การศึกษาแหล่งกำเนิดแสงแบบเลือกความยาวคลื่นได้

A STUDY OF TUNABLE LIGHT SOURCE

สรวิศ ตันตะราวงศา

สุคณธศักดิ์ คำลือเมือง

โครงงานพิเศษนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตร

ปริญญาวิทยาศาสตรบัณฑิต (ฟิสิกส์ประยุกต์)

ภาควิชาฟิสิกส์ คณะวิทยาศาสตร์

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

ปีการศึกษา 2559

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

A STUDY OF TUNABLE LIGHT SOURCE

SORAWIT TANTARAWONGSA

SUKHONTHASAK KHUMLUEMUANG

A SPECIAL PROJECT SUBMITTED IN PARTIAL FULFILLMENT OF

THE REQUIREMENT FOR

THE DEGREE OF BACHELOR OF SCIENCE (APPLIED PHYSICS)

DEPARTMENT OF PHYSICS, FACULTY OF SCIENCE

KING MONGKUT'S INSTITUTE OF TECHNOLOGY LADKRABANG

ACADEMIC YEAR 2016

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หัวข้อโครงงานพิเศษ	การศึกษาแหล่งกำเนิดแสงแบบเลือกความยาวคลื่นได้ A Study of Tunable Light Source
ชื่อนักศึกษา	นายสรวิศ ตันตะราวงศา รหัสนักศึกษา 56051225 นายสุคณธศักดิ์ คำลือเมือง รหัสนักศึกษา 56051229
ปริญญา	วิทยาศาสตรบัณฑิต (ฟิสิกส์ประยุกต์)
ภาควิชา	ฟิสิกส์
ปีการศึกษา	2559
อาจารย์ที่ปรึกษา	อ.สุรชาติ กมลดิลก

คณะวิทยาศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง (สจล.) อนุมัติให้โครงงานพิเศษนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิทยาศาสตร์บัณฑิต (ฟิสิกส์ประยุกต์) ประจำปีการศึกษา 2559

คณะกรรมการสอบ	ลายมือชื่อ
ผศ.ดร.ประธาน บูรณศิริ ประธานกรรมการ	
ดร.วิทูรย์ ยินดีสุข กรรมการ	
อ.ธรรมรัตน์ แต่งตั้ง กรรมการ	
อ.สุรชาติ กมลดิลก กรรมการและอาจารย์ที่ปรึกษา	

ลิขสิทธิ์ของคณะวิทยาศาสตร์
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งไม่อนุญาตให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของลิขสิทธิ์ทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หัวข้อโครงงานพิเศษ การศึกษาแหล่งกำเนิดแสงแบบเลือกความยาวคลื่นได้
ชื่อนักศึกษา นายสรวิศ ตันตะราวงศา รหัสนักศึกษา 56051225
นายสุคุณธศักดิ์ คำลือเมือง รหัสนักศึกษา 56051229
ปริญญา วิทยาศาสตรบัณฑิต (ฟิสิกส์ประยุกต์)
ภาควิชา ฟิสิกส์
คณะ วิทยาศาสตร์
มหาวิทยาลัย สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง (สจล.)
ปีการศึกษา 2559
อาจารย์ที่ปรึกษา อ.สุรชาติ กมลดิลก

บทคัดย่อ

ในโครงงานพิเศษนี้เป็นการสร้างชุดควบคุมหลอด RGB LED ให้ได้ความยาวคลื่นตามที่เราต้องการ และนำชุดทดลองนี้ไปหาค่าเปอร์เซ็นต์การส่องผ่านของแผ่นฟิล์มแต่ละชนิด ว่าแผ่นฟิล์มชนิดใดกรองแสงได้ดีที่สุด โดยเริ่มที่ความยาวคลื่น 400 nm และขยับไปทีละ 10 nm จนถึง 700 nm โดยจะเทียบค่าที่ได้ระหว่างเครื่อง Spectrometer กับ A Study UV-Vis Spectroscope ซึ่งขั้นตอนในการควบคุมหลอดRGB LED นี้จะใช้โปรแกรม LabVIEW สั่งการไปยังไมโครคอนโทรลเลอร์ Arduino เพื่อควบคุมหลอด RGB LED ซึ่งค่าความเข้มแสงที่ได้สามารถคำนวณหาค่าเปอร์เซ็นต์ค่าการส่องผ่านได้

คำสำคัญ : เปอร์เซ็นต์การส่องผ่านไมโครคอนโทรลเลอร์ Arduino A Study UV-Vis Spectroscoper RGB-LED Spectrometer

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Title	A Study of Tunable Light Source
Students	Mr.SorawitTontarawongsa Student ID56051225
	Mr.SukhunthasakKhumluemuang Student ID56051229
Degree	Bachelor of Science (Applied Physics)
Department	Physics
Faculty	Science
University	King Mongkut's Institute of Technology Ladkrabang (KMITL)
Academic Year	2559
Adviser	Lecturer Surachart Kamoldirok

Abstract

In this special project, we create the system to control the RGB LED for wavelength selection. The experimental kit were calculate a transmittance value of films to find the best filter. First, we use wavelength 400 nm after that we change by 10 nm until 700 nm. And then, compare the transmission value between the Spectrometer and Study UV-Vis Spectroscope. We used program LabVIEW to order the Arduino microcontroller for control the RGB LED. So the intensity of light could be calculate transmittance.

Keywords : Arduino, A Study UV-Vis Spectroscope, RGB-LED, transmittance, Spectrometer

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กิตติกรรมประกาศ

โครงงานพิเศษฉบับนี้สำเร็จลุลวงได้ด้วยดีเนื่องจากได้รับความกรุณาอย่างสูงจากอาจารย์ สุรชาติ กมลดิลก อาจารย์ที่ปรึกษาโครงงานพิเศษที่ได้ให้ความช่วยเหลือ ให้คำแนะนำและตรวจสอบแก้ไขการดำเนินการจัดโครงงานพิเศษ ผู้วิจัยมีความซาบซึ้งและเป็นพระคุณเป็นอย่างสูง ณ โอกาสนี้

ขอบพระคุณอาจารย์ในสาขาฟิสิกส์ทุกท่าน ที่ได้กรุณาให้ความรู้ ให้คำแนะนำ และให้ความคิดเห็นเป็นอย่างดีเสมอมา ทำให้ได้ข้อมูลครบถ้วนในงานวิจัยครั้งนี้

คุณงามความดีอันพึงมีจากโครงงานพิเศษฉบับนี้ ผู้วิจัยขอมอบแด่บิดา มารดา อันเป็นที่เคารพยิ่งและคณาอาจารย์ผู้ประสาทวิชาความรู้ตลอดจนทุกๆท่านที่ให้กำลังใจช่วยเหลือจนกระทั่งโครงงานพิเศษฉบับนี้จบลงด้วยดี

สรวิศ ตันตะราวงศา

สุคณศักดิ์ คำลือเมือง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ

หน้า

บทคัดย่อภาษาไทย ก

บทคัดย่อภาษาอังกฤษ ข

กิตติกรรมประกาศ ค

สารบัญ ง

สารบัญตาราง จ

สารบัญรูป ฉ

บทที่ 1 บทนำ

1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา 1

1.2 วัตถุประสงค์ของงานวิจัย 1

1.3 ขอบเขตของงานวิจัย 1

1.4 ขั้นตอนการวิจัย 2

1.5 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ 2

บทที่ 2 ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

2.1 หลักการทำงานของหลอดไดโอดเปล่งแสงหรือหลอด LED 3

2.2 ทฤษฎีการผสมสี 5

2.3 White LED Spectrum 6

2.4 การคำนวณหาความต้านทานที่ใช้กับหลอด RGB LED 7

2.5 การคำนวณหา Duty cycle 8

2.6 RGB Amplifier 10

2.7 Arduino 11

2.8 Spectroscopy 12

บทที่ 3 วิธีการดำเนินงานวิจัย

3.1 วัสดุและอุปกรณ์ 13

3.2 วิธีการศึกษา/วิธีการทดลอง 13

3.2.1 การทดลองเพื่อทดสอบความยาวคลื่นของหลอด RGB LED 13

3.2.2 การออกแบบวงจรสั่งการหลอด RGB LED จาก Arduino 16

3.2.3 การสร้างซอฟแวร์ที่ใช้ในระบบ 16

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ(ต่อ)

หน้า

บทที่ 4 ผลการวิจัยและการอภิปรายผล

4.1 ผลการทดลองการหาลักษณะสเปกตรัมของหลอด RGB LED ในแต่ละสี 17

4.2 ผลการหาเปอร์เซ็นต์การส่งผ่านของแสงสีขาว RGB LED ผ่านแผ่นฟิล์มต่างชนิดกับเครื่อง Spectrometer 22

4.3 ผลการหาเปอร์เซ็นต์การส่งผ่านของหลอด RGB LED ผ่านแผ่นฟิล์มต่างชนิดกับเครื่อง Photodetector 24

4.4 เปรียบเทียบค่าการส่องผ่านระหว่างเครื่อง Spectrometer กับ Photodetector 26

บทที่ 5 สรุปผลการวิจัยและข้อเสนอแนะ

5.1 สรุปผลการวิจัย 27

5.2 ปัญหาที่พบในงานวิจัย 27

เอกสารอ้างอิง 29

เอกสารอ้างอิงรูป 30

ภาคผนวก 31

ภาคผนวก ก 32

ภาคผนวก ข 43

ภาคผนวก ค 45

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญตาราง

ตารางที่	หน้า
2.1 การผสมสีจะแบ่งเป็นระดับ ความสว่างของแต่ละสีทั้ง 3 สีดังตารางนี้	6
2.2 ค่าความต้านทานที่ใช้กับหลอดไฟ	8
2.3 แสดงสารที่ใช้ทำไดโอดเปล่งแสง	8
4.1 ตารางแสดงอัตราส่วนของสีที่ RGB LED สามารถสร้างได้	17
5.1 ค่าความคลาดเคลื่อนที่ได้ก่อนการแก้ไขจากโปรแกรม	28
5.2 ค่าความคลาดเคลื่อนที่ได้หลังจากการแก้ไขจากโปรแกรม	28

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญรูป

รูปที่	หน้า
2.1 แสดงสัญลักษณ์และโครงสร้างของหลอด LED	3
2.2 ยังไม่ได้ bias	4
2.3 Reversebias	4
2.4 Forwardbias	4
2.5 การผสมกันของสีตามการทดลองของ Maxwell	5
2.6 การผสมสี	5
2.7 สเปกตรัมของหลอด RGB LED	7
2.8 การเปรียบเทียบระหว่างหลอด RGB LED และ White LED	7
2.9 แบบการใช้งานของ RBG LED	7
2.10 PWM ในการควบคุม RGB LED	8
2.11 ค่าของการเปลี่ยนสี RGB LED	9
2.12 PWM	9
2.13 RGB Amplifier	10
2.14 RGB Amplifier datasheet	10
2.15 Arduino	11
2.16 การเซตอุปกรณ์ของSpectroscopy อย่างง่าย	12
3.1 ชิปหลอด RGB LED	13
3.2 เครื่อง Spectrometer	14
3.3 การทดสอบกับเครื่อง Spectrometer	14
3.4 หน้าต่างโปรแกรมการควบคุมหลอด RGB LED	15
3.5 กราฟสเปกตรัมจากเครื่อง Spectrometer ของแสงสีเขียว	15
3.6 วงจรที่ใช้ในการทดสอบ	16
4.1 ลักษณะสเปกตรัมของแสงสีขาวจากหลอด RGB	17
4.2 ลักษณะสเปกตรัมของแสงสีแดงจากหลอด RGB	18
4.3 ลักษณะสเปกตรัมของแสงสีเขียวจากหลอด RGB	18
4.4 ลักษณะสเปกตรัมของแสงสีน้ำเงินจากหลอด RGB	18
4.5 ลักษณะสเปกตรัมของแสงสีฟ้าจากหลอด RGB	19
4.6 ลักษณะสเปกตรัมของแสงสีชมพูจากหลอด RGB	19

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญรูป(ต่อ)

รูปที่	หน้า
4.7 ลักษณะสเปกตรัมของแสงสีเหลืองจากหลอด RGB	19
4.8 ลักษณะสเปกตรัมของแสงสีส้มจากหลอด RGB	20
4.9 ลักษณะสเปกตรัมของแสงสีฟ้าเขียวจากหลอด RGB	20
4.10 ลักษณะสเปกตรัมของแสงสีม่วงจากหลอด RGB	20
4.11 ลักษณะของแสงสีต่างๆที่ออกมาจากหลอด RGB	21
4.12 แสดงการติดตั้ง RGB LED เข้ากับสายไฟเบอร์เพื่อนส่งผ่านแสงไปที่ฟิล์ม	22
4.13 กราฟแสดงความเข้มของการส่งผ่านฟิล์มที่หลายช่วงความยาวคลื่น	23
4.14 รูปเปอร์เซ็นต์การส่งผ่านของฟิล์มที่หลายช่วงความยาวคลื่น	23
4.15 ภายในกล่องการทดลองหาเปอร์เซ็นต์การส่งผ่านของแสงผ่านแผ่นฟิล์ม	24
4.16 หน้าต่างโปรแกรมที่ใช้ในการควบคุมหลอด RGB	24
4.17 กราฟแสดงค่าโวลต์กับการส่งผ่านฟิล์มที่หลายช่วงความยาวคลื่น	25
4.18 เปอร์เซ็นต์การส่งผ่านของฟิล์มที่หลายช่วงความยาวคลื่น	25
4.19 รูปเปอร์เซ็นต์การส่งผ่านของฟิล์มที่หลายช่วงความยาวคลื่น	26
4.20 เปอร์เซ็นต์การส่งผ่านของฟิล์มที่หลายช่วงความยาวคลื่น	26

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 1
บทนำ

1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

จากการปฏิบัติทำการทดลองในห้องทดลองหลายๆการทดลองที่เกี่ยวข้องกับแสงซึ่งทำให้ทราบปัญหาอย่างหนึ่งคือแหล่งกำเนิดแสงสามารถผลิตแสงได้แค่ความยาวคลื่นเดียวเช่นหลอด LED สีแดงหรือแสงขาวที่มีหลายความยาวคลื่นแต่ถ้าหากต้องการแสงสีเขียวหรือสีน้ำเงินที่มีความยาวคลื่นเดียวเราก็ต้องทำการสลับเปลี่ยนหลอดLED ไปมาหรือต้องใช้ Filter กรองแสงซึ่งจะยุ่งยากและสิ้นเปลืองในการทำการทดลองดังนั้นกลุ่มของข้าพเจ้าจึงมีแนวคิดที่จะสร้างชุดควบคุมแหล่งกำเนิดแสงที่สามารถให้แสงได้หลายความยาวคลื่น เช่น สีแดง สีเขียว สีน้ำเงินและสีขาวในหลอดเดียวเพื่อนำมาประยุกต์ใช้ในการทดลองหลายๆการทดลองที่ต้องการแหล่งกำเนิดแสงมากกว่าสีเดียวขึ้นไป เพื่อความสะดวกในการทดลองและช่วยให้ผู้ที่สนใจได้เรียนรู้เกี่ยวกับแหล่งกำเนิดแสงแบบเลือกความยาวคลื่นได้

1.2 วัตถุประสงค์ของงานวิจัย

1) สร้างชุดควบคุมแหล่งกำเนิดแสงแบบเลือกความยาวคลื่น โดยใช้โปรแกรม LabVIEW กับบอร์ด Arduino
2) เพื่อพัฒนาห้องทดลองให้มีความสะดวกในการใช้งานแหล่งกำเนิดแสงหลากหลายความยาวคลื่นด้วยหลอดไฟหลอดเดียว

1.3 ขอบเขตของงานวิจัย

ในโครงงานพิเศษนี้ได้จัดทำชุดควบคุมแหล่งกำเนิดแสงจากหลอดRGB LED ที่สามารถผลิตแสงแบบเลือกความยาวคลื่นได้ภายในหลอดเดียว เพื่อนำไปใช้พัฒนาแหล่งกำเนิดแสงในห้องทดลองของภาควิชาฟิสิกส์ประยุกต์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1.4 ขั้นตอนการวิจัย

ตารางที่ 1.1 ขั้นตอนการวิจัยและการดำเนินงาน

ช่วงเวลา	รายละเอียดการดำเนินงาน
สิงหาคม – กันยายน พ.ศ. 2559	-ศึกษาค้นคว้าเกี่ยวกับอุปกรณ์และโปรแกรมที่ใช้ทำชุดควบคุมแหล่งกำเนิดแสง RGB LED, Arduino, LabVIEW
ตุลาคม พ.ศ. 2559 – มกราคม พ.ศ. 2560	-ออกแบบชุดควบคุมและทดลองการทำงานของ Arduinoและ LabVIEW -เขียนโปรแกรมจาก LabVIEW เพื่อให้มีการรับส่งข้อมูลตามที่ต้องการ
มกราคม – เมษายน พ.ศ. 2560	-นำชุดทดลองมาทดสอบกับเครื่อง Spectrometer -ทดลองค่าการส่งผ่านกับแผ่นฟิล์มชนิดต่างๆ เทียบกับเครื่อง Spectrometer

1.5 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1) ชุดควบคุมอย่างง่ายเพื่อควบคุมแหล่งกำเนิดแสงเลือกความยาวคลื่นได้ในหลอดเดียว
2) สามารถนำแหล่งกำเนิดแสงไปประยุกต์ใช้กับการทดลองอื่นๆทางแสงที่ต้องการแหล่งกำเนิดประเภทนี้ได้เป็นอย่างดี
3) เกิดความชำนาญความรู้ความเข้าใจในการประยุกต์สร้างชุดควบคุมจากอุปกรณ์กลไกวงจรอิเล็กทรอนิกส์ที่มีการนำไมโครคอนโทรลเลอร์มาใช้ในการทำงาน

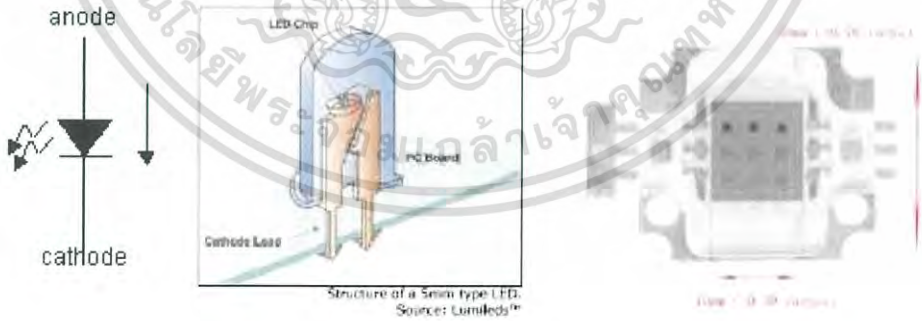
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 2
ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

เนื่องจากการทดลองการส่องผ่านของแสงผ่านฟิล์มต้องใช้หลอดไฟในย่านความยาวคลื่นหลายความยาวคลื่น เราจึงเปลี่ยนมาใช้ RGB LED ตรวจสอบฟิล์มกรอกแสงแทน ฟิล์มกรองแสงแต่ละชนิดมีค่าการส่องผ่านเท่าไหร่ โดยที่ไม่ต้องทำการเปลี่ยนแหล่งกำเนิดแสงบ่อยๆ แต่สามารถใช้เพียงหลอด RGB LED เพียงหลอดเดียวก็สามารถเปลี่ยนความยาวคลื่นที่ใช้ทดลองได้ตามต้องการ

2.1 หลักการทำงานของหลอดไดโอดเปล่งแสงหรือหลอด LED

ไดโอดเปล่งแสง (Light-emitting diode ย่อ LED) เป็นอุปกรณ์สารกึ่งตัวนำอย่างหนึ่งจัดอยู่ในจำพวกไดโอดที่สามารถเปล่งแสงในช่วงสเปกตรัมแคบเมื่อถูกไบอัสทางไฟฟ้าในทิศทางไปข้างหน้า ปรากฏการณ์นี้อยู่ในรูปของอิเล็กโทรลูมิเนิเซนต์(Electroluminescence) สีของแสงที่เปล่งออกมานั้นขึ้นอยู่กับองค์ประกอบทางเคมีของวัสดุกึ่งตัวนำที่ใช้และเปล่งแสงได้ใกล้ช่วงอัลตราไวโอเลตช่วงแสงที่มองเห็นและช่วงอินฟราเรดโครงสร้างและสัญลักษณ์ของ LED เป็นอุปกรณ์ 2 ขั้วจะเปล่งแสงดังรูปที่ 2.1เมื่อมีกระแสไหลผ่านตัวไดโอดปกติจะใช้เป็นตัวแสดงผลยกเว้นไดโอดที่เปล่งแสงในย่านอินฟราเรด (Infrared) และไดโอดชนิดที่เปล่งแสงเลเซอร์จะเป็นแหล่งกำเนิดแสงที่ใช้ในงานต่างๆซึ่งการหาขั้วของ LED อาจทำได้โดยใช้โอห์มมิเตอร์

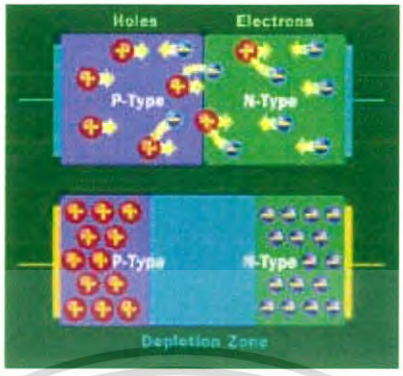


รูปที่ 2.1 แสดงสัญลักษณ์และโครงสร้างของหลอด LED[1]

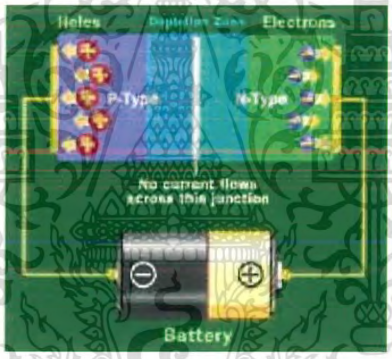
ปรากฏการณ์อิเล็กโทรลูมิเนิเซนต์เป็นกลไกการเปล่งแสงที่เกิดขึ้นจากการฉีดพาหะผ่านหัวต่อพี-เอ็นทำให้เกิดการรวมตัวพาหะแบบที่ทำให้เกิดการเปล่งแสงไดโอดชนิดนี้เหมือนไดโอดทั่วๆไปที่ประกอบด้วยสารกึ่งตัวนำชนิด P และ N ประกบกันมีผิวข้างหนึ่งเรียบเป็นมันคล้ายกระจกเมื่อไดโอดตกไบแอสตรงจะทำให้อิเล็กตรอนที่สารกึ่งตัวนำชนิด N มีพลังงานสูงขึ้นจนสามารถวิ่งข้ามรอยต่อไป

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

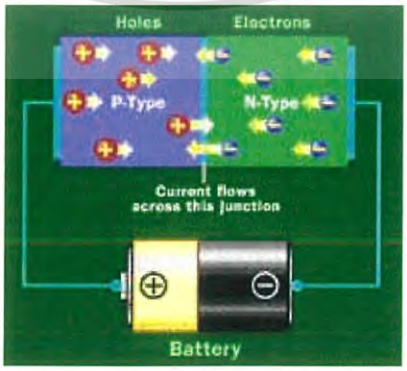
รวมกับโฮลใน P ต่อให้เกิดพลังงานในรูปของประจุโฟตอนซึ่งจะส่งแสงออกมา โดยทั่วไปมี 2 ชนิดใหญ่ๆคือLED ชนิดที่ตาคนเห็นได้กับชนิดที่ตาคนมองไม่เห็นต้องใช้ทรานซิสเตอร์มาเป็นตัวรับแสงแทนตาคน



