



UNIVERSITATEA TEHNICĂ DIN CLUJ-NAPOCA

Catedra de Calculatoare

**PROIECT: TRANSMITEREA UNOR
COMENZI DE LA UN DISPOZITIV MOBIL
LA O PLACA DE DEZVOLTARE**

**PENTRU: STRUCTURA SISTEMELOR
DE CALCUL**

STUDENTȚI: MORAR TIMOTEI CRISTIAN

TIUCA MARIA DANIELA

PROFESOR: DRAGOS FLORIN LISMAN

19.01.2024



CUPRINS

1. REZUMAT	3
2. INTRODUCERE.....	4
3. FUNDAMENTARE TEORETICA.....	7
4. PROIECTARE SI IMPLEMENTARE.....	8
5. MANUAL DE UTILIZARE ȘI ÎNTREȚINERE.....	11
6. REZULTATE EXPERIMENTALE.....	19
7. CONCLUZIE	23
8. BIBLIOGRAFIE	23



1. REZUMAT

Proiectul propus se încadrează în domeniul dezvoltării sistemelor de comunicație digitale, concentrându-se pe transmiterea eficientă a datelor între un dispozitiv mobil și o placă de dezvoltare FPGA.

Prin utilizarea comunicației seriale și a modului Bluetooth Pmod BT2, proiectul explorează tehnologii precum VHDL pentru proiectare, programare FPGA și implementarea protocoalelor de comunicație. Scopul principal este controlul diodelor LED pe placa de dezvoltare în funcție de comenzile primite de la dispozitivul mobil. Structurat modular, proiectul include module pentru transmitere, recepție, gestionarea comenzilor și animație LED.

Procesul experimental implică implementarea hardware pe placa Basys 3, configurarea modului Bluetooth și dezvoltarea unei aplicații Android.

Manualul de utilizare detaliază pașii de implementare și programare a dispozitivului.

Concluziile evidențiază succesul atingerii obiectivelor proiectului, oferind o soluție robustă pentru transmiterea datelor între dispozitivul mobil și placa de dezvoltare, cu potențial de aplicare în diverse scenarii de control la distanță.

Sugestiile pentru dezvoltare viitoare includ extinderea funcționalităților și îmbunătățirea securității transmisiei. Proiectul aduce contribuții semnificative în domeniul comunicațiilor digitale și al sistemelor integrate.

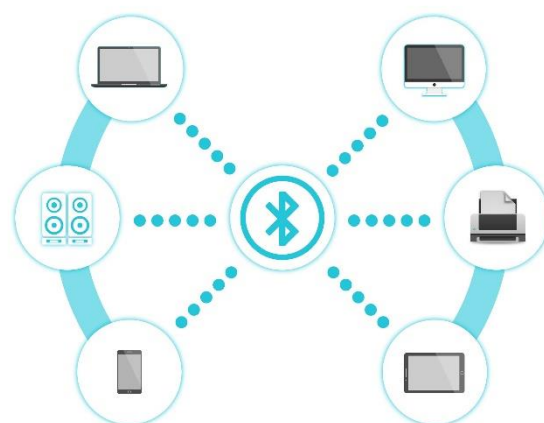
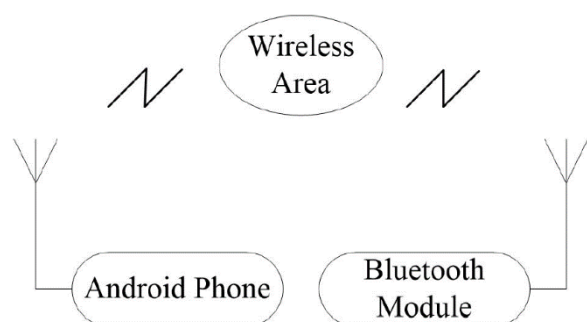


2. INTRODUCERE

Într-o eră în care tehnologia evoluează rapid, acest proiect se înscrie într-un context amplu al dezvoltării sistemelor de comunicație digitale. Tendințele tehnologice actuale evidențiază o creștere semnificativă a utilizării dispozitivelor mobile și a comunicațiilor fără fir, subliniind importanța implementării soluțiilor eficiente și fiabile pentru transmiterea datelor între dispozitive.

Domeniul de studiu al proiectului acoperă tehnologii precum comunicația serială, dezvoltarea de circuite integrate și programarea dispozitivelor FPGA (Field-Programmable Gate Array). Prin intermediul acestui proiect, se explorează posibilitățile de transmitere a comenzilor de la un dispozitiv mobil către o placă de dezvoltare, evidențiind importanța comunicării eficiente între diferitele componente ale unui sistem.

Problema de rezolvat constă în dezvoltarea unei soluții robuste și eficiente pentru transmiterea datelor între un dispozitiv mobil și o placă de dezvoltare. Soluția propusă în acest proiect implică utilizarea unui set de circuite integrate, programate pentru a realiza funcționalitățile necesare. De asemenea, implementarea comunicării seriale și a protocolului de transfer de date contribuie la realizarea unei soluții eficiente și scalabile.



Domeniul de studiu al proiectului nostru se încadrează în sfera comunicațiilor digitale și a sistemelor integrate, concentrându-se în special pe transmiterea și recepționarea datelor între un dispozitiv mobil și o placă de dezvoltare. Pentru a înțelege mai bine acest domeniu, vom explora împreună terminologia de bază:

- **Comunicație serială:** Modalitate de transfer a datelor în care acestea sunt transmise bit cu bit, unul după altul, într-o succesiune de timpi fixi. În acest context, folosim comunicația serială pentru a permite schimbul de informații între dispozitivul mobil și placa de dezvoltare.
- **UART (Universal Asynchronous Receiver/Transmitter):** Un protocol de comunicație serială ce definește modul în care informațiile sunt transmise și recepționate. Acest protocol permite transmiterea datelor în mod asincron, ceea ce înseamnă că nu există un semnal de clock comun între dispozitivul trimițător și cel receptor.



Problema centrală abordată în acest proiect constă în dezvoltarea unei soluții integrate pentru transmiterea și recepționarea comenzilor între un dispozitiv mobil și o placă de dezvoltare FPGA. Se dorește implementarea unei interfețe de comunicare eficiente, folosind limbajul VHDL pentru proiectare și programarea unei plăci de dezvoltare FPGA, care să permită controlul unor LED-uri în funcție de comenzile primite de la dispozitivul mobil prin intermediul modulului Bluetooth Pmod BT2.

Obiective principale ale proiectului:

- Proiectare utilizând limbajul VHDL: elaborarea unei scheme logice pentru transmiterea și recepționarea datelor.
- Alegerea și configurarea unei plăci de dezvoltare FPGA adecvate.
- Utilizarea modulului Bluetooth Pmod BT2: implementarea protocoalelor de comunicație necesare pentru transmiterea comenzilor.
- Transmiterea și activarea diodelor LED: dezvoltarea unei aplicații pe dispozitivul mobil pentru introducerea comenzilor.

Prin atingerea acestor obiective, proiectul își propune să ofere o soluție completă și funcțională pentru transmiterea comenzilor de la un dispozitiv mobil către o placă de dezvoltare FPGA, evidențiind potențialul integrării tehnologiilor digitale în contextul comunicațiilor fără fir.

Soluția constă în implementarea a mai multor module distincte, fiecare având un scop specific în cadrul sistemului global.

- **Structură modulară**: Soluția este proiectată modular, utilizând diferite blocuri funcționale pentru diverse aspecte ale sistemului, precum debounce-ul semnalului de reset și start, recepția datelor prin UART, gestionarea și prelucrarea acestora, afișarea rezultatelor pe diode LED și comunicarea cu dispozitivul mobil prin Bluetooth. Această abordare modulară facilitează dezvoltarea, testarea și depanarea sistemului.
- **Comunicare UART și modul Bluetooth Pmod BT2**: Soluția implementează un modul de recepție UART care gestionează corect protocolul de comunicație asincronă, asigurând sincronizarea și recepționarea corectă a datelor. Folosind modulul Bluetooth Pmod BT2, soluția permite o comunicație fără fir între dispozitivul mobil și placa de dezvoltare, contribuind la flexibilitatea și mobilitatea sistemului.
- **Gestionarea comenzilor și animație LED**: Prin intermediul modulelor separate, soluția realizează procesarea comenzilor primite și generarea unei animații pe diodele LED în funcție de acestea.



