ระบบปรับเฉดสีของไฟหน้ารถยนต์
Intelligent Headlight

พิชชาพร วิกรัยทวีพงษ์

Pitchaporn Wikrithaveepong

พีรเดช เชียงฉิน

Phiradet Chiangchin

สหชัย จ่ายพัตร

Sahachai Jaipat

ปริญญานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต

ภาควิชาวิศวกรรมอิเล็กทรอนิกส์

คณะวิศวกรรมศาสตร์

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

พ.ศ. 2563

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.

Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้
This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.
Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

ระบบปรับเฉดสีของไฟหน้ารถยนต์
Intelligent Headlight

โดย

พิชชาพร วิกรัยทวีพงษ์

พีรเดช เชียงฉิน

สหชัย จ่ายพัตร

อาจารย์ที่ปรึกษา

รองศาสตราจารย์ จิราวัฒน์ ปานกลาง

ปริญญานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต

ภาควิชาวิศวกรรมอิเล็กทรอนิกส์

คณะวิศวกรรมศาสตร์

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

พ.ศ. 2563

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.

Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

ปริญญานิพนธ์ปีการศึกษา 2563

ภาควิชา วิศวกรรมอิเล็กทรอนิกส์

คณะ วิศวกรรมศาสตร์

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

เรื่อง ระบบปรับเฉดสีของไฟหน้ารถยนต์

Intelligent Headlight

ผู้จัดทำ นางสาวพิชชาพร วิกรัยทวีพงษ์ รหัสนักศึกษา 60010698

นายพีรเดช เชียงฉิน รหัสนักศึกษา 60010733

นายสหชัย จ่ายพัตร รหัสนักศึกษา 60011040

ปริญญานิพนธ์นี้ผ่านการตรวจสอบโดยอาจารย์ที่ปรึกษาแล้ว

.....

รองศาสตราจารย์ จิราวัฒน์ ปานกลาง

อาจารย์ที่ปรึกษา

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.

Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

หัวข้อปริญญานิพนธ์	ระบบปรับเฉดสีของไฟหน้ารถยนต์ Intelligent Headlight	
นักศึกษาผู้จัดทำ	นางสาวพิชชาพร วิกรัยทวีพงษ์	รหัสนักศึกษา 60010698
	นายพีรเดช เชียงฉิน	รหัสนักศึกษา 60010733
	นายสหชัย จ่ายพัตร	รหัสนักศึกษา 60011040
ปริญญา	วิศวกรรมศาสตร์บัณฑิต	
ภาควิชา	วิศวกรรมอิเล็กทรอนิกส์	
ปีการศึกษา	2563	
อาจารย์ที่ปรึกษา	รศ.ดร. จิราวัฒน์ ปานกลาง	

บทคัดย่อ

การออกแบบระบบปรับสีของไฟหน้ารถยนต์ตามสภาพอากาศ เมื่อสภาพสิ่งแวดล้อมมีแสงน้อยไฟหน้ารถยนต์จะเปิดอัตโนมัติ ขณะรถยนต์เคลื่อนที่ในสภาวะปกติ ไฟหน้ารถยนต์ที่ใช้หลอด LED จะให้อุณหภูมิสีที่เหมาะสมในช่วงแสงขาว (6000K) เพราะแสงขาวจะทำให้ผู้ขับขี่รับรู้ถึงสีจริงของสภาวะแวดล้อม แต่เมื่อสภาพสิ่งแวดล้อมเปลี่ยนเป็นฝนตก แสงสีขาวจะสะท้อนอนุภาคของหมอกฝนกลับมามาก ทำให้แสงไฟหน้ารถยนต์ไม่สามารถใช้งานได้จริง และถ้าเราเปลี่ยนสีของแสงเป็นอุณหภูมิระหว่าง 2500K – 3000K แสงจะสามารถทะลุฝนเพื่อการขับขี่ที่ดีขึ้นได้ และเมื่อสภาพแวดล้อมเปลี่ยนเป็นหมอก เราจึงเปลี่ยนสีของแสงเป็นอุณหภูมิระหว่าง 2500K – 5500K โดยระบบประกอบด้วย เซ็นเซอร์วัดปริมาณน้ำฝน เซ็นเซอร์วัดความหนาแน่นของหมอก และเซ็นเซอร์วัดแสง นำค่าที่ได้มาประมวลผล และทำการปรับค่าอุณหภูมิสีของหลอด LED ขนาด 50W RGB ให้มีอุณหภูมิสีระหว่าง 2500K – 6000K

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้
This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.
Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

Thesis Title	Intelligent Headlight	
Authors	Miss Pitchaporn Wikrithaveepong	Student ID 60010698
	Mr. Phiradet Chiangchin	Student ID 60010733
	Mr. Sahachai Jaipat	Student ID 60011040
Degree	Bachelor of Engineering	
Program	Electronics Engineering	
Year	2020	
Thesis Advisor	Associate Professor Jirawath Parnklang	

ABSTRACT

The design of the color adjustment system of the car headlights according to the weather conditions. When the environment is poorly light, the headlights will turn on automatically. While the car is moving under normal conditions the headlights with LED bulbs have an optimum color temperature in the white light (6000K) because white light makes the driver perceive the true color of the environment. When the environment turns to rain the white light will reflect back more particles of the rain mist. Causing the car headlights to unusable and if we change the color of the light to a temperature between 2500K - 3000K, the light can through the rain for better driving, and when the environment turns to fog, so we change the color of the light to a temperature between 2500K - 5500K. The system consists of a rain sensor, dust density sensor, and light sensor. The values obtained are processed and adjust the color temperature of 50W RGB LED bulbs to have a color temperature between 2500K - 6000K.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.

Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

กิตติกรรมประกาศ

ในการจัดทำปริญญานิพนธ์ระบบปรับเฉดสีของไฟหน้ารถยนต์ (Intelligent Headlight) ในครั้งนี้สำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยดี จากความช่วยเหลือ แนะนำ และการให้คำปรึกษาจากรองศาสตราจารย์จิรวัฒน์ ปานกลาง ซึ่งเป็นอาจารย์ที่ปรึกษา

ขอขอบคุณเพื่อนที่ให้ความช่วยเหลือ ให้คำแนะนำ และแก้ไขปัญหาเมื่อพบปัญหาระหว่างจัดทำปริญญานิพนธ์นี้

ขอขอบคุณทางภาควิชาวิศวกรรมอิเล็กทรอนิกส์ที่อำนวยความสะดวกด้านสถานที่ในการจัดทำปริญญานพนธ์นี้

พิชชาพร วิกรัยทวีพงษ์
พีรเดช เชียงฉิน
สหชัย จ่ายพัตร

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้
This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.
Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

สารบัญ

เรื่อง หน้า

บทคัดย่อภาษาไทย.....I

บทคัดย่อภาษาอังกฤษ.....II

กิตติกรรมประกาศ.....III

สารบัญ.....IV

สารบัญตาราง.....VII

สารบัญรูป.....VIII

บทที่ 1 บทนำ 1

1.1 ที่มาและความสำคัญ 1

1.2 วัตถุประสงค์ของการศึกษา..... 1

1.3 ขอบเขตการวิจัย..... 1

1.4 ประโยชน์ที่คาดว่าจะรับ 1

บทที่ 2 ทฤษฎี..... 2

2.1 แสง 2

2.1.1 ลำแสง..... 2

2.1.2 การสะท้อนของแสง 2

2.1.3 สเปกตรัมของแสง 2

2.1.4 สีของแสง 3

2.2 หลักการ RGB LED 3

2.2.1 หลักการทำงานของ LED..... 3

2.2.2 รูปแบบของ LED..... 4

2.2.3 RGB LED..... 5

2.2.4 ระบบ RGB..... 7

2.3 หน่วยที่ใช้ในการวัดแสงสว่าง..... 7

2.3.1 ความสว่าง [หน่วย SI : ลักซ์ (Lux)]..... 7

2.3.2 ปริมาณแสง [หน่วย SI : ลูเมน (Lumen)]..... 7

2.3.3 ความเข้มข้นของการส่องสว่าง [หน่วย SI : แคนเดลา (Candela)]..... 7

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.

Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

สารบัญ (ต่อ)

เรื่อง หน้า

2.3.4 กำลังไฟฟ้า [หน่วย SI : วัตต์ (Watt)] 7

2.3.5 อุณหภูมิแสง [หน่วย SI : เคลวิน (Kelvin)] 8

2.4 ไฟตัดหมอก 10

2.4.1 ความสำคัญของไฟตัดหมอก 10

2.4.2 ประเภทของไฟตัดหมอก 10

2.4.3 สีของแสงไฟตัดหมอก 11

2.5 เซ็นเซอร์ตรวจจับน้ำฝน (Raindrops Detection Sensor) 11

2.6 เซ็นเซอร์ GP2Y1010AU0F 12

2.7 ปริมาณน้ำฝนจากเรดาร์ 12

2.8 วงจร Buck Converter 13

2.8.1 ความหมายของวงจร Buck Converter 13

2.8.2 คุณสมบัติของวงจร Buck Converter 14

2.9 แบตเตอรี่รถยนต์ 14

2.9.1 ความหมายของแบตเตอรี่รถยนต์ 14

2.9.2 แรงดันแบตเตอรี่รถยนต์ 14

2.10 DS3231 Module 15

2.11 Light Dependent Resistor 16

2.11.1 ความหมายของ Light Dependent Resistor 16

2.11.2 หลักการทำงานของ Light Dependent Resistor 16

บทที่ 3 การคำนวณและการออกแบบ 17

3.1 ออกแบบแผนผังการทำงานของวงจร 17

3.2 การเขียนโปรแกรมให้กับเซ็นเซอร์ฝน 17

3.3 การเขียนโปรแกรมให้กับเซ็นเซอร์หมอก 18

3.4 การเขียนโปรแกรมให้กับเซ็นเซอร์แสง 19

3.5 การเขียนโปรแกรมให้กับRTC 19

3.6 วงจรขับแอลอีดี 21

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.

Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

สารบัญ (ต่อ)

เรื่อง หน้า

3.7 ลายวงจรพีซีบี ของวงจรขับแอลอีดี 21

3.8 วงจรควบคุมปรับเฉดสีของไฟหน้ารถยนต์ตามสภาพฝนตก 22

บทที่ 4 ผลการทดลอง 23

4.1 บันทึกผลการทดลองของเซ็นเซอร์หมอก(Dust sensor) 23

4.2 บันทึกผลการทดลองของโมดูลเซ็นเซอร์ตรวจจับน้ำฝน(Rain Sensor) 24

4.3 คุณสมบัติของหลอด LED RGB 25

4.4 บันทึกผลการทดลองของเซ็นเซอร์วัดอุณหภูมิสี (Color Sensor) 27

4.5 วัดสัญญาณพัลส์ที่ใช้ขับหลอด LED RGB 30

4.5.1 สัญญาณพัลส์ที่อุณหภูมิสี 2500K 30

4.5.2 สัญญาณพัลส์ที่อุณหภูมิสี 3000K 30

4.5.3 สัญญาณพัลส์ที่อุณหภูมิสี 4500K 31

4.5.4 สัญญาณพัลส์ที่อุณหภูมิสี 6000K 31

4.6 บันทึกผลการทดลองของเซ็นเซอร์แสง(LDR) 32

บทที่ 5 สรุปผลการทดลองและข้อเสนอแนะ 33

5.1 สรุปผลการทดลอง 33

5.2 วิจารณ์ผลการทดลอง 33

เอกสารอ้างอิง 34

ภาคผนวก 35

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.

Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

สารบัญตาราง

ตารางที่ หน้า

4.1 ปริมาณหมอกที่วัดได้จากเซ็นเซอร์ 23
4.2 ปริมาณน้ำที่วัดได้จากเซ็นเซอร์ 24
4.3 Red LED 25
4.4 Green LED 26
4.5 Blue LED 26
4.6 ผลการทดลองของเซ็นเซอร์วัดอุณหภูมิสี 27
4.7 ผลการทดลองของเซ็นเซอร์แสง 32

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้
This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.
Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

สารบัญรูป

รูปที่ หน้า

2.1 ภาพแสดงสเปกตรัมของคลื่นแสงขาว 3
2.2 ภาพแสดงการผสมสีปฐมภูมิบนฉากขาว 3
2.3 ภาพโครงสร้างภายในหลอด LED 4
2.4 ตัวอย่าง LED แบบ Lamp Type 4
2.5 ตัวอย่าง LED แบบ Surface Mount Type (SMD) 5
2.6 RGB LED 6
2.7 เส้นสเปกตรัมแบบรวม 6
2.8 สีของแอลอีดีในแต่ละอุณหภูมิแสง 8
2.9 อุณหภูมิสีของแสงหลัก 8
2.10 อุณหภูมิสีของแสงตามธรรมชาติ 9
2.11 อุณหภูมิสีของแสงอ้างอิงจากแอลอีดี 9
2.12 ตัวอย่างอุณหภูมิสีของแสงโดยทั่วไป 10
2.13 เซ็นเซอร์ตรวจจับน้ำฝน 11
2.14 เซ็นเซอร์ GP2Y1010AU0F 12
2.15 รูปแผนที่จากเรดาร์และสัญญาณสะท้อนกลับกับเป้าทางอุตุนิยมวิทยา 12
2.16 วงจร Buck Converter 13
2.17 Switch ที่สภาวะ ON 13
2.18 Switch ที่สภาวะ OFF 14
2.19 แรงดันแบตเตอรี่รถยนต์ 15
2.20 RTC Module 15
2.21 LDR Sensor 16
3.1 แผนผังการทำงานของวงจร 17

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้
This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.
Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

สารบัญรูป (ต่อ)

รูปที่ **หน้า**

3.2 การเขียนโปรแกรมเซ็นเซอร์ฝน 17

3.3 การเขียนโปรแกรมเซ็นเซอร์หมอก 18

3.4 การเขียนโปรแกรมเซ็นเซอร์หมอก 18

3.5 การเขียนโปรแกรมเซ็นเซอร์แสง 19

3.6 การเขียนโปรแกรมRTC 19

3.7 การเขียนโปรแกรมRTC 20

3.8 การเขียนโปรแกรมRTC 20

3.9 การเขียนโปรแกรมRTC 21

3.10 วงจรขับแอลอีดี 21

3.11 ลายวงจรพีซีบี ของวงจรขับแอลอีดี 21

3.12 วงจรควบคุมปรับเฉดสีของไฟหน้ารถยนต์ 22

3.13 ภาพรวมชิ้นงาน 22

4.1 กราฟความสัมพันธ์ระหว่างความต่างศักย์กับความหนาแน่นของหมอก 24

4.2 กราฟความสัมพันธ์ระหว่างระดับน้ำฝนกับความต้านทาน 25

4.3 กราฟความสัมพันธ์ระหว่างกระแสและแรงดันของ LED RGB 27

4.4 สีของไฟที่อุณหภูมิสี 2500K 28

4.5 สีของไฟที่อุณหภูมิสี 3000K 28

4.6 สีของไฟที่อุณหภูมิสี 4500K 29

4.7 สีของไฟที่อุณหภูมิสี 6000K 29

4.8 สัญญาณพัลส์ที่ขับ LED RGB 30

4.9 สัญญาณพัลส์ที่ขับ LED RGB 30

4.10 สัญญาณพัลส์ที่ขับ LED RGB 31

4.11 สัญญาณพัลส์ที่ขับ LED RGB 31

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.

Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

บทที่ 1

บทนำ

1.1 ที่มาและความสำคัญ

ปัจจุบันการขับรถยนต์ในบางครั้งก็มีทัศนวิสัยที่ไม่ดี เช่น ความสว่างที่น้อย หมอกที่หนา ฝนตกหนักเป็นต้น อาจทำให้เกิดอุบัติเหตุ และปัญหาต่างๆตามมา

ไฟหน้ารถในปัจจุบันไม่สามารถปรับเปลี่ยนสีได้ตามทัศนวิสัย และสีของไฟหน้ารถอาจจะไม่ใช่สีที่ทำให้การมองเห็นดีขึ้น จึงทำให้เกิดโครงงานนี้ขึ้นมา โดยไฟหน้ารถนี้สามารถปรับเปลี่ยนสีได้ตามทัศนวิสัย และสีของไฟจะช่วยให้การมองเห็นดีขึ้น

1.2 วัตถุประสงค์ของการศึกษา

1.2.1 เพื่อสร้างไฟหน้ารถที่สามารถปรับเปลี่ยนสีได้ตามทัศนวิสัย

1.2.2 เพื่อศึกษาเซ็นเซอร์แสง เซ็นเซอร์หมอก และเซ็นเซอร์ฝน

1.2.3 เพื่อศึกษาวงจรไดรฟ์ของหลอดไฟ RGB

1.2.4 เพื่อสร้างไฟหน้ารถยนต์ที่สามารถเปิดได้อัตโนมัติเมื่อมีแสงน้อย

1.3 ขอบเขตการวิจัย

1.3.1 ขอบเขตเวลา

ตั้งแต่วันที่ 3 กันยายน 2563 ถึงวันที่ 5 พฤษภาคม 2564

1.3.2 ขอบเขตการศึกษา

สามารถปรับเปลี่ยนสีของไฟหน้ารถได้ตามวิสัยทัศน์การมองเห็น เช่น แสงสว่าง หมอก ฝน เป็นต้น โดยมีกระแสที่ไหลผ่านแอลอีดีทั้ง 3 สีเท่ากันคือ 0.6 A และไฟหน้ารถยนต์สามารถปรับสีของไฟได้ละเอียดมากขึ้น

1.3.3 ขอบเขตสถานที่

สถานที่ปฏิบัติงาน คณะวิศวกรรมศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหาร-ลาดกระบัง

1.4 ประโยชน์ที่คาดว่าจะรับ

1.4.1 สามารถทำให้วิสัยทัศน์การมองเห็นดีขึ้น

1.4.2 มีความรู้เกี่ยวกับหลักการทำงานของอุปกรณ์ต่างๆ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้
This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.
Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

บทที่ 2

ทฤษฎี

2.1 แสง

2.1.1 ลำแสง

แสงเป็นพลังงานรูปหนึ่ง เดินทางในรูปคลื่นด้วยอัตราเร็วสูง 300,000 กิโลเมตรต่อวินาที แหล่งกำเนิดแสงมีทั้งแหล่งกำเนิดที่เกิดขึ้นเองตามธรรมชาติ เช่น แสงดวงอาทิตย์ที่เป็นแหล่งพลังงานของสิ่งมีชีวิต แหล่งกำเนินแสงที่มนุษย์สร้างขึ้น เช่น แสงสว่างจากหลอดไฟ เป็นต้น

เมื่อแสงเคลื่อนที่ผ่านกลุ่มควันหรือฝุ่นละออง จะเห็นเป็นลำแสงเส้นตรง และสามารถทะลุผ่านวัตถุได้ วัตถุที่ยอมให้แสงเคลื่อนที่ผ่านเป็นเส้นตรงไปได้นั้น เราเรียกวัตถุนี้ว่า วัตถุโปร่งใส เช่น แก้ว อากาศ น้ำ เป็นต้น ถ้าแสงเคลื่อนที่ผ่านวัตถุบางชนิดแล้วเกิดการกระจายของแสงออกไป โดยรอบทำให้แสงเคลื่อนที่ไม่เป็นเส้นตรง เราเรียกวัตถุนั้นว่า วัตถุโปร่งแสง เช่น กระจกฝ้า กระดาษไข พลาสติกฝ้า เป็นต้น ส่วนวัตถุที่ไม่ยอมให้แสงเคลื่อนที่ผ่านไปได้ เราเรียกว่า วัตถุทึบแสง เช่น ผนังคอนกรีต กระดาษแข็งหนาๆ เป็นต้น วัตถุทึบแสงจะสะท้อนแสงบางส่วนและดูดกลืนแสงบางส่วนไว้ทำให้เกิดเงาขึ้น

2.1.2 การสะท้อนของแสง

เป็นปรากฏการณ์ที่แสงเดินทางจากตัวกลางที่มีความหนาแน่นค่าหนึ่งมายังตัวกลางที่มีค่าความหนาแน่นอีกตัวหนึ่ง ทำให้แสงตกกระทบกับตัวกลางใหม่ แล้วสะท้อนกลับสู่ตัวเดิม เช่น การสะท้อนของแสงจากอากาศกับผิวหน้าของกระจกเงาจะเกิดการสะท้อนแสงที่ผิวหน้าของกระจกเงาราบแล้วกลับสู่อากาศดังเดิม เมื่อแสงตกกระทบกับผิวหน้าของตัวกลางใดๆ ปริมาณและทิศทางของการสะท้อนของแสง จะมากหรือน้อย ขึ้นอยู่กับธรรมชาติของพื้นผิวหน้าของตัวกลางที่ตกกระทบ จากรูป เมื่อลำแสงขนานตกกระทบพื้นผิวหน้าวัตถุที่เรียบ แสงจะสะท้อนเป็นลำแสงขนานเหมือนกับลำแสงที่ตกกระทบ การสะท้อนบนพื้นผิวหน้าที่เรียบ โดยเรียกว่า การสะท้อนแบบสม่ำเสมอ

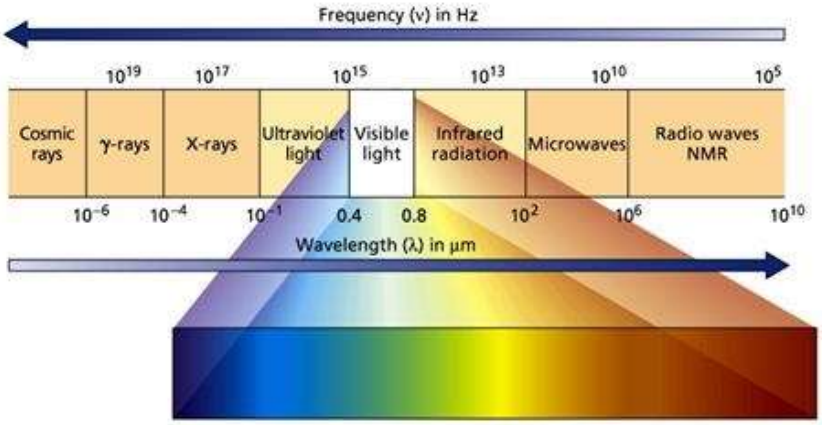
กฎการสะท้อนของแสง (The Laws of Reflection) มี 2 ข้อ ดังนี้

1. รังสีตกกระทบ รังสีสะท้อน และเส้นปกติจะอยู่ในระนาบเดียวกัน
2. มุมตกกระทบเท่ากับมุมสะท้อน

2.1.3 สเปกตรัมของแสง

แสงจากดวงอาทิตย์เป็นแสงขาว ซึ่งเราสามารถใช้ปริซึมแยกแสงที่เป็นองค์ประกอบของแสงขาวออกจากกันได้เป็นแถบสีต่างๆ 7 สีเรียงติดกัน เราเรียกแถบสีที่เรียงติดกันนี้ว่า สเปกตรัม แสงขาว (Visible light) คือ ช่วงคลื่นแสงที่ทำให้ตาเราสามารถมองเห็นวัตถุเป็นสีต่างๆได้

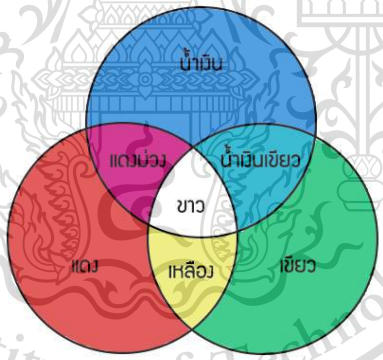
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้
This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.
Forbidden to modify the content, and cite the document when use.



รูปที่ 2.1 ภาพแสดงสเปกตรัมของคลื่นแสงขาว

2.1.4 สีของแสง

การมองเห็นสีต่าง ๆ บนวัตถุเกิดจากการผสมของแสงสี เช่น แสงขาวอาจเกิดจากแสงเพียง 3 สีรวมกัน แสงทั้ง 3 สี ได้แก่ แสงสีแดง แสงสีเขียว และแสงสีน้ำเงิน หรือเรียกว่า สีปฐมภูมิ และถ้านำแสงที่เกิดจากการผสมกันของสีปฐมภูมิ 2 สีมารวมกันจะเกิดเป็น สีทุติยภูมิ ซึ่งสีทุติยภูมิแต่ละสีจะมีความแตกต่างกันในระดับความเข้มสีและความสว่างของแสง ดังภาพ.



รูปที่ 2.2 ภาพแสดงการผสมสีปฐมภูมิบนฉากขาว

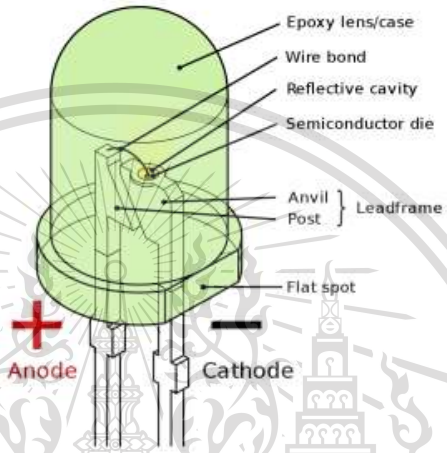
2.2 หลักการ RGB LED

2.2.1 หลักการทำงานของ LED

หลอด LED หรือไดโอดเปล่งแสง โครงสร้างประกอบไปด้วยสารกึ่งตัวนำสองชนิด (สารกึ่งตัวนำชนิด N และสารกึ่งตัวนำชนิด P) ประกบเข้าด้วยกัน มีผิวข้างหนึ่งเรียบคล้ายกระจกเมื่อจ่ายไฟฟ้ากระแสตรงผ่านตัว LED โดยจ่ายไฟบวกให้ขาแอโนต (A) จ่ายไฟลบให้ขาแคโทด (K) ทำให้อิเล็กตรอนที่สารกึ่งตัวนำชนิด N มีพลังงานสูงขึ้น จนสามารถวิ่งข้ามรอยต่อจากสารชนิด N ไปรวมกับโฮลในสารชนิด P การที่อิเล็กตรอนเคลื่อนที่ผ่านรอยต่อ PN ทำให้เกิดกระแสไหล เป็นผลให้ระดับ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้
This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.
Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

พลังงานของอิเล็กตรอนเปลี่ยนไปและคายพลังงานออกมาในรูปคลื่นแสง สีของแสงที่เกิดจากรอยต่อจะขึ้นอยู่กับชนิดของวัสดุที่นำมาใช้ในการสร้าง LED ทั้งชนิดที่เป็นของเหลวและก๊าซ เช่น ใช้แกลเลียมฟอสไฟด์ (GALLIUM PHOSPHIDE,GaP) ทำให้เกิดแสงสีแดง ใช้แกลเลียมอาซีไนด์ฟอสไฟด์ (GALLIUM ARSENIDE PHOSPHIDE,GaAsP) เกิดแสงสีเหลืองและเขียวการควบคุมปริมาณแสงสว่างจะควบคุมกระแสที่ไหลผ่านหลอด LED หากกระแสที่ไหลสูงมากไปจะทำให้หลอดมีความสว่างมาก แต่หากป้อนกระแสสูงมาไปจะทำให้บริเวณรอยต่อของสารกึ่งตัวนำเกิดความร้อนปริมาณมากจนทำให้โครงสร้างหลอดเสียหายไม่สามารถใช้งานได้อีก



รูปที่ 2.3 ภาพโครงสร้างภายในหลอด LED

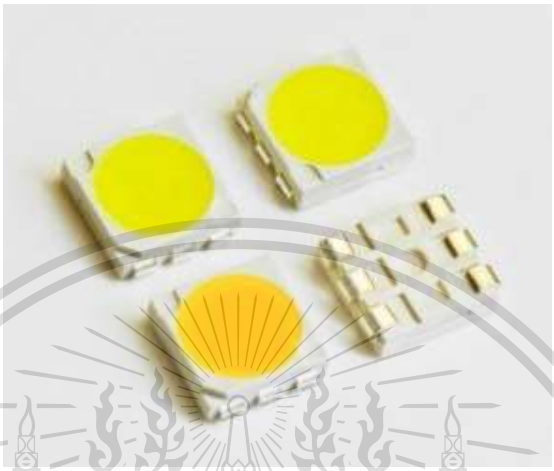
2.2.2 รูปแบบของ LED

ปัจจุบันแอลอีดีมีหลายรูปแบบ หากแบ่งแอลอีดีตามลักษณะของ Packet แบ่งได้ 2 แบบคือ 1. แบบ Lamp Type เป็นแอลอีดีชนิดที่พบกันอยู่ทั่วไปมีขายื่นออกมาจากตัว Epoxy 2 ขาหรือมากกว่า โดยมีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางตั้งแต่ 3 mm. ขึ้นไป บริษัทผู้ผลิตจะออกเบบให้ขับกระแสได้ไม่เกิด 150 mA

รูปที่ 2.4 ตัวอย่าง LED แบบ Lamp Type

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้
This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.
Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

2. แบบ Surface Mount Type (SMD) มีลักษณะ packet เป็นตัวบางๆ เวลาประกอบต้องใช้เครื่องมือชนิดพิเศษมีขนาดการขับกระแสตั้งแต่ 20 mA-มากกว่า 1 A สำหรับแอลอีดีแบล SMD ถ้าขับกระแสได้ตั้งแต่ 300 mA ขึ้นไป จะเรียกว่า power LED การใช้งานส่วนใหญ่จะใช้ภายในเนื่องจากสารเคลือบหน้าหลอดแอลอีดีส่วนใหญ่จะเป็นซิลิโคน ซึ่งละอองน้ำหรือความชื้นสามารถซึมผ่านได้



รูปที่ 2.5 ตัวอย่าง LED แบบ Surface Mount Type (SMD)

2.2.3 RGB LED

LED RGB ประกอบด้วยไฟ LED สีแดง สีเขียว และสีน้ำเงินในหนึ่งดวง โดยการปรับ แต่ละสีอย่างอิสระ LED RGB จะสามารถให้ช่วงสีกว้าง แตกต่างจาก LEDs เฉพาะสีเหล่านี้อย่างเห็นได้ชัด ไม่ได้ผลิตความยาวคลื่นบริสุทธิ์ นอกจากนี้โมดูลดังกล่าวเป็นใช้ได้ในเชิงพาณิชย์มักจะไม่เหมาะสำหรับการผสมสีเรียบ

