

UNIVERSITATEA „POLITEHNICA” DIN BUCUREȘTI
FACULTATEA TRANSPORTURI

Departamentul Telecomenzi și Electronică în Transporturi

PROIECT
SISTEME DE DIRIJARE A
TRAFICULUI FERROVIAR

Îndrumător

Conf. Dr. Ing. Andrei Răzvan
GHEORGHIU

Student

Răzvan-Ștefan BAROIANU

București
2021

UNIVERSITATEA „POLITEHNICA” DIN BUCUREȘTI
FACULTATEA TRANSPORTURI

Departamentul Telecomenzi și Electronică în Transporturi

**SISTEM DE CONTROL
AUTOMAT PENTRU
VALIDAREA BILETELOR
ÎN TREN**

Îndrumător

**Conf. Dr. Ing. Andrei Răzvan
GHEORGHIU**

Student

**Răzvan-Ștefan
BAROIANU**

**București
2021**

Cuprins

TEMA PROIECTULUI.....	1
CAPITOLUL 1. DESCRIEREA TEMEI PROIECTULUI	3
CAPITOLUL 2. SCHEMA BLOC	4
2.1 ALIMENTARE	4
2.2 LED	4
2.3 SCANNER	4
2.4 SENZOR DE GREUTATE	5
2.5 PUNCT DE DECIZIE LOCALĂ.....	5
2.6 SERVER.....	5
2.7 CAMERA DE SUPRAVEGHERE	5
2.8 DISPECERAT	5
CAPITOLUL 3. SCHEMA DE AMPLASAMENT	6
CAPITOLUL 4. CUMPĂRAREA BILETULUI DE TREN DE PE SITE	7
CAPITOLUL 5. DESCRIEREA COMPONENTELOR	11
5.1 RASPBERRY PI COMPUTE MODULE 4 IO BOARD	11
5.2 RASPBERRY PI CAMERA MODULE 2 NOIR	13
5.3 RASPBERRY PI 4 CASE FAN	14
5.4 LED	14
5.5 SENZORUL DE GREUTATE.....	15
5.6 ALIMENTATOR RASPBERRY PI 4	16
5.7 TRANSMISIA DATELOR.....	17
5.8 CAMERA DE SUPRAVEGHEAT	18
5.9 NVR DAHUA 16 CANALE	18
5.10 SWITCH PoE (POWER OVER ETHERNET).....	21
5.11 SERVERUL ȘI BAZA DE DATE	22
5.12 SISTEMELE PENTRU DISPECERAT.....	24
CAPITOLUL 6. SCHEMA ELECTRICĂ ȘI ORGANIGRAMA DE FUNCȚIONARE..	26
6.1 SCHEMA ELECTRICĂ A SISTEMULUI.....	26

6.2	SCHEMA LOGICĂ A SISTEMULUI DIN TREN.....	28
6.3	SCHEMA LOGICĂ LA NIVEL DE DISPECERAT	29
6.4	SCHEMA DE DEFECTARE A SISTEMULUI DIN TREN	30
6.5	AVANTAJELE ȘI DEZAVANTAJELE SISTEMULUI.....	30
6.5.1	Avantajele sistemului	30
6.5.2	Dezavantajele sistemului	31
BIBLIOGRAFIE		32

Tema Proiectului

Să se proiecteze un sistem de control automat al corectitudinii validării biletelor în tren, cu verificare în timp real într-un dispecer.

- a. Precizarea surselor de date și amplasamentele acestora, precum și modalitatea de conectare (securizată) la acestea. În cazul în care se utilizează baze de date, este necesară precizarea structurii bazei de date necesare.
- b. Pentru comunicații se va defini conținutul mesajului care se va transmite și se vor propune modalități de securizare a acestuia
- c. Componentele vor fi identificate în funcție de parametrii care au importanță pentru proiect. Se vor detalia soluțiile tehnice, inclusiv conectarea și, dacă este cazul, programarea modulelor utilizate. În acest sens, nu este admisibilă includerea unor elemente luate “de-a gata”, fără a explica în mod detaliat modalitatea în care pot fi integrate hardware și software în sistemul propus
- d. Justificarea soluțiilor alese: pentru fiecare se vor prezenta avantaje și dezavantaje.
- e. Analiza fiabilității sistemului rezultat (evaluarea elementelor/componentelor care se pot defecta și impactul acestor defecțiuni asupra funcționării sistemului)

Pe baza notațiilor:

- nn = numărul de litere din nume = 8 (Baroianu)
- np = numărul de litere din primul prenume = 6 (Răzvan)

se consideră următoarele:

- Viteza de circulație între stații este cuprinsă între $\min(nn, np) \cdot 10$ km/h și $(nn + np) \cdot 10$ km/h. Conform notațiilor, viteza de circulație între stații va fi cuprinsă între 60 km/h și 140 km/h. Pentru comunicații se va ține cont de specificul circulației feroviare, incluzând tuneluri, sau zone fără acoperire GSM.
- Tensiunea de alimentare pentru toate echipamentele noi introduse în sistem este de $\min(nn, np) \cdot 20$ volți. Dacă nn este impar alimentarea disponibilă este de c.c., dacă nn este par, alimentarea disponibilă este de c.a. Conform notațiilor, tensiunea de alimentare este de 120 V, aceasta fiind disponibilă în c.a.

Conținutul proiectului:

- a. Prezentarea schemei bloc propuse cu explicarea blocurilor componente și definirea funcțiilor acestora.
- b. Prezentarea schemei de amplasament a echipamentelor utilizate
- c. Descrierea soluției alese pentru realizarea fizică a fiecărui bloc din cele prezentate anterior: justificarea alegerii, schemă electrică, calcule pentru dimensionarea elementelor componente, prezentarea datelor de intrare și ieșire necesare, elemente de fiabilitate etc.

- d. Proiectarea interfețelor dintre blocurile funcționale – dacă este cazul
- e. Prezentarea programului software (limbaj de asamblare, C/μC, pseudocod, schemă logică etc.) – dacă se utilizează microcontroler/microprocesor/placă de dezvoltare
- f. Prezentarea schemei complete rezultate pentru realizarea temei.

Capitolul 1. Descrierea temei proiectului

Anual, peste șapte milioane de persoane călătoresc cu trenul fără a-și achiziționa un bilet de călătorie, iar, astfel, producând pierderi de aproximativ 30 de milioane de euro. Scopul acestui proiect este dezvoltarea unui sistem de control automat al validării biletelor în tren menit să reducă circulația frauduloasă. [1]

Dat fiind faptul că majoritatea trenurilor aflate în uz au peste 30 de ani vechime, iar achiziționarea de trenuri noi este costisitoare, este necesar dezvoltarea unui sistem de validare a biletelor, ce poate fi instalat pe trenurile aflate deja în circulație. [2]

Acest sistem conține un server, camere de supraveghere, scannere de cod QR, precum și alte componente auxiliare, care sunt prezentate detaliat în capitolele următoare, care se poate amplasa la nivelul fiecărui scaun din tren, făcând astfel posibilă verificarea biletelor în timp real.

Biletul de tren poate fi achiziționat de la orice ghișeu al stațiilor de cale ferată, de pe site sau de pe aplicația mobilă.

Capitolul 2. Schema bloc

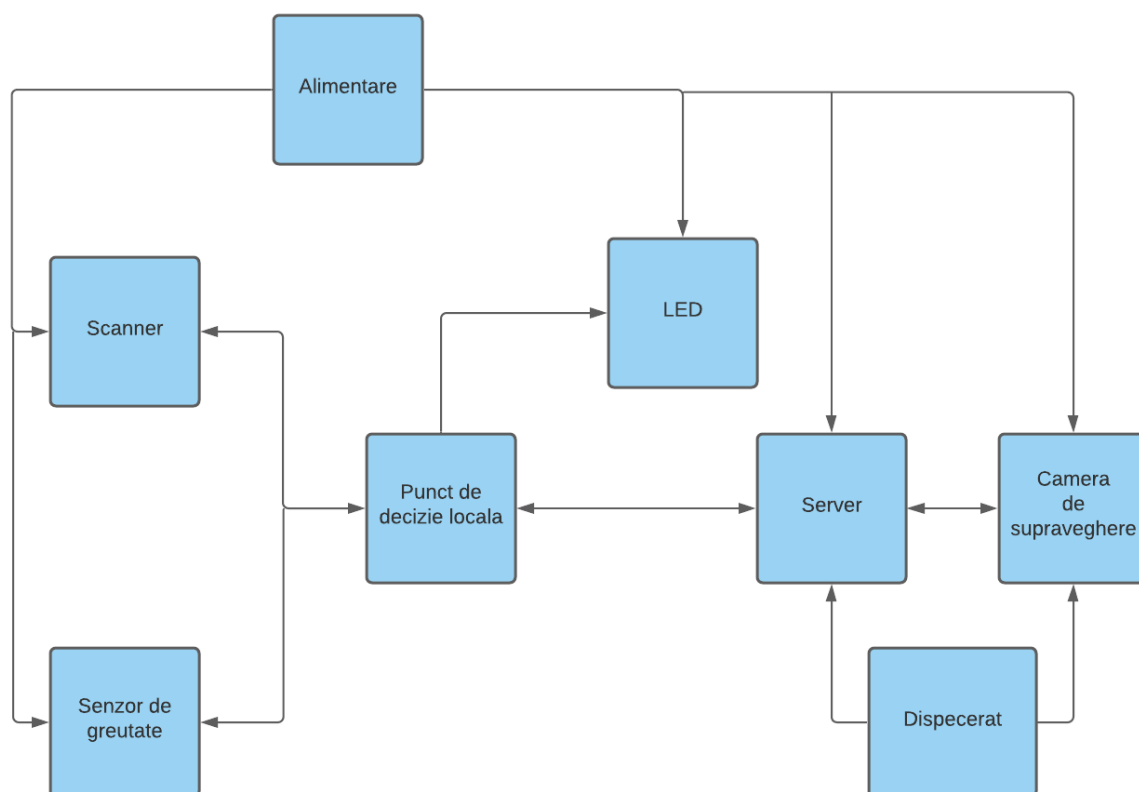


Figura 1. Schema bloc a sistemului

2.1 Alimentare

Alimentarea are rolul de a transmite energie ledului, scannerului de cod QR, senzorului de greutate, serverului și camerei de supraveghere, amplasate în tren.

