Rețea de senzori bazată pe standardul IEEE 802.15.1

Darius O. Firan, Andrei C. Haisiuc, Ioan A. Hedeș

Universitatea Politehnică din Timișoara, Facultatea de Automatică și Calculatoare

Sisteme Încorporate, an de studiu 3, licență

coordonatori Mircea Popa, Sergiu Nimară

Abstract

Sistemul descris constă în noduri autonome informațional și energetic, care colectează date de temperatură și presiune din mediu, și le trimit către un receptor dedicat, care va înmagazina datele primite, făcându-le disponibile pentru vizualizare. Comunicarea se va realiza prin standardul IEEE 802.15.1, Bluetooth. Nodurile vor fi alcătuite din câte o placă de dezvoltare Arduino Nano, cu microcontroller Atmega328P, un modul cu senzori BMP180 și un modul pentru comunicație Bluetooth HC-05. Pe partea de recepție, se va folosi o aplicație proprie pentru telefoane Android, implementată folosind Java și Android Studio.

Keywords: arduino, bluetooth, android, sensors, network, java, C, embedded

Rețea de senzori bazată pe standardul IEEE 802.15.1

# Descrierea Hardware-ului folosit

## Arduino Nano

Arduino Nano este o placă de dezvoltare din familia Arduino, care folosește un microcontroller Atmega328P. Dispune de 8 terminale analogice pentru intrare și 22 de terminale digitale bidirecționale, dintre care 6 au capacități PWM.

### ATmega328P

ATmega328P este un microcontroller din familia AVR, care folosește o arhitectură Harvard modificată, de tip RISC, pe 8 biți (wikipedia). Față de arhitectura Harvard clasică, cea modificată permite instrucțiunile din memoria corespunzătoare să fie interpretate drept date (wikipedia). Acest microcontroller dispune de o memorie Flash de 32 kiloocteți, o memorie EEPROM de 1 kilooctet și o memorie volatilă SRAM internă de 2 kiloocteți (atmeldocs). Frecvența nominală de operare a microcontrollerului pentru tensiuni de alimentare între 4.5V și 5.5V este de 16MHz. Pentru tensiuni de alimentare între 2.7V și 4.5V, microcontrollerul poate funcționa la frecvența de 8MHz. Pentru periferie, circuitul dispune de module speciale pentru interfață serială USART, interfață serială cu 2 fire I2C, interfață serială SPI și modulare a lățimii impulsurilor (PWM). Din perspectivă electrică, circuitul este implementat în tehnologie CMOS.

### Diagram, schematic Description automatically generatedSchema bloc a lui ATmega328P

# A screenshot of a computer Description automatically generated with medium confidenceArhitectura sistemului

## Diagrama Fritzing

## Detalierea conexiunilor

### Alimentarea modulelor periferice

Deoarece modulul cu senzori lucrează la o tensiune de 3.3V, iar modulul pentru comunicație Bluetooth lucrează la o tensiune de 5V, au fost conectate după cum urmează cele patru linii de alimentare ale breadboard-ului:

* Liniile de masă au fost conectate la o referință comună, preluată de la placa Arduino.
* Linia + de pe partea superioară a breadboard-ului este conectată la terminalul plăcii Arduino care oferă o tensiune de alimentare de 3V.
* Linia + de pe partea inferioară a breadboard-ului este conectată la terminalul plăcii Arduino care oferă o tensiune de alimentare de 5V.

### Conexiunile pentru BMP180

Primele două terminale ale lui BMP180, pornind de la stânga, SDA, respectiv SCL, sunt legați la terminalele analogice A4 și A5, folosite de placa Arduino Nano pentru emularea software a protocolului I2C. Nu este nevoie pentru rezistențe de ridicare pentru liniile SDA și SCL, deoarece modulul BMP180 are integrate aceste componente. Următoarele două terminale sunt folosite pentru alimentare.

### Conexiunile pentru HC-05

Pornind de la stânga spre dreapta, primele două terminale conectate ale lui HC-05 sunt RXD și TXD. Acestea vor fi conectate la terminalele D2, respectiv D3 ale plăcii Arduino Nano. Folosind acești doi pini placa de dezvoltare va emula prin software protocolul serial USART. Pinii dedicați pentru comunicații seriale ai plăcii Arduino, TXD și RXD nu sunt folosiți deoarece sunt folosiți pentru a încărca codurile scrise de programatorul plăcii în memoria nevolatilă. Următoarele două terminale sunt folosite pentru alimentare.