În finalul introducerii, vom prezenta succint conținutul fiecărei secțiuni din raport:

1. Fundamentare teoretică: această secțiune se va dedica explorării teoretice a conceptelor cheie implicate în proiect. Vom detalia limbajul VHDL, modulul Bluetooth Pmod BT2, comunicația serială UART, FPGA și alte aspecte teoretice relevante pentru înțelegerea funcționării sistemului propus.
2. Proiectare și implementare: în această secțiune, vom oferi o prezentare detaliată a proiectării modulare a sistemului utilizând VHDL. Vom explora fiecare bloc funcțional implementat în codul sursă, evidențiind logica și funcționalitățile cheie.
3. Rezultate experimentale: secțiunea de rezultate experimentale va include analiza performanțelor sistemului în urma testelor și experimentelor realizate. Vom prezenta rezultatele obținute în contextul obiectivelor proiectului, inclusiv date despre funcționarea corectă a comunicației, comportamentul diodelor LED și stabilitatea generală a sistemului.
4. Concluzii: vom sintetiza rezultatele și vom trage concluzii cu privire la realizarea obiectivelor proiectului. Vom discuta despre posibile îmbunătățiri, direcții viitoare de dezvoltare și relevanța contribuțiilor aduse de proiect în contextul tehnologic actual.

3. FUNDAMENTARE TEORETICĂ

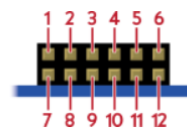
În continuare vom dezvolta metodele utilizate precum și tehnologiile care au fost aplicate pentru a permite comunicarea serială dintre un mobil și o placă de dezvoltare.

Metode utilizate

1. **UART (Universal Asynchronous Receiver/Transmitter):** Acesta este un protocol de comunicație asincron, unde datele sunt transmise în mod continuu într-un flux de biți, iar sincronizarea este realizată prin intermediul unui semnal de ceas. Metoda asincronă asigură adaptabilitate la rate de transfer variabile, ceea ce este esențial într-un mediu în care viteza de transmisie poate fluctua. Datele sunt transferate în pachete care includ un bit de start, un cadru de date, un bit de paritate și biți de stop. Protocolul de cadru este esențial pentru asigurarea securității și conformității în timpul dezvoltării codului. Baud rate-ul, care este rata la care informațiile sunt transferate pe canalul de comunicare, trebuie să fie setat la fel pe ambele dispozitive. Modul de transmitere se face asincron, fără semnal de ceas, iar sincronizarea se realizează prin setarea aceluiași baud rate pe ambele dispozitive.

Tehnologii folosite

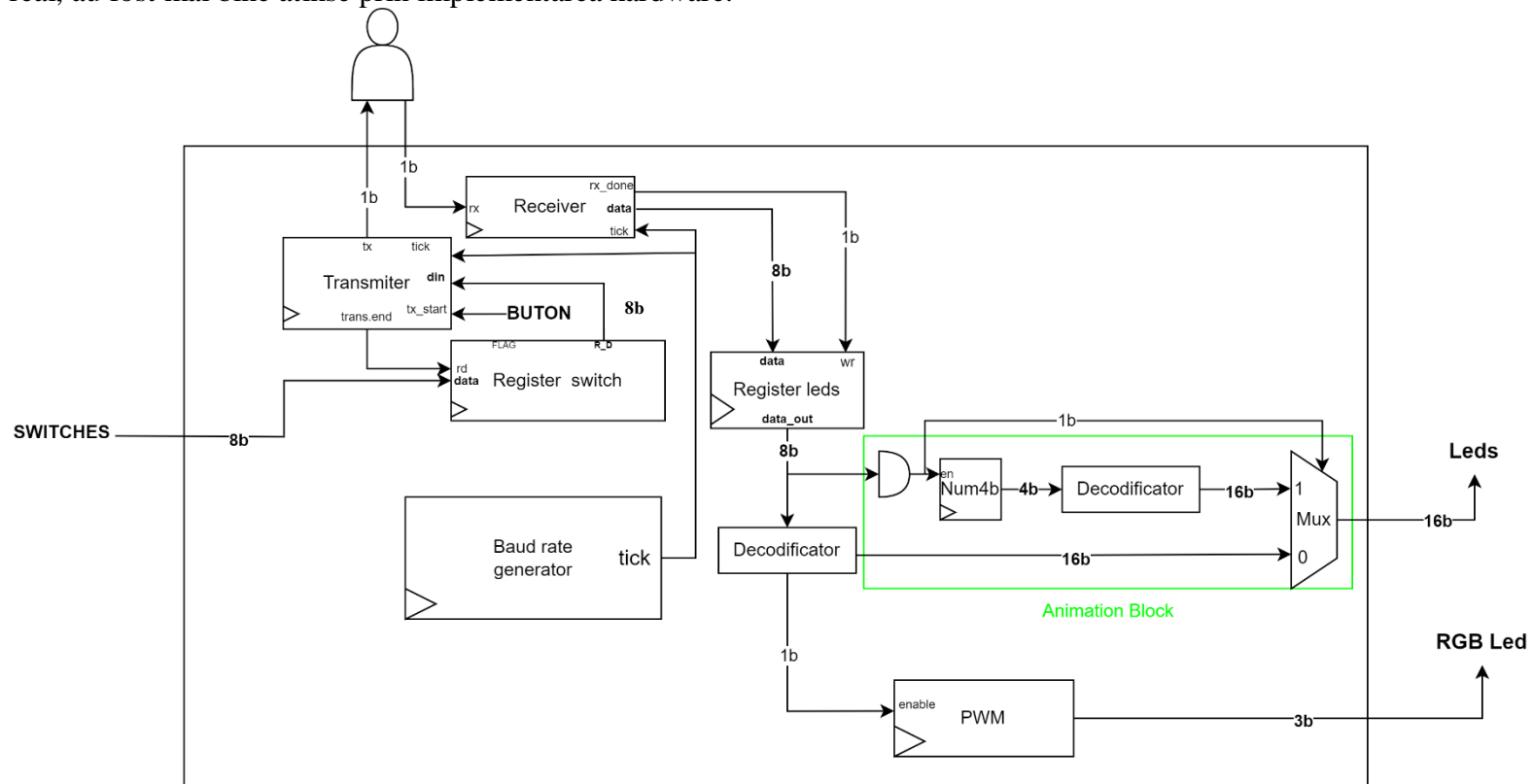
1. **VHDL (VHSIC Hardware Description Language):** Proiectarea modulelor dedicate pentru comunicarea serială a fost realizată în limbajul VHDL. Acest limbaj de descriere a hardware-ului permite definirea structurilor logice și a comportamentelor circuitelor digitale.
2. **Bluetooth Pmod BT2:** Pentru a facilita comunicarea fără fir între dispozitivul mobil și placa de dezvoltare, s-a integrat modulul Bluetooth Pmod BT2. Acest modul furnizează o interfață Bluetooth, permițând transferul de date prin tehnologia wireless. Integrarea Bluetooth aduce un plus de mobilitate și versatilitate în soluția noastră, permițând controlul dispozitivului mobil asupra plăcii de dezvoltare de la distanță. Pini utilizați au fost doar RX & TX. Din punct de vedere al implementării aplicației mobile pentru a realiza transmisia, s-a creat un fir de execuție special cu MAC ID-ul modulului Bluetooth, astfel asigurându-se atât conexiunea Bluetooth a mobilului cu modulul.



Pin 1	RTS
Pin 2	RXD
Pin 3	TXD
Pin 4	CTS
Pin 5	GND
Pin 6	VCC
Pin 7	STATUS
Pin 8	RST
Pin 9	NC
Pin 10	NC
Pin 11	GND
Pin 12	VCC

4. PROIECTARE & IMPLEMENTARE

Metoda experimentală pentru realizarea acestui proiect a fost o implementare hardware, încărcăm codul VHDL pe plăcuța BASYS-3, realizăm conectarea componentelor (led RGB & și modul bluetooth), iar apoi pornim aplicația Android și începem transmisia/primirea de date. Implementarea hardware a fost preferată datorită necesității de interacțiune directă cu componente fizice și de manipulare a semnalelor în timp real, rezultatele dorite, precum performanța optimă și răspunsul în timp real, au fost mai bine atinse prin implementarea hardware.