รูปที่ 2.2 Nonbias[2]อิเล็กตรอนอิสระจาก N เคลื่อนที่ข้ามรอยต่อไปลงหลุมที่ P ทำให้เกิดโซดีพลีชั่นเป็นฉนวนกั้นการไหลของอิเล็กตรอนการเคลื่อนที่ของอิเล็กตรอนดังรูปที่ 2.2



รูปที่ 2.3 Reverse bias[2]เมื่อต่อขั้วบวกของแบตเตอรี่เข้ากับ N และขั้วลบเข้ากับ P โซนดีพลีชั่นมีขนาดกว้างขึ้นอิเล็กตรอนและโฮลไม่สามารถเคลื่อนที่ได้อย่างอิสระดังรูปที่ 2.3

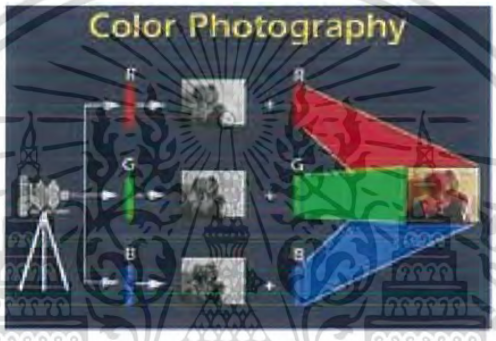


รูปที่ 2.4 Forward bias[2]เมื่อต่อขั้วลบของแบตเตอรี่เข้ากับ Nและขั้วบวกเข้ากับ P ทำให้อิเล็กตรอนอิสระสามารถเคลื่อนที่ได้อย่างอิสระเหมือนกับไม่มีความต้านทานดังรูปที่ 2.4

เอกสารนี้ใช้เพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.2 ทฤษฎีการผสมสี

สีต่างๆที่เราเห็นสามารถเกิดจากการผสมกันของแม่สีเพียง 3 สีเท่านั้นโดยการผสมกันของสีนี้มีได้ 2 แบบคือการผสมสีแบบบวก (Additive color mixing) และการผสมสีแบบลบ (Subtractive colormixing) James Clark Maxwell เป็นคนเสนอทฤษฎีการผสมสีแบบบวกโดยได้ฉายภาพจากฟิล์มพอสิทิฟขาวดำ 3 แผ่นที่ได้จากการถ่ายภาพโดยใช้แผ่นกรองแสงสีแดงเขียวและน้ำเงินบังหน้ากล้องถ่ายภาพการถ่ายภาพดังกล่าวทำให้ฟิล์มแต่ละแผ่นบันทึกเฉพาะแม่สีของแสงที่สะท้อนออกมาจากวัตถุเป็นน้ำหนักสีต่างๆบนฟิล์มตามความเข้มแสงที่สะท้อนจากวัตถุจากนั้นนำฟิล์มแต่ละแผ่นไปฉายด้วยเครื่องฉายที่มีแผ่นกรองแสงสีแดงเขียวและน้ำเงินบังอยู่เมื่อแสงสามสีนี้ไปรวมกันบนจอภาพจะเกิดเป็นสีต่างๆขึ้นมาใหม่อีกมากมายจากการผสมสีของแสงทั้งสามในความเข้มต่างๆกัน ดังรูปที่ 2.5



รูปที่ 2.5 การผสมกันของสีตามการทดลองของ Maxwell[3]

การผสมสีแบบบวกนี้เป็นการผสมกันของสีของแสงซึ่งมีแม่สีหลัก (Primary color) คือแสงสีแดงเขียวและน้ำเงินซึ่งเราจะพบเห็นการผสมสีแบบบวกได้จากจอโทรทัศน์หรือจอคอมพิวเตอร์และเราจะเรียกสีที่เกิดจากการผสมกันของแม่สีบวกว่าแม่สีรอง (Secondary color) ซึ่งได้แก่สีฟ้าหม่น (Cyan) สีม่วงแดง (Magenta) และสีเหลือง (Yellow) ดังรูปที่ 2.6

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รูปที่ 2.6 การผสมสี[3]สีน้ำเงินรวมกับสีเขียวได้สีฟ้าหม่นสีน้ำเงินรวมกับสีแดงได้สีม่วงแดงสีแดงรวมกับสีเขียวได้สีเหลืองสีน้ำเงินรวมกับสีเขียวรวมกับสีแดงได้สีขาว

ตารางที่ 2.1 การผสมสีจะแบ่งเป็นระดับ ความสว่างของแต่ละสีทั้ง 3 สีดังตารางนี้

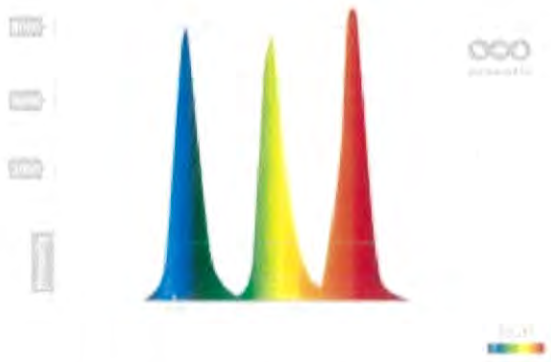
Color	Red	Green	Blue
White	255	255	255
Off	0	0	0
Red	255	0	0
Green	0	255	0
Blue	0	0	255
Light blue	0	255	255
Pink	255	0	255
Yellow	255	255	0
Orange	255	48	0
Cyan	0	255	48
Purple	48	0	255

ที่มา : (http://www.arduino4pro.com/)

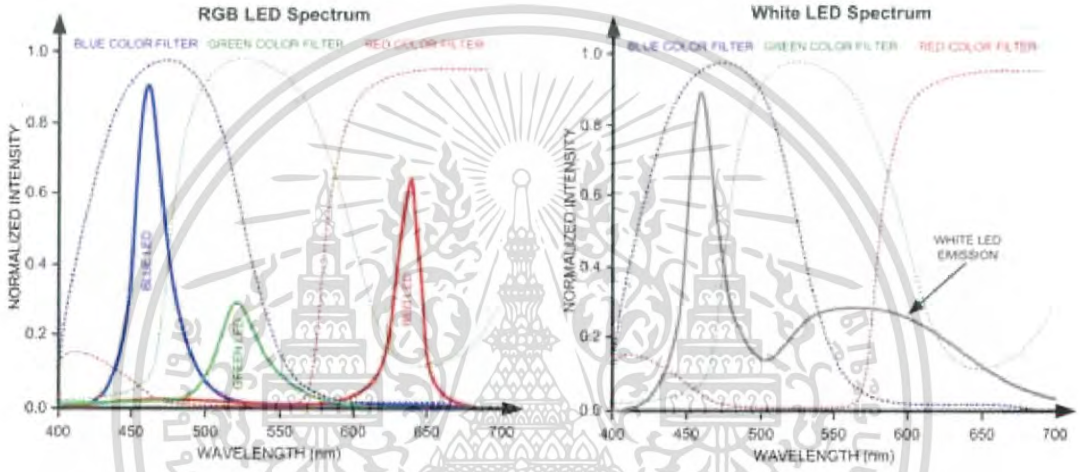
2.3 White LED Spectrum

ซึ่งคลื่นแสงจะเกิดการรวมกันแบบคลื่นในลักษณะที่รวมกันแบบเสริม เมื่อคลื่นสองขบวนเคลื่อนที่มาพบกัน จะเกิดการรวมกันเป็นคลื่นใหม่ โดยที่คลื่นเดิมซ่อนรูปอยู่ในคลื่นใหม่ ซึ่งคลื่นเดิมจะแสดงคุณสมบัติเดิมออกมารูปเดิมอีกเมื่อคลื่นนั้นเคลื่อนที่ผ่านไป การกระจัดของคลื่นใหม่ที่เกิด ณ ตำแหน่งต่างๆเป็นผลบวกของการกระจัดของคลื่นทั้งสองที่ตำแหน่งนั้น (บวกกันแบบเวกเตอร์) ซึ่งมีผลให้แอมพลิจูดของคลื่นใหม่เท่ากับผลรวมของแอมพลิจูดของคลื่นทั้งสอง ดังรูปที่ 2.8
ซึ่งการรวมกันแบบเสริมเป็นการรวมกันชนิดที่ทำให้การกระจัดของคลื่นลัพธ์(คลื่นลูกใหม่)มีค่ามากขึ้น ซึ่งเกิดจากคลื่นทั้งสองมีการกระจัดทิศเดียวกันมารวมกัน อาจเป็นการกระจัดบวกของทั้งสองคลื่น หรืออาจเกิดจากการกระจัดที่เป็นลบ ของทั้งสองคลื่นก็ได้ มีผลให้แอมพลิจูดลัพธ์เพิ่มขึ้นทำให้ตาของเรามองเห็นแอมพลิจูดใหม่ของคลื่นนี้เป็นสีขาว ดังรูปที่ 2.7

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.7 สเปกตรัมของหลอด RGB LED [4]



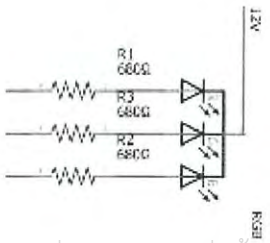
รูปที่ 2.8 เปรียบเทียบระหว่างRGB LED และ White LED[4]

2.4 การคำนวณหาความต้านทานที่ใช้กับหลอด RGB LED

การคำนวณหาค่าความต้านทานของหลอด RGB LED

ค่าความต้านทาน = (แรงดันแหล่งจ่าย - แรงดันตกคร่อมLED) / 0.02 (0.02 คือ 20mA)

เมื่อแหล่งจ่าย 12 V จะได้ว่า R = (12 ? 2) / 0.02 = 500 คือใช้ ตัวต้านทาน 500 โอห์ม



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รูปที่ 2.9 แบบการใช้งานของ RBG LED

ตารางที่ 2.2 ค่าความต้านทานที่ใช้กับหลอดไฟ

แหล่งจ่าย	ค่าความต้านทาน (โอห์ม)
3V	100 – 200
5V	150 – 250
9V	350 – 450
12V	500 – 1K

ที่มา : (http://www.ledthaisocial.com/?cat=3)

ตารางที่ 2.3 แสดงสารที่ใช้ทำไดโอดเปล่งแสง

แสง	**สารที่ใช้ทำไดโอดเปล่งแสง**
สีแดง	AlInGaP(Aluminium Indium GalliumPhosphide)
สีน้ำเงิน	InGaN(Indium Gallium Nitride)
สีเขียว	InGaN(Indium Gallium Nitride)

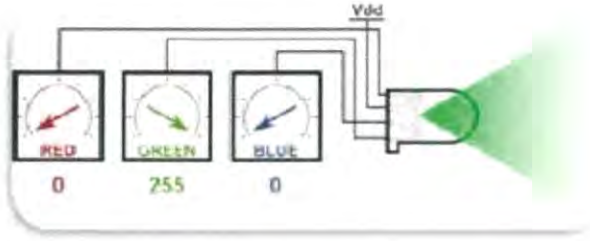
ที่มา : (http://www.arduino4pro.com/)

2.5 การคำนวณหา Duty cycle

ซึ่งเรามารถคำนวณได้จากสมการด่านล่าง สมมุติให้ขาของสีแดงมีค่า 128 ดังนั้นสามารถคิดเป็นเปอร์เซ็นต์ของค่า Duty cycle ได้ Duty cycle = (128/256)*100 = 50%

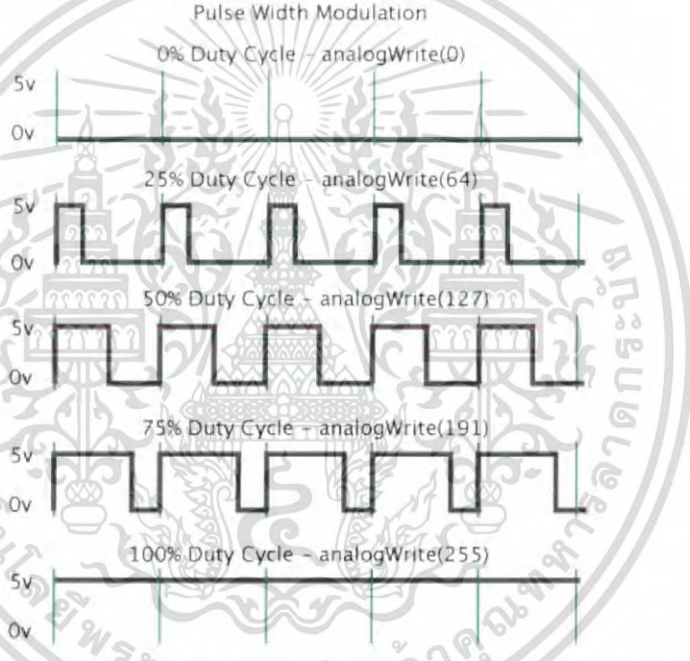
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งไม่อนุญาตให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รูปที่ 2.10 PWM ในการควบคุม RGB LED[5]จะเป็นการปรับค่า Duty cycle โดยให้ที่ขาสีแดงเป็น 52 % สีเขียวเป็น 0 และที่สีน้ำเงินเป็น 100 % ก็จะทำให้แสงที่ออกจาก LED เป็นสีม่วง



รูปที่ 2.11 ค่าของการเปลี่ยนสี RGB LED[5]

จะแสดงเป็นอัตราส่วนของ PWM ของ Arduino โดยเมื่อให้สีเขียวเป็น 255 และสีอื่นเป็น 0 LED ก็จะเป็นสีเขียว ดังรูปที่ 2.11



รูปที่ 2.12 PWM[6]

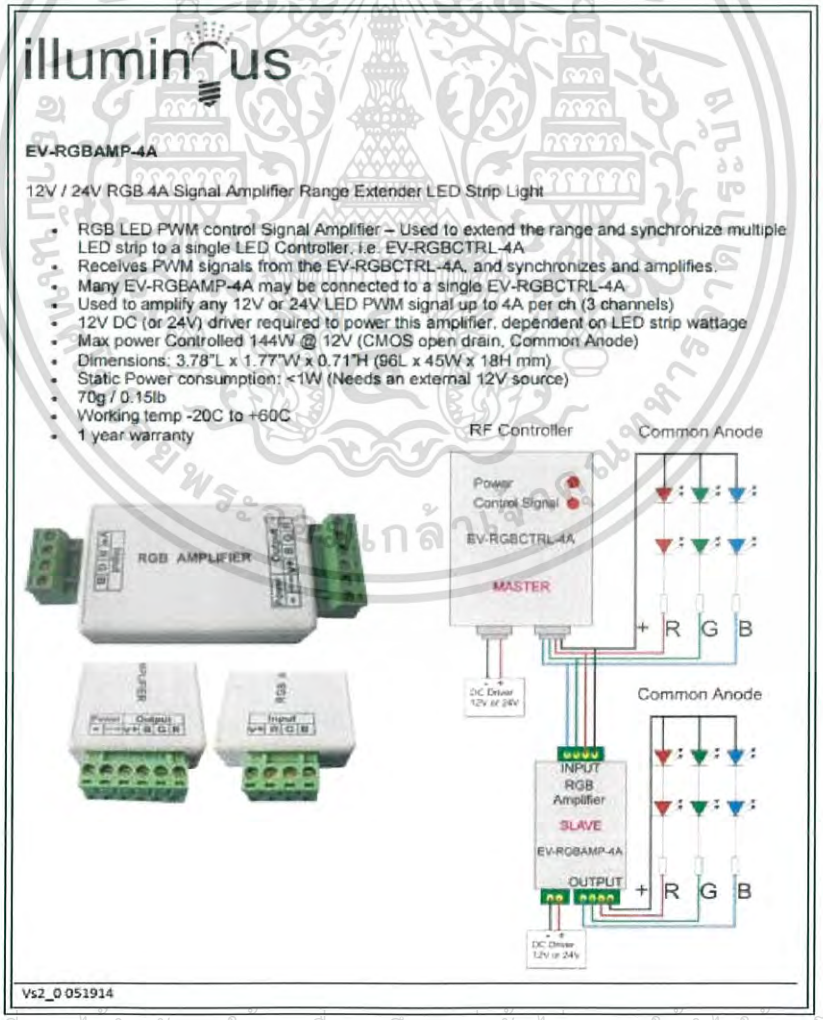
จากรูปที่ 2.12 การทำงานจะเป็นคำสั่งจากความต้านทานปรับค่าของทั้ง 3 สี เป็นระดับ 0-5V เข้าช่องสัญญาณAnalog A0 สีแดงAnalog A1 สีเขียวAnalog A2 สีน้ำเงิน เพื่อไปปรับค่าสัญญาณควบคุม RGB LED เป็นสัญญาณค่า PWM จาก 10% - 90% ของแต่ละสีในช่องสัญญาณที่ขา 9 10 11 สีเขียวสีน้ำเงิน สีแดง ตามลำดับ แต่ในตัวอย่างนี้เราจะใช้ระดับสัญญาณขา PWM มาเทียบระดับแรงดัน V เพื่อจ่ายแรงดันไฟ ให้ RGB LED

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.6 RGB Amplifier

มีหน้าที่ขยายสัญญาณจากคอนโทรลเลอร์ให้มีกำลังมากขึ้นสามารถควบคุมไฟRGB LED ได้

รูปที่ 2.13 RGB Amplifier[7]

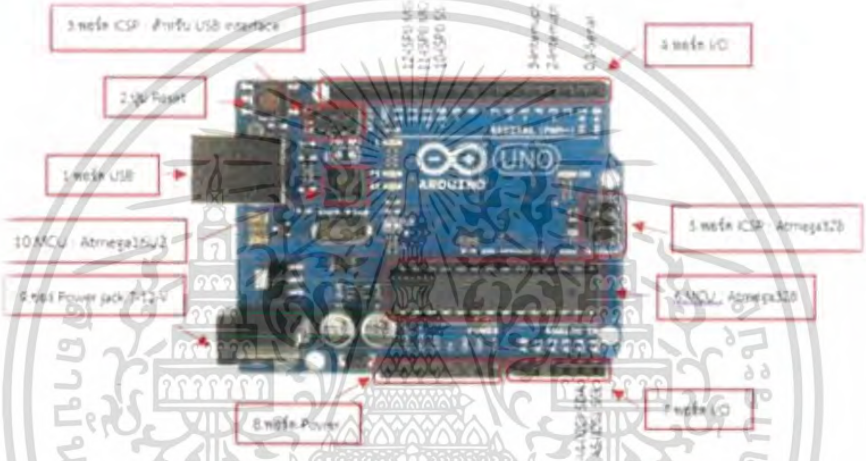


เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รูปที่ 2.14 RGB Amplifier datasheet[7]

2.7 Arduino

Arduinoเป็นบอร์ดไมโครคอนโทรเลอร์ตระกูล AVR ที่มีการพัฒนาแบบ Open Sourceคือมีการเปิดเผยข้อมูลทั้งด้าน Hardware และ Software ตัวบอร์ด Arduino ถูกออกแบบมาให้ใช้งานได้ง่าย ดังนั้นจึงเหมาะสำหรับผู้เริ่มต้นศึกษา ทั้งนี้ผู้ใช้งานยังสามารถดัดแปลง เพิ่มเติม พัฒนาต่อยอดทั้งตัวบอร์ดหรือโปรแกรมต่อได้อีกด้วยความง่ายของบอร์ด Arduino ในการต่ออุปกรณ์เสริมต่างๆคือผู้ใช้งานสามารถต่อวงจรอิเล็กทรอนิคส์จากภายนอกแล้วเชื่อมต่อเข้ามาที่ขา I/O ของบอร์ดหรือเพื่อความสะดวกสามารถเลือกต่อกับบอร์ดเสริม (Arduino Shield) ประเภทต่างๆแล้วเขียนโปรแกรมพัฒนาต่อได้เลย ดังรูปที่ 2.15

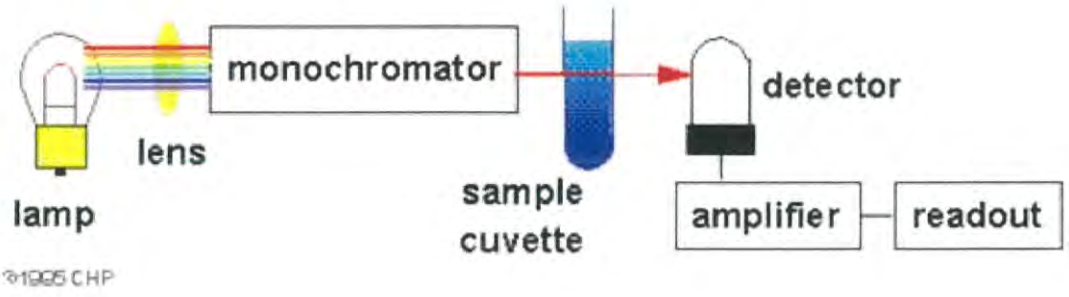


รูปที่ 2.15 Arduino[8]

1. USBPort : ใช้สำหรับต่อกับ Computer เพื่ออับโหลดโปรแกรมเข้า MCU และจ่ายไฟให้กับบอร์ด
2. Reset Button : เป็นปุ่ม Reset ใช้กดเมื่อต้องการให้ MCU เริ่มการทำงานใหม่
3. ICSP Port ของ Atmega16U2 : เป็นพอร์ตที่ใช้โปรแกรม Visual Com port บน Atmega16U2
4. I/OPort:Digital I/O ตั้งแต่ขา D0 ถึง D13 นอกจากนี้ บาง Pin จะทำหน้าที่อื่นๆ เพิ่มเติมด้วย เช่น Pin0,1 เป็นขา Tx,Rx Serial, Pin3,5,6,9,10 และ 11 เป็นขา PWM
5. ICSP Port : Atmega328 เป็นพอร์ตที่ใช้โปรแกรม Bootloader
6. MCU : Atmega328 เป็น MCU ที่ใช้บนบอร์ด Arduino
7. I/OPort : นอกจากจะเป็น Digital I/O แล้วยังเปลี่ยนเป็นช่องรับสัญญาณอนาล็อกตั้งแต่ขา A0-A5
8. Power Port : ไฟเลี้ยงของบอร์ดเมื่อต้องการจ่ายไฟให้กับวงจรภายนอก ประกอบด้วยขาไฟเลี้ยง +3.3 V, +5V, GND, V_{in}
9. Power Jack : รับไฟจาก Adapter โดยที่แรงดันอยู่ระหว่าง 7-12 V
10. MCU ของ Atmega16U2 : เป็น MCU ที่ทำหน้าที่เป็น USB to Serial โดย Atmega328 จะติดต่อกับ Computer ผ่านAtmega16U2

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น และไม่อนุญาตให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.8 Spectroscopy



รูปที่ 2.16 การเซตอุปกรณ์ของSpectroscopy อย่างง่าย[9]

Spectrophotometer เป็นเครื่องมือที่ใช้ในการตรวจวัดปริมาณแสงและค่า intensity ในช่วงแสงขาวที่ทะลุผ่านหรือถูกดูดกลืนโดยตัวอย่างที่วางอยู่ในเครื่องมือ โดยที่ความยาวคลื่นแสงจะมีความสัมพันธ์กับปริมาณและชนิดของสารที่อยู่ในตัวอย่างซึ่งส่วนใหญ่จะเป็นสารอินทรีย์ สารประกอบเชิงซ้อนและสารอนินทรีย์ที่สามารถดูดกลืนแสงในช่วงความยาวคลื่นเหล่านี้ได้คุณสมบัติในการดูดกลืนแสงของสารเมื่อโมเลกุลของตัวอย่างถูกฉายด้วยแสงในช่วงแสงขาวที่มีพลังงานเหมาะสมจะทำให้อิเล็กตรอนภายในอะตอมเกิดการดูดกลืนแสงแล้วเปลี่ยนสถานะไปอยู่ในชั้นที่มีระดับพลังงานสูงกว่า เมื่อทำการวัดปริมาณของแสงที่ผ่านหรือสะท้อนมาจากตัวอย่างเทียบกับแสงจากแหล่งกำเนิดที่ความยาวคลื่นค่าต่างๆตามกฎของ Beer-Lambert ค่าการดูดกลืนแสง (absorbance) ของสารจะแปรผันกับจำนวนโมเลกุลที่มีการดูดกลืนแสง ดังนั้นจึงสามารถใช้เทคนิคนี้ในระบุชนิดและปริมาณของสารต่างๆที่มีอยู่ในตัวอย่างได้

