelor sensibile. Restricționarea accesului la nodul „utilizatori” doar pentru fiecare utilizator în

parte are rolul de a proteja informațiile personale și previn modificări accidentale sau malițioase. ESP-urile pot sunt capabile de a citi și a scrie date în nodul „case” doar dacă sunt autentificate, asigurând un mod sigur de comunicare între dispozitive și baza de date. În consecință acestea contribuie la o funcționare eficientă și bazată pe securitate a sistemului de „Smart home”. (a se vedea figura 5.28)

```
1 {  
2   "rules": {  
3     "case": {  
4       "$codCasa": {  
5         ".read": "auth != null ",  
6         ".write": "auth != null"  
7       }  
8     },  
9     "utilizatori": {  
10      "$uid": {  
11        ".read": "auth != null && auth.uid == $uid",  
12        ".write": "auth != null && auth.uid == $uid"  
13      }  
14    }  
15  }  
16 }
```

Figura 5.28 – Reguli acces Realtime Database

6. CONCLUZII ȘI DIRECȚII DE CERCETARE VIITOARE

6.1. Concluzii

Automatizarea unei locuințe reprezintă un proces de durată format din două elemente principale: software și hardware. Elementul software se referă la programele utilizate pentru dezvoltarea și funcționarea aplicației „*Smart home*”. Cel hardware se referă la componentele fizice care oferă informații aplicației și care pun în aplicare comenzile primite de la utilizatori prin intermediul aplicației.

Dezvoltarea unui sistem propriu de automatizare prezintă anumite avantaje, printre care un nivel redus de expunere la atacuri cibernetice, în comparație cu soluțiile comerciale oferite de companii multinaționale precum Google, Apple sau Amazon. Un alt beneficiu important este flexibilitatea ridicată în ceea ce privește implementarea ulterioară a unor funcționalități noi, sistemul putând fi adaptat cu ușurință în funcție de nevoile specifice ale utilizatorului, oferind astfel un grad înalt de personalizare. Elementele care reprezintă dezavantaje se referă la compatibilitatea restrânsă a sistemului dezvoltat față de soluțiile de pe piață, care datorită dezvoltării unui ecosistem au acces la o varietate mai mare de piese și dispozitive compatibile cu aplicațiile acestora. Aceste aplicații pot avea astfel și un grad mai ridicat de atractivitate pentru populația generală datorită comodității oferite de un sistem simplu și ușor de utilizat.

Funcționarea sistemului se face prin intermediul comunicării între dispozitivele utilizate, care recepționează și transmit constat informații, iar aceste date sunt utilizate în cadrul aplicației pentru a oferi utilizatorului acces la diferite funcții. Informațiile oferite de utilizator sunt procesate și acestea acționează cu ajutorul dispozitivelor pentru a întreprinde acțiuni în cadrul locuinței.

Perspectivile viitoare de dezvoltare ale aplicației și sistemului de automatizare au un potențial evident datorită predicțiilor actuale care prevăd o creștere stabilă și semnificativă în domeniul „*Smart home*” în perioada următoare. Astfel, dezvoltarea aplicației de automatizare a unei locuințe reprezintă o oportunitate de dezvoltare într-un domeniu care va prezenta un progres considerabil în viitorul apropiat. Sistemul propriu de automatizare poate evolua în funcție de nevoile utilizatorilor, fiind posibilă implementarea de noi funcții și dispozitive care vor funcționa pentru a satisface cerințele individuale ale utilizatorilor.

Acest studiu contribuie la dezvoltarea domeniului de automatizare a locuințelor prin prezentarea unei soluții de automatizare care este funcțională și viabilă prin

intermediul unei aplicații de tip „*Smart home*” care se bazează pe un fundament hardware, asemeni soluțiilor oferite pe piață de către companii multinaționale precum Google, Apple sau Amazon, reușind să satisfacă nevoile unui utilizator. Aplicația dezvoltată se bazează pe primirea, procesarea și trimiterea de informații de la dispozitivele din cadrul sistemului, dar și pe datele oferite de utilizator.

