

Desk Buddy "Leon"

Introducere

- Proiectul consta in dezvoltarea unui asistent de birou multifunctional, bazat pe microcontrollerul ATmega328P. Acesta are 3 functii principale:
 1. Music Player: User-ul poate reda melodii dintr-un playlist stocat intr-un card SD.
 2. Ceas Digital: Cat timp buddy-ul se afla in stand-by, pe display se afiseaza data si ora curenta.
 3. Alarma Programabila: User-ul poate seta alerte la ore specifice, moment in care se declanseaza automat redarea unui sunet de alarma.
- Pentru mine acest proiect reprezinta o experienta de invatare, o introducere in modul in care hardware-ul si software-ul se leaga si cum interactioneaza. Prin prisma acestui proiect, am oportunitatea sa creez ceva palpabil, imbinand atat scrisul de cod cu experienta hands-on asupra componentelor fizice.
- Intial, idea a pornit ca un simplu Music Player, deoarece muzica reprezinta o mare parte din viata mea de zi cu zi. Am incercat totusi sa gandesc inafara cutiei si sa transform planul initial in ceva util 24/7. Astfel, am integrat functiile de ceas digital si alarma programabila pentru a extinde utilitatea proiectului dincolo de zona muzicala.
- Acest proiect este util atat pentru mine cat si pentru altii deoarece ofera o solutie practica pentru doua nevoi fundamentale intr-un mediu de lucru:
 1. Relaxare: Functia de Music Player permite User-ului sa se relaxeze ascultand melodiile preferate.
 2. Organizarea Timpului: Functiile de Ceas Digital si Alarma Programabila ajuta utilizatorul sa nu piarda notiunea timpului (ex: o sesiune lunga de lucru la o tema), avand permanent ora vizibila si permitandu-i sa seteze alarme personalizate.

Descriere generală

- **Control (Input):** Utilizatorul interactioneaza cu dispozitivul prin intermediul a 5 butoane tactile. Acestea permit navigarea intre modurile de lucru (Ceas, Muzica, Alarma), controlul redarii audio (Play/Pause, Next/Prev) si ajustarea volumului sau a setarea alarmei.
- **Procesare (Logica):** Placa ATmega328P coordoneaza intregul sistem. Ea gestioneaza protocoalele de comunicare SPI (pentru citirea datelor de pe cardul SD) si I2C (pentru sincronizarea cu ceasul de timp real si afisaj), procesand in acelasi timp semnalul PWM pentru iesirea audio.
- **Afisare (Output):** Informatiile esentiale, precum ora curenta, data, sau numele melodiei redade, sunt afisate clar pe un ecran LCD 16x2. Acesta ofera feedback vizual imediat pentru fiecare comanda primita de la input.

- **Sunet (Feedback):** Sistemul audio, format dintr-un tranzistor de amplificare si un difuzor, reda fisierele de pe cardul SD. Acesta ofera atat functia de relaxare prin muzica, cat si avertizarea sonora pentru alarma programata.
- **Stocare (Data):** Fisierele audio si setarile sistemului sunt gestionate folosind un card MicroSD si memoria interna EEPROM a microcontroller-ului, asigurand pastrarea alarmei chiar si dupa oprirea dispozitivului.



Laboratoare folosite:

- Laborator 0 GPIO: Configurarea pinilor de intrare si iesire
- Laborator 2 Intreruperi: Asigurarea unui raspuns instantaneu la apasarea butoanelor
- Laborator 3 Timere. PWM: Generarea semnalului audio
- Laborator 5 SPI: Comunicarea cu modulul MicroSD
- Laborator 6 I2C: Conectarea ecranului LCD si a modulului RTC

1. Hardware Design

In cadrul acestui capitol este descris design-ul hardware al sistemului, tabelele detaliate de mapare a pinilor intre microcontrolerul ATmega328P si periferice, precum si lista de componente utilizate.

Sistemul este construit in jurul microcontrolerului ATmega328P. Acesta interactioneaza cu modulele periferice prin protocoale de comunicatie dedicate (I2C, SPI) si semnale PWM / GPIO digitale.

