

Facultatea de Automatică și Calculatoare

An I, grupa 30218

Sistem de inluminare variabil

Profesor: Student:

Vlad Andrei Rusu Toth Antonio Roberto

**Cuprins:**

1. Specificația proiectului. 3

2. Descrierea modurilor de funcționare. 4

2.1 Notații generale. 5

2.2 Schema logica. 6

3. Utilizarea tehnicii PWM în sistemul de inluminare 6

Cu led-uri pe FPGA.

4. Justificarea soluției alese . 7

5. Instrucțiuni de utilizare și întreținere. 8

6. Posibilități de dezvoltare ulterioară. 9

**Specificația proiectului:**

Să se proiecteze un sistem de iluminare variabilă cu ledurile de pe plăcile cu FPGA. Sistemul va avea mai multe moduri de funcţionare:

• **mod manual** – valoarea intensităţii luminoase a ledurilor se furnizează de pe întrerupătoare (8 biţi);

• **mod test** – intensitatea luminoasă a ledurilor variază de la valoarea minimă la valoarea maximă într-un interval de timp specific fiecărui led (led0 – 1 secundă, led1 – 2 secunde, … led7 – 8 secunde), forma de undă aproximată fierăstrău;

• **mod automat** – intensitatea luminoasă a ledurilor variază de la valoarea minimă la valoarea maximă şi înapoi la minim într-un interval de timp măsurat în secunde. Acest interval de timp este furnizat ca o intrare a sistemului, forma de undă aproximată triunghi.

Pentru varierea intensităţii luminoase se va folosi tehnica PWM (pulse width modulation). Documentaţie: manualul de referinţă al plăcii cu FPGA ([www.digilentinc.com](http://www.digilentinc.com)).

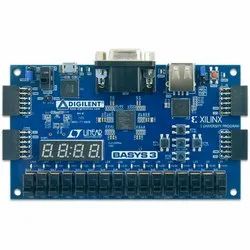
Modul curent de funcţionare, intensitatea luminoasă a ledurilor şi perioada pentru forma de undă curentă se vor afişa pe afişoarele 7 segmente.

Fig. 1 Plăcuța Basys3

**Descrierea Modurilor de Funcționare**

**Modul Manual**

În **modul manual**, utilizatorul are control direct asupra intensității fiecărui LED prin intermediul întrerupătoarelor. Acest mod permite ajustarea individuală a fiecărui LED, oferind flexibilitate maximă în crearea unui mediu iluminat personalizat.

**Modul Test**

**Modul test** este conceput pentru a verifica și demonstra capacitatea fiecărui LED de a varia intensitatea luminii. În acest mod, fiecare LED își schimbă intensitatea luminoasă într-un ciclu prestabilit, de la minim la maxim, urmând o formă de undă de tip fierăstrău, cu durate diferite pentru fiecare LED.

**Modul Automat**

În **modul automat**, sistemul controlează automat intensitatea tuturor LED-urilor, creând o variație fluidă și continuă a luminii, similară cu o formă de undă triunghiulară. Acest mod este ideal pentru demonstrații sau pentru a crea efecte de iluminare dinamice fără intervenția utilizatorului.

**Comutarea între Moduri**

Comutarea între modurile de funcționare este gestionată de o **logică de control centrală**. Aceasta monitorizează semnalele de selecție ale modului și comută ieșirea către LED-uri corespunzător. Utilizatorul poate selecta modul dorit printr-o simplă schimbare a poziției întrerupătorilor de mod, iar sistemul răspunde instantaneu, trecând la configurarea corespunzătoare.

**Notații Generale**

* entity: Definește o entitate VHDL, care este un modul sau o componentă în proiect
* architecture: Descrie comportamentul intern al unei entități.
* Port: Specifică interfața unei entități cu exteriorul, incluzând intrările și ieșirile.
* signal: Reprezintă o variabilă internă care poate fi folosită pentru a transmite date între diferite părți ale arhitecturii.
* process: O secțiune de cod care se execută în răspuns la schimbările semnalelor specificate.

**Notații pentru Semnale și Date**

* STD\_LOGIC: Un tip de date care reprezintă un bit logic, care poate fi ‘0’, ‘1’, sau alte valori speciale.
* STD\_LOGIC\_VECTOR: Un vector de biți logici, folosit pentru a reprezenta grupuri de semnale sau date.
* natural: Un tip de date numeric fără semn, folosit pentru a reprezenta numere întregi pozitive.
* rising\_edge(clk): O funcție care detectează frontul ascendent al semnalului de ceas clk.