Din punct de vedere al cyber security aplicația de automatizare a locuinței dezvoltată prezintă aspecte pozitive și negative. Cele pozitive se referă la integrarea unui sistem individual cu stocare în Firebase cu date configurate de dezvoltatorul aplicației, reprezintă un plus de securitate în fața opțiunilor de pe piață care utilizează stocarea în Cloud. O soluție individuală prezintă și o opțiune mai puțin predispusă atacurilor cibernetice în fața celor prezente pe piață, care sunt mai vulnerabile din acest punct de vedere datorită faptului că sunt produse și servicii ale unor multinaționale precum Google, Apple sau Amazon. Punctele slabe ale soluției propuse în cadrul acestui studiu se referă la un atac cibernetic coordonat, fiind mai vulnerabilă din punct de vedere al unui răspuns și a opririi într-un mod eficient al acestuia, companiile multinaționale deținând echipe întregi de acțiune și soluționare în cazul unui atac cibernetic sau a unei breșe.

Elemente care contribuie la securitatea și siguranța datelor utilizatorului sunt reprezentate de anumite funcții implementate precum: închiderea accesului în cadrul locuinței după 30 de secunde de la permiterea acestuia, alerta și notificarea trimisă utilizatorului pe dispozitivul utilizat pentru a accesa aplicația, necesitatea de a folosi o parolă complexă care să conțină minim 8 caractere cu minim un număr, o majusculă și un caracter special. La acestea se adaugă necesitatea de validare a contului creat prin accesarea link-ului trimis pe e-mail-ul utilizat pentru a crea contul de utilizator. O altă funcție care sporește această perspectivă este cea legată de capacitatea utilizatorului care deține un cont de proprietar de a elimina utilizatori cu profil de locatar din cadrul sistemului.

Securitatea datelor și a parolelor este garantată de Firebase Authentication, care criptează parolele utilizatorilor folosind algoritmi moderni precum scrypt, care aplică un salt unic și un proces de hashing rezistent la atacuri de forță brută. Hashing se referă la transformarea datelor sensibile într-o formă fixă, ireversibilă, care poate fi folosită pentru verificare fără a expune informațiile originale. Platforma Firebase folosește amprenta digitală SHA-1 a aplicației Android pentru a valida identitatea aplicației și a preveni accesul neautorizat la funcții precum autentificarea cu Google sau accesul la resursele protejate. Aceste mecanisme contribuie semnificativ la asigurarea securității cibernetice în cadrul aplicației mobile conectată la Cloud.

Un aspect care poate fi considerat un punct slab al acestei lucrări este reprezentat de limitările componentei hardware, întrucât testarea nu a fost posibilă la nivelul unei

locuințe reale, ci doar într-un mediu restrâns, care simulează implementarea într-un spațiu domestic. Cu toate acestea, rezultatele inițiale sunt promițătoare și demonstrează potențialul soluției. Cu finanțare suplimentară, arhitectura propusă ar putea fi evaluată într-un sistem la scară mai largă, ceea ce ar permite validarea funcționalităților și a capacității sale de scalare. O implementare reală într-o locuință ar putea, de asemenea, să furnizeze informații prețioase despre experiența reală a utilizatorilor și feedback valoros pentru îmbunătățirea continuă a soluției. Dispozitivele utilizate reușesc să formeze un sistem hardware funcțional, care împreună cu partea software colaborează pentru a propune o soluție eficientă și funcțională proprie pentru automatizarea unei locuințe. Din acest punct de vedere soluțiile de piață oferite de companiile multinaționale oferă o siguranță mai mare cu privire la funcționarea eficientă la o scară largă, dar sistemul dezvoltat în cadrul acestui proiect de diplomă poate să fie în viitor testat la o scară largă, fiind o chestiune mai degrabă economică decât de stabilitate și eficiență a soluțiilor propuse.

6.2. Direcții de cercetare viitoare

Din punct de vedere al perspectivelor viitoare ale dezvoltării aplicației avem multiple opțiuni. Una dintre acestea se referă la capacitatea aplicației de automatizare a locuințelor de a integra anumite dispozitive medicale sau senzori cu scopul de a preveni sau de a trata utilizatorii. Spre exemplu, integrarea în cadrul sistemului a unor senzori de impact și sincronizarea cu un dispozitiv inteligent care deține un senzor de puls care să observe fluctuațiile pulsului, fiind posibilă astfel detectarea unui accident în cadrul locuinței și să anunțe apropiații sau autoritățile pertinente pentru a interveni și soluționa situații criză, deschizând ușile pentru accesul persoanelor.