Module:

1. **Transmitter:** reprezintă un emitător, acesta este proiectat pentru a transmite date serial prin intermediul unui semnal TX (transmitere) sincronizat cu un ceas (clk). Modulul este controlat de un semnal de start, care declanșează transmiterea datelor. Avem următoarele semnale mai importante: stare(variabilă de tip stare, care indică stadiul actual al modulului ready-load-send), clkCnt(contor pentru gestionarea sincronizării), bitIndex(index pentru parcurgerea datelor de 8 biți), TICK(constantă reprezentând durata unui bit în cicluri de ceas). Modulul are trei stări principale: "ready" (gata pentru transmitere), "load" (încărcare datelor în registrul de transmisie), și "send" (transmitere efectivă). Operațiile modulului sunt sincronizate cu frontul ascendent al semnalului de ceas.
2. **Receiver:** reprezintă un receptor specializat în recepționarea și decodificarea datelor transmise serial printr-un semnal RX (recepție). Modulul este sincronizat cu un semnal de ceas (clk) și este proiectat pentru a interpreta datele primite conform unui protocol UART, cu o viteză de transmisie specificată prin constanta "TICK" (corespunzătoare baud rate-ului de 115,200 bps). Avem următoarele semnale mai importante: stare(indică stadiul actual al modulului idle-start-receive-stop-cleanup), clkCount(contor utilizat pentru gestionarea sincronizării și măsurarea timpului între biții transmiși), bitIndex(index pentru parcurgerea și stocarea fiecărui bit al datelor de 8 biți), signalRx și signalRxData(semnale utilizate pentru dublarea registrului datelor de intrare, eliminând problemele legate de metastabilitate). Modulul funcționează în cinci stări principale: "idle" (așteptare), "start" (detectare bit de start), "receive" (recepție efectivă), "stop" (așteptare bit de stop) și "cleanup" (curățare după finalizarea recepției). Operațiile sunt sincronizate cu frontul ascendent al semnalului de ceas.
3. **RegistruSwitchuri:** este un registru care reține informația primită de la switch-uri și de fiecare dată când se termină câte o transmisie din partea transmițătorului se încarcă o nouă valoare din switch-uri. Acesta joacă un rol crucial în gestionarea fluxului de date și în asigurarea unei comunicări eficiente între diferitele componente ale sistemului. Funcționarea sa este sincronizată cu semnalul de ceas, iar toate acțiunile asociate acestui registru se desfășoară pe frontul crescător al semnalului de ceas.

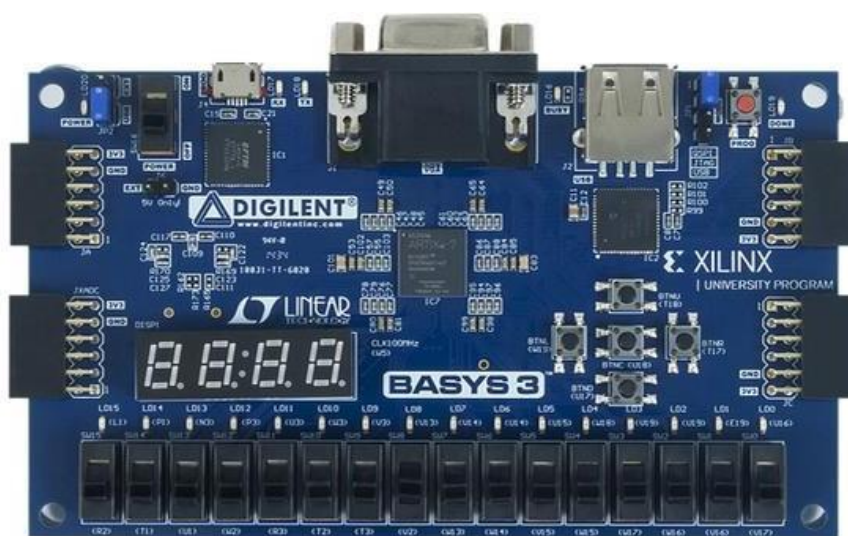


5. **RegistruLeduri:** este un registru care reține informația primită de la receiver și de fiecare dată când se termină câte o transmisie din partea receptorului se încarcă o nouă valoare din acesta. Acesta joacă un rol crucial în gestionarea fluxului de date și în asigurarea unei comunicări eficiente între diferitele componente ale sistemului. Funcționarea sa este sincronizată cu semnalul de ceas, iar toate acțiunile asociate acestui registru se desfășoară pe frontul crescător al semnalului de ceas.
6. **Decodificator:** am utilizat un decodificator deoarece fiecare comandă trimisă din partea telefonului mobil are un anumit cod ASCII pe care îl decodificăm și în funcție de informația primită realizează o anumită acțiune.
7. **Debouncer:** utilizat pentru stabilizarea semnalelor primite de la butoanele plăcuței.
8. **RGBController:** utilizat pentru a controla un LED RGB cu logică de PWM, acest modul utilizează un ceas și un semnal de activare pentru a genera intensități variabile ale culorilor roșu, verde și albastru, astfel încât să simuleze o gamă variată de culori. Se utilizează trei contoare pentru a gestiona schimbarea culorilor, intensitatea culorilor și ferestrele de timp, Avem următoarele semnale mai importante windowcount(contor pentru gestionarea duratei unei ferestre de timp), deltacount(contor pentru schimbarea culorilor într-o perioadă specifică), valcount(contor pentru gestionarea intensității culorilor).
9. **AnimationBlock:** această componentă este responsabilă pentru afișarea unei animații folosind led-urile de pe placă. Utilizând logică combinațională împreună cu un divizor de frecvență generăm o animație de cascadă a ledurilor.



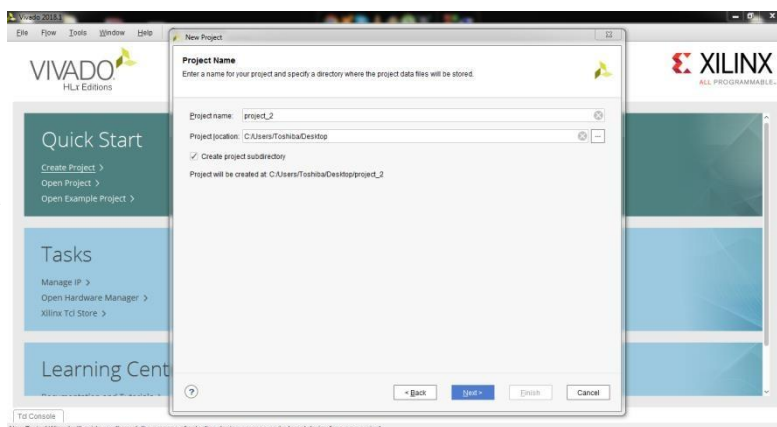
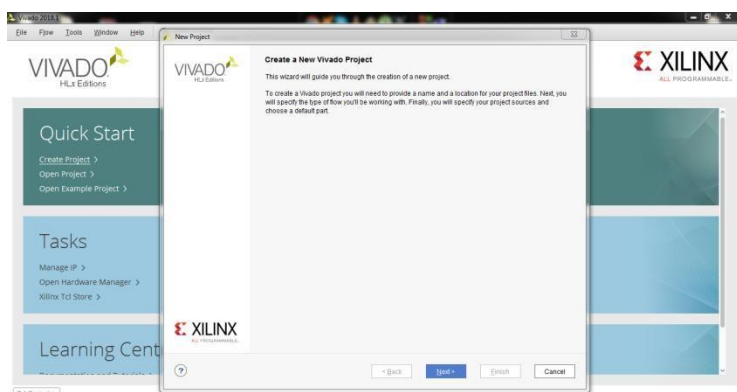
MANUAL DE UTILIZARE ȘI ÎNTREȚINERE

➤ *Pașii necesari pentru utilizare*



Pentru a putea utiliza acest proiect este nevoie de programul Vivado Design Suite, dar și de o plăcuță Basys 3, precum și de un pmod bt2(modul bluetooth) și un led RGB.

Se deschide o fereastră unde apăsăm next, iar apoi se alege un nume și selectăm next.



The screenshot shows the Vivado 2018.1 'New Project' dialog box. The 'Default Part' tab is active, displaying a table of available parts. The 'xc7a35t' part is selected. The background shows the Vivado IDE interface with 'Quick Start' and 'Tasks' panels.

Quick Start

- Create Project >
- Open Project >
- Open Example Project >

Tasks

- Manage IP >
- Open Hardware Manager >
- Xilinx Tcl Store >

Learning Center

New Project

Default Part

Choose a default Xilinx part or board for your project. This can be changed later.