เนื่องจากโครงงานพิเศษนี้สามารถให้แสงที่ออกมาอยู่ในย่านของ Visible ทั้งหมด เราจึงสามารถนำไปใช้การตรวจสอบการดูดกลืนหรือส่องผ่านทาง Spectroscopy ได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 3
วิธีการดำเนินงานวิจัย

โครงงานพิเศษนี้เราได้สร้างตัวควบคุมการเปล่งแสงของหลอด RGB LED เพื่อใช้ในการทดลองแสงสีต่างๆที่ผ่านฟิล์มกรองแสง โดยขั้นแรกได้ใช้โปรแกรม LabVIEW ในการควบคุม Arduino เพื่อสั่งการหลอด RGB LED ให้ได้สีออกมาตามที่ต้องการ

3.1 วัสดุและอุปกรณ์

1. RGB LED
2. RGB Amplifier
3. Arduino UNO R3
4. Computer
5. Digilent LINX
6. LabVIEW 2016
7. Spectrometer

3.2 วิธีการศึกษา/วิธีการทดลอง

3.2.1 การทดลองเพื่อทดสอบความยาวคลื่นของหลอด RGB LED

เนื่องจากเราใช้คอมพิวเตอร์ในการควบคุมความยาวคลื่นของหลอด RGB LED ตามทฤษฎีแล้วการที่จะให้หลอด RGB LED เปล่งแสงสีแดงออกมาได้นั้น เราต้องสั่งให้ Arduino ส่งสัญญาณ PWM ที่ 255 ที่ขาของหลอดสีแดงจากนั้น จึงนำแสงที่ออกมาจากหลอด RGB LED ไปทดสอบกับเครื่อง Spectroscopy ดูค่าของความยาวคลื่นว่าอยู่ในช่วงความยาวคลื่นของแสงสีแดงจริงหรือไม่

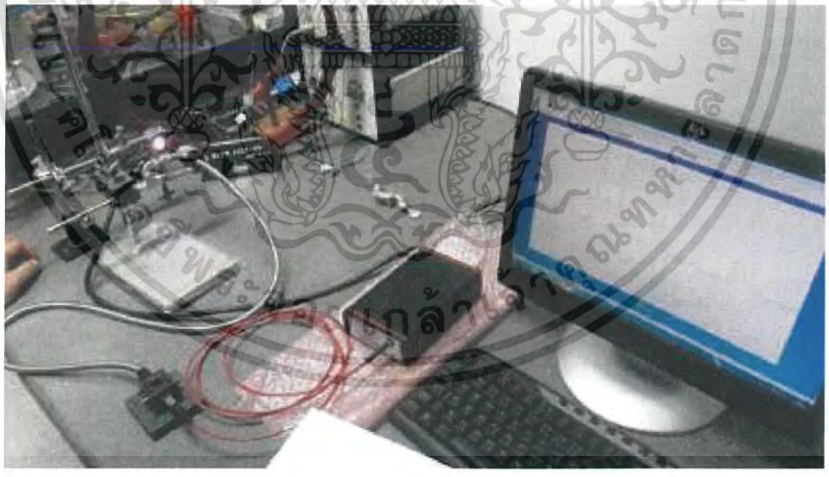
รูปที่ 3.1 ชิปหลอด RGB LED[1]

จากรูปที่ 3.1 จะเห็นได้ว่าหลอด RGB LED ประกอบไปด้วยแทบแปล่งแสง 3 แถว ซึ่งแต่ละแถวจะให้สีเป็นแม่สี 3 สี คือ แดง เขียว น้ำเงิน ถ้าเราต้องการสีอื่นนอกเหนือจากนี้ ต้องทำให้เกิดการผสมกันของแม่สีภายในหลอด

เอกสารนี้สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รูปที่ 3.2 เครื่อง Spectrometer รุ่น AVA Soft 7.4

จากรูปที่ 3.2 เป็นเครื่องมือวัดเชิงแสงชนิดหนึ่งที่ใช้ในการตรวจวัดคุณสมบัติเฉพาะของแสง โดยมากนำไปใช้ในการวิเคราะห์สเปกตรัมเพื่อระบุชนิดของสสาร โดยสร้างเส้นสเปกตรัมขึ้น และตรวจวัดความยาวคลื่นกับความเข้มแสง สามารถวัดได้ตั้งแต่รังสีแกรมมา ไปจนถึงรังสีอินฟาเรดไกล



รูปที่ 3.3 การทดสอบกับเครื่อง Spectrometer

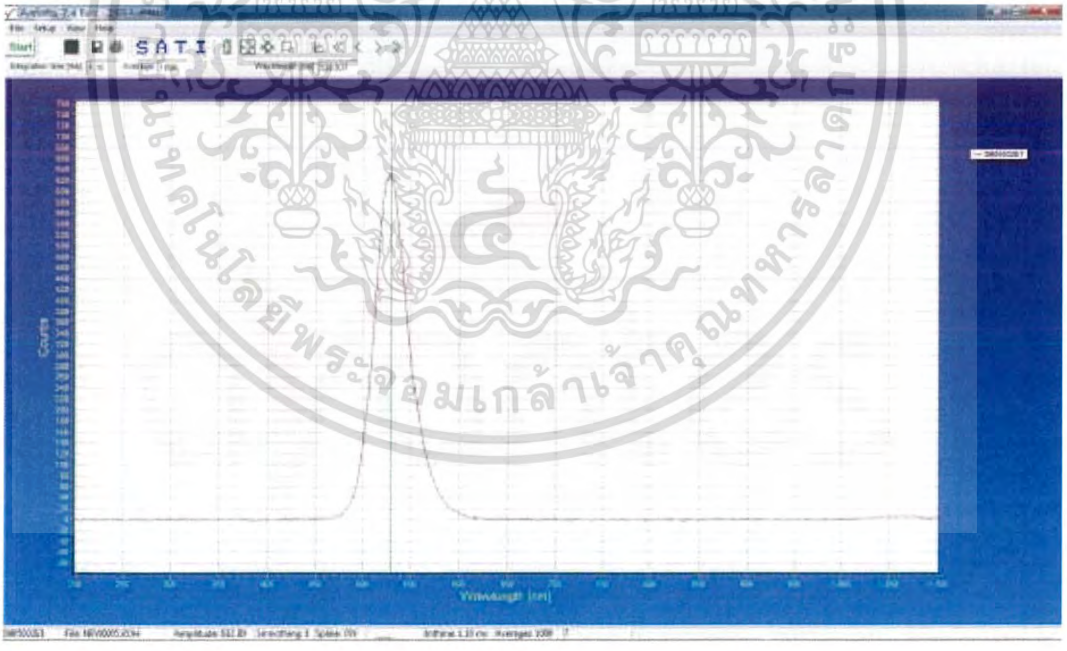
1. จัดวางอุปกรณ์ ดังรูปที่ 3.3 โดยให้หลอด RGB LED ตรงกับท่อนำแสง เพื่อให้แสงไปเข้าเครื่อง Spectrometer

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2. ปรับค่าความยาวคลื่นจากโปรแกรม LabVIEW ไปที่ “สีเขียว”

รูปที่ 3.4 หน้าต่างโปรแกรมการควบคุมหลอด RGB LED

3. เปิดโปรแกรม Avasoft 7.4
4. กดที่ปุ่ม Start เพื่อเริ่มทดสอบ



รูปที่ 3.5 กราฟสเปกตรัมจากเครื่อง Spectrometer ของแสงสีเขียว

5. ปรับค่าความยาวคลื่นในโปรแกรม LabVIEW ให้มีความคาดเคลื่อนน้อยที่สุดจากสเปกตรัมที่ออกมาจริง
6. ทำการทดลองเทียบกับหลอด LED สีขาวและสีของแม่สี 3 สี ดูว่าสเปกตรัมมีความใกล้เคียงกันหรือไม่

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.2.2 การออกแบบวงจรสั่งการหลอด RGB LED จาก Arduino

รูปที่ 3.6 วงจรที่ใช้ในการทดสอบ

เนื่องจาก RGB LED ที่ใช้ ใช้ไฟ 12V ในการทำงานจึงต้องมี RGB Amplifier ในการเพิ่มกำลังขยายโวลต์ จาก Arduino เพราะ Arduino จ่ายไฟได้เพียง 5V เท่านั้น

3.2.3 การสร้างซอฟแวร์ที่ใช้ในระบบ

1. การควบคุมการทำงานของหลอด RGB LED ด้วยบอร์ดอาดูยโน (Arduino)
   - 1.1 ทำการติดตั้งโปรแกรม MakerHub Toolbox และ Digilent LINX (Control Arduino, Raspberry Pi, BeagleBone and more) version 3.0.0.192
   - 1.2 เปิดโปรแกรม LabVIEW 2016
   - 1.3 ติดตั้ง LINX Firmware Wizard เพื่อให้ Arduino เชื่อมต่อกับโปรแกรม LabVIEW
   - 1.4 เชื่อมต่อโปรแกรมกับวงจรดังรูปที่ 3.6 เข้ากับคอมพิวเตอร์
   - 1.5 สร้างรูปแบบการควบคุมหลอด RGB LED
   - 1.6 กดปุ่ม RUN เพื่อตรวจสอบความถูกต้องของโปรแกรม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 4
ผลการวิจัยและการอภิปรายผล

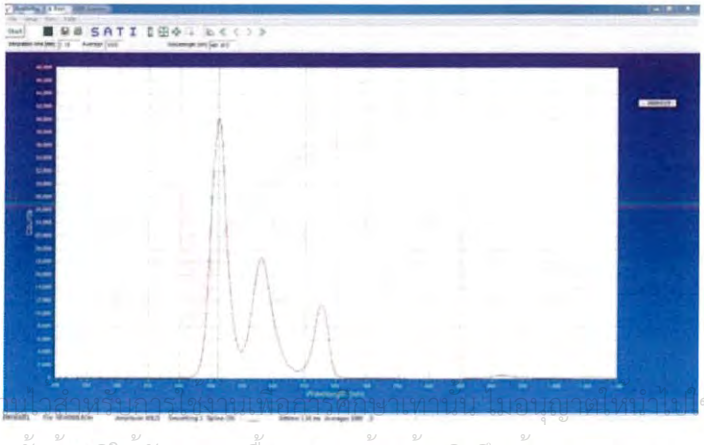
4.1 ผลการทดลองการหาลักษณะสเปกตรัมของหลอด RGB LED ในแต่ละสี

หลอด RGB LED เกิดจากการผสมกันของแม่สี แดง เขียว น้ำเงิน ที่อัตราส่วนความเข้มต่างกัน ซึ่งได้ใช้เครื่องมือ Spectrometer รุ่น AvaSpec-EDU และโปรแกรม Avasoft เวอร์ชั่น7.4

ตารางที่ 4.1 ตารางแสดงอัตราส่วนของสีที่ RGB LED สามารถสร้างได้

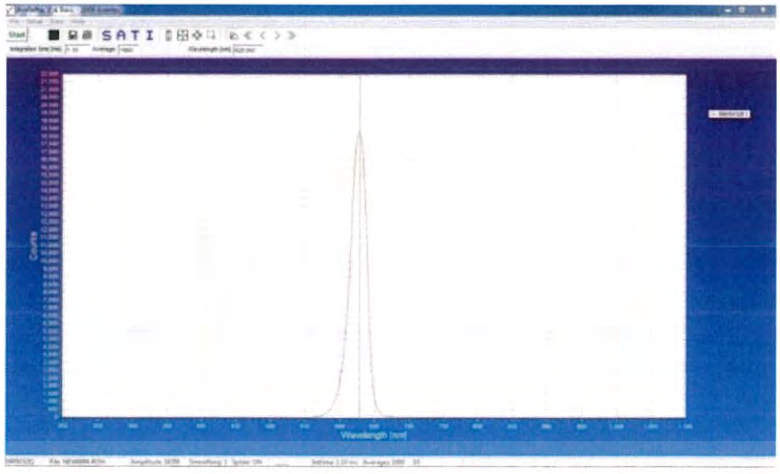
Color	Red	Green	Blue
White	255	255	255
Off	0	0	0
Red	255	0	0
Green	0	255	0
Blue	0	0	255
Light blue	0	255	255
Pink	255	0	255
Yellow	255	255	0
Orange	255	48	0
Cyan	0	255	48
Purple	48	0	255

ที่มา : (http://www.arduino4pro.com/)



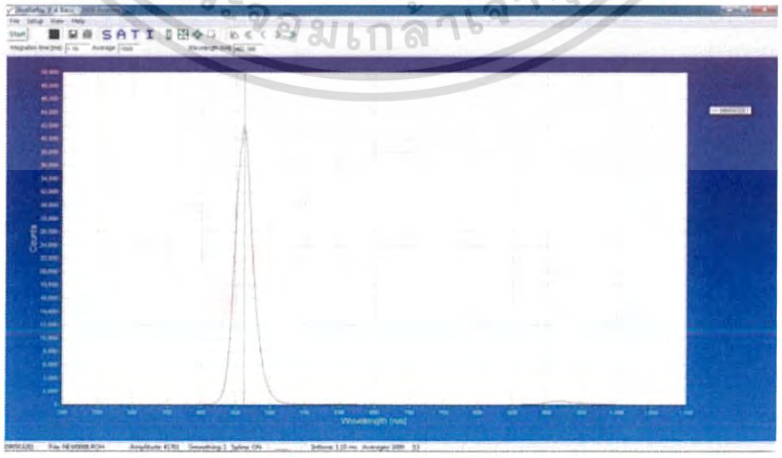
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รูปที่ 4.1 ลักษณะสเปกตรัมของแสงสีขาวจากหลอด RGB



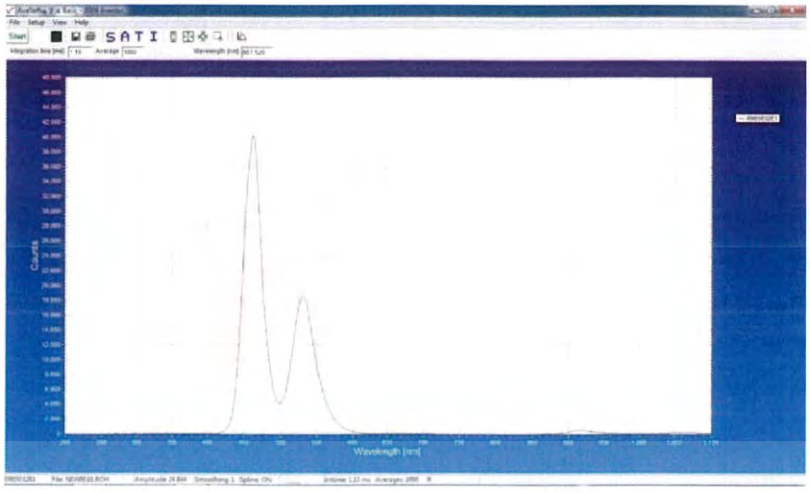
รูปที่ 4.2 ลักษณะสเปกตรัมของแสงสีแดงจากหลอด RGB

รูปที่ 4.3 ลักษณะสเปกตรัมของแสงสีเขียวจากหลอด RGB

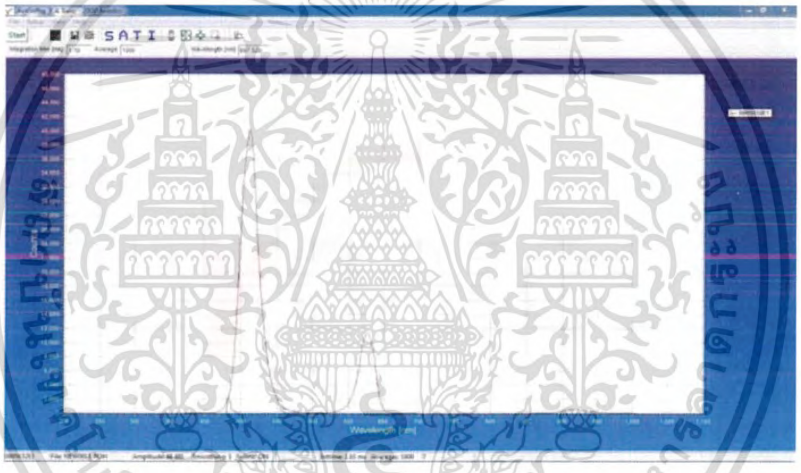


รูปที่ 4.4 ลักษณะสเปกตรัมของแสงสีน้ำเงินจากหลอด RGB

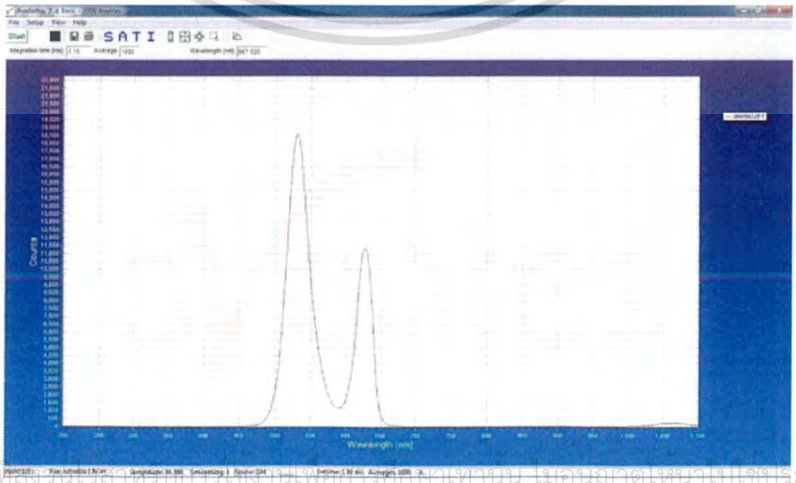
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.5 ลักษณะสเปกตรัมของแสงสีฟ้าจากหลอด RGB

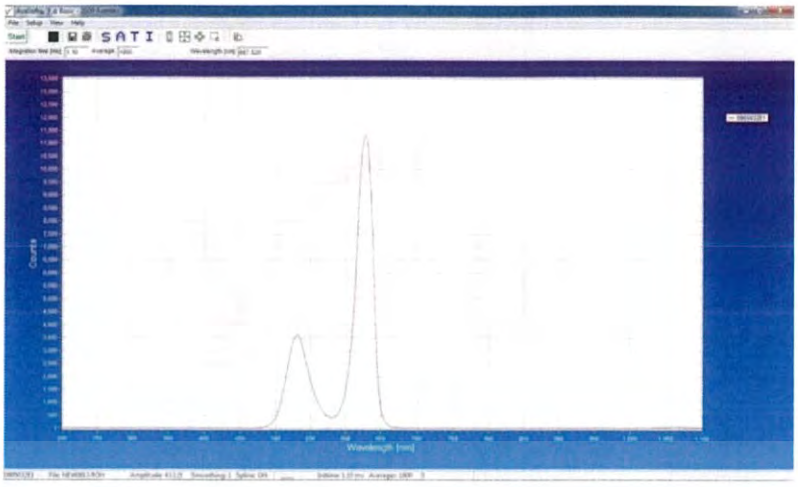


รูปที่ 4.6 ลักษณะสเปกตรัมของแสงสีชมพูจากหลอด RGB



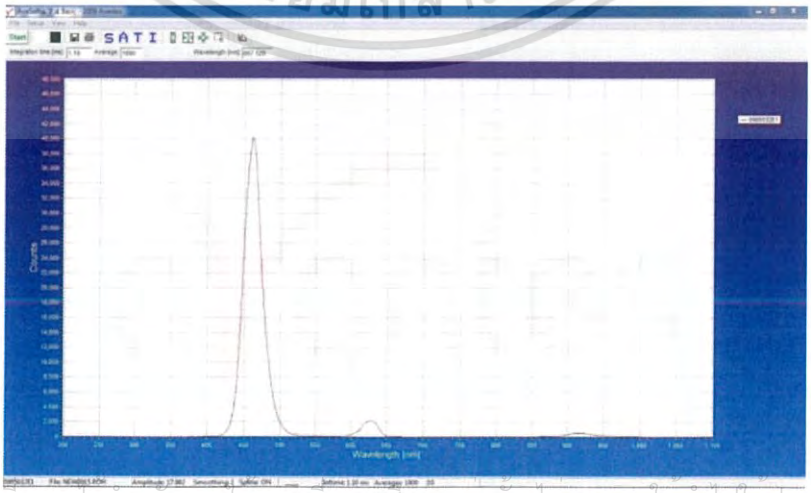
รูปที่ 4.7 ลักษณะสเปกตรัมของแสงสีเหลืองจากหลอด RGB

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งไม่อนุญาตให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



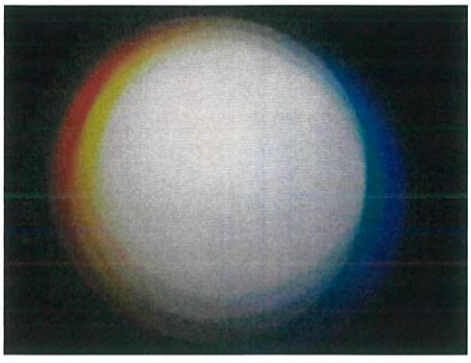
รูปที่ 4.8 ลักษณะสเปกตรัมของแสงสีส้มจากหลอด RGB

รูปที่ 4.9 ลักษณะสเปกตรัมของแสงสีฟ้าเขียวจากหลอด RGB

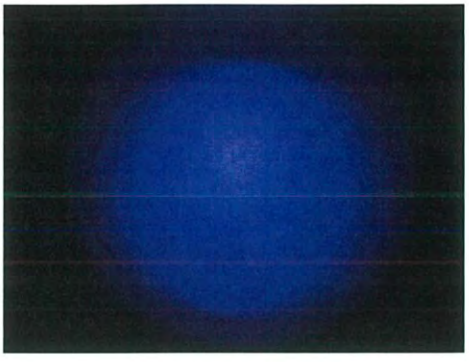


รูปที่ 4.10 ลักษณะสเปกตรัมของแสงสีม่วงจากหลอด RGB

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งไม่อนุญาตให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ก.



ข.

ค.

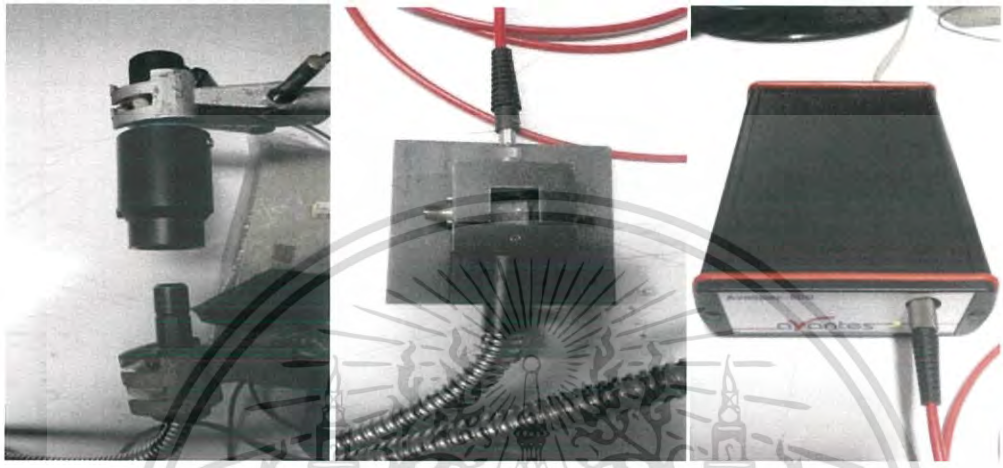
ง.

