

Alcohol-Lock

Introducere

Proiectul **Alcohol-Lock** este un sistem de siguranță activă destinat vehiculelor, conceput pentru a condiționa pornirea motorului de starea de sobrietate a șoferului. Dispozitivul măsoară concentrația de alcool din aerul expirat, procesează datele în timp real și acționează un mecanism de blocare simulat, asigurând în același timp stocarea istoricului de testări pe un suport extern. Sistemul vizează eliminarea erorii umane în autoevaluarea capacității de condus, oferind o barieră tehnică obiectivă împotriva condusului sub influența alcoolului.

Descriere generală

Dispozitivul integrează module de achiziție date, control și stocare pentru a îndeplini următoarele funcții:

- **Monitorizare:** Detectarea precisă a vaporilor de alcool folosind un senzor electrochimic.
- **Control Interlock:** Blocarea sau deblocarea contactului auto (simulată prin servomotor) în funcție de pragul legal setat.
- **Avertizare:** Semnalizarea vizuală și acustică a stării sistemului și a tentativelor de pornire neautorizate.
- **Data Logging:** Înregistrarea fiecărei măsurători pe un card microSD pentru trasabilitatea utilizării vehiculului.

Schemă Bloc



Hardware Design

Componente hardware

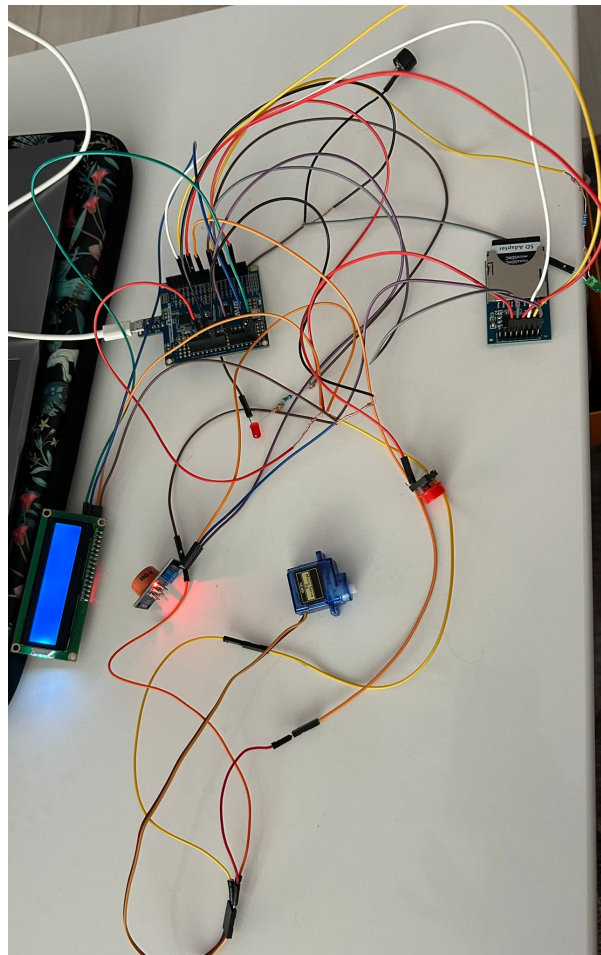
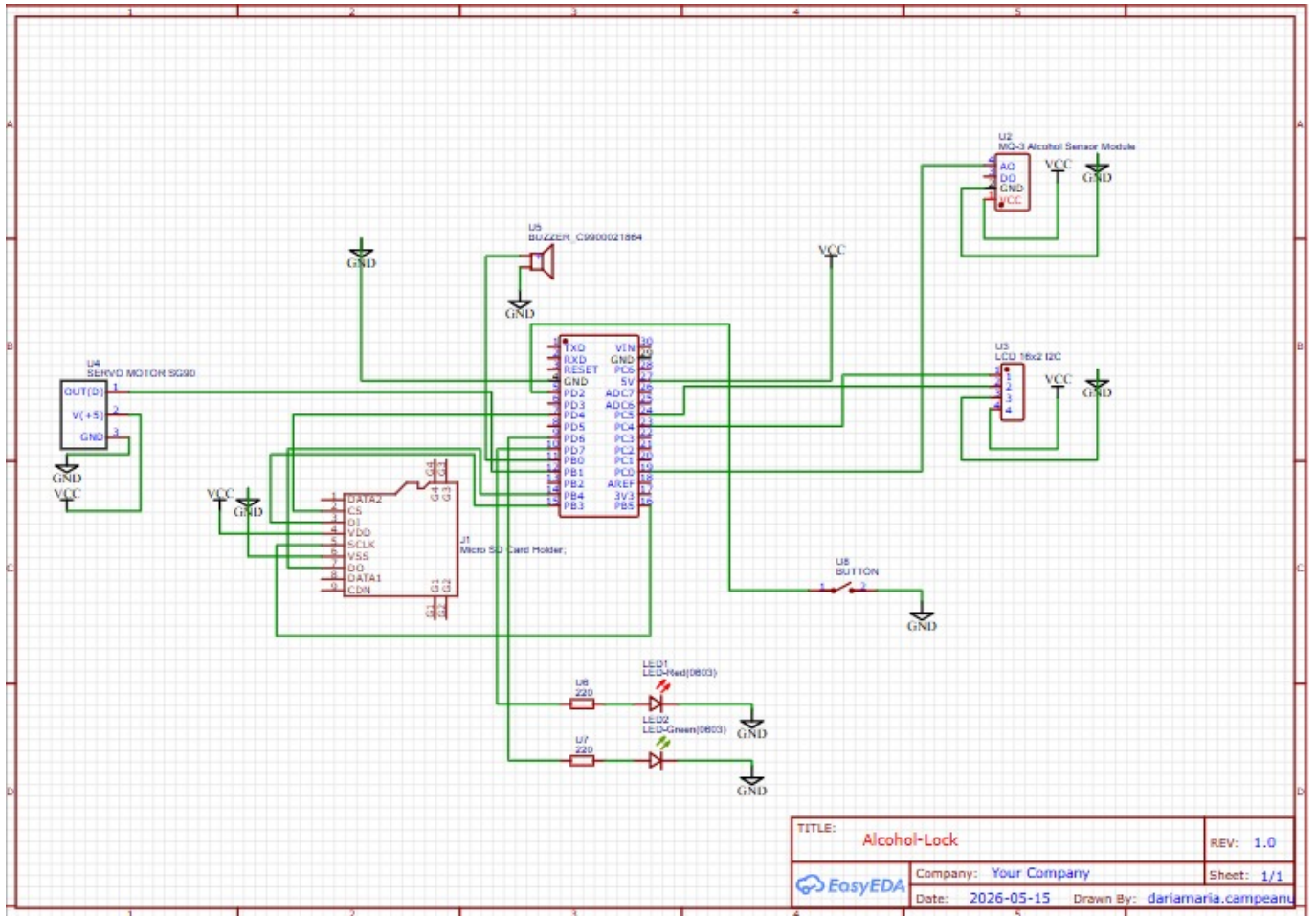
Componentă	Cantitate	Scop
Microcontroler ATmega328P	1	Unitatea centrală de procesare și control
Senzor Alcool MQ-3	1	Achiziția semnalului analogic pentru concentrația de alcool
Modul cititor Card SD	1	Interfață pentru salvarea datelor pe suport extern

Servomotor SG90	1	Simulare mecanică pentru blocarea contactului (PWM)
LCD 16x2 cu adaptor I2C	1	Afișarea concentrației și a mesajelor de stare
Buzzer Pasiv	1	Semnalizare acustică a pragurilor critice
LED-uri (Roșu/Verde)	2	Indicarea vizuală a permisiunii de pornire
Buton Push	1	Declanșarea manuală a procesului de testare
Breadboard Full-size	1	Suport pentru realizarea montajului experimental

