UNIVERSITATEA TEHNICĂ „Gheorghe Asachi” din IAȘI

FACULTATEA DE AUTOMATICĂ ȘI CALCULATOARE

DOMENIUL: Calculatoare și Tehnologia Informației

SPECIALIZAREA: Calculatoare

MONITORIZAREA ACTIVITĂȚILOR FIZICE

LUCRARE DE LICENȚĂ

Coordonator științific

Conf.dr. Andrei Stan

Absolvent

Cezar-Marian Dondaș

Iași, 2023

DECLARAȚIE DE ASUMARE A AUTENTICITĂȚII

LUCRĂRII DE LICENȚĂ

Subsemnatul(a) Dondaș Cezar-Marian legitimat(ă) cu CI seria IZ nr. 003718 , CNP 1990908226707autorul lucrării MONITORIZAREA ACTIVITĂȚILOR FIZICE elaborată în vederea susținerii examenului de finalizare a studiilor de licență  
organizat de către Facultatea de Automatică și Calculatoare din cadrul Universității Tehnice „Gheorghe Asachi” din Iași, sesiunea iulie a anului universitar 2022-2023, luând în considerare conținutul Art. 34 din Codul de etică universitară al Universității Tehnice „Gheorghe Asachi” din Iași (Manualul Procedurilor, UTI.POM.02 – Funcționarea Comisiei de etică universitară), declar pe proprie răspundere, că această lucrare este rezultatul propriei activități intelectuale, nu conține porțiuni plagiate, iar sursele bibliografice au fost folosite cu respectarea legislației române (legea 8/1996) și a convențiilor internaționale privind drepturile de autor.

Data Semnătura

Rămâne de completat!

Monitorizarea activităților fizice

Rezumat

Cezar-Marian Dondaș

Scopul acestei teme este de a supraveghea în detaliu anumiți parametri care ne ajută la constatarea aspectelor legate de sănătatea umană și de cunoaștere a frecvenței realizării de activități fizice de-a lungul timpului. De asemenea, se vor avea în vedere aspecte care pot evidenția sedentarismul din cauza efortului fizic scăzut sau deloc, ori un somn agitat de-a lungul nopții. Aceste informații pot fi decisive pentru luarea unei hotărâri în ceea ce privește sănătatea.

Am ales această temă din dorința de aprofundare a cunoștințelor dobândite pe parcursul anilor de studiu și de a le aplica într-un proiect de interes în zilele noastre, observând faptul că, pe piața actuală, există din ce în ce mai multe smartwatch-uri care au aceste funcții ce oferă informații despre activitatea fizică. Specialiștii în domeniul medicinei sugerează că o rutină zilnică de 10 000 de pași reduce depresia și anxietatea, îmbunătățește calitatea somnului, previne apariția unor afecțiuni precum boli de inimă, accident vascular cerebral și hipertensiune arterială.

Monitorizarea pașilor efectuați în timpul zilei este relevantă în diagnosticarea bolilor sau afecțiunilor de care suferim. Un senzor incorporat în propriul telefon mobil sau în smartwatch este capabil să măsoare numărul de pași și chiar să se tragă o concluzie despre calitatea somnului bazată pe citirea valorilor accelerometrului și a giroscopului.

În tema propusă se vor detalia soluțiile abordate, se vor menționa problemele întâlnite și rezolvarea acestora pe parcursul realizării și documentării proiectului.

**Cuprins**

[Introducere 5](#_Toc136818065)

[Capitolul 1. Prezentare generală 6](#_Toc136818066)

[1.1 Caracteristici 6](#_Toc136818067)

[1.1.1 Caracteristici giroscop 6](#_Toc136818068)

[1.1.2 Caracteristici accelerometru 6](#_Toc136818069)

[1.1.3 Caracteristici magnetometru 6](#_Toc136818070)

[1.1.4 Alte caracteristici ale plăcii de dezvoltare MPU-9250 6](#_Toc136818071)

[1.2 Convertori analog-digitali pe 16 biți 7](#_Toc136818072)

[1.2.1 Giroscop 7](#_Toc136818073)

[1.2.2 Accelerometru 7](#_Toc136818074)

[1.2.3 Magnetometru 7](#_Toc136818075)

[1.3 Digital Motion Processor(DMP) 7](#_Toc136818076)

[1.4 Interfețe de comunicare serială 8](#_Toc136818077)

[1.4.1 Comunicarea serială I2C 8](#_Toc136818078)

[1.4.2 Comunicarea serială SPI 8](#_Toc136818079)

[Bibliografie – ramâne de editat 10](#_Toc136818080)

# **Introducere**

În proiectul ce va fi prezentat, se va folosi dispozitivul de urmărire a mișcării MPU-9250 pentru achiziția valorilor de pe fiecare axă a fiecărui senzor și Raspberry PI 2 , un computer de mici dimensiuni, de marimea unui card bancar având un procesor ARM cu sistem de operare Raspian, care este o distribuție linux.