รูปที่ 4.11 ลักษณะของแสงสีต่างๆที่ออกมาจากหลอด RGB ก.แสงสีขาว ข.แสงสีน้ำเงิน ค.แสงสีเขียว ง.แสงสีแดง

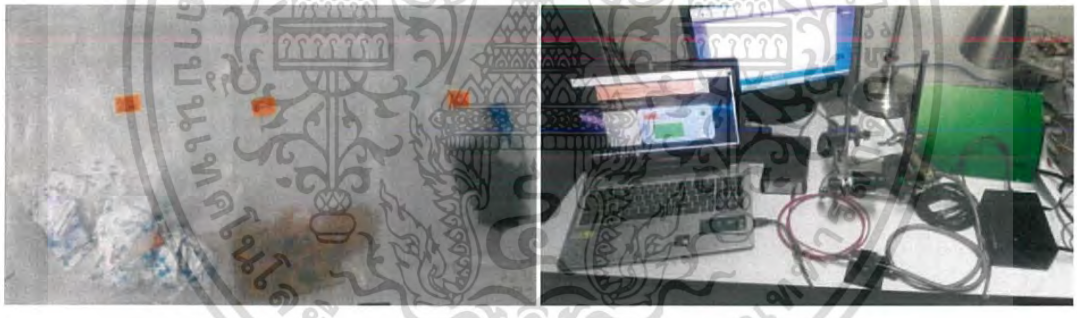
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.2 ผลการหาเปอร์เซ็นต์การส่งผ่านของแสงสีขาว RGB LED ผ่านแผ่นฟิล์มต่างชนิดกับเครื่อง Spectrometer

ซึ่งได้ใช้เครื่องมือSpectrometer รุ่น AvaSpec-EDU และโปรแกรม Avasoft เวอร์ชั่น7.4



ก. ข. ค.



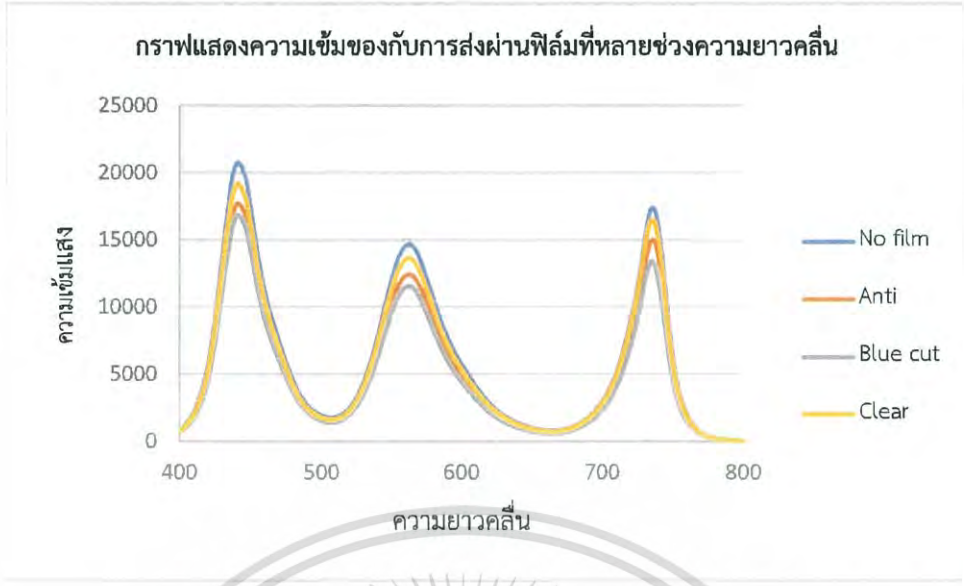
ง. จ.

รูปที่ 4.12 แสดงการติดตั้ง RGB LED เข้ากับสายไฟเบอร์เพื่อนส่งผ่านแสงไปที่ฟิล์ม ก.แท่นไว้สำหรับวางชิ้นตัวอย่างซึ่งในที่นี้คือแผ่นฟิล์ม ข.เครื่องรับแสงและอ่านข้อมูลแสงที่ส่งผ่านมาจากสายไฟเบอร์ออปติกเพื่อเชื่อมกับโปรแกรม ค.ฟิล์ม 3 ชนิด Anti Glare film, Clear film, Blue cut film ง.ภาพโดยรวมทั้งหมดของการทำการทดลอง

ขั้นตอนการทำการทดลอง

1. สั่งให้หลอด RGB LED เป็นสีขาวและวัดค่าความเข้มแสง
2. ใส่ฟิล์ม Anti Glare ในแท่นและวัดค่าความเข้มแสง
3. ทำแบบเดียวกันกับแผ่นฟิล์มอีก 2 ชนิด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.13 กราฟแสดงความเข้มของการส่งผ่านฟิล์มที่หลายช่วงความยาวคลื่น

4. คำนวณหาเปอร์เซ็นต์การส่งผ่านของแผ่นฟิล์มแต่ละชนิดจากสมการ

$$\text{Transmittance}(T) = \frac{I_o}{I_{in}} \times 100\%$$

เมื่อ T = เปอร์เซ็นต์การส่งผ่าน

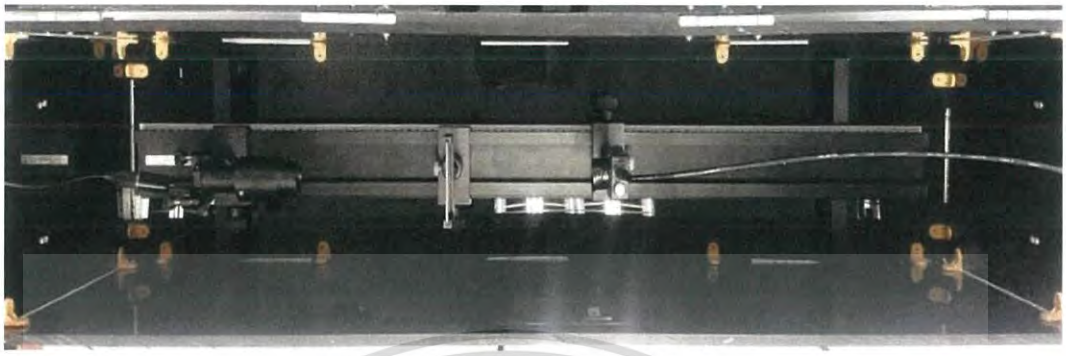
I_o = ความเข้มของแสงหลังจากผ่านแผ่นฟิล์ม

I_{in} = ความเข้มของแสงก่อนผ่านแผ่นฟิล์ม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาของเอกสารนี้ก่อนนำไปใช้ในทางที่มีการนำไปใช้

รูปที่ 4.14 รูปเปอร์เซ็นต์การส่งผ่านของฟิล์มที่หลายช่วงความยาวคลื่น

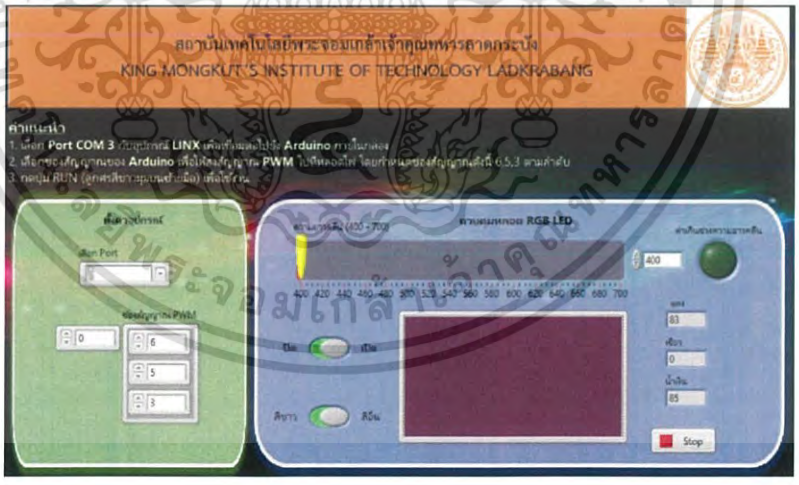
4.3 ผลการหาเปอร์เซ็นต์การส่งผ่านของหลอดRGB LED ผ่านแผ่นฟิล์มต่างชนิดกับเครื่อง Spectrometer กับ Study UV-Vis Spectroscoper



รูปที่ 4.15 ภายในกล่องการทดลองหาเปอร์เซ็นต์การส่งผ่านของแสงผ่านแผ่นฟิล์ม

ขั้นตอนการทดลอง

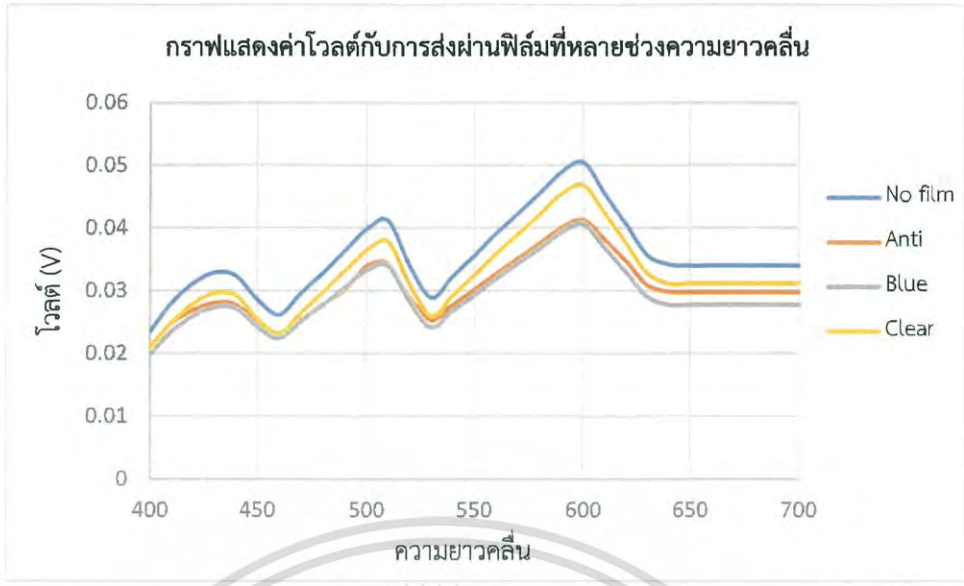
1. จัดวางอุปกรณ์ดังรูปที่ 4.18 โดยให้หลอด RGB LED อยู่ทางด้านซ้ายมือ แท่นวางแผ่นฟิล์มและตัว Photodetector ตามลำดับ
2. สั่งการให้หลอด RGB LED เปล่งแสงที่ 400 nm (ยังไม่ใส่ฟิล์ม) บันทึกค่าโวลต์ที่ได้



รูปที่ 4.16 หน้าต่างโปรแกรมที่ใช้ในการควบคุมหลอด RGB

3. เปลี่ยนค่าความยาวคลื่นที่ละ 10 nm จนถึงที่ 700 nm และบันทึกค่าที่ทุกๆระยะ
4. ทำเช่นเดียวกัน กับแผ่นฟิล์มอีกทั้ง 3 ชนิด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.17 กราฟแสดงค่าโวลต์กับการส่งผ่านฟิล์มที่หลายช่วงความยาวคลื่น

5. คำนวณหาเปอร์เซ็นต์การส่งผ่านของแผ่นฟิล์มแต่ละชนิดจากสมการ

$$\text{Transmittance}(T) = \frac{I_0}{I_{in}} \times 100\%$$

เมื่อ T = เปอร์เซ็นต์การส่งผ่าน

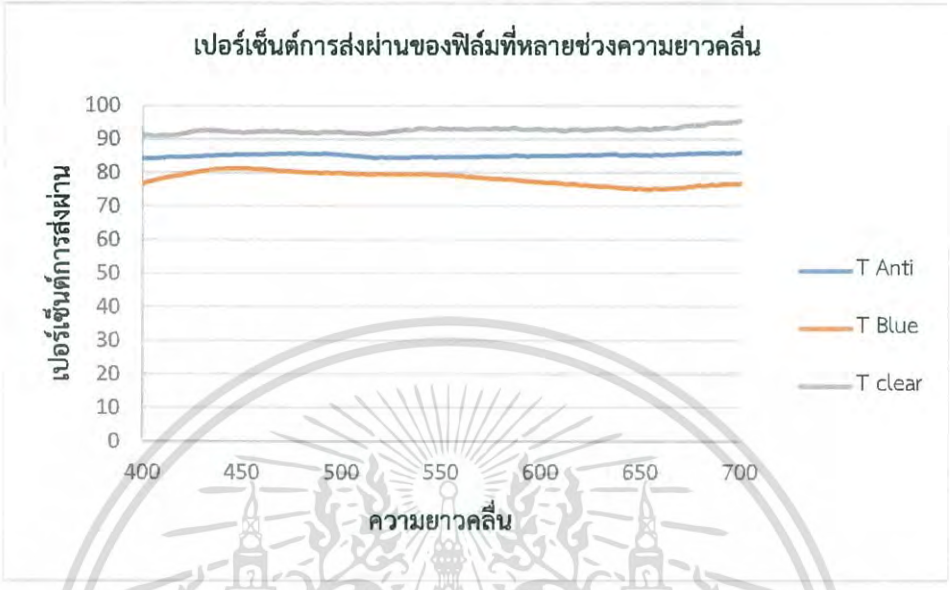
I_0 = ความเข้มของแสงหลังจากผ่านแผ่นฟิล์ม

I_{in} = ความเข้มของแสงก่อนผ่านแผ่นฟิล์ม

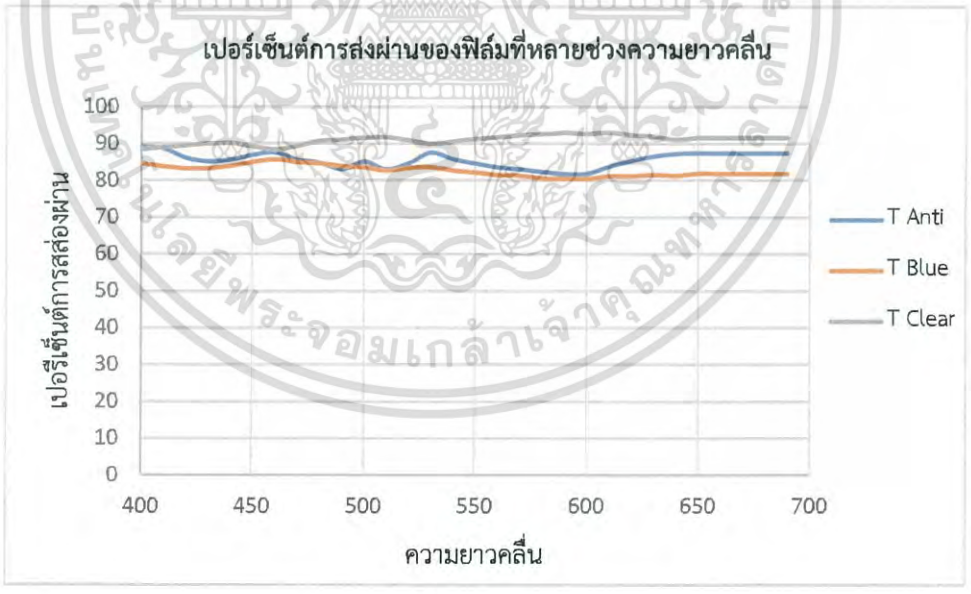
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รูปที่ 4.18เปอร์เซ็นต์การส่งผ่านของฟิล์มที่หลายช่วงความยาวคลื่น

4.4 เปรียบเทียบค่าการส่องผ่านระหว่างเครื่อง Spectrometer กับ Study UV-Vis Spectroscoper



รูปที่ 4.19 รูปเปอร์เซ็นต์การส่งผ่านของฟิล์มที่หลายช่วงความยาวคลื่น



รูปที่ 4.20เปอร์เซ็นต์การส่งผ่านของฟิล์มที่หลายช่วงความยาวคลื่น

จะเห็นได้ว่าค่าเปอร์เซ็นต์การส่งผ่านของเครื่อง Spectrometer กับ Study UV-Vis Spectroscoper มีความสอดคล้องกัน เป็นการยืนยันว่าชุดควบคุมแสงแบบเลือกความยาวคลื่นนี้สามารถใช้ทำการทดลองได้จริง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 5
สรุปผลการวิจัยและข้อเสนอแนะ

5.1 สรุปผลการวิจัย

ผลการสร้างชุดศึกษาแหล่งกำเนิดแสงแบบเลือกความยาวคลื่นได้ สรุปผลได้ดังนี้ ชุดศึกษาแหล่งกำเนิดแสงแบบเลือกความยาวคลื่นได้ประกอบด้วยแหล่งกำเนิดแสงเป็นหลอด RGB LED(Red Green Blue LED) ที่มีกำลังไฟฟ้า 10 w ใช้ไฟ 12V ในการไบแอส จะสามารถเปล่งแสงที่ความยาวคลื่นในช่วง 400-700 nm ซึ่งประกอบไปด้วยแทบแปล่งแสง 3 แถว ซึ่งแต่ละแถวจะให้สีเป็นแม่สี 3 สี คือ แดง เขียว น้ำเงิน ส่วนสีอื่นที่ความยาวคลื่นต่างๆ จะเกิดจากการผสมสีของแต่ละแถบแม่สีภายในหลอด ประกอบด้วย โปรแกรม LabVIEW ซึ่งใช้ในการสั่งการทำงานไปยังบอร์ด Arduino บอร์ด Arduino ก็จะทำหน้าที่ควบคุมสัญญาณ PWM เพื่อกำหนดอัตราส่วนของการเปิดปิดหลอดแต่ละแถบสีรวมถึงความเข้มที่ใช้ในการผสมสีด้วย และประกอบด้วยRGB Amplifierเนื่องจาก RGB LED ที่ใช้ใช้ไฟ 12V ในการทำงานจึงต้องมี RGB Amplifier ในการเพิ่มกำลังขยายโวลต์ จาก Arduino เพราะ Arduino จ่ายไฟได้เพียง 5V เท่านั้น

5.2 ปัญหาที่พบในงานวิจัย

โครงงานพิเศษ ชุดศึกษาแหล่งกำเนิดแสงแบบเลือกความยาวคลื่นได้มีปัญหาที่พบในงานวิจัยดังนี้

5.2.1 ในระบบของโปรแกรมพบว่าเมื่อสั่งค่าให้แสงเปล่งออกมาที่ความยาวคลื่นค่าหนึ่ง จากการตรวจสอบด้วยเครื่องพบว่าแสงที่เปล่งออกมามีความยาวคลื่นไม่ตรงกับโปรแกรม ซึ่งเป็นผลมาจากความไม่เป็นอุดมคติของการผลิตหลอดซึ่งมาความคลาดเคลื่อนไปสูงสุด 4% ผู้ศึกษาได้แก้ไขโดยปรับขยับค่าการป้อนข้อมูลความยาวคลื่นในโปรแกรมให้ตรงกัน ซึ่งทำให้ความคลาดเคลื่อนลดลงเป็นที่ยอมรับได้ดังตาราง

5.2.2 ในการเปล่งแสงจากการผสมสีของหลอด RGB LED ผู้ศึกษาพบว่าเกิดความคลาดของสีทำให้เกิดความเหลื่อมของแสงบริเวณขอบของแสงที่เปล่งออกมากเช่นสีขาว จะเกิดสีเหลื่อมของสีเขียว สีแดง และสีน้ำเงิน ซึ่งได้ทำการวัดผลกระทบจากสีที่เหลื่อม ซึ่งสเปกตรัมของแสงที่เหลื่อมออกมามีค่าน้อยมาก ผู้ศึกษาได้แก้ไขด้วยวิธีที่ง่ายและประหยัดที่สุดคือจัดอุปกรณ์ทั้งหมดให้ตรงกับบริเวณกึ่งกลางของแหล่งกำเนิดแสง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 5.1 ค่าความคลาดเคลื่อนที่ได้ก่อนการแก้ไขจากโปรแกรม

ค่าที่ควบคุมจากโปรแกรม (nm)	ค่าเฉลี่ยที่วัดได้จากเครื่อง Spectrometer (nm)	เปอร์เซ็นต์ความคลาดเคลื่อน
645	627.727	2.751
510	528.222	3.449
440	458.207	3.973

ตารางที่ 5.2 ค่าความคลาดเคลื่อนที่ได้หลังจากการแก้ไขจากโปรแกรม

ค่าที่ควบคุมจากโปรแกรม (nm)	ค่าเฉลี่ยที่วัดได้จากเครื่อง Spectrometer (nm)	เปอร์เซ็นต์ความคลาดเคลื่อน
633	627.727	0.840
528	528.222	0.042
458	458.207	0.045

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เอกสารอ้างอิง

[1] May 17, 2011 1:56 PM by Liz Savage - Last Modified: May 17, 2011 3:21 PM by MeghanKสืบค้นจาก https://decibel.ni.com/content/docs/DOC-16204

[2] วิสิทธิ์ แผ้วกระโทก ชื่อเรื่อง LabVIEW Interface for Arduino (2012) สืบค้นจาก http://mechacity.blogspot.com/2012/10/labview-interface-for-arduino-part-ii.html

[3] January 14, 2016 คมสรรค์ เพชรคอน การเขียนโปรแกรมควบคุมหลอดไฟ RGB LED ให้รับค่าจาก Processingสืบค้นจาก http://www.vcharkarn.com/maker/504060

[4] 27 February 2014 by ChontichaPraditsakulเรื่องการควบคุม LED และ RGB LED ผ่าน Arduino Board สืบค้นจาก https://prezi.com/-ljg87bj-tae/presentation/

[5] by Thomas S. Kuntzleman and Erik C. Jacobson. เรื่อง Wavelength to Colour Relationship สืบค้นจาก https://codepen.io/pen?&editors=011

[6] byDan Brutonเรื่อง Wavelength to RGB and HEX Calculatorสืบค้นจาก http://www.midnightkite.com/color.html

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เอกสารอ้างอิงรูป

[1] สมชัย, 2559.**Buyled.in.th, [Online]** .Available : http://www.buyled.in.th/led-structure.php

[2] บริษัท จิเนียส ทราฟฟิค ซิสเต็ม จำกัด, 2559. **สถานะของLED,[Online]** .Available : http://www.gets.co.th

[3] ผศ.ดร.ชนัตต์ รัตนสุมาวงศ์, 2559. **หลักการผสมสีของแสง. [Online]** .Available :http://pioneer.netserv.chula.ac.th

[4] วิทยาศาสตร์และธรรมชาติ, 2559. **สเปกตรัมของแสง. [Online]**.Available : https://www.pinterest.com/

[5] PyroElectro, 2016. **RGB LED Duty cycle. [Online]**.Available : http://www.pyroelectro.com

[6] S.Mesprasat, 2016. **การทดลองที่1_PWM. [Online]**.Available : http://highlv5290.blogspot.com

[7] Alibaba, 2016. **RGB Amplifier. [Online]**.Available :https://guide.alibaba.com

[8] ProBtemplates, 2013. **Arduino. [Online]**.Available :http://pic-arduino.blogspot.com

[9] Glassware Chemical, 2009. **Spectroscopy. [Online]**.Available :http://glasswarechemical.com

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก

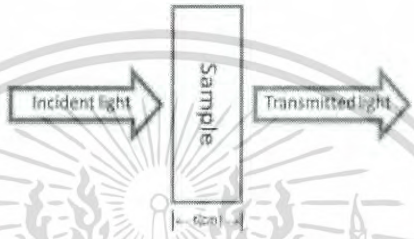
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ก

