

เครื่องวัดค่าการดูดกลืนและส่องผ่านแสงแบบอัตโนมัติ  
โดยใช้แหล่งกำเนิดแสงชนิดแอลอีดีปรับค่าได้

AUTOMATIC ABSORPTION AND TRANSMISSION  
SPECTROSCOPE USING TUNABLE LED LIGHT SOURCE



โครงการพิเศษนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตร  
ปริญญาวิทยาศาสตรบัณฑิต (ฟิสิกส์ประยุกต์)  
ภาควิชาฟิสิกส์ คณะวิทยาศาสตร์  
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้ปีการศึกษา 2561 ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

AUTOMATIC ABSORPTION AND TRANSMISSION  
SPECTROSCOPE USING TUNABLE LED LIGHT SOURCE



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

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



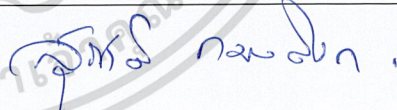
ACADEMIC YEAR 2018

หัวข้อโครงการพิเศษ เครื่องวัดค่าการดูดกลืนและส่องผ่านแสงแบบอัตโนมัติ  
 โดยใช้แหล่งกำเนิดแสงชนิดแอลอีดีปรับค่าได้  
 Automatic Absorption And Transmission  
 Spectroscope Using Tunable Led Light Source

ชื่อนักศึกษา นางสาวกัลยกร เกตุวุฒิ รหัสนักศึกษา 58051026  
 นายจามิกร มูลสาร รหัสนักศึกษา 58051038  
 นางสาวบัวชมพู ฉายโฉมเลิศ รหัสนักศึกษา 58051088

ปริญญา วิทยาศาสตร์บัณฑิต (ฟิสิกส์ประยุกต์)  
 ภาควิชา ฟิสิกส์  
 ปีการศึกษา 2561  
 อาจารย์ที่ปรึกษา อ.สุรชาติ กมลติลก

คณะวิทยาศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง(สจล.) อนุมัติ  
 ให้โครงการพิเศษนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิทยาศาสตรบัณฑิต(ฟิสิกส์  
 ประยุกต์)ประจำปีการศึกษา 2561

คณะกรรมการสอบ	ลายมือชื่อ
ดร.วิฑูรย์ ยืนดีสุข ประธานกรรมการ	
อ.ธรรมรัตน์ แต่งตั้ง กรรมการ	
อ.สุรชาติ กมลติลก กรรมการและอาจารย์ที่ปรึกษา	

ลิขสิทธิ์ของคณะวิทยาศาสตร์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
 สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง  
 ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หัวข้อโครงการพิเศษ	เครื่องวัดค่าการดูดกลืนและส่องผ่านแสงแบบอัตโนมัติ โดยใช้แหล่งกำเนิดแสงชนิดแอลอีดีปรับค่าได้	
ชื่อนักศึกษา	นางสาวกัลยกร เกตุวุฒิ	รหัสนักศึกษา 58051026
	นายจามิกร มูลสาร	รหัสนักศึกษา 58051038
	นางสาวบัวชมพู ฉายโฉมเลิศ	รหัสนักศึกษา 58051088
ปริญญา	วิทยาศาสตร์บัณฑิต (ฟิสิกส์ประยุกต์)	
ภาควิชา	ฟิสิกส์	
คณะ	วิทยาศาสตร์	
มหาวิทยาลัย	สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง (สจล.)	
ปีการศึกษา	2561	
อาจารย์ที่ปรึกษา	อ.สุรชาติ กมลติลก	

### บทคัดย่อ

โครงการพิเศษนี้ได้ศึกษาการสร้างแหล่งกำเนิดแสงที่ใช้หลอดอาร์จีอี-แอลอีดีแบบปรับค่าความยาวคลื่นและบันทึกผลได้แบบอัตโนมัติซึ่งมีความละเอียด 1 นาโนเมตร โดยใช้โปรแกรม LabView และ Arduino ในการควบคุมการทำงาน แหล่งกำเนิดแสงนี้ได้ผ่านการสอบเทียบด้วยเครื่อง UV-VIS Spectrometer เพื่อนำไปใช้ในการศึกษาการดูดกลืนและส่องผ่านแสงของฟิลเตอร์สีแดง สีเขียวและสีน้ำเงิน

คำสำคัญ : หลอดอาร์จีอี-แอลอีดี

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

<b>Title</b>	Automatic Absorption And Transmission Spectroscopy Using Tunable Led Light Source	
<b>Students</b>	Ms.Kanyakorn Ketwut	Student ID 58051026
	Mr.Jamigorn Molnsarn	Student ID 58051038
	Ms.Buachompoo Chaichomlert	Student ID 58051088
<b>Degree</b>	Bachelor of Science (Applied Physics)	
<b>Department</b>	Physics	
<b>Faculty</b>	Science	
<b>University</b>	King Mongkut's Institute of Technology Ladkrabang (KMITL)	
<b>Academic Year</b>	2018	
<b>Advisor</b>	Mr.Surachart Kamoldilok	

### Abstract

This special project was created the RGB LED tunable light source invisible light with automatic data recorded with resolution was 1 nm. LabView programming and Arduino controller were used. The light source was calibrated by commercial UV-VIS spectrometer. This instrument was used to investigate transmission and absorption of red, green and blue filter.

Key words: RGB LED

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## กิตติกรรมประกาศ

โครงการพิเศษฉบับนี้สำเร็จลุล่วงได้ด้วยดีเนื่องจากได้รับความกรุณาอย่างสูงจากอาจารย์ สุรชาติ กมลติก อาจารย์ที่ปรึกษาโครงการพิเศษที่ได้ให้ความช่วยเหลือ ให้คำแนะนำและตรวจสอบแก้ไข การดำเนินการจัดโครงการพิเศษ ผู้วิจัยมีความซาบซึ้งและเป็นพระคุณเป็นอย่างสูง ณ โอกาสนี้

ขอบพระคุณอาจารย์ในสาขาฟิสิกส์ทุกท่าน ที่ได้กรุณาให้ความรู้ให้คำแนะนำ และให้ความคิดเห็น เป็นอย่างดีเสมอมา ทำให้ได้ข้อมูลครบถ้วนในงานวิจัยครั้งนี้

คุณงามความดีอันพึงมีจากโครงการพิเศษฉบับนี้ ผู้วิจัยขอมอบแต่บิดา มารดาอันเป็นที่เคารพยิ่ง และคณาจารย์ผู้ประสพวิชาความรู้ตลอดจนทุกๆ ท่านที่ให้ความสนใจช่วยเหลือจนกระทั่งโครงการพิเศษ ฉบับนี้จบลงด้วยดี



กัลยกร เกตุจุฑา

จามิกร มูลสาร

บัวชมพู ฉายโณมเลิศ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

# สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อภาษาไทย.....	ก
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ .....	ข
กิตติกรรมประกาศ .....	ค
สารบัญ.....	ง
สารบัญตาราง.....	ช
สารบัญรูป .....	ซ
คำย่อ/สัญลักษณ์.....	ฎ
<b>บทที่ 1 บทนำ.....</b>	<b>1</b>
1.1 ความสำคัญและที่มาของปัญหา.....	1
1.2 วัตถุประสงค์ของงานวิจัย.....	1
1.3 ขอบเขตของงานวิจัย.....	1
1.4 วิธีการดำเนินการ.....	2
1.5 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ .....	2
<b>บทที่ 2 ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง .....</b>	<b>3</b>
2.1 การวัดการดูดกลืนและส่องผ่านแสง .....	3
2.1.1 การดูดกลืนแสง.....	3
2.1.2 การส่องผ่านแสง.....	3
2.2 ทฤษฎีสีแสง (Scientific Color) .....	4
2.2.1 การผสมสีแบบบวก .....	4
2.3 แหล่งกำเนิดแสงชนิดไดโอดเปล่งแสง.....	4
2.3.1 ไดโอดเปล่งแสง .....	4
2.3.2 RGB Amplifier .....	7
2.4 บอร์ด Arduino.....	7
2.5 การควบคุมสีจากหลอด RGB LED .....	8
2.6 เซ็นเซอร์แสง .....	11
<b>บทที่ 3 วิธีการดำเนินงานวิจัย.....</b>	<b>12</b>
3.1 การออกแบบชุดการทดลองสำหรับวัดค่าการส่องผ่านแสงแบบอัตโนมัติ .....	12
3.1.1 วัสดุอุปกรณ์.....	12

เอกสารนี้เป็นเอกสาร 3.1.2 การออกแบบวงจรของระบบการสีผสมเท่านั้น ไม่อนุญาตให้แก้ไขได้ประโยชน์ใด ๆ ในการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## สารบัญ (ต่อ)

	หน้า
3.1.3 การออกแบบโปรแกรม.....	13
3.2 วิธีการทดลอง.....	15
3.2.1 การสอบเทียบการทำงานของระบบ .....	15
3.2.2 การทดลองเปรียบเทียบระยะห่างของชุดทดลองการทดสอบระยะ ที่เหมาะสมสำหรับระบบวัด .....	17
3.2.3 สถิติศาสตร์ที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล.....	17
<b>บทที่ 4 ผลการวิจัยและการอภิปรายผล .....</b>	<b>18</b>
4.1 ผลการวิจัย .....	18
4.1.1 ผลการทดลองการวัดความเข้มแสงเพื่อหาระยะที่เหมาะสมสำหรับระบบวัด .	18
4.1.2 ผลการทดลองการบันทึกค่าการทดลองเพื่อเปรียบเทียบ การทดลองแบบ Auto กับ Manual.....	20
4.1.3 ผลการทดลองการวัดค่าการส่องผ่านแสงด้วยเครื่อง UV-VIS Spectrophotometer บริษัท LabTech รุ่น UV-1496 .....	21
4.1.4 ผลการทดลองการวัดค่าการส่องผ่านแสงด้วยเครื่อง สเปกโตรมิเตอร์บริษัท AVANTES รุ่น AvaSpec-EDU.....	24
4.1.5 ผลการทดลองการวัดค่าการส่องผ่านแสงด้วยระบบวัดแบบ อัตโนมัติโดยใช้ไดโอดเปล่งแสงแบบปรับค่าได้ .....	28
4.2 การอภิปรายผล .....	31
4.2.1 การเปรียบเทียบผลการวิจัยเพื่อหาระยะที่เหมาะสมสำหรับระบบวัด .....	31
4.2.2 การเปรียบเทียบผลการทดลองจากระบบAutoและManual .....	33
4.2.3 การเปรียบเทียบผลการวัดค่าการส่องผ่านแสงของตัวอย่างด้วยวิธีการต่างๆ..	34
<b>บทที่ 5 สรุปผลการวิจัยและข้อเสนอแนะ.....</b>	<b>38</b>
5.1 สรุปผลการวิจัย .....	38
5.2 ปัญหาที่พบในงานวิจัย .....	38
5.3 ข้อเสนอแนะ.....	39
เอกสารอ้างอิง .....	40
ภาคผนวก.....	41
ภาคผนวก ก การทดลองการศึกษาการส่องผ่านแสง.....	42

เอกสารภาคผนวก ข วิธีการใช้งานโปรแกรมที่กรมเพื่อตรวจสอบค่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ 45 การค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## สารบัญ (ต่อ)

	หน้า
ภาคผนวก ค หลอดอาร์จีวี-แอลอีดีขนาด 10 วัตต์ .....	46
ภาคผนวก ง เครื่องสเปกโตรมิเตอร์ .....	49



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## สารบัญตาราง

ตารางที่

หน้า

2.1 การผสมสีจากแม่สี 3 สี..... 10



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## สารบัญรูป

รูปที่	หน้า
2.1 การผสมสีของแสง .....	4
2.2 หลอดแอลอีดีขนาดเล็ก .....	5
2.3 แอลอีดีพลังงานสูง .....	5
2.4 การทำงานภายในหลอดแอลอีดี .....	6
2.5 อาร์จีบี-แอลอีดีขนาด 10 วัตต์.....	6
2.6 RGB Amplifier .....	7
2.7 ส่วนประกอบสำคัญของบอร์ด Arduino UNO R3.....	8
2.8 สัญญาณดิจิตอล .....	9
2.9 สัญญาณ PWM.....	9
2.10 โฟโต้ไดโอด.....	11
3.1 วงจรของระบบ .....	12
3.2 แผนผังการออกแบบโปรแกรม.....	13
3.3 การเลือกไฟล์ที่หน้าต่างโปรแกรม.....	14
3.4 การส่งออกไฟล์.....	14
3.5 เครื่อง UV-VIS Spectrophotometer บริษัท LabTech รุ่น UV-1496.....	15
3.6 การทำงานของเครื่อง UV- VIS Spectrophotometer.....	15
3.7 เครื่อง Spectrometer บริษัท AVANTES รุ่น AvaSpec-EDU.....	16
3.8 ตำแหน่งของการวางอุปกรณ์การทดลอง .....	17
4.1 กราฟผลการทดลองการหาระยะที่เหมาะสมสำหรับระบบวัด โดยใช้ฟิลเตอร์ GEPE รุ่น 47045 สีแดง .....	18
4.2 กราฟผลการทดลองการหาระยะที่เหมาะสมสำหรับระบบวัด โดยใช้ฟิลเตอร์ GEPE รุ่น 47045 สีเขียว.....	19
4.3 กราฟผลการทดลองการหาระยะที่เหมาะสมสำหรับระบบวัด โดยใช้ฟิลเตอร์ GEPE รุ่น 47045 สีน้ำเงิน .....	19
4.4 กราฟผลการทดลองการบันทึกค่าแรงดันไฟฟ้าแบบ Auto .....	20
4.5 กราฟผลการทดลองการบันทึกค่าแรงดันไฟฟ้าแบบ Manual .....	20
4.6 กราฟผลการทดลองการวัดค่าการส่องผ่านแสงด้วยเครื่อง UV-VIS โดยใช้ฟิลเตอร์ GEPE รุ่น 47045 สีแดง .....	21

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## สารบัญรูป (ต่อ)