Parts | Boards

[Reset All Filters](#)

Category: Package: Temperature:

Family: Speed:

Search:

Part	I/O Pin Count	Available IOBs	LUT Elements	FlipFlops	Block RAMs	Ultra RAMs	DSPs
xc7a15t-cpg236-1	236	106	10400	20800	25	0	45
xc7a35t-cpg236-1	236	106	20800	41600	50	0	90
xc7a50t-cpg236-1	236	106	32600	65200	75	0	120

< Back Next > Finish Cancel

The screenshot shows the Vivado IDE interface. The top bar displays the file path: project_2 - [C:/Users/Toshiba/Desktop/project_2/project_2.xpr] - Vivado 2018.1. The main menu includes File, Edit, Flow, Tools, Reports, Window, Layout, View, and Help. A toolbar with various icons is located below the menu. The left sidebar contains the Flow Navigator and Project Manager. The Project Manager is expanded, showing a tree view with Design Sources, Constraints, and Simulation Sources. The 'Add Sources' button is highlighted with a red circle. The right sidebar shows the Project Summary, which includes fields for Project name, Project location, Product family, Project part, Top module name, Target language, and Simulator language. The Design Runs tab is active, showing a table with columns for Name, Constraints, Status, WNS, TNS, WHS, THS, TPWS, Total Power, Failed Routes, LUT, FF, BRAMs, URAM, DSP, Start, and End. The table contains two rows: synth_1 and impl_1, both with a status of 'Not started'.



Se selectează fișierele și se apasă ulterior pe finish:



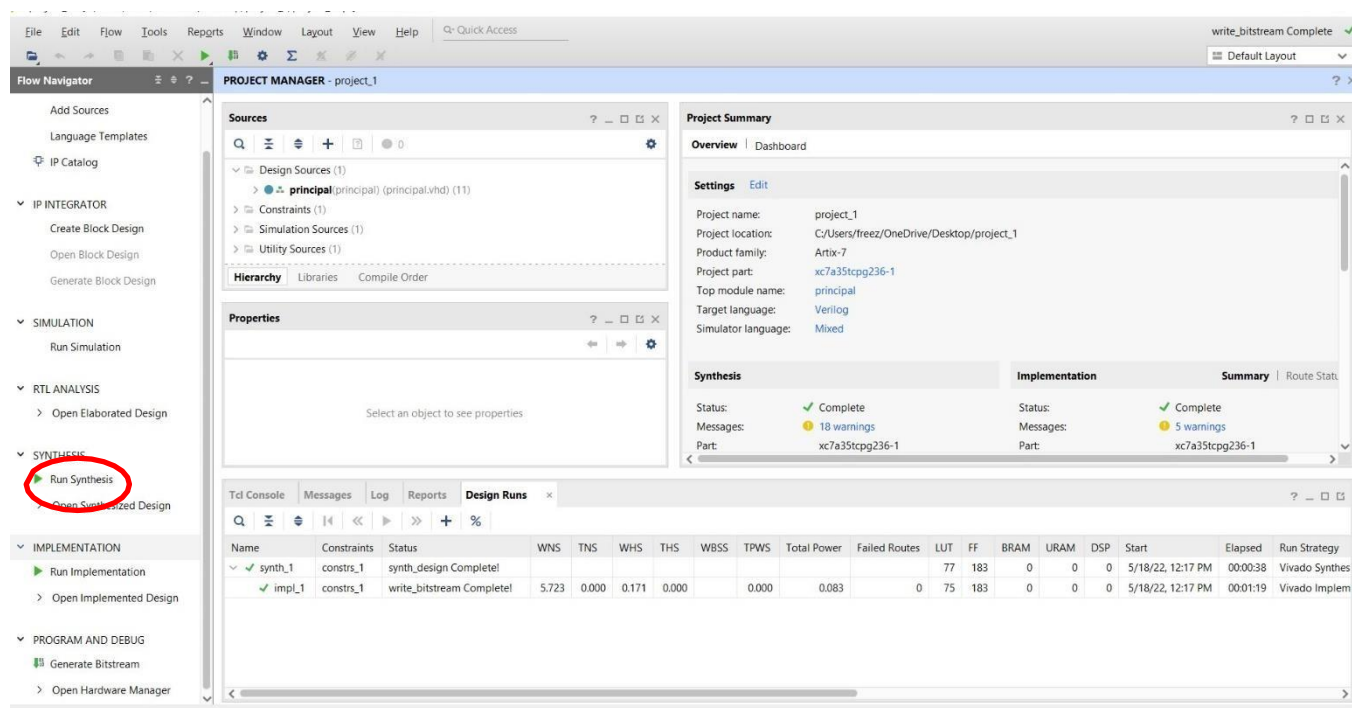
În continuare, se revine la opțiunea Add Sources => Add or create constraints și se realizează fișierul de constrângeri.



Pentru placa Basys 3 am descărcat fișierul const.xdc și am făcut modificările necesare.



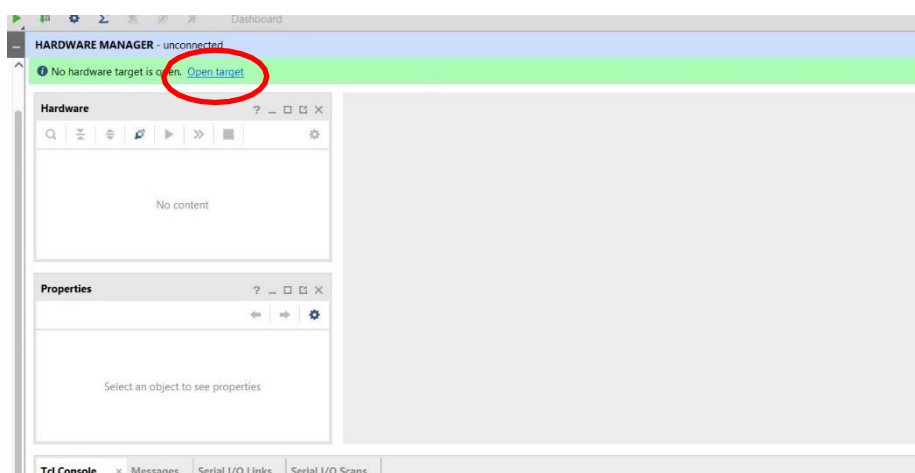
După apăsăm dublu click pe „Run Synthesis” și așteptăm. După terminarea procesului de sinteză, va apărea o fereastră, selectăm „Run Implementation” și din nou așteptăm terminarea rulării. După terminarea procesului de implementare selectăm opțiunea 2 din noua fereastră apărută „Generate Bitstream”, iar după terminarea procesului închidem fereastra nou apărută.



The screenshot shows the Vivado IDE interface. On the left, the Flow Navigator shows the 'Run Synthesis' step selected. The Project Manager shows the project 'project_1' with sources like 'principal.principal' and 'constraints_1'. The Design Runs tab shows a table of design runs.

Name	Constraints	Status	WNS	TNS	WHS	THS	WBSS	TPWS	Total Power	Failed Routes	LUT	FF	BRAM	URAM	DSP	Start	Elapsed	Run Strategy
synth_1	constrs_1	synth_design Complete!	5.723	0.000	0.171	0.000		0.000	0.083		77	183	0	0	0	5/18/22, 12:17 PM	00:00:38	Vivado Synthes
impl_1	constrs_1	write_bitstream Complete!									0	75	183	0	0	5/18/22, 12:17 PM	00:01:19	Vivado Implem

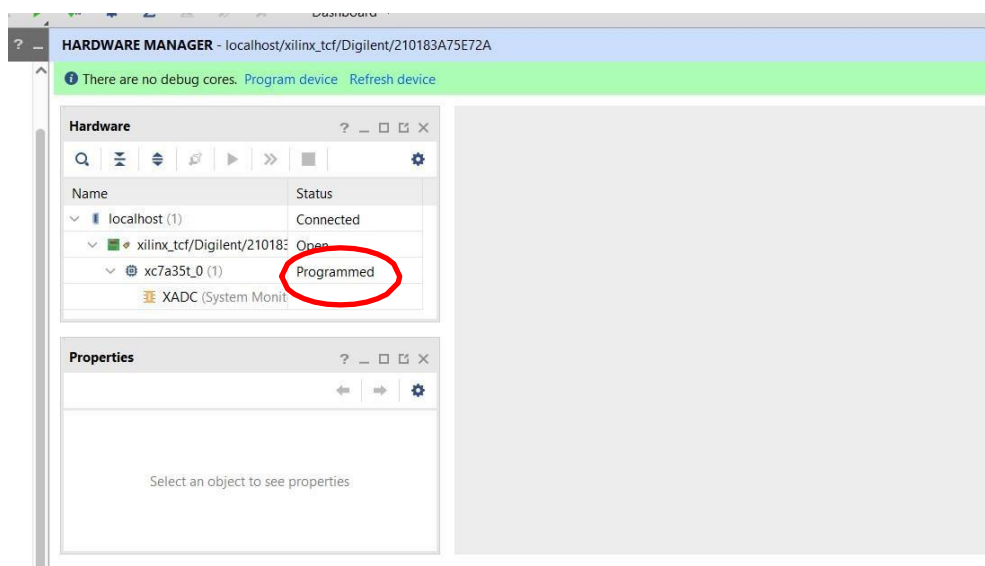
După aceea în fereastra din stânga se selectează “Open Hardware Manager”, și la Open Target alegem “Auto-Connect”. Din momentul acesta, dispozitivul dumneavoastră realizează operațiile necesare pentru a realiza conectarea la placa Basys3.