ทฤษฎี

1. การดูดกลืนแสง

เมื่อมีคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าหรือแสงตกกระทบลงบนวัตถุใดๆอาจเกิดการดูดกลืน การ สะท้อน การส่องผ่านหรือการกระจายออกของคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าตามคุณสมบัติของวัตถุนั้นๆ ซึ่ง ในกระบวนการนี้จะวัดเฉพาะแสงที่ตกกระทบบนวัตถุ (Incident light) และแสงที่ส่องผ่านวัตถุ (Transmitted light) เท่านั้น โดยไม่คำนึงถึงแสงรบกวน (Stray light)



การดูดกลืนแสงตามกฎของเบียร์แลมเบิร์ต (Beer-Lambert's law)

จากรูป เราสามารถอธิบายการดูดกลืนของแสงได้โดยโดยอาศัยกฎ 2 ข้อ คือ กฎของแลมเบิร์ต (Lambert's law) ซึ่งเราสามารถหาความสัมพันธ์ของแสงที่ถูกดูดกลืนไว้ด้วยตัวกลางเมื่อเปรียบเทียบกับความหนาของตัวกลาง คือ

$$I_t = I_0' \, 10^{-\bar{I} t} \quad (1)$$

โดยค่า I_0 คือ ค่าความเข้มแสงที่เคลื่อนที่โดยไม่ผ่านสารตัวอย่าง

I_t คือ ค่าความเข้มแสงที่เคลื่อนที่ผ่านสารตัวอย่าง

$\bar{I}$ คือ ค่าสัมประสิทธิ์การดูดกลืนแสงของสารตัวอย่าง

t คือ ระยะทางที่แสงเคลื่อนที่ภายในตัวกลางในหน่วยเซนติเมตร

กฎของเบียร์ (Beer's law) ซึ่งเราสามารถหาความสัมพันธ์ของแสงที่ถูกดูดกลืนไวด้วยตัวกลางเมื่อเปรียบเทียบกับความเข้มข้นของตัวกลาง คือ

$$I_t = I_0' \, 10^{-\bar{I} t} \quad (2)$$

โดยค่า c คือ ความเข้มข้นของตัวกลางในหน่วยโมล/ลิตร เมื่อรวมกฎทั้งสองข้อเข้าด้วยกันเป็นกฎของเบียร์แลมเบิร์ต (Beer-Lambert's law) จะได้

$$I_t = I_0' \, 10^{-\bar{I} t} \quad (3)$$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ซึ่งสมการ (3) แสดงถึงความเข้มของแสงหลังจากเดินทางผ่านตัวกลางใดๆซึ่งมีค่าสัมประสิทธิ์การดูดกลืนแสง (I) ความเข้มข้นของตัวกลาง(c) และเคลื่อนที่ในตัวกลางเป็นระยะทางหนึ่ง (t)

ซึ่งค่าการส่องผ่านของแสง (Transmittance) ของสารตัวอย่างสามารถคำนวณได้โดยค่าความเข้มแสงที่วัดได้จากการทดลองดังสมการ

$$T = I_0 t \quad (4)$$

โดยค่า I_0 คือ ค่าความเข้มแสงที่เคลื่อนที่โดยไม่ผ่านสารตัวอย่าง

I_t คือ ค่าความเข้มแสงที่เคลื่อนที่ผ่านสารตัวอย่าง

เปอร์เซ็นต์การส่องผ่านของแสงสามารถคำนวณได้ด้วยสมการ

$$\%T = I_0 t' \quad 100 \quad (5)$$

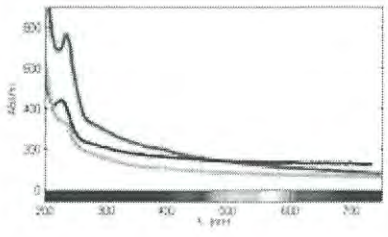
และค่าการดูดกลืนแสงของตัวกลาง (Absorbance) สามารถคำนวณได้ด้วยสมการ

$$A = - \log T = I \quad ct \quad (6)$$

$$A = 2 - \log 10\%T \quad (7)$$

2. หลักการทำงานของเครื่องวัดการดูดกลืนแสงแบบUltraviolet-Visible Spectroscopy

Ultraviolet - Visible Spectroscopy เป็นเครื่องมือที่ใช้ในการวิเคราะห์การดูดกลืนหรือส่องผ่านของคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าของสารในช่วงอัลตราไวโอเลต (Ultraviolet) และช่วงแสงที่ตามองเห็น (Visible) ความยาวคลื่นที่สามารถใช้วิเคราะห์ได้อยู่ในช่วง 190-1,000 นาโนเมตร ซึ่งสารที่ใช้ วิเคราะห์เป็นได้คือสารอินทรีย์ สารประกอบหรือแม้แต่สารอนินทรีย์ โดยสารแต่ละชนิดจะดูดกลืน แสงในความยาวคลื่นที่แตกต่างกันและปริมาณการดูดกลืนแสงจะขึ้นกับความเข้มข้นของสารจึง สามารถใช้วิเคราะห์ได้ทั้งในเชิงปริมาณและคุณภาพโดยไม่ทำลายสารที่ตรวจสอบ



ผลจากการวิเคราะห์การดูดกลืนแสงด้วยเครื่อง UV-Vis Spectroscopy (http://web2.mfu.ac.th)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ผลที่ได้จากการวิเคราะห์ด้วยวิธีนี้จะอยู่ในรูปของความสัมพันธ์ระหว่างเปอร์เซ็นต์การดูดกลืนแสง(Absorbance)และความยาวคลื่น(Wavelength) หรือความสัมพันธ์ระหว่างเปอร์เซ็นต์การส่องผ่าน(%Transmittance)และความยาวคลื่น(Wavelength)

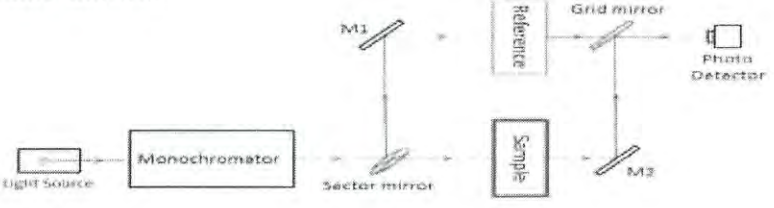
ชนิดของเครื่องวัดการดูดกลืนแสงแบบ Ultraviolet-Visible Spectroscopy แบ่งตามชนิดของระบบทางเดินแสงเป็น 2 ชนิด คือ

1. ชนิดลำแสงเดี่ยว (Single-beam type) เมื่อแสงเดินทางออกจากแหล่งกำเนิดจะผ่านเลนส์ที่ทำหน้าที่
2. เปลี่ยนให้แสงเป็นลำขนาน แล้วผ่านเข้าสู่ตัวแยกแสงเพื่อเลือกแสงเพียงความยาวคลื่นที่ต้องการและเข้าสู่ตัวอย่างที่ใช้ในการทดลองแล้วจึงเข้าสู่อุปกรณ์รับสัญญาณและส่วนระมวลผล เพื่อวิเคราะห์เปอร์เซ็นต์การดูดกลืนแสงหรือเปอร์เซ็นต์การส่องผ่านแสงของสารตัวอย่าง

เครื่องวัดการดูดกลืนของแสงแบบ Ultraviolet-Visible Spectroscopy

ชนิดลำแสงเดี่ยว (Single beam type)

2) ชนิดลำแสงคู่ (Double-beam type) เมื่อแสงเดินทางออกจากแหล่งกำเนิดจะผ่านเลนส์ที่ทำหน้าที่เปลี่ยนให้แสงเป็นลำขนานแล้วลำแสงจะเดินทางผ่านเข้าสู่ตัวแยกแสงเพื่อเลือกแสงเพียงความยาวคลื่นที่ต้องการแล้วจึงถูกแยกออกเป็นสองขบวนโดยขบวนหนึ่งเคลื่อนที่ผ่านสารตัวอย่าง ในขณะที่ลำแสงอีกขบวนเคลื่อนที่ผ่านสารอ้างอิง หลังจากนั้นลำแสงทั้งสองลำจะเคลื่อนที่เข้าสู่ อุปกรณ์รับแสงซึ่งจะทำหน้าที่เปรียบเทียบความเข้มแสงของแสงทั้งสองขบวนเพื่อวิเคราะห์และ แสดงผล



เครื่องวัดการดูดกลืนของแสงแบบ Ultraviolet-Visible Spectroscopy

ชนิดลำแสงคู่ (Double beam type)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ส่วนประกอบที่สำคัญเครื่องวัดการดูดกลืนแสงแบบ Ultraviolet-Visible Spectroscopyประกอบไปด้วย

1) แหล่งกำเนิดแสง (Light source) เป็นแหล่งกำเนิดแสงในช่วงความยาวคลื่นที่ต้องการที่มี ความต่อเนื่องและความเข้มมากพอสำหรับใช้ในการทดลอง โดยทั่วไปนิยมใช้แหล่งกำเนิดแสงที่ให้ ความยาวคลื่นแสงในช่วง 200-700 นาโนเมตร

2) ตัวแยกแสง (Monochromator) ทำหน้าที่แยกแสงที่มีหลายความยาวคลื่นให้กลายเป็น แสงสีเดียวที่มีความยาวคลื่นเพียงช่วงแคบๆ โดยอาศัยการดูดกลืน สะท้อนกลับหรือหักเหแสง เพื่อให้ได้แสงที่มีความยาวคลื่นตามที่ต้องการ แบ่งออกเป็น3ชนิด คือ

   2.1) ตัวกรองแสง (Filter) เป็นกระจกผสมสีแผ่นเดียวทำหน้าที่แยกแสงที่มีช่วงความยาว คลื่นมากๆให้เหลือเป็นเพียงแสงสีเดียวที่มีความยาวคลื่นเพียงช่วงแคบๆโดยอาศัยการดูดกลืนแสง ของตัวกรองแสง

   2.2) ปริซึม (Prism) เป็นแท่งแก้วหนาซึ่งมีดัชนีหักเหแสงแตกต่างจากอากาศ โดยแสงที่เดินทางผ่านปริซึมจะถูกแยกออกเป็นความยาวคลื่นต่างๆได้โดยอาศัยการหักเหของแสงเมื่อเดินทางผ่านตัวกลางที่มีดัชนีหักเหแตกต่างกัน แสงที่ถูกแยกด้วยปริซึมจะมีความเข้มและระยะห่าง ระหว่างแต่ละความยาวคลื่นไม่เท่ากันจึงต้องอาศัยการคำนวณอย่างละเอียด

   2.3) เกรตติง (Grating) เป็นแผ่นโลหะที่มีรอยขีดเป็นร่องขนาดเล็กๆจำนวนมาก เมื่อแสงตกกระทบลงบนเกรตติงจะเกิดการสะท้อนออกแตกต่างกันตามความยาวคลื่นของแสงทำให้สามารถแยกแสงแต่ละความยาวคลื่นออกจากกันได้

3) ช่องใส่สารตัวอย่าง (Sample cell) ทำหน้าที่ยึดสารตัวอย่างให้อยู่ตำแหน่งเดิมตลอด ระยะเวลาที่วัดค่า มีการสะท้อนแสงน้อยและสามารถป้องกันแสงไม่ให้เล็ดลอดเขาสู่สารตัวอย่างได้

4) ตัวตรวจจับแสง (Photo detector) ทำหน้าที่ตรวจวัดความเข้มแสงที่ผ่านจากตัวอย่างที่ตรวจวัด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

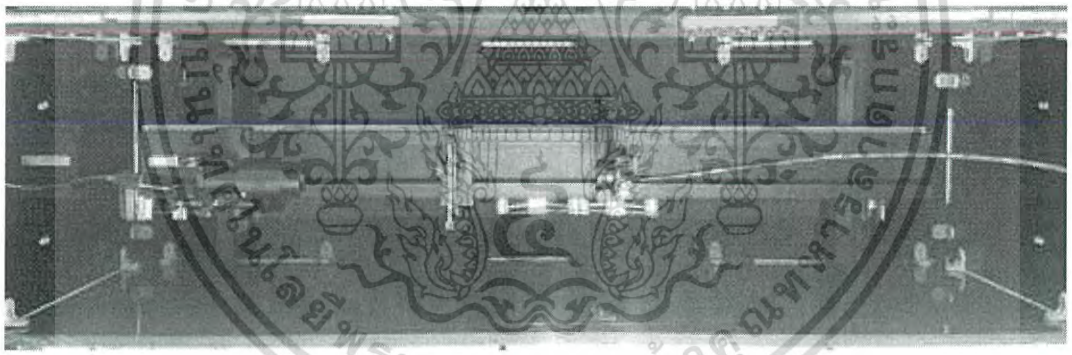
วัตถุประสงค์

1. เพื่อศึกษาการดูดกลืนและส่องผ่านแสง
2. เพื่อศึกษาหลักการของเครื่องวัดการส่องผ่านแสงชนิดUV-Vis Spectroscope
3. เพื่อศึกษากฎของเบียร์-แลมเบิร์ต

อุปกรณ์

1. เครื่องคอมพิวเตอร์
2. กล่องควบคุมคอนโทรลเลอร์
3. Adapter 12 V
4. RGB LED
5. Anti film, Blue cut film, Clear film
6. กล่องดำ ประกอบด้วย

- ชุดรางเลื่อนทัศนศาสตร์ 1 ชุด
- Photodetector 1 ตัว
- มัลมิเตอร์ 1 เครื่อง

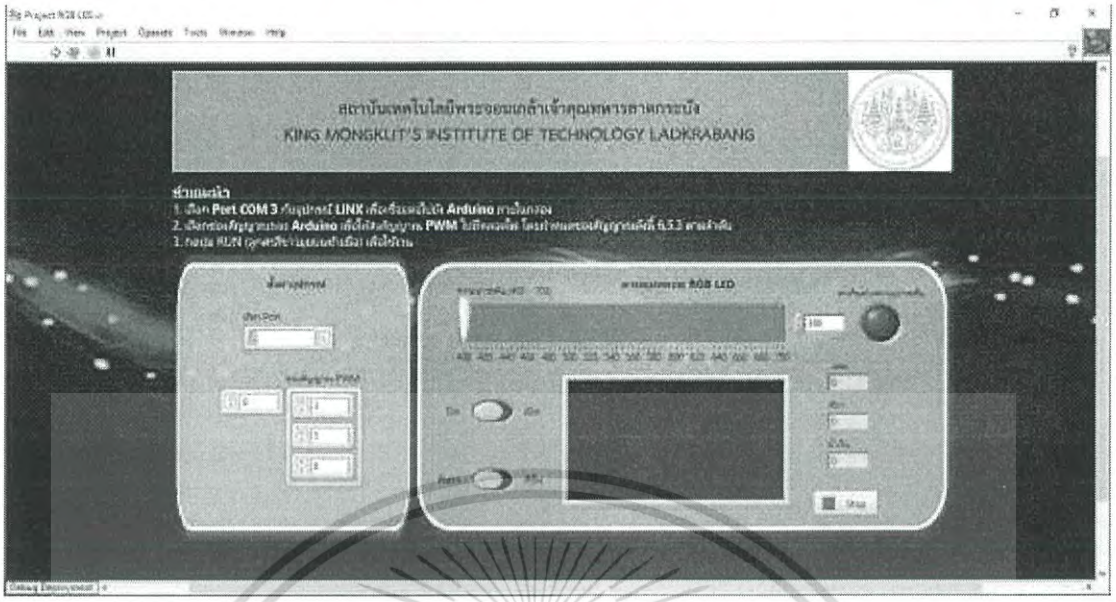


วิธีการทดลอง

1. จัดระบบดังรูปเพื่อให้แสงจาก RGB LED เข้า Photodetector โดยตรง
2. เสียบสาย USB กับคอมพิวเตอร์ และเสียบ Adapter 12V กับกล่องควบคุม
3. เปิดโปรแกรม LabVIEW ชื่อไฟล์ Project RGB LED .vi

เอกสาร สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น ไม่อนุญาตให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4. เลือก Port COM 3 โดยเลือกช่องสัญญาณ 6,5,3ตามลำดับ และปุ่ม RUN ที่ลูกศรมุมซ้ายบน



5.คลิกที่ปุ่มเปิดไฟในหน้าต่างโปรแกรมผู้ใช้งานและคลิกที่ปุ่มไฟสีอื่น

6. (ยังไม่ใส่ฟิล์ม)ใส่ความยาวคลื่น 400nm อ่านค่าโวลต์ที่ได้และเลื่อนไปทีละ 10nm จนถึง 700nm

7. ใส่ฟิล์ม Anti Glareและทำซ้ำแบบขั้นตอนที่ 5

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

8. คำนวณหาค่าเปอร์เซ็นต์การส่องผ่านจากสมการ

$$\text{Transmittance}(T) = \frac{I_0}{I_{in}} \times 100\%$$

เมื่อT = เปอร์เซ็นต์การส่งผ่าน

I_0 = ความเข้มของแสงหลังจากผ่านแผ่นฟิล์ม

I_{in} = ความเข้มของแสงก่อนผ่านแผ่นฟิล์ม

9. เปลี่ยนฟิล์มเป็น Blue cut, clear และทำการทดลองซ้ำกับขั้นตอนที่ 6,7,8 ตามลำดับ

10. พลอตกราฟเปอร์เซ็นต์การส่องผ่านของทั้ง 3 ฟิล์มเทียบกันเพื่อดูการกรองแสงของฟิล์มแต่ละชนิด

11. สรุปและบันทึกผลการทดลอง จงหาว่าฟิล์มชนิดได้กรองแสงได้ดีที่สุด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางบันทึกผลการทดลอง

nm	ไม่มีฟิล์ม	Anti Glare			เฉลี่ย
		ครั้งที่1	ครั้งที่2	ครั้งที่3	
400					
410					
420					
430					
440					
450					
460					
470					
480					
490					
500					
510					
520					
530					
540					
550					
560					
570					
580					
590					
600					
610					
620					
630					
640					
650					
660					
670					
680					
690					
700					

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางบันทึกผลการทดลอง(ต่อ)

nm	ไม่มีฟิล์ม	Blue Cut			เฉลี่ย
		ครั้งที่1	ครั้งที่2	ครั้งที่3	
400					
410					
420					
430					
440					
450					
460					
470					
480					
490					
500					
510					
520					
530					
540					
550					
560					
570					
580					
590					
600					
610					
620					
630					
640					
650					
660					
670					
680					
690					
700					

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางบันทึกผลการทดลอง(ต่อ)

nm	ไม่มีฟิล์ม	Clear			เฉลี่ย
		ครั้งที่1	ครั้งที่2	ครั้งที่3	
400					
410					
420					
430					
440					
450					
460					
470					
480					
490					
500					
510					
520					
530					
540					
550					
560					
570					
580					
590					
600					
610					
620					
630					
640					
650					
660					
670					
680					
690					
700					

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางบันทึกผลการทดลอง(ต่อ)

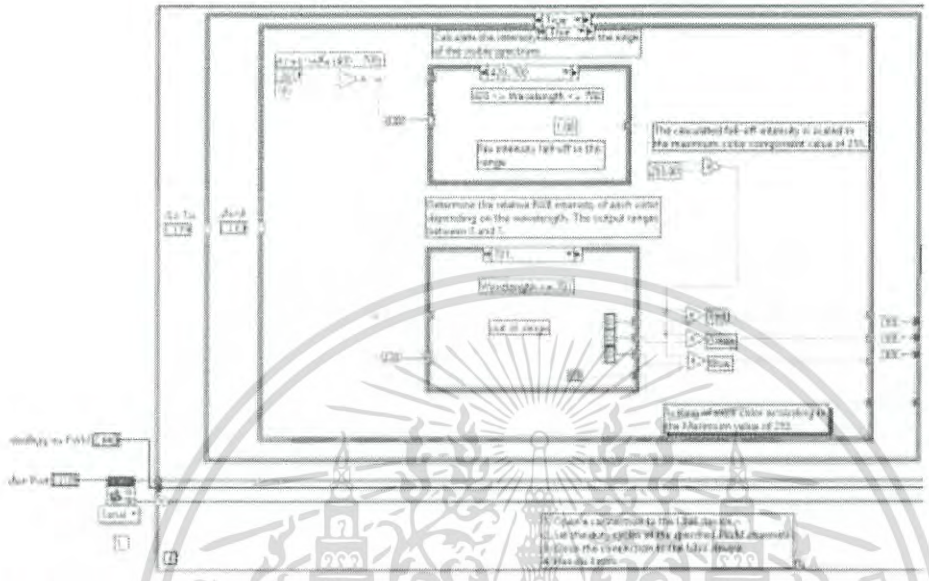
nm	Transmittance Anti Glare	Transmittance Blue	Transmittance Clear
410			
420			
430			
440			
450			
460			
470			
480			
490			
500			
510			
520			
530			
540			
550			
560			
570			
580			
590			
600			
610			
620			
630			
640			
650			
660			
670			
680			
690			
700			

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

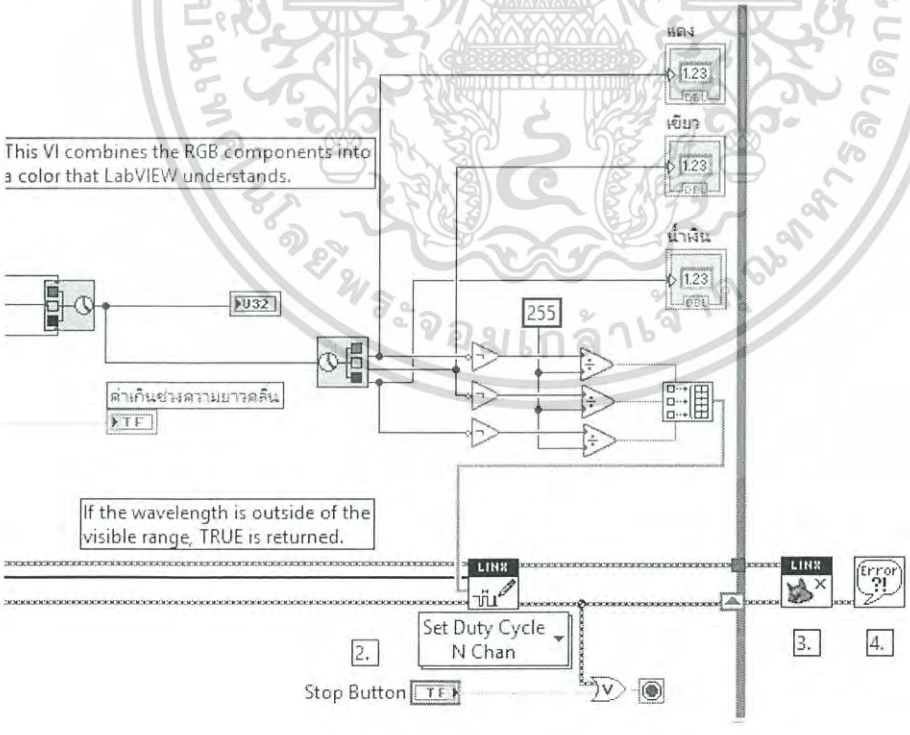
ภาคผนวก ข

การเขียนโปรแกรม LabVIEW

ส่วนในการควบคุมโทนสีและความยาวคลื่น

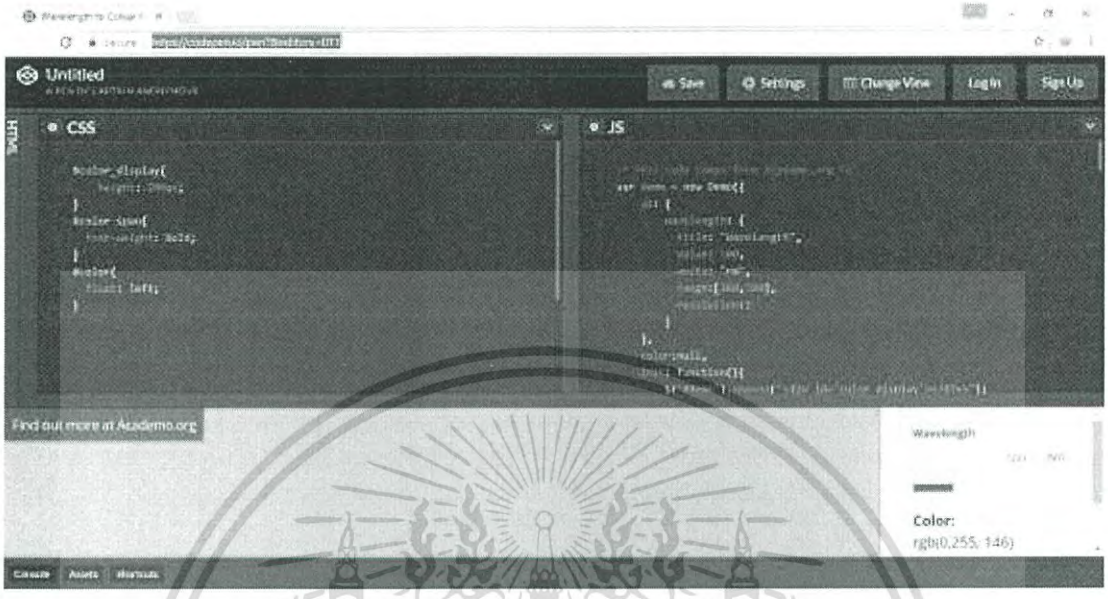


ส่วนในการแสดงผลของสีและค่าความเข้มสีของหน้าต่างผู้ใช้งาน



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Wavelength to Colour Relationship