- **ATmega328P** - Unitatea centrala de procesare care controleaza citirea timpului, interogarea butoanelor, afisarea pe ecran si generarea semnalului audio.
- **Modul RTC DS1307 (I2C)** - Mentine timpul real (ore, minute, secunde, data) si comunica cu MC-ul prin magistrala TWI/I2C (pinii A4 - SDA, A5 - SCL).
- **Ecran LCD 16x2 cu adaptor I2C (PCF8574)** - Afiseaza interfata grafica, timpul curent si meniurile de configurare. Partajeaza aceeasi magistrala I2C.
- **Modul Card SD (SPI)** - Stocheaza fisierele audio in format RAW/WAV (pinii 10 - CS, 11 - MOSI, 12 - MISO, 13 - SCK).
- **Modul Amplificator Audio SC8002B cu Difuzor Integrat** - Amplifica semnalul audio PWM de inalta frecventa generat de Pinul 9 (PB1) si reda sunetul. Are potentiometru integrat pentru controlul volumului.
- **Bloc de butoane (GPIO)** - 5 butoane conectate pe Portul D (PD2 - PD6) cu rezistente interne de pull-up activate.

Maparea Pinilor si Conexiuni

Pentru o organizare clara si stabila pe breadboard, conexiunile electrice si distributia semnalelor de la microcontrolerul ATmega328P catre modulele periferice au fost mapate conform tabelelor de mai jos.

1. Magistrala I2C (Ecran LCD si Modul RTC DS1307) Modulul RTC si adaptorul PCF8574 al ecranului LCD sunt conectate in paralel pe aceeasi magistrala I2C (TWI), avand adrese hexazecimale diferite.

Pin ATmega328P	Semnal	Pin Periferic (RTC & LCD)	Tip Semnal	Descriere
PC4 / Analog 4	SDA	SDA	Digital I/O	Linie de Date I2C (Serial Data)
PC5 / Analog 5	SCL	SCL	Digital Input	Linie de Ceas I2C (Serial Clock)
+5V	VCC	VCC	Power	Alimentare logica 5V
GND	GND	GND	Power	Masa comuna

2. Interfata SPI (Modul Card SD) Comunicarea rapida cu cardul SD pentru streaming-ul esantioanelor audio brute se realizeaza prin perifericul SPI hardware.

Pin ATmega328P	Semnal	Pin Modul SD	Tip Semnal	Descriere
PB2 / Digital 10	SS / CS	CS	Digital Output	Chip Select (Activ pe 0 logic)
PB3 / Digital 11	MOSI	MOSI	Digital Output	Master Out Slave In (Date catre SD)
PB4 / Digital 12	MISO	MISO	Digital Input	Master In Slave Out (Date de la SD)
PB5 / Digital 13	SCK	CLK / SCK	Digital Output	Serial Clock (Ceas SPI)
+5V	VCC	VCC / 5V	Power	Alimentare modul SD (cu regulator pe placuta)
GND	GND	GND	Power	Masa comuna

3. Conexiune Modul Audio / Difuzor (SC8002B) Semnalul audio generat prin Fast PWM pe 8 biti este trimis direct catre amplificator pentru a fi redat in difuzor.

Pin ATmega328P	Semnal	Pin Modul Audio	Tip Semnal	Descriere
PB1 / Digital 9	PWM (OC1A)	IN / AUDIO_IN	Analog/PWM	Semnal audio brut (iesire DAC prin PWM)
+5V	VCC	VCC / 5V	Power	Alimentare amplificator (filtrata cu condensator)
GND	GND	GND	Power	Masa comuna

4. Blocul de Butoane (Interfata Utilizator) Butoanele utilizeaza rezistentele interne de pull-up ale portului D, eliminand necesitatea unor rezistente externe pe breadboard. Apasarea unui buton aduce pinul in stare '0' logic.