รูปที่	หน้า
4.7 กราฟผลการทดลองการวัดค่าการส่องผ่านแสงด้วยเครื่อง UV-VIS โดยใช้ฟิลเตอร์ GEPE รุ่น 47045 สีเขียว.....	21
4.8 กราฟผลการทดลองการวัดค่าการส่องผ่านแสงด้วยเครื่อง UV-VIS โดยใช้ฟิลเตอร์ GEPE รุ่น 47045 สีนํ้าเงิน .....	22
4.9 กราฟผลการทดลองการวัดค่าการส่องผ่านแสงด้วยเครื่อง UV-VIS โดยใช้ฟิล์มกระดาษแก้ว สีแดง .....	23
4.10 กราฟผลการทดลองการวัดค่าการส่องผ่านแสงด้วยเครื่อง UV-VIS โดยใช้ฟิล์มกระดาษแก้ว สีเขียว .....	23
4.11 กราฟผลการทดลองการวัดค่าการส่องผ่านแสงด้วยเครื่อง UV-VIS โดยใช้ฟิล์มกระดาษแก้ว สีนํ้าเงิน .....	24
4.12 กราฟผลการทดลองการวัดค่าการส่องผ่านแสงด้วยเครื่อง Spectrometer โดยใช้ฟิลเตอร์ GEPE รุ่น 47045 สีแดง .....	24
4.13 กราฟผลการทดลองการวัดค่าการส่องผ่านแสงด้วยเครื่อง Spectrometer โดยใช้ฟิลเตอร์ GEPE รุ่น 47045 สีเขียว .....	25
4.14 กราฟผลการทดลองการวัดค่าการส่องผ่านแสงด้วยเครื่อง Spectrometer โดยใช้ฟิลเตอร์ GEPE รุ่น 47045 สีนํ้าเงิน .....	26
4.15 กราฟผลการทดลองการวัดค่าการส่องผ่านแสงด้วยเครื่อง Spectrometer โดยใช้ฟิล์มกระดาษแก้วสีแดง.....	26
4.16 กราฟผลการทดลองการวัดค่าการส่องผ่านแสงด้วยเครื่อง Spectrometer โดยใช้ฟิล์มกระดาษแก้วสีนํ้าเงิน .....	27
4.17 กราฟผลการทดลองการวัดค่าการส่องผ่านแสงด้วยเครื่อง Spectrometer โดยใช้ฟิล์มกระดาษแก้วสีเขียว .....	27
4.18 กราฟผลการทดลองการวัดค่าการส่องผ่านแสงด้วยไดโอดเปล่งแสงแบบ ปรับค่าได้โดยใช้ฟิลเตอร์ GEPE รุ่น 47045 สีแดง.....	28
4.19 กราฟผลการทดลองการวัดค่าการส่องผ่านแสงด้วยไดโอดเปล่งแสงแบบ ปรับค่าได้โดยใช้ฟิลเตอร์ GEPE รุ่น 47045 สีเขียว .....	28
4.20 กราฟผลการทดลองการวัดค่าการส่องผ่านแสงด้วยไดโอดเปล่งแสงแบบ ปรับค่าได้โดยใช้ฟิลเตอร์ GEPE รุ่น 47045 สีนํ้าเงิน .....	29

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

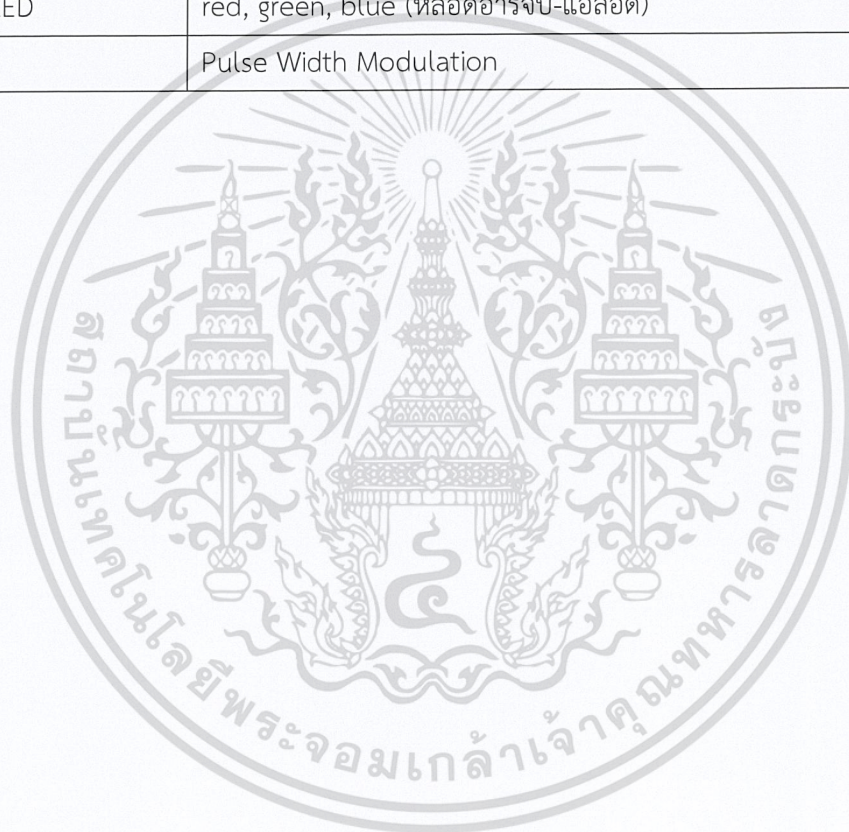
## สารบัญรูป (ต่อ)

รูปที่	หน้า
4.21 กราฟผลการทดลองการวัดค่าการส่องผ่านแสงด้วยไดโอดเปล่งแสงแบบ ปรับค่าได้โดยใช้ฟิล์มกระดาษแก้วสีแดง .....	30
4.22 กราฟผลการทดลองการวัดค่าการส่องผ่านแสงด้วยไดโอดเปล่งแสงแบบ ปรับค่าได้โดยใช้ฟิล์มกระดาษแก้วสีเขียว .....	30
4.23 กราฟผลการทดลองการวัดค่าการส่องผ่านแสงด้วยไดโอดเปล่งแสงแบบ ปรับค่าได้โดยใช้ฟิล์มกระดาษแก้วสีน้ำเงิน .....	31
4.24 กราฟการเปรียบเทียบระยะที่เหมาะสมสำหรับระบบวัด โดยใช้ฟิลเตอร์ GEPE รุ่น 47045 สีแดง .....	31
4.25 กราฟการเปรียบเทียบระยะที่เหมาะสมสำหรับระบบวัด โดยใช้ฟิลเตอร์ GEPE รุ่น 47045 สีเขียว .....	32
4.26 กราฟการเปรียบเทียบระยะที่เหมาะสมสำหรับระบบวัด โดยใช้ฟิลเตอร์ GEPE รุ่น 47045 สีน้ำเงิน .....	32
4.27 กราฟการเปรียบเทียบการบันทึกผลแบบอัตโนมัติ กับการบันทึกผลแบบใช้ดิจิตอลมัลติมิเตอร์ .....	33
4.28 กราฟผลการวัดค่าการส่องผ่านแสงของตัวอย่างด้วยวิธีการต่าง ๆ โดยใช้ฟิลเตอร์ GEPE รุ่น 47045 สีแดง .....	34
4.29 กราฟผลการวัดค่าการส่องผ่านแสงของตัวอย่างด้วยวิธีการต่าง ๆ โดยใช้ฟิลเตอร์ GEPE รุ่น 47045 สีเขียว .....	34
4.30 กราฟผลการวัดค่าการส่องผ่านแสงของตัวอย่างด้วยวิธีการต่าง ๆ โดยใช้ฟิลเตอร์ GEPE รุ่น 47045 สีน้ำเงิน .....	35
4.31 กราฟผลการวัดค่าการส่องผ่านแสงของตัวอย่างด้วยวิธีการต่าง ๆ โดยใช้ฟิล์มกระดาษแก้วสีแดง .....	36
4.32 กราฟผลการวัดค่าการส่องผ่านแสงของตัวอย่างด้วยวิธีการต่าง ๆ โดยใช้ฟิล์มกระดาษแก้วสีเขียว .....	36
4.33 กราฟผลการวัดค่าการส่องผ่านแสงของตัวอย่างด้วยวิธีการต่าง ๆ โดยใช้ฟิล์มกระดาษแก้วสีน้ำเงิน .....	37
5.1 กราฟก่อนลดสัญญาณรบกวน .....	39
5.2 กราฟหลังลดสัญญาณรบกวน .....	39

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## คำย่อ/สัญลักษณ์

คำย่อ/สัญลักษณ์	คำอธิบาย
T	transmittance (ค่าการส่องผ่าน)
A	absorbance (ค่าการดูดกลืน)
$I_t$	intensity of incident light (ความเข้มของแสงที่ผ่านออกมา)
$I_0$	intensity of transmitted light (ความเข้มของแสงที่ผ่านเข้าไป)
LED	light-emitting diode (ไดโอดเปล่งแสง)
RGB LED	red, green, blue (หลอดอาร์จีบี-แอลอีดี)
PWM	Pulse Width Modulation



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

# บทที่ 1

## บทนำ

### 1.1 ความสำคัญและที่มาของปัญหา

หลอดแอลอีดีเป็นอุปกรณ์ที่สามารถให้แสงในช่วงความยาวคลื่นเดียวซึ่งในการทดลองการศึกษาการส่องผ่านของแสงในห้องปฏิบัติการทดลองทางแสงจำเป็นต้องศึกษาโดยใช้แหล่งกำเนิดแสงหลายๆความยาวคลื่น ซึ่งถ้าใช้หลอดแอลอีดีแบบธรรมดาจะต้องทำการเปลี่ยนหลอดแอลอีดีทุก ๆ ครั้งที่ต้องการเปลี่ยนความยาวคลื่นแสง โครงการพิเศษนี้จึงคิดพัฒนาสร้างแหล่งกำเนิดแสงที่สามารถให้แสงได้หลายความยาวคลื่นภายในหลอดเดียวโดยสามารถเลือกใช้ความยาวคลื่นที่ต้องการได้ และออกแบบให้ชุดทดลองสามารถเก็บบันทึกผลการทดลองได้โดยอัตโนมัติเพื่อที่จะสามารถลดเวลาในการทำการทดลอง

### 1.2 วัตถุประสงค์ของงานวิจัย

- 1) เพื่อสร้างชุดปฏิบัติการทดลองที่มีแหล่งกำเนิดแสงเป็นหลอดอาร์จีบี-แอลอีดีซึ่งสามารถปรับความยาวคลื่นได้
- 2) เพื่อสร้างชุดปฏิบัติการทดลองที่สามารถเก็บค่าผลการทดลองโดยอัตโนมัติ
- 3) เพื่อพัฒนาชุดปฏิบัติการทดลองให้มีความแม่นยำและสะดวกต่อการใช้งานมากขึ้น

### 1.3 ขอบเขตงานวิจัย

- 1) ศึกษาการใช้หลอดอาร์จีบี-แอลอีดีเป็นแหล่งกำเนิดแสงและสามารถเลือกใช้ความยาวคลื่นได้
- 2) ศึกษาการใช้ Arduino ร่วมกับ LabView เพื่อควบคุมความยาวคลื่นและการบันทึกค่าอัตโนมัติ
- 3) ศึกษาทฤษฎีสีของแสง
- 4) ศึกษาการดูดกลืนและส่องผ่านแสง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

#### 1.4 วิธีการดำเนินการ

กิจกรรม	ระยะเวลา (เดือน)											
	8	9	10	11	12	1	2	3	4	5	6	7
ค้นคว้าทฤษฎีและอุปกรณ์												
ออกแบบและสร้างชุดปฏิบัติการทดลอง												
ทำการทดลองชุดปฏิบัติการทดลอง												

#### 1.5 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

- 1) สามารถพัฒนาชุดปฏิบัติการการทดลองทางแสงที่ใช้หลอดอาร์จีบี-แอลอีดีเป็นแหล่งกำเนิดแสงให้มีความสะดวกและมีประสิทธิภาพ
- 2) สามารถประยุกต์ใช้โปรแกรม Arduino และ LabView ร่วมกับอุปกรณ์ทางแสงเพื่อให้มีความสะดวกมากขึ้น
- 3) สามารถนำแหล่งกำเนิดแสงที่ปรับความยาวคลื่นได้ไปประยุกต์ใช้กับงานอื่นได้ เช่น การนำไปใช้ทางการเกษตร การนำไปใช้ทางการพิสูจน์หลักฐาน เป็นต้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## บทที่ 2

# ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

### 2.1 การวัดการดูดกลืนและส่องผ่านแสง

การดูดกลืนแสงสามารถวัดได้ในรูปของความเข้มของการดูดกลืน (intensity of absorption) และพลังงานของการดูดกลืน (energy of absorption) สำหรับความเข้มของการดูดกลืนเราสามารถวัดค่าการส่องผ่าน (transmittance ;T) ค่าการดูดกลืน(absorbance ;A) ได้ สำหรับพลังงานของการดูดกลืนเราสามารถวัด ความถี่ (frequency;  $\nu$ ) เลขคลื่น (wavenumber;  $\bar{\nu}$ ) และความยาวคลื่น (wavelength;  $\lambda$ ) ได้

#### 2.1.1 การดูดกลืนแสง

แอมพลิจูดหรือการดูดกลืนค่าแอมพลิจูด (A) ของตัวอย่างสามารถคำนวณได้จากสมการต่อไปนี้

$$A = -\log T = \log \frac{I_0}{I_t}$$

#### 2.1.2 การส่องผ่านแสง

การส่องผ่านของแสง (T) คือ สัดส่วนของความเข้มของแสงที่ผ่านออกมาจากตัวอย่างกับความเข้มของแสงที่ผ่านเข้าไปในตัวอย่าง ;

$$T = \frac{I_t}{I_0}$$

เมื่อ

T = การส่องผ่าน (transmittance)

$I_0$  = ความเข้มของแสงที่ผ่านเข้าไป (intensity of transmitted light)

$I_t$  = ความเข้มของแสงที่ผ่านออกมา (intensity of incident light)

ร้อยละของความส่องผ่าน (%T) ของตัวอย่างสามารถคำนวณได้จากสมการต่อไปนี้

$$\%T = 100 \times \frac{I_t}{I_0}$$

### 2.2 ทฤษฎีสีแสง (Scientific Color)

ทฤษฎีสีแสง (Scientific Color) หรือแม่สีของนักวิทยาศาสตร์ เป็นการผสมสีแบบบวก (Additive Mixing) จากการค้นพบของ เซอร์ไอแซค นิวตัน เขาบอกว่าแสงอาทิตย์มีสีต่างๆมากมาย รวมกันอยู่ เมื่อทดลองให้แสงอาทิตย์ส่องผ่านแท่งปริซึม (Prism) แสงที่ผ่านออกจากปริซึมมาจะมี 7 สี คือ ม่วง คราม น้ำเงิน เขียว เหลือง แสด แดง และเมื่อนำสีทั้ง 7 นี้ มาทดลองวางเรียงบนวงกลมแล้ว

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

นำไปหมุนเร็ว ๆ บนแป้นหมุน จะเห็นสี ทั้ง 7 รวมกันเป็นสีขาว แสดงให้เห็นว่า แสงในธรรมชาตินั้นมีอยู่ถึง 7 สี แต่รวมกันอยู่ เรียกว่า สเปกตรัม (Spectrum)