Pinii folosiți

Componentă	Pin ATmega328P	Tip semnal	Justificare
Senzor MQ-3	PC0 (A0)	Intrare analogică	PC0 este conectat la ADC0; semnalul MQ-3 este tensiune continuă 0-5V proporțională cu concentrația de alcool
Buton START	PD2	Intrare digitală (INT0)	PD2 este legat la întreruperea externă INT0, permițând detecția apăsării fără polling continuu
LED Verde	PD6	Ieșire digitală	Pin digital liber, curent maxim 40 mA — suficient pentru LED cu rezistență 220 Ω
LED Roșu	PD7	Ieșire digitală	Simetric cu LED-ul verde
Buzzer Pasiv	PB0	Ieșire digitală	Buzzerul pasiv necesită ton generat prin tone(); compatibil cu Timer2 intern
Servomotor SG90	PB1 (OC1A)	PWM (Timer1, 16 biți)	Servomotorul necesită PWM la 50 Hz; PB1 conectat la Timer1 pe 16 biți, singura sursă cu rezoluție suficientă
LCD SDA	PC4 (SDA)	I2C date	Pin hardware SDA al modulului I2C intern — fix pe PC4
LCD SCL	PC5 (SCL)	I2C ceas	Pin hardware SCL al modulului I2C intern — fix pe PC5
SD Card CS	PB2	Ieșire digitală (SPI CS)	Chip Select activ LOW; ales liber dintre pinii digitali disponibili
SD Card MOSI	PB3 (MOSI)	SPI date ieșire	Pin hardware SPI al ATmega328P — fix pe PB3
SD Card MISO	PB4 (MISO)	SPI date intrare	Pin hardware SPI al ATmega328P — fix pe PB4
SD Card SCK	PB5 (SCK)	SPI ceas	Pin hardware SPI al ATmega328P — fix pe PB5

Schema electrică



[Export to PDF](#)

Software Design

Stadiul actual al implementării software

Proiectul software este complet funcțional și structurat modular pe straturi de abstractizare hardware:

- **adc.c / adc.h**: Inițializare și citire ADC pentru senzorul MQ-3.
- **button.c / button.h**: Gestionarea butonului pe pinul PD2 folosind întreruperea externă INT0.
- **lcd_i2c.c / lcd_i2c.h**: Driver I2C scris direct pe registre pentru ecranul LCD.
- **servo.c / servo.h**: Controlul servomotorului prin generare de semnal PWM la 50Hz folosind Timer1.
- **sd_logger.c**: Interfațarea cu sistemul de fișiere Petit FatFs pentru înregistrarea istoricului de măsurători.

Motivarea alegerii bibliotecilor folosite

Pentru a eficientiza spațiul redus de memorie al microcontrolerului ATmega328P, s-au scris drivere directe pe registre și s-a adăugat o singură bibliotecă externă compactă:

- **Petit FatFs (R0.02)**: S-a ales varianta simplificată dezvoltată de ChaN pentru sistemul de fișiere FAT. Aceasta nu utilizează alocare dinamică în memoria RAM și scrie direct în blocul de sectoare deja existente ale fișierului LOG.TXT, economisind resurse hardware critice.

Elementul de noutate al proiectului

Proiectul realizează un dispozitiv de siguranță autonom bazat pe Edge Processing. Calculele matematice pentru determinarea concentrației clinice (mg/L) din rezistența brută a senzorului sunt executate local, în timp real, direct pe cip. Totodată, componenta de Data Logger securizează utilizarea vehiculului printr-o jurnalizare continuă pe card, formând o barieră tehnică ce previne pornirea neautorizată a motorului.

Justificarea utilizării funcționalităților din laborator

Sistemul pune în practică concepte fundamentale din laboratoarele de Proiectare cu Microprocesoare:

- **ADC**: Conversia semnalului analogic de la senzor utilizând un prescaler stabil de 128.
- **Întreruperi Externe**: Detecția apăsării butonului pe pinul PD2 (INT0) pe front căzător, eliminând polling-ul din bucla principală.