Pin ATmega328P	Registru	Nume Buton	Funcție in Aplicatie
PD2 / Digital 2	PIND2	BUTON_SELECT	Intrare in meniuri / Confirmare selectie
PD3 / Digital 3	PIND3	BUTON_PLUS	Incrementare valori / Piesa urmatoare
PD4 / Digital 4	PIND4	BUTON_MINUS	Decrementare valori / Piesa precedenta
PD5 / Digital 5	PIND5	BUTON_BACK	Inapoi la ecranul principal / Reset
PD6 / Digital 6	PIND6	BUTON_MODE	Schimbare mod (Ceas ↔ Music Player) / Stop Alarma

Lista de Componente

Componenta	Descriere	Rol in proiect
ATmega328P	Microcontroler AVR pe placuta de dezvoltare Arduino Uno	Coordoneaza toate perifericele si ruleaza algoritmul principal

DS1307 RTC	Real-Time Clock Module (I2C)	Pastreaza ora si data exacta chiar si cand sistemul este oprit
LCD 16x2 + I2C	Afisaj alfanumeric cu interfata PCF8574	Afisarea timpului si navigarea in meniurile aplicatiei
Modul SD Card	Adaptor de card MicroSD cu schimbator de nivel (SPI)	Citirea fisierelor audio brute ale melodiilor si alarmei
SC8002B Audio	Modul amplificator audio de 2W cu difuzor integrat	Redarea melodiilor si semnalului de alarma la volum reglabil
Condensator	Condensator electrolitic de filtrare (100uF - 470uF)	Stabilizeaza liniile de alimentare de 5V si GND impotriva socurilor audio
Butoane	5x Butoane Push-Button	Navigarea si controlul aplicatiei (interfata GPIO)
Breadboard & Fire	Fire de conexiune Dupont	Realizarea legaturilor electrice dintre module

2. Software Design

Design-ul software este conceput modular, fara dependente de librarii Arduino mari (folosind programare low-level in C pur). Functionalitatea principala se bazeaza pe mecanisme de intreruperi de timere pentru redarea audio paralela cu interfata grafica.

Mediu de Dezvoltare

Proiectul a fost dezvoltat folosind **PlatformIO** in Visual Studio Code, utilizand toolchain-ul ``avr-gcc`` si framework-ul nativ pentru microcontrolerul ATmega328P la o frecventa de clock de 16MHz.

Drivere si Module Software

- **twi.c / twi.h**: Implementarea protocolului I2C/TWI hardware pentru scrierea si citirea registrilor din RTC-ul DS1307 si trimiterea comenzilor catre ecranul LCD.
- **lcd.c / lcd.h**: Driver-ul pentru ecranul LCD 16x2 configurat sa lucreze prin expandorul I2C PCF8574. Include functii de initializare, clear si afisare de string-uri formatare (``LCD_printAt``).
- **spi.c / spi.h**: Controlul perifericului SPI hardware al ATmega328P folosit pentru comunicarea rapida cu cardul SD.
- **sd.c / sd.h**: Implementare simplificata (pffs - Petit FatFs / logica custom) pentru initializarea cardului in mod SPI (``disk_initialize``), citirea directa a sectoarelor de date brute (``disk_readp``) si maparea fisierelor.

Structura Codului si Logica de Control

Codul utilizeaza o masina de stari (`AppMode`) pentru a gestiona meniurile afisate pe ecran si interactiunea cu butoanele:

- `MODE_VIEW` - Modul principal in care se afiseaza data si timpul curent, impreuna cu urmatoarea alarma activa.
- `MODE_SELECT_ALARM_ID`, `MODE_SET_ALARM_HOUR`, etc. - State-uri dedicate configurarii celor 3 alarme independente din sistem.
- `MODE_MUSIC_PLAYER` - Modul de player audio de pe cardul SD.

Streaming Audio prin PWM si Intreruperi (Timer 2)

Redarea audio se realizeaza prin tehnica PWM la o frecventa ultrasonica, incarcand esantioanele audio direct de pe cardul SD in fundal.

- **Timer 1** este configurat in mod **Fast PWM pe 8 biti** (frecventa purtatoare de ~62.5 kHz) pe pinul PB1 (Digital 9). Registrul `OCR1A` controleaza direct factorul de umplere, actionand ca un DAC (Digital-to-Analog Converter) primitiv pentru difuzor.
- **Timer 2** este configurat ca generator de timp (CTC) setat la frecventa de esantionare a fisierului audio (ex: 8-16 kHz).
- In cadrul intreruperii `ISR(TIMER2_COMPA_vect)`, daca starea `is_playing` este activa, se apeleaza functia `disk_readp` pentru a extrage octet cu octet direct din sectorul curent al cardului SD, actualizand valoarea `OCR1A`.