### 2.2.1 การผสมสีแบบบวก (Additive Color Mixing)

การผสมสีแบบบวก คือ การผสมของแสงไม่ใช้การผสมของวัตถุที่มีสีบนกระดาษ ดังที่กล่าวมาแล้วว่าแสงสีขาวประกอบด้วยลำแสงที่มีสีต่างๆ ตามความยาวของคลื่นแสง ซึ่งความยาวคลื่นแสงพื้นฐานได้แก่ สีแดง เขียว และน้ำเงิน เมื่อคลื่นแสงเหล่านี้มีการซ้อนทับกันก็จะก่อให้เกิดการบวกและรวมตัวกันของความยาวคลื่นแสง จึงเป็นที่มาของชื่อ “สีแบบบวก” แม้สีบวกมี 3 สี คือสีแดง (Red) สีเขียว (Green) สีน้ำเงิน (Blue) แสงหรือแม่สีทั้งสามนี้ เป็นสีขั้นต้น เมื่อผสมเข้าด้วยกันเป็นคู่จะได้สี ขั้นที่สอง ดังนี้

- แสงสีแดง (Red) ผสมแสงสีเขียว (Green) จะได้สีเหลือง (Yellow)
- แสงสีเขียว (Green) ผสมแสงสีน้ำเงิน (Blue) จะได้สีน้ำเงินแกมเขียว (Cyan)
- แสงสีแดง (Red) ผสมแสงสีน้ำเงิน (Blue) จะได้สีแดงแกมม่วง (Magenta)



รูปที่ 2.1 การผสมสีของแสง

ที่มา : ( [http://www.kirupa.com/images/rgb\\_image.png](http://www.kirupa.com/images/rgb_image.png) )

## 2.3 แหล่งกำเนิดแสงชนิดไดโอดเปล่งแสง

### 2.3.1 ไดโอดเปล่งแสง

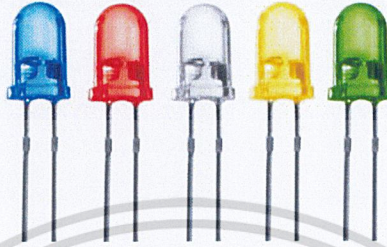
ไดโอดเปล่งแสง ย่อมาจากคำว่า (light-emitting diode, LED) เป็นอุปกรณ์สารกึ่งตัวนำชนิดหนึ่งที่สามารถเปล่งแสงได้ โดยหลอดแอลอีดีสามารถเปล่งแสงได้เมื่อถูกไบอัสทางไฟฟ้าในทิศทางไปข้างหน้าและสีของแสงที่เปล่งออกมานั้นขึ้นอยู่กับองค์ประกอบทางเคมีของวัสดุที่กึ่งตัวนำที่ใช้ แอลอีดีได้ถูกพัฒนาขึ้นเรื่อย ๆ ทั้งในด้านสีของแสงที่เปล่งออกมาไม่ว่าจะเป็นสีแดง ,สีเขียว ,สีส้ม และสีน้ำเงิน ซึ่งการพัฒนาสีต่าง ๆนี้ทำให้มีสีครบแม่สี 3 สี คือ สีแดง สีเขียว และสีน้ำเงิน จึงเป็นจุดเริ่มต้นของอุปกรณ์ในปัจจุบันมากมาย เช่น จอแอลอีดี สัญญาณจราจร ไฟท้ายรถยนต์ ป้ายสัญญาณต่าง ๆ

เป็นต้น เอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

### 2.3.1.1 รูปแบบของ LED

ปัจจุบันแอลอีดีมีหลายรูปแบบ หากแบ่งแอลอีดีตามขนาดแบ่งได้ 2 แบบคือ

1. แอลอีดีขนาดเล็ก จะเป็นแอลอีดีชนิดที่เห็นอยู่ทั่วไปมีขา 2 ขาหรือมากกว่า โดยมีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางตั้งแต่ 3 มิลลิเมตรขึ้นไป ความสามารถในการขับกระแสไม่เกิน 150 มิลลิแอมป์



รูปที่ 2.2 หลอดแอลอีดีขนาดเล็ก

ที่มา : ( <https://sg.nullspacegroup.com/store/electronics/arduino-leds-pack-25/> )

2. แอลอีดีพลังงานสูง (High Power LED) แอลอีดีนี้จะมีความสามารถในการเปล่งแสงที่มีความเข้มและความสว่างสูงมาก ลักษณะของ LED ชนิดนี้จะเป็นแผ่นชิป มีรูปทรงและขนาดที่แตกต่างกัน สามารถขับกระแสตั้งแต่ 20 มิลลิแอมป์หรือมากกว่า 1 แอมป์



รูปที่ 2.3 แอลอีดีพลังงานสูง

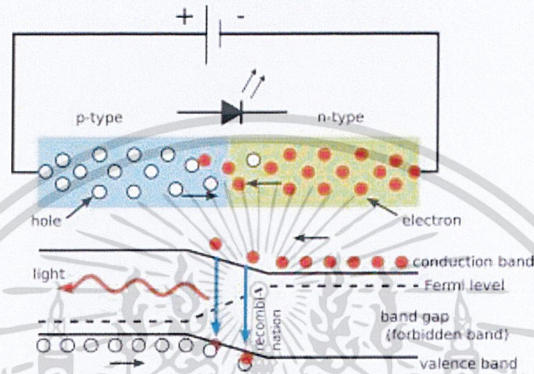
ที่มา : ( <https://www.teknistore.com/en/led-diy-chips/24434-50w-redgreenblueamber-dc32-36v-high-power-led-chip-light-lamp-home-car-for-diy-.html> )

### 2.3.1.2 หลักการทำงานของหลอดไดโอดเปล่งแสง

ไดโอดเปล่งแสงหรือหลอดแอลอีดี โครงสร้างจะประกอบไปด้วยสารกึ่งตัวนำสองชนิด คือ สารกึ่งตัวนำชนิด N และสารกึ่งตัวนำชนิด P อยู่ติดกัน เมื่อจ่ายไฟกระแสตรงผ่านตัวแอลอีดี โดยจ่ายไฟบวกให้ขาแอนโนด (A,+) และจ่ายไฟลบให้ขาแคโทด (K,-) จะมีผลทำให้อิเล็กตรอนที่สารกึ่งตัวนำชนิด N มีพลังงานสูงขึ้น จนสามารถวิ่งข้ามรอยต่อจากสารชนิด N ไปรวมกับโฮลในสารชนิด P การที่อิเล็กตรอนเคลื่อนที่ผ่านรอยต่อ PN จะส่งผลทำให้เกิดกระแสไหลทำให้ระดับพลังงานของอิเล็กตรอนเปลี่ยนไปและคายพลังงานออกมาในรูปคลื่นแสง สีของแสงที่เกิดจากรอยต่อจะขึ้นอยู่กับ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนลิขสิทธิ์ไว้เพื่อประโยชน์ในการศึกษาเท่านั้น เมื่อผู้ใดเห็นไปใช้โดยไม่ขออนุญาตการดำเนินการ  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กับชนิดของวัสดุที่นำมาใช้ในการสร้างหลอดแอลอีดี มีทั้งชนิดที่เป็นของเหลวและก๊าซ เช่น ใช้แกเลียมฟอสไฟด์ทำให้เกิดแสงสีแดง ใช้แกเลียมอาซีไนด์ ฟอสไฟด์ เกิดแสงสีเหลืองและเขียว ในส่วนของการควบคุมปริมาณแสงสว่างจะควบคุมโดยควบคุมกระแสไฟที่ไหลผ่านหลอดแอลอีดี หากกระแสที่ไหลสูงมากไปจะทำให้หลอดมีความสว่างมาก แต่หากป้อนกระแสไฟสูงมากไปจะทำให้บริเวณรอยต่อของสารกึ่งตัวนำเกิดความร้อนปริมาณมากจนทำให้โครงสร้างหลอดเสียหายไม่สามารถใช้งานได้อีกหรือที่เรียกว่าหลอดขาดนั่นเอง

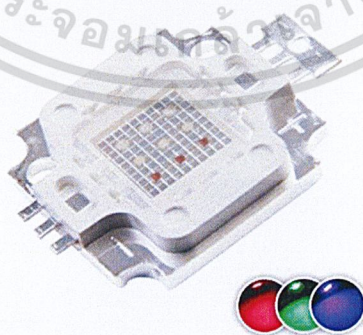


รูปที่ 2.4 การทำงานภายในหลอดแอลอีดี

ที่มา : ( <https://en.wikipedia.org/wiki/File:PnJunction-LED-E.svg> )

### 2.3.1.3 หลอดอาร์จีบี-แอลอีดี (RGB LED)

หลอดอาร์จีบี-แอลอีดี เป็นหลอดแอลอีดีที่มีสามสีภายในหลอดเดียว ก็คือสามารถเปล่งสีออกมาได้สามสีภายในหลอดเดียวและยังสามารถนำสีทั้งสามมาผสมเพื่อเกิดเป็นแสงสีอื่น ๆ อีกมากมาย



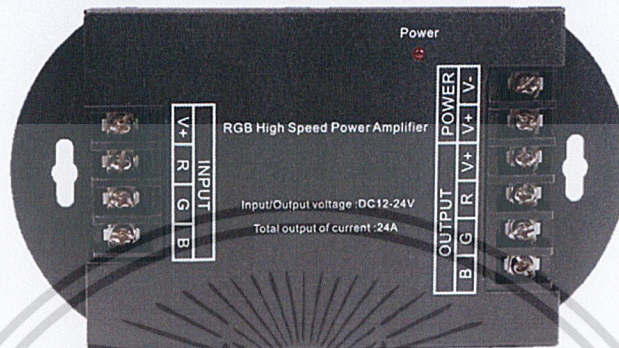
รูปที่ 2.5 อาร์จีบี-แอลอีดีขนาด 10 วัตต์

ที่มา:(<https://www.amazon.com/300mA-350mA-Multicolor-Intensity-Components-Lighting/dp/B01DBZK64K>)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

### 2.3.2 RGB Amplifier

เป็นตัวขยายสัญญาณจากบอร์ด Arduino ให้มีกำลังสูงขึ้นเนื่องจากหลอดอาร์จีบี-แอลอีดีที่ใช้ต้องใช้ไฟ 12 โวลต์ แต่สัญญาณจาก Arduino จ่ายไฟได้เพียง 5 โวลต์ จึงใช้ RGB Amplifier ขยายให้มีแรงดันไฟฟ้าเพียงพอ



รูปที่ 2.6 RGB Amplifier

ที่มา : ( <https://www.superlightingled.com/dc1224v-8ax3ch-max8a-pwm-led-rgb-high-speed-power-data-signal-amplifier-iron-shell-for-rgb-led-light-strip-p-372.html>)

#### ข้อมูลการใช้งาน

อุณหภูมิ : -20 องศาเซลเซียส ถึง 60 องศาเซลเซียส

แรงดันไฟฟ้าขาเข้า : ไฟกระแสตรง 12-24 โวลต์

แรงดันไฟฟ้าขาออก : ไฟกระแสตรง 12-24 โวลต์

สัญญาณขาเข้า : สัญญาณ PWM

ขนาด : ยาว 145\*กว้าง76.8\*สูง20.6มิลลิเมตร

เอาต์พุต : 3 ช่อง

กระแสไฟฟ้าขาออก : สูงสุด 8 แอมป์ (แต่ละช่อง)

กำลังไฟฟ้าขาออก : สูงสุด 288 วัตต์ (12 โวลต์) , สูงสุด 576 วัตต์ (24 โวลต์)

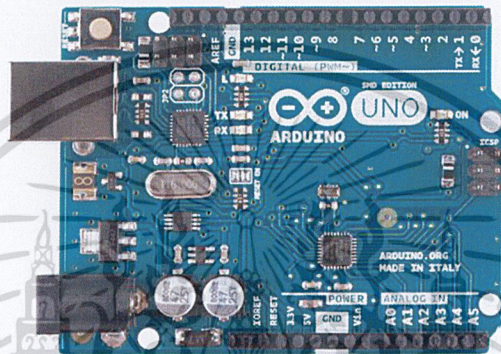
### 2.4 บอร์ด Arduino

ไมโครคอนโทรลเลอร์ (Microcontroller คำย่อ คือ  $\mu\text{C}$ , uC หรือ MCU) เป็นระบบคอนโทรลขนาดเล็กที่สามารถนำมาประยุกต์ใช้งานได้หลากหลาย ที่ผ่านการออกแบบวงจรให้เหมาะกับงานต่างๆ และยังทำให้โปรแกรมสามารถส่งคำสั่งเพื่อควบคุมขาอินพุต / เอาต์พุต ให้ไปควบคุมอุปกรณ์ต่าง ๆ ได้ ซึ่งเป็นระบบที่สามารถนำมาประยุกต์ใช้งานได้หลากหลาย ทั้งทางด้านดิจิทัล และ อนาล็อก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่จัดทำขึ้นเพื่อใช้ในการเรียนการสอนเท่านั้น ไม่สามารถนำเอกสารนี้ไปใช้ในการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ยกตัวอย่าง เช่น การควบคุมหลอดไฟที่กล่าวไว้ใน การควบคุมหลอดอาร์จีบี-แอลอีดี ระบบสัญญาณตอบรับอัตโนมัติ, ระบบบัตรคิว, ระบบตอกบัตรพนักงาน เป็นต้น

บอร์ด Arduino มีหลากหลายชนิด โดยชนิดที่เลือกใช้คือ Arduino UNO R3 จะใช้ชิป Microcontroller เป็นชิปซึ่งส่วนนี้จะเป็นเหมือนสมองของบอร์ด ที่ใช้สำหรับการประมวลผลและควบคุม I/O Header Socket เป็น Socket ที่เชื่อมต่อมาจากขาของ Microcontroller ซึ่งเรียงอยู่ตรงขอบๆของบอร์ด Arduino ไว้สำหรับต่อสายไฟเพื่อรับค่าอินพุต หรือส่งออกเอาต์พุต โดยจะมีคำอธิบายกำกับหมายเลข Pin อยู่เพื่อให้สะดวกต่อการใช้งาน ส่วนประกอบต่าง ๆ มีดังนี้



### รูปที่ 2.7 ส่วนประกอบสำคัญของบอร์ด Arduino UNO R3

ที่มา : ( <https://www.sparkfun.com/products/11224> )