MPU-9250 este un modul multicip format din două blocuri integrate într-un singur pachet numit QUAD FLAT NO-LEAD[[1]](#footnote-1). Un bloc este alcătuit din accelerometru și giroscop fiecare senzor cu câte trei axe. Celălalt bloc reprezintă AK8963, magnetometru de la Asahi Kasei Microdevices Corporation[[2]](#footnote-2). MPU-9250 este un dispozitiv de urmărire a mișcării pe nouă axe care combină un giroscop cu trei axe, un accelerometru cu trei axe, un magnetometru cu trei axe și un procesor digital de mișcare. Acesta este conceput, de asemenea, pentru a se interfața cu o gamă variată de senzori digitali care nu sunt inerțiali prin intermediul conexiunii auxiliare I2C[[3]](#footnote-3). Dispozitivul de monitorizare a mișcării cu cele nouă axe integrate oferă consumatorilor o performanță optimă mișcării, iar calibrările efectuate acestuia permit producătorilor să elimine eventualele costuri suplimentare.

MPU-9250 dispune de trei convertoare analog-digitale pe 16 biți pentru digitizarea ieșirilor giroscopului, accelerometrului și magnetometrului. Pentru urmărirea cu precizie a mișcărilor rapide și lente, componentele dispun de un sistem programabil de către utilizator. Giroscopul are o gamă completă de ±250, ±500, ±1000 și ±2000°/sec (dps), accelerometrul ±2g, ±4g, ±8g și ±16g și magnetometrul magnetometru cu o gamă completă de ±4800µT.[[4]](#footnote-4)

Alte caracteristici din industrie includ filtre digitale programabile, un ceas de precizie de 1% de la -40°C până la 85°C, un senzor de temperatură încorporat și întreruperi programabile.

Comunicarea cu toate registrele dispozitivului se desfășoară folosind fie I2C la 400kHz, fie SPI la 1MHz.

Raspberry PI 2 este un computer care conține un procesor cu patru nuclee ARM Cortex-A7 de 900Mhz, 1 GIGABYTE memorie RAM, patru porturi USB, ieșire HDMI, port pentru cablu Ethernet, placă video integrată, interfață pentru cameră și afișare. Cu ajutorul unui card microSD vom adăuga și distribuția linux Raspian.

Comunicarea celor două se va realiza prin interfața serială I2C, unde senzorul mereu va avea un comportament de tip “slave”. Plăcuța va prelua controlul și va juca rol de “master”.

# **Capitolul 1. Prezentare generală**

## ***Caracteristici***

### *Caracteristici giroscop*

* Senzori de viteza unghiulara cu ieșire digitală pe axele X, Y și Z cu o gamă completă programabilă și convertoare integrate pe 16 biți;
* Filtru trece-jos programabil digital;
* Curentul de funcționare 3.2mA;
* Curent în modul „sleep” : 8 µA;
* Autotestare.

### *Caracteristici accelerometru*

* Curent normal de funcționare de 450µA;
* Trei axe cu ieșire digitala cu o gamă completa programabilă și convertoare pe 16 biți;
* Curent în modul de consum redus de 8,4µA la 0,98Hz, 19,8µA la 31,25Hz;
* Curent în modul „sleep” de 8µA;
* Întreruperi programabile de către utilizator.

### *Caracteristici magnetometru*

* Senzor magnetic cu efect Hall monolitic pe trei axe din siliciu;
* Rezoluție a datelor de ieșire de 14 biți (0.6µT/LSB);
* Limita maximă de măsurare este de ±4800µT;
* Curentul de funcționare normală a magnetometrului 280µA la o rată de 8Hz;
* Autotestare.

### *Alte caracteristici ale plăcii de dezvoltare MPU-9250*

* Magistrala I2C pentru citirea datelor de la senzori externi;
* 3.5 mA curent de funcționare atunci cand toate cele nouă axe de detectare a mișcării și DMP sunt activate;
* Tensiune de alimentare de la 2.4V la 3.6V;
* Buffer FIFO de 512 octeti care asigură procesorului de aplicații să citească mai multe date simultan;
* Senzor de temperatură;
* Tolerantă la șocuri de 10.000 g;
* Mod rapid pentru comunicarea I2C cu toate registrele de 400kHz;
* Interfață seriala SPI de 1MHz pentru comunicarea cu toate registrele.

## ***Convertori analog-digitali pe 16 biți***

### *Giroscop*

Atunci când giroscopul este rotit în jurul oricărei dintre axele X,Y, Z efectul Coriolis provoacă o vibrație care este detectată de un dispozitiv de preluare capacitivă. Semnalul obținut este amplificat, demodulat și filtrat pentru a produce o tensiune care este proporțională cu viteza unghiulară. Această tensiune este transformată prin intermediul convertorului analog-digital care eșantioneaza fiecare axă. Intervalul maxim al senzorului pentru fiecare axă poate fi programat digital la ±250, ±500, ±1000 sau la ±2000 grade pe secundă (dps). Rata de eșantionare a convertorului analog-digital este programabilă de la 8000 de eșantioane pe secundă până la 3.9 eșantioane pe secundă.