The screenshot shows the Hardware Manager window. The status bar at the top indicates 'No hardware target is open'. The 'Open target' button is circled in red. The Hardware section is empty, and the Properties section shows 'Select an object to see properties'.

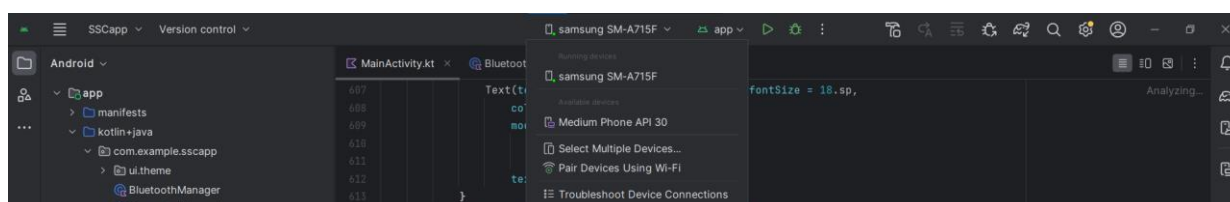


După terminarea acestei acțiuni, ar trebui să vă apară anumite denumiri, care reprezintă specificațiile plăcii (ca mai jos). Pe linia unde scrie Programmed/Not Programmed apăsați click-dreapta, “Program Device” și Program. În momentul acesta codul dumneavoastră va fi încărcat pe placă, după finalizarea procesului.



Totodată, pentru utilizare, este nevoie să descărcați/instalați aplicația mobilă Android pe mobil. Pentru a realiza acest proces, mobilul trebuie setat pe modul de dezvoltator: accesați SETĂRI, aplicația care vă duce la panoul de configurare avansată a sistemului de operare Android, deschideți opțiunea DESPRE TELEFON. Derulați până găsiți opțiunea NUMĂRUL VERSIUNII și apăsați de 7 ori consecutiv. Mobilul ar trebui să activeze modul dezvoltator.

Pe computer, ar trebui să aveți instalat software-ul Android Studio, cu codul pentru aplicația mobilă deja încărcat în proiect, selectați dispozitivul de încărcare al aplicației. Pentru a putea selecta mobilul dumneavoastră, conectați mobilul printr-un cablu USB la computer și permiteți accesul la depanarea aplicațiilor și a erorilor aplicațiilor mobile din telefon.



Rulați aplicația, aceasta ar trebui să apară și să rămână pe mobilul dumneavoastră (nu este nevoie să încărcați de fiecare dată aplicația pentru a o folosi, aceasta va rămâne pe telefon). În cazul utilizărilor viitoare, doar accesați aplicația de pe telefon.

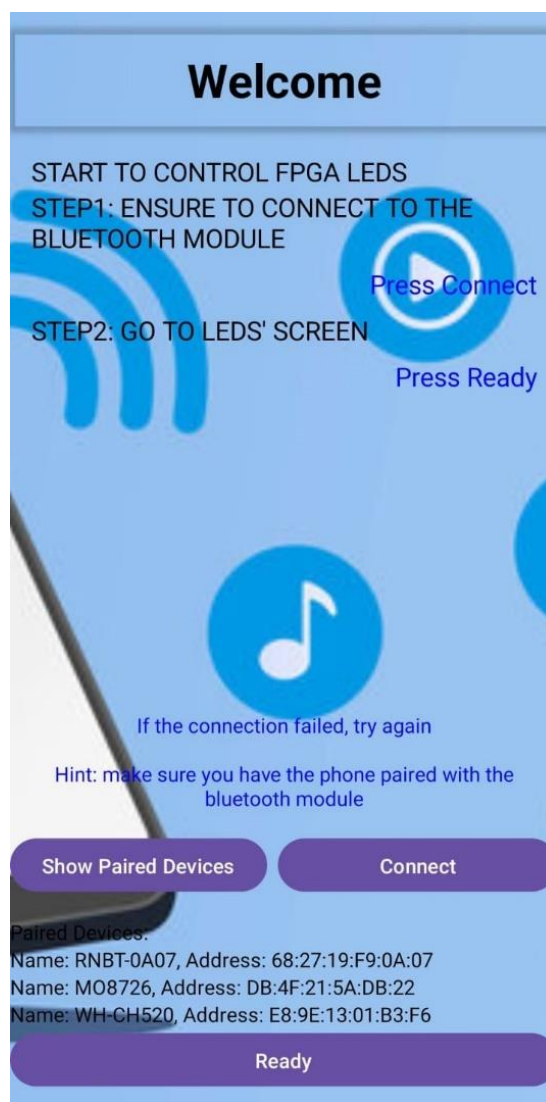


Aplicația prezintă 2 ecrane: Welcome Screen și Leds' Screen, iar accesarea acestora va solicita automat permisiunea la bluetooth, în cazul în care acesta este oprit. Asigurați-vă că îi permiteți accesul prin apăsarea în fereastra de jos deschisă a: SE PERMITE.

- Welcome Screen

Este ecranul de deschidere al aplicației. Interfața acestuia este prietenoasă pentru utilizator, cuprinzând instrucțiuni de utilizare în partea de sus a ecranului. În partea de jos a acestuia, aplicația prezintă 3 butoane: Show Paired Devices, Connect, Ready. În aplicație, utilizatorul trebuie să apese Connect pentru a stabili conexiunea cu modulul Pmod BT 2. Dacă conexiunea eșuează, lucru ce va fi semnalat în aplicația mobilă printr-un mesaj sugestiv, utilizatorul este rugat să se asigure că telefonul și modulul bluetooth sunt deja paired prin apăsarea butonului Show Paired Devices ce va afișa toate dispozitivele cu care mobilul este paired. Dacă acesta există în listă, atunci continuați să apăsați butonul Connect până reușiți să vă conectați.

Hint: telefonul va semnala conectarea printr-un mesaj, dar și modulul bluetooth, ledul verde ce palpează intermitent se va stinge. După conectare, utilizatorul este rugat să apese Ready pentru a fi direcționat în Leds' Screen, unde se efectuează schimbul de date cu plăcuța.



- Leds' Screen

Odată ajunși la acest ecran, asigurați-vă că ați încărcat pe placa Basys3 fișierul .bit și ați conectat atât modulul Bluetooth, cât și LED-ul RGB în mod corespunzător fișierului de constrângeri, astfel placa dumneavoastră este pregătită pentru a primi și trimite date între mobil și placă.

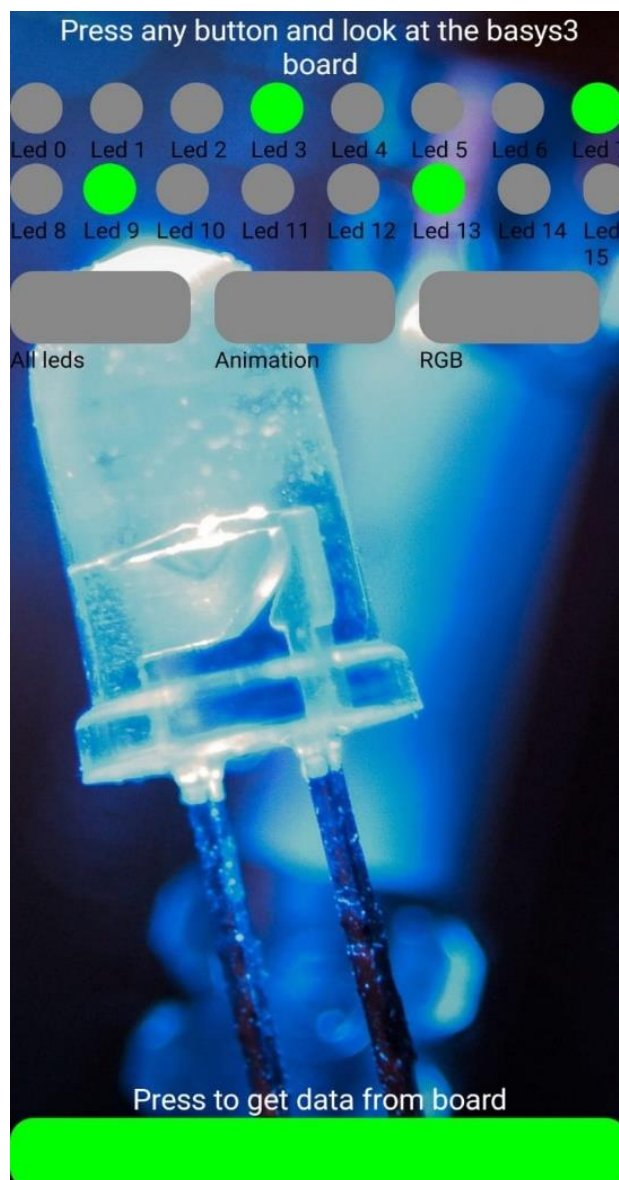
Interfața ecranului este prietenoasă și sugestivă, având și aici instrucțiuni pentru utilizator. Sunt prezente 15 butoane mici și rotunde, fiecare corespunzător câte unui LED de pe placă: apăsarea acestora o dată le va seta ca pornite, li se va schimba culoarea din gri în verde, iar pe placa se va aprinde LED-ul corespunzător butonului apăsător. La a doua apăsare, butonul devine din nou gri și LED-ul de pe Basys se va stinge.