- Digital Pin สำหรับรับและส่งสัญญาณที่เป็นดิจิทัลโดยมี 2 สถานะ คือ On (0V) หรือ Off (5V)
- Analog in Pin เป็น Pin สำหรับรับค่าสัญญาณที่เป็น Analog
- Power Pin เป็น Pin สำหรับจ่ายไฟให้กับอุปกรณ์ต่าง ๆ ซึ่งจะมีทั้ง 5V และ 3.3V และ Vin โดย Vin จะให้ค่าความต่างศักย์เท่ากับไฟที่ต่อมาจาก external power jack
- L: Pin 13 LED เป็นไฟ LED ที่อยู่บนบอร์ดซึ่งเชื่อมต่อกับ Digital Pin 13 มักใช้สำหรับการทดสอบ
- ON: Power LED เป็นไฟแสดงสถานะไฟเลี้ยงของบอร์ด โดยถ้าไฟขึ้นสีเขียวแสดงว่า บอร์ดทำงาน
- RX, TX: RX/TX LED เป็นไฟที่แสดงสถานะของการส่งข้อมูลว่าขณะนี้กำลังทำการส่งหรือรับข้อมูล
- Reset Button เป็นปุ่มสำหรับรีเซ็ต โปรแกรมบนบอร์ดให้หยุดการทำงานเดิมและเริ่มต้นทำงานใหม่ตั้งแต่แรก

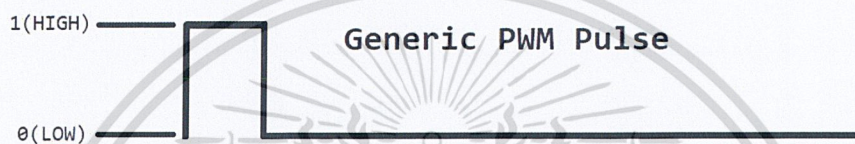
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## 2.5 การควบคุมสีจากหลอด RGB LED

สัญญาณอนาล็อก (Analog Signal) คือ สัญญาณข้อมูลแบบต่อเนื่อง จะมีขนาดของสัญญาณไม่คงที่หรือกล่าวได้ว่ามีการเปลี่ยนแปลงขนาดของสัญญาณต่อเนื่องกันไป

สัญญาณดิจิทัล (Digital Signal) คือ สัญญาณข้อมูลแบบไม่ต่อเนื่อง จะมีขนาดแน่นอนซึ่งขนาดดังกล่าวอาจสลับเปลี่ยนไปมาระหว่างค่าสองค่า เช่น HIGH-LOW, 0-1 เป็นต้น

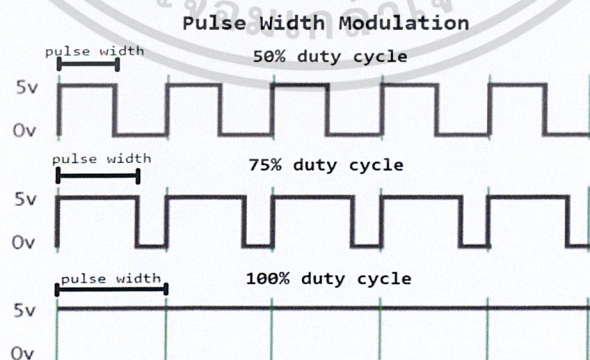
Pulse Width Modulation (PWM) เป็นการเปลี่ยนสัญญาณดิจิทัลเป็นอนาล็อกได้ โดยตัวควบคุมการสร้างสัญญาณดิจิทัลจะสร้างสัญญาณคลื่นสี่เหลี่ยมออกมา ดังรูป โดยสัญญาณที่สร้างออกมาจะสลับกันระหว่างระดับสูงสุด (HIGH) กับ ระดับต่ำสุด (LOW)



รูปที่ 2.8 สัญญาณดิจิทัล

ที่มา: ( <https://medium.com/icreativesystems/to-know-pwm-373efa1322ce> )

ถ้าต้องการจะนำระบบดิจิทัลไปควบคุมอุปกรณ์ที่ต้องควบคุมด้วยสัญญาณอนาล็อก เช่น การควบคุมความสว่างของหลอดไฟ ในระบบดิจิทัลจะไม่สามารถควบคุมอุปกรณ์พวกนี้ได้เราจะต้องใช้ PWM ในการควบคุม ซึ่งช่วงของเวลาที่สัญญาณเป็น HIGH เมื่อเทียบกับช่วงเวลาที่สัญญาณออกมาทั้งหมด เราจะเรียกว่า ความกว้างของสัญญาณ (Pulse width) ดังรูป ดังนั้นเพื่อให้ได้ข้อมูลแบบอนาล็อกที่ต่างกันเราจะใช้ความกว้างของสัญญาณที่แตกต่างกันในการบ่งบอกค่าของข้อมูลอนาล็อก



รูปที่ 2.9 สัญญาณ PWM

ที่มา: ( <https://medium.com/icreativesystems/to-know-pwm-373efa1322ce> )

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

-50% Duty cycle หมายความว่า คาบเวลาที่เป็น High 50% และ คาบเวลาที่เป็น Low 50%

-75% Duty cycle หมายความว่า คาบเวลาที่เป็น High 75% และ คาบเวลาที่เป็น Low 25%

-100% Duty cycle หมายความว่า คาบเวลาที่เป็น High 100% และ คาบเวลาที่เป็น Low 0%

การปรับคาบเวลาของ High-Low (Duty cycle) ที่กล่าวมาด้านบน ในการปรับคาบเวลาจะมีผลกับกระแสไฟฟ้าที่จ่ายออกไปยังอุปกรณ์ที่จะควบคุม คือ ถ้าปรับ 50% Duty cycle จะทำให้มีช่วงที่เป็น High 50% ดังนั้นกระแสไฟฟ้าที่จ่ายออกไปจะเหลือแค่ 50% ของทั้งหมด เมื่อนำไปควบคุมหลอดไฟ จะทำให้หลอดไฟสว่าง 50% ของความสว่างสูงสุด หรือกล่าวง่ายๆว่าหลอดแอลอีดีจะมีระดับความสว่างที่แตกต่างกันตาม %duty cycle

สำหรับการควบคุมหลอดอาร์จีบี-แอลอีดีโดยบอร์ดอาร์ดูโน ค่า analogWrite จะมีค่าต่ำสุดคือ 0 และค่าสูงสุดคือ 255 ถ้าเรานำค่านี้ไปป้อนในการควบคุมหลอดอาร์จีบี-แอลอีดี ก็สามารถจะทำการผสมสีแสงได้ตามต้องการ ด้วยการให้ค่า % duty cycle กับ Red Green และ Blue ที่ต่างกัน สามารถทำได้โดยส่งค่า analogWrite ไปที่ขา PWM 3 ขา ด้วย %duty cycle ที่ต่างกัน การจะระบุว่าจะต้องป้อนตัวเลขให้แต่ละสีเป็นค่าเท่าไรจึงจะได้สีตามที่ต้องการ ก็สามารถดูตามตารางการผสมสีดังตาราง

### ตารางที่ 2.1 การผสมสีจากแม่สี 3 สี

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

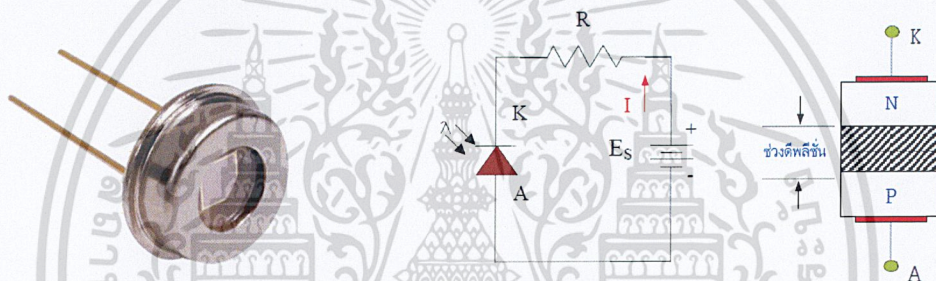
ที่มา: (<http://www.arduino4pro.com/>)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับใช้งานเพื่อการศึกษาดูเท่านั้น เมื่อนำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## 2.6 เซ็นเซอร์แสง

เซ็นเซอร์แสง (Optical Sensor) คืออุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ที่แปลงค่าความต้านทาน หรือการนำไฟฟ้า ที่ไหลผ่านตัวมันได้เมื่อมีแสงมาตกกระทบมีหลายชนิดเช่น LDR ,Photo Diode โดยชนิดที่เลือกใช้คือโฟโตไดโอด

โฟโตไดโอด (Photo Diode) ประกอบด้วยสารกึ่งตัวนำชนิด P และสารกึ่งตัวนำชนิด N โฟโตไดโอดจะมีอยู่ 2 แบบ คือแบบที่ตอบสนองต่อแสงที่เรามองเห็น และแบบที่ตอบสนองต่อแสงในย่านอินฟราเรด ในการใช้งานจะต้องต่อโฟโตไดโอดในลักษณะไบอัสกลับ เมื่อโฟโตไดโอดได้รับไบอัสกลับ (Reverse Bias) ด้วยแรงดันค่าหนึ่งและมีแสงมาตกกระทบที่บริเวณรอยต่อ ถ้าแสงที่มาตกกระทบมีความยาวคลื่นที่เหมาะสมจะมีกระแสไหลในวงจร โดยกระแสที่ไหลในวงจร จะแปรผันตรงกับความเข้มของแสงที่มาตกกระทบ ลักษณะทั่วไปของไบอัสตรง (Forward Bias) จะยังคงเหมือนกับไดโอดธรรมดาคือยอมให้กระแสไหลผ่านได้



รูปที่ 2.10 โฟโตไดโอด

ที่มา: (<https://sites.google.com/site/xupkpnxilekthrxnikslaeawngcr/home/bth-thi-13>)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## บทที่ 3

### วิธีการดำเนินงานวิจัย

โครงการพิเศษนี้ได้สร้างแหล่งกำเนิดแสงที่สามารถเลือกความยาวคลื่นและบันทึกผลได้แบบอัตโนมัติ โดยใช้โปรแกรม LabView ร่วมกับ Arduino โดยแหล่งกำเนิดแสงที่สามารถเลือกความยาวคลื่นและบันทึกผลได้แบบอัตโนมัติ แหล่งกำเนิดแสงนี้ใช้เป็นชุดปฏิบัติการทดลองเรื่องการศึกษาการส่องผ่านของแสง

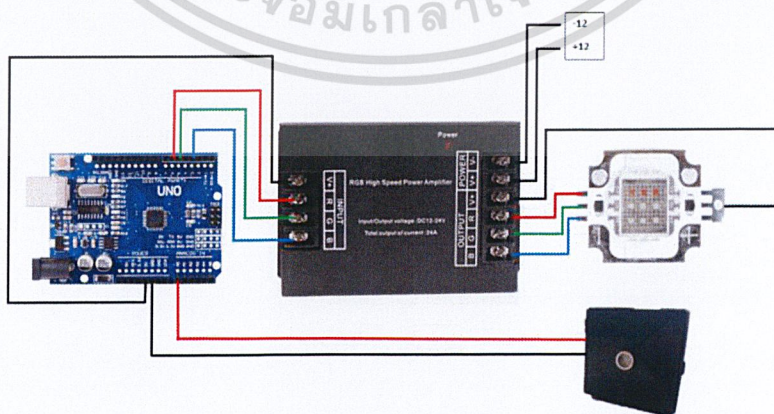
#### 3.1 การออกแบบชุดการทดลองสำหรับวัดค่าการส่องผ่านแสงแบบอัตโนมัติ

##### 3.1.1 วัสดุอุปกรณ์

- 1) หลอดอาร์จีบี-แอลอีดี ขนาด 10 วัตต์
- 2) RGB Amplifier DC 12-24 V
- 3) บอร์ด Arduino UNO R3
- 4) คอมพิวเตอร์และโปรแกรม LabView, Arduino, diligent LINX
- 5) เครื่อง UV-VIS Spectrophotometer บริษัท LabTech รุ่น UV-1496
- 6) เครื่อง Spectrometer บริษัท AVANTES รุ่น AvaSpec-EDU
- 7) โฟโต้ไดโอด

##### 3.1.2 การออกแบบวงจรของระบบ

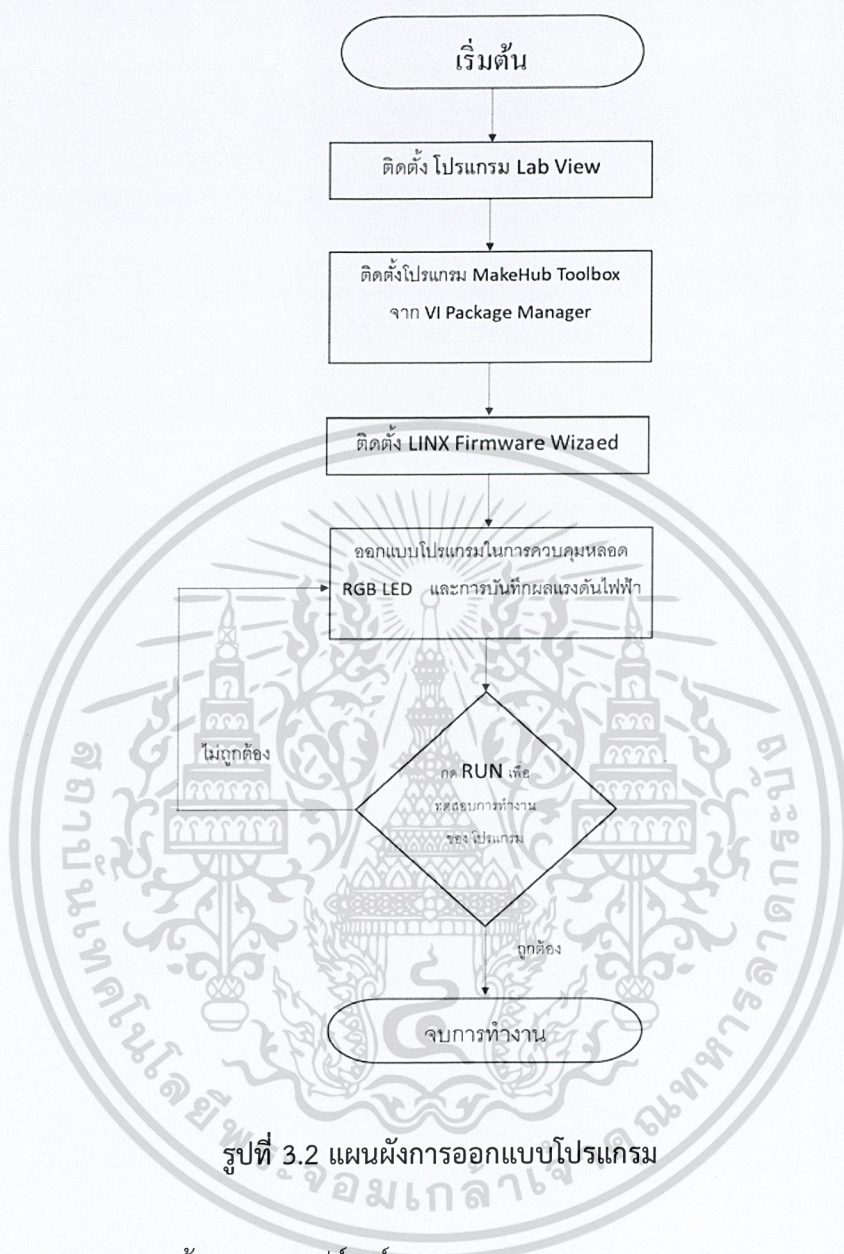
ทำการ ต่อไฟบวก 5 โวลต์ จากบอร์ด Arduino ไปที่ RGB Amplifier จากนั้นจะต่อ Pin ที่เป็น PWM คือ 3,5 และ 6 ไปเข้าที่ RGB Amplifier ฝั่งอินพุต ส่วนเอาต์พุตของสีแดง เขียวและน้ำเงิน ก็จะไปที่ขาของหลอดอาร์จีบี-แอลอีดี ตามสี และโฟโต้ไดโอดต่อเข้าที่ Pin A0