2.2 LED

Ledul este amplasat în partea superioară a spătarului fiecărui scaun și poate fi verde, dacă locul este liber sau roșu, dacă scaunul este ocupat.

2.3 Scanner

Pe fiecare bilet, fie că este achiziționat fizic sau online, de pe site sau aplicație, este imprimat un cod QR ce trebuie scanat în interiorul trenului pe scaunul afișat pe bilet.

2.4 Senzor de greutate

Pentru a evita circulația frauduloasă, în scaun se montează un senzor de greutate care transmite un semnal către server în cazul în care o persoană este așezată pe scaun, fără a avea biletul validat.

2.5 Punct de decizie locală

Punctul de decizie locală primește date de la senzorul de greutate și scanner pe care, apoi, le prelucrează și le transmite mai departe. Un prim scenariu posibil este acela când un călător se așează pe locul indicat pe bilet, iar apoi scanează codul QR. După scanare, punctul de decizie așteaptă confirmarea de la server, iar în cazul în care biletul este validat, ledul scaunului devine roșu. Un alt scenariu posibil este acela când un călător se așează pe alt scaun decât cel indicat pe bilet și scanează codul QR. În acest caz punctul de decizie transmite datele către server, iar în cazul în care numărul și data cursei coincid, biletul este considerat valid și ledul devine roșu. În caz contrar, dacă biletul nu este valid, ledul rămâne verde și este transmis un semnal către server. O altă verificare pe care o face punctul de decizie locală împreună cu senzorul de greutate este atunci când ledul scaunului este verde și se așează o persoană în mod fraudulos, fără a scana biletul pe scaun. Astfel, aceste date sunt înregistrate și transmise către server și mai departe la dispecer și se face identificarea prin intermediul camerei de supraveghere situată în tren.

2.6 Server

Serverul are capacitatea de a comunica atât cu punctul de decizie, cât și cu camera de supraveghere. Serverul are rolul de a verifica validitatea informațiilor furnizate de punctul de decizie locală, cu ajutorul unei baze de date. După verificare răspunsul este transmis înapoi către punctul de decizie. Mai mult decât atât, serverul are capacitatea de a stoca imaginile transmise de camera de supraveghere.

2.7 Camera de supraveghere

Camera de supraveghere poate surprinde imagini în 360° care pot fi transmise la server în cazul în care este detectată o infracțiune. Fiecare cameră de supraveghere dispune de un HDD pe care sunt stocate imaginile pe o durată determinată de timp.

2.8 Dispecerat

Dispeceratul are rolul de a identifica persoanele care călătoresc în mod fraudulos pe baza imaginilor surprinse de camera de supraveghere.

Capitolul 3. Schema de amplasament

În schema de amplasament sunt utilizate următoarele echipamente:

- LED (verde sau roșu) – situat în partea superioară a fiecărui scaun
- Scanner de cod QR – situat sub ledul fiecărui scaun
- Senzor de greutate – situat în fiecare scaun
- Camera de supraveghere – situată în centrul fiecărui vagon
- Server – situat în locomotiva trenului



Figura 2. Schema de amplasament a sistemului de control în vagon [3]

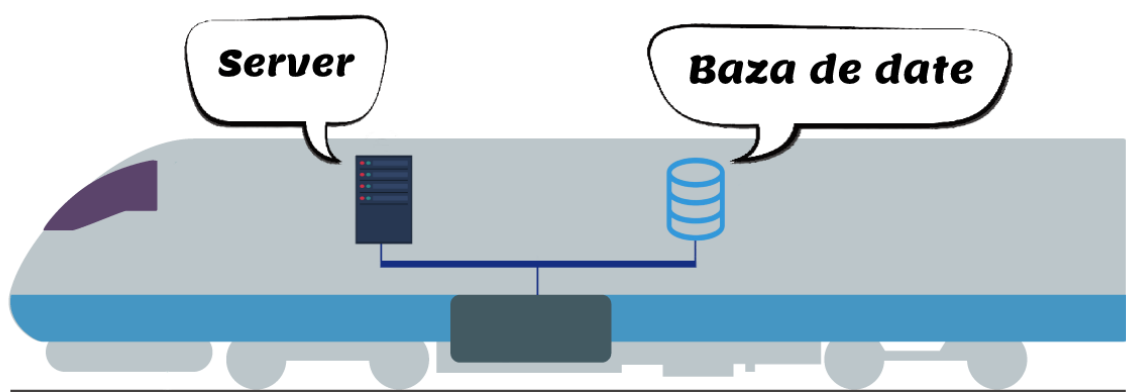


Figura 3. Schema de amplasament a serverului în locomotiva trenului [4]

Capitolul 4. Cumpărarea biletului de tren de pe site

Am realizat un site de achiziționare a biletelor ce conține informații despre utilizarea codului QR, un exemplu de bilet de tren, informații despre călătorii și supravegherea pe parcursul acestora. Pe site se poate crea un cont de utilizator care poate fi folosit mai departe pentru a putea cumpăra un bilet, selectând destinația dorită.

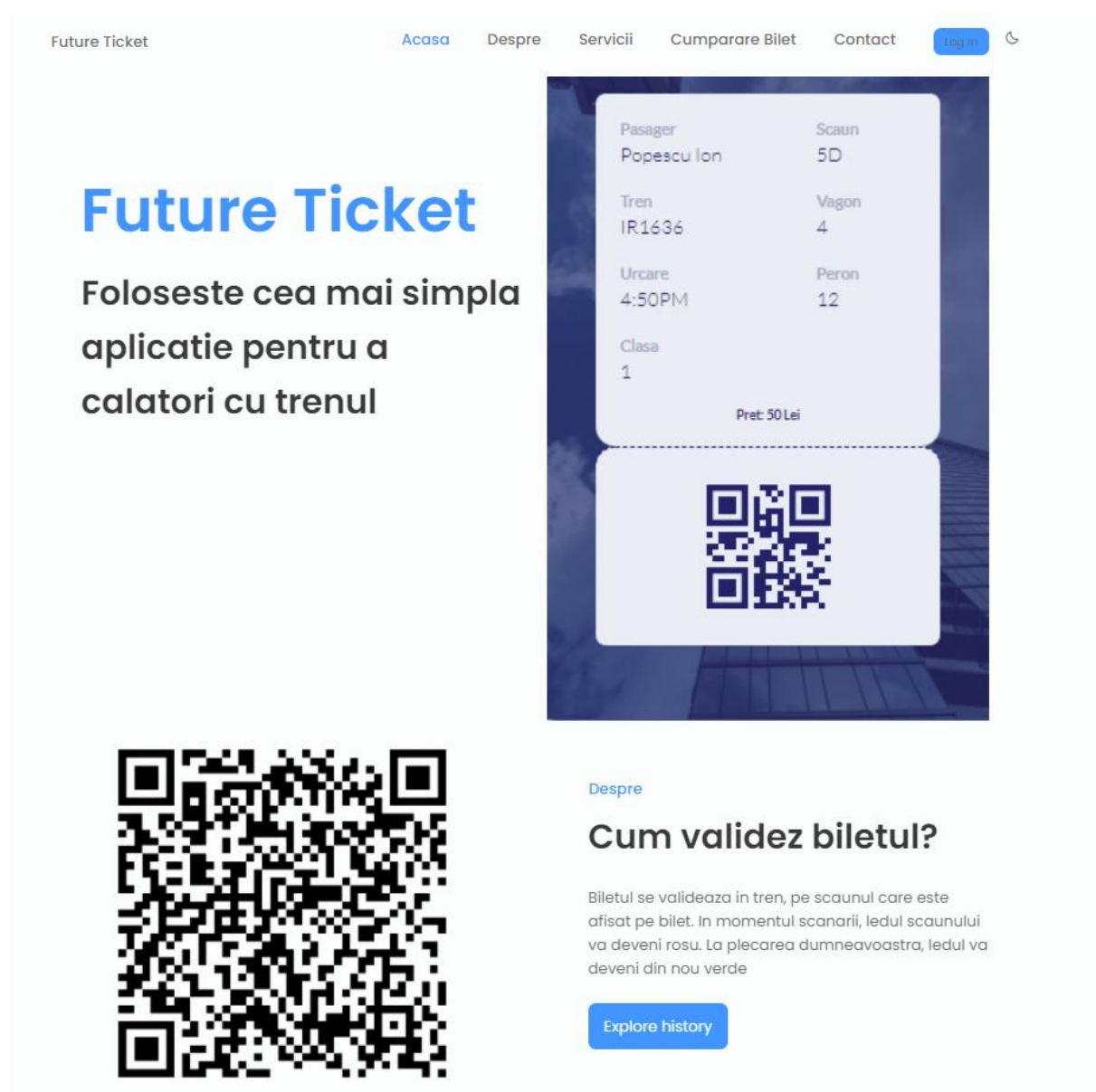
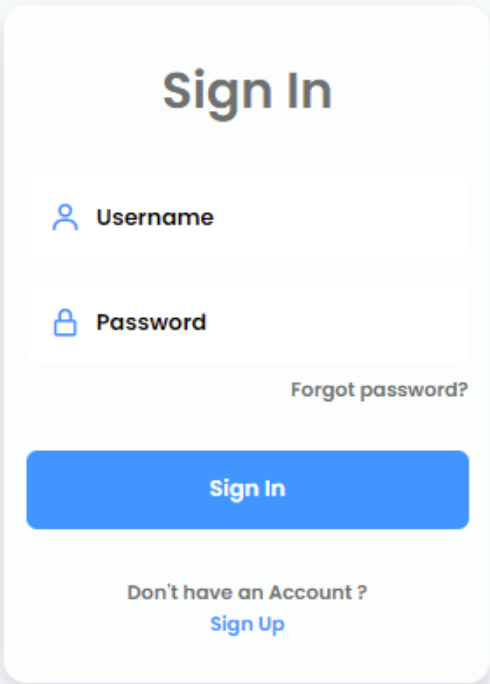
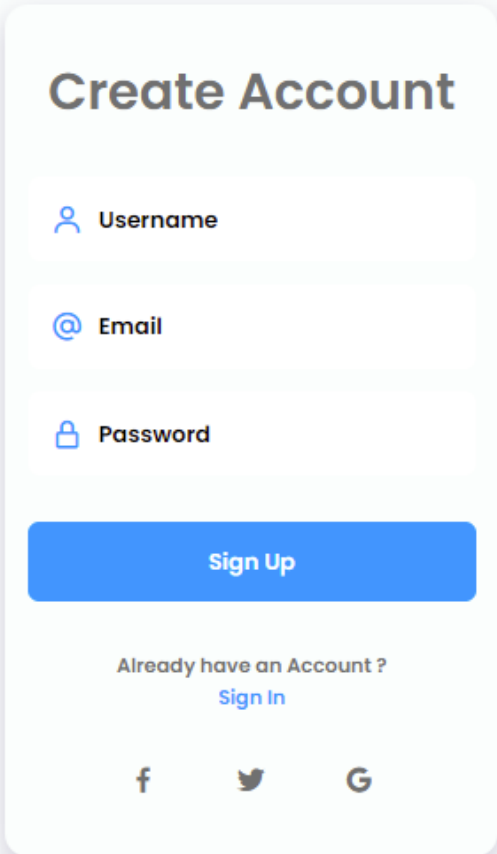