ที่มา : (https://codepen.io/pen?&editors=011)

ในการสร้างอุปกรณ์คำสั่งในโปแกรม LabVIEW จะใช้การคำนวณค่าของช่วงสีจากเว็ปไซต์นี้เป็นแหล่งอ้างอิง เช่น

```
if((wavelength >= 380) && (wavelength<440)){
red = -(wavelength - 440) / (440 - 380);
green = 0.0;
blue = 1.0;
}
```

ซึ่งในแต่ละช่วงสีก็จะมีการคำนวณที่แตกต่างกันออกไป

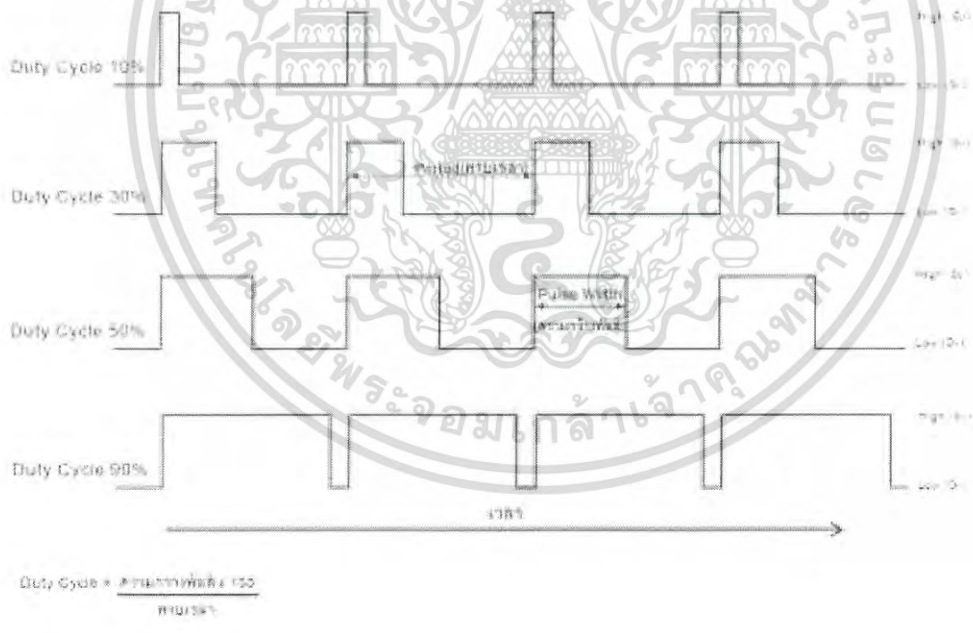
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ค

ความหมายของ PWM

PWM หมายถึง Pulse Width Modulation เป็นเทคนิคที่ Arduino ใช้ในการควบคุมวงจรและ เขียนค่าแบบอนาลอก (Analog) ด้วยพอร์ตดิจิตอล (Digital) โดยปกติแล้ว พอร์ตดิจิตอล จะสามารถมีได้แค่ 2 สถานะ คือ HIGH (5 โวลต์) กับ LOW (0 โวลต์)เท่านั้น จึงทำให้สร้างค่าสัญญาณลอจิกได้เพียง เปิดหรือปิด (1 หรือ 0 , มีไฟหรือไม่มีไฟ) แค่นั้นซึ่งการใช้เทคนิค PWM นั้น จะเป็นการทำให้พอร์ตดิจิตอล สามารถเขียนค่าได้มากกว่า HIGH หรือ LOWโดย ทำให้สามารถเขียนค่าเป็นแบบอนาลอกได้ (อาจเป็น 0-255 หรือ 0-1023) โดยวิธีการนั้นจะใช้การปรับสถานะของสัญญาณลอจิก HIGH / LOW สลับกันไปมาด้วยคาบเวลาหนึ่งๆ โดยค่าที่ได้นั้นจะขึ้นอยู่กับ สัดส่วนเวลาของสัญญาณในช่วงเวลาที่มีสถานะเป็น HIGHกับช่วงเวลาที่เป็น LOW โดย ช่วงเวลาทั้งหมดที่สัญญาณมีสถานะเป็น HIGH นั้นเราจะเรียกว่าเป็น ความกว้างพัลส์ (Pulse Width)

โดยสัญญาณพัลส์ เมื่อเทียบ % ของช่วงเวลาที่เป็น HIGH (หรือก็คือ % ของ Pulse Width) กับ % ของคาบเวลา (Period) ของพัลส์ลูกนั้นๆ เราจะเรียกว่า Duty Cycle



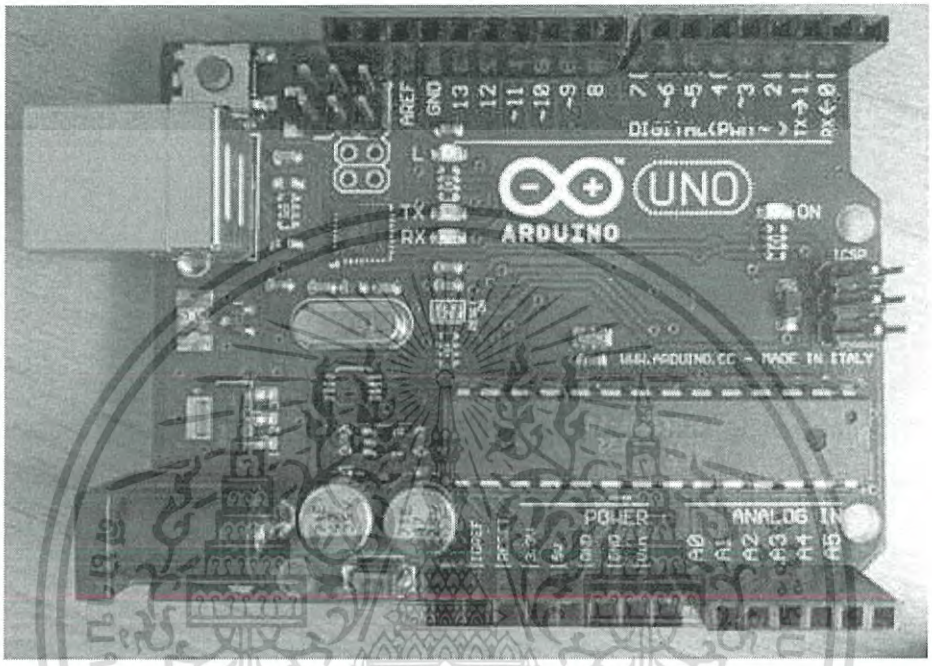
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สำหรับการใช้งานใน Arduino นั้น ต้องรู้ก่อนว่าบอร์ดนั้นรองรับเทคนิค PWM ที่พอร์ตใดบ้าง ซึ่งจาก Datasheet จะเป็นดังนี้

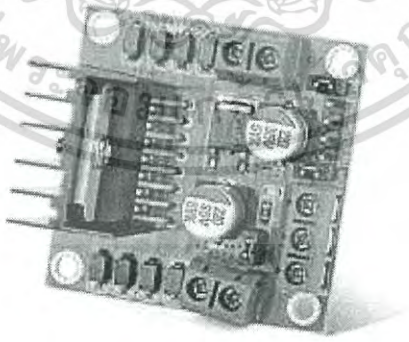
Arduino Nano = พอร์ต 3, 5, 6, 9, 10 และ 11

Arduino UNO R3 = พอร์ต 3, 5, 6, 9, 10 และ 11

Arduino MEGA 2560 R3 = ตั้งแต่พอร์ต 2 ถึงพอร์ต 13



ส่วนใหญ่แล้ว การใช้ PWM ใน Arduino ที่สามารถพบเห็นได้บ่อยที่สุด คือการนำไปใช้ในการ ควบคุมความเร็วมอเตอร์ ผ่านชุดไดเวอร์ (Motor Driver) เช่น L298N



L298N Dual H-Bridge Motor Driver

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

คำสั่งที่ใช้ใน Arduino ในการใช้พอร์ตดิจิตอล สร้าง PWM เป็นค่าแบบอนาลอก จะใช้คำสั่งดังนี้

analogWrite(หมายเลขขาที่เป็นPWM , ค่าที่ต้องการสร้าง เช่น 0-255 หรือ 0-1023);

เช่น ใน Arduino UNO ต้องการเขียนค่าอนาลอกที่พอร์ต 10 ด้วยค่าแบบอนาลอกที่ 190 จะใช้คำสั่ง

analogWrite(10 , 190);

ต้องการเขียนค่าอนาลอกที่พอร์ต 5 ด้วยค่าแบบอนาลอกที่ 255 จะใช้คำสั่ง

analogWrite(5 , 255);