Hint: sub fiecare buton, aplicația are un mic text pentru a ajuta utilizatorul să vadă LED-ul ce va primi date de la butonul respectiv.

Mai există încă 3 butoane pentru transmiterea de la mobil la placă: All Leds, Animation, RGB. Primul va aprinde toate LED-urile plăcii, inclusiv cel RGB, al doilea reprezintă aprinderea succesivă a LED-urilor, ca o reclamă curgătoare, iar al treilea este responsabil de LED-ul RGB.

Toate acestea se află în partea de sus a ecranului. În partea de jos a acestuia, mai există un buton ce, apăsător, va afișa datele primite de la placa Basys la telefon. Dacă placa nu transmite, se afișează „0”.

Hint: pentru transmiterea de la placa la mobil, selectați câteva switch-uri de la 7-0 să fie active, în funcție de ce doriți să transmiteți, apoi apăsați butonul de pe placa ce este responsabil pentru transmiterea datelor: buton start, PIN T18. Numai după aceea, valoarea trimisă va fi disponibilă în aplicație. Acestea vor fi disponibile ca valori în sistem zecimal.

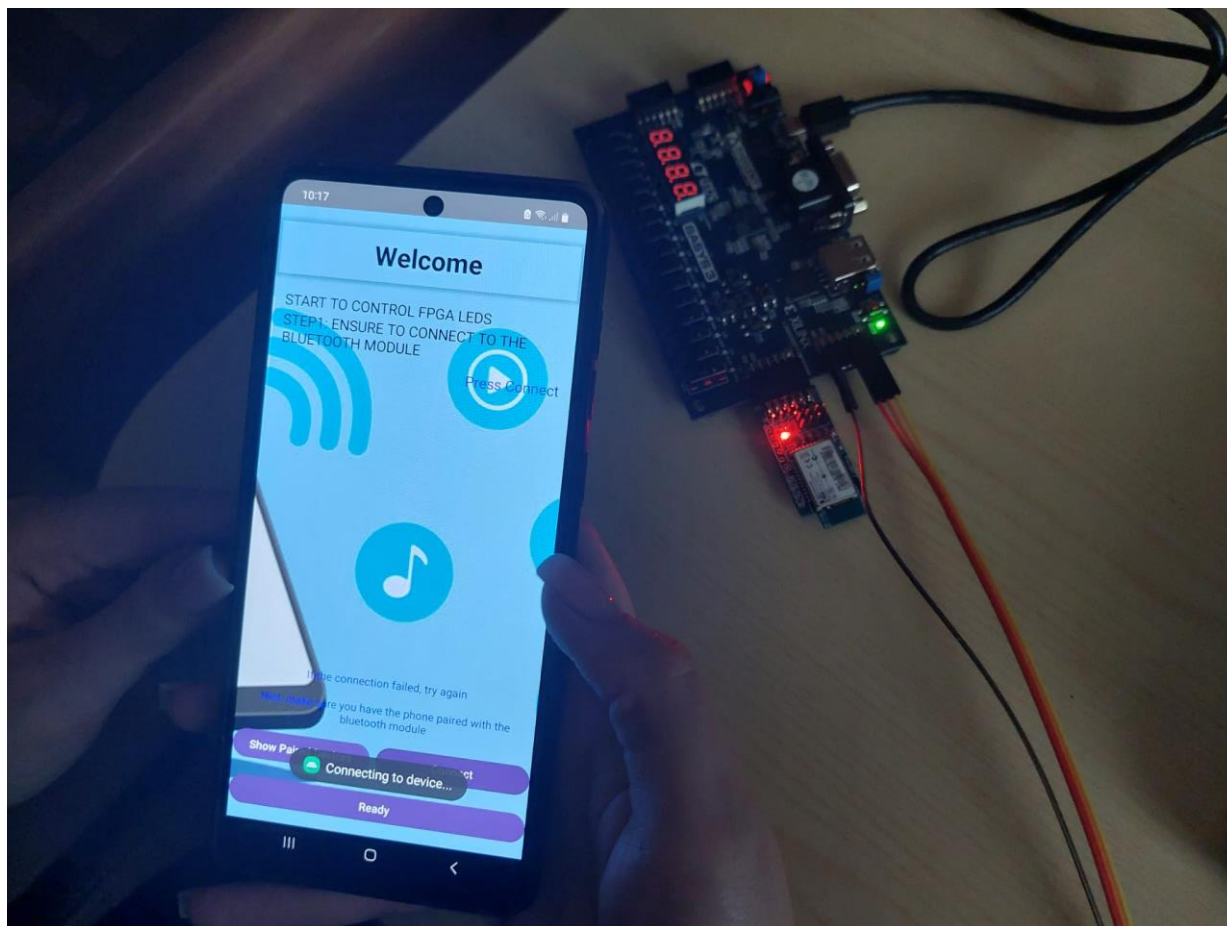


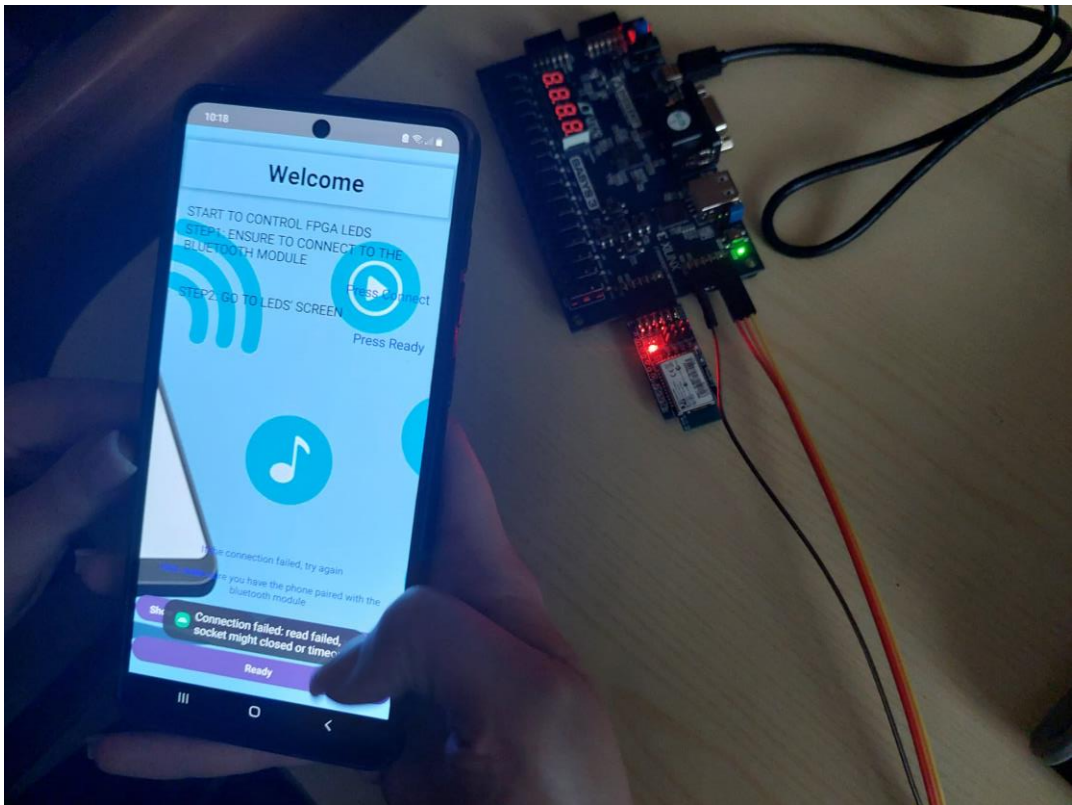
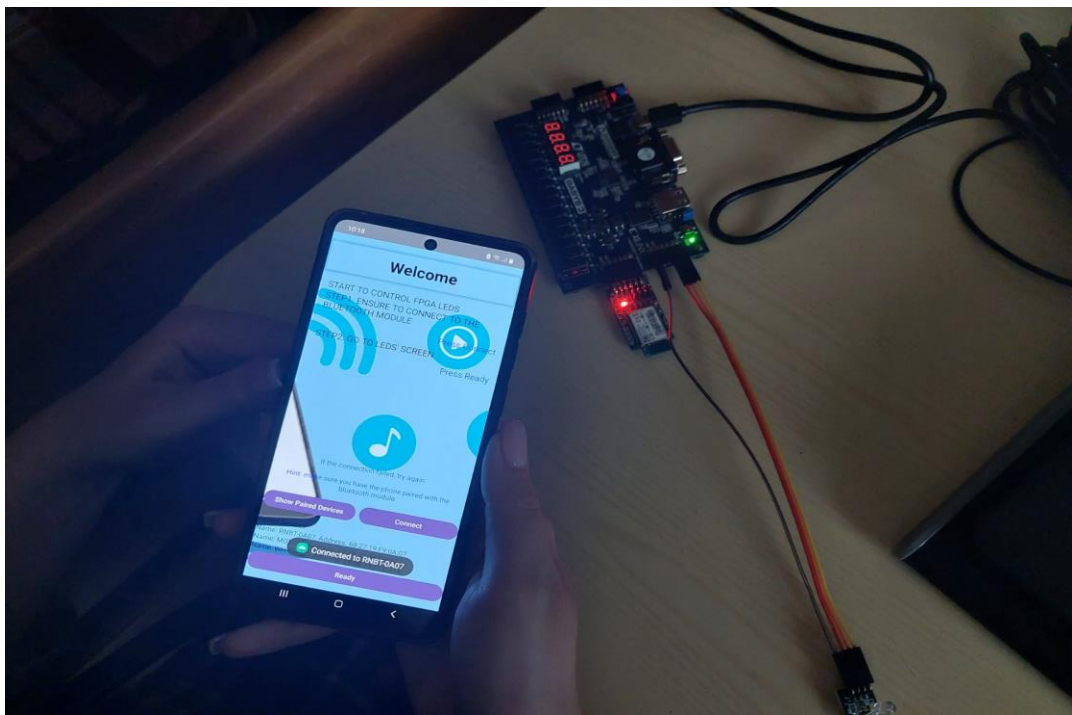
Aveți grijă: dacă nu sunteți conectați, aplicația se poate închide la apăsarea oricărui buton din interfața Leds' Screen.