Figura 4. Pagina principală a site-ului [5]



The image shows a 'Sign In' form with a white background and rounded corners. At the top, the title 'Sign In' is centered in a large, bold, dark grey font. Below the title, there are two input fields: the first is labeled 'Username' with a blue person icon to its left, and the second is labeled 'Password' with a blue padlock icon to its left. To the right of the password field, the text 'Forgot password?' is displayed in a smaller, grey font. Below these fields is a prominent blue button with the text 'Sign In' in white. At the bottom of the form, the text 'Don't have an Account ?' is centered, followed by a blue link 'Sign Up'.

Figura 5. Pagina de Login [5]



The image shows a 'Create Account' form with a white background and rounded corners. At the top, the title 'Create Account' is centered in a large, bold, dark grey font. Below the title, there are three input fields: the first is labeled 'Username' with a blue person icon to its left, the second is labeled 'Email' with a blue '@' icon to its left, and the third is labeled 'Password' with a blue padlock icon to its left. Below these fields is a prominent blue button with the text 'Sign Up' in white. At the bottom of the form, the text 'Already have an Account ?' is centered, followed by a blue link 'Sign In'. At the very bottom, there are three social media icons: Facebook (f), Twitter (bird), and Google+ (G).

Figura 6. Pagina de înregistrare [5]

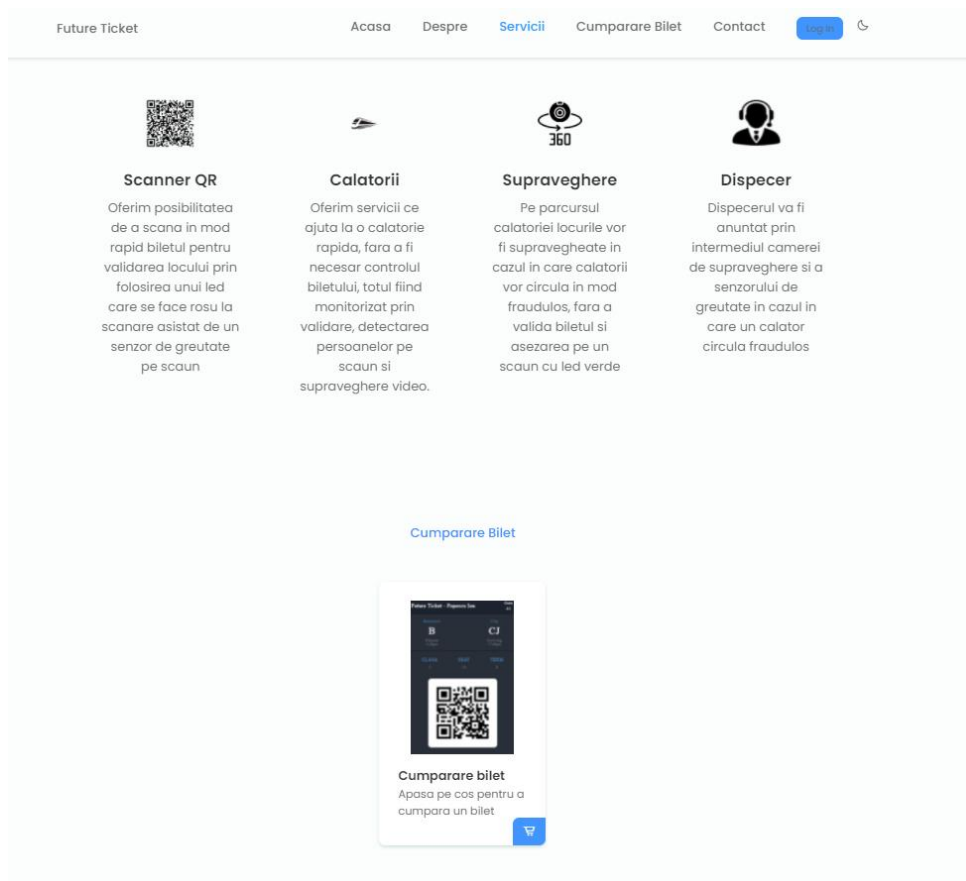


Figura 7. Informații servicii și cumpărarea biletului [5]

The screenshot displays the 'Future Ticket' website with a navigation bar at the top containing links for 'Acasa', 'Despre', 'Servicii', 'Cumparare Bilet', 'Contact', and a 'Log in' button. Below the navigation bar, there is a QR code with the text 'Cumparare bilet' and 'Apasa pe cos pentru a cumpara un bilet'.

Below the QR code, there is a progress bar with three steps: 1. CUMPARARE BILET, 2. REZERVARE BILET, and 3. VIZUALIZARE OFERTE. The first step is currently active.

The main form is titled 'CUMPARARE BILET' and contains the following fields:

- Nume
- Prenuma
- Email
- Numar de telefon
- Orasul de unde plecati (dropdown menu)
- Orasul unde vreti sa ajungeti (dropdown menu)
- Data plecarii
- Data intoarcerii
- Numar de bilete

At the bottom of the form is a 'Next' button.

Figura 8. Furnizarea datelor pentru cumpărarea biletului [6]

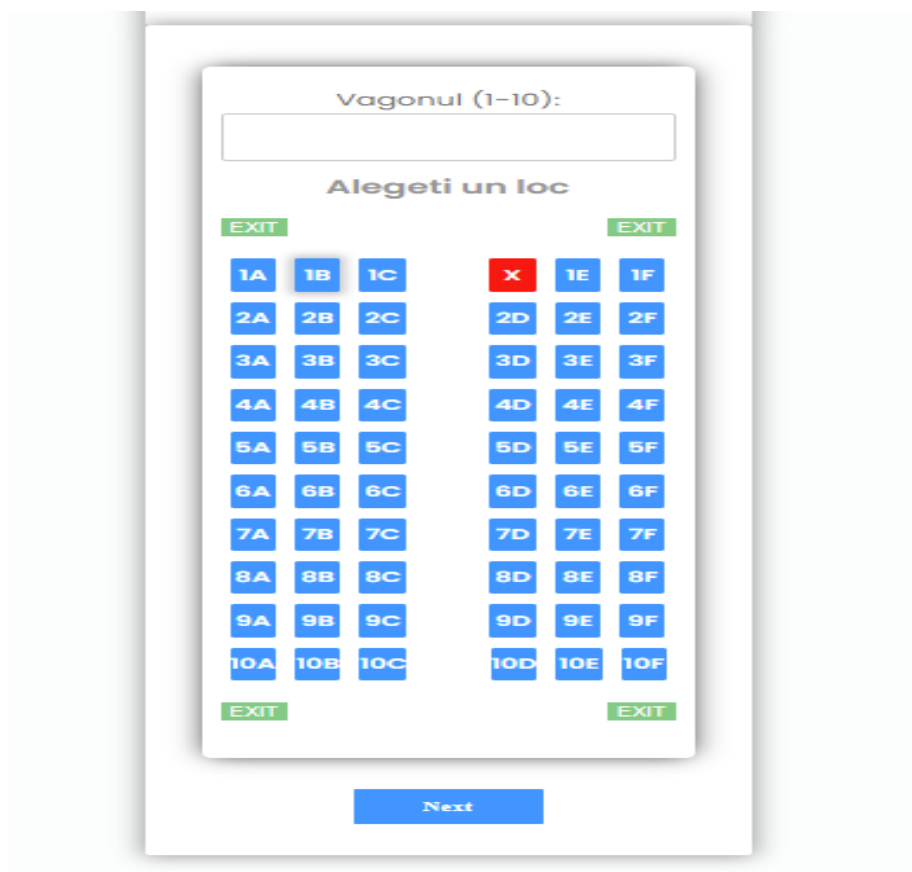


Figura 9. Rezervarea locului în tren la cumpărarea biletului [6]