- **Timere și PWM:** Utilizarea Timerului 1 hardware în mod Phase and Frequency Correct PWM cu registrul ICR1 setat la valoarea 40000 pentru a asigura frecvența stabilă de 50Hz a servomotorului.
- **Protocoale Seriale:** SPI hardware în mod Master pentru scrierea pe cardul SD și TWI hardware la 100kHz pentru ecranul LCD.

Scheletul proiectului și validarea

Aplicația funcționează sub forma unei mașini de stări rulate într-o buclă infinită:

- **1. Așteptare:** Sistemul stă în repaus până când rutina de întrerupere de la buton modifică flag-ul intern.
- **2. Citire și Procesare:** Se prelevează valoarea ADC și se transformă prin calcul în alcoolemie mg/L.
- **3. Salvare:** Datele finale sunt înregistrate imediat pe cardul SD în fișierul LOG.TXT.
- **4. Decizie Interlock:** Dacă alcoolemia depășește pragul de 0.15 mg/L, servomotorul rămâne blocat, se aprinde LED-ul Roșu și buzzerul sună alert. Dacă șoferul este treaz, se aprinde LED-ul Verde, iar servomotorul deblochează contactul.

Validarea s-a făcut prin monitorizarea mesajelor de debug pe interfața UART și prin citirea ulterioară a cardului SD pe un PC pentru a asigura scrierea corectă a datelor text.

Demo Video

Demonstrația practică a funcționării sistemului în ambele cazuri de testare:

[Demo Video Alcohol-Lock - YouTube](#)

- **Cazul Sobru:** Se detectează o concentrație sigură (0.00 mg/L), se aprinde LED-ul Verde și servomotorul deblochează contactul.
- **Cazul Alcool detectat:** La apropierea vaporilor de alcool, ecranul afișează valoarea depășită și alerta "Nu poti conduce!", fiind acompaniată de aprinderea LED-ului Roșu și sunetul de avertizare al buzzerului.

Calibrarea senzorului

Senzorul MQ-3 își modifică rezistența internă la contactul cu alcoolul. Calibrarea s-a făcut folosind valoarea determinată experimental în aer curat $R_0 = 60.0 \text{ k}\Omega$ și o rezistență de sarcină $R_L = 10.0 \text{ k}\Omega$:

- Tensiunea de ieșire se obține din raportul valorii brute ADC raportat la 1024 pași.
- Se determină rezistența curentă a senzorului R_s pe baza divizorului de tensiune.
- Concentrația finală în mg/L se calculează pe baza raportului dintre R_s și R_0 folosind coeficienții curbei logaritmice din fișa tehnică.
- Valorile reziduale mici, sub 0.25 mg/L, sunt interpretate automat ca fiind 0.0 mg/L pentru a elimina zgomotul de fond.

Optimizări software realizate

- **Oprirea PWM-ului la repaus:** În `servo.c`, funcția `servo_lock` decuplează semnalul PWM din registre și pune pinul PB1 direct pe starea LOW. Acest lucru elimină vibrațiile parazite ale servomotorului și scade consumul de curent când nu se face mișcare.
- **Eliminarea operanzilor float din `sprintf`:** Pentru a salva spațiu prețios în memoria Flash, valoarea float a fost extrasă prin conversie directă în două variabile întregi separate (partea întreagă și partea zecimală), salvând peste 15% din spațiul de stocare al programului.
- **Forțarea salvării pe card (Flush):** Imediat după scrierea textului, se apelează funcția de încheiere cu parametri nuli din Petit FatFs. Acest lucru golește bufferul RAM direct în memoria nevolatilă a cardului, securizând logurile în cazul unei deconectări bruște a bateriei vehiculului.

From:

<http://ocw.cs.pub.ro/courses/> - CS Open CourseWare

Permanent link:

<http://ocw.cs.pub.ro/courses/pm/prj2026/vlad.radulescu2901/daria.campeanu> 

Last update: **2026/05/23 22:36**