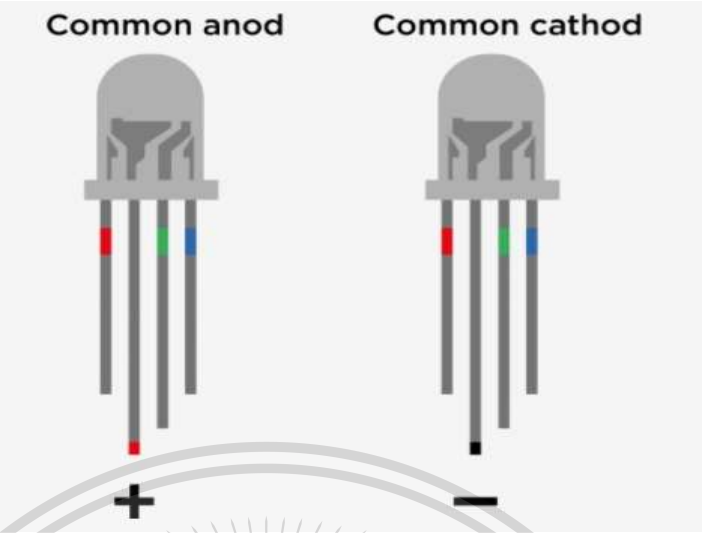
สีขาว มีสองวิธีหลักในการผลิตไดโอดเปล่งแสง สีขาว (WLED) ไฟ LED ที่สร้างแสงสีขาวความเข้มสูง หนึ่งคือการใช้ไฟ LED แต่ละดวงที่เปล่ง สีหลัก สาม สี แดง เขียวและน้ำเงิน แล้วผสมสีทั้งหมดให้เป็นแสงสีขาว อีกประการหนึ่งคือการใช้วัสดุฟอสเฟอร์ในการแปลงแสง โมโนโครมจากแสงสีฟ้าหรือแสง UV ไปเป็นแสงสีขาวในวงกว้างมากเช่นเดียวกับหลอดไฟ ฟลูออเรสเซ็นต์ เป็นสิ่งสำคัญที่จะต้องสังเกตว่า "ความขาว" ของแสงถูกออกแบบมาเพื่อให้เหมาะสมกับสายตามนุษย์และขึ้นอยู่กับสถานการณ์อาจไม่เหมาะที่จะคิดว่าเป็นแสงสีขาว มีสามวิธีหลักในการผสมสีเพื่อผลิตแสงสีขาวจากหลอด LED

1. LED สีน้ำเงิน LED + LED สีเขียว + LED สีแดง (ผสมสีสามารถใช้เป็นแบ็คไลท์สำหรับการแสดงผลได้ไม่ดีมากสำหรับแสงสว่างเนื่องจากช่องว่างในสเปกตรัม)

2. ใกล้ UV หรือ UV LED + RGB phosphor (ไฟ LED ผลิตที่มีความยาวคลื่นสั้นกว่าสีฟ้าจะใช้ในการกระตุ้นความเร่าร้อน RGB)

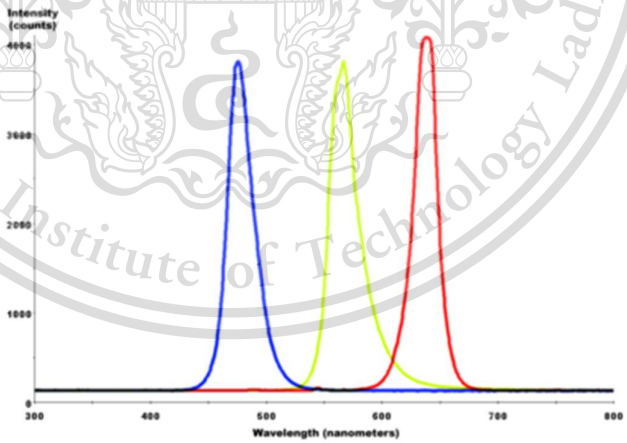
3. ไฟ LED สีน้ำเงิน + เหลืองฟอสเฟอร์ (สีเสริมสองสีรวมกันเป็นแสงสีขาวมีประสิทธิภาพมากกว่าสองวิธีแรกและใช้กันทั่วไป)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้
This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.
Forbidden to modify the content, and cite the document when use.



รูปที่ 2.6 RGB LED

เนื่องจาก metamerism อาจมีสเปกตรัมที่แตกต่างกันออกไปปรากฏเป็นสีขาว อย่างไรก็ตามลักษณะที่ปรากฏของวัตถุที่ส่องสว่างด้วยแสงนั้นอาจแตกต่างกันไปเนื่องจากสเปกตรัมแตกต่างกันไปซึ่งเป็นปัญหาของการกระทำสีซึ่งค่อนข้างแยกออกจากอุณหภูมิสีซึ่งวัตถุสีส้มหรือสีฟ้าจริงๆ อาจปรากฏขึ้นพร้อมกับสีผิดเพี้ยนและมืดมากขึ้นเนื่องจาก LED หรือสารเรืองแสงที่ไม่ปล่อยความยาวคลื่น การแสดงสีที่ดีที่สุดของ CFL และ LEDs ใช้สารเรืองแสงผสมกันซึ่งส่งผลให้ประสิทธิภาพของแสงน้อยลง แต่ให้คุณภาพที่ดีขึ้น แม้ว่า หลอด ฮาโลเจน จะมีอุณหภูมิสีส้มมากขึ้น แต่ก็ยังคงเป็นแหล่งกำเนิดแสงประดิษฐ์ได้ดีที่สุดในแง่ของการแสดงสี



รูปที่ 2.7 เส้นสเปกตรัมแบบรวม

RGB เส้นสเปกตรัมแบบรวมสำหรับสีฟ้า, สีเหลืองสีเขียวและความสว่างสูงสีแดงของแข็งไฟ LED สถานะเซมิคอนดักเตอร์ แบนด์วิดธ์สเปกตรัม FWHM อยู่ที่ประมาณ 24-27 นาโนเมตร สำหรับทั้งสามสี

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้
This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.
Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

2.2.4 ระบบ RGB

ในระบบ RGB นั้นสเปกตรัมสเปกตรัมทั้งหมดนั้นได้มาจากการรวมกันของสามสีหลัก สีแดง สีน้ำเงิน และสีเขียว ตั้งค่าที่ระดับความสว่างที่แตกต่างกัน ระบบนี้เป็นสารเติมแต่งนั่นคือมันเป็นไปตามกฎสำหรับการเพิ่มสี ผลรวมของสามสีหลักที่ความอิ่มตัวสูงสุดจะให้สีขาว

ระบบนี้ใช้ได้กับภาพทั้งหมดที่มองเห็นได้ในแสงที่ส่งหรือส่องโดยตรง มันเพียงพอต่อการรับรู้สีของดวงตามนุษย์ซึ่งผู้รับยังได้รับ“ ปรับ” เป็นสีแดงสีน้ำเงินและสีเขียว ดังนั้นการสร้างภาพบนหน้าจอมอนิเตอร์สแกนเนอร์และอุปกรณ์ออฟติคอลอื่น ๆ ที่สอดคล้องกับระบบ RGB ในระบบ RGB ของคอมพิวเตอร์สีหลักแต่ละสีสามารถมีการไล่ระดับความสว่างได้ 256 ระดับ (นี่เป็นเพราะลักษณะเฉพาะของการประมวลผลข้อมูลในคอมพิวเตอร์ 256 การไล่ระดับสีสอดคล้องกับโหมด 8 บิต)

2.3 หน่วยที่ใช้ในการวัดแสงสว่าง

2.3.1 ความสว่าง [หน่วย SI : ลักซ์ (Lux)]

หมายถึง ปริมาณแสงที่กระทบลงบนวัตถุต่อพื้นที่มีหน่วยเป็น "ลูเมนต่อตารางเมตร" หรือ ลักซ์ (ถ้าหน่วยเป็นลูเมนต่อตารางฟุต ความส่องสว่างก็เป็นฟุตแคนเดิล) สำหรับค่าความสว่าง ปกติเราจะใช้อุปกรณ์ที่เรียกว่า "ลักซ์มิเตอร์" เป็นเครื่องมือวัดค่าความสว่างของโคมไฟนั้น ตัวอย่างเช่น หากเราใช้ลักซ์มิเตอร์วัดความสว่างถนน โดยวัดจากจุดกึ่งกลางของโคมไฟถนนจนถึงระนาบพื้นถนน สมมติว่าได้ค่าความสว่างเท่ากับ 40 ลักซ์ ซึ่งค่าความสว่างที่ได้นี้มักนำไปเปรียบเทียบกับมาตรฐานความสว่างที่กำหนดโดยหน่วยงานต่าง ๆ ว่า มีความสว่างเหมาะสมกับพื้นที่และกิจกรรมในพื้นที่เหล่านั้นหรือไม่ หากได้ค่าไฟที่ต่ำว่ามาตรฐาน วิธีแก้ไขคือ การเพิ่มกำลังของหลอดไฟให้สูงขึ้นหรือเพิ่มจำนวนโคมไฟให้มีความถี่มากขึ้น

2.3.2 ปริมาณแสง [หน่วย SI : ลูเมน (Lumen)]

ทางวิศวกรรมเรียกว่าฟลักซ์ส่องสว่าง คือหน่วยการวัดปริมาณแสงที่นิยมใช้ในงานวิศวกรรม เป็นการวัดในรูปของเส้นแรงของแสง โดยการบอกค่าปริมาณแสงที่ออกมาจากหลอดใด ๆ มีหน่วยเป็น "ลูเมน" เช่น หลอดฟลูออเรสเซ็นต์สี Cool White 4000K 36Watt 1 หลอด มีค่าปริมาณแสงประมาณ 3,000 ลูเมน ดูง่าย ๆ ก็คือ หากหลอดไฟมีจำนวนลูเมนสูง ก็จะให้ความสว่างสูงเช่นกัน

2.3.3 ความเข้มข้นของการส่องสว่าง [หน่วย SI : แคนเดลา (Candela)]

อาจเรียกว่ากำลังส่องสว่าง โดยวัดเป็น "แรงเทียน" (Candlepower) สามารถวัดค่าได้ตามความมากน้อยของพลังงานที่ออกมาจากแหล่งกำเนิดแสงสว่างโดยกำลังการส่องสว่างหรือความเข้มข้นของการส่องสว่าง 1 แคนเดลาเทียบเท่ากับ 1 แรงเทียน หากหลอดไฟมีค่าความเข้มของการส่องสว่างมากก็แปลว่าหลอดนั้นจะให้ความสว่างมากนั่นเอง

2.3.4 กำลังไฟฟ้า [หน่วย SI : วัตต์ (Watt)]

คือ อัตรการกินไฟของเครื่องใช้ไฟฟ้านั้น ๆ ซึ่งในที่นี้ก็คือหลอดไฟและอุปกรณ์โคมจำพวกบัลลาสต์หรือทรานฟอร์เมอร์ สังเกตุง่าย ๆ ว่า ถ้าจำนวนวัตต์สูง แปลว่าโคมไฟนั้นจะกินไฟมากและหมายถึงค่าไฟที่เราต้องจ่ายมากขึ้นอีกด้วย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้
This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.
Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

2.3.5 อุณหภูมิแสง [หน่วย SI : เคลวิน (Kelvin)]

รูปที่ 2.8 สีของแอลอีดีในแต่ละอุณหภูมิแสง

หลอดไฟแต่ละยี่ห้อจะเรียกสีของแสงแตกต่างกันไปอุณหภูมิแสงที่ปรากฏเป็นตัวเลขอยู่บนกล่องจะบอกเราได้ดีที่สุดว่าหลอดไฟหลอดนี้ให้สีอะไร ปกติหลอดไฟที่นิยมใช้กับการตกแต่งสวนตามท้องตลาดทั่วไปจะมีอุณหภูมิสีของแสงดังนี้

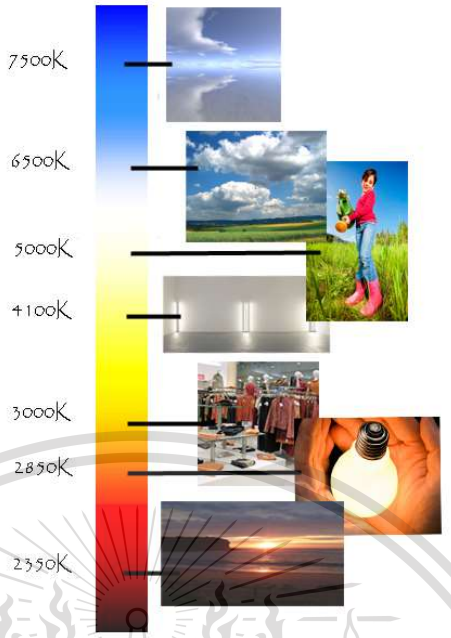
รูปที่ 2.9 อุณหภูมิสีของแสงหลัก

1. อุณหภูมิแสง 2700K และ 3000K หรือที่เราเรียกว่า " สีวอร์มไวท์ (Warm White)" สีของแสงจะออกไปโทนส้มเหลือง ให้ความรู้สึกอบอุ่น โดยอุณหภูมิแสง 2700K จะให้แสงสีเหลืองมากกว่า 3000K ปกติเราจะใช้สีวอร์มไวท์กับต้นไม้ที่มีลำต้นหรือใบโทนสีน้ำตาล แดง เหลือง เพื่อความสมจริง

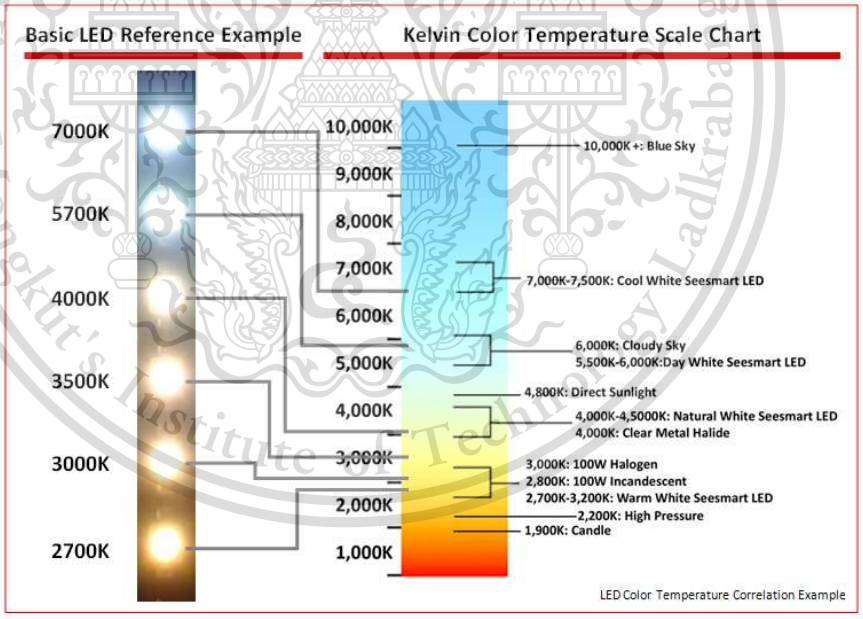
2. อุณหภูมิแสง 4000K เรียกว่า "สีคูลไวท์ (Cool White)" สีของแสงจะออกไปทางสีเหลืองค่อนข้างขาว เหมาะกับต้นไม้ที่มีลำต้นหรือใบในโทนสีเขียว

3. อุณหภูมิแสง 6500K เรียกว่า "สีเดย์ไลท์ (Daylight)" สีของแสงจะออกไปทางสีขาวอมฟ้า ส่วนใหญ่มักจะใช้เป็นอุณหภูมิสีของไฟในสระว่ายน้ำช่วยขับสีกระเบื้องสระว่ายน้ำส่วนใหญ่มักปูเป็นสีฟ้าหรือสีน้ำเงินให้ดูโดดเด่นยิ่งขึ้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้
This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.
Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

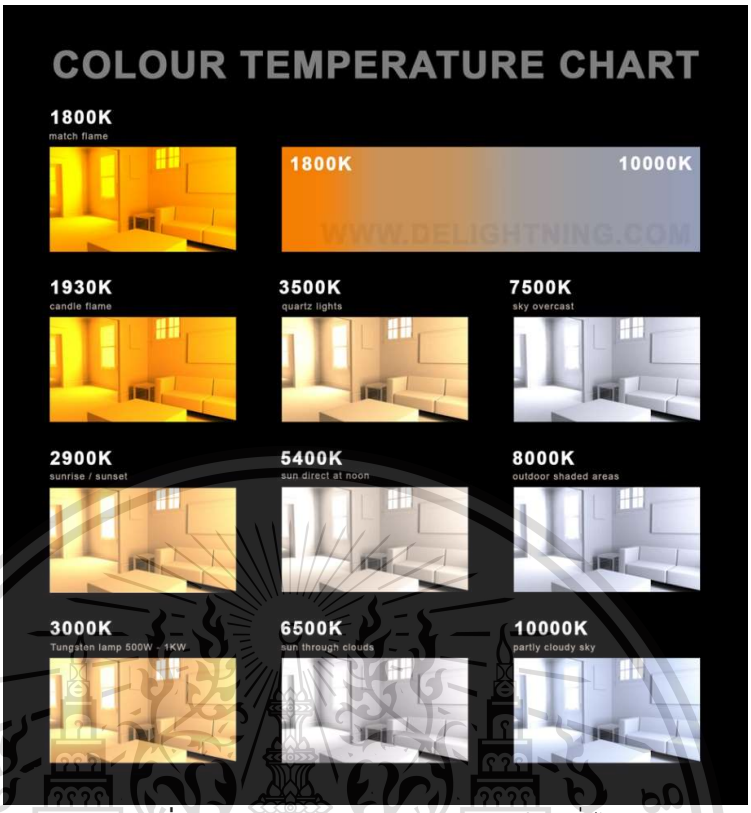


รูปที่ 2.10 อุณหภูมิสีของแสงตามธรรมชาติ



รูปที่ 2.11 อุณหภูมิสีของแสงอ้างอิงจากแอลอีดี

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้
This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.
Forbidden to modify the content, and cite the document when use.