O altă implementare viitoare a unei funcții de referă la introducerea în cadrul aplicației a unui buton de urgență, care acționat să anunțe autoritățile și să deschidă ușa la locuință.

Se mai poate adăuga și un senzor de calitate a aerului și pentru noxele nocive, care să deschidă geamurile când detectează un nivel scăzut de oxigenare a aerului și în cazul în care sunt detectate noxe nocive să deschidă geamurile și ușa pentru a permite accesul autorităților în caz de incendiu.

Cu ajutorul unor servomotoare se poate utiliza aplicația și pentru a asigura medicamentația necesară utilizatorului, acestea deschizând compartimentul de medicamente zilnic, pentru ziua actuală și trimițând o notificare utilizatorului pentru a lua medicamentele.

Pentru a garanta siguranța utilizatorului, se pot dota geamurile cu senzori de proximitate și să se implementeze în plus la funcția de închidere automată a geamurilor

În caz de ploaie protecția fizică a persoanei prezente în locuință prin oprirea acestei funcții automate în cazul în care este detectată prezența unui obiect sau a unei persoane. Astfel, se pot evita accidente precum prinderea unei părți a corpului în geam.

O altă metodă de dezvoltare viitoare a aplicației este reprezentată de utilizarea unui Raspberry Pi cu cameră video. Acestea vor avea rolul de a recunoaște automat numerele de înmatriculare a mașinilor utilizatorilor. Aceste numere de înmatriculare vor fi înregistrate în baza de date Firebase, iar sistemul va permite automat accesul în cazul în care un număr de înmatriculare se găsește în baza de date.

O altă funcție care se poate implementa datorită utilizării unui Raspberry Pi cu cameră video este reprezentată de recunoașterea facială pentru accesul în locuință. Se va analiza imaginea capturată cu o bază de date care va include trăsăturile faciale ale utilizatorilor, iar când persoana care dorește să acceseze locuința este recunoscută se va permite accesul acestuia, iar dacă persoana nu figurează în baza de date accesul va fi respins.

Se va putea implementa și monitorizarea video a locuinței, atât din exterior cât și din interior. Utilizatorii vor avea acces la un flux în timp real cu imagini din spațiul monitorizat în aplicația mobilă. Camerele vor putea detecta mișcarea și trimite notificări utilizatorilor, iar utilizatorii cu profil „proprietar” vor putea porni și închide aceste camere în funcție de dorințele acestora.

Aceste elemente de mai sus vor contribui masiv la securitatea utilizatorilor, reprezentând metode clare de control automat asupra unei locuințe.

O altă perspectivă de dezvoltare viitoare este reprezentată de sincronizarea aplicației cu un dispozitiv inteligent care are un senzor pentru nivelul de hidratare al utilizatorului, fiind conectat la sistemul de automatizare al locuinței, acesta primește date și anunță utilizatorul că este necesar să se hidrateze trimițând o notificare pe telefon.

Controlul vocal reprezintă o metodă prin care, în viitor, se poate integra un nivel și mai înalt de personalizare al sistemului la nevoile utilizatorului, pentru această opțiune fiind necesară un microfon și integrarea unui AI care să răspundă și să transmită sistemului comenzile necesare pentru a satisface nevoile utilizatorului. Prin această implementare sistemul de automatizare prezent în acest studiu poate deveni și mai accesibil pentru persoanele cu dizabilități, fiind capabil de a se adapta la nevoile de zi cu zi ale utilizatorului.

O altă perspectivă prin care sistemul de automatizare dezvoltat se poate adapta la nevoile viitoare ale utilizatorilor este reprezentată de introducerea tehnologiei NFC în cadrul accesului la locuință, fiind posibil acesta cu ajutorul unui dispozitiv care să permită deschiderea ușilor prin utilizarea tehnologiei NFC. Astfel, accesul în cadrul locuinței

devine și mai eficient, securizat și ușor pentru utilizator fiind necesară doar utilizarea unui dispozitiv inteligent precum un Smart phone.