Optimizari Hardware-Software implementate

1. **Control Agresiv si Reactiv al Butoanelor**: Pentru a preveni blocarea procesorului in timpul streaming-ului audio intens de pe card, bucla principala scaneaza direct pinii portului D (`PIND`). La detectarea oricarei apasari, timerul audio este oprit instant (`stop_raw_wav`), oferind o oprire imediata a alarmei sau melodiei.
2. **Protectie Anti-Erori SPI**: In interiorul ISR-ului, daca functia `disk_readp` returneaza un cod de eroare din cauza unui contact imperfect pe breadboard, redarea se opreste automat pentru a preveni coruperea ecranului LCD sau blocarea in bucle infinite.

3. Rezultate Obtinute

Sistemul functioneaza ca un ceas desteptator complet autonom, alimentat direct de la priza (prin adaptor USB de 5V) pentru o stabilitate electrica maxima.

Functionalitati demonstrate:

- Timpul este mentinut cu precizie de modulul RTC hardware, fiind actualizat pe ecranul LCD in timp real.


- Utilizatorul poate naviga fluid prin meniuri pentru a seta data, ora curenta sau pentru a configura cele 3 alarme disponibile (Stare ON/OFF, Ora, Minut).
- La potrivirea timpului curent cu o alarma activa, sistemul declanseaza automat streaming-ul fiisierului `ALARMA.wav` de pe cardul SD, ruland in loop pana la apasarea oricarui buton.
- Modulul Music Player permite selectarea si redarea a 10 piese diferite inregistrate pe cardul SD (`1.wav` - `10.wav`), afisand starea curenta (`>PLAY` / `|| PAUS`).
- Filtrarea cu condensator pe liniile de alimentare si alimentarea de mare curent de la priza asigura o redare audio clara, fara distorsiuni sau zgomote electromagnetice parazite pe ecranul LCD.

4. Concluzii

Proiectul evidentiaza modul in care un microcontroler cu resurse limitate (2KB RAM) poate gestiona sarcini multiple in timp real (afisare I2C, streaming SPI de mare viteza, decodare audio si scanare GPIO) prin utilizarea corecta a timerelor si a intreruperilor hardware.

Eliminarea librariilor standard Arduino in favoarea codului scris low-level in C a permis optimizarea timpilor de executie si controlul strict al registrilor interni ai ATmega328P. Implementarea filtrelor hardware (condensatori) si optimizarile software de tip de-bouncing si protectie SPI au transformat un montaj initial instabil pe breadboard intr-un dispozitiv robust si perfect functional, gata pentru utilizarea zilnica.

Download

O arhivă (sau mai multe dacă este cazul) cu fișierele obținute în urma realizării proiectului: surse, scheme, etc. Un fișier README, un ChangeLog, un script de compilare și copiere automată pe uC crează întotdeauna o impresie bună .

Fișierele se încarcă pe wiki folosind facilitatea **Add Images or other files**. Namespace-ul în care se încarcă fișierele este de tipul **:pm:prj20??:c?** sau **:pm:prj20??:c?:nume_student** (dacă este cazul). **Exemplu:** Dumitru Alin, 331CC → **:pm:prj2009:cc:dumitru_alin**.

Jurnal

Puteți avea și o secțiune de jurnal în care să poată urmări asistentul de proiect progresul proiectului.

5. Resurse si Bibliografie

- Datasheet ATmega328P - Microchip/Atmel Documentations
- Petit FatFs User Application Interface - ChaN (http://elm-chan.org/fsw/ff/00index_p.html)
- DS1307 Serial RTC Datasheet - Maxim Integrated
- Laboratoarele de Proiectare cu Microcontrolere (GPIO, Timere, I2C, SPI), Facultatea de Automatica si Calculatoare, UPB.

From:

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

Permanent link:

http://ocw.cs.pub.ro/courses/pm/prj2026/theodor_ioan.buliga/andrei_ioan.simion



Last update: **2026/05/27 06:40**