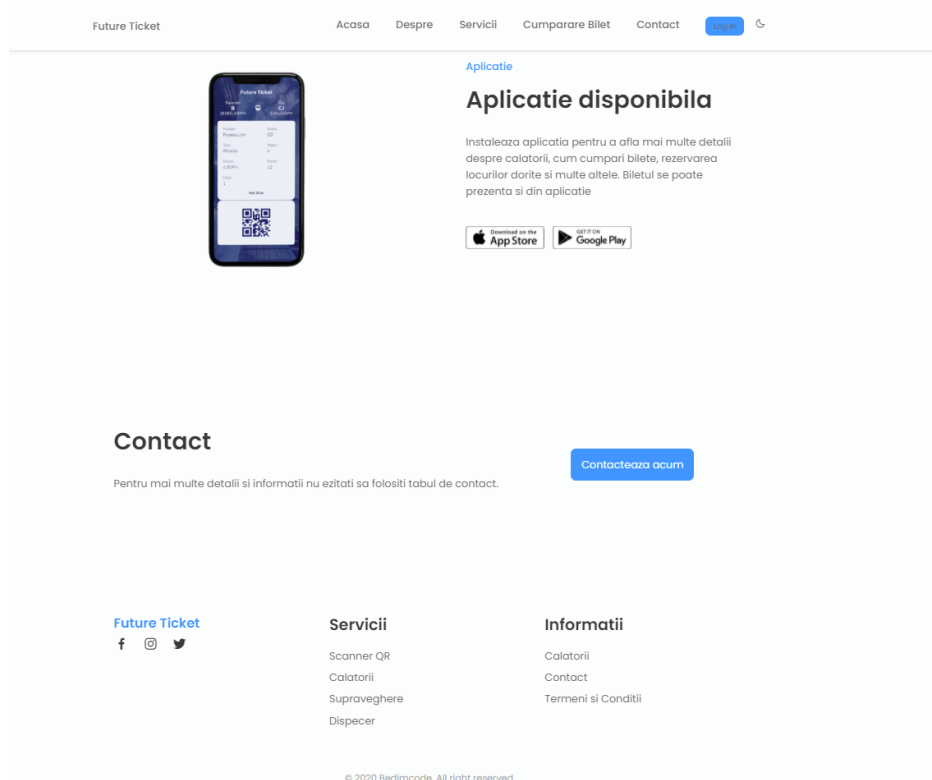


Figura 10. Aplicație mobilă și contact dispecerat [5]

Capitolul 5. Descrierea componentelor

5.1 Raspberry Pi Compute Module 4 IO Board

Placa de dezvoltare Raspberry Pi Compute Module 4 IO Board (CM4IO) poate fi utilizată pentru funcționarea scannerului de cod QR. Algoritmul pentru validarea codului QR se realizează în limbajul Python.

Specificații: [7]

- Conector de alimentare externă de 12V
- 2 conectori HDMI 2.0
- 2 conectori USB 2.0
- Port pentru Micro USB pentru actualizarea Compute Module 4
- Port pentru card MicroSD
- Memorie RAM: 1, 2, 4, 8 GB
- Memorie Flash: 0, 8, 16, 32 GB
- Conectare wireless
- Conector pentru ventilator
- 2 conectori FPC pentru afișaj MIPI DSI
- 2 conectori FPC pentru cameră MIPI CSI-2
- 40 de pini de uz general
- Ceas în timp real cu port pentru baterie și capacitate de a activa Compute Module 4



Figura 11. Raspberry Pi Compute Module 4 IO Board [7]

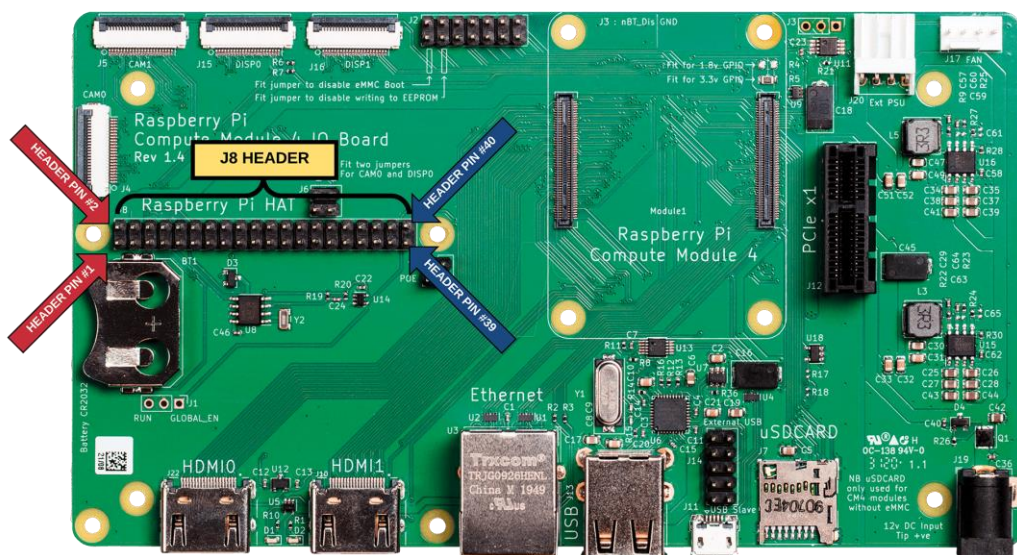


Figura 12. Raspberry Pi Compute Module 4 IO Board văzut de sus [8]

GPIOH	NAME		NAME	GPIOH
	3.3 VDC Power	1	5.0 VDC Power	2
8	GPIO 8 SDA1 (I2C)	3	5.0 VDC Power	4
9	GPIO 9 SCL1 (I2C)	5	Ground	6
7	GPIO 7 GPCLK0	7	GPIO 15 TxD (UART)	15
	Ground	9	GPIO 16 RxD (UART)	16
0	GPIO 0	11	GPIO 1 PCM_CLK/PWM0	1
2	GPIO 2	13	Ground	14
3	GPIO 3	15	GPIO 4	4
	3.3 VDC Power	17	GPIO 5	5
12	GPIO 12 MOSI (SPI)	19	Ground	20
13	GPIO 13 MISO (SPI)	21	GPIO 6	6
14	GPIO 14 SCLK (SPI)	23	GPIO 10 CE0 (SPI)	10
	Ground	25	GPIO 11 CE1 (SPI)	11
30	SDA0 (I2C ID EEPROM)	27	SCL0 (I2C ID EEPROM)	31
21	GPIO 21 GPCLK1	29	Ground	30
22	GPIO 22 GPCLK2	31	GPIO 26 PWM0	26
23	GPIO 23 PWM1	33	Ground	34
24	GPIO 24 PCM_FS/PWM1	35	GPIO 27	27
25	GPIO 25	37	GPIO 28 PCM_DIN	28
	Ground	39	GPIO 29 PCM_DOUT	29

Attention! The GPIO pin numbering used in this diagram is intended for use with WiringPi / Pi4J. This pin numbering is not the raw Broadcom GPIO pin numbers.

<http://www.pi4j.com>

Figura 13. Configurația pinilor de uz general [8]

Pentru stocare locală se utilizează un card MicroSD Sandisk Extreme cu memoria de 128GB.



Figura 14. Card MicroSD Sandisk Extreme 128GB [33]

5.2 Raspberry Pi Camera Module 2 NoIR

Camera Module 2 NoIR prezintă un senzor Sony IMX219 de 8 megapixeli cu ajutorul căruia pot fi scanate codurile QR. În urma scanării sunt surprinse imagini ce urmează a fi procesate pentru validare prin intermediul plăcii de dezvoltare Raspberry Pi CM4IO. Camera funcționează cu toate modelele de Raspberry Pi. Camera se conectează prin intermediul conectorului de tip panglică CSI. Aceasta poate fi accesată prin intermediul API-urilor MMAL și V4L, dar și prin biblioteca Picamera Python. [9]



Figura 15. Raspberry Pi Camera Module 2 NoIR [9]

Codurile QR (Quick Response) reprezintă o modalitate de criptare a datelor, inițial apărute ca soluție de codare a adreselor web. Codurile QR sunt marcate în fiecare colț, mai puțin colțul din dreapta pentru a se cunoaște poziționarea codului. Indiferent de poziția în care se află codul QR în momentul citirii, cititorul este capabil să îl normalizeze, să îl îndrepte pentru a extrage informația. [32]

Codurile QR suportă un nivel de protecție cu o capacitate de corecție de la 7% până la 30%, utilizând metoda Reed-Solomon. Scopul utilizării nivelului de protecție este de a recupera informația în cazul în care acesta se murdărește sau se deformează. [32]

În cadrul sistemului, se utilizează coduri QR cu nivelul maxim de corecție, H, pentru a putea recupera informația codului dacă se distruge o treime din el și cu funcție de securitate. Codurile QR cu funcție de securitate au rolul de a cripta datele de pe bilet cu ajutorul unei chei de criptare, date ce pot fi extrase numai de cititorul din tren care prezintă cheia de criptare corespunzătoare. [32]

În momentul în care camera identifică aceste pătrate, aceasta are capacitatea de a prelua și transmite datele pentru procesare și decriptare cu ajutorul plăcuței Raspberry Pi. Informația decriptată se transmite mai departe către server pentru a verifica validitatea biletului.

Pentru identificarea și decriptarea codurilor QR cu ajutorul camerei, se vor folosi în Raspberry Pi bibliotecile OpenCV, pentru a prelua cadrul într-un frame și a-l procesa, iar ZBar pentru a decodifica și converti codul QR în informații necesare transmiterii către server.