### *Accelerometru*

Accelerometrul utilizează mase de probă separate pentru fiecare axă. Accelerația induce o deplasare pe masa de probă corespunzatoare, iar senzorii capacitivi detectează deplasarea diferențiat. Când dispozitivul este plasat pe o suprafață plană, acesta măsoară 0g pe axele X și Y și +1g pe axa Z. Factorul de scalare al acestuia este calibrat în fabrică și este independent de tensiunea de alimentare. Fiecare senzor are un convertor analog-digital dedicat pentru furnizarea ieșirilor digitale. Intervalul complet pentru acestea poate fi ajustat la ±2g, ±4g, ±8g sau ±16g.

### *Magnetometru*

Magnetometrul cu trei axe utilizează tehnologia efectului Hall. Efectul Hall poate fi aplicat într-un magnetometru pentru a identifica și măsura câmpul magnetic. Partea magnetometrică a circuitului conține senzori magnetici pentru detectarea magnetismului terestru pe axele X, Y, Z, un senzor de acționare, un lanț de amplificare a semnalului și un circuit aritmetic pentru procesarea semnalului de la fiecare senzor. Fiecare convertor analog-digital are 16 biți și o gamă completă de ±4800 µT.

## ***1.3 Digital Motion Processor(DMP)***

Procesorul încorporat este integrat MPU-9250 și transferă calculul algoritmilor de la procesorul gazdă. DMP-ul achiziționează datele de la accelerometru, giroscop, magnetometru și senzori externi procesându-le. Acesta are posibilitatea de a accesa unul dintre pinii externi ai MPU-9250 care poate fi utilizat în generarea de întreruperi. Pinul 12 trebuie conectat pe un altul de pe procesorul gazdă care o și trezește din modul „suspend”.

Scopul DMP este de a descărca puterea de procesare de la procesorul gazdă, cât și cerințele de sincronizare. Acesta poate fi folosit ca un instrument de minimizare a puterii, pentru simplificarea sincronizarii și arhitecturii software lucruri utile într-o aplicație.

## ***1.4 Interfețe de comunicare serială***

MPU-9250 comunică cu un procesor al unui sistem electronic , unde vom vedea în următoarele capitole că ne referim la sistemul de calcul echipat cu procesor ARM, fie folosind SPI sau I2C. MPU funcționează întotdeauna ca „slave” în comunicarea cu acesta. Prin serial înțelegem că transmiterea informației se va efectua bit cu bit.

### *1.4.1 Comunicarea serială I2C*

MPU-9250 are la dispoziție un circuit auxiliar I2C pentru comunicarea cu senzorii externi. Magistrala are două moduri de funcționare:

* „I2C Master Mode”: Placa de dezvoltare se comportă ca și „master” pentru orice senzor extern. Modul permite acesteia să acceseze direct registrele senzorilor externi astfel obținând date de la ei fără ca procesorul de sistem electronic să intervină;
* „Pass-Through Mode”: În acest caz, senzorii externi comunică direct cu procesorul sistemului. Modul permite acestuia să joace rol de „master” comunicând direct cu senzorii care sunt conectați la pinii auxiliari ai magistralei I2C „AUX\_DA„ și „AUX\_CL”. Așadar, logica de control a magistralei pentru modul anterior va fi dezactivată. Configurarea prezentată este utilă pentru a accesa magnetometrul AK8963 direct de la gazdă. El va primi adresa „slave” 0x0C sau 12 zecimal. Este important de reținut faptul că AK8963 se va folosi ca un senzor extern sau cum este denumit în documentație, senzor terț.

I2C utilizează doar două fire pentru transmiterea datelor între dispositive:

* SDA – datele seriale care vor fi trimise și primate pentru „master” și „slave”;
* SCL – linia care transportă semnalul de ceas.

MPU-9250 are abilități reduse ca „master” I2C și depinde de procesorul de sistem în vederea gestionării configurării inițiale a oricarui senzor extern. Are un multiplexor de „bypass” care asigură conectarea magistralei I2C al procesorului prin pinii „SDA” și „SCL” direct la magistrala I2C a senzorilor auxiliari. Dupa configurarea acestora de către procesor, trebuie dezactivat multiplexorul interfeței deoarece auxiliarul „I2C master” al MPU-9250 să preia controlul magistralei I2C a senzorilor și să colecteze date de la senzorii auxiliari.

### *1.4.2 Comunicarea serială SPI*

# **Bibliografie – ramâne de editat**

Site-uri web:

* <https://download.mikroe.com/documents/datasheets/PS-MPU-9250A-01-v1.1.pdf>
* <https://invensense.wpenginepowered.com/wp-content/uploads/2017/11/RM-MPU-9250A-00-v1.6.pdf>

1. QFN este un pachet de mici dimensiuni fără plumb, care este dreptunghiular cu rol în disiparea căldurii. [↑](#footnote-ref-1)
2. AKM este un producător de semiconductori cu sediul in Tokyo, Japonia. [↑](#footnote-ref-2)
3. Inter-Integrated Circuit, cunoscut ca și I2C este o magistrală de comunicație seriala sincronă. [↑](#footnote-ref-3)
4. DPS – radiani/secunda, g – accelerația gravitațională și µT – microTesla. [↑](#footnote-ref-4)