

**Înregistrarea unor date audio de la microfonul plăcii Nexys 4 DDR și transmiterea lor la un dispozitiv mobil**

**Profesor îndrumator**: **Student**:

Dragos Florin Lisman Iamnitchi Bogdan

**Data**: An 3 CTI-RO 2022

30 Noiembrie 2023 Grupa 30235

**CUPRINS**

[1. REZUMAT 4](#_Toc151216890)

[2. INTRODUCERE 5](#_Toc151216891)

[2.1 Context și Importanța Proiectului 5](#_Toc151216895)

[2.2 Definirea Problemei și Obiectivele Proiectului 5](#_Toc151216896)

[2.3 Inovația Proiectului 6](#_Toc151216897)

[3. FUNDAMENTARE TEORETICA 7](#_Toc151216898)

[3.1 Captarea și Redarea Datelor Audio - concept 7](#_Toc151216899)

[3.2 DSP - Digital Signal Processor 7](#_Toc151216900)

[3.3 Procesarea audio pe Nexys4 DDR 8](#_Toc151216901)

[3.4 Memorarea datelor audio 9](#_Toc151216902)

[3.5 Transmiterea Datelor Audio către Dispozitivul Mobil 11](#_Toc151216903)

[3.6 UART - Universal Asynchronous Receiver/Transmitter 12](#_Toc151216904)

[4. PROIECTARE SI IMPLEMENTARE 13](#_Toc151216905)

[5. REZULTATE EXPERIMENTALE 14](#_Toc151216906)

[6. CONCLUZII 15](#_Toc151216907)

Trebuie sa zic despre

XADC - mehhh

* Filtre -daca folosesc
* IP catalog
* Controler memorie DDR placa

# REZUMAT

# INTRODUCERE

Progresul tehnologic continuu a deschis calea către inovații semnificative în domeniul înregistrării și transmiterii datelor audio. În acest context, proiectul propus se concentrează asupra capturării datelor audio de la microfonul plăcii Nexys 4 DDR și transmiterii acestor date către un dispozitiv mobil. Această inițiativă reprezintă o evoluție semnificativă în domeniul tehnologiei de captare și transfer a sunetului și are potențialul de a servi într-o serie de aplicații practice.



## Context și Importanța Proiectului

Proiectul se află într-un context tehnologic în care dispozitivele mobile și plăcile de dezvoltare au devenit din ce în ce mai comune și sofisticate. Cu toate acestea, capacitatea de a înregistra și transmite date audio de la un microfon la un dispozitiv mobil rămâne o provocare în domeniu. Această inițiativă vine să abordeze această problemă și să ofere o soluție practică pentru această cerință.

Transmiterea datelor audio de la un dispozitiv de bază, cum ar fi placa Nexys 4 DDR, către un dispozitiv mobil are potențialul de a revoluționa o serie de domenii, inclusiv comunicațiile, înregistrarea de sunete, monitorizarea ambientală și multe altele. De asemenea, această tehnologie ar putea deschide noi oportunități în ceea ce privește dezvoltarea de aplicații mobile și servicii pentru utilizatorii finali.

## Definirea Problemei și Obiectivele Proiectului

Obiectivul principal al acestui proiect este de a dezvolta o soluție eficientă și practică pentru înregistrarea datelor audio de la microfonul plăcii Nexys 4 DDR și transmiterea acestora la un dispozitiv mobil. În acest sens, problemele tehnice legate de captarea și transferul de date audio trebuie să fie rezolvate cu atenție pentru a atinge performanța și calitatea dorite.

**Obiectivele specifice ale proiectului includ:**

* Proiectarea și implementarea unei interfețe de captare audio eficiente pe placa Nexys 4 DDR.
* Dezvoltarea unui mecanism de transfer de date audio la un dispozitiv mobil folosind o conexiune adecvată.
* Asigurarea calității înregistrării și a transferului de date pentru a oferi o experiență audio satisfăcătoare utilizatorilor finali.

## Inovația Proiectului

Proiectul are relevanță din mai multe motive. În primul rând, înregistrarea și transmiterea datelor audio sunt aplicabile într-o gamă largă de domenii, cum ar fi telecomunicațiile, înregistrările audio profesionale, sistemele de securitate, dispozitivele medicale și multe altele. Capacitatea de a captura și transmite date audio de la un dispozitiv de bază, cum este placa Nexys 4 DDR, către un dispozitiv mobil aduce versatilitate și potențial de inovație în aceste domenii.