รูปที่ 3.1 วงจรของระบบ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

### 3.1.3 การออกแบบโปรแกรม



รูปที่ 3.2 แผนผังการออกแบบโปรแกรม

#### 3.1.3.1 การสร้างระบบซอฟต์แวร์

ในการควบคุมหลอดอาร์จีบี-แอลอีดี และบันทึกค่าแรงดันไฟฟ้าอัตโนมัติโดยใช้โปรแกรม LabView

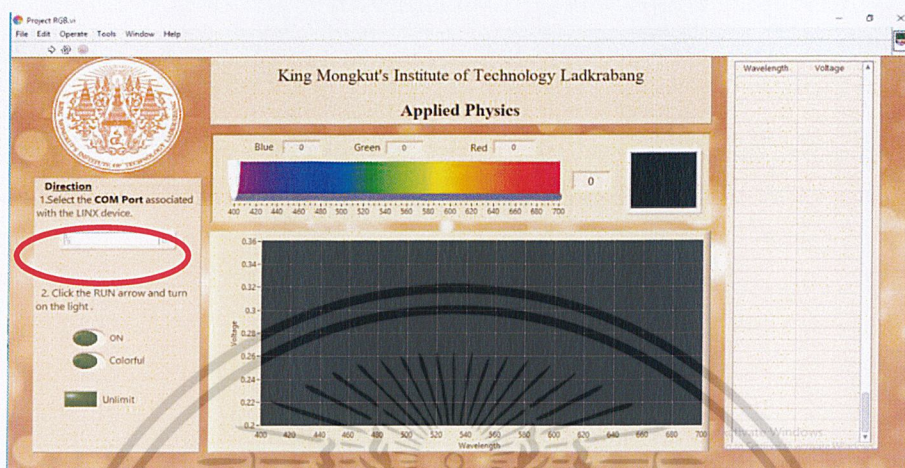
- 1) ติดตั้งโปรแกรม MakerHub Toolbox จาก VI Package Manager
- 2) ติดตั้ง LINX Firmware Wizard เพื่อให้ Arduino เชื่อมต่อกับ LabView
- 3) ออกแบบโปรแกรมในการควบคุมหลอดหลอดอาร์จีบี-แอลอีดี และบันทึกผลค่าแรงดันไฟฟ้าแบบอัตโนมัติ

4) กด RUN เพื่อทดสอบการทำงานของ โปรแกรม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

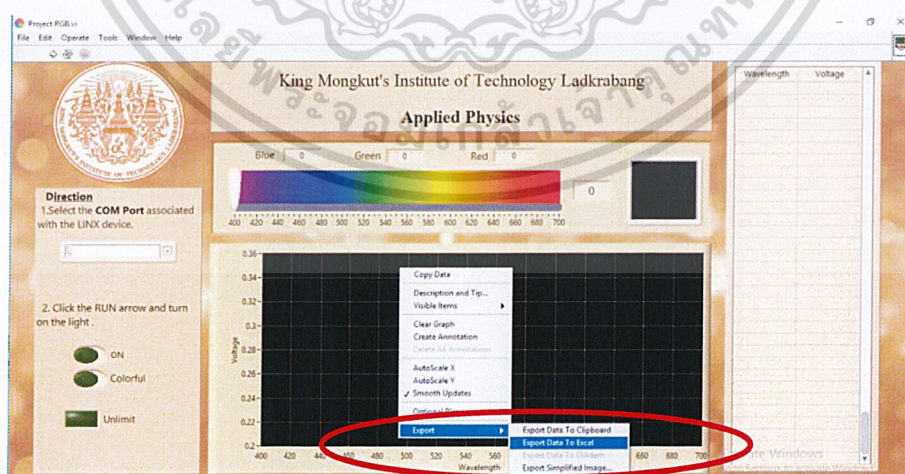
### 3.1.3.2 ขั้นตอนการใช้งานโปรแกรม

- 1) เปิดโปรแกรม
- 2) เลือก Port ที่เชื่อมกับบอร์ด Arduino



รูปที่ 3.3 การเลือกไฟล์ที่หน้าต่างโปรแกรม

- 3) กด Run > กดเปิดหลอดไฟ > กดเปิดโหมดสี
- 4) ขณะนี้โปรแกรมจะทำงานเริ่มโดยเปลี่ยนความยาวคลื่นตั้งแต่ 400 นาโนเมตร ไปจนถึง 700 นาโนเมตร พร้อมบันทึกผลโดยอัตโนมัติ
- 5) คลิกขวาที่กราฟ กด export > export data to excel
- 6) ตั้งชื่อไฟล์ Excel ตามที่ต้องการ



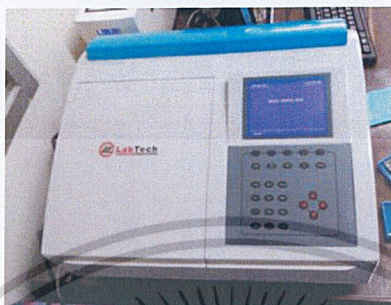
รูปที่ 3.4 การส่งออกไฟล์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## 3.2 วิธีการทดลอง

### 3.2.1 การสอบเทียบการทำงานของระบบ

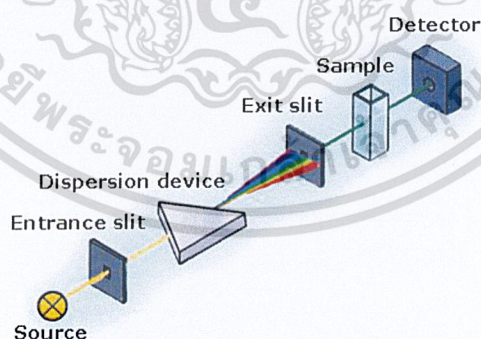
3.2.1.1 การสอบเทียบระบบด้วยเครื่อง เครื่อง UV-VIS Spectrophotometer บริษัท LabTech รุ่น UV-1496



รูปที่ 3.5 เครื่อง UV-VIS Spectrophotometer บริษัท LabTech รุ่น UV-1496

ส่วนประกอบของเครื่อง UV-VIS

- 1) แหล่งกำเนิดแสง ให้แสงช่วงความยาวคลื่นที่เหมาะสม เช่น 190-1100 นาโนเมตร
- 2) Monochromator เป็นส่วนที่ใช้จัดการเกี่ยวกับแสง
- 3) ช่องใส่ตัวอย่าง และหลอดบรรจุตัวอย่าง (Cuvette) ใช้ใส่ตัวอย่างที่ต้องการวัด
- 4) Detector ส่วนตรวจสอบแสงที่เหลือจากการดูดกลืนตัวอย่าง
- 5) ประมวลผลและแสดงผล



รูปที่ 3.6 การทำงานของเครื่อง UV- VIS Spectrophotometer

ที่มา : ( <http://smkfarmasioke.blogspot.com/2016/06/> )

หลักการทำงานของเครื่อง UV-VIS Spectrophotometer เป็นเครื่องมือที่ใช้ในวิเคราะห์สาร โดยอาศัยหลักการดูดกลืนรังสีของสาร(ฟิลเตอร์)ที่อยู่ในช่วงอัลตราไวโอเล็ต (UV) และเอกซารันเป็นเอกซารันที่ส่งมวไรสาหรับการใชงานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่นุญตให้นำไปใชประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ย่านที่ตามองเห็น (visible) ความยาวคลื่นประมาณ 190-1000 nm โดยที่ความยาวคลื่นแสงจะสัมพันธ์กับปริมาณและชนิดของสารที่อยู่ในตัวอย่าง ซึ่งเป็นไปตามกฎของ Beer-Lambert ค่าการดูดกลืนแสง (absorbance) ของสารจะแปรผันกับจำนวนโมเลกุลที่มีการดูดกลืนแสง ดังนั้นจึงสามารถใช้เทคนิคนี้ในระบุชนิดและปริมาณของสารต่าง ๆ ที่มีอยู่ในตัวอย่างได้

การสอบเทียบแหล่งกำเนิดแสงด้วยเครื่อง เครื่อง UV-VIS Spectrophotometer ทำได้โดยนำตัวอย่างที่ต้องการวิเคราะห์ใส่ในช่องใส่สารตัวอย่าง ตัวอย่างที่ใช้คือ ฟิลเตอร์ GEPE รุ่น 47045 และฟิล์มกระดาษแก้ว สีแดง สีเขียวและสีน้ำเงิน จากนั้นกด RUN โปรแกรมเพื่อให้เครื่องวิเคราะห์ตัวอย่าง ลักษณะของผลที่ได้จะได้เป็นกราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างค่าการส่องผ่านแสงกับความยาวคลื่น เพื่อนำค่าการส่องผ่านแสงจากเครื่อง UV-VIS Spectrophotometer ไปเปรียบเทียบกับค่าการส่องผ่านแสงที่ได้จากชุดแหล่งกำเนิดแสงแบบปรับค่าได้

### 3.2.1.2 การสอบเทียบระบบด้วยเครื่อง Spectrometer บริษัท AVANTES รุ่น AvaSpec-EDU



รูปที่ 3.7 เครื่อง Spectrometer บริษัท AVANTES รุ่น AvaSpec-EDU

เครื่องสเปกโตรมิเตอร์ เป็นเครื่องวัดสเปกตรัมของแสงในช่วงความยาวคลื่นต่าง ๆ ถ้าเป็นช่วงความยาวคลื่นที่ตามองเห็นจะเรียกว่า สเปกโตรโฟโตมิเตอร์ แต่ถ้าเป็นช่วงความยาวคลื่นใด ๆ ก็เรียกว่า สเปกโตรมิเตอร์

ไฟเบอร์ออปติกสเปกโตรมิเตอร์ คือ เครื่องสเปกโตรมิเตอร์ที่ถูกออกแบบชุดตัวสเปกโตรมิเตอร์แยกส่วนออกมาจากชุดแหล่งกำเนิดแสง และเชื่อมต่อทางเดินของแสงด้วยเส้นใยแก้วนำแสง (Fiber Optic Cable) จึงสามารถนำชุดวัดตัวอย่างประเภทต่าง ๆ มาเชื่อมต่อระหว่างกลาง จึงทำให้สามารถนำไปวัดในรูปแบบต่าง ๆ ได้หลากหลายกว่าสเปกโตรโฟโตมิเตอร์ชนิดตั้งโต๊ะแบบเดิม สามารถวัดหาค่าการดูดกลืนแสง ค่าการส่องผ่านแสง ค่าความเข้มข้นของสารละลายเคมี หาสเปกตรัมของธาตุต่างๆในกระบวนการเคลือบวัสดุด้วยเทคนิคพลาสมา และนำไปประยุกต์ใช้งานในการวัดด้านต่างๆ ได้อีกมากมาย

การสอบเทียบระบบด้วยเครื่องเครื่องสเปกโตรมิเตอร์ ทำได้โดยนำตัวอย่างที่ต้องการวิเคราะห์ใส่ในช่องใส่สารตัวอย่าง ตัวอย่างที่ใช้คือ ฟิลเตอร์ GEPE รุ่น 47045 และฟิล์มเอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กระดาษแก้ว สีแดง สีเขียวและสีน้ำเงิน จากนั้นกดบันทึกค่าที่โปรแกรม ลักษณะของผลที่ได้จากการวิเคราะห์จะได้เป็นกราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างความเข้มแสงกับความยาวคลื่น นำค่าที่ได้จากเครื่องสเปกโตรมิเตอร์ ไปเปรียบเทียบกับค่าการส่องผ่านแสงที่ได้จากชุดแหล่งกำเนิดแสงแบบปรับค่าได้

### 3.2.2 การทดลองเปรียบเทียบระยะห่างของชุดทดลองการทดสอบระยะที่เหมาะสมสำหรับระบบวัด

- 1) วางหลอดอาร์จีบี-แอลอีดี ที่วางฟิล์ม และโฟโต้ไดโอดไว้ในแนวเดียวกัน
- 2) ทำการทดลองโดยกำหนดระยะห่างระหว่างหลอดไฟ กับ โฟโต้ไดโอด ให้ครั้งแรกมีระยะห่าง 10 เซนติเมตร
- 3) เมื่อโปรแกรมทำงานเสร็จให้เปลี่ยนระยะห่างระหว่างหลอดไฟ กับ โฟโต้ไดโอดเป็น 20,30,40 และ 50 เซนติเมตร ตามลำดับ
- 4) วิเคราะห์ผลการทดลอง



รูปที่ 3.8 ตำแหน่งของการวางอุปกรณ์การทดลอง

### 3.2.3 สถิติศาสตร์ที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล

การหาค่าเปอร์เซ็นต์ความแตกต่าง (percentage difference) เพื่อใช้วิเคราะห์ข้อมูลการบันทึกผลแบบ Auto และ Manual

$$\text{เปอร์เซ็นต์ความแตกต่าง} = \frac{2|\text{ค่าทดลองครั้งที่1} - \text{ค่าทดลองครั้งที่2}|}{\text{ค่าทดลองครั้งที่1} + \text{ค่าทดลองครั้งที่2}} \times 100\%$$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## บทที่ 4