5.3 Raspberry Pi 4 Case Fan

Raspberry Pi CM4IO este fixat în partea inferioară a carcasei, iar radiatorul este poziționat central peste procesor. Ventilatorul este montat în partea superioară a carcasei și asigură o temperatură controlată procesorului, memoriei și sistemului de energie pentru a evita supraîncălzirea. Cele trei fire ale ventilatorului se conectează la pinii de uz general de 5V, GND și GPIO TXD ai Raspberry Pi CM4IO. [10]



Figura 16. Raspberry Pi 4 Case Fan [10]

5.4 Led

Ledurile situate în partea superioară a scaunului pot fi conectate pe oricare din pinii Raspberry Pi CM4IO, iar adresa acestora trebuie menționată corespunzător în codul Python.

Pentru a evita arderea ledului se va conecta un rezistor la catodul acestuia. În momentul în care Raspberry Pi CM4IO este conectat la sursa de alimentare, culoarea ledului este inițializată verde. În urma scanării codului QR în Python cu ajutorul Raspberry Pi CM4IO, ledul devine roșu dacă biletul este valid, altfel rămâne verde. [11]

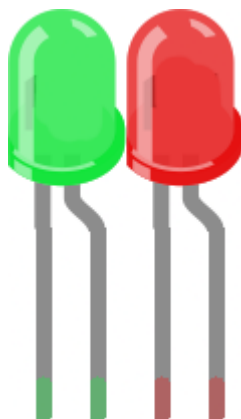


Figura 17. Leduri situate în partea superioară a scaunului [11]

5.5 Senzorul de greutate

Pentru a transmite un semnal către server, atunci când o persoană este așezată pe scaun se conectează la Raspberry Pi CM4IO o celulă de sarcină, senzor analog care este folosit pentru a măsura greutatea produsă de sarcină. Majoritatea celulelor de sarcină convertesc presiunea (forța) în semnal electric funcționând ca un manometru. Acestea sunt grupate câte patru, formând o punte Wheatstone. În scaun se poate folosi o celulă de sarcină de 200kg, de tip TAS501. [13]



Figura 18. Celulă de sarcină TAS501 [14]

Dacă un călător se așează în mod fraudulos pe scaun pe parcursul călătoriei, respective se va recepționa un interval de timp al folosirii senzorului de greutate și atunci se vor salva local în memoria alocată plăcuței Raspberry Pi inserții într-un document de tip text, inserții care se vor contoriza și vor indica scaunul, data și ora la care a fost senzorul utilizat. În

momentul în care trenul ajunge în gară, contorul persoanelor care au circulat fraudulos și inserțiile vor fi transmise mai departe către server și apoi către dispecer. Numărul de inserții va determina numărul estimative de călători care au circulat fraudulos, iar numărul real este confirmat de dispecer în urma vizualizării înregistrărilor din tren.

Aproximativ 20 inserții într-un fișier de tip text ocupă 1KB. Prin urmare, memoria de 128GB a plăcuței este suficientă pentru inserarea unui număr mare de detecții.

Celula de sarcină este conectată la un amplificator de tip HX711. Amplificatorul ajută la citirea datelor generate de celula de sarcină și la măsurarea greutateii. Prin conectarea amplificatorului la pinii Raspberry Pi CM4IO se determină variația rezistenței celulei de sarcină și prin calibrare se pot măsura greutateile cu o acuratețe ridicată. Astfel, dacă datele generate depășesc o valoare inițializată atunci o persoană folosește scaunul, iar acest semnal este transmis către server. [13]

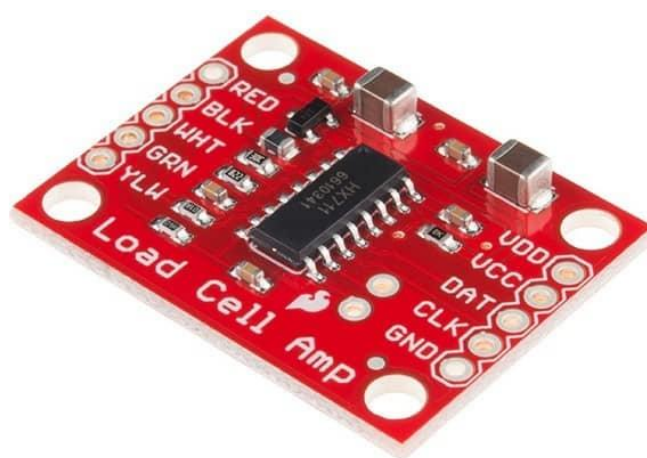


Figura 19. Amplificator de sarcină HX711 [14]

5.6 Alimentator Raspberry Pi 4

Tensiunea de alimentare pentru toate echipamentele din tren este de 120V, aceasta fiind disponibilă în curent alternativ. Pentru a transforma curentul alternativ în curent continuu este necesară folosirea unui cablu de alimentare de tip USB. Prin conectarea cablului de alimentare la portul USB Raspberry Pi CM4IO, valoarea tensiunii de curent continuu este de 5.1V și curent maxim de 3A. [15]



Figura 20. Alimentator Raspberry Pi 4 [15]

5.7 Transmisia datelor

Pentru transmiterea datelor de la sistemele aflate în tren către server este nevoie de o conexiune Wi-Fi de viteză mare și care să acopere o arie extinsă. Routerul funcționează pe două benzi de frecvențe de 2,4 GHz și 5GHz. [20]



Figura 21. Router ECW260 [20]

Specificații: [21]

- Aria de acoperire: 5 km
- Standarde: IEEE 802.11b/g/n la 2.4 GHz, IEEE 802.11a/n/ac la 5 GHz
- Viteza maximă: 1200 Mbps la 5 GHz și 574 Mbps la 2.4 GHz
- Alimentare: 48V prin PoE (Power over Ethernet)
- Temperatură de operare: -20°C - 60°C IP67

Acest tip de router este amplasat în fiecare gară în care staționează trenul și este alimentat cu un cablu care are o tensiune de intrare de 100-240V în curent alternativ, iar tensiunea de ieșire este de 12V în curent continuu. În timpul staționării trenului se vor actualiza datele din server, primite de la sistemele din tren.



Figura 22. Alimentator AC 100-240V DC 12V 2A

5.8 Camera de supravegheat

Pentru a surprinde călătorii care circulă fraudulos, se montează camere de supravegheat în centrul fiecărui vagon. Camerele dispun de un HDD unde pot fi stocate imaginile pe durata călătoriei între două gări. Acestea transmit imaginile salvate pe parcursul călătoriei către server atunci când trenul sosește în gară și sunt conectate prin Wi-Fi la router.



Figura 23. Cameră de supravegheat 360° IP PoE Wi-Fi HIKVISION

Specificații: [22]

- Ajustare unghi: 0-355°
- Rezoluție senzor: 4 MP
- Rezoluție video: 1080P
- Alimentare: 12V DC
- Temperatură de operare: -30°C - 60°C IP67
- Înregistrare: Slot Micro SD până la 256 GB

5.9 NVR Dahua 16 canale

NVR-ul reprezintă o unitate de înregistrare care are ca scop gestionarea, stocarea și decodarea înregistrărilor, imaginilor video pe care le primește de la camerele IP. NVR-ul IP Dahua NVR4216-16P-4KS2/L permite conectarea camerelor de supraveghere prin 16 porturi PoE, iar conexiunea la internet este asigurată de o placuță Raspberry Pi CM4IO. Totodată, NVR-ul IP Dahua NVR4216-16P-4K2/L are ca scop alimentarea camerelor de supraveghere

IP prin intermediul unor cabluri de tip PoE, iar prin intermediul cablurilor FTP, cu mufe RJ45 se realizează transmisia imaginilor video.



Figura 24. NVR4216-16P-4KS2/L 16 canale [26]



Figura 25. NVR4216-16P-4KS2/L 16 canale [26]



Figura 26. Cablu FTP CAT6 cu mufa RJ45

Pentru alimentarea NVR-ului Dahua este folosit un cablu care permite o tensiune de alimentare de 100-240V în curent alternativ, tensiunea de ieșire având valoarea de 12V în curent continuu.



Figura 27. Cablu de alimentare cu ștecher încorporat pentru NVR Dahua [27]

Pentru un tren cu 10 vagoane de pasageri, se vor monta 10 camere de supraveghere, câte o camera în fiecare vagon. Cele 10 camere pot fi conectate la un singur NVR cu ajutorul switchurilor, amplasat în tren. În cazul în care camerele nu ar fi conectate prin switch, atunci un singur NVR, ca cel menționat anterior, poate suporta maximum 16 camere de supraveghere conectate la acesta. În cazul în care, există mai mult de 16 vagoane, respectiv 16 camere de supraveghere, atunci este necesar utilizarea mai multor NVR-uri. NVR-ul permite conectarea unui hard-disk pentru stocarea imaginilor video înregistrate în decursul unei zile. Pentru fiecare camera menționată, un minut de înregistrare în 1080p și 30 FPS, ocupă aproximativ 130MB. Pe parcursul unei zile este necesară folosirea unui hard disk cu o capacitate de minim: [29]

$$130(MB) \cdot 60(min) \cdot 24(ore) \cdot 10(numar\ camere) = 1872000MB = 1.872TB \quad (1)$$

Astfel, se alege un hard disk special de supraveghere compatibil cu NVR-ul IP Dahua NVR4216-16P-4K2/L, Western Digital Surveillance de capacitate 3TB.



Figura 28. Hard Disk special de supraveghere 3TB – Western Digital Surveillance [28]

La finalul călătoriei, înregistrările stocate pe hard disk sunt transferate către Cloud și acestea pot fi accesate de dispecer pentru a identifica călătorii care circulă fraudulos.