รูปที่ 2.12 ตัวอย่างอุณหภูมิสีของแสงโดยทั่วไป

2.4 ไฟตัดหมอก

2.4.1 ความสำคัญของไฟตัดหมอก

ไฟตัดหมอก เป็นสิ่งจำเป็นในการเดินทางท่องเที่ยว ตามเส้นทางธรรมชาติมาก เพราะเส้นทางในป่า หรือบนเขาสูงทั่วไป เวลากลางคืนนอกจากจะมืดสนิทแล้ว ด้วยความชื้นและความสูงจากระดับน้ำทะเลมากทำให้มีหมอกปกคลุม หรืออาจจะมีสายฝนที่เกิดจากเมฆหมอกเหล่านั้น ซึ่งล้วนเป็นอุปสรรคบดบังทัศนวิสัยในการขับรถเป็นอย่างมากในแถบประเทศที่มีภูมิประเทศเป็นภูเขาสูงอากาศหนาว หรือประเทศที่เป็นเกาะล้อมรอบด้วยน้ำ มีฝนตกบ่อยตลอดทั้งปี ทั้งมีบรรยากาศขมุกขมัว หรือมีหมอกเป็นส่วนมาก เพื่อความปลอดภัยในการใช้ยานพาหนะ จึงมีการคิดค้นไฟตัดหมอกขึ้นมา ไฟตัดหมอกจะให้ความสว่างสูงกว่าไฟหน้ามาก ส่วนใหญ่หลอดจะเป็นสปอทไลท์ส่องในระนาบขนานกับพื้นถนน หรือตกกระทบพื้นในระยะไกล ความสว่างจึงมีมาก และลำแสงจะพุ่งไปไกลกว่าหลอดไฟหน้าปกติ ถ้าเปิดส่องในขณะที่หมอกจัด หรือฝนตกหนักก็ยิ่งสามารถทะลุทะลวงได้มาก ทำให้มองเห็นได้ในระยะมากกว่า 30-80 เมตร ในทำนองเดียวกัน เมื่อพื้นถนนเปียก หรือฝนหยุดตกใหม่ๆ ในตอนกลางคืนไฟหน้าปกติที่ส่องลงผิวถนนจะถูกพื้นน้ำสะท้อนออกไปในอีกมุมหนึ่ง บางครั้งแทบจะมองไม่เห็นผิวถนนด้วยซ้ำไป แต่เมื่อใช้ไฟตัดหมอกสามารถมองเห็นผิวถนนในระยะสายตาได้ชัดเจนกว่า

2.4.2 ประเภทของไฟตัดหมอก

ไฟตัดหมอก แบ่งเป็น 3 ประเภท ได้แก่ 1. ฟอก แลมพ์ส (FOG LAMPS) โคมประเภทนี้ จะให้ความสว่างที่แผ่กระจายออกด้านข้างได้มาก สามารถมองเห็นไหล่ทางอย่างชัดเจน องศาของแสงที่

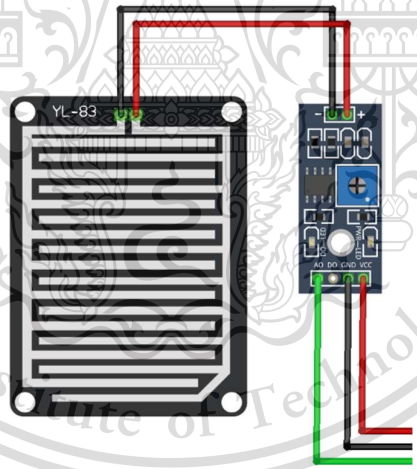
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้
This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.
Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

แผ่ออกมามีมากถึง 90 องศา หน้าโคมออกแบบมาให้มีการหักเหของแสงได้มาก จึงทำให้ลำแสงไม่สามารถพุ่งไปได้ไกล จุดสังเกตของโคมประเภทนี้ คือ หน้าโคมจะมีเส้นขวางเยอะๆ เพื่อกระจายแสง เหมาะกับรถที่ไม่ใช้ความเร็วมาก แต่ต้องการแสงสว่างที่กระจายออกด้านข้างมากๆ หรืออาจจะนำไปใช้เป็นไฟถอยได้ 2. ดไรวิง แลมพ์ส (DRIVING LAMPS) โคมประเภทนี้ ถ้าสังเกตหน้าโคมจะมีเส้นหักเหแสงเฉพาะตรงกลางสามารถให้ความสว่างได้กว้าง และไกลกว่าโคมเดิมที่ติดรถ ความกว้างของแสงจะมีน้อยกว่าแบบ ฟอก แลมพ์ส แต่ลำแสงจะพุ่งไปได้ไกลกว่า องศาของแสงในโคมประเภทนี้อยู่ที่ 10-25 องศา เหมาะสำหรับรถที่ใช้เดินทางต่างจังหวัด หรือเดินทางตอนกลางคืนบ่อยๆ 3. เพนซิล บีม แลมพ์ส (PENCIL BEAM LAMPS) โคมประเภทนี้ หน้าโคมจะไม่มีเส้นหักเหแสง ลำแสงจะพุ่งตรงเป็นจุด สามารถทะลุไปได้ไกลที่สุด แต่เนื่องจากไม่มีเส้นหักเหแสง จึงทำให้องศาของแสงมีน้อยมาก เพียง 5-15 องศาเท่านั้น เหมาะกับรถที่ใช้ในการแข่งขันแบบครอสส์คันทรี หรือแรลลี เพราะต้องใช้ความเร็วสูงในเส้นทางทุรกันดาร

2.4.3 สีของแสงไฟตัดหมอก

สีของแสงมีเฉดสีให้เลือกมากมาย แต่หากจะเน้นการใช้งานจริงๆ ควรเป็นสีเหลือง ซึ่งสามารถทะลุทะลวงหมอก และฝนได้ดี หรือสีขาวที่จะเพิ่มทัศนวิสัยในการขับขี่ สภาพทางทั่วไปได้ดี ส่วนสีอื่นๆ นั้น จะให้ประโยชน์ทางด้านความสวยงามเสียมากกว่า

2.5 เซ็นเซอร์ตรวจจับน้ำฝน (Raindrops Detection Sensor)



รูปที่ 2.13 เซ็นเซอร์ตรวจจับน้ำฝน

เซ็นเซอร์ตรวจจับน้ำฝน หรือน้ำที่หยดลงมาบนแผ่นปริ้น ใช้หลักการทำกระแสไฟฟ้าของน้ำ เมื่อมีน้ำหยดลงบนแผ่นปริ้นตรวจจับ จะทำให้มีกระแสไฟฟ้าไหลผ่านน้ำ แล้วเข้าไปในวงจรเปรียบเทียบแรงดันเพื่อให้สัญญาณออกมาเป็นแบบดิจิตอล เมื่อตรวจจับน้ำฝนได้ จะให้สัญญาณออกมาเป็น HIGH (ลอจิก 1)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้
This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.
Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

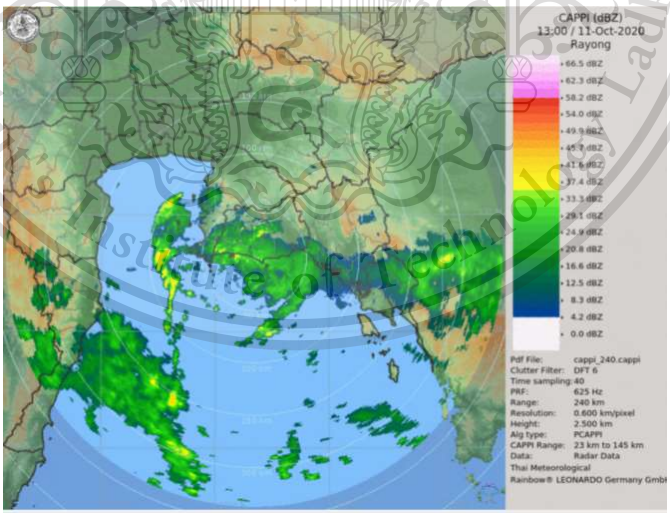
2.6 เซ็นเซอร์ GP2Y1010AU0F

รูปที่ 2.14 เซ็นเซอร์ GP2Y1010AU0F

เซ็นเซอร์ GP2Y1010AU0F คือ Sensor Arduino ใช้สำหรับตรวจจับควันและฝุ่นละอองในอากาศ ค่าที่ได้ออกมาเป็น Analog 0-1023

Sensor จะส่งแสงเลเซอร์ ไปกระทบกับตัวรับ และให้อากาศผ่านในช่อง หากการรับแสงมีน้อยแสดงว่าฝุ่นละออกเยอะ หากมีการรับแสงได้มากแสดงว่าฝุ่นละอองน้อย สามารถวัด ควันธูป แป้งฝุ่น

2.7 ปริมาณน้ำฝนจากเรดาร์



รูปที่ 2.15 รูปแผนที่จากเรดาร์และสัญญาณสะท้อนกลับกับเป้าทางอุตุนิยมวิทยา

ปัจจุบันเรดาร์มีประโยชน์มากในกิจการอุตุนิยมวิทยาเพราะเรดาร์สามารถตรวจจับและรายงานผลการตรวจในขณะที่ปรากฏการณ์ต่างๆกำลังเกิดขึ้นจริง (Real Time Observation) โดย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้
This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.
Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

เรดาห์สามารถช่วยให้เราทราบข้อมูลในบริเวณที่ห่างออกไปจากสถานีเรดาร์หลายร้อยกิโลเมตรได้ (ซึ่งไม่สามารถมองเห็นได้ด้วยสายตาปกติ)

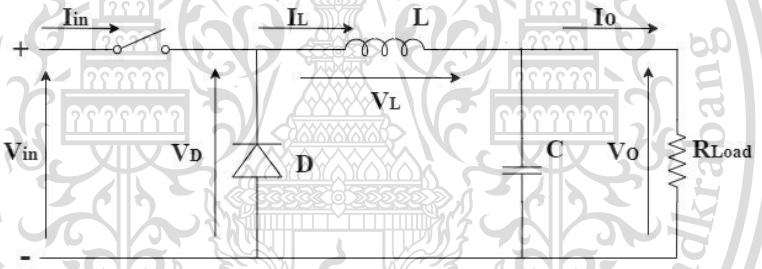
จากข้อมูลที่ได้จากเรดาร์เราได้แบ่งช่วงปริมาณน้ำฝนเป็น 4 ระดับ คือ

0 – 4.2	dBz	เท่ากับ	ฝนไม่ตก
4.2 – 20.8	dBz	เท่ากับ	ฝนกำลังอ่อน
20.8 – 45.7	dBz	เท่ากับ	ฝนกำลังกลาง
45.7 – 66.5	dBz	เท่ากับ	ฝนกำลังแรง

2.8 วงจร Buck Converter

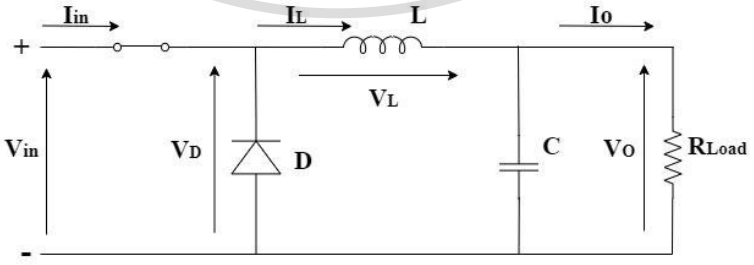
2.8.1 ความหมายของวงจร Buck Converter

วงจร Buck Converter หรือ วงจร Step down converter เป็นวงจรที่ลดแรงดันไฟฟ้าให้ต่ำลงเพื่อเหมาะสมต่อการใช้งาน โครงสร้างของวงจรจะประกอบด้วยสวิทช์ที่สามารถสั่งให้ "ON" หรือ "OFF" ได้ทุกขณะตามความต้องการในทางปฏิบัติสวิทช์ที่ใช้ในวงจรจริงคืออุปกรณ์สวิทช์ชิ่งเช่น BJT , MOSFET นอกจากนี้ยังมีส่วนประกอบอื่นๆอีกเช่น Capasitor , Inductance และ Diode เป็นต้น



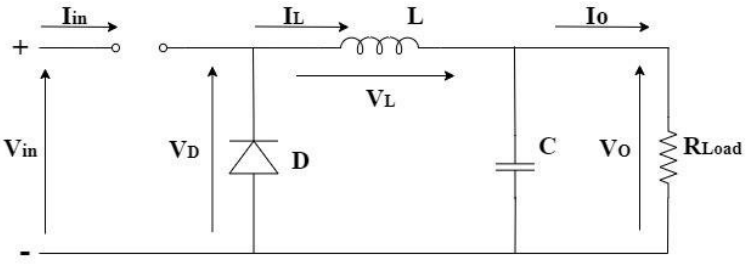
รูปที่ 2.16 วงจร Buck Converter

เมื่อวงจรประกอบด้วยสวิทช์ที่มีการ “ON” หรือ “OFF” ค่าของแรงดันและกระแสที่ตกคร่อมบนอุปกรณ์ทุกตัวของทั้ง 2 สภาวะนี้ต้องมีทิศทางเดียวกันเสมอ มิฉะนั้นค่าของแรงดันและกระแส จะไม่ถูกต้องจากรูปที่ 2.17 และรูปที่ 2.18 แสดงในสภาวะON และ OFF



รูปที่ 2.17 Switch ที่สภาวะ ON

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้
This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.
Forbidden to modify the content, and cite the document when use.