6. REZULTATE EXPERIMENTALE

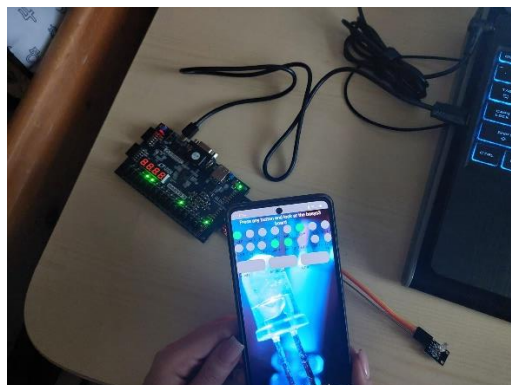
În urma desfășurării experimentelor conform manualului de utilizare, am obținut rezultatele așteptate cu succes. Conexiunea dintre aplicație și placa Basys3 a fost stabilită cu succes prin intermediul modului Pmod BT 2 și a configurațiilor corespunzătoare. Interfața prietenoasă a ecranului Leds' Screen a facilitat utilizatorului să controleze și să monitorizeze LED-urile de pe placă în mod intuitiv. Utilizând butoanele corespunzătoare, fiecare LED a răspuns adecvat, schimbându-și starea și culoarea în conformitate cu comanda primită. De asemenea, funcționalitățile de transmitere de la mobil la placă, precum cele pentru aprinderea tuturor LED-urilor sau pentru efectuarea unei animații, au fost implementate cu succes. Valorile transmise și primite între dispozitive au fost consistente și au reflectat corect starea LED-urilor. Rezultatele experimentale atestă eficiența și corectitudinea implementării, oferind o experiență fluidă și intuitivă utilizatorului în manipularea și monitorizarea dispozitivelor.

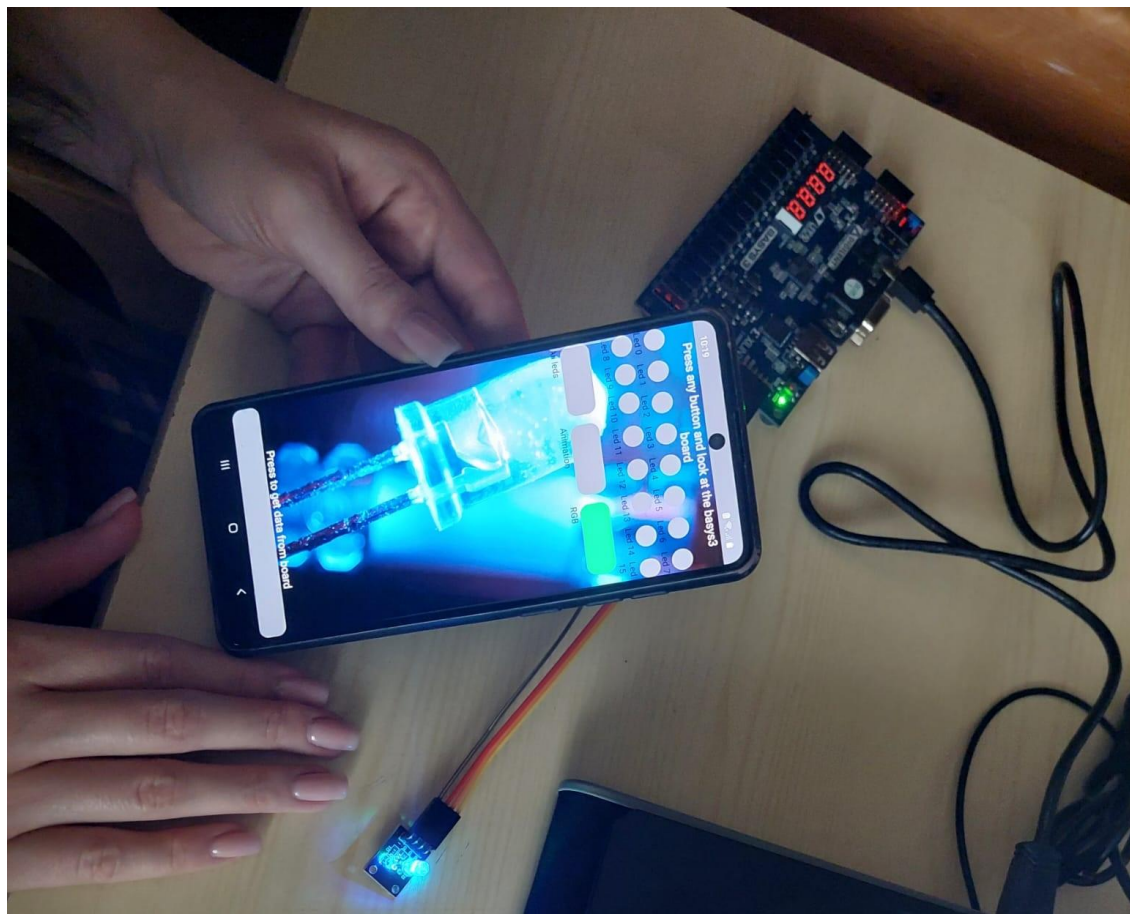
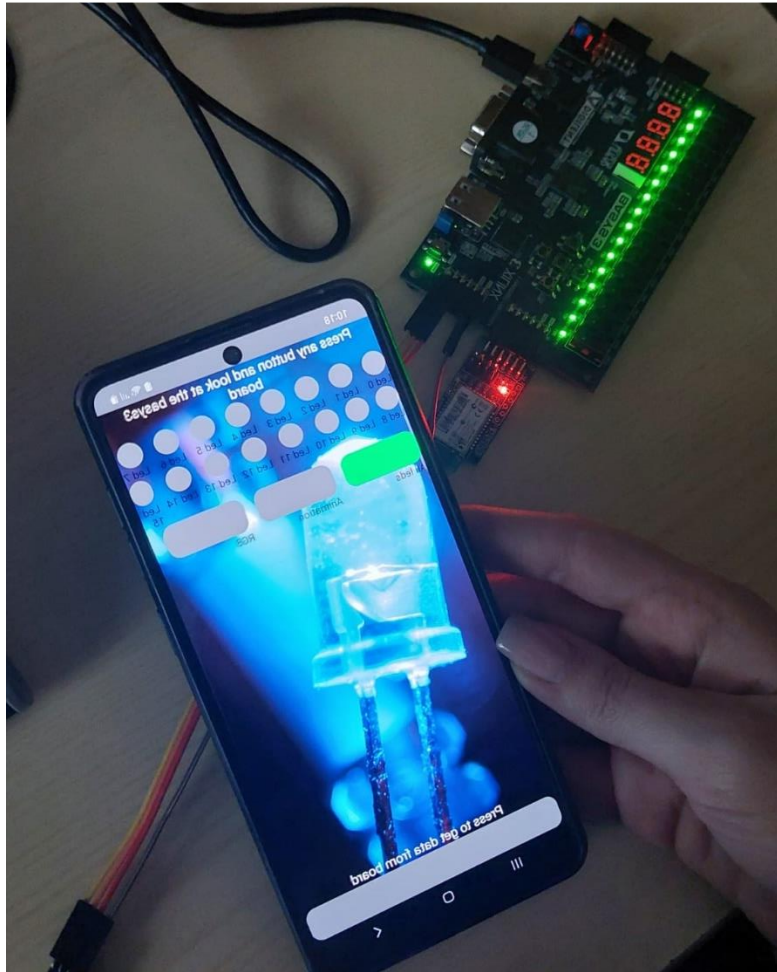
○ *Connection*