5.10 Switch PoE (Power over Ethernet)

Switchul reprezintă un dispozitiv care ajută la interconectarea porturilor într-o rețea. Pentru a realiza conexiunea plăcuțelor Raspberry Pi CM4IO și camerele cu serverul și NVR-ul, este necesară realizarea unei rețele locale în care acestea sunt interconectate între ele cu ajutorul switchurilor. În fiecare vagon trebuie amplasat un switch cu 104 porturi PoE, respectiv două switchuri de 48 porturi și unul de opt porturi, pentru cele 100 de plăcuțe integrate în scaune, iar restul de patru porturi pentru camerele de supraveghere conectate între ele, NVR, conexiune între switchuri cu ajutorul cablurilor SFP și o plăcuța Raspberry Pi CM4IO care se conectează la internet în momentul în care trenul ajunge în gară. În momentul în care trenul ajunge în gară, conexiunea la WiFi este realizată direct cu ajutorul plăcuței Raspberry CM4IO conectate la switchurile din tren cu ajutorul unei mufe RJ45. Cu ajutorul acestei conexiuni există acces la internet, iar în momentul staționării trenului în gară se poate realiza backupul înregistrărilor video.

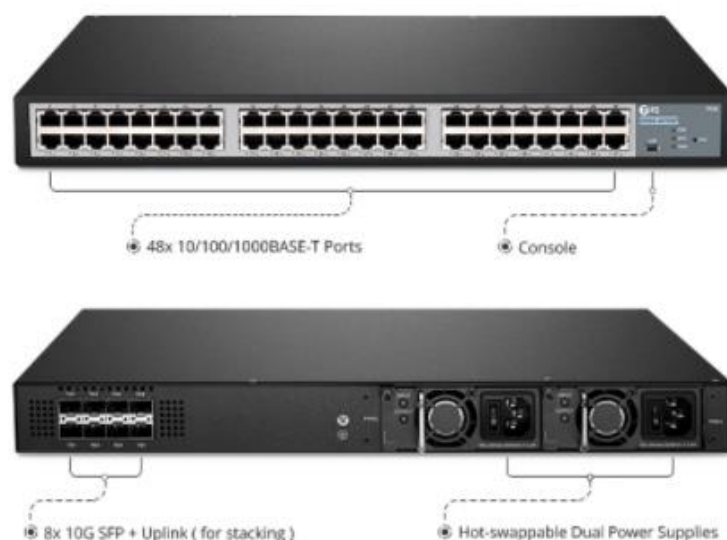


Figura 29. Switch S550-48T8SP 48 porturi Gigabit PoE [31]

Alimentarea switchului se realizează cu ajutorul unui cablu de alimentare N5.



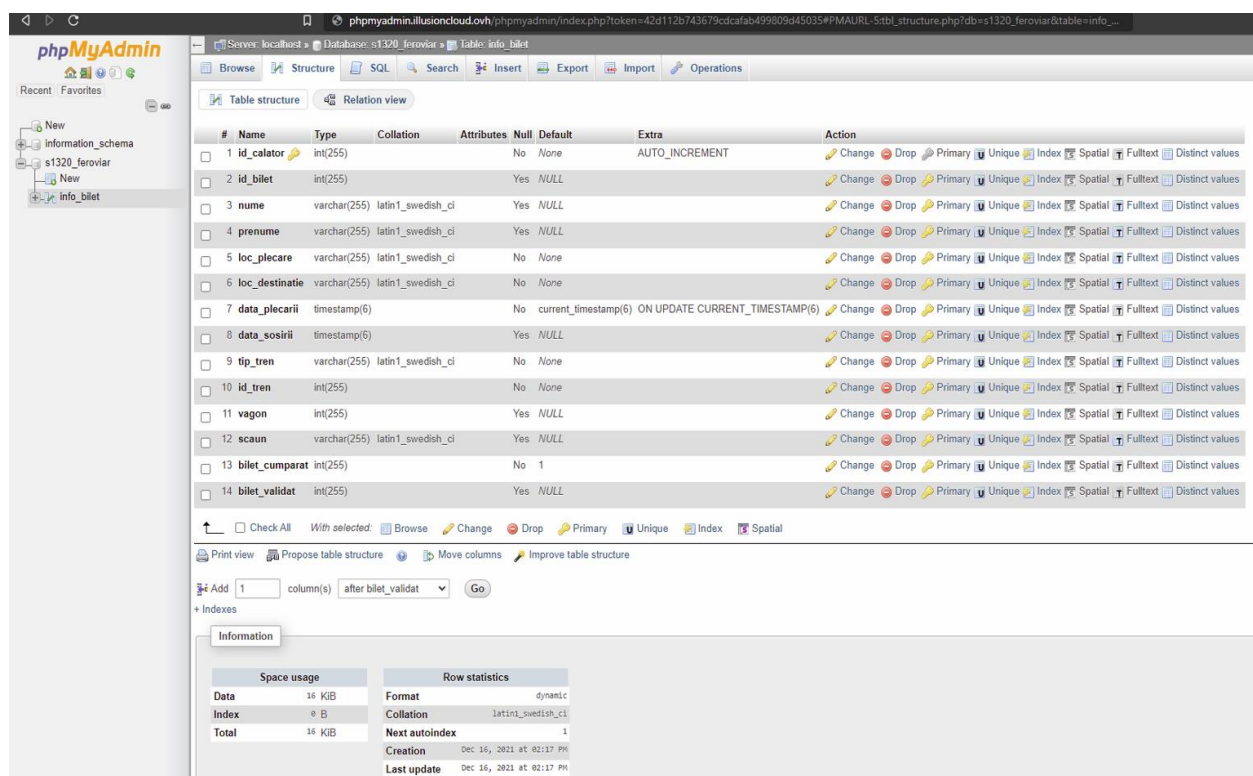
Figura 30. Cablu de alimentare N5 pentru switch

5.11 Serverul și baza de date

Pentru a monitoriza și a face posibilă funcționarea activității din tren, este nevoie de un furnizor de servicii de găzduire pentru a închiria un server dedicat. Alegerea unui server dedicat este optimă, deoarece acesta poate fi disponibil să fie configurat pentru funcționarea sistemului de validare a biletelor și de transmitere a datelor într-o bază de date. [16]

Conectarea la serverul dedicat se realizează prin RDP (Remote Desktop Protocol) cu un username, o parolă și IP-ul destinat trenului. Serverul are rolul de a interoga baza de date cu datele primite de la plăcuțele Raspberry Pi aflate în tren prin punctul de decizie locală pentru a verifica validitatea biletului. Baza de date MySQL poate fi creată local pe serverul dedicat

în phpMyAdmin. Baza de date conține următoarele coloane: Id călător, Id bilet, Numele călătorului, Prenumele călătorului, Locul de plecare, Locul destinației, Data plecării, Data sosirii, Tipul trenului, Id tren, Numărul vagonului, Numărul scaunului, Starea biletului cumpărat (0 sau 1), Starea biletului validat (0 sau 1).



The screenshot shows the phpMyAdmin interface with the 'Table structure' tab selected for the 'info_bilet' table. The table has 14 columns. Below the table structure, there is an 'Information' section showing space usage and row statistics.

#	Name	Type	Collation	Attributes	Null	Default	Extra	Action
1	id_calator	int(255)			No	None	AUTO_INCREMENT	Change Drop Primary Unique Index Spatial Fulltext Distinct values
2	id_bilet	int(255)			Yes	NULL		Change Drop Primary Unique Index Spatial Fulltext Distinct values
3	nume	varchar(255)	latin1_swedish_ci		Yes	NULL		Change Drop Primary Unique Index Spatial Fulltext Distinct values
4	prenume	varchar(255)	latin1_swedish_ci		Yes	NULL		Change Drop Primary Unique Index Spatial Fulltext Distinct values
5	loc_plecare	varchar(255)	latin1_swedish_ci		No	None		Change Drop Primary Unique Index Spatial Fulltext Distinct values
6	loc_destinatie	varchar(255)	latin1_swedish_ci		No	None		Change Drop Primary Unique Index Spatial Fulltext Distinct values
7	data_plecarii	timestamp(6)			No	current_timestamp(6) ON UPDATE CURRENT_TIMESTAMP(6)		Change Drop Primary Unique Index Spatial Fulltext Distinct values
8	data_sosirii	timestamp(6)			Yes	NULL		Change Drop Primary Unique Index Spatial Fulltext Distinct values
9	tip_tren	varchar(255)	latin1_swedish_ci		No	None		Change Drop Primary Unique Index Spatial Fulltext Distinct values
10	id_tren	int(255)			No	None		Change Drop Primary Unique Index Spatial Fulltext Distinct values
11	vagon	int(255)			Yes	NULL		Change Drop Primary Unique Index Spatial Fulltext Distinct values
12	scaun	varchar(255)	latin1_swedish_ci		Yes	NULL		Change Drop Primary Unique Index Spatial Fulltext Distinct values
13	bilet_cumparat	int(255)			No	1		Change Drop Primary Unique Index Spatial Fulltext Distinct values
14	bilet_validat	int(255)			Yes	NULL		Change Drop Primary Unique Index Spatial Fulltext Distinct values

Space usage		Row statistics	
Data	16 KiB	Format	dynamic
Index	0 B	Collation	latin1_swedish_ci
Total	16 KiB	Next autoindex	1
		Creation	Dec 16, 2021 at 02:17 PM
		Last update	Dec 16, 2021 at 02:17 PM

Figura 31. Structura bazei de date MySQL pentru evidența biletelor călătorilor în phpMyAdmin IllusionCloud [17]

Un server dedicat găzduit trebuie să aibă o protecție împotriva atacurilor DDOS. Găzduirea IllusionCloud oferă serverului dedicat o remediare a atacurilor prin mitigarea rapidă a acestora și filtrele de înaltă calitate a rețelei. [18]

Specificațiile unui exemplu de server dedicat sunt: [19]

- Procesor: AMD Ryzen 9 5950X
- Memorie: 8 TB (2x4 TB SSD NVMe)
- Memorie RAM: 128 GB RAM DDR4
- Rețea: 10 Gbps cu protecție inclusă