Ceea ce diferențiază acest proiect de alte soluții existente este abordarea sa inovatoare de a permite captarea și transferul datelor audio între un dispozitiv de dezvoltare și un dispozitiv mobil. Acest proiect propune o soluție care combină aspecte de hardware și software pentru a obține o performanță optimă în înregistrarea și transmiterea datelor audio.

În continuare, acest raport va explora detaliat fundamentarea teoretică, metodologia, rezultatele obținute și concluziile proiectului. Această documentație oferă un cadru complet pentru înțelegerea și implementarea soluției propuse.

Această secțiune a evidențiat contextul și importanța proiectului, a definit problema și obiectivele, precum și a subliniat inovația pe care acest proiect o aduce. Urmează să explorăm fiecare aspect în detaliu în secțiunile ulterioare ale documentației.

# FUNDAMENTARE TEORETICA

În această secțiune, vom explora fundamentarea teoretică necesară pentru înțelegerea și implementarea proiectului de înregistrare a datelor audio de la microfonul plăcii Nexys 4 DDR și transmiterea lor la un dispozitiv mobil. Această secțiune se axează pe conceptele, tehnologiile și principiile de bază care stau la baza proiectului.

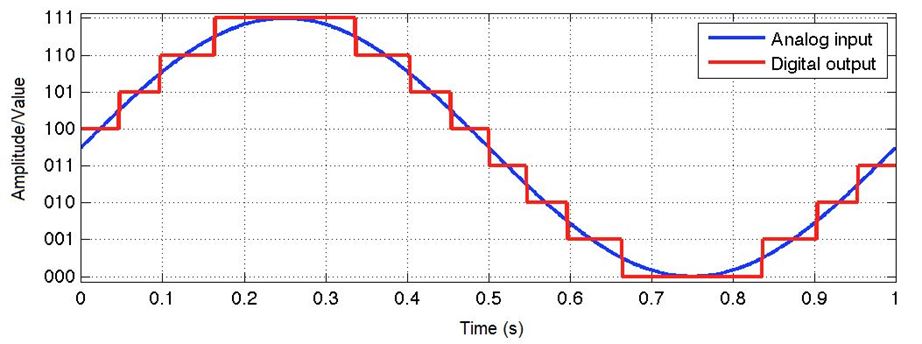
## Captarea și Redarea Datelor Audio - concept

Înregistrarea datelor audio reprezintă un proces esențial în domeniul tehnologiei audio. Pentru a realiza acest lucru, este important să înțelegem modul în care sunetele sunt captate și convertite în semnale digitale. Captarea sunetului reprezintă un proces complex, în care microfonul, în calitate de traductor, convertește undele sonore în semnale electrice. Aceste semnale, sub formă analogică, trebuie să fie digitalizate, pentru a fi prelucrate sau pentru a putea fi transmise mai departe, urmând ca mai apoi să se revină la forma lor analogică pentru a fi redare pe un dispozitiv audio de ieșire, în cazul nostru, speaker-ul de la telefonul mobil. Pentru a putea face posibil acest lucru ne vom baza pe conceptul de prelucrare digitala a semnalelor, care îl definesc mai jos.