Din punct de vedere al structurii sistemului de automatizare există posibilitatea de a modifica anumite funcții în cadrul sistemului pentru a se adapta la nevoile utilizatorului și pentru a integra dispozitivele care se doresc a fi utilizate. De exemplu, dacă utilizatorul dorește ca sistemul de automatizare al locuinței să introducă un sistem de monitorizare video, acesta poate adăuga această funcție și în cadrul aplicației, dacă deține aceste dispozitivele necesare. Utilizatorul poate crea noi camere pentru locuință, în caz că dorește acest lucru. Astfel, structura sistemului nu este una predefinită, rigidă, ci una maleabilă în funcție de necesitățile utilizatorului.

În concluzie, studiul actual prezintă o idee fundamentală generală pentru domeniul de automatizare al locuințelor: evoluția acestui segment de tehnologie este constantă și în creștere încă de la primele nevoi umane satisfăcute prin utilizarea unor unelte pentru a eficientiza activitatea de zi cu zi și până în prezent, predicțiile actuale preconizează o dezvoltare și mai accelerată în viitorul apropiat. În consecință, dezvoltarea unui sistem funcțional și viabil de tip „*Smart home*” a reprezentat o contribuție într-un domeniu în plină de dezvoltare, care prezintă perspective importante pentru societatea umană, din punct de vedere social, economic și personal. Acest domeniu prezintă și anumite puncte vulnerabile, precum securitatea datelor și dependența față de anumite resurse precum cele energetice și de nevoia unei conexiuni la internet, dar cu o dezvoltare focusată pe soluționarea acestor posibile probleme domeniul „*Smart home*” poate defini modul în care va evolua societatea umană.

7. BIBLIOGRAFIE

- [1] McGraw-Hill, "Home automation," 12 Aprilie 2018. [Online]. Available: <https://archive.org/details/homeautomationwi0000gerh/page/n9/mode/2up>. [Accessed 20 Aprilie 2025].
- [2] Statista, "Smart Home penetration rate forecast for selected countries 2022," 4 Februarie 2025. [Online]. Available: <https://www.statista.com/forecasts/887764/penetration-rate-of-smart-homes-for-selected-countries>. [Accessed 22 Aprilie 2025].
- [3] MarketsandMarkets, "European Smart Home Market," 22 Octombrie 2024. [Online]. Available: <https://www.marketsandmarkets.com/ResearchInsight/european-smart-homes-market.asp>.
- [4] SIEMENS, "Home Automation," 21 Aprilie 2025. [Online]. Available: <https://www.siemens.com/global/en/products/automation/systems/industrial/plc/logo/home-automation.html>. [Accessed 21 Aprilie 2025].
- [5] P. Lamkin, "Apple Set For Smart Home Revolution," 13 Noiembrie 2024. [Online]. Available: <https://www.forbes.com/sites/paullamkin/2024/11/13/apple-set-for-smart-home-revolution/>. [Accessed 22 Aprilie 2025].
- [6] BOSCH, "Smart Home," 2025. [Online]. Available: <https://www.bosch.com/stories/smart-home-technology/>. [Accessed 22 Aprilie 2025].
- [7] M. Cha, "Introducing a new era for the Alexa smart home," 20 Septembrie 2023. [Online]. Available: <https://www.aboutamazon.com/news/devices/amazon-smart-home-announcements-2023>. [Accessed 22 Aprilie 2025].
- [8] Statista, "Number of users of smart homes in Europe from 2019 to 2028," 28 Februarie 2025. [Online]. Available: <https://www.statista.com/forecasts/1283780/smart-home-users-in-europe>. [Accessed 22 Aprilie 2025].
- [9] HarborResearch, "Smart Homes the keys to unlocking smart home ecosystems and catalyzing adoption," 2025. [Online]. Available: <https://harborresearch.com/markets/smart-homes-consumers/#download>. [Accessed 22 Aprilie 2025].