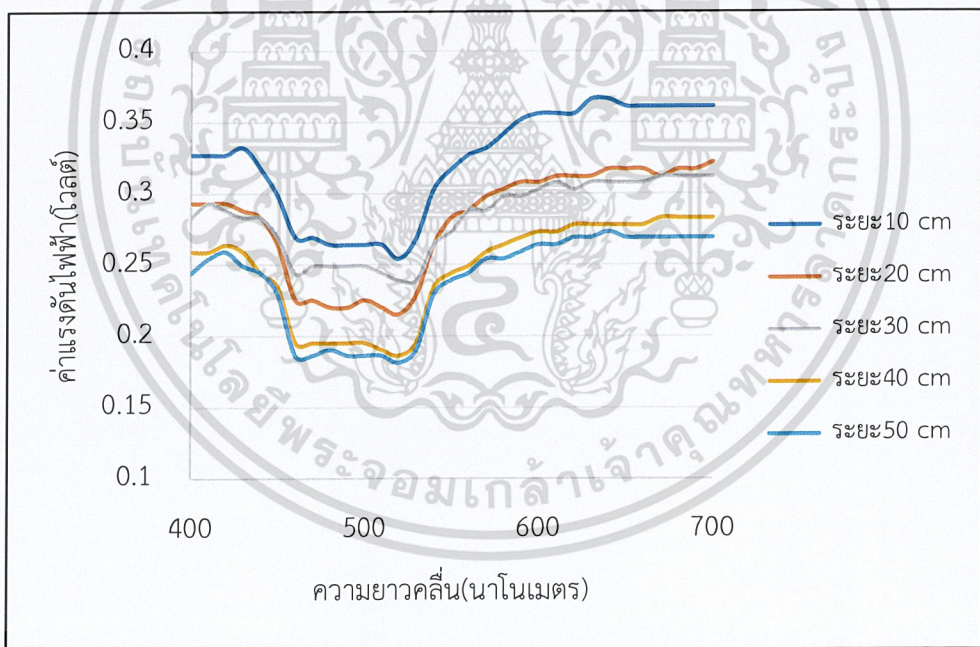
# ผลการวิจัยและการอภิปรายผล

### 4.1 ผลการวิจัย

#### 4.1.1 ผลการทดลองการวัดความเข้มแสงเพื่อหาระยะที่เหมาะสมสำหรับระบบวัด

โฟโตไดโอด (Photo Diode) จะยอมให้กระแสไหลผ่านได้มากหรือน้อยนั้นขึ้นอยู่กับปริมาณความเข้มของแสง เมื่อโฟโตไดโอดได้รับการไบอัสกลับด้วยแรงดันค่าหนึ่งและมีแสงมาตกกระทบบที่บริเวณรอยต่อ ถ้าแสงที่มาตกกระทบบมีความยาวคลื่นที่เหมาะสมจะมีกระแสไหลในวงจร โดยกระแสที่ไหลในวงจร จะแปรผันตรงกับความเข้มของแสงที่มาตกกระทบบ

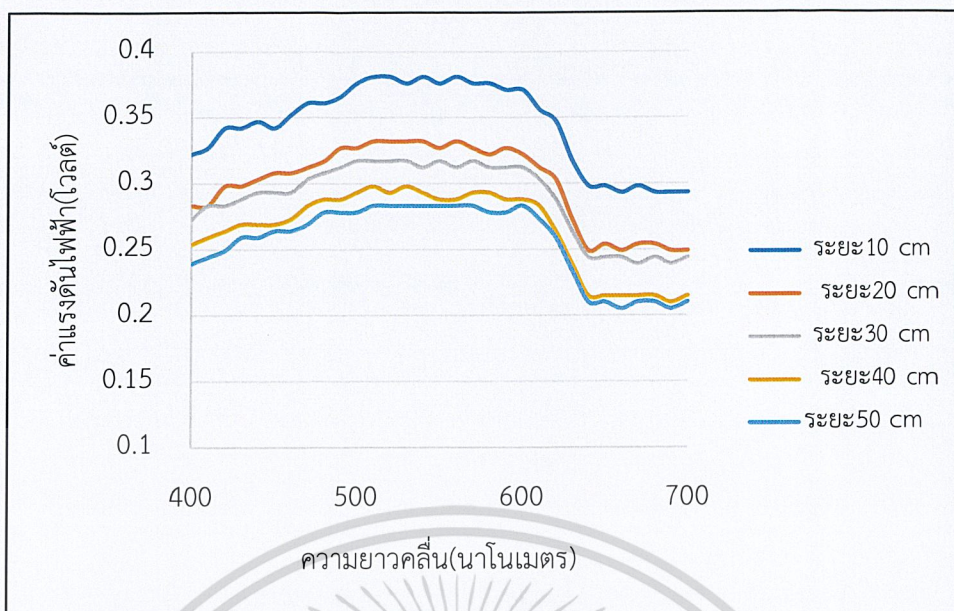
จากการทดลองเปลี่ยนระยะห่างระหว่างหลอดไฟกับโฟโตไดโอดตั้งแต่ระยะ 10 เซนติเมตร ถึง 50 เซนติเมตร (โดยเพิ่มระยะห่างครั้งละ 10 เซนติเมตร) สรุปได้ว่าที่ระยะห่างต่าง ๆ ไม่มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงของกราฟแต่มีผลกับความเข้มแสง



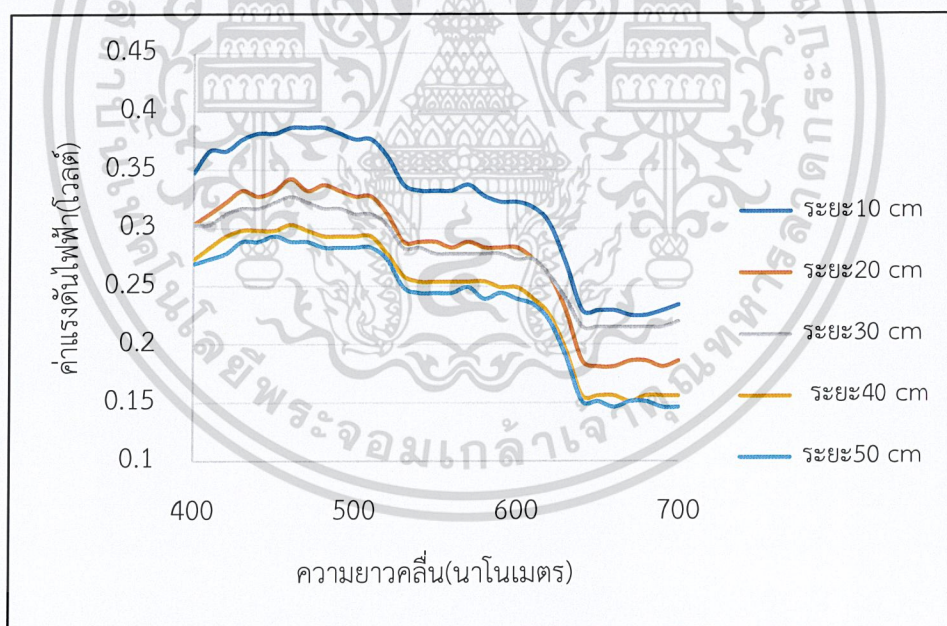
รูปที่ 4.1 กราฟผลการทดลองการหาระยะที่เหมาะสมสำหรับระบบวัด

โดยใช้ฟิลเตอร์ GEPE รุ่น 47045 สีแดง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.2 กราฟผลการทดลองการหาระยะที่เหมาะสมสำหรับระบบวัด โดยใช้ฟิลเตอร์ GEPE รุ่น 47045 ซีเซียว

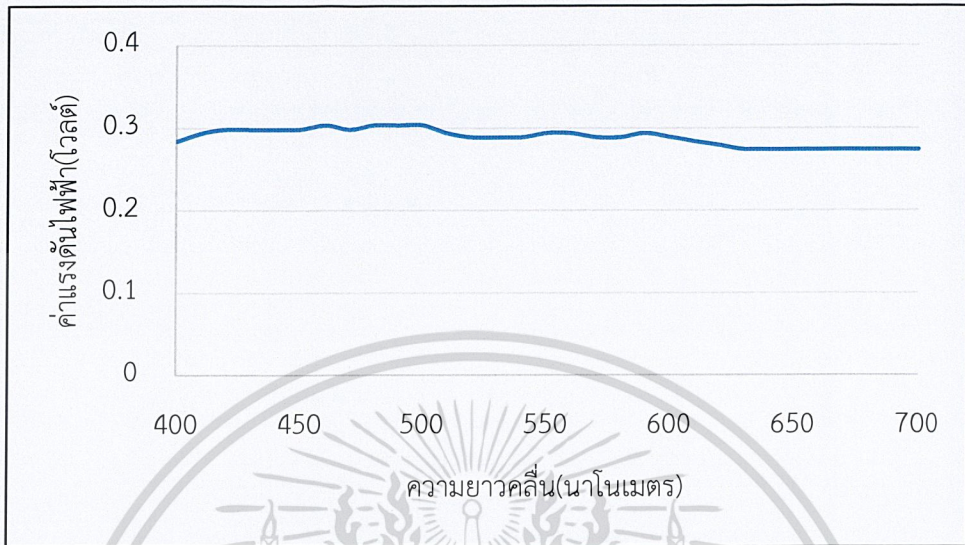


รูปที่ 4.3 กราฟผลการทดลองการหาระยะที่เหมาะสมสำหรับระบบวัด โดยใช้ฟิลเตอร์ GEPE รุ่น 47045 สีน้าเงิน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

#### 4.1.2 ผลการทดลองการบันทึกค่าการทดลองแบบ Auto กับ Manual

##### 4.1.2.1 ผลการทดลองการบันทึกผลแบบวัดโดยอัตโนมัติ



รูปที่ 4.4 กราฟผลการทดลองการบันทึกค่าแรงดันไฟฟ้าแบบ Auto

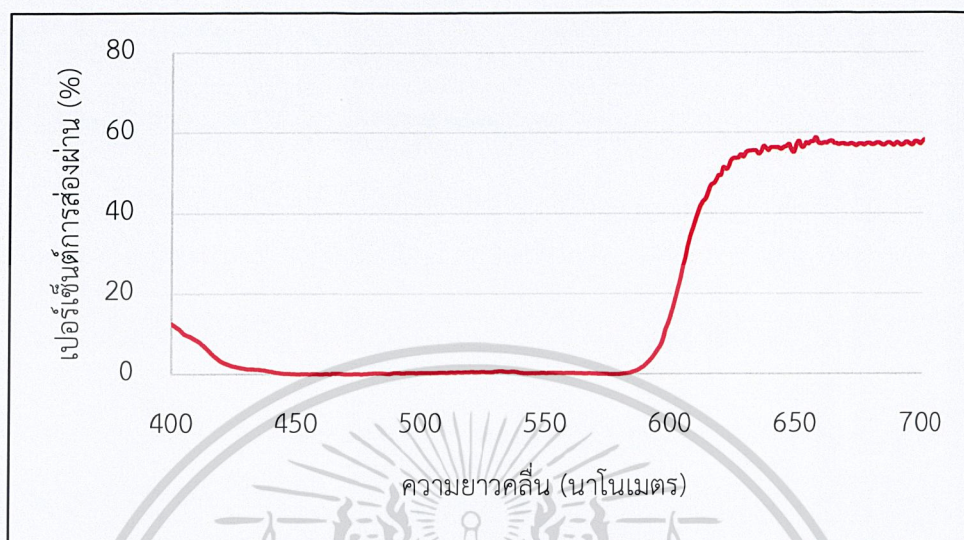
##### 4.1.2.2 ผลการทดลองแบบวัดโดยใช้เครื่องดิจิทัลมิเตอร์



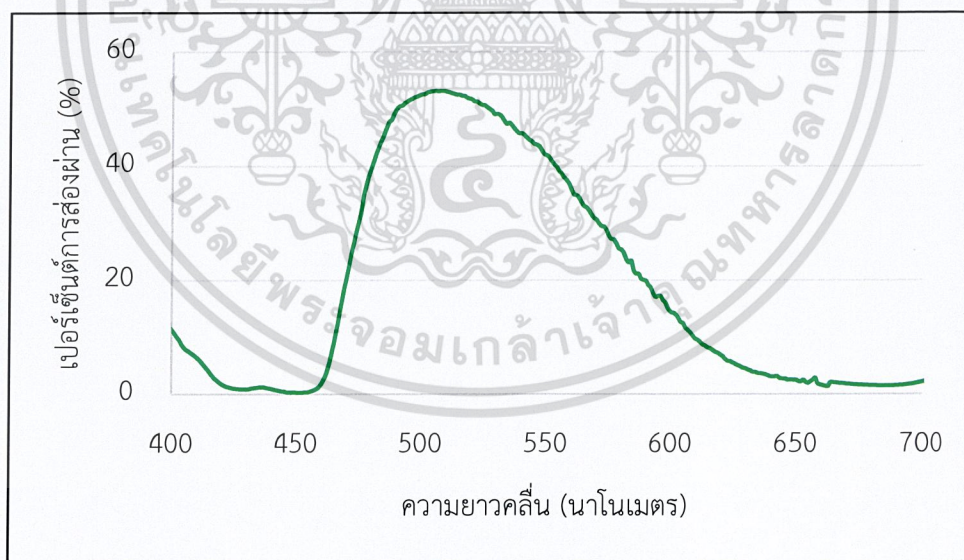
รูปที่ 4.5 กราฟผลการทดลองการบันทึกค่าแรงดันไฟฟ้าแบบ Manual

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

#### 4.1.3 ผลการทดลองการวัดค่าการส่องผ่านแสงด้วยเครื่อง UV-VIS Spectrophotometer บริษัท LabTech รุ่น UV-1496

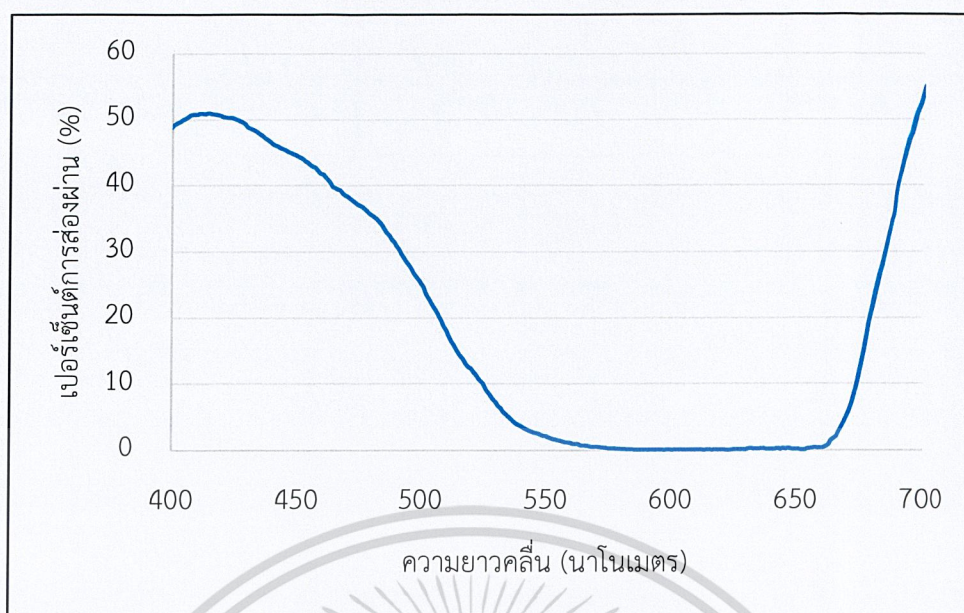


รูปที่ 4.6 กราฟผลการทดลองการวัดค่าการส่องผ่านแสงด้วยเครื่อง UV-VIS  
โดยใช้ฟิลเตอร์ GEPE รุ่น 47045 สีแดง