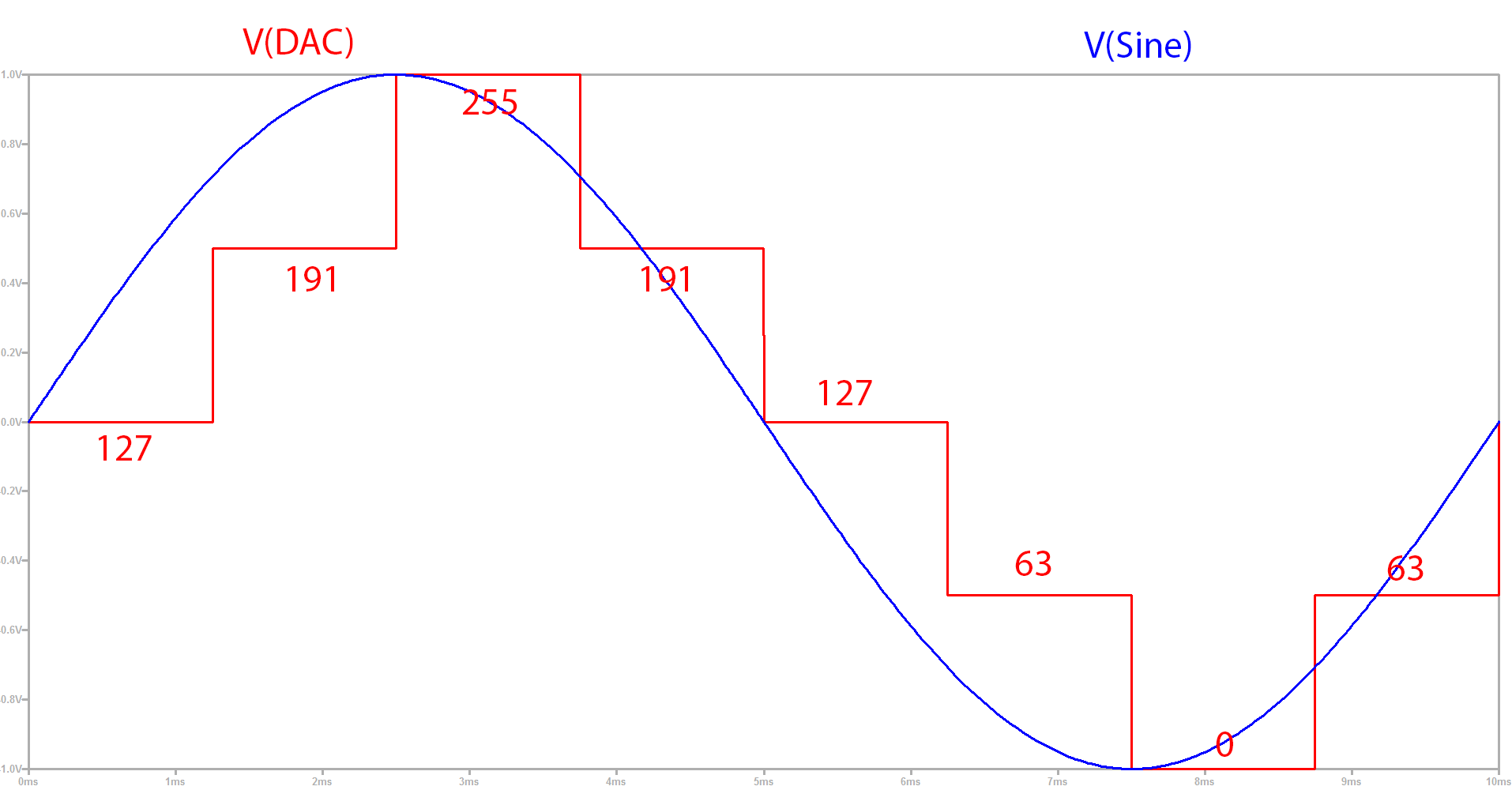
## DSP - Digital Signal Processor

DSP (Digital Signal Processor) implică în principal procesarea semnalelor prin mijloace digitale. Semnalele pot fi fie digitale, fie analogice. În cazul cel din urmă, înainte ca semnalul să poată fi procesat digital, trebuie să fie convertit în formă digitală folosind un convertor analog-digital (ADC) de un fel anume. Ulterior, semnalul este procesat înapoi în formă analogică folosind un convertor digital-analogic (DAC) după ce a fost procesat.

Există mai multe motive pentru care semnalele ar putea fi procesate digital. Un motiv este minimizarea "zgomotului electric" pe care semnalul îl poate dobândi ca rezultat al interferențelor.



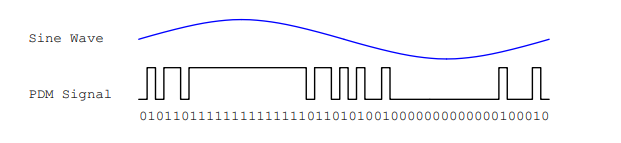
Figură 1: ADC Converter



Figură 2: DAC Converter

## Procesarea audio pe Nexys4 DDR

Placa Nexys 4 DDR este echipată cu un microfon MEMS omnidirecțional care utilizează cipul ADMP421, un dispozitiv analogic. Acest cip se remarcă printr-un raport semnal-zgomot înalt, și o sensibilitate ridicată. Datele audio captate sunt convertite într-un format de densitate a impulsurilor (PDM).