ตัวอย่างการใช้งานจริง ในการควบคุมมอเตอร์ด้วย L298N เช่นต้องการควบคุมมอเตอร์ A ซึ่งตอนนี้กำลังหมุนไปด้านหน้า ให้มีความเร็วสูงสุด (255) จะใช้คำสั่ง

```
void setup()
{
    pinMode(10,OUTPUT);   //ผมต่อขาควบคุมความเร็วมอเตอร์ A (ENA) ที่ขานี้ (รองรับ
PWM)
    pinMode(9,OUTPUT);    // ขานี้เป็นสัญญาณลอจิกควบคุมทิศทางมอเตอร์ A
    pinMode(8,OUTPUT);    // ขานี้เป็นสัญญาณลอจิกควบคุมทิศทางมอเตอร์ A
}

void loop()
{
    analogWrite(10,255);   //คำสั่งสร้างค่าอนาลอกที่พอร์ต 10 ด้วย PWM ด้วยค่า 255
                           //ซึ่งเป็นค่าที่ใช้ในการควบคุมความเร็วของมอเตอร์ A (ด้วย
ความเร็วสูงสุด)
    digitalWrite(9,HIGH);   //คำสั่งสำหรับลอจิกควบคุมทิศทางมอเตอร์ A
    digitalWrite(8,LOW);   //คำสั่งสำหรับลอจิกควบคุมทิศทางมอเตอร์ A

}
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

LED RGB Amplifier Data Sheet

SIRS-E®

LED-AMP-12V™ Data Sheet

LED RGB Amplifier For All 5050 RGB Strips, And Controllers.

LED-AMP-12V™

SIRS-E®

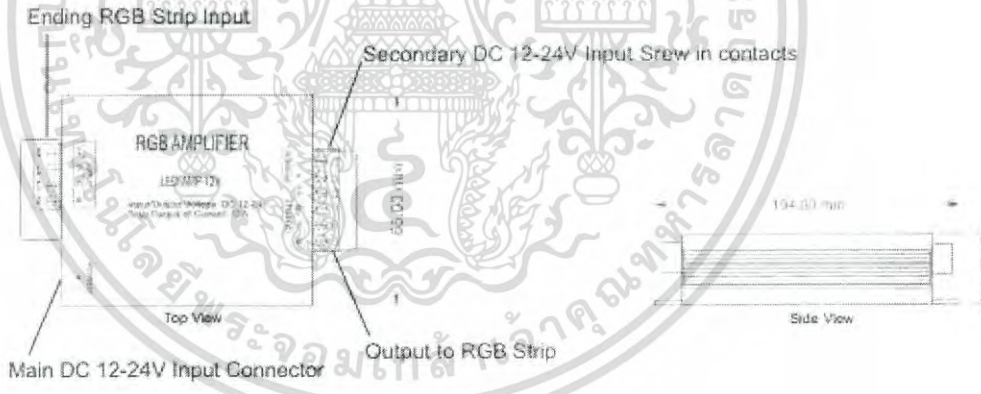
Features

- Compatible with LED-CON-RF, LED-CON2-RF, LED-CON-RF-DIM, LED-CON2, LED-CON4, LED-DIM-03, LED-CON-RT, and LED-CON-TICK.
- Compatible with all RGB Strips, Single and Double Densities.
- Continues RGB signal seamlessly, and accurately.
- Easy to set up.

Product Specs

Model: LED-AMP-12V
Operating Voltage: DC12~24 V
Max Current per Chanel: 4 A @ DC12 V, 2 A @ DC24 V.
Ambient Temperature: -20°C~60°C
Net Weight: 145g
IP Rating: IP60 (Non water proof, keep dry at all times)

Dimensions and Layout



Last Revised 11/28/2012

SIRS-E® SIRS Electronics Inc - USA - Phone (956)522-2006 - www.sirs-e.com

Copyright © 2006-2013 SIRS Electronics Inc. All Rights Reserved

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

The Latest LED Technology Improvement in Thermal Characteristics and Reliability—

Avago Technologies' Moonstone 3-in-1 RGB High Power LED

By: Siang Ling Oon

AVAGO TECHNOLOGIES

White Paper

Illumination Market Trend for LEDs

The range of applications for light emitting diodes (LEDs) continues to grow significantly. One of the fastest growing and most promising uses for LEDs is in illumination applications. The LED is penetrating this market rapidly due to its combination of excellent color saturation, energy savings that satisfies today's demand for reduced energy "green" products, and long life characteristics.

Both white and color LEDs are playing important roles in a number of market segments including architectural lighting, entertainment, wall washing, decorative lighting, outdoor façade lighting, and video walls. The use of red, green and blue (RGB) combinations will become increasingly popular in these segments due to the resulting flexibility of color selection and the simplification of the optical aspects of lighting designs.

Figures 1 and 2 summarize the LED lighting market by application and color for 2006.[2] The largest application in 2006 was architectural, at $93 million, or 45 percent of the overall market. This was followed by channel letters/contour lighting and consumer portable applications (flashlights, lanterns, bicycle lighting and similar devices), at $34 million (17%) and $30 million (15%), respectively. All other applications accounted for less than 10% of the lighting market.

By color, white accounted for 43 percent ($89 million), blue and green for 35 percent ($72 million), and red, orange and yellow for a combined 22 percent ($44 million). White represented the largest share, mainly due to its large penetration in channel letter, consumer portable, architectural, and retail display lighting. Blue and green is the next-highest color usage in terms of revenue, mainly in RGB applications where the ratio of blue and green units to red units is at least 2:1.

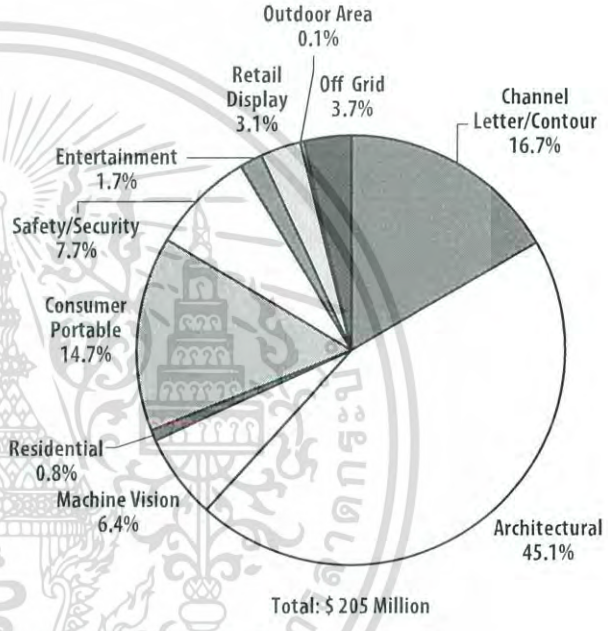


Figure 1. LED Lighting Market by Application (2006)

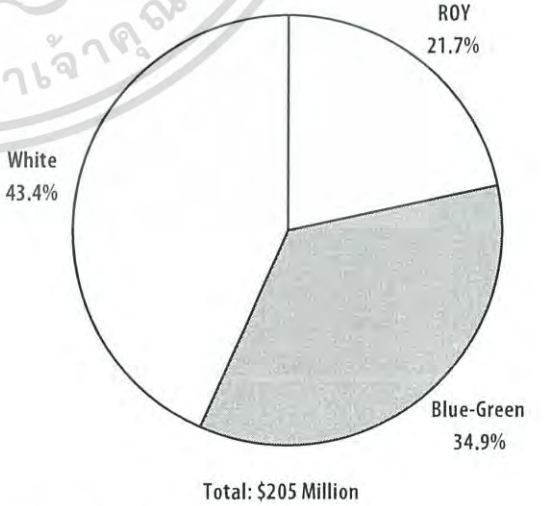


Figure 2. LED Lighting Market by Color (2006)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

One of Avago Technologies' innovative approaches to the lighting market was the development of the Moonstone® LED package.

Avago Technologies' Moonstone LED emitters are available in one of the industry's thinnest packages (15.85 mm x 8.5 mm x 3.3 mm), and are encapsulated in a heat- and UV-resistant silicone compound for high reliability and long life. The competitively priced Moonstone LED emitters provide designers of solid-state lighting with many features, such as a wide viewing angle radiation pattern, superior heat dissipation, and thin packaging. All this makes them ideal for use where height is a constraint. Typical applications include architectural façade lighting, track lights, spot lights, and decorative lighting applications.

With an exposed pad design on the back of the package, the Moonstone emitter package has low thermal resistance and is able to efficiently transfer heat from the package to the motherboard to maintain long term reliability. These emitters are compatible with standard SMT reflow soldering processes to provide lighting designers with more freedom and flexibility in designing their applications. In addition, the package is qualified to a JEDEC moisture sensitivity level (MSL) rating of 2A. (For manufacturers, this rating means that the devices can be kept in the open air (30°C, 60 percent relative humidity) for up to four weeks after being removed from their sealed package without the need to remove absorbed moisture). The Moonstone LEDs are specified for operation in the –40°C to +95°C temperature range, and are capable of withstanding electrostatic discharge (ESD) levels of 16 kV (class 3b) per ESD Association standard ESD STM5.1, Electrostatic Discharge Sensitivity Testing—Human Body Model.

Moonstone 0.5 W LED emitters are supplied in warm white (2600 K to 4000 K) and cool white (4000 K to 10,000 K color temperature), with a choice of non-diffused or diffused packages and an option of electrically-isolated or non-isolated slugs. They provide 30 lumens (lm) (typical) and up to 43 lm cool white light output at 150 mA drive current, with a 110° viewing angle.

Moonstone 1 W LED emitters are supplied in warm white and cool white, with a drive current rating of 350 mA and a choice of a 110° or 120° viewing angle. The cool white versions provide up to 80 lm output.

They are also available in AlInGaP:

- amber (582–595 nm wavelength/ 35 lm typ. luminous flux)
- red (620–635 nm/ 40 lm typ.),

InGaN:

- green (515–535 nm/ 40 lm typ.)
- blue (460–480 nm, 10 lm typ.).

Moonstone 3 W LED emitters in warm white and cool white are capable of being driven to 700 mA, providing a light output of up to 161 lumens, and are available with a 110° or 120° viewing angle.

The newest version is the 3-in-1 Moonstone emitter, combining red, green and blue LED chips into a single package (Figs 3 and 4). Each color can be driven at up to 350 mA, for a typical flux output of 108 lm (40 lm red, 55 lm green, and 13 lm blue). Color mixing provides hundreds of thousands of colors, making the 3-in-1 emitter ideal for applications including instrumentation, interior or exterior illumination, mood lighting, and special effects.

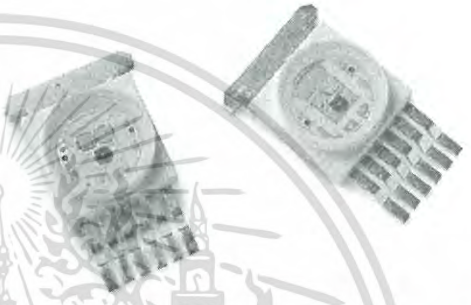


Figure 3. The 3-in-1 RGB Moonstone LED package (ASMT-MT00)

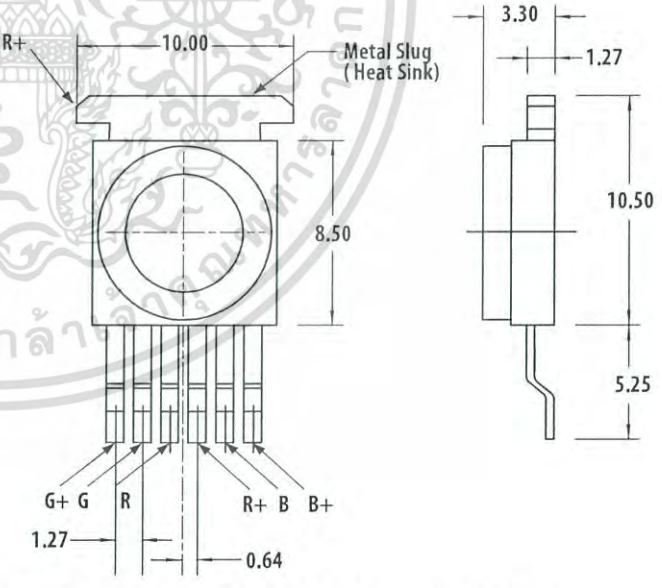


Figure 4. Outline drawing of the 3-in-1 RGB Moonstone LED package (ASMT-MT00), showing dimensions.

เอกสารนี้จัดทำขึ้นสำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Benefits of Integrated 3-in-1 RGB LED Packaging

The conventional approach to assembling RGB LEDs for illumination applications is to use separate, discrete packages for each color, arranging the packages on a printed circuit board to achieve an RGB light source. In applications such as architectural, entertainment, outdoor facade and decorative lighting, this will be more challenging for secondary optic designs, including a collimated lens for RGB that is used to illuminate an area some distance away. The lens and printed circuit board sizes will have to be enlarged once the pitch size between the LEDs increases. At the same time, the cost of a secondary optic design and materials will also increase.

In contrast, the 3-in-1 approach directly mounts the RGB LED die into the same package. Each die can be individually addressed, which means that each has its own electrical channel to provide a range of colors. This enables the light source to be compact, compared with separately packaged devices, and the pitch between individual light sources to be significantly reduced, which is important in achieving the best color quality. The minimum pitch required for LED light sources to achieve good color mixing is approximately 5 mm. The 3-in-1 approach reduces the pitch to as little as 1.5 mm [Figure 5]. Once the pitch is reduced, the area required for effective color mixing also is reduced. The effect of RGB stray light also will be minimized when approaching white color [Figure 6].

In the Avago Technologies' 3-in-1 package, high performance polyphthalamide plastic is used as both the package housing and the reflector. This material can operate under conditions of high-temperature, high-UV light levels for long periods while maintaining surface reflectivity. If the wrong material is chosen as a reflector, however, the light output performance can drop significantly because of its white surface, which becomes yellow or brown over time after experiencing high temperatures.

A copper lead frame (substrate) enables the lowest thermal resistance. The heat generated by the operating LED chips can be efficiently transferred to the heat sink through the frame; copper's thermal conductivity is superior to ceramic, mild steel and aluminum [Figure 7].

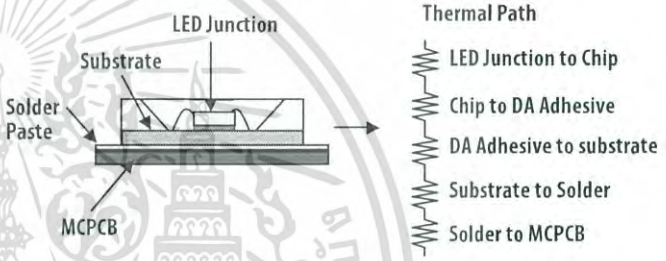


Figure 7. 3-in-1 RGB package thermal path

Good Thermal and Reliability Performance

The thermal resistance has been verified using the FLOTHERM computational fluid dynamics (CFD) program from FLOMERICS Group PLC. In the simulation model, the reflector, lead frame, encapsulation, die attach layer and dice are created. A 1W power source is created on top of each die. The simulation visualization result can be seen in Figure 8.

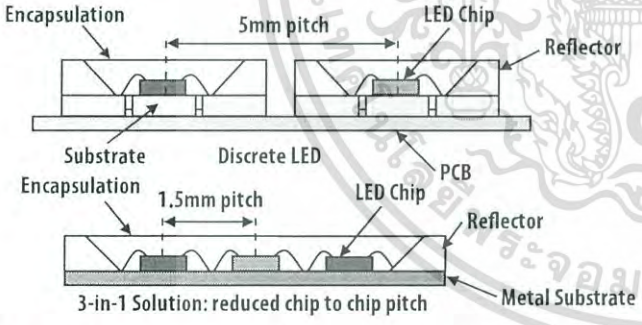


Figure 5. Pitch size comparison between discrete component solution and 3-in-1 solution

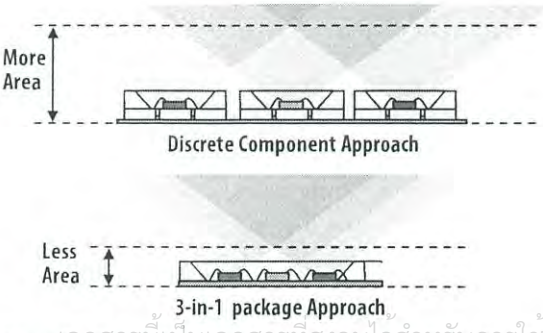


Figure 6. 3-in-1 package approach reduces the required color mixing area

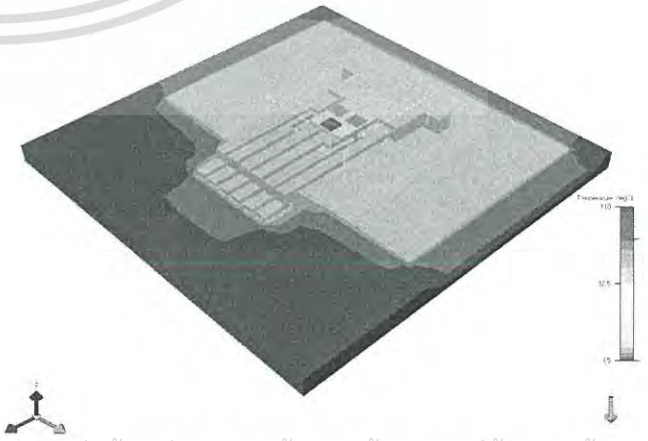


Figure 8. Simulation visualization results for 3-in-1 RGB LED package

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

The simulated thermal resistance from junction to pin (Rjp) for the red, green, and blue die are 23°C/W, 20°C/W, and 20°C/W, respectively. These thermal resistance values have also been verified by actual measurement using the forward voltage method. The results of actual measurements are very close to the simulation.

Furthermore, the package thermal performance has also been validated through operating life tests of up to 5000 hours.

Reliability testing was performed in a temperature chamber and showed low degradation after 5000 hours at +100°C operation [Figure 9]. The InGaN die show an approximate 12 to 18 percent I_V drop and the AlInGaP die, an 10 percent I_V drop.

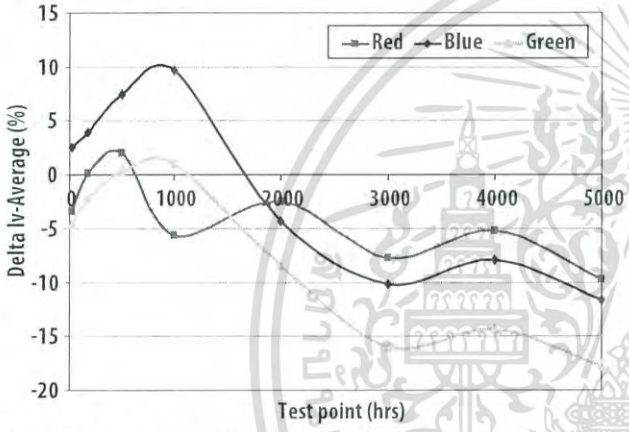


Figure 9. Degradation of LEDs during high temperature operation

Conclusion

The 3-in-1 package solution provides better performance than conventional discrete LED packages in terms of characteristics such as color mixing and space requirements, while featuring good thermal performance and reliability characteristics. It also provides greater flexibility for system designers in developing their applications.

Avago Technologies offers extensive technology and products in the LED illumination field, providing mid- and high-power LED devices ranging from mid-power PLCC surface-mount emitters in both warm and cool white and a range of colors, to the Moonstone emitters, Star-1 and Star-2 PC assemblies, 3.5 and 5-watt multi-chip white LED modules and 24-watt multi-chip LED modules. For detailed information on these or other Avago Technologies' lighting products, go to http://www.avagotechlighting.com/.

Acknowledgement

The author would like to thank Mok Thye Linn and Chia Chee Wai for their valuable information and support.

References

[1] T. L. Mok, "Ultra Thin Profile RGB LED Module for LCD Monitors and TV Backlighting," *International Display Workshop*, Otsu, 2006

[2] Strategies Unlimited, *HB LED Market Review and Forecast 2007* (illumination market forecast)

For product information and a complete list of distributors, please go to our web site: **www.avagotech.com**

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

Avago, Avago Technologies, and the A logo are trademarks of Avago Technologies in the United States and other countries.
Data subject to change. Copyright © 2005-2010 Avago Technologies. All rights reserved.
AV02-1752EN - March 17, 2010

Ultra High Power LED

EdiPower Emitter™

Approved By Customer	Designer	Checker	Approval

Date : 2006/9/1
Version : 2.0
Device No. : 3-RD-01-H0001
EDISON OPTO CORPORATION
4F, No. 800, Chung-Cheng Rd.
Chung-Ho, Taipei 235, Taiwan
Tel: 886-2-8227-6995
Fax: 886-2-8227-6997
http://www.epiled.com.tw

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

EdiPower™

EdiPower series can provide different power-operation and different colors. They serve as optical engine appropriately and can be applied to lighting and projector in the form of MR16 or others.

Features

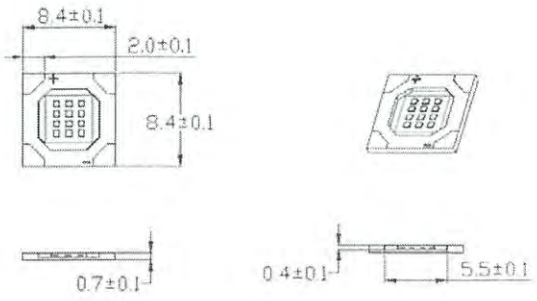
- LED lighting engine
- High power consumption
- Excellent thermal performance

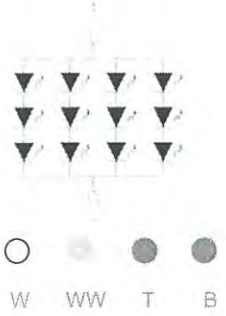
Typical Applications

- Reading lights
- Portable flashlight
- LEDs lighting engine
- Security / Garden lighting
- Indoor and Outdoor Commercial lighting
- LCD Backlights / Light guides
- Architectural lighting

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

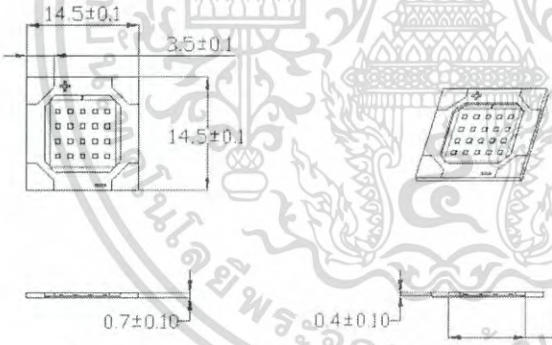
Package Outlines: 5W

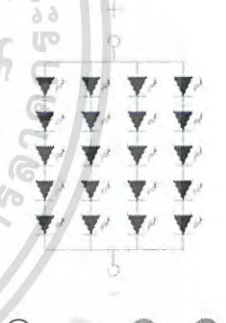


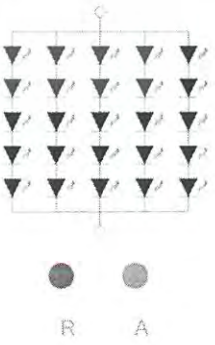


Unit: mm

Package Outlines: 10W, 20W



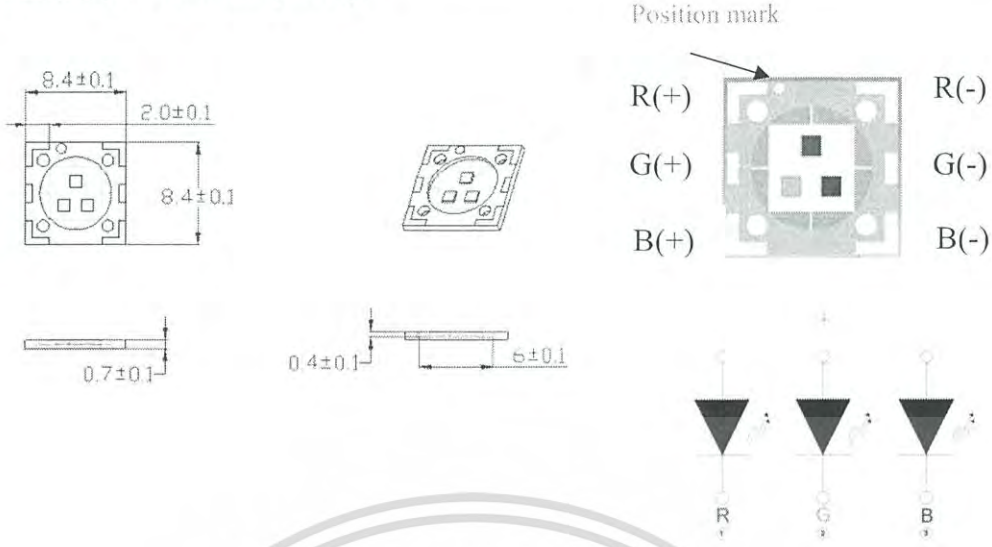




Unit: mm

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Package Outlines: RGB in one package



Unit:mm

Absolute Maximum Ratings

Parameter	Symbol	Rating	Units/color
DC Forward Current	I_F	0.5 A (5W)	W, WW, B,G
		0.6 A (5W)	R, A
		0.645 A (10W)	W, WW, B,G
		0.96 A (10W)	R, A
		1.12 A (20W)	W, WW, B,G
		1.9 A (20W)	R, A
		0.35A(RGB)	R, G, B