CFR Călători folosește zilnic aproximativ 1500 vagoane. Având în vedere că un vagon poate avea 100 de locuri, atunci zilnic se pot realiza un maxim de 150000 inserari in baza de date cu informatii despre biletul si existența călătoriei pasagerului. [30]

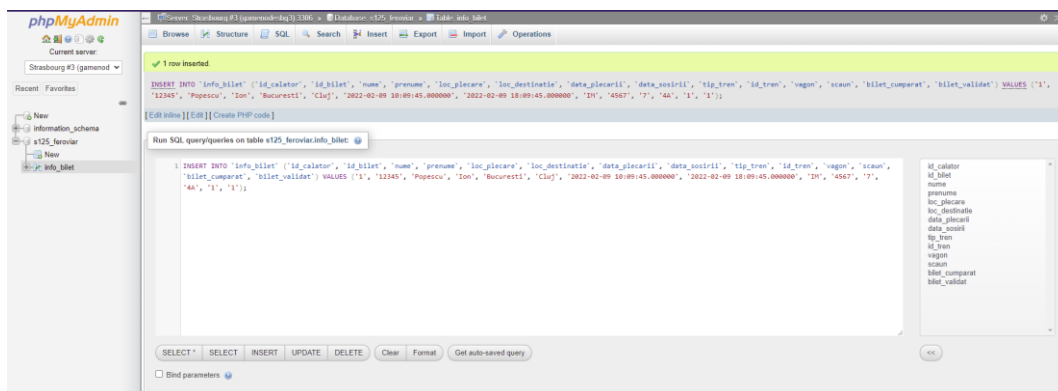


Figura 32. Inserarea unei călătorii în baza de date

În urma mai multor inserări în baza de date și exportarea acestora, s-a determinat un spațiu maxim ocupat de o inserare, acela fiind de aproximativ 0.5KB. Pentru 150000 inserări zilnice, spațiul alocat serverului dedicate pentru o zi trebuie să fie minim 75000KB, respectiv 75MB. Dacă sistemul funcționează pe o durată de zece ani, respectiv un maxim de 3653 zile, atunci spațiul ocupat de baza de date ar fi 273975MB, aproximativ 275GB.

Astfel, memoria de stocare a serverului este suficientă pentru a integra sistemul de operare, baza de date și totodată de a realiza backup-uri.

5.12 Sistemele pentru dispecerat

Dispecerul autorizat are rolul de a accesa serverul pentru a monitoriza baza de date și platforma Cloud pentru a accesa înregistrările surprinse de camerele de supraveghere din tren pentru a determina numărul real de călători care circulă fraudulos. Astfel, calculatoarele de la dispecer nu au nevoie de componente atât de performante. Ca și specificații, dispecerul poate utiliza următorul setup:

- Procesor: Intel Core i3-10100 (placă video GMA UHD 630 integrată)
- RAM: 16GB DDR4
- Stocare SSD: 500GB
- Sursă: 500W
- Monitor: Samsung LF24T356FHRXEN 75Hz
- Sistem de operare: Windows 10



Figura 33. Setup dispecer [34][35]

Configurația circuitului pentru Raspberry Pi Compute Module 4 IO:

- Ventilatorul a fost conectat la pinii 4 (5V), 6 (GND) și 8 (GPIO TXD)
- Ledul verde a fost conectat la pinii 14 (catodul ledului împreună cu rezistența la GND) și 16 (anodul la GPIO)
- Ledul roșu a fost conectat la pinii 18 (anodul la GPIO 5) și 20 (catodul ledului împreună cu rezistența la GND)
- Celula de sarcină împreună cu amplificatorul de sarcină HX711 au fost conectate la pinii 2 (5V), 9 (GND), 11 (GPIO 0), 13 (GPIO 2)
- Alimentatorul a fost conectat la portul USB
- Camera a fost conectată la portul CSI

