



Arduino-Based LED Control: Exploring Lighting Patterns and Applications

التحكم في إضاءة LED باستخدام الأردوينو: استكشاف أنماط الإضاءة وتطبيقاتها

Ayman Abdelaziz Elias Babekir

أيمن عبد العزيز إلياس بابكر

March 7, 2023

7 مارس 2023

University of Khartoum, Electrical & Electronics Engineering department

جامعة الخرطوم، قسم الهندسة الكهربائية والإلكترونيات

Introduction

As part of our workshop at the Department of Electrical Engineering, University of Khartoum, we explored different ways to control LED lights using an Arduino. This project helped us understand fundamental programming concepts, circuit design, and the practical applications of LED-based systems.

Project Objectives

The main goals of this project were:

- To learn how to program an Arduino for LED control
- To experiment with different lighting effects
- To understand the importance of Pulse Width Modulation (PWM) in brightness control

Components and Tools

For this project, we used:

- Arduino Uno – The microcontroller that runs the program
- LEDs – The light-emitting diodes used for the display
- Resistors (220Ω) – To limit current and protect the LEDs
- Breadboard and Jumper Wires – For easy circuit connections

Methodology

We experimented with three different LED control techniques:

1. Blinking LED

This was the simplest method, where an LED turned on and off at regular intervals using the `delay()` function. The code for this effect was:

```
void setup() {  
  pinMode(13, OUTPUT); // Set pin 13 as an output  
}  
  
void loop() {  
  digitalWrite(13, HIGH); // Turn the LED on  
  delay(1000); // Wait for 1 second  
  digitalWrite(13, LOW); // Turn the LED off  
  delay(1000); // Wait for 1 second  
}
```

2. Chasing Effect

We connected multiple LEDs and programmed them to turn on and off in sequence, creating a running light effect. This is similar to how theater marquee lights or decorative LED strips work.

3. Fading Effect

To create a smooth brightness transition, we used Pulse Width Modulation (PWM), which allows the Arduino to control LED brightness. The following code was used for fading:

```
int ledPin = 9; // LED connected to PWM pin 9

void setup() {
  pinMode(ledPin, OUTPUT);
}

void loop() {
  for (int brightness = 0; brightness <= 255; brightness++) {
    analogWrite(ledPin, brightness); // Increase brightness
    delay(10);
  }
  for (int brightness = 255; brightness >= 0; brightness--) {
    analogWrite(ledPin, brightness); // Decrease brightness
    delay(10);
  }
}
```

Applications

LED control is widely used in various real-world applications, including:

- Indicator Lights – Used in appliances, vehicles, and industrial machines
- Traffic Signals – Controlling traffic lights efficiently
- Decorative Lighting – Used in home automation and stage lighting
- Safety and Emergency Systems – Flashing LEDs in alarms and warning signals

Conclusion

This project provided hands-on experience with Arduino programming and LED control techniques. We learned how to use digital outputs, loops, and PWM to create different lighting effects. The knowledge gained can be applied to larger projects, such as smart lighting systems and interactive displays.

خلال ورشة العمل في قسم الهندسة الكهربائية بجامعة الخرطوم، قمنا بتصميم مشروع للتحكم في إضاءة LED باستخدام الأردوينو، حيث تعلمنا كيفية برمجة الأنظمة المدمجة لإنشاء تأثيرات إضاءة مختلفة.

أهداف المشروع

- فهم كيفية التحكم في LED باستخدام الأردوينو
- تنفيذ تأثيرات إضاءة مختلفة مثل الوميض والتتابع والتلاشي
- التعرف على تقنية تعديل عرض النبضة (PWM) للتحكم في السطوع

المكونات والأدوات المستخدمة

- أردوينو أونو – المتحكم الأساسي
- مصابيح LED – لإنشاء تأثيرات الإضاءة
- مقاومات (220Ω) – لحماية المصابيح
- لوحة توصيل (Breadboard) وأسلاك توصيل – لتجميع الدائرة

طريقة العمل

1. وميض (Blinking LED)

يتم تشغيل وإطفاء LED بفواصل زمني ثابت باستخدام دالة delay().

```
void setup() {  
  pinMode(13, OUTPUT); // Set pin 13 as an output  
}  
  
void loop() {  
  digitalWrite(13, HIGH); // Turn the LED on  
  delay(1000); // Wait for 1 second  
  digitalWrite(13, LOW); // Turn the LED off  
  delay(1000); // Wait for 1 second  
}
```

2. تأثير الإضاءة المتتابعة (Chasing Effect)

تم توصيل عدة مصابيح LED وبرمجتها لتضيء بالتتابع، مما يشبه تأثير أضواء المسرح أو الإضاءة الزخرفية.

3. تأثير التلاشي (Fading Effect)

يتم التحكم في سطوع المصباح باستخدام تقنية PWM، كما في الكود التالي:

```

int ledPin = 9; // LED connected to PWM pin 9

void setup() {
  pinMode(ledPin, OUTPUT);
}

void loop() {
  for (int brightness = 0; brightness <= 255; brightness++) {
    analogWrite(ledPin, brightness); // Increase brightness
    delay(10);
  }
  for (int brightness = 255; brightness >= 0; brightness--) {
    analogWrite(ledPin, brightness); // Decrease brightness
    delay(10);
  }
}

```

التطبيقات العملية

- الإشارات الضوئية – تُستخدم في الأجهزة والسيارات والأنظمة الصناعية
- إشارات المرور – لتنظيم حركة المركبات والمشاة
- الإضاءة الزخرفية – في المنازل والمناسبات والمسرح
- أنظمة الإنذار – تنبيه ضوئي في حالات الطوارئ

الاستنتاج

ساهم هذا المشروع في تعزيز فهمنا لأنظمة التحكم في الإضاءة باستخدام الأردوينو. تعلمنا كيفية إنشاء تأثيرات إضاءة مختلفة، مما يفتح المجال لتطبيقات أكثر تعقيداً مثل الإضاءة الذكية والأنظمة التفاعلية.