**Notații Specifice Proiectului**

* clk: Semnalul de ceas care sincronizează operațiunile din sistem.
* switches: Intrările de la întrerupătoare pentru controlul manual al LED-urilor.
* mode\_select: Selectorul pentru modul de funcționare al sistemului.
* time\_interval: Intervalul de timp pentru modul automat.
* led: Ieșirile către LED-uri, reprezentând starea fiecărui LED.
* anodes și cathodes: Controlul pentru afișajul cu 7 segmente.
* led\_output: Ieșirea de la fiecare mod care indică starea LED-urilor.
* led\_manual, led\_test, led\_auto: Semnale intermediare care rețin starea LED-urilor pentru fiecare mod.

**Comutarea între Moduri**

* case mode\_select is: O structură de control care permite sistemului să comute între diferitele moduri de funcționare în funcție de valoarea mode\_select

A diagram of a circuit

Description automatically generatedSchema logica.

**Utilizarea Tehnicii PWM în Sistemul de Iluminare cu LED-uri pe FPGA**

**Introducere în PWM**

A diagram of a chart

Description automatically generatedPulse Width Modulation, sau PWM este o tehnică folosită pentru a varia în mod controlat tensiunea dată unui dispozitiv electronic. Această motodă schimbă foarte rapid tensiunea oferită dispozitivului respectiv din ON (1 logic) în OFF (0 logic) și invers. Perioada de timp corespunzătoare valorii ON dintr-un ciclu ON-OFF se numește factor de umplere (duty cycle) și reprezintă, în medie, ce tensiune va primi dispozitivul electronic. Astfel, se pot controla circuitele analogice din domeniul digital. Practic, asta înseamnă că un LED acționat astfel se va putea aprinde / stinge gradual.

Fig.2. Forma de undă a unui semnal PWM

Factorul de umplere (Duty cycle) se exprimă în procente și reprezintă cât la sută din perioada unui semnal acesta va fi pe nivelul ON (1 logic). În figura 3 se pot observa semnalele PWM cu factori de umplere diferiți. Astfel, se poate deduce foarte ușor formula pentru a obține valoarea factorului de umplere (D):

A diagram of a number of duty cycle

Description automatically generatedUnde: **𝜏** – este durata impulsului, iar **T** – este perioada semnalului

A circuit board with a wire

Description automatically generated

Fig. 3 Modul Automat

**Principiul de Funcționare**

PWM funcționează prin alternarea rapidă a stării LED-urilor între “on” și “off”. Deși LED-urile sunt de fapt aprinse și stinse, ochiul uman percepe o intensitate medie bazată pe raportul dintre timpul “on” și timpul “off”. Acest raport este cunoscut sub numele de “duty cycle”.

**Implementarea în Proiect**

În **modul manual**, utilizatorii setează “duty cycle”-ul prin intermediul întrerupătoarelor, permițând controlul direct asupra intensității fiecărui LED.

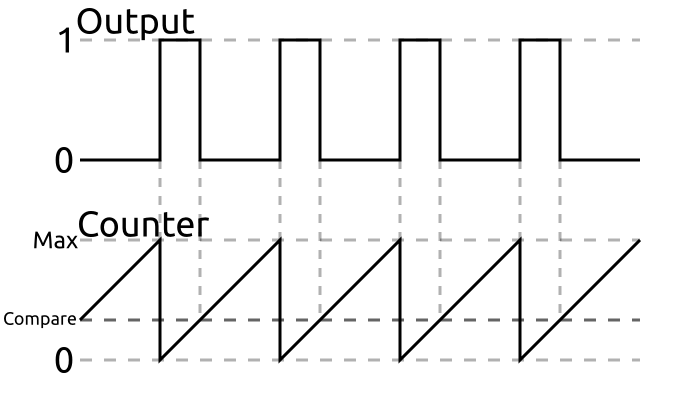
În **modul test**, un generator automat creează variații de “duty cycle” pentru a testa fiecare LED individual, urmând o formă de undă de tip fierăstrău.

În **modul automat**, sistemul ajustează “duty cycle”-ul pentru a crea o variație fluidă a intensității, simulând o formă de undă triunghiulară.

