



**FACULTATEA DE AUTOMATICĂ ȘI CALCULATOARE**  
**DEPARTAMENTUL CALCULATOARE**

**Proiect la disciplina**

**“Măsurători electrice și senzori”**

**(DOCUMENTAȚIE)**

Titlu: “Dispozitiv de acordare și determinare note interpretate la chitară”

Volcov Sabina, grupa 30221

An academic: 2022-2023

## Cuprins:

- I. Introducere
- II. Componente
- III. Schema electrică
- IV. Utilizarea
- V. Domeniu de aplicație
- VI. Posibilități de dezvoltare ulterioară/probleme
- VII. Concluzii
- VIII. Bibliografie

## I. Introducere

Ideea proiectului constă în utilizarea unui senzor de sunet (în cazul dat, microfon) pentru a implementa 2 moduri de funcționare: unul de acordare al unei chitare și al doilea pentru determinarea notelor unei melodii interpretate la același instrument. Pentru determinarea cât mai exactă a sunetului, programul citește valoarea analogică de la ieșirea microfonului și aplică pe aceasta transformata Fourier discretă (în engleză, FFT – Fast Fourier Transform), rezultând frecvența auzită din mediu (se ia mereu frecvența dominantă). În program, semnalul analogic este eșantionat pe 128 de probe, la frecvența de 660Hz pentru acordare (conform teoremei lui Nyquist, frecvența de eșantionare trebuie să fie dublul celei mai mari frecvențe așteptate ca rezultat) și 1175Hz pentru determinarea unei note interpretate (dat fiind că cea mai joasă notă posibil de interpretat corect este mi din octava mică (83Hz) și cea mai înaltă re din octava a treia (587Hz)).

Pentru a comuta între cele 2 regimuri de funcționare și cele 6 strune ale chitarei, am utilizat o matrice de 16 butoane, pe primul plasând butoanele de control și pe cele din rândul 2 și 3 cele de comutare a strunei. Acordarea instrumentului muzical se face conform cu LED-urile aprinse, cel roșu însemnând un sunet prea înalt, cel galben – un sunet prea jos, iar cel verde – faptul că acordarea strunei s-a încheiat.

De asemenea, pentru a salva datele ”citite” din mediu de microcontroller și de microfon într-un mod persistent, am implementat un program Java care să facă legătura între Arduino și o bază de date MySQL. Acesta folosește 2 drivere, jSerialComm și java-mysql-connector, dar și un fișier de legătură unde se înscriu temporar pe dispozitivul personal datele citite, pentru a fi mai apoi introduse în baza de date.

## II. Componente

Proiectul este format din mai multe componente, și anume:

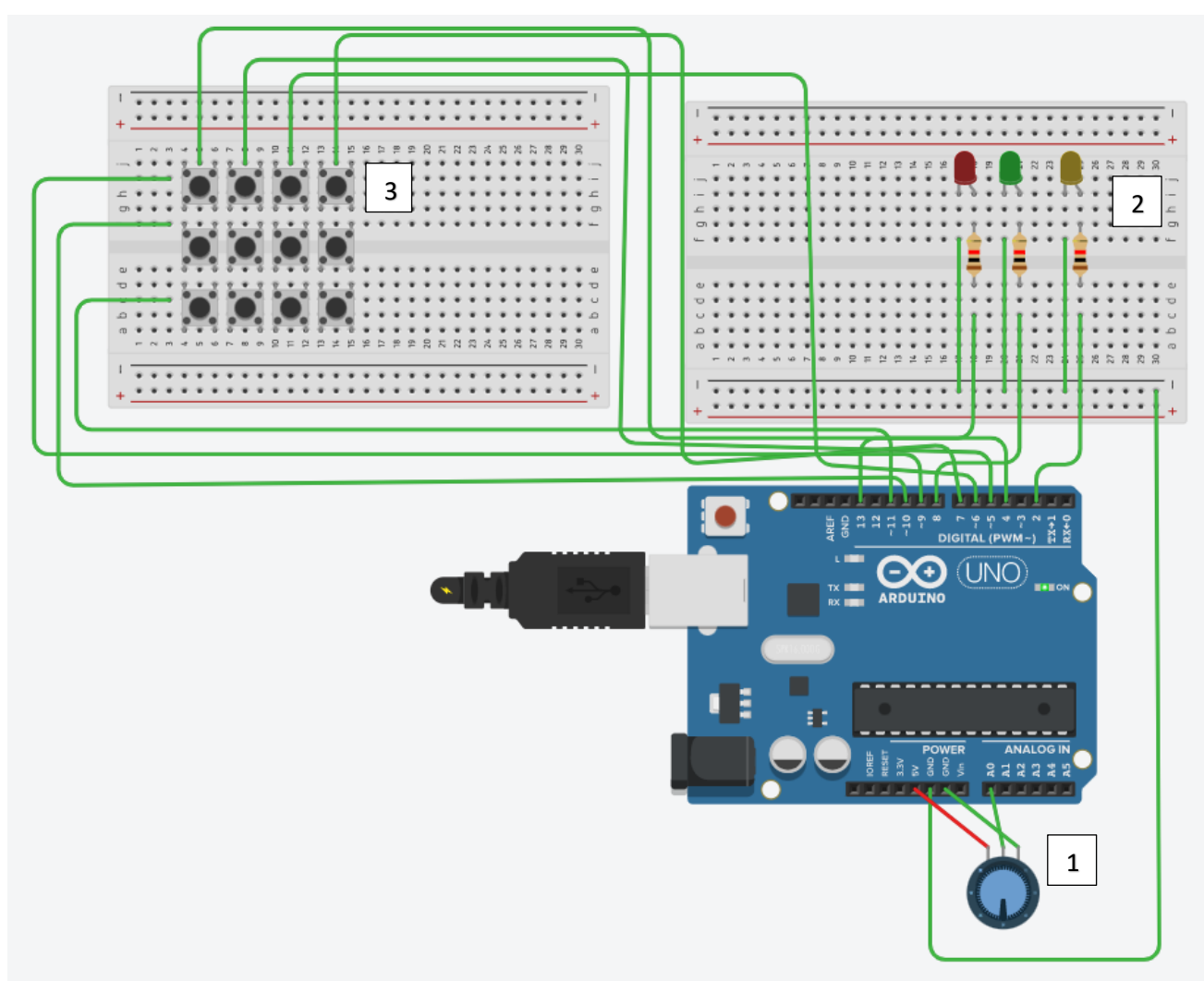
- 1) Microcontroller Arduino Uno
- 2) Senzor microfon
- 3) Matrice de 16 butoane
- 4) 3 LED-uri de culori diferite: roșu, galben, verde
- 5) 3 rezistențe pentru LED-uri

## III. Schema electrică

Microfonul (1) are 3 pini: unul conectat la alimentare de 5V, unul conectat la masa (GND) și al treilea pentru ieșirea analogică de pe care se citesc valorile frecvenței sunetului, conectat la pinul A0 al microcontroller-ului.

LED-urile (2) presupun toate câte 2 pini: un anod (intrare, +) și un catod (ieșire, -). Pinii de intrare sunt conectați în serie cu câte o rezistență, pentru a evita arderea lor, iar cei de ieșire sunt conectați la o masă comună (care e la rândul ei conectată la un pin de GND de la Arduino). Becul roșu este alimentat de pinul 13 al microcontroller-ului, cel galben de pinul 2, iar cel verde de pinul 8.

Matricea de butoane (3) este formată din 4 rânduri și 4 coloane (ultimul rând nu este indicat pe schemă, dat fiind faptul că nu se utilizează) și este alimentată de la 8 pini ai microcontroller-ului: 9, 10, 11, 12 pentru rânduri și 4, 5, 6, 7 pentru coloane. Controlul și verificarea butoanelor apăsată s-a efectuat în cod prin intermediul bibliotecii MatrixKeys.h, disponibilă online.



#### IV. Utilizarea

La apăsarea primului buton din primul rând al matricii, se activează modul 1 de funcționare, pentru acordare. În continuare, urmează să fie apăsate unul din butoanele de pe rândul 2 sau 3, pentru a selecta struna. Primul buton din rândul 2 este prima strună, al doilea a doua și tot așa, iar primul buton din rândul 3 este a cincea strună și al doilea buton – ultima strună. În momentul în care a fost apăsat unul dintre butoane, programul intră într-o buclă care se oprește doar atunci când a fost detectat sunetul de frecvență corectă (cu o eroare de 0.5Hz).