รูปที่ 2.18 Switch ที่สภาวะ OFF

หลักการทำงานคือ เมื่อ SW ปิดวงจร (รูปที่ 2.17) กระแสจะไหลผ่านขดลวด L และโหลด RL ตามทิศทางดังรูป สังเกตไดโอด D ขณะที่ได้รับไบแอสกลับ จนกระทั่ง SW เปิดวงจร (รูปที่2.18) เกิดการยุบตัวของสนามแม่เหล็กเกิดพลังงานทำให้ไดโอด D ได้รับไบแอสตรงแล้วนำกระแสในทิศทางเดิม เกิดแรงดันตกคร่อม RL โดยมีขั้วเหมือนกับอินพุต จากการทำงานของวงจรจะพบว่า ถ้า SW มีการปิดแล้วเปิดวงจรอย่างต่อเนื่อง จะทำให้กระแสที่เอาต์พุตมีแนวโน้มที่จะไหลได้อย่างต่อเนื่อง

2.8.2 คุณสมบัติของวงจร Buck Converter

1. แรงดันด้านออกของวงจร (Output voltage) น้อยกว่าแรงดันด้านเข้า (input voltage)
2. ขั้วของแรงดันด้านออกจะตรงกับขั้วของแรงดันไฟฟ้าด้านเข้า

2.9 แบตเตอรี่รถยนต์

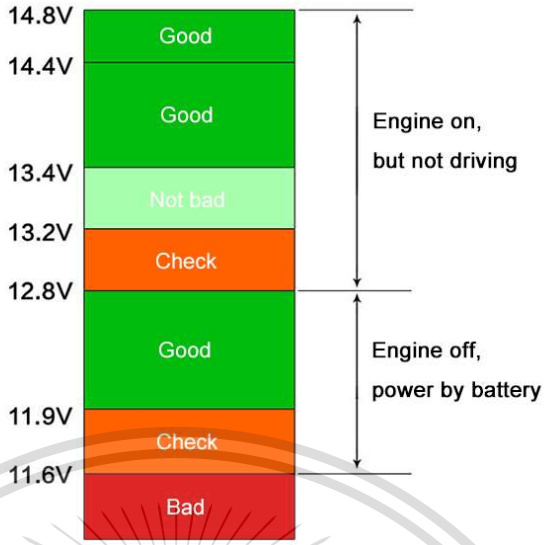
2.9.1 ความหมายของแบตเตอรี่รถยนต์

แบตเตอรี่รถยนต์ เป็นเซลล์ไฟฟ้าชนิดหนึ่ง เมื่อจ่ายกระแสไฟฟ้าไป จะสามารถทำการอัดไฟใหม่ได้ภายหลังเมื่อใช้ไฟไปหมดแล้ว อาจจะพูดอีกนัยหนึ่งว่า Battery เป็นส่วนแหล่งเก็บสะสมพลังงานไฟฟ้า มันเก็บสะสมไฟฟ้าไว้ใช้เมื่อคราวจำเป็น แบตเตอรี่รถยนต์ ไม่ได้ผลิตกระแสไฟฟ้าในตัวเอง แต่จะเก็บสะสมพลังงานไฟฟ้าไว้ในรูปพลังงานเคมี เมื่อต่อสายนำไปใช้พลังงานเคมีก็จะเปลี่ยนเป็นพลังงานไฟฟ้า

2.9.2 แรงดันแบตเตอรี่รถยนต์

แบตเตอรี่รถยนต์ในปัจจุบันมีค่าแรงดันที่สามารถตรวจสอบได้เองด้วยโวลต์มิเตอร์ สามารถบ่งบอกความพร้อมในการใช้งานของแบตเตอรี่รถยนต์ได้ ดังรูปที่ 2.19

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้
This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.
Forbidden to modify the content, and cite the document when use.



รูปที่ 2.19 แรงดันแบตเตอรี่รถยนต์

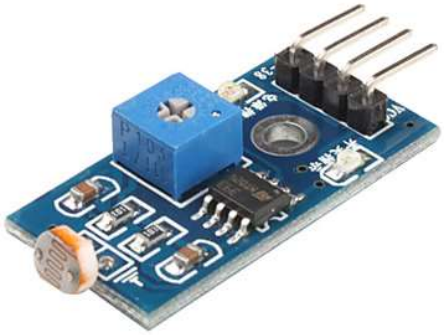
2.10 DS3231 Module

รูปที่ 2.20 RTC Module

DS3231 Module คือ Real Time Clock Module ที่ให้ค่าเวลาตามจริง ทำงานโดยการจับสัญญาณนาฬิกาที่ได้มาจาก Crystal มีถ่านสำรองมาให้เพื่อให้สามารถบันทึกเวลาได้ถึงแม้ว่าจะไม่มีไฟเลี้ยงมาที่ตัวบอร์ด ทำให้ไม่ต้องตั้งเวลาใหม่ทุกครั้ง โมดูล RTC จำเป็นอย่างยิ่งกับการใช้งานที่ต้องมีการบันทึกเวลา (Time Stamp) เช่น อุปกรณ์ Data logger

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้
This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.
Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

2.11 Light Dependent Resistor



รูปที่ 2.21 LDR Sensor

2.11.1 ความหมายของ Light Dependent Resistor

LDR (Light Dependent Resistor) คือ ตัวต้านทานปรับค่าตามแสง ตัวต้านทานชนิดนี้สามารถเปลี่ยนความนำไฟฟ้าได้เมื่อมีแสงมาตกกระทบ โฟโตรีซีสเตอร์ (Photo Resistor) หรือ โฟโตคอนดัคเตอร์(Photo Conductor) เป็นตัวต้านทานที่ทำมาจากสารกึ่งตัวนำ(Semiconductor) ประเภทแคดเมี ยมซัลไฟด์ (Cds : Cadmium Sulfide) หรือแคดเมี ยมซิลิ นายส์ (CdSe : Cadmium Selenide) ซึ่งทั้งสองตัวนี้ก็เป็นสารประเภทกึ่งตัวนำ เอามาฉาบลงบนแผ่นเซรามิกที่ใช้เป็นฐานรองแล้วต่อขาจากสารที่ฉาบ

2.11.2 หลักการทำงานของ Light Dependent Resistor

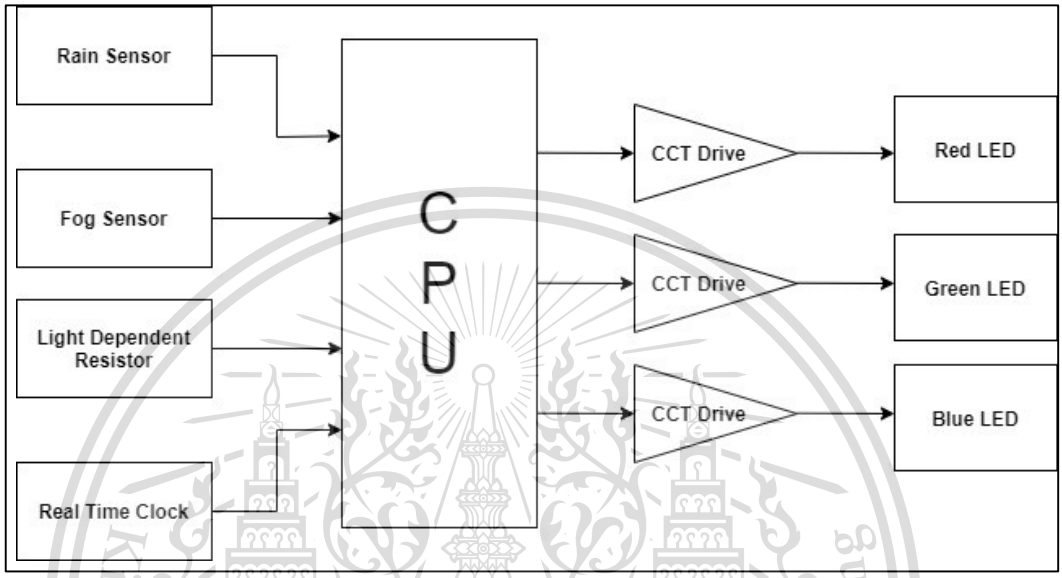
การทำงานของ LDR เมื่อเวลามีแสงตกกระทบลงไปก็จะถ่ายทอดพลังงาน ให้กับสาร ที่ฉาบอยู่ ทำให้เกิดโฮลกับอิเล็กตรอนวิ่งกันพล่าน การที่มีโฮล กับอิเล็กตรอนอิสระนี้มากก็เท่ากับ ความต้านทานลดลงนั่นเอง ยิ่ง ความเข้มของแสงที่ตกกระทบมากเท่าไร ความต้านทานก็ยิ่งลดลงมากเท่านั้น ดังนั้นเมื่อ LDR ถูกแสงตกประทบจะทำให้ ตัว LDR มีความต้านทานลดลง และเมื่อไม่มีแสงตกประทบจะมีความต้านทานมากขึ้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้
This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.
Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

บทที่ 3

การคำนวณและการออกแบบ

3.1 ออกแบบแผนผังการทำงานของวงจร



รูปที่ 3.1 แผนผังการทำงานของวงจร

3.2 การเขียนโปรแกรมให้กับเซ็นเซอร์ฝน

```
#define rain_pin 0
int rain; //ประกาศตัวแปร rain
void setup() {
  Serial.begin(9600); //กำหนดความเร็วในการติดต่อสื่อสาร 9600
}
void loop()
{
  rain = analogRead(rain_pin); //อ่านค่าสัญญาณ analog ขา0 ที่ต่อกับ Rain Sensor Module
  Serial.print("rain = ");
  Serial.println(rain);
}
```

รูปที่ 3.2 การเขียนโปรแกรมเซ็นเซอร์ฝน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้
This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.
Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

3.3 การเขียนโปรแกรมให้กับเซ็นเซอร์หมอก

```
#define dust_led_pin 2
#define dust_Vo_pin 2
#define N 100
#define USE_AVG

int VoRawCount = 0;
unsigned long VoRawTotal = 0;
static float Voc = 0.6; //ตั้งค่าแรงดันเอาต์พุตท้าไปเป็นโวลต์เมื่อไม่มีฝุ่น
const float K = 0.5; //ใช้ความไวท้าไปในหน่วย โวลต์ ต่อ 100ug / m3

#ifdef USE_AVG
#endif // USE_AVG

void setup()
{
  Serial.begin(9600); //กำหนดความเร็วในการติดต่อสื่อสาร 9600
  pinMode(dust_led_pin, OUTPUT); //กำหนดให้ขา 2 เป็นเอาต์พุต
}
void loop()
{
  digitalWrite(dust_led_pin, LOW); //เปิด LED เซนเซอร์ฝุ่นโดยตั้งค่าขาdigitol low
  delayMicroseconds(280); //รอ 0.28ms ก่อนที่จะอ่านค่าแรงดันขาออกตามสเปก
  int VoRaw = analogRead(dust_Vo_pin); //บันทึกแรงดันไฟฟ้าเอาต์พุต ขั้นตอนนี้ใช้เวลา 100 ไมโครวินาที
  digitalWrite(dust_led_pin, HIGH); //ปิด LED เซนเซอร์ฝุ่นโดยตั้งค่าขาdigitol high
  delayMicroseconds(9620); //รอส่วนที่เหลือของรอบของ 10ms โดย = 10000-280-100 ไมโครวินาที
  //นำค่า VoRaw 100 ตัวมาเฉลี่ยและนำไปแทนค่า Vo
  float Vo = VoRaw;
#ifdef USE_AVG
  VoRawTotal += VoRaw;
```

รูปที่ 3.3 การเขียนโปรแกรมเซ็นเซอร์หมอก

```
  VoRawCount++;
  if ( VoRawCount >= N ) {
    Vo = 1.0 * VoRawTotal / N;
    VoRawCount = 0;
    VoRawTotal = 0;
  }
  else {
    return;
  }
#endif
  // คำนวณแรงดันเอาต์พุต
  Vo = Vo / 1024.0 * 5.0;
  Serial.print("Vo = ");
  Serial.print(Vo * 1000.0);
  Serial.println(" mV"); //พิมพ์ข้อความ "Vo = ค่าของ Vo*1000 mV"

  //แปลงความหนาแน่นของฝุ่นในหน่วยของ ug/m3
  float dV = Vo - Voc;
  if ( dV < 0 ) {
    dV = 0;
    Voc = Vo;
  }
  float dustDensity = dV / K * 100.0;

  Serial.print("DustDensity = ");
  Serial.print(dustDensity);
  Serial.println(" ug/m3"); //พิมพ์ข้อความ "DustDensity = ค่าของdustDensity ug/m3"
  Serial.println("");
}
```

รูปที่ 3.4 การเขียนโปรแกรมเซ็นเซอร์หมอก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้
This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.
Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

3.4 การเขียนโปรแกรมให้กับเซ็นเซอร์แสง

```
#define LDR_pin 1
int LDR = 0;
void setup()
{
  Serial.begin(9600); //กำหนดความเร็วในการติดต่อสื่อสาร 9600
}
void loop()
{
  LDR = analogRead(LDR_pin); //อ่านค่าสัญญาณ analog จากขาที่ 1
  Serial.print("LDR = ");
  Serial.println(LDR);
}
```

รูปที่ 3.5 การเขียนโปรแกรมเซ็นเซอร์แสง

3.5 การเขียนโปรแกรมให้กับ RTC

```
#include "Wire.h"
#define DS3231_I2C_ADDRESS 0x68

byte decToBcd(byte val) // แปลงเลขฐานสิบเป็นเลขฐานสอง
{
  return ( (val / 10 * 16) + (val % 10) );
}
byte bcdToDec(byte val) // แปลงเลขฐานสองเป็นเลขฐานสิบ
{
  return ( (val / 16 * 10) + (val % 16) );
}

void setup()
{
  Wire.begin();
  Serial.begin(9600);
  setDS3231time(30, 40, 16, 4, 17, 3, 21); //ตั้งเวลา วินาที นาที ชั่วโมง วัน วันที่ เดือน ปี
}
void setDS3231time(byte second, byte minute, byte hour, byte dayOfWeek, byte dayOfMonth, byte month, byte year)
{
  // ตั้งค่าข้อมูลเวลาและวันที่
  Wire.beginTransmission(DS3231_I2C_ADDRESS);
  Wire.write(0);
  Wire.write(decToBcd(second)); //ตั้งวินาที
  Wire.write(decToBcd(minute)); //ตั้งนาที
  Wire.write(decToBcd(hour)); //ตั้งชั่วโมง
  Wire.write(decToBcd(dayOfWeek)); //ตั้งวัน (1=Sunday, 7=Saturday)
  Wire.write(decToBcd(dayOfMonth)); //ตั้งวันที่(1 to 31)
  Wire.write(decToBcd(month)); //ตั้งเดือน
```

รูปที่ 3.6 การเขียนโปรแกรม RTC

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้
This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.
Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

```
  Wire.write(decToBcd(year)); //ตั้งปี
  Wire.endTransmission(); //จบการส่งข้อมูล
}
void readDS3231time(byte *second,byte *minute, byte *hour,byte *dayOfWeek, byte *dayOfMonth,byte *month, byte *year)
{
  Wire.beginTransmission(DS3231_I2C_ADDRESS);
  Wire.write(0);
  Wire.endTransmission();
  Wire.requestFrom(DS3231_I2C_ADDRESS, 7);
  *second = bcdToDec(Wire.read() & 0x7f);
  *minute = bcdToDec(Wire.read());
  *hour = bcdToDec(Wire.read() & 0x3f);
  *dayOfWeek = bcdToDec(Wire.read());
  *dayOfMonth = bcdToDec(Wire.read());
  *month = bcdToDec(Wire.read());
  *year = bcdToDec(Wire.read());
}

void displayTime()
{
  byte second, minute, hour, dayOfWeek, dayOfMonth, month, year; // ดึงข้อมูลจากDS3231
  readDS3231time(&second, &minute, &hour, &dayOfWeek, &dayOfMonth, &month,  &year);  // เรียกใช้ฟังค์ชันreadDS3231time
  Serial.print(hour, DEC);  // แสดงชั่วโมง
  Serial.print(":");

  if (minute < 10)
  {
    Serial.print("0");
  }
```