**Avantajele Tehnicii PWM**

* **Eficiență Energetică**: LED-urile sunt aprinse doar o fracțiune din timp, ceea ce reduce consumul de energie.
* **Control Precis**: Permite ajustări fine ale intensității luminoase.
* **Flexibilitate**: Poate fi implementat cu ușurință pe FPGA, oferind posibilitatea de a programa și de a personaliza comportamentul luminii.

**Concluzii**

Utilizarea tehnicii PWM în sistemul nostru de iluminare cu LED-uri pe FPGA demonstrează flexibilitatea și eficiența acestei metode. Prin controlul precis al “duty cycle”-ului, putem crea o gamă largă de efecte de iluminare, de la cele statice la cele dinamice, satisfăcând astfel o varietate de cerințe de design și funcționalitate.

**Justificarea Soluției Alese**

**Avantajele Modulației Lățimii Impulsului (PWM)**

Tehnica PWM a fost selectată pentru controlul intensității LED-urilor deoarece oferă un control precis al luminii, este eficientă din punct de vedere energetic și poate fi implementată cu ușurință pe FPGA. Această metodă ne permite să simulăm un semnal analog folosind semnale digitale, ceea ce este perfect pentru ajustarea intensității luminoase a LED-urilor.

**Alegerea Modurilor de Funcționare**

Modurile de funcționare manual, test și automat au fost concepute pentru a oferi utilizatorului flexibilitate maximă. Fiecare mod servește un scop diferit, de la controlul direct al luminii până la demonstrații automate și testarea funcționalității LED-urilor.

**Interfața Utilizatorului Intuitivă**

Interfața cu utilizatorul a fost proiectată pentru a fi cât mai intuitivă posibil, cu întrerupătoare pentru controlul manual și afișaje cu 7 segmente pentru feedback vizual. Aceasta asigură că orice utilizator, indiferent de nivelul său tehnic, poate opera sistemul cu ușurință.

**Concluzii**

Soluția aleasă pentru acest proiect reprezintă un echilibru între complexitatea tehnică și ușurința de utilizare. Prin combinarea tehnologiei FPGA cu tehnica PWM și o interfață utilizator bine gândită, am creat un sistem de iluminare cu LED-uri care este atât puternic, cât și accesibil.

**Instrucțiuni de utilizare și întreținere**

Proiectul dat presupune utilizarea plăcii Basys3 și respectiv softul Vivado 2016.4.

Pentru început, este necesară sintetizarea codului, asignarea pinilor și generarea fișierului cu extensia ”.bit”, după care este posibilă încărcarea proiectului pe placa FPGA.

Pentru acest lucru vom realiza următorii pași:

* 1. Lansăm aplicația Vivado 2016.4 și facem un nou proiect: **File > New Project**

A screenshot of a project

Description automatically generated

* 1. Se asociază un nume:

A screenshot of a project

Description automatically generated

* 1. Se configurează setarile corespunzătoare pentru plăcuța Basys3:

A white background with black text

Description automatically generated

* 1. Se adaugă fisierul sursă **Project > Add source**.
  2. Se completează corespunzator fișierul ce conține pinii pentru a implementa proiectul pe placă:

A screenshot of a computer

Description automatically generated

* 1. Se efectueaza urmatoarele operații, în ordinea în care sunt prezentate:  
     **Run Synthesis > Run Implementation > Generate Bitstream > Open Target > Auto Connect > Program Device**

A screenshot of a program

Description automatically generated

**Posibilități de Dezvoltare Ulterioară**

**Integrarea cu Senzori Inteligenți**

O direcție de dezvoltare ar putea fi integrarea sistemului cu senzori de mediu, cum ar fi senzori de lumină sau de mișcare, pentru a ajusta automat intensitatea LED-urilor în funcție de condițiile ambientale sau de prezența persoanelor.

**Extinderea Numărului de Moduri de Funcționare**

Sistemul ar putea fi extins pentru a include moduri de funcționare suplimentare, cum ar fi moduri sincronizate cu muzica sau moduri care imită ciclul natural al luminii solare pe parcursul unei zile.

**Utilizarea Algoritmilor de Învățare Automată**

Implementarea algoritmilor de învățare automată ar putea permite sistemului să învețe și să se adapteze la preferințele de iluminare ale utilizatorilor, optimizând astfel experiența de utilizare.

**Concluzii**

Aceste posibilități de dezvoltare ulterioară nu numai că vor îmbunătăți funcționalitatea și atractivitatea sistemului, dar vor asigura și că rămâne relevant în fața avansurilor tehnologice.

A computer on a red blanket

Description automatically generated

Fig. 4 Modul Test