รูปที่ 4.7 กราฟผลการทดลองการวัดค่าการส่องผ่านแสงด้วยเครื่อง UV-VIS  
โดยใช้ฟิลเตอร์ GEPE รุ่น 47045 สีเขียว

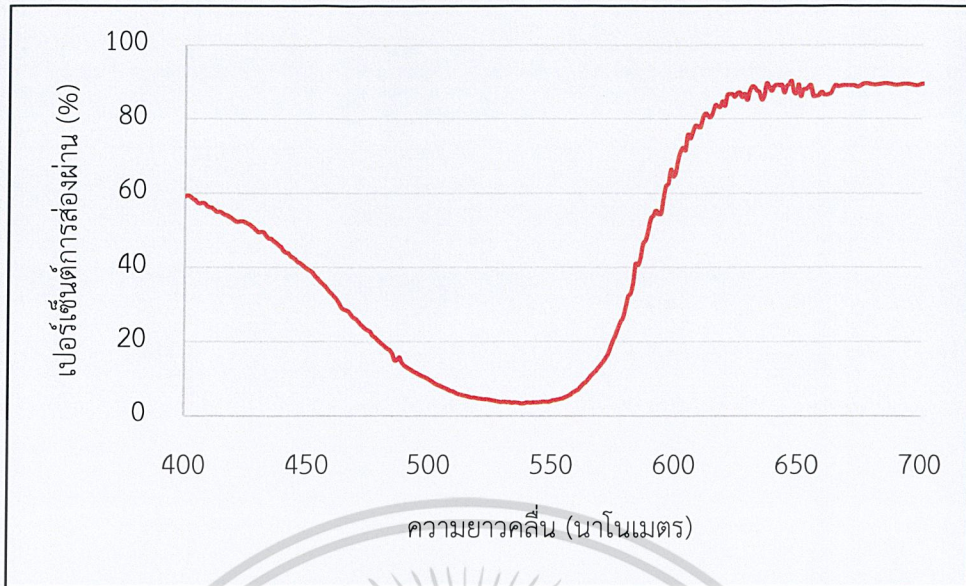
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.8 กราฟผลการทดลองการวัดค่าการส่องผ่านแสงด้วยเครื่อง UV-VIS โดยใช้ฟิลเตอร์ GEPE รุ่น 47045 สีน้ำเงิน

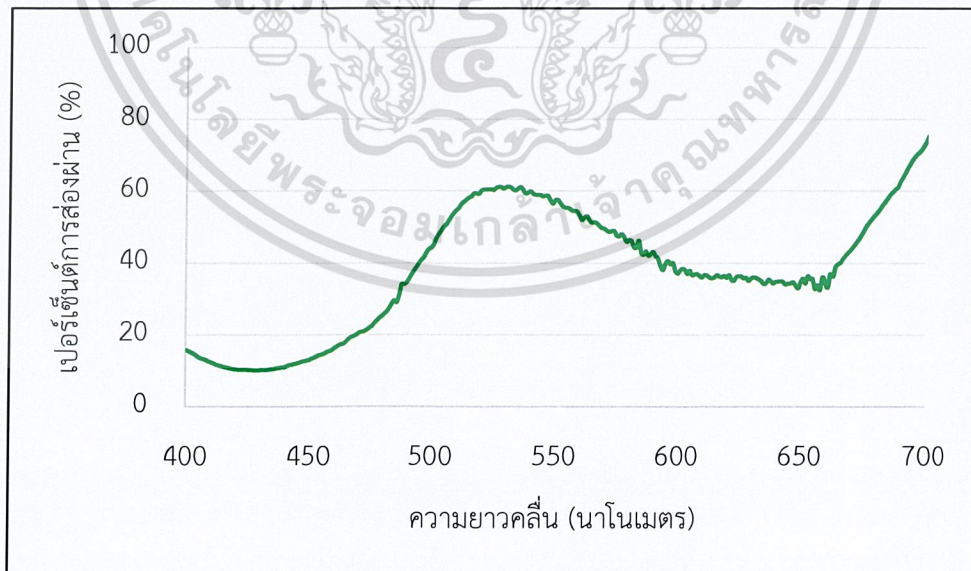
จากผลการทดลองการวัดค่าการส่องผ่านแสงด้วยเครื่อง UV-VIS Spectrophotometer โดยใช้ฟิลเตอร์ GEPE รุ่น 47045 สีแดง ดังรูปที่ 4.6 พบว่าเครื่อง UV-VIS Spectrophotometer มีการวิเคราะห์การส่องผ่านแสงได้อย่างสมบูรณ์ โดยจะเห็นได้ว่าการใส่ฟิลเตอร์สีแดงฟิลเตอร์จะยอมให้สีของแสงผ่านเฉพาะสีแดงเท่านั้นกับสีของฟิลเตอร์เท่านั้นก็คือสีแดง ขณะเดียวกันจะดูดกลืนสีอื่นๆ ที่เหลือจนหมด เนื่องจากฟิลเตอร์มีคุณภาพสูงและเครื่อง UV-VIS Spectrophotometer มีส่วนของแหล่งกำเนิดแสงคุณภาพสูงที่เป็นหลอดทั้งสแตน และส่วนของ Monochromator กับเกรตติ้งเป็นส่วนที่ใช้ควบคุมแสงและยังมีเครื่องตรวจจับสัญญาณสภาพไวสูง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



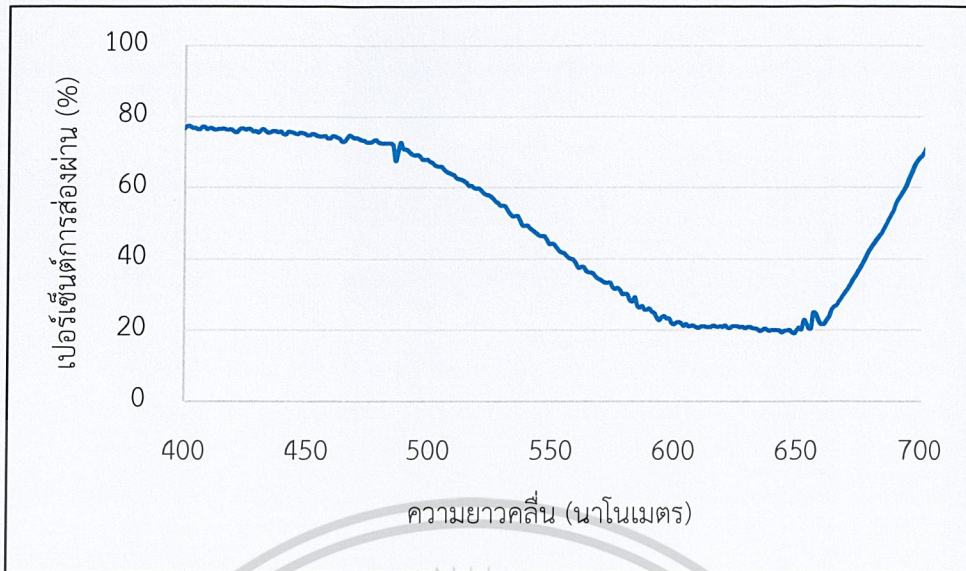
รูปที่ 4.9 กราฟผลการทดลองการวัดค่าการส่องผ่านแสงด้วยเครื่อง UV-VIS โดยใช้ฟิล์มกระดาษแก้ว สีแดง

จากการลองเปลี่ยนชนิดฟิล์มจากฟิลเตอร์เป็นฟิล์มกระดาษแก้ว พบว่าผลการทดลองเป็นไปในทางเดียวกัน แต่การส่องผ่านและการดูดกลืนของฟิล์มกระดาษแก้วมีประสิทธิภาพน้อยกว่าฟิลเตอร์ เนื่องจากกระดาษแก้วมีรอยยับและราคาถูก



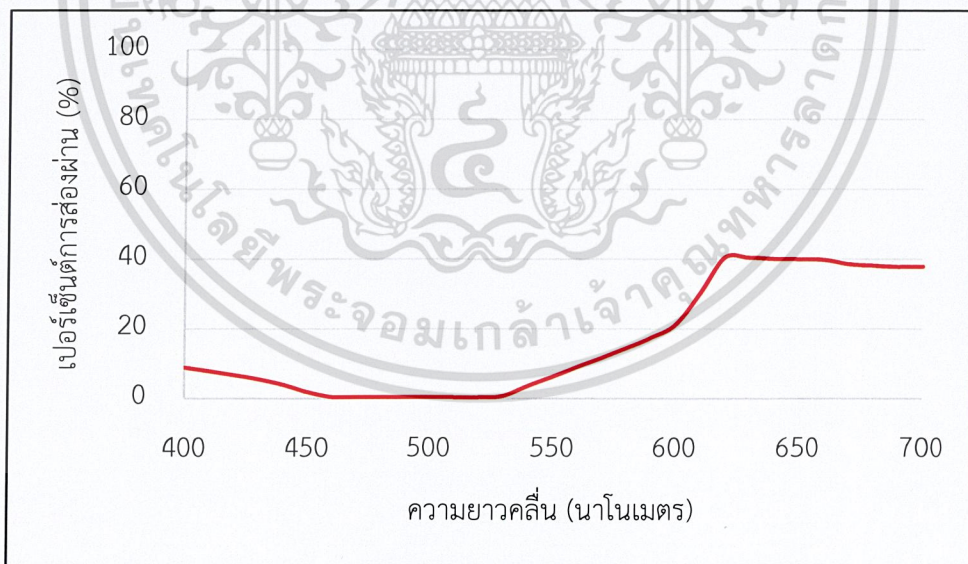
รูปที่ 4.10 กราฟผลการทดลองการวัดค่าการส่องผ่านแสงด้วยเครื่อง UV-VIS

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการ โดยใช้ฟิล์มกระดาษแก้ว สีเขียว อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.11 กราฟผลการทดลองการวัดค่าการส่องผ่านแสงด้วยเครื่อง UV-VIS โดยใช้ฟิล์มกระต่ายแก้ว สีน้ำเงิน

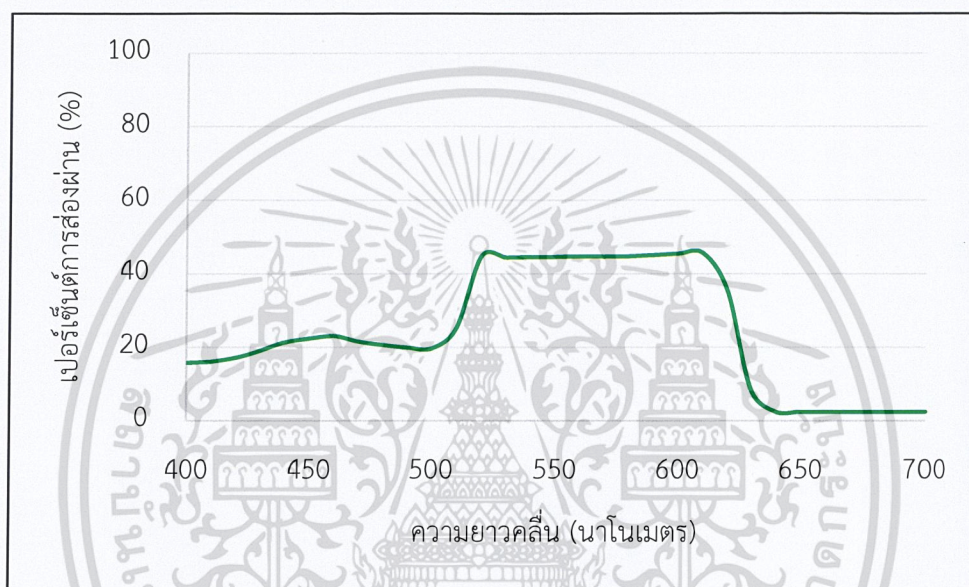
#### 4.1.4 ผลการทดลองการวัดค่าการส่องผ่านแสงด้วยเครื่อง Spectrometer บริษัท AVANTES รุ่น AvaSpec-EDU



รูปที่ 4.12 กราฟผลการทดลองการวัดค่าการส่องผ่านแสงด้วยเครื่อง Spectrometer โดยใช้ฟิลเตอร์ GEPE รุ่น 47045 สีแดง

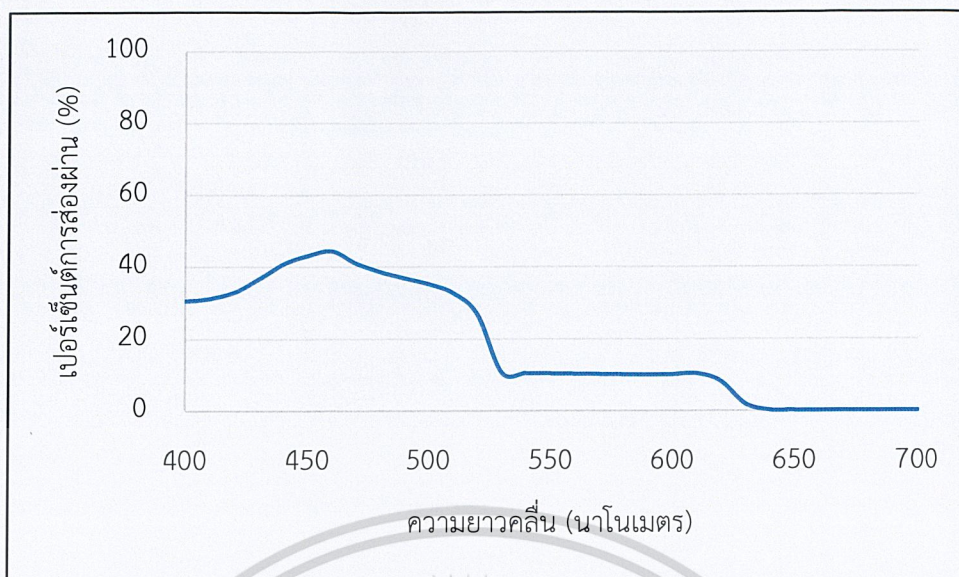
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากผลการทดลองการวัดค่าการส่องผ่านแสงด้วยเครื่อง Spectrometer โดยใช้ฟิลเตอร์ GEPE รุ่น 47045 สีเขียว พบว่าเครื่อง Spectrometer มีการวิเคราะห์การส่องผ่านแสงได้อย่างสมบูรณ์ โดยจะเห็นได้จากการใส่ฟิลเตอร์สีเขียวฟิลเตอร์จะยอมให้สีของแสงผ่านเฉพาะสีเขียวเท่านั้นกับสีของฟิลเตอร์เท่านั้นก็คือสีเขียว ขณะเดียวกันจะดูดกลืนสีอื่น ๆ ที่เหลือจนเกือบหมด แต่ยังมีบางช่วงความยาวคลื่นส่องผ่านออกมาเนื่องจากแหล่งกำเนิดแสง(หลอดอาร์จีบี-แอลอีดี)ที่ใช้สีต่าง ๆ เกิดจากการผสมสีจากแม่สีสามสี จึงทำให้ช่วงความยาวคลื่นที่เกิดจากการผสมสียังมีการส่องผ่านฟิลเตอร์มาด้วยดังรูปที่ 4.13