รูปที่ 3.7 การเขียนโปรแกรม RTC

```
  Serial.print(minute, DEC); //แสดงนาที
  Serial.print(":");

  if (second < 10)
  {
    Serial.print("0");
  }

  Serial.print(second, DEC); //แสดงวินาที
  Serial.print(" ");
  Serial.print(dayOfMonth, DEC); //แสดงวันที่
  Serial.print("/");
  Serial.print(month, DEC);//แสดงเดือน
  Serial.print("/");
  Serial.print(year, DEC); //แสดงปี
  Serial.print(" Day of week: ");//แสดงวัน
  switch (dayOfWeek) {
    case 1:
      Serial.println("Sunday");
      break;
    case 2:
      Serial.println("Monday");
      break;
    case 3:
      Serial.println("Tuesday");
      break;
    case 4:
      Serial.println("Wednesday");
      break;
```

รูปที่ 3.8 การเขียนโปรแกรม RTC

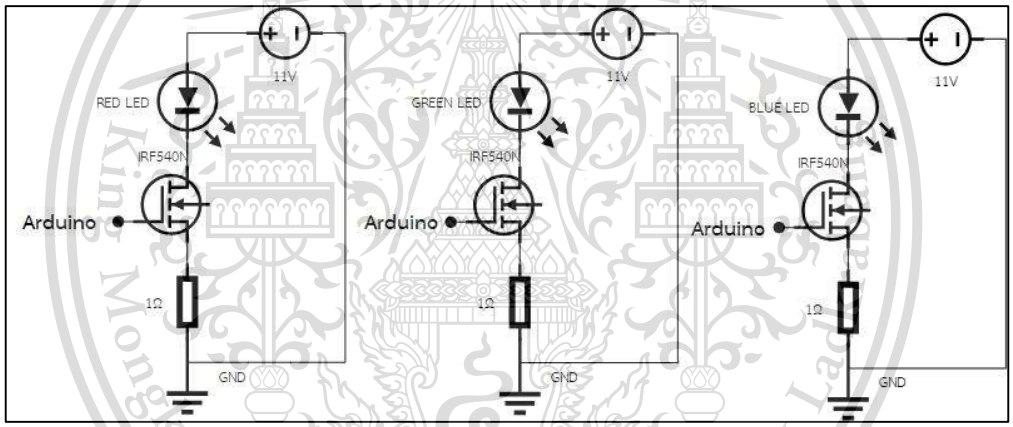
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้
This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.
Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

```
    case 5:
      Serial.println("Thursday");
      break;
    case 6:
      Serial.println("Friday");
      break;
    case 7:
      Serial.println("Saturday");
      break;
  }
  Serial.println();
}


void loop()
{
  displayTime(); // แสดงเวลาออกหน้าจอ monitor
}
```

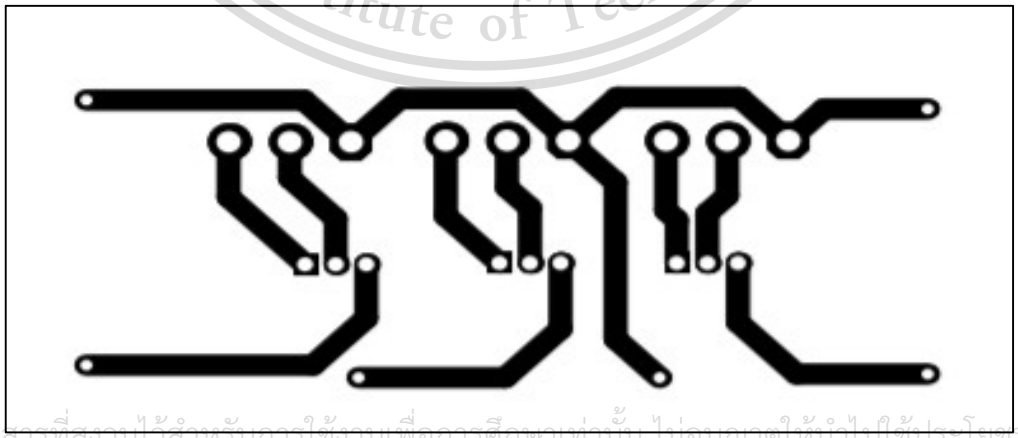
รูปที่ 3.9 การเขียนโปรแกรม RTC

3.6 วงจรขับแอลอีดี



รูปที่ 3.10 วงจรขับแอลอีดี

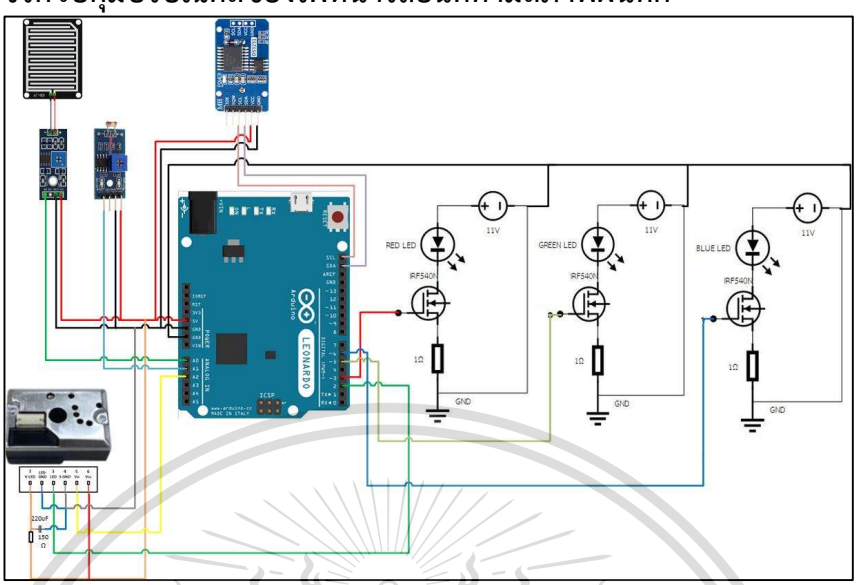
3.7 ลายวงจรพีซีบี ของวงจรขับแอลอีดี



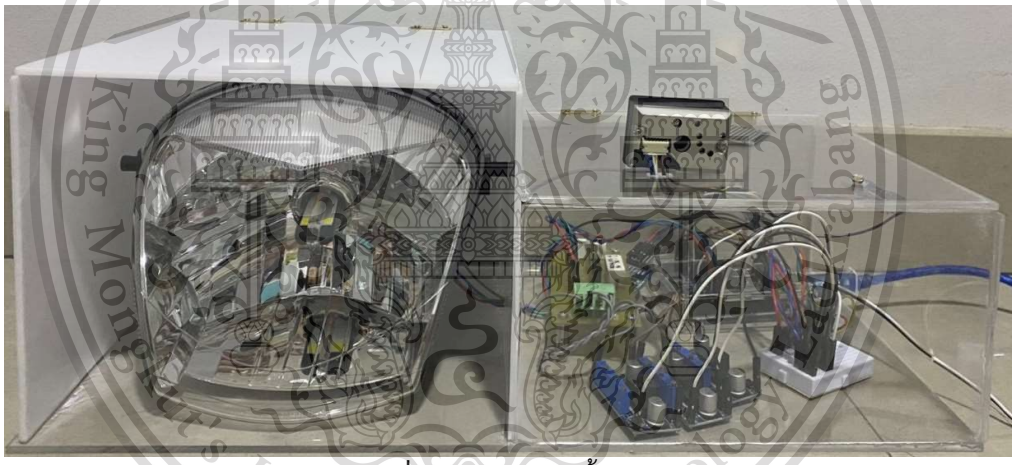
รูปที่ 3.11 ลายวงจรพีซีบีของวงจรขับแอลอีดี

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้
This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.
Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

3.8 วงจรควบคุมปรับเฉดสีของไฟหน้ารถยนต์ตามสภาพฝนตก



รูปที่ 3.12 วงจรควบคุมปรับเฉดสีของไฟหน้ารถยนต์



รูปที่ 3.13 ภาพรวมชิ้นงาน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้
This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.
Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

บทที่ 4

ผลการทดลอง

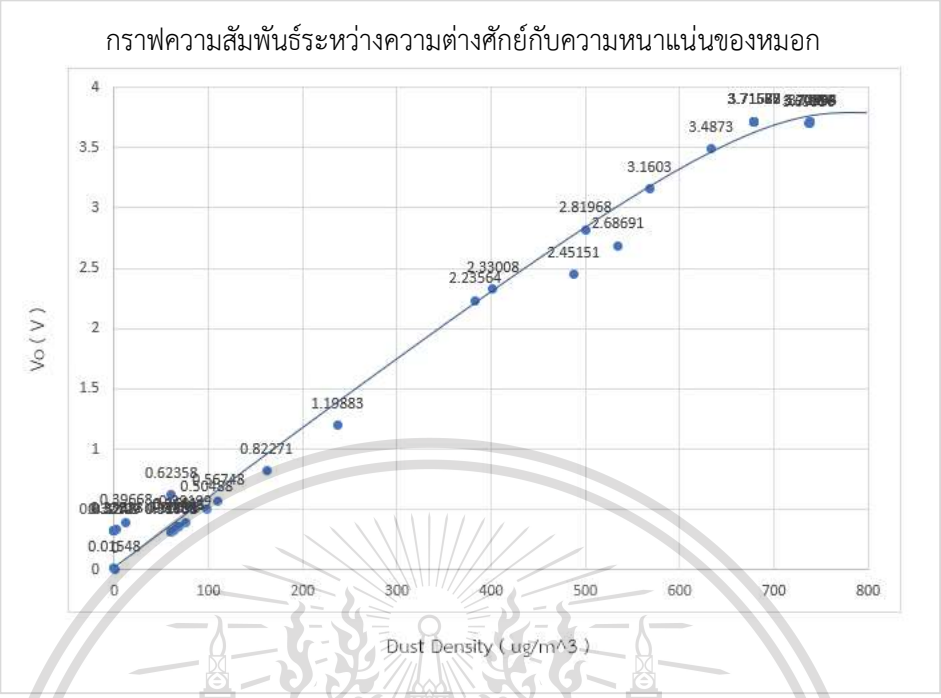
4.1 บันทึกผลการทดลองของเซ็นเซอร์หมอก (Dust sensor)

บันทึกผลการทดลองโดยการใช้เครื่องพ่นไอน้ำจำลองเป็นหมอก โดยปรับระยะของการพ่นไอน้ำแทนความหนาแน่นของหมอก ใช้เซ็นเซอร์วัดหมอก GP2Y1010AU0f เป็นตัววัด และทำการบันทึกผล

ตารางที่ 4.1 ปริมาณหมอกที่วัดได้จากเซ็นเซอร์

ค่าที่วัดได้จากเซ็นเซอร์ (ug/m^3)	Vo (V)
0	0.3248
0.96	0.326.07
2.62	0.33538
12.48	0.34668
68.93	0.36011
75.30	0.39199
97.88	0.50488
110.40	0.56748
161.45	0.82271
236.67	1.19883
382.87	2.23564
401.76	2.33008
487.21	2.45151
534.29	2.68691
567.80	3.1603
633.2	3.4873
738.71	3.70903

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้
This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.
Forbidden to modify the content, and cite the document when use.



รูปที่ 4.1 กราฟความสัมพันธ์ระหว่างความต่างศักย์กับความหนาแน่นของหมอก

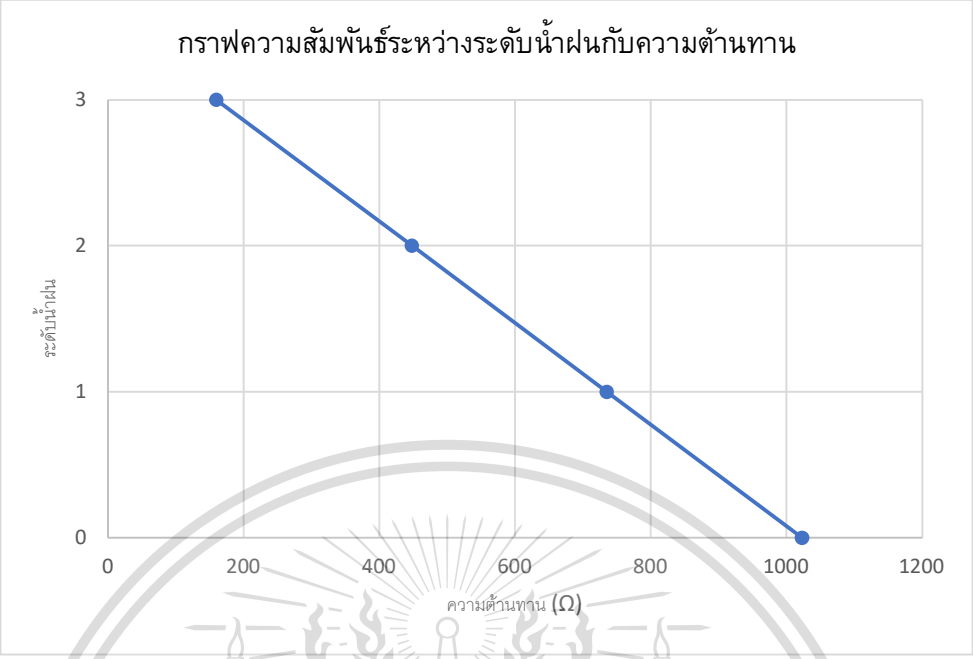
4.2 บันทึกผลการทดลองของโมดูลเซ็นเซอร์ตรวจจับน้ำฝนตก (Rain Sensor)

บันทึกผลการทดลองโดยการฉีดน้ำใส่แผ่นเซ็นเซอร์และเพิ่มปริมาณขึ้นเรื่อยๆ ใช้โมดูลเซ็นเซอร์ตรวจจับน้ำฝนตกในการวัด และทำการบันทึกผล

ตารางที่ 4.2 ปริมาณน้ำที่วัดได้จากเซ็นเซอร์

ปริมาณน้ำบนแผ่นเซ็นเซอร์	ค่าที่วัดได้จากเซ็นเซอร์น้ำฝน
ไม่มีน้ำ	1023
มีน้ำเล็กน้อย	735 - 1022
มีน้ำปานกลาง	449 - 734
มีน้ำมาก	160 - 448

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้
This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.
Forbidden to modify the content, and cite the document when use.



