

R2-D2 Smart Home Assistant

Introducere

Proiectul își propune crearea unui **prototip de asistent pentru o casă inteligentă**, inspirat de roboțelul **R2-D2** din universul **Star Wars**. Dezvoltat pe platforma [ESP32](#), acesta va interacționa cu utilizatorul prin comenzi vocale și redare audio, va monitoriza mediul ambiant și va dispune de funcții de securitate prin autentificare **2FA (RFID)** pentru administrarea locală.

Scopul principal este de a oferi o *soluție accesibilă și eficientă* pentru persoanele care nu își permit soluții comerciale precum Amazon Alexa sau Google Nest, ori care pur și simplu își doresc un asistent mult mai personalizabil decât opțiunile actuale de pe piață. ESP32-ul comunică prin Wi-Fi cu un server central (ideal găzduit pe un Raspberry Pi sau pe un laptop mai vechi). Acest server utilizează agenți AI pentru a procesa comenzile vocale și datele senzorilor, având totodată acces la diverse [API-uri externe](#) (de exemplu, pentru informații meteorologice). Adicional, o aplicație mobilă va permite configurarea asistentului, vizualizarea datelor înregistrate de senzori și modificarea modului curent de funcționare.

Laboratoare folosite: SPI, I2C, PWM, Intreruperi, GPIO.

Bonus: pentru audio → I2S, carcasă printată 3D

Descriere generală

Arhitectura sistemului este formată din 3 componente logice:

- **Microcontrolerul ESP32:** Citește senzorii, procesează semnalele și trimite datele către server/dispozitivul conectat.
- **Serverul (Laptop):** Procesează datele primite prin Wi-Fi, trimite semnalul audio pentru a fi redat de microcontroler și permite modificarea stării logice (conectare aplicație) și alte configurări administrative, dar limitate.
- **Aplicație telefon/calculator (simulată de Laptop):** Permite configurarea microcontrolerului la nivel de admin, citirea datelor de pe senzori, modificarea stării logice (server) și alte configurări specifice administrării.

În cadrul proiectului, mă voi concentra asupra implementării hardware și software din cadrul nodului hardware (ESP32). Celelalte 2 componente vor fi implementate parțial sau simulate din cauza constrângerilor de timp. Doresc continuarea proiectului pe timpul verii, respectiv pe parcursul anului viitor, așadar acesta va fi primul milestone.



Logica de funcționare:

1. **Idle State:** Inelul LED respiră albastru. Modulul este conectat fie la Wi-Fi, fie la Bluetooth.
2. **Interrupt Trigger:** Apăsarea butonului fizic (sau detecția de prezență via VL53LDK) declanșează un ISR hardware.
3. **Recording State:** Cercul de LED-uri WS2812B devine roșu solid. Microfonul INMP441 înregistrează audio via I2S DMA.
4. **Processing State:** LED-urile își schimbă culoarea, așteptând răspunsul de la server.
5. **Playback State:** Inelul LED devine verde. Amplificatorul MAX98357A redă răspunsul audio generat de server.
6. **Background Tasks:** Polling pentru senzorii I2C la intervale regulate și ascultare pe interfața SPI pentru tag-uri RFID când este nevoie de 2FA sau pentru a trimite comenzi prestabilite.

3. Hardware Design

Sistemul este centrat în jurul unui modul ESP32 DevKit V1.

Componentă	Descriere	Protocol / Pinout
ESP32 DevKit V1	Microcontroller	-
INMP441	Microfon I2S	I2S IN: WS→15, SCK→14, SD→32
MAX98357A	Amplificator I2S (cu difuzor 8W)	I2S OUT: LRC→25, BCLK→26, DIN→27
BME680	Senzor T, H, P, Gaz	I2C (Adresa 0x76): SDA→21, SCL→22 CS→3.3V SDO→GND
OPT3001	Senzor de lumină ambientală	I2C (Adresa 0x44 - pin ADDR la GND): SDA→21, SCL→22
VL53LDK	Senzor ToF (Distanță / Prezență)	I2C (Adresa 0x29): SDA→21, SCL→22
MFRC522	Cititor RFID	SPI: SCK→18, MISO→19, MOSI→23, CS→5, RST→17
WS2812B	Inel LED RGB	GPIO MUX: DIN→4
Push Button	Declanșator hardware	GPIO INT: PIN→13
RED LED Push Button	LED integrat în buton	GPIO PWM: PIN→33

Pentru a evita interferențele audio, partea de alimentare (5V) este decuplată și filtrată folosind condensatori de 1000μF, 100μF și 0.1μF, iar componentele împart un singur Common Ground Rail.

De asemenea, au fost folosite diferite rezistențe pentru a asigura integritatea electrică a componentelor: 330 ohm pentru LED-ul integrat în buton și 10 ohm pentru linia de alimentare a microfonului.

[Schema electrica](#)

Software Design

Rezultate Obținute

Concluzii

Download

Jurnal

- 11.03.2026 - Initial commit
- 7.04.2026 - Schema electrica aproape terminata
- 30.04.2026 - Inceput partea software pentru testare componente
- 5.05.2026 - Schema electrica modificata pentru senzorul BME680(verificare datasheet)
- 10.05.2026 - Printat 3D corpul R2-D2
- 12.05.2026 - Inceput implementare hardware pe placuta de prototipare

Bibliografie/Resurse

<https://www.espboards.dev/esp32/esp32doit-devkit-v1/>

<https://www.farnell.com/datasheets/1824785.pdf>

<https://www.analog.com/media/en/technical-documentation/data-sheets/max98357a-max98357b.pdf>

<https://www.bosch-sensortec.com/en/products/environmental-sensors/gas-sensors/bme680#technical>

<https://www.ti.com/lit/ds/symlink/opt3001.pdf?ts=1777933152891>

<https://www.st.com/en/imaging-and-photonics-solutions/vl53l0x.html#documentation>

<https://www.nxp.com/docs/en/data-sheet/MFRC522.pdf>

<https://cdn.sparkfun.com/datasheets/Components/LED/WS2812.pdf>

<https://makerworld.com/en/models/942089-r2d2-echo-dot-3-dock#profileId-908012>

[Export to PDF](#)

From:

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

Permanent link:

<http://ocw.cs.pub.ro/courses/pm/prj2026/atoader/marius.tudosie>



Last update: **2026/05/12 21:30**