- [10] R. Amadeo, "Apple, Google, and Amazon create "CHIP," a new smart home standard," 19 Decembrie 2019. [Online]. Available: <https://arstechnica.com/gadgets/2019/12/apple-google-and-amazon-team-up-for-joint-smart-home-standard/>. [Accessed 22 Aprilie 2025].
- [11] Arduino, "Mega 2560 Rev3," 30 Aprilie 2025. [Online]. Available: <https://docs.arduino.cc/hardware/mega-2560/#tech-specs>. [Accessed 30 Aprilie 2025].
- [12] ESPRESIF, "ESP32," 30 Aprilie 2025. [Online]. Available: <https://www.espressif.com/en/products/socs/esp32>. [Accessed 30 Aprilie 2025].
- [13] Random Nerd Tutorials, "ESP32 Pinout Reference: Which GPIO pins should you use?," 2018. [Online]. Available: <https://randomnerdtutorials.com/esp32-pinout-reference-gpios/>. [Accessed 20 Mai 2025].
- [14] V. Mohanan, "DOIT ESP32 DevKit V1 Wi-Fi Development Board – Pinout Diagram & Arduino Reference," 20 Decembrie 2022. [Online]. Available: https://www.circuitstate.com/pinouts/doit-esp32-devkit-v1-wifi-development-board-pinout-diagram-and-reference/#Power_amp;_Control. [Accessed 21 Mai 2025].
- [15] COMPONENTS101, "NodeMCU ESP8266," 22 Aprilie 2020. [Online]. Available: <https://components101.com/development-boards/nodemcu-esp8266-pinout-features-and-datasheet>. [Accessed 29 Mai 2025].
- [16] Electronics projects focus, "ESP8266 Wi-Fi Module : Pin Configuration & Its Applications," 2025. [Online]. Available: <https://www.elprocus.com/esp8266-wi-fi-module/>. [Accessed 30 Mai 2025].
- [17] COMPONENTS101, "RC522 RFID Module," 12 Iunie 2019. [Online]. Available: <https://components101.com/wireless/rc522-rfid-module>. [Accessed 5 Mai 2025].
- [18] waveshare, "DHT11 Temperature-Humidity Sensor," 2025. [Online]. Available: https://www.waveshare.com/wiki/DHT11_Temperature-Humidity_Sensor. [Accessed 04 Mai 2025].
- [19] OPENLAB, "CET 4711 – Computer Controlled System Design," 2025. [Online]. Available: <https://openlab.citytech.cuny.edu/cet4711/dht11/>. [Accessed 22 Mai 2025].
- [20] einstronic, "MH Rain Drop Weather Sensor Module," 2025. [Online]. Available: <https://einstronic.com/product/rain-drop-weather-sensor-module/>. [Accessed 5 Mai 2025].

- [21] openhacks, "RAIN SENSOR MODULE," 2025. [Online]. Available: https://www.openhacks.com/uploadsproductos/rain_sensor_module.pdf. [Accessed 22 Mai 2025].
- [22] DXM TECHNOLOGY , "NTC 10K Thermistor: Comprehensive Guide and Applications," 11 Februarie 2024. [Online]. Available: <https://www.dxmht.com/article/ntc-10k-ohm-thermistor-guide.html>. [Accessed 7 Mai 2025].
- [23] adafruit, "Thermistor," 21 Ianuarie 2025. [Online]. Available: <https://learn.adafruit.com/thermistor/overview>. [Accessed 24 Mai 2025].
- [24] smarthon, "18. LCD1602," 2020. [Online]. Available: https://smarthon-docs-en.readthedocs.io/en/latest/Sensors_and_actuators/LCD1602.html. [Accessed 4 Mai 2025].
- [25] COMPONENTS101, "Potentiometer," 29 Septembrie 2017. [Online]. Available: <https://components101.com/resistors/potentiometer>. [Accessed 30 Mai 2025].
- [26] components101, "MG90S – Metal Gear Micro Servo Motor," 30 Martie 2019. [Online]. Available: <https://components101.com/motors/mg90s-metal-gear-servo-motor>. [Accessed 7 Mai 2025].
- [27] MakerPortal, "MG90S Micro Servo," 2025. [Online]. Available: https://makersportal.com/shop/mg90s-micro-servo?srsId=AfmBOoqYVng_daZmiC9wnnyKby2FsSXd0QEWOiVcR8hXt5aEM2pzYB0c. [Accessed 25 Mai 2025].
- [28] Texas Instruments, "LM317 3-Pin Adjustable Regulator," Aprilie 2025. [Online]. Available: <https://www.ti.com/lit/ds/symlink/lm317.pdf>. [Accessed 10 Mai 2025].
- [29] COMPONENTS101, "Push Button Switch," 6 Martie 2020. [Online]. Available: <https://components101.com/switches/push-button>. [Accessed 31 Mai 2025].
- [30] COMPONENTS101, "RGB LED," 22 Martie 2018. [Online]. Available: <https://components101.com/diodes/rgb-led-pinout-configuration-circuit-datasheet>. [Accessed 25 Mai 2025].
- [31] Make-IT, "5mm LED Specifications," 2025. [Online]. Available: <https://www.make-it.ca/5mm-led-specifications/>. [Accessed 31 Mai 2025].
- [32] geeksforgeeks, "Firebase vs GCP: Top Differences," 21 Aprilie 2025. [Online]. Available: <https://www.geeksforgeeks.org/firebase-vs-gcp/>. [Accessed 10 Mai 2025].
- [33] Andoid Developers, "Meet Android Studio," 2025. [Online]. Available: <https://developer.android.com/studio/intro>. [Accessed 10 Mai 2025].