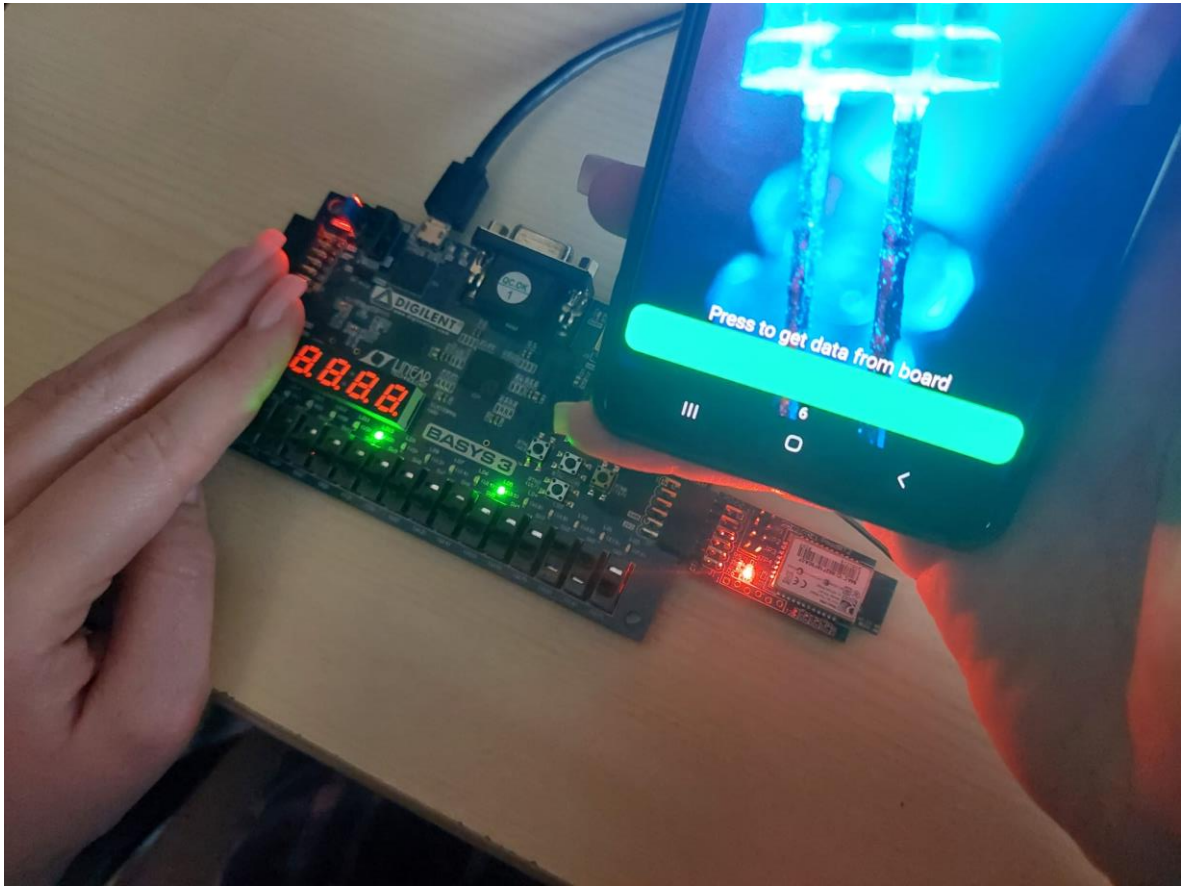


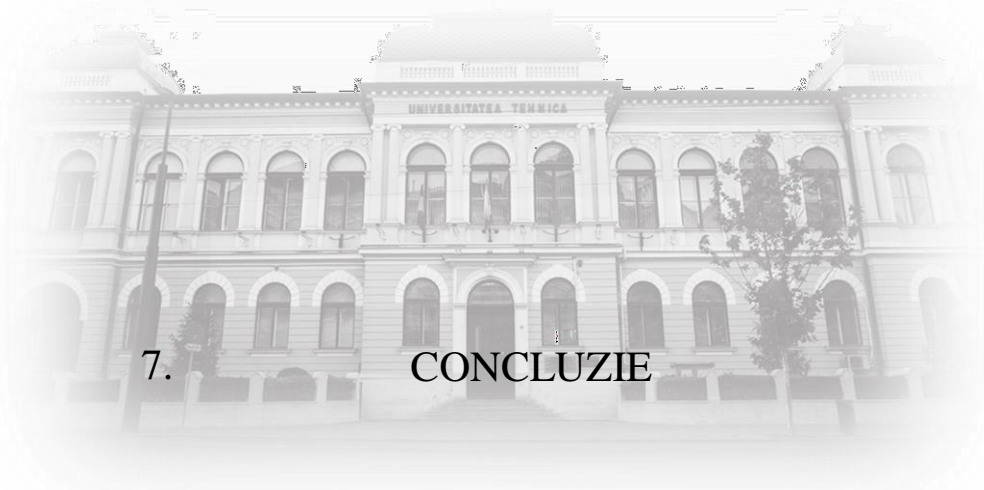
- *Receive from mobile:*





- *Receive from board:*





7.

CONCLUZIE

Concluziile acestui proiect reflectă succesul în abordarea problemei propuse, constând în proiectarea și implementarea unui sistem de transmisie de la telefon la o placă folosind tehnologia digitală. Obiectivele proiectului au fost îndeplinite prin crearea unui sistem eficient care permite transmiterea datelor de la un dispozitiv mobil către o placă electronică folosind semnale digitale.

Avantajele proiectului includ realizarea unei legături digitale robuste între telefon și placă, deschizând posibilități în domeniul controlului dispozitivelor electronice prin intermediul dispozitivelor mobile. Aceasta poate fi aplicată în diverse scenarii, cum ar fi controlul dispozitivelor inteligente, sisteme de iluminare sau alte aplicații de control la distanță.

Cu toate acestea, există și dezavantaje posibile, cum ar fi limitările legate de raza de acțiune a transmisiei sau sensibilitatea sistemului la interferențe.

Sugestiile pentru dezvoltări viitoare includ extinderea funcționalităților sistemului, cum ar fi îmbunătățirea securității transmisiei și adaptarea sistemului pentru a funcționa în diverse medii și condiții.

În concluzie, acest proiect a oferit o soluție eficientă și funcțională pentru transmiterea de date de la un dispozitiv mobil către o placă electronică, evidențiind potențialul tehnologiilor digitale în crearea unor interfețe inteligente și flexibile. Observațiile și învățămintele extrase din acest proiect contribuie la înțelegerea mai profundă a conceptelor de comunicație digitală și oferă baza pentru dezvoltări viitoare în domeniul tehnologiei informatice.

BIBLIOGRAFIE

- <https://www.analog.com/en/analog-dialogue/articles/uart-a-hardware-communication-protocol.html>
- https://play.google.com/store/apps/details?id=de.kai_morich.serial_bluetooth_terminal&hl=en&pli=1
- https://www.researchgate.net/publication/304417746_Smart_Living_Using_Bluetooth-Based_Android_Smartphone
- <https://digilent.com/reference/pmod/pmodesp32/start>
- https://users.utcluj.ro/~onigaf/files/teaching/AC/AC_indrumator_laborator.pdf