รูปที่ 4.2 กราฟความสัมพันธ์ระหว่างระดับน้ำฝนกับความต้านทาน

4.3 คุณสมบัติของหลอด LED RGB

นำหลอด LED แต่ละสี มาวัดคุณสมบัติกระแส และแรงดัน

ตารางที่ 4.3 Red LED

แรงดัน (V)	กระแส (A)
0	0
8	0.01
8.5	0.05
9	0.09
9.5	0.26
10	0.40
10.5	0.61
11	0.84
11.5	1.18
12	1.26

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้
This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.
Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

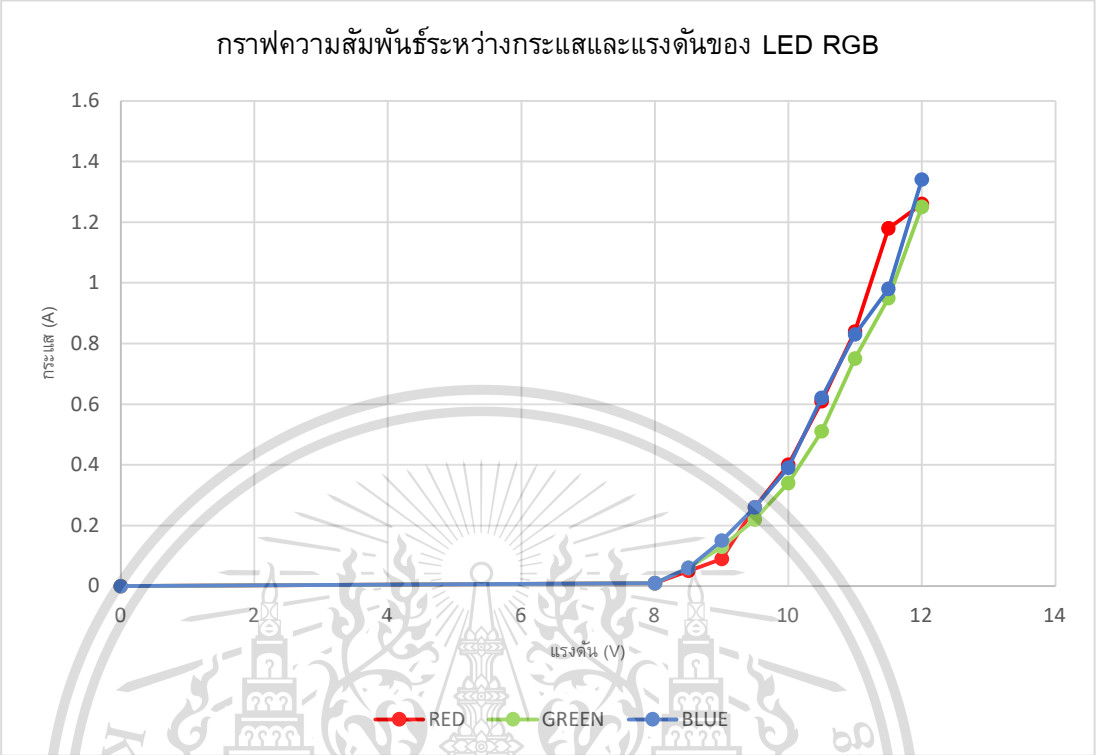
ตารางที่ 4.4 Green LED

แรงดัน (V)	กระแส (A)
0	0
8	0.01
8.5	0.06
9	0.13
9.5	0.22
10	0.34
10.5	0.51
11	0.75
11.5	0.95
12	1.25

ตารางที่ 4.5 Blue LED

แรงดัน (V)	กระแส (A)
0	0
8	0.01
8.5	0.06
9	0.15
9.5	0.26
10	0.39
10.5	0.62
11	0.83
11.5	0.98
12	1.34

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้
This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.
Forbidden to modify the content, and cite the document when use.



รูปที่ 4.3 กราฟความสัมพันธ์ระหว่างกระแสและแรงดันของ LED RGB

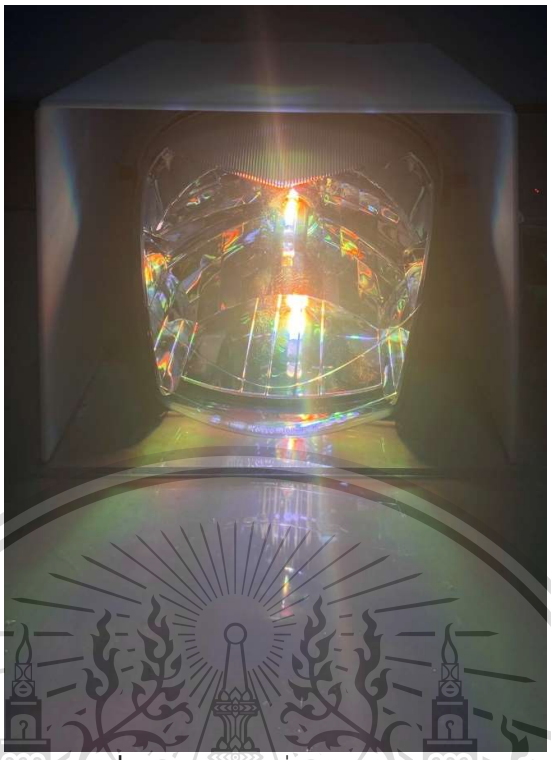
4.4 บันทึกผลการทดลองสีของไฟหน้ารถยนต์

บันทึกผลการทดลองโดยการปรับค่า RGB ให้ได้ช่วงค่าอุณหภูมิสี 2500K – 6000K โดยขึ้นอยู่กับความหนาแน่นของฝุ่น จากสมการ $kel = 6000 - \frac{dustDensity*3500}{730}$ และคำนวณค่า RGB จากสมการ $Red = 255$, $Green = 99.4708 * \ln\left(\frac{kel}{100}\right) - 161.1195$ และ $Blue = 138.5177 * \ln\left(\frac{kel}{100} - 10\right) - 305.0448$

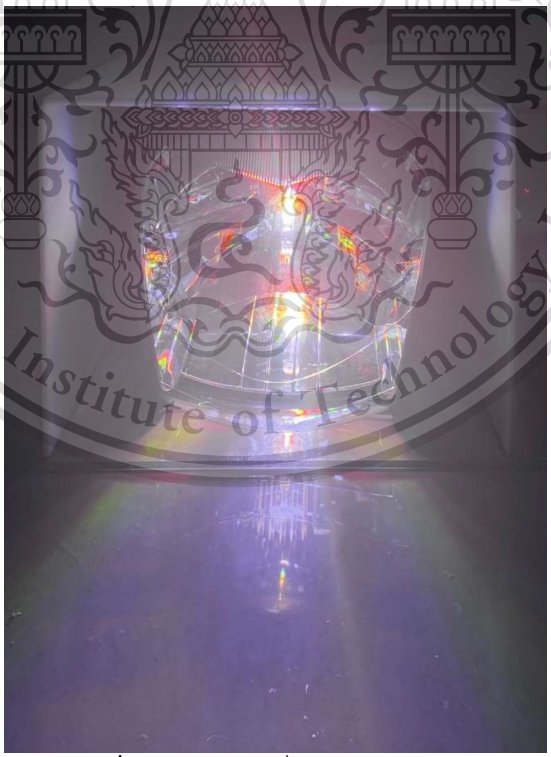
ตารางที่ 4.6 ผลการทดลองของเซ็นเซอร์วัดอุณหภูมิสี

Temperature (K)	Red (R)	Green (G)	Blue (B)
2500	255	159	70
3000	255	177	109
4500	255	217	187
6000	255	246	236

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้
This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.
Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

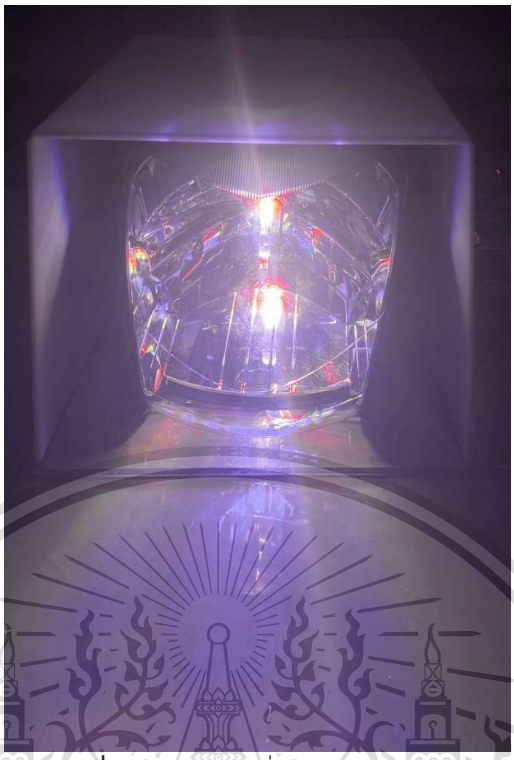


รูปที่ 4.4 สีของไฟที่อุณหภูมิสี 2500K



รูปที่ 4.5 สีของไฟที่อุณหภูมิสี 3000K

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้
This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.
Forbidden to modify the content, and cite the document when use.



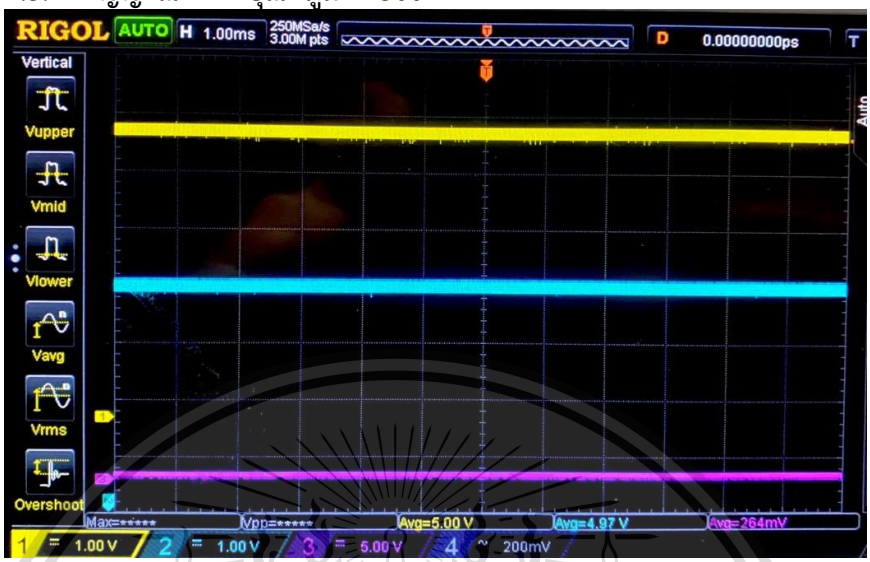
รูปที่ 4.6 สีของไฟที่อุณหภูมิสี 4500K

รูปที่ 4.7 สีของไฟที่อุณหภูมิสี 6000K

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้
This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.
Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

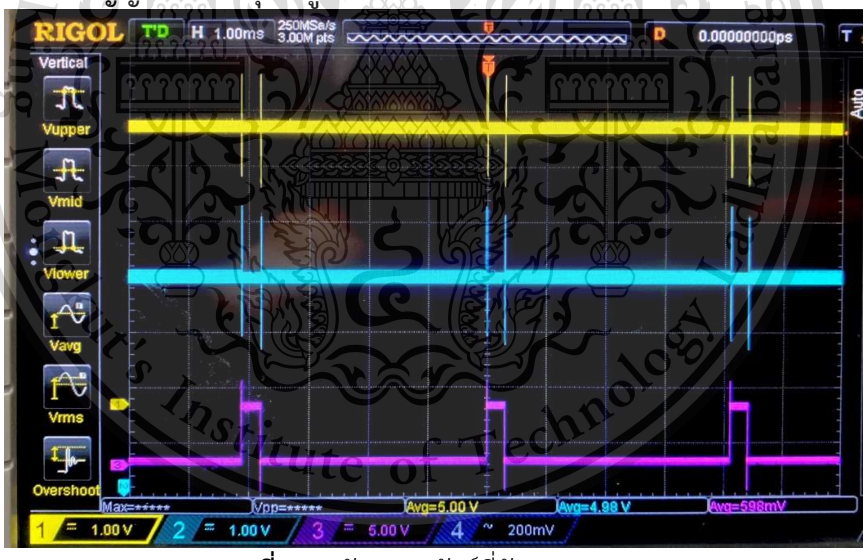
4.5 วัดสัญญาณพัลส์ที่ใช้ขับหลอด LED RGB

4.5.1 สัญญาณพัลส์ที่อุณหภูมิสี 2500K



รูปที่ 4.8 สัญญาณพัลส์ที่ขับ LED RGB

4.5.2 สัญญาณพัลส์ที่อุณหภูมิสี 3000K



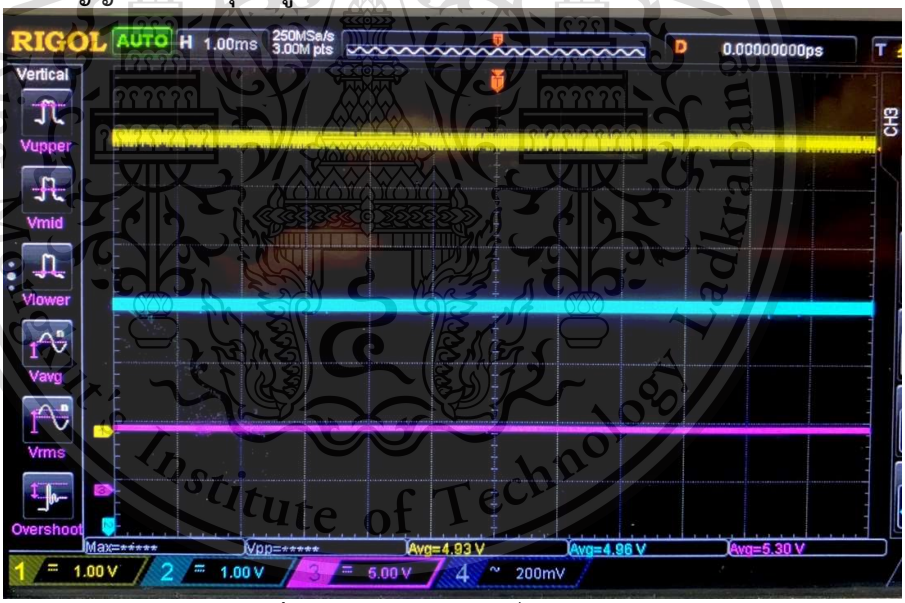
รูปที่ 4.9 สัญญาณพัลส์ที่ขับ LED RGB

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้
This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.
Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

4.5.3 สัญญาณพัลส์ที่อุณหภูมิสี 4500K

รูปที่ 4.10 สัญญาณพัลส์ที่ขับ LED RGB

4.5.4 สัญญาณพัลส์ที่อุณหภูมิสี 6000K



รูปที่ 4.11 สัญญาณพัลส์ที่ขับ LED RGB

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้
This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.
Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

4.6 บันทึกผลการทดลองของเซ็นเซอร์แสง (LDR)

บันทึกผลการทดลองโดยการน้ำเซ็นเซอร์วัดแสงไปวัดในสถานที่ต่างๆ ที่มีความแตกต่างของแสงที่ต่างกัน

ตารางที่ 4.7 ผลการทดลองของเซ็นเซอร์แสง

สถานที่	**ค่าที่อ่านได้จากเซ็นเซอร์ LDR**
กลางแจ้ง	14
กลางแจ้ง (ใต้ต้นไม้)	22
ใต้ตึกHM	100
ที่จอดรถHM (มีไฟเปิดด้านบน)	175
ที่จอดรถHM (มีไฟเปิดด้านข้าง)	350
ที่จอดรถHM (ไม่มีไฟเปิด)	550
โรงเอ	200
ใต้ตึกB	720
ปิดเซ็นเซอร์ (ไม่ได้รับแสง)	900

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้
This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.
Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