6.2 Schema logică a sistemului din tren

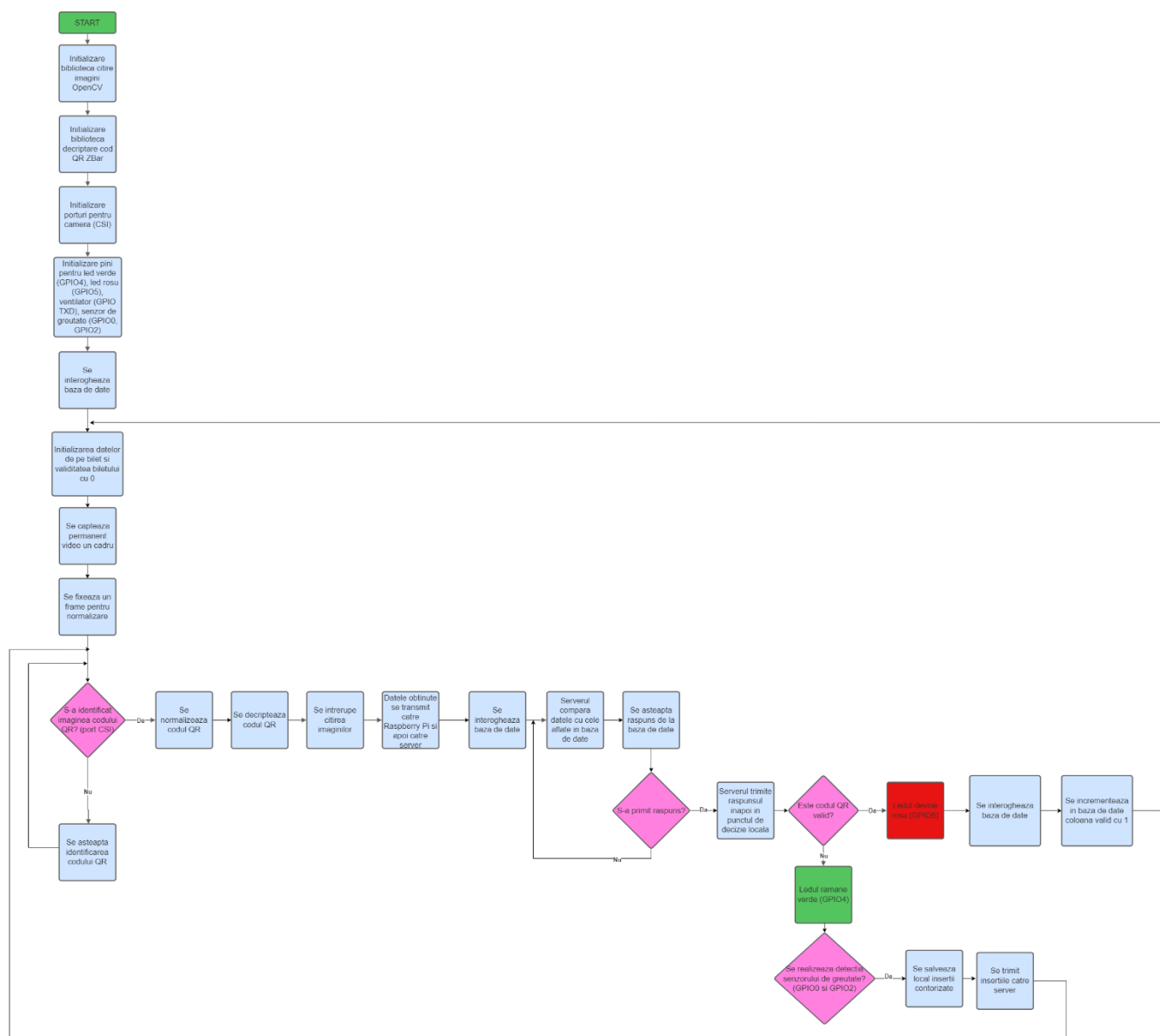


Figura 36. Schema logică a sistemului din tren

6.3 Schema logică la nivel de dispecerat

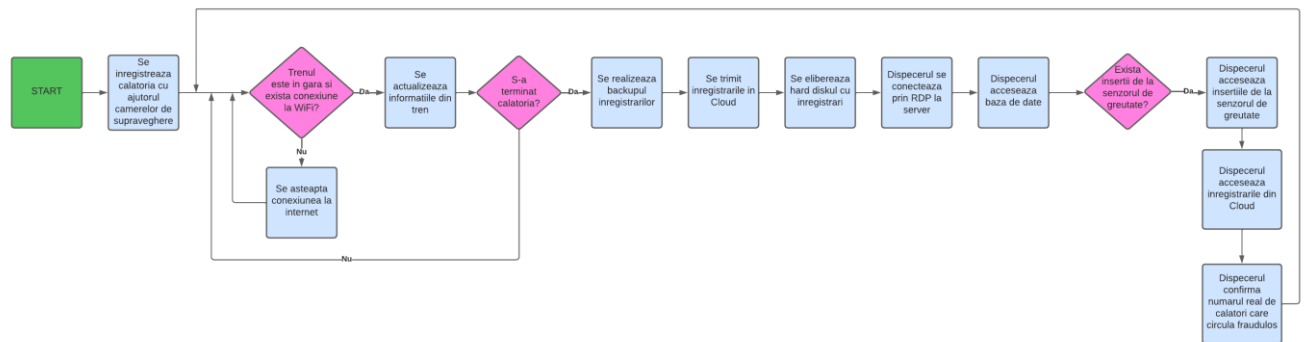


Figura 37. Schema logică la nivel de dispecerat

6.4 Schema de defectare a sistemului din tren

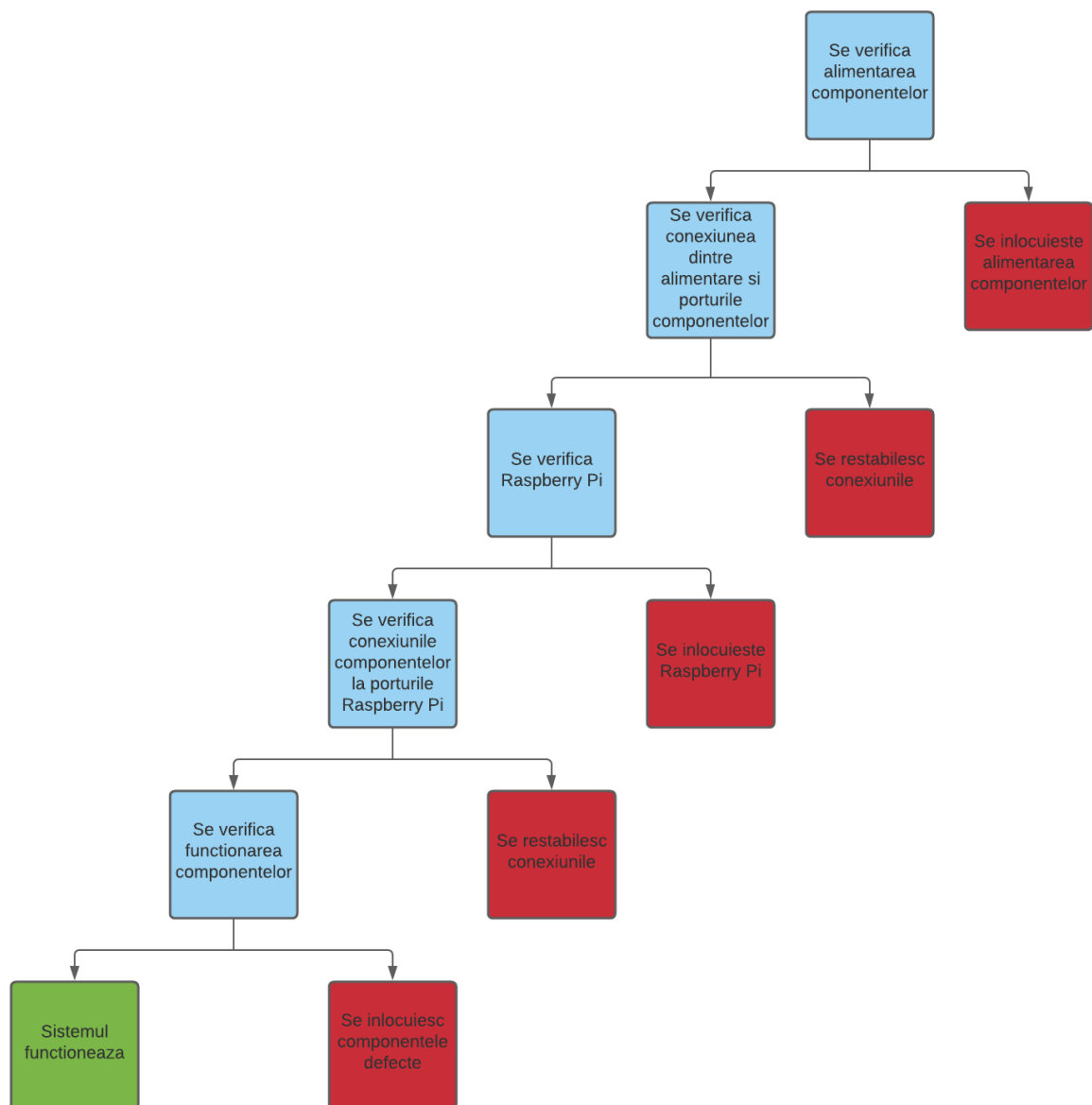


Figura 38. Schema de defectare a sistemului

6.5 Avantajele și dezavantajele sistemului

6.5.1 Avantajele sistemului

- Nu mai este nevoie de prezența nașilor, întrucât sistemul este automatizat să surprindă circulația frauduloasă a călătorilor
- Surprinderea eficientă a circulației frauduloase
- Existența unei aplicații și a unui site ușor de folosit pentru cumpărarea biletelor
- Modernizarea trenurilor

6.5.2 Dezavantajele sistemului

- Costurile echipamentelor este ridicat
- Posibilitate de atac cibernetic pentru a circula fraudulos sau pentru a opri sistemul

Bibliografie

- [1] <https://www.digi24.ro/stiri/actualitate/social/experiment-cfr-calatori-fara-bilet-nu-veti-putea-intra-nici-pe-peroane-164120>, accesat la 15.11.2021
- [2] https://economie.hotnews.ro/stiri-industrie_feroviara-23112673-stricat-locomotiva-vagoanele-sunt-arhipline-cat-vechi-sunt-trenurile-care-calatorim.htm, accesat la 15.11.2021
- [3] <https://media.amtrak.com/2018/08/amtrak-reveals-modern-interiors-new-acela-express-fleet/>, accesat la 16.11.2021
- [4] https://lotgroup.eu/bg/review/selected-projects/rail/rail_pilot_scheme/, accesat la 16.11.2021
- [5] <https://github.com/bedimcode>, accesat la 13.11.2021
- [6] <https://codepen.io/>, accesat la 14.11.2021
- [7] <https://www.raspberrypi.com/products/compute-module-4-io-board/>, accesat la 12.12.2021
- [8] <https://pi4j.com/1.3/pins/rpi-cm4.html>, accesat la 12.12.2021
- [9] <https://www.raspberrypi.com/products/pi-noir-camera-v2/>, accesat la 12.12.2021
- [10] <https://www.raspberrypi.com/products/raspberry-pi-4-case-fan/>, accesat la 12.12.2021
- [11] <https://www.raspberrypi.com/news/how-to-use-an-led-with-raspberry-pi/>, accesat la 13.12.2021
- [12] <https://tutorials-raspberrypi.com/digital-raspberry-pi-scale-weight-sensor-hx711/>, accesat la 13.12.2021
- [13] <https://how2electronics.com/weighing-machine-arduino-load-cell-hx711/>, accesat la 13.12.2021
- [14] <https://www.sparkfun.com/search/results?term=load+cell>, accesat la 13.12.2021
- [15] https://ro.farnell.com/raspberry-pi/sc0217/rpi-power-supply-usb-c-5-1v-3a/dp/3106945?gross_price=true, accesat la 14.12.2021
- [16] <https://iweb.com/blog/how-does-a-dedicated-server-work>, accesat la 15.12.2021
- [17] <https://www.illusioncloud.biz/>, accesat la 15.12.2021
- [18] <https://www.illusioncloud.biz/antiddos>, accesat la 15.12.2021
- [19] <https://billing.illusioncloud.biz/store/dedicated-servers>, accesat la 15.12.2021
- [20] <https://www.engeniustech.com/ingenius-products/cloud-managed-wi-fi-6-2x2-outdoor-access-point/>, accesat la 16.12.2021
- [21] <https://www.engeniustech.com/wp-content/uploads/2021/07/ECW260-Product-Datasheet.pdf>, accesat la 16.12.2021
- [22] <https://www.fluxone.ro/camera-ip-wi-fi-rezolutie-4-0mp-lentila-2-8mm-audio-bidirectional-sdcard-ir-30m-hikvision-ds-2cv2141g2-idw-2-8mm.html>, accesat la 16.12.2021
- [23] <https://www.emag.ro/transformator-mrgr-alimentator-ac-100-240v-dc-12v-2a-0061/pd/DBVCCGBBM/?X-Search-Id=7ab9e2deb4cfaf777382&X-Product->

[Id=53991882&X-Search-Page=1&X-Search-Position=0&X-Section=search&X-MB=0&X-Search-Action=view](#), accesat la 16.12.2021

- [24] <https://bitbucket.org/cmelab/raspberry-pi/wiki/TAS606%20Load%20Cell>, accesat la 18.01.2022
- [25] <https://www.sparkfun.com/products/14282>, accesat la 21.01.2022
- [26] <https://www.e-camere.ro/supraveghere-video/dvr-nvr-uri/Dahua/nvr-16-canale-ip-8mp-16xpo-160-mbps-ai-by-camera-permite-2xhdd-dahua-nvr4216-16p-4ks2-l/>, accesat la 9.02.2022
- [27] <https://www.a2t.ro/camere-supraveghere-ip/alimentator-12v1a-dahua.html>, accesat la 9.02.2022
- [28] <https://www.e-camere.ro/supraveghere-video/accesorii/Hard%20Disk-uri/3000Gb/hard-disk-3tb-western-digital-surveillance-3000gb/>, accesat la 9.02.2022
- [29] <https://itigic.com/ro/how-much-space-hd-fullhd-4k-8k-video-occupies/>, accesat la 9.02.2022
- [30] https://economie.hotnews.ro/stiri-industrie_feroviara-23457501-fotogalerie-cum-arata-vagoanele-modernizate-ale-cfr-calatori-despre-promisiuni-despre-probleme-cum-putea-circula-trenul-2020.htm, accesat la 9.02.2022
- [31] <https://www.fs.com/de-en/products/83325.html?attribute=5257&id=298550>, accesat la 9.02.2022
- [32] https://curs.upb.ro/2021/pluginfile.php/469760/mod_resource/content/0/Curs%20SDTR.pdf, accesat la 11.02.2022
- [33] <https://www.cel.ro/carduri-memorie/card-de-memorie-sandisk-microsdx-extreme-128-gb-uhs-i-v30-160-mb-s-a2-pMyY6PT0pNA-l/>, accesat la 12.02.2022
- [34] <https://www.pcgara.ge.ro/sisteme-pc-gara/ge/pc-gara/ge/office-c3ms/>, accesat la 12.02.2022
- [35] https://www.emag.ro/monitor-led-ips-samsung-24-full-hd-75hz-5ms-amd-freesync-vga-hdmi-lf24t356fhrxen/pd/DLWZ9PMBM/?ref=ps&emag_click_id=58ea48c5f2faa32f79e3f4040403d3b2&utm_source=top.recenziidetop.ro_affiliate_WT2H&utm_medium=profitshare&utm_campaign=profitshare_WT2H&utm_content=link, accesat la 12.02.2022