Peak pulse current;(tp≦100μs, Duty cycle=0.005)	I_{pulse}	1 A (5W)	W, WW, B,G
		1.2 A (5W)	R, A
		1.29 A (10W)	W, WW, B,G
		1.92 A (10W)	R, A
		2.24 A (20W)	W, WW, B,G
		3.8 A (20W)	R, A
		0.5A(RGB)	R, G, B

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่อนุญาตให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Parameter	Symbol	Rating	Units/color
LED junction Temperature	T_j	125	℃
Operating Temperature	T_{opr}	-30 ~ +110	℃
Storage Temperature	T_{stg}	-40 ~ +120	℃
Manual Soldering Time at 400℃(Max.)	T_{sol}	10 seconds	3 times
LED Substrate Temperature	T_s	<100	℃
Reverse Voltage	V_R	5	V
Reverse Current(V_R=5V)	I_R	50	μA
ESD Sensitivity	V_B	2,000	V
Isolation Voltage	Vi	50 (R,A) 1,000 (W,WW,G,B)	V
Thermal grease thickness	Tt	0.1	mm
Transient Surge Voltage	TSv	28 (5W) 32 (10W,20W)	V

Luminous Flux and Electrical Characteristics

Power Consumption	Part Name	Color	Typ. Voltage (V)	Test Current (A)	Luminous Flux (lm)	Thermal Resistance To Case (℃/W)
5W	EP5W-2E00	White	*10.4*	*0.50*	*200*	*5*
	EP5X-2E00	Warm White	*10.4*	*0.50*	*130*	*5*
	EP5R-2E00	Red	*8.4*	*0.60*	*130*	*5*
	EP5A-2E00	Amber	*8.4*	*0.60*	*130*	*5*
	EP5T-2E00	True Green	*10.4*	*0.50*	*130*	*5*
	EP5B-2E00	Blue	*10.4*	*0.50*	*60*	*5*

Power Consumption	Part Name	Color	Typ. Voltage (V)	Test Current (A)	Luminous Flux (lm)	Thermal Resistance To Case (℃/W)
10W	EPAW-2E00	White	*17.5*	*0.645*	*400*	*2*
	EPAX-2E00	Warm White	*17.5*	*0.645*	*250*	*2*
	EPAR-2E00	Red	*10.5*	*0.960*	*250*	*2*
	EPAA-2E00	Amber	*10.5*	*0.960*	*250*	*2*
	EPAT-2E00	True Green	*17.5*	*0.645*	*250*	*2*
	EPAB-2E00	Blue	*17.5*	*0.645*	*120*	*2*

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Power Consumption	Part Name	Color	Typ. Voltage (V)	Test Current (A)	Luminous Flux (lm)	Thermal Resistance To Case (℃/W)
20W	EPBW-4E00	White	*17.8*	*1.12*	*700*	*2*
	EPBX-4E00	Warm White	*17.8*	*1.12*	*450*	*2*
	EPBR-4E00	Red	*10.5*	*1.90*	*500*	*2*
	EPBA-4E00	Amber	*10.5*	*1.90*	*500*	*2*
	EPBT-4E00	True Green	*17.8*	*1.12*	*500*	*2*
	EPBB-4E00	Blue	*17.8*	*1.12*	*240*	*2*

JEDEC Moisture Sensitivity:

Level	Floor Life		Soak Requirements			
	Time	Conditions	Standard Time (hours)	Conditions	Accelerated Environment Time (hours)	Conditions
2a	4 weeks	≦30℃ / 60% RH	696 +5/-0	30℃ / 60% RH	120 +1/-0	60℃ / 60% RH

LEVEL	FLOOR LIFE		SOAK REQUIREMENTS			
			STANDARD		ACCELERATED EQUIVALENT [1]	
	TIME	CONDITIONS	TIME (hours)	CONDITIONS	TIME (hours)	CONDITIONS
1	Unlimited	≤30°C/85% RH	168 +5/-0	85°C/85% RH		
2	1 year	≤30°C/60% RH	168 +5/-0	85°C/60% RH		
2a	4 weeks	≤30°C/60% RH	696[2] +5/-0	30°C/60% RH	120 +1/-0	60°C/60% RH
3	168 hours	≤30°C/60% RH	192[2] +5/-0	30°C/60% RH	40 +1/-0	60°C/60% RH
4	72 hours	≤30°C/60% RH	96[2] +2/-0	30°C/60% RH	20 +0.5/-0	60°C/60% RH
5	48 hours	≤30°C/60% RH	72[2] +2/-0	30°C/60% RH	15 +0.5/-0	60°C/60% RH
5a	24 hours	≤30°C/60% RH	48[2] +2/-0	30°C/60% RH	10 +0.5/-0	60°C/60% RH
6	Time on Label (TOL)	≤30°C/60% RH	TOL	30°C/60% RH		

Note

1. **The standard soak time includes a default value of 24 hours for semiconductor manufacturer's exposure time (MET) between bake and bag and includes the maximum time allowed out of the bag at the distributor's facility.**

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
EDISON OPTO CORPORATION
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Chip Characteristics for single color

Color	Dominant Wavelength (λd)nm	Forward Voltage (V)
Red	620～630	1.90～2.35
Amber	585～595	1.90～2.35
True Green	520～530	3.20～3.65
Blue	465～475	3.20～3.65

Chip Characteristics for RGB in one(EP3M-4XXX，40 mil chip size)

Color	Dominant Wavelength (λd)nm	Forward Voltage (V)	Test current (A)	Luminous Flux (lm)
Red	625～630	1.9～2.2	0.35	15
True Green	520～525	3.2～3.5	0.35	35
Blue	455～460	3.4～3.7	0.35	12

Electrical Characteristics

Power Consumption	Part Name	Color	Min. Voltage (V)	Typ. Voltage (V)	Max. Voltage (V)
5W	EP5W-2E00	White	*9.3*	*10.2*	*11.4*
	EP5X-2E00	Warm White	*9.3*	*10.2*	*11.4*
	EP5R-2E00	Red	*8.0*	*9.2*	*10.8*
	EP5A-2E00	Amber	*8.0*	*9.2*	*10.8*
	EP5T-2E00	True Green	*9.3*	*10.2*	*11.4*
	EP5B-2E00	Blue	*9.3*	*10.2*	*11.4*

Power Consumption	Part Name	Color	Min. Voltage (V)	Typ. Voltage (V)	Max. Voltage (V)
10W	EPAW-2E00	White	*16.6*	*17.2*	*18.3*
	EPAX-2E00	Warm White	*16.6*	*17.2*	*18.3*
	EPAR-2E00	Red	*11.0*	*12.1*	*13.0*
	EPAA-2E00	Amber	*11.0*	*12.1*	*13.0*
	EPAT-2E00	True Green	*16.6*	*17.2*	*18.3*
	EPAB-2E00	Blue	*16.6*	*17.2*	*18.3*

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

ไม่อนุญาตให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Power Consumption	Part Name	Color	Min. Voltage (V)	Typ. Voltage (V)	Max. Voltage (V)
20W	EPBW-4E00	White	16.6	17.8	18.3
	EPBX-4E00	Warm White	16.6	17.8	18.3
	EPBR-4E00	Red	11.0	12.1	13.0
	EPBA-4E00	Amber	11.0	12.1	13.0
	EPBT-4E00	True Green	16.6	17.8	18.3
	EPBB-4E00	Blue	16.6	17.8	18.3

Voltage bin

Power Consumption	Part Name	Color	Bin Group		Bin Group	
5W	EP5W-2E00	White	VW01	9.3～10.1	VW02	10.2～10.8
	EP5X-2E00	Warm White	VX01	9.3～10.1	VX02	10.2～10.8
	EP5R-2E00	Red	VR01	8.0～9.1	VR02	9.2～10.8
	EP5A-2E00	Amber	VA01	8.0～9.1	VA02	9.2～10.8
	EP5T-2E00	True Green	VT01	9.3～10.1	VT02	10.2～10.8
	EP5B-2E00	Blue	VB01	9.3～10.1	VB02	10.2～10.8
Power Consumption	Part Name	Color	Bin Group		Bin Group	
10W	EPAW-2E00	White	VW01	16.6～17.1	VW02	17.2～18.3
	EPAX-2E00	Warm White	VX01	16.6～17.1	VX02	17.2～18.3
	EPAR-2E00	Red	VR01	11.0～12.0	VR02	12.1～13.0
	EPAA-2E00	Amber	VA01	11.0～12.0	VA02	12.1～13.0
	EPAT-2E00	True Green	VT01	16.6～17.1	VT02	17.2～18.3
	EPAB-2E00	Blue	VB01	16.6～17.1	VB02	17.2～18.3
Power Consumption	Part Name	Color	Bin Group		Bin Group	
20W	EPBW-4E00	White	VW01	16.6～17.1	VW02	17.2～18.3
	EPBX-4E00	Warm White	VX01	16.6～17.1	VX02	17.2～18.3
	EPBR-4E00	Red	VR01	11.0～12.0	VR02	12.1～13.0
	EPBA-4E00	Amber	VA01	11.0~12.0	VA02	12.1~13.0
	EPBT-4E00	True Green	VT01	16.6～17.1	VT02	17.2～18.3
	EPBB-4E00	Blue	VB01	16.6～17.1	VB02	17.2～18.3

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่อนุญาตให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

CCT ranks

CCT Group	CCT (°K)
Warm White	2,700 ~ 3,300
X1	2,700 ~ 2,900
X2	2,900 ~ 3,100
X3	3,100 ~ 3,300
White	5,200 ~ 7,200
W1	5,200 ~ 5,600
W2	5,600 ~ 6,000
W3	6,000 ~ 6,400
W4	6,400 ~ 6,800
W5	6,800 ~ 7,200

Part No.Spec.

Power Consumption	Part Name	Color	Chip Connection	Note
5W	EP5W-2E00	White	*3 series 4 parallel*	*Only emitter*
	EP5X-2E00	Warm White	*3 series 4 parallel*	*Only emitter*
	EP5R-2E00	Red	*4 series 4 parallel*	*Only emitter*
	EP5A-2E00	Amber	*4 series 4 parallel*	*Only emitter*
	EP5T-2E00	True Green	*3 series 4 parallel*	*Only emitter*
	EP5B-2E00	Blue	*3 series 4 parallel*	*Only emitter*
Power Consumption	Part Name	Color	Chip Connection	Note
10W	EPAW-2E00	White	*5 series 4 parallel*	*Only emitter*
	EPAX-2E00	Warm White	*5 series 4 parallel*	*Only emitter*
	EPAR-2E00	Red	*5 series 5 parallel*	*Only emitter*
	EPAA-2E00	Amber	*5 series 5 parallel*	*Only emitter*
	EPAT-2E00	True Green	*5 series 4 parallel*	*Only emitter*
	EPAB-2E00	Blue	*5 series 4 parallel*	*Only emitter*

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
EDISON OPTO CORPORATION
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Power Consumption	Part Name	Color	Chip Connection	Note
20W	EPBW-4E00	White	*5 series 4 parallel*	*Only emitter*
	EPBX-4E00	Warm White	*5 series 4 parallel*	*Only emitter*
	EPBR-4E00	Red	*5 series 5 parallel*	*Only emitter*
	EPBA-4E00	Amber	*5 series 5 parallel*	*Only emitter*
	EPBT-4E00	True Green	*5 series 4 parallel*	*Only emitter*
	EPBB-4E00	Blue	*5 series 4 parallel*	*Only emitter*

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
EDISON OPTO CORPORATION
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

EdiPower Reliability

When we talk about MTBF of EdiPower, we can provide a formula for customers.

$$\log(\text{Life}) = \frac{1{,}600}{Tj(^{\circ}C)+273}$$

Life means the time light output decay 30% (L_{70}%)

Tj (°C)	Life (hours)
25	234,000
30	191,000
35	157,000
40	129,000
45	107,000
50	90,000
55	75,000
60	64,000
65	54,000
70	46,000
75	39,600
80	34,000
85	29,500
90	25,700
100	19,500
105	17,100
110	15,100
115	13,300
120	11,700
125	10,500
130	9,300
135	8,300
140	7,500
150	6,000

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
EDISON OPTO CORPORATION
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ASSIST FORM about High Power LED Reliability (5W EdiPower White, Warm White, Blue, Green) Ts=ceramic substrate temperature

	Ts=45°C	Ts=65°C	Ts=85°C
Voltage	10.2V	10.2V	10.2V
Current	500mA	500mA	500mA
Wattage	5.1W	5.1W	5.1W
Heat	5.0W	5.0W	5.0W
Rth	5.0 °C/W	5.0 °C/W	5.0 °C/W
Tj	70 °C	90 °C	110 °C
$L_{70\%}$	46,000hrs	25,700hrs	15,100hrs

ASSIST FORM about High Power LED Reliability(10W EdiPower White, Warm White, Blue, Green)

	Ts=45°C	Ts=65°C	Ts=85°C
Voltage	17.2V	17.2V	17.2V
Current	600mA	600mA	600mA
Wattage	10.32W	10.32W	10.32W
Heat	10.0W	10.0W	10.0W
Rth	2.0 °C/W	2.0 °C/W	2.0 °C/W
Tj	65 °C	85 °C	105 °C
$L_{70\%}$	54,000hrs	29,500hrs	19,500hrs

ASSIST FORM about High Power LED Reliability(20W EdiPower White, Warm White, Blue, Green)

	Ts=45°C	Ts=65°C	Ts=85°C
Voltage	17.8V	17.8V	17.8V
Current	1120mA	1120mA	1120mA
Wattage	20.0W	20.0W	20.0W
Heat	20.0W	20.0W	20.0W
Rth	2.0 °C/W	2.0 °C/W	2.0 °C/W
Tj	85 °C	105 °C	125 °C
$L_{70\%}$	29,500hrs	19,500hrs	10,500hrs

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

How to Know Tj in Your Application?

a. junction to case

Rth=5 °C/W for 5W between junction to case

△T=5x5=25 °C

Rth=4 °C/W for 10W and 20W between junction to case

For 10W device △T=3x10=30 °C

For 20W device △T=3x20=60 °C

b. case to board

The thermal grease is 200um.

K(MCPCB)=1.4 W/mk for 5W between case to board

Then Rth(case-board)= $\frac{200}{1.4x(8.4x8.4)}$ =2.0

For 5W device △T=2x5=10 °C

K(MCPCB)=1.4 W/mk for 10W and 20W between case to board

Then Rth(case-board)= $\frac{200}{1.4x(14.5x14.5)}$ =0.7

For 10W device △T=0.7x10=7 °C

For 20W device △T=0.7x20=14 °C

c. board to air

The Rth between board and air is mainly dependent on the total surface air.

Rth(board-air)≒ $\frac{500}{Area(cm^2)}$

For 5W

If heat sink area is $100cm^2$ Rth=5.0

If heat sink area is $150cm^2$ Rth=3.3

For 10W and 20W

If heat sink area is $300cm^2$ Rth=1.7

If heat sink area is $600cm^2$ Rth=0.8

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

d. ΔT totally

For 5W

If heat sink area is 100cm^2 Rth=5.0 ΔT=25+10+5x5=60 °C

If heat sink area is 150cm^2 Rth=3.3 ΔT=25+10+3.3x5=51.5 °C

For 10W

If heat sink area is 300cm^2 Rth=1.7 ΔT=20+7+1.7x10=44 °C

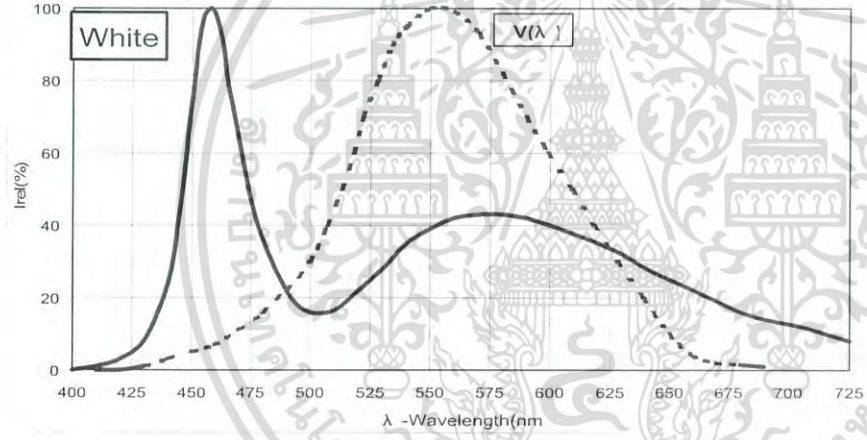
If heat sink area is 600cm^2 Rth=0.8 ΔT=20+7+0.8x10=35 °C

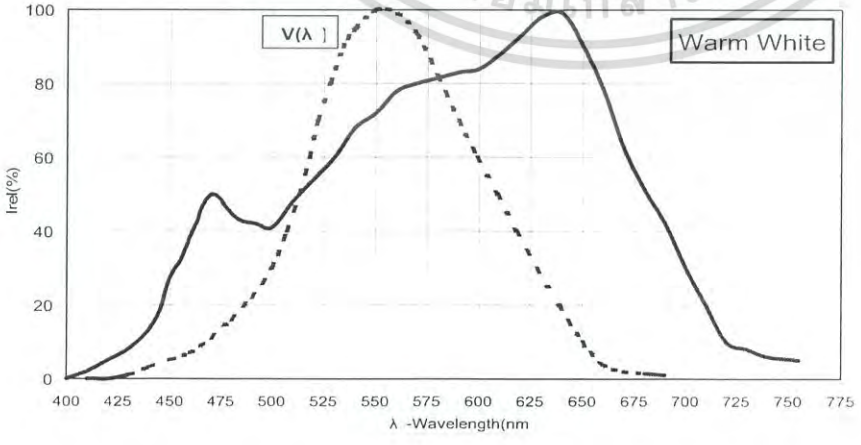
For 20W

If heat sink area is 300cm^2 Rth=1.7 ΔT=40+14+1.7x20=88°C

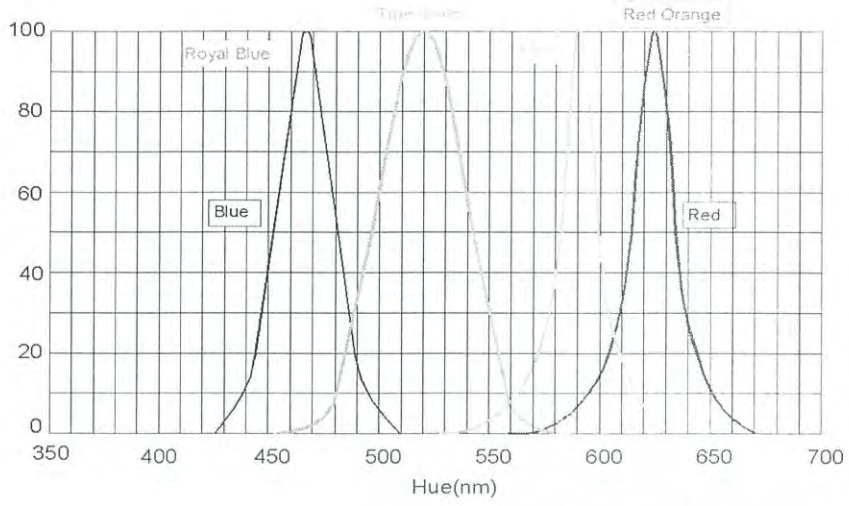
If heat sink area is 600cm^2 Rth=0.8 ΔT=40+14+0.8x20=70 °C

Electrical & Optical Curves-Spectrum

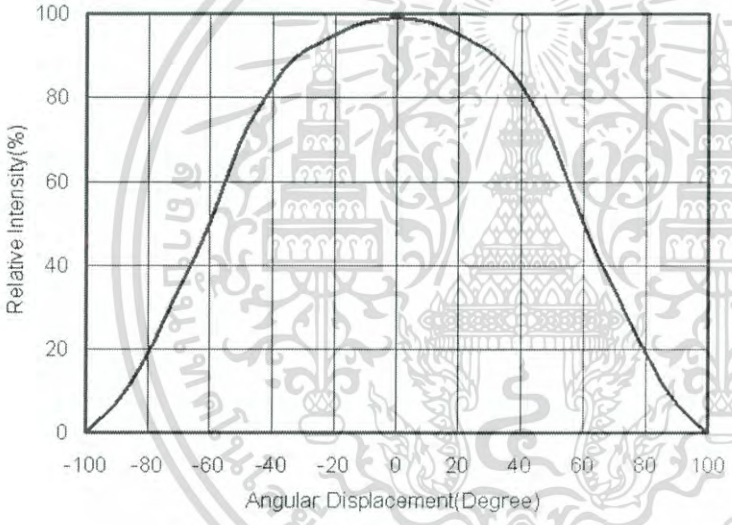




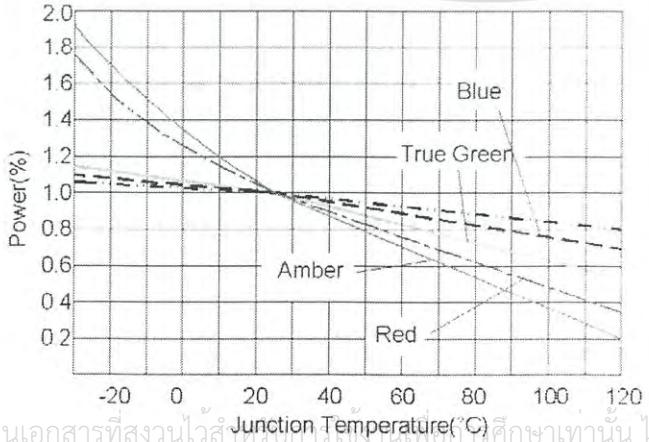
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่อนุญาตให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



Typical Radiation Pattern (5W, 10W, 20W, White, Warm White, Blue, Green, Amber and Red)

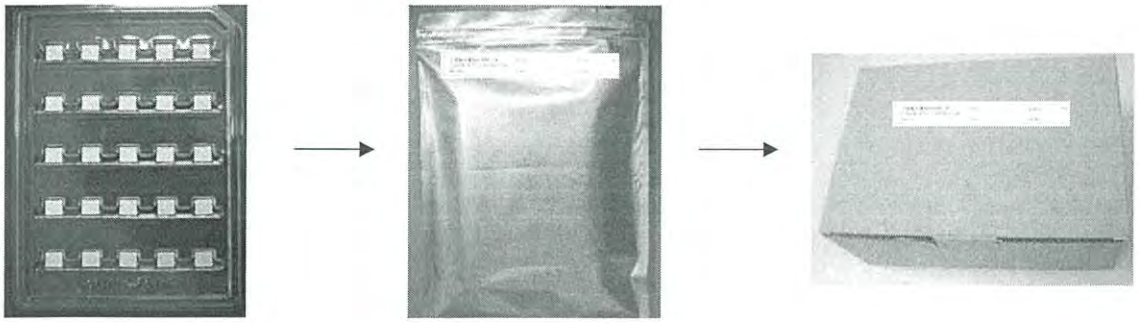


Luminous Flux v.s. Junction Temperature



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่อนุญาตให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Package dimensions



Tray

Dimension: 12x18 cm (5W)
15x21 cm (10W)

Antistatic bag

Dimension: 19.5x29 cm
10 trays inside for 5W
5 trays inside for 10,20W

Package

Dimension: 24x17x9.5 cm
2 antistatic bags inside
(250 pcs for 5W)
(125 pcs for 10W and 20W)

Power Consumption	Emitter(g)	Tray(g)	Antistatic bag(g)	Package(g)
5W	0.15	25	290	658
10W, 20W	0.45	65	366	810

Label

艾笛森光電股份有限公司 Group:_____ Quantity:_____Pcs
EDISON OPTO CORPORATION
Part No:_____ Color:_____ Lot No:_____

EP A W-2 E 00

EdiPower

5: 5W
A: 10W
B: 20W

W: white
X: warm white
R: red
T: green
B: blue

E: emitter
S: Star

Series Number

Chip size

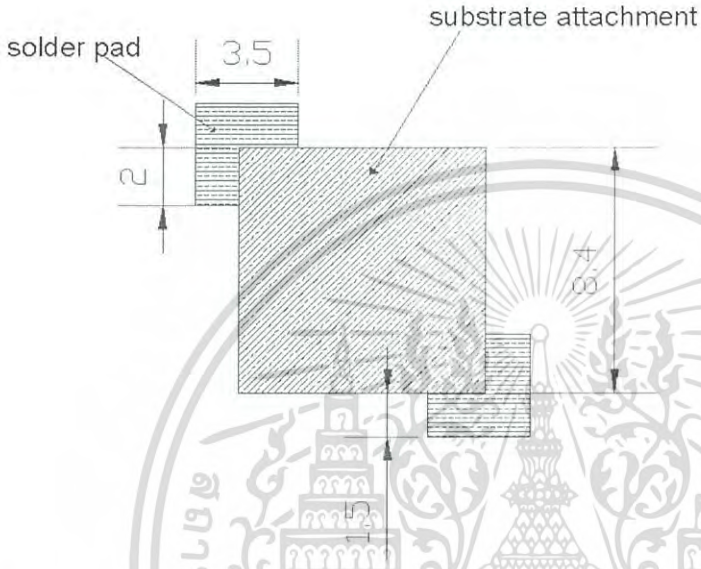
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Note: Package storage condition will be limited in temperature 20~30℃, RH 40~50%

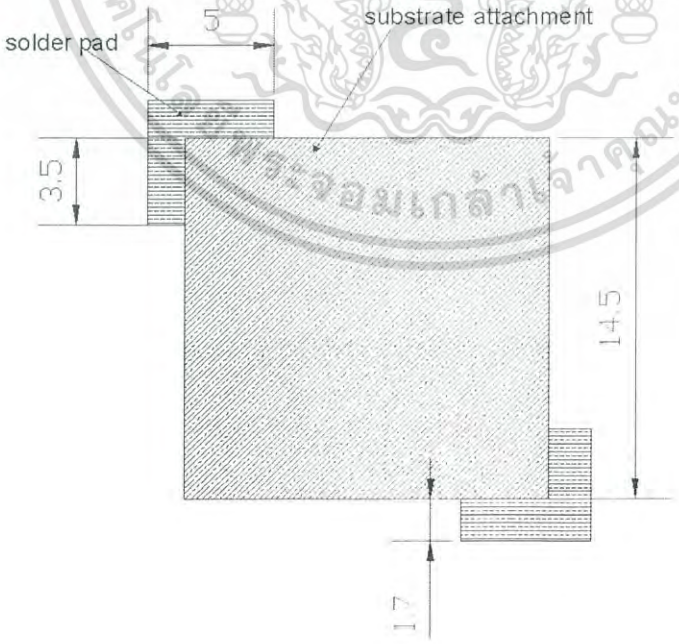
Manual Soldering: It is strongly recommended that solder tip temperature is limited under 400℃ 10 seconds 3 times. Damage to the silicone layer can cause emitter failure.

Aluminum PCB Design:

5W



10W, 20W



Unit : mm

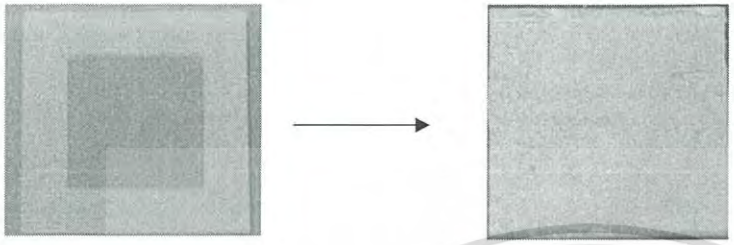
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่อนุญาตให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Thermal Grease Application:

Company: YONYU APPLIED TECHNOLOGY MATERIAL (http://www.yatm.com.tw)

Grease Name: TG-6800-1 (K=2.6 W/mK)

Step1: Spread grease on the rear surface of emitter



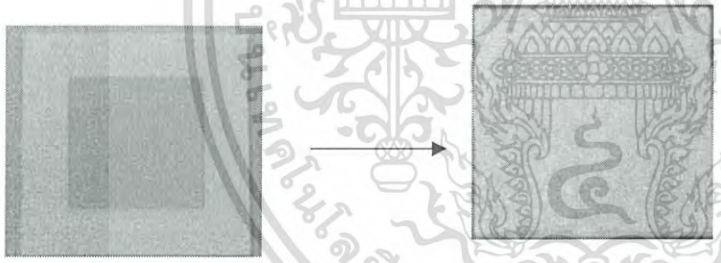
Rear surface Grease on rear surface

Step2: Fix emitter on heat sink or Aluminum PCB.

Company: SHINETSU (http://www.shinetsu.co.jp)

Grease Name: KJR-9086-1 (K=2.3 W/mK)

Step1: Spread grease on the rear surface of emitter



Rear surface Grease on rear surface

Step2: Fix emitter on heat sink or Aluminum PCB.

Step3: Put emitter and heat sink or Aluminum PCB in oven 150℃ 20 minutes

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

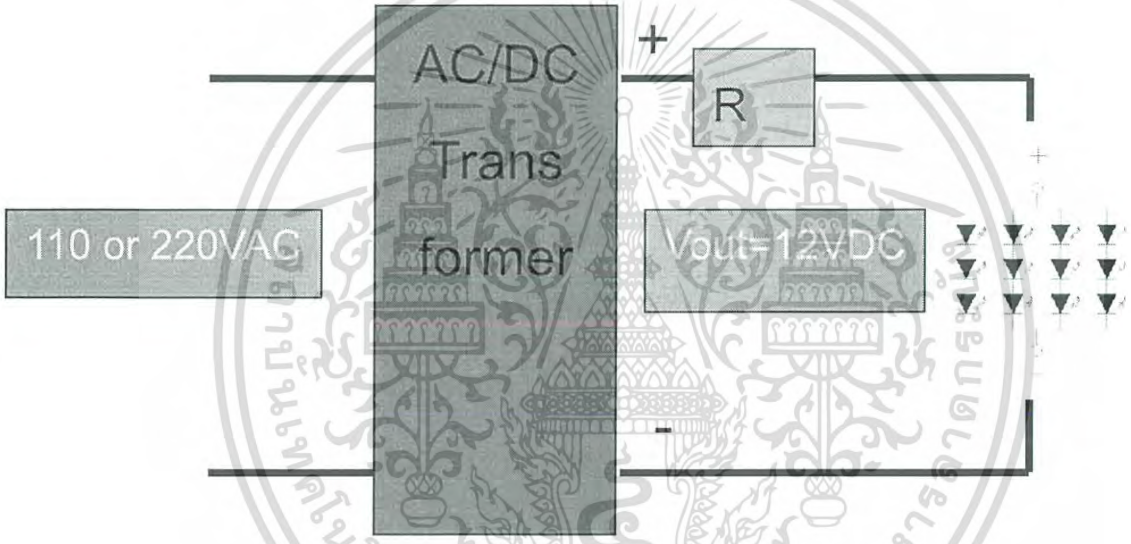
Handling Precausions:

1. Please do not use tweezer to touch the surface of silicone (emitting area).
2. Please do not press or touch the surface of silicone (emitting area).
3. Please wear anti-static wrist or glove to prevent ESD damage when assembling.
4. Please do not let EdiPower emitter fall down or press the surface of ceramic

Simple Test Method

Actually, constant current circuit is strongly suggested. The constant voltage circuit as below is not a good method to use though it is simple. Heat dissipation must be cared even testing pulse is short, otherwise some interface will be damaged.

5W

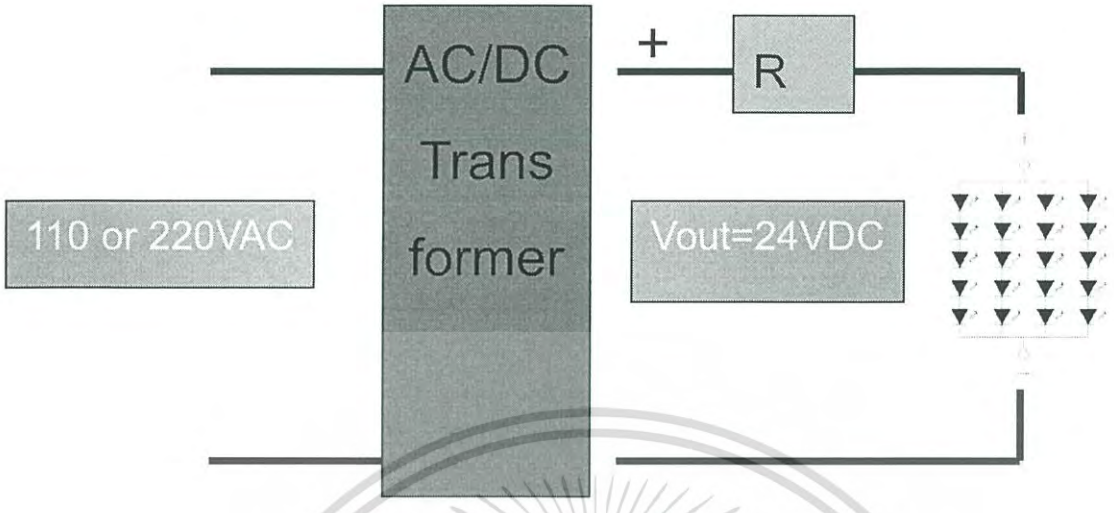


R=4Ω for white, warm white, Green and Blue

R=6Ω for red and Amber

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

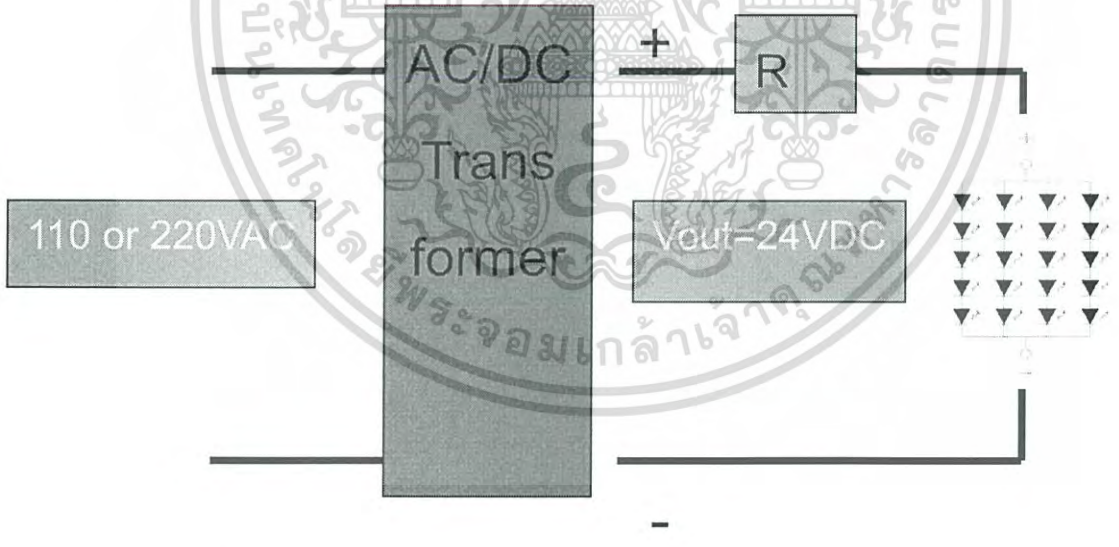
10W



R=10Ω for White, Warm White, Green, Blue

R=2Ω for Red and Amber

20W



R=5Ω for White and Warm

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่อนุญาตให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Revised History

Rev.	Issue Date	Revised Item	Note
1.1	2006/02/06	Form changed	
1.2	2006/03/27	1. Add thermal resistance 2. Add thermal grease application 3. Add simple test method	P. 4 P. 10 P. 11
1.3	2006/07/07	1. Add white and warm white CCT group 2. Add JEDEC data 3. Add Tj information 4. Add assist recommends information 5. Add Rth calculation	P. 7 P. 5 P. 10 P. 11 P. 12
2.0	2006/09/01	Remove star series	

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้