Figură 3: Reprezentarea PDM a unui semnal

Tehnologia PDM permite transmiterea a două canale de date utilizând doar două fire. Frecvența unui semnal PDM se încadrează în mod obișnuit în intervalul cuprins între 1 MHz și 3 MHz. Într-un flux de biți PDM, un "1" corespunde unui impuls pozitiv, în timp ce un "0" corespunde unui impuls negativ. O serie continuă de "1" reprezintă valoarea maximă a amplitudinii, iar o serie continuă de "0" reprezintă valoarea minimă a amplitudinii.

## Memorarea datelor audio

Datele audio înregistrate pe placa Nexys vor fi stocate în memoria DDR2 RAM a plăcii pentru a asigura o capacitate de stocare mai extinsă și o accesibilitate rapidă. Memoria DDR2 oferă o lățime de bandă mai mare și o capacitate sporită în comparație cu alte tipuri de memorie, ceea ce este esențial pentru manipularea eficientă a volumelor mari de date audio. O memorie DDR2 permite accesul rapid la datele înregistrate, facilitând astfel prelucrarea, redarea sau transferul acestora către alte dispozitive.

Nexys4 include o componentă de memorie DDR2 Micron MT47H64M16HR-25:H, 1Gb (64M X 16) care opereaza pe o interfață de 16 biți. Aceasta este o memorie din categoria Synchronous Dynamic Random Access Memory (SDRAM), utilizată în principal pentru stocarea temporară a datelor în sistemele informatice. Această memorie are o serie de caracteristici specifice care o fac potrivită pentru aplicațiile cu cerințe ridicate de transfer de date, cum ar fi în sistemele de calcul și dispozitivele embedded.

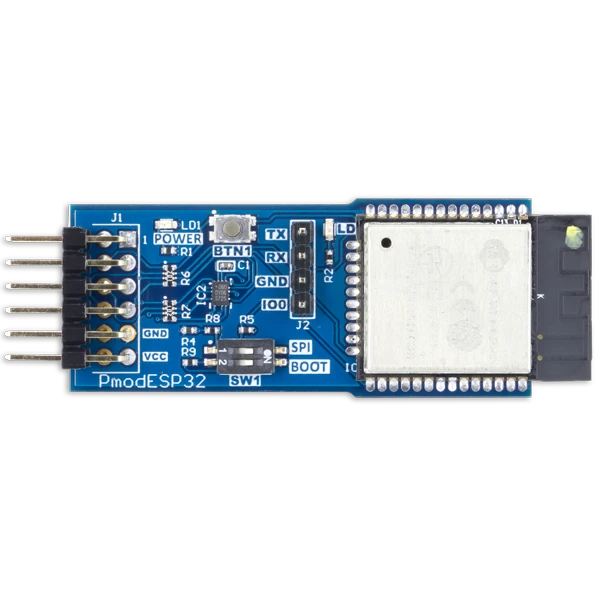
Caracteristicile cheie ale memoriei DDR2 includ:

* Arhitectură SDRAM: DDR2 utilizează o arhitectură SDRAM, care înseamnă că datele sunt stocate într-un mod static și trebuie reîmprospătate periodic pentru a evita pierderea lor. Totuși, spre deosebire de SDRAM tradiționale, DDR2 utilizează un mecanism de acces dual, permițând transferul de date la fiecare semnale de ceas, atât la frontul crescator cât și la cel descrescator al semnalului de ceas.
* Double Data Rate (DDR): DDR2 utilizează tehnologia DDR, care permite transferul de date la atât pe frontul, cât și pe coborâșul semnalului de ceas. Aceasta dublează eficiența în comparație cu tehnologiile anterioare care transmiteau date doar pe frontul semnalului de ceas.
* Capacitate și Lățimea de Bandă: Memoria specificată, Micron MT47H64M16HR-25, are o capacitate de 1 gigabit (Gb), ceea ce înseamnă că poate stoca 1 miliard de biți de informație. Structura de 64M x 16 indică faptul că memoria este organizată în 64 de milioane de cuvinte, fiecare cu o lățime de 16 biți. Acest lucru aduce o lățime totală de bandă de 16 biți x 64M cuvinte, adică 128 megabiți.
* Frecvență și Viteza: Specificația "25" indică faptul că această memorie funcționează la o viteză de 25 nanosecunde (ns), ceea ce este un indicator al timpului de acces al memoriei.