- [34] Autodesk, "EAGLE features," 2025. [Online]. Available: <https://www.autodesk.com/products/eagle/features>. [Accessed 10 Mai 2025].
- [35] Arduino, "Overview of the Arduino IDE 1," 16 Mai 2025. [Online]. Available: <https://docs.arduino.cc/software/ide-v1/tutorials/Environment/>. [Accessed 18 Mai 2025].

**DECLARAȚIE DE AUTENTICITATE A
LUCRĂRII DE FINALIZARE A STUDIILOR***

Subsemnatul ZAMBONI ADINA-RALUCA

legitimat cu CI seria TZ nr. 578 015

CNP 6030207351575

autorul lucrării AUTOMATIZAREA UNEI LOCUINȚE PRIN CONTROL
DE LA DISTANȚĂ UTILIZÂND O APLICAȚIE

elaborată în vederea susținerii examenului de finalizare a studiilor de
LICENȚĂ organizat de către Facultatea

AUTOMATICĂ ȘI CALCULATOARE din cadrul Universității

Politehnica Timișoara, sesiunea IULIE a anului universitar

2025, coordonator ALEXANDRA-IULIA SZEDLAK-STINEAN, luând în
considerare art. 34 din *Regulamentul privind organizarea și desfășurarea examenelor de
licență/diplomă și disertație*, aprobat prin HS nr. 109/14.05.2020 și cunoscând faptul că în
cazul constatării ulterioare a unor declarații false, voi suporta sancțiunea administrativă
prevăzută de art. 146 din Legea nr. 1/2011 – legea educației naționale și anume anularea
diplomei de studii, declar pe proprie răspundere, că:

- această lucrare este rezultatul propriei activități intelectuale;
- lucrarea nu conține texte, date sau elemente de grafică din alte lucrări sau din alte surse fără ca acestea să nu fie citate, inclusiv situația în care sursa o reprezintă o altă lucrare/alte lucrări ale subsemnatului;
- sursele bibliografice au fost folosite cu respectarea legislației române și a convențiilor internaționale privind drepturile de autor;
- această lucrare nu a mai fost prezentată în fața unei alte comisii de examen/prezentată public/publicată de licență/diplomă/disertație;
- În elaborarea lucrării am utilizat instrumente specifice inteligenței artificiale (IA) și anume _____ (denumirea) _____ (sursa), pe care le-am citat în conținutul lucrării/nu am utilizat instrumente specifice inteligenței artificiale (IA)¹.

Declar că sunt de acord ca lucrarea să fie verificată prin orice modalitate legală pentru confirmarea originalității, consimțind inclusiv la introducerea conținutului său într-o bază de date în acest scop.

Timișoara,

Data

28.06.2025

Semnătura



*Declarația se completează de student, se semnează olograf de acesta și se inserează în lucrarea de finalizare a studiilor, la sfârșitul lucrării, ca parte integrantă.

¹ Se va păstra una dintre variante: 1 - s-a utilizat IA și se menționează sursa 2 – nu s-a utilizat IA