# Module ale microcontrollerului implicate în sistem

## I2C

### Generalități

*Inter-Integrated Circuit* (I2C) este un protocol de comunicație serială sincron, multi-master/multi-slave, care folosește 2 linii pentru conectarea tuturor dispozitivelor implicate în transferuri:

* SDA – linia folosită pentru transferul datelor utile
* SCL – linia folosită pentru sincronizarea prin semnal de tact a dispozitivelor

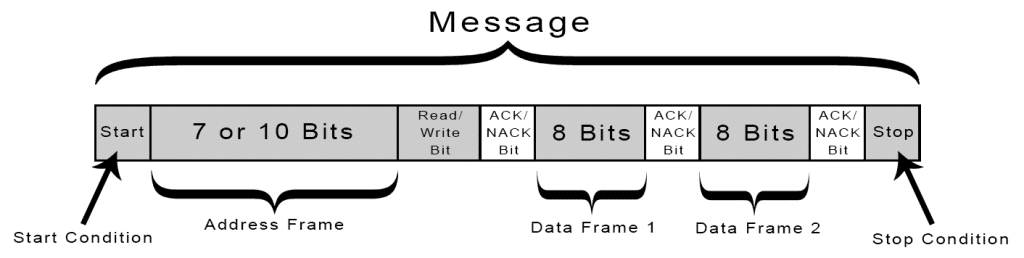
Pentru proiectul curent, I2C este folosit pentru interfațarea cu modulul BMP180.

Identificarea circuitelor subordonate într-un sistem de comunicație bazat pe I2C se face folosind adrese pe 7 sau 10 biți. În cazul nostru, adresa I2C pentru BMP180 este 0x77.

Liniile I2C sunt comandate de terminale cu drenă deschisă ale circuitelor. Din această cauză, circuitele nu pot plasa 1 logic pe cele 2 linii – pot plasa 0 logic, sau să lase linia deschisă (impedanță înaltă). Pentru a seta nivelul 1 logic pe cele două linii, se folosesc rezistențe ridicătoare.

În cazul acestui proiect, interfața serială I2C este simulată în software folosind biblioteca Arduino Wire.h.

### Transmisia mesajelor



Shape

Description automatically generated

Comunicarea în I2C se face prin mesaje, transmise pe linia SDA, fiecare mesaj transmițându-se în următoarele etape:

* *Condiția de start* – linia SDA este adusă de către master de la 1 logic la 0 logic, cât timp linia SCL este pe nivelul 1 logic
* masterul trimite 7 sau 10 biți reprezentând adresa slave-ului cu care se vrea realizarea unui transfer.
* masterul trimite un bit, în funcție de valoarea căruia slave-ul va ști dacă se va executa o scriere sau o citire.
* slave-ul selectat confirmă recepționarea corectă a cererii de transfer.
* este trimis un octet util, în funcție de sensul ales al transferului.
* se confirmă recepția corectă a octetului util
  + ultimii 2 pași se pot repeta pentru mai mulți octeți
* *Condiția de oprire* - linia SDA este adusă de către master de la 0 logic la 1 logic, cât timp linia SCL este pe nivelul 1 logic

## USART

Asynchronous transmission

*Universal Synchronous and Asynchronous Receiver-Transmitter* (USART) este un tip de interfață serială, cu capacități full-duplex. În cadrul acestui proiect se folosește protocolul USART pentru comunicare serială asincronă. Comunicarea serială asincronă este un tip de comunicare în care terminalele nu sunt continuu sincronizate de un tact comun. Sincronizarea între capete se face prin semnale de start și de stop, reprezentate de biți specifici în structura mesajelor trimise. Avem un singur bit de start, dar putem avea mai mulți biți de stop. În cadrul acestui tip de transfer, datele se transmit la nivel de caracter – 8 biți. Pentru a se putea sincroniza, terminalele trebuie să funcționeze la aceeași rată de transfer, numită și baudrate. Valori uzuale pentru acest parametru sunt: 4800, 9600, 19200, 115200. Fiecare caracter transmis poate conține, pe lângă biții utili și biții de cadrare și un bit de paritate, pentru verificarea integrității transmisiei. Acest bit va ocupa unul din pozițiile dedicate biților utili.

În cazul acestui proiect, interfața serială USART este simulată în software folosind biblioteca Arduino SoftwareSerial.h.

References

Last Name, F. M. (Year). Article Title. *Journal Title*, Pages From - To.

Last Name, F. M. (Year). *Book Title.* City Name: Publisher Name.

Footnotes