Controlul memoriei DDR2 se face prin intermediul unui controler DDR (DDR Controller), care gestionează accesul la memorie, sincronizarea cu semnalele de ceas, gestionarea comenzilor de citire și scriere și asigurarea funcționării corespunzătoare a interfeței DDR. Acest controler facilitează comunicația corectă între sistemul gazdă (de exemplu, un FPGA sau un microcontroler) și memoria DDR2.

## Transmiterea Datelor Audio către Dispozitivul Mobil

Transmiterea datelor audio către un dispozitiv mobil implică utilizarea tehnologiilor de comunicație. În cazul unui dispozitiv mobil, cum ar fi un smartphone sau o tabletă, aceste tehnologii pot include Bluetooth, Wi-Fi sau alte protocoale de comunicare. O componentă crucială a transmiterii datelor este utilizarea unui protocol de comunicație corespunzător și a unui software adecvat pentru gestionarea acestei transmiteri. Aceste elemente trebuie să fie integrate pentru a asigura o transmitere corectă și eficientă a datelor audio.

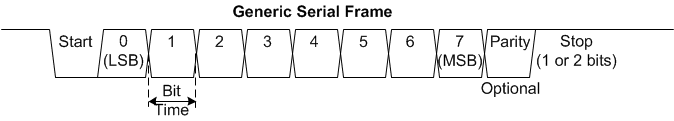
Comunicarea între placa Nexys 4 DDR și un telefon mobil, se va face utilizând un modul Bluetooth, Digilent Pmod BT. Pentru a face posibila acest lucru va trebui sa configuram modulul Bluetooth pentru a permite conexiuni și transmiterea datelor audio. Desigur si placa trebuie programată pentru a gestiona captarea datelor audio de la microfonul său și pentru a le trimite prin intermediul modulului Bluetooth către telefonul mobil. La nivelul telefonului mobil, acesta trebuie să fie echipat cu Bluetooth și să inițieze o conexiune cu placa Nexys 4 DDR, folosind o aplicatie proprie care va oferi o interfață placută utilizatorului.Odată stabilită conexiunea, datele audio captate de microfon sunt împachetate și transmise către telefonul mobil prin intermediul unui modul Bluetooth, Digilent Pmod BT, folosind o interfata de comunicare UART.

Figură 4: Digilent Pmod BT

## UART - Universal Asynchronous Receiver/Transmitter

Universal Asynchronous Receiver/Transmitter (UART) este un protocol de comunicare serială folosit pentru transmiterea și recepția datelor între dispozitive folosind biți, adesea folosit pentru conectarea și comunicația între microcontrolere și alte echipamente. Această comunicație permite transferul datelor audio de la placa Nexys 4 DDR către telefonul mobil, deschizând oportunități pentru diverse aplicații, cum ar fi înregistrări de sunete sau monitorizarea mediului înconjurător.

Comunicația serială are la bază transmiterea sau recepția datelor pe biți, cu un singur bit transmis sau recepționat la un moment dat. Deoarece în sistemele de calcul datele sunt reprezentate în octeți (sau multipli), se utilizează un port serial pentru a converti fiecare octet într-un șir de biți (0 sau 1) și invers. În timpul transmiterii unui octet, UART începe cu transmiterea bitului de START, urmat de biții de date (în mod obișnuit 8 biți, dar posibil și cu 5, 6 sau 7 biți), apoi de bitul de STOP. Acest protocol este repetat pentru fiecare octet din secvența care trebuie trimisă.



Figură 5: UART Transmision example

Transmisia serială nu necesită existența unui semnal de ceas comun între transmitător și receptor. În schimb, se utilizează o rată de eșantionare generată independent la sursă și destinație, cunoscută sub denumirea de baud rate (numărul de biți transmiși pe secundă). Valorile obișnuite pentru baud rate includ 2400, 4800, 9600 și 19200. În practică, un bit este considerat valid pe linia de transmisie pentru un interval de timp specific, echivalent cu inversul baud rate-ului. Câteva aspecte importante includ:

# PROIECTARE SI IMPLEMENTARE

# REZULTATE EXPERIMENTALE

# CONCLUZII

**BIBLIOGRAFIE**

**Pentru clk gen**

* **clock wizard:** **https://www.youtube.com/watch?v=ngkpvMaNapA**

# **Phase-Locked Loop (PLL):** **https://www.digikey.ro/en/maker/projects/introduction-to-fpga-part-9-phaselocked-loop-pll-and-glitches/2028ce62001b4cb69335f48e127fa366**

**ANEXE**