La apăsarea celui de-al doilea buton din primul rând, dispozitivul trece în modul 2 de funcționare, care constă în recunoașterea notelor muzicale în funcție de frecvența sunetului. Din cauza frecvenței foarte mari la care se aplică transformata Fourier pe datele de ieșire de la microfon, pentru oprirea modului 2 e necesară o constrângere de timp (care e setată momentan la 15 s). Verificarea timpului de execuție s-a efectuat folosind funcția `millis()`.

Dacă se folosește programul Java, datele obținute în timpul modului 2 de funcționare pot fi păstrate într-o bază de date, pentru consultare ulterioară.

#### V. Domeniu de aplicație

Proiectul ar putea fi utilizat, ca prototip, pentru implementarea unui dispozitiv care să recunoască nu doar o singură linie melodică, ci și acorduri și linii melodice multiple (separând frecvențele înalte de cele joase și invers).

În același timp, ideea de determinare a notelor după frecvențele lor s-ar putea dovedi folositoare în domeniul muzical pentru transpunerea automată dintr-o cheie în alta, dintr-o tonalitate în alta sau chiar a unei partituri de la un instrument pentru altul.

## VI. Posibilități de dezvoltare ulterioară/probleme

Una dintre cele mai mari probleme întâlnite în timpul realizării proiectului au fost sunetele de fundal și alte surse de frecvență parazită. De asemenea, sensibilitatea microfonului a influențat diferit recunoașterea sunetului, necesitând mai multe teste până la descoperirea valorii optime.

Ca dezvoltare ulterioară, s-ar putea găsi o cale eficientă de eliminare a sunetelor în plus și un alt mod de obținere al frecvenței sunetului din mediu, care să fie și mai exact ca transformata Fourier discretă.

## VII. Concluzii

În concluzie, manipularea sunetului este o problemă actuală, care implică mulți cercetători din întreaga lume, mai ales deoarece viteza sunetului e comparabilă cu cea a luminii, iar undele sonore se utilizează foarte mult în transmiterea de informații. Sunetul e important, fiind procesat de creier mai rapid decât informația vizuală și influențând comportamentul uman atât negativ (un sunet brusc, puternic poate provoca frică), cât și pozitiv (muzica clasică poate produce o senzație de plăcere și relaxare). Determinarea frecvenței unui sunet din mediu reprezintă, așadar, doar o mică parte a ce poate fi obținut în încercarea de a înțelege și a folosi eficient undele acestea mecanice, interpretate și transmise de ființele umane în aproape fiecare interacțiune pe care o au, numite sunet.

## VIII. Bibliografie

Referințe utilizate la crearea proiectului:

- 1) <https://learn.adafruit.com/fft-fun-with-fourier-transforms?view=all>
- 2) <https://projecthub.arduino.cc/abhilashpatel121/03724d54-1c0a-45a0-9785-c7883294fedd>
- 3) <https://mypractic.com/lesson-18-connecting-a-matrix-of-buttons-to-arduino-library-matrixkeys-function-tone/>
- 4) <https://projecthub.arduino.cc/lbf20012001/d300e3cd-87e2-4584-bfd2-989d74152c36>

Codul de Java este disponibil la adresa:

[https://docs.google.com/document/d/1k0dF5KfFibkTv5-HNogGZB\\_b7FxQ-Hv1omWV3SrkJ/edit?usp=sharing](https://docs.google.com/document/d/1k0dF5KfFibkTv5-HNogGZB_b7FxQ-Hv1omWV3SrkJ/edit?usp=sharing)

Codul pentru Arduino este disponibil la adresa:

[https://docs.google.com/document/d/1ogIb2Zk87qwJZKW8QgFL\\_eYRDTa5QEcI7zCUQayp5q8/edit?usp=sharing](https://docs.google.com/document/d/1ogIb2Zk87qwJZKW8QgFL_eYRDTa5QEcI7zCUQayp5q8/edit?usp=sharing)

Codul de creare al bazei de date:

<https://docs.google.com/document/d/1jKSExgi5RY52DpW4oiOHHdDTYp2r2NOAqob8kfcu2Qo/edit?usp=sharing>