บทที่ 5

สรุปผลการทดลองและข้อเสนอแนะ

5.1 สรุปผลการทดลอง

จากผลการทดลองระบบปรับเฉดสีของไฟหน้ารถยนต์ ซึ่งรับอินพุตจากเซ็นเซอร์ฝน , เซ็นเซอร์หมอก และเซ็นเซอร์แสง Real Time Clock Module ทำให้ไฟหน้ารถยต์ เปิด - ปิด อัตโนมัติ เมื่อเวลา 17.00 นาฬิกา - 04.59 นาฬิกา ให้เปิดการทำงาน และเมื่อเวลา 05.00 นาฬิกา – 16.59 นาฬิกา ให้ปิดการทำงานแต่เซ็นเซอร์แสงที่ให้ค่าเอาต์พุต 14 – 900 โดยค่าเอาต์พุตที่ 300 ขึ้นไป ตั้งค่าให้ไฟหน้ารถยนต์เปิดในช่วงเวลา 05.00 นาฬิกา – 16.59 นาฬิกา เซ็นเซอร์ฝนจะให้เอาต์พุต 160 - 1023 เมื่อได้รับอินพุตจากเซ็นเซอร์ฝนจะทำให้ไฟหน้ารถยนต์สว่างเป็นแสงสีเหลือง (2500K) และเซ็นเซอร์หมอกจะให้เอาต์พุต 0 ug/m^3 – 738 ug/m^3 เมื่อได้รับอินพุตจาดเซ็นเซอร์หมอกจะนำไปคิดกับสมการ $kel = 6000 - \frac{dustDensity*3500}{730}$ แล้วจึงได้สีของไฟหน้ารถยนต์เป็นสีเหลือง - สีขาว (2500K – 6000K) ทำให้สามารถควบคุมสีของแต่ละหลอด LED ซึ่งไฟที่ออกมามีอุณหภูมิสีในช่วง 2500K – 6000K ซึ่งสามารถปรับเฉดสีได้ตามสภาพสิ่งแวดล้อมจริง

5.2 วิจารณ์ผลการทดลอง

เนื่องจากการทดลองนี้ใช้หลอด LED 3 หลอด ที่สีแตกต่างกันจึงทำให้ต้องใช้จานฉายที่สามารถรวมแสงได้ แต่จากการทดลองจานฉายไม่สามารถรวมแสงได้จริง หรือสามารถรวมแสงได้แค่บางส่วน

และเนื่องจากอุปกรณ์บางส่วนถ้าต้องการให้มีคุณภาพดีต้องใช้อุปกรณ์ที่มีราคาแพง จึงไม่สามารถทำให้โครงงานออกมาเป็นตามที่หวังได้ทั้งหมด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้
This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.
Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

เอกสารอ้างอิง

[1] นางสาวปนิตา ธนากรเลิศ (2557) : ลำแสง (สืบค้นเมื่อ 13 กันยายน 2563) จาก https://sites.google.com/site/saenglaeakarmxnghen55/1-neuxha/1-1-lasaeng
[2] เบญจวรรณ เลิศวิจิตรจรัส (2554) : หลอดไฟ LED (สืบค้นเมื่อ 14 กันยายน 2563) จาก http://library.cmu.ac.th/energy/content.
[3] ebotics (2560) : RGB LED CONTROL (สืบค้นเมื่อ 14 กันยายน 2563) จาก https://www.ebotics.com/activity/project-no-2-control-a-rgb-led/
[4] ธนกฤต นรพันธุ์พงศ์ (2551) : ไฟตัดหมอก (สืบค้นเมื่อ 15 กันยายน 2563) จาก https://www.autoinfo.co.th/article/79055/
[5] IOXhop (2561) : Raindrops Detection Sensor (สืบค้นเมื่อ 15 กันยายน 2563) จาก https://www.ioxhop.com/product/120
[6] กรมอุตุนิยมและสำนักระบายน้ำ กทม (2563) : Radar ฝน กทม และ ปริมณฑล (สืบค้นเมื่อ 11 ตุลาคม 2563) จาก https://paipibat.com/?page_id=31260
[7] นัษฐพงษ์ ทองรอด (2553) : วิธีดูข้อมูลเรดาร์เพื่อตรวจฝน (สืบค้นเมื่อ 11 ตุลาคม 2563) จาก https://www.gotoknow.org/posts/355656
[8] นายฐนก จงศิริกุล (2558) : Buck Converter (สืบค้นเมื่อ 31 ตุลาคม 2563) จาก http://ceemankorn.blogspot.com/2015/11/buck-converter.html
[9] MrToolShop (2562) : ค่า CCA ของแบตเตอรี่ (สืบค้นเมื่อ 31 ตุลาคม 2563) จาก http://www.mrtoolshop.com/index.php?route=news/article&news_id=41
[10] เอกพงษ์ (2559) : แบตเตอรี่รถยนต์ (สืบค้นเมื่อ 31 ตุลาคม 2563) จาก http://www.chokbuncha.com/
[11] As99shop(2562) : PM2.5 Dust sensor Sharp GP2Y1010AU0F (สืบค้นเมื่อ 15 กันยายน 2563) จาก http://www.as99shop.com/product/689/pm2-5-dust-sensor-sharp-gp2y1010au0f
[12] paulkaplan(2564) : Color Temperature to RGB GP2Y1010AU0F (สืบค้นเมื่อ 18 มกราคม 2564) จาก https://gist.github.com/paulkaplan/5184275
[13] Mountain A(2557) : Real Time Clock DS3231 GP2Y1010AU0F (สืบค้นเมื่อ 10 มีนาคม 2564) จาก https://www.arduitronics.com/article/35/real-time-clock-ds3231
[14] Mahidol Wittayanusorn School(2559) : เซ็นเซอร์แสงโดย LDR (สืบค้นเมื่อ 10 มีนาคม 2564) จาก https://phukphan.blogspot.com/2016/05/ldr-ldr-sensor.html?m=1
[15] Electrical4U(2560) : ตัวต้านทานพึ่งพาแสง LDR และหลักการทำงานของ LDR (สืบค้นเมื่อ 10 มีนาคม 2564) จาก https://riverglennapts.com/th/resistor/754-light-dependent-resistor-ldr-and-working-principle-of-ldr.html

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้
This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.
Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

ภาคผนวก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้
This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.
Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

Source code

```
#include "Wire.h"
#define DS3231_I2C_ADDRESS 0x68
#define rain_pin 0
#define LDR_pin 1
#define red_pin 3
#define green_pin 5
#define blue_pin 6
#define dust_led_pin 2
#define dust_Vo_pin 2
#define USE_AVG
#define N 100

int red, blue, green, rain, LDR;
float kel, temp;
int VoRawCount = 0;
unsigned long VoRawTotal = 0;
static float Voc = 0.6; //ตั้งค่าแรงดันเอาต์พุตทั่วไปเป็นโวลต์เมื่อไม่มีฝุ่น
const float K = 0.5; //ใช้ความไวทั่วไปในหน่วย โวลต์ ต่อ 100ug / m3

#ifdef USE_AVG
#endif // USE_AVG

byte decToBcd(byte val) //แปลงเลขฐานสิบเป็นเลขฐานสอง
{
  return ( (val / 10 * 16) + (val % 10) );
}
byte bcdToDec(byte val) //แปลงเลขฐานสองเป็นเลขฐานสิบ
{
  return ( (val / 16 * 10) + (val % 16) );
}

void setup()
{
  Serial.begin(9600); //กำหนดความเร็วในการติดต่อสื่อสาร 9600
  Wire.begin(); //สั่งให้การสื่อสารแบบ I2C เริ่มทำงาน สำหรับส่วนตัวหลัก Master
  //setDS3231time(30, 59, 16, 4, 17, 3, 21); //ตั้งเวลา วินาที นาที ชั่วโมง วัน วันที่ เดือน ปี
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้
This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.
Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

```
  pinMode(dust_led_pin, OUTPUT); //กำหนดให้ขา 2 เป็นเอาต์พุต
  pinMode(red_pin, OUTPUT); //กำหนดให้ขา 3 เป็นเอาต์พุต
  pinMode(green_pin, OUTPUT); //กำหนดให้ขา 5 เป็นเอาต์พุต
  pinMode(blue_pin, OUTPUT); //กำหนดให้ขา 6 เป็นเอาต์พุต
}

void kelvin(int kel) //สูตรการแปลงจากอุณหภูมิสีเป็นRGB
{
  temp = kel / 100;
  red = 255;
  green = temp;
  green = 99.4708025861 * log(green) - 161.1195681661;
  blue = temp - 10;
  blue = 138.5177312231 * log(blue) - 305.0447927307;
}

void setDS3231time(byte second, byte minute, byte hour, byte dayOfWeek, byte
dayOfMonth, byte month, byte year) //ตั้งค่าข้อมูลเวลาและวันที่
{
  Wire.beginTransmission(DS3231_I2C_ADDRESS);
  Wire.write(0);
  Wire.write(decToBcd(second)); //ตั้งวินาที
  Wire.write(decToBcd(minute)); //ตั้งนาที
  Wire.write(decToBcd(hour)); //ตั้งชั่วโมง
  Wire.write(decToBcd(dayOfWeek)); //ตั้งวัน(1=Sunday, 7=Saturday)
  Wire.write(decToBcd(dayOfMonth)); //ตั้งวันที่(1 to 31)
  Wire.write(decToBcd(month)); //ตั้งเดือน
  Wire.write(decToBcd(year)); //ตั้งปี(0 to 99)
  Wire.endTransmission(); //จบการส่งข้อมูล
}

void readDS3231time(byte *second, byte *minute, byte *hour, byte *dayOfWeek,
byte *dayOfMonth, byte *month, byte *year)
{
  Wire.beginTransmission(DS3231_I2C_ADDRESS);
  Wire.write(0);
  Wire.endTransmission();
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้
This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.
Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

```
  Wire.requestFrom(DS3231_I2C_ADDRESS, 7);  //ขอข้อมูลเจ็ดไบต์จาก DS3231 เริ่มจาก
register 00h
  *second = bcdToDec(Wire.read() & 0x7f);
  *minute = bcdToDec(Wire.read());
  *hour = bcdToDec(Wire.read() & 0x3f);
  *dayOfWeek = bcdToDec(Wire.read());
  *dayOfMonth = bcdToDec(Wire.read());
  *month = bcdToDec(Wire.read());
  *year = bcdToDec(Wire.read());
}

void displayTime()
{
  byte second, minute, hour, dayOfWeek, dayOfMonth, month, year; //ดึงข้อมูลจาก
DS3231
  readDS3231time(&second, &minute, &hour, &dayOfWeek, &dayOfMonth, &month,
&year);
  //เรียกใช้ฟังค์ชั่นreadDS3231time
  Serial.print(hour, DEC);  //แสดงชั่วโมง
  Serial.print(":");

  if (minute < 10)
  {
    Serial.print("0");
  }
  Serial.print(minute, DEC); //แสดงนาที
  Serial.print(":");

  if (second < 10)
  {
    Serial.print("0");
  }

  Serial.print(second, DEC); //แสดงวินาที
  Serial.print(" ");
  Serial.print(dayOfMonth, DEC); //แสดงวันที่
  Serial.print("/");
  Serial.print(month, DEC); //แสดงเดือน
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้
This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.
Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

```
  Serial.print("/");
  Serial.print(year, DEC); //แสดงปี
  Serial.print(" Day of week: "); //แสดงวัน
  switch (dayOfWeek) {
    case 1:
      Serial.println("Sunday");
      break;
    case 2:
      Serial.println("Monday");
      break;
    case 3:
      Serial.println("Tuesday");
      break;
    case 4:
      Serial.println("Wednesday");
      break;
    case 5:
      Serial.println("Thursday");
      break;
    case 6:
      Serial.println("Friday");
      break;
    case 7:
      Serial.println("Saturday");
      break;
  }
  Serial.println();
}

void loop()
{
  LDR = analogRead(LDR_pin); //อ่านค่าสัญญาณ analog ขา1 ที่ต่อกับ LDR Photoresistor
Sensor Module
  rain = analogRead(rain_pin); //อ่านค่าสัญญาณ analog ขา0 ที่ต่อกับ Rain Sensor Module

  byte second, minute, hour, dayOfWeek, dayOfMonth, month, year;
  readDS3231time(&second, &minute, &hour, &dayOfWeek, &dayOfMonth, &month,
&year); //อ่านค่าวินาที นาที ชั่วโมง วัน วันที่ ปี
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้
This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.
Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

```
  digitalWrite(dust_led_pin, LOW); //เปิดLEDเซนเซอร์ฝุ่นโดยตั้งค่าขาdigitol low
  delayMicroseconds(280); //รอ0.28msก่อนที่จะอ่านค่าแรงดันขาออกตามสเปก
  int VoRaw = analogRead(dust_Vo_pin); //บันทึกแรงดันไฟฟ้าเอาต์พุต ขั้นตอนนี้ใช้เวลา 100 ไมโครวินาที
  digitalWrite(dust_led_pin, HIGH); //ปิดLEDเซนเซอร์ฝุ่นโดยตั้งค่าขาdigitol high
  delayMicroseconds(9620); //รอส่วนที่เหลือของรอบของ10msโดย = 10000-280-100 ไมโครวินาที
  float Vo = VoRaw;
#ifdef USE_AVG
  VoRawTotal += VoRaw;
  VoRawCount++;
  if ( VoRawCount >= N ) {  //นำค่าVoRaw100ค่ามาเฉลี่ยและนำไปแทนค่า Vo
    Vo = 1.0 * VoRawTotal / N;
    VoRawCount = 0;
    VoRawTotal = 0;
  }
  else {
    return;
  }
#endif
  Vo = Vo / 1024.0 * 5.0; //คำนวณแรงดันเอาต์พุต
  Serial.print("Vo = ");
  Serial.print(Vo * 1000.0);
  Serial.println(" mV"); //พิมพ์ข้อความ "Vo =  ค่าของ Vo*1000 mV"

  float dV = Vo - Voc; //แปลงความหนาแน่นของฝุ่นในหน่วยของ ug/m3
  if ( dV < 0 ) {
    dV = 0;
    Voc = Vo;
  }
  float dustDensity = dV / K * 100.0;

  Serial.print("DustDensity = ");
  Serial.print(dustDensity);
  Serial.println(" ug/m3"); //พิมพ์ข้อความ "DustDensity = ค่าของdustDensity ug/m3"

  if (rain >= 900) {
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้
This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.
Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

```
  if (hour >= 5 && hour < 17 && LDR >= 0 && LDR <= 300) {
    RGB_color(0, 0, 0);
    kel = 0 ;
  }
  else {
    kel = 6000 - ((dustDensity * 3500) / 700);
    kelvin(kel);
    RGB_color(red, green, blue);
  }
}
else {
  kel = 2000;
  kelvin(kel);
  RGB_color(red, green, blue);
}

Serial.print("temperature = ");
Serial.print(kel);
Serial.println(" k");
Serial.print("red = ");
Serial.print(red);
Serial.print(", ");
Serial.print("green = ");
Serial.print(green);
Serial.print(", ");
Serial.print("blue = ");
Serial.println(blue);
Serial.print("rain = ");
Serial.print(rain);
Serial.print(", ");
Serial.print("LDR = ");
Serial.println(LDR);
Serial.print("hour = ");
Serial.println(hour);
displayTime(); //แสดงเวลาออกหน้าจอ monitor
Serial.println("");
}
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้
This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.
Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

```
void RGB_color(int red_light_value, int green_light_value, int blue_light_value)
{
  analogWrite(red_pin, red_light_value);
  analogWrite(green_pin, green_light_value);
  analogWrite(blue_pin, blue_light_value);
}
```


เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้
This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.
Forbidden to modify the content, and cite the document when use.