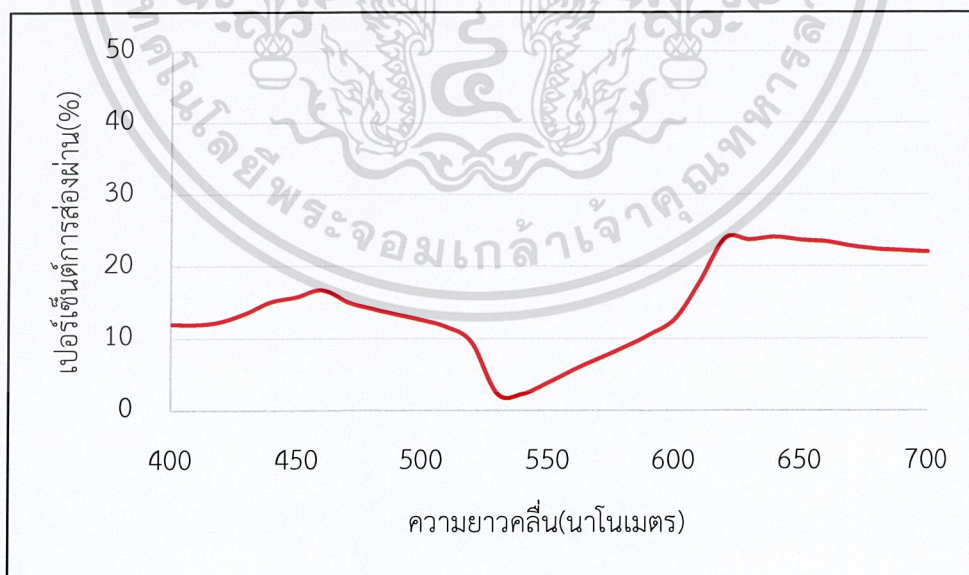
รูปที่ 4.13 กราฟผลการทดลองการวัดค่าการส่องผ่านแสงด้วยเครื่อง Spectrometer โดยใช้ฟิลเตอร์ GEPE รุ่น 47045 สีเขียว

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



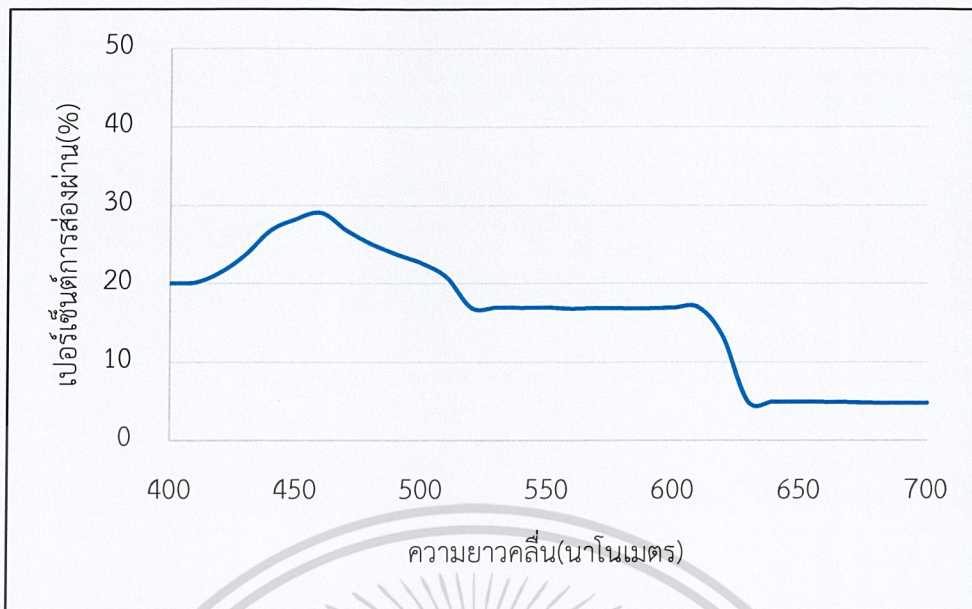
รูปที่ 4.14 กราฟผลการทดลองการวัดค่าการส่องผ่านแสงด้วยเครื่อง Spectrometer โดยใช้ฟิลเตอร์ GEPE รุ่น 47045 สีน้ำเงิน

จากการลองเปลี่ยนชนิดฟิล์มจากฟิลเตอร์เป็นฟิล์มกระดาษแก้ว พบว่าผลการทดลองเป็นไปในทางเดียวกัน แต่การส่องผ่านและการดูดกลืนของฟิล์มกระดาษแก้วมีประสิทธิภาพน้อยกว่าฟิลเตอร์ เนื่องจากกระดาษแก้วมีรอยยับและราคาถูก

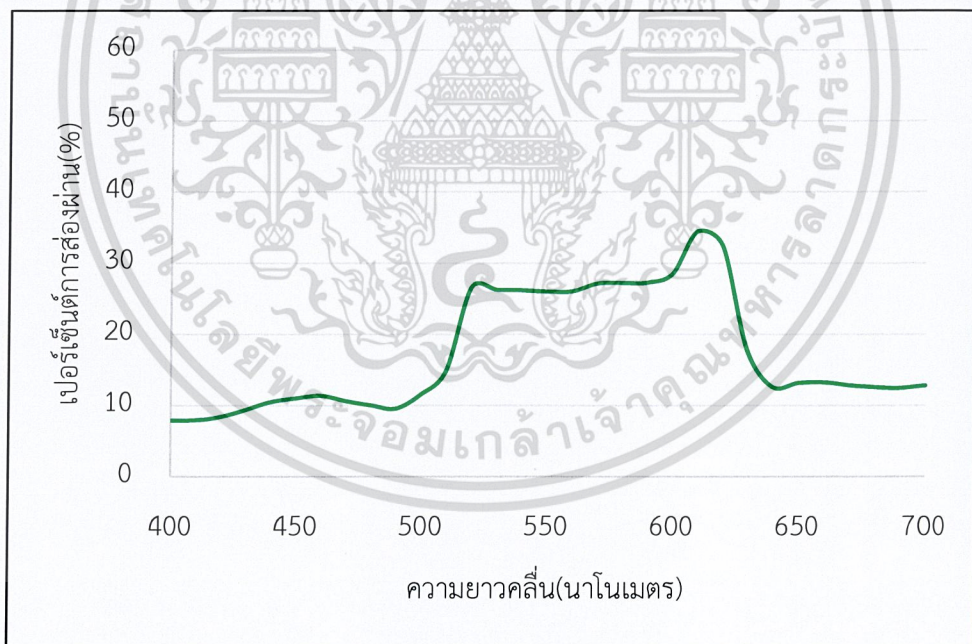


รูปที่ 4.15 กราฟผลการทดลองการวัดค่าการส่องผ่านแสงด้วยเครื่อง Spectrometer โดยใช้ฟิล์มกระดาษแก้วสีใส

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น เมื่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



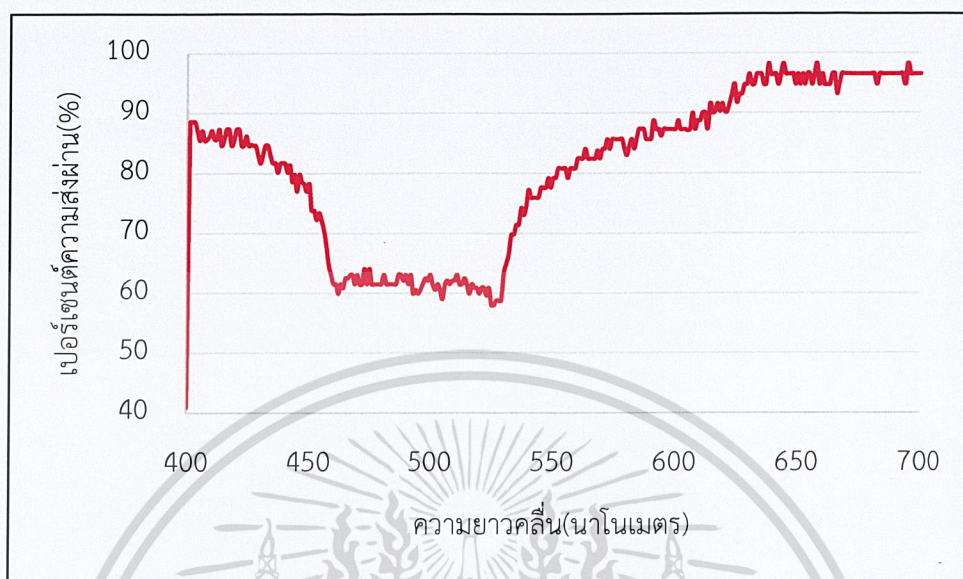
รูปที่ 4.16 กราฟผลการทดลองการวัดค่าการส่องผ่านแสงด้วยเครื่อง Spectrometer โดยใช้ฟิล์มกระดาษแก้วสีน้ำเงิน



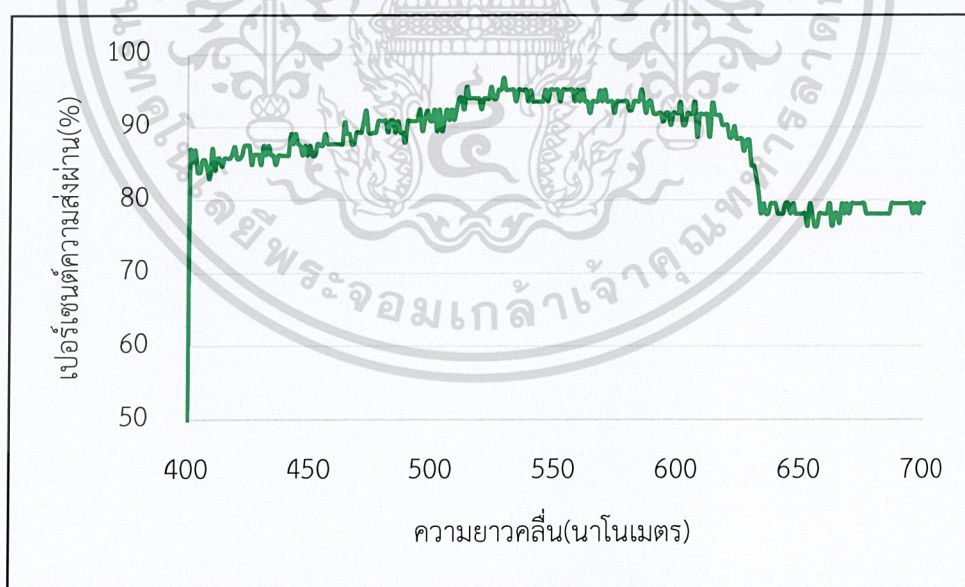
รูปที่ 4.17 กราฟผลการทดลองการวัดค่าการส่องผ่านแสงด้วยเครื่อง Spectrometer โดยใช้ฟิล์มกระดาษแก้วสีเขียว

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

#### 4.1.5 ผลการทดลองการวัดค่าการส่องผ่านแสงด้วยระบบวัดแบบอัตโนมัติโดยใช้ ไดโอดเปล่งแสงแบบปรับค่าได้

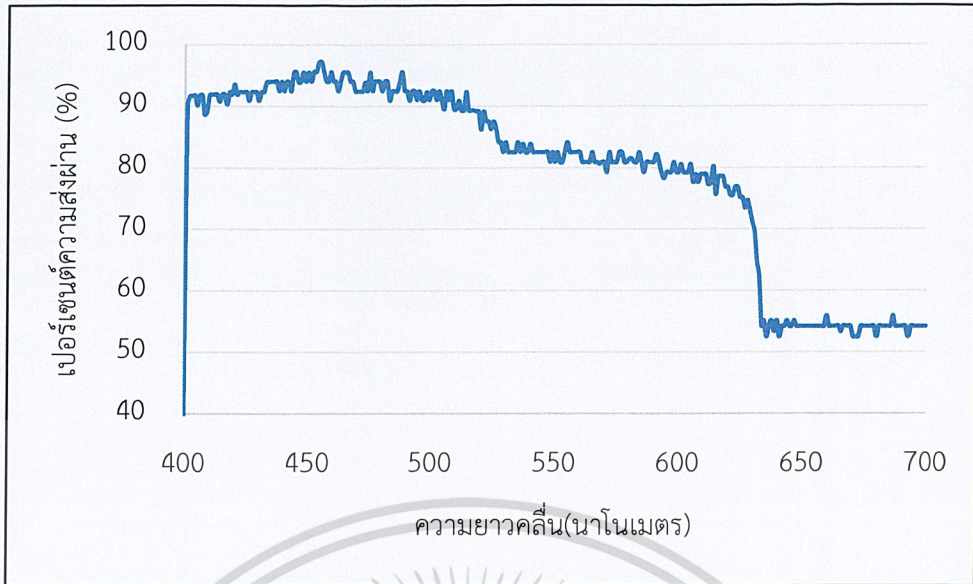


รูปที่ 4.18 กราฟผลการทดลองการวัดค่าการส่องผ่านแสงด้วยไดโอดเปล่งแสงแบบปรับค่าได้  
โดยใช้ฟิลเตอร์ GEPE รุ่น 47045 สีแดง



รูปที่ 4.19 กราฟผลการทดลองการวัดค่าการส่องผ่านแสงด้วยไดโอดเปล่งแสงแบบปรับค่าได้  
โดยใช้ฟิลเตอร์ GEPE รุ่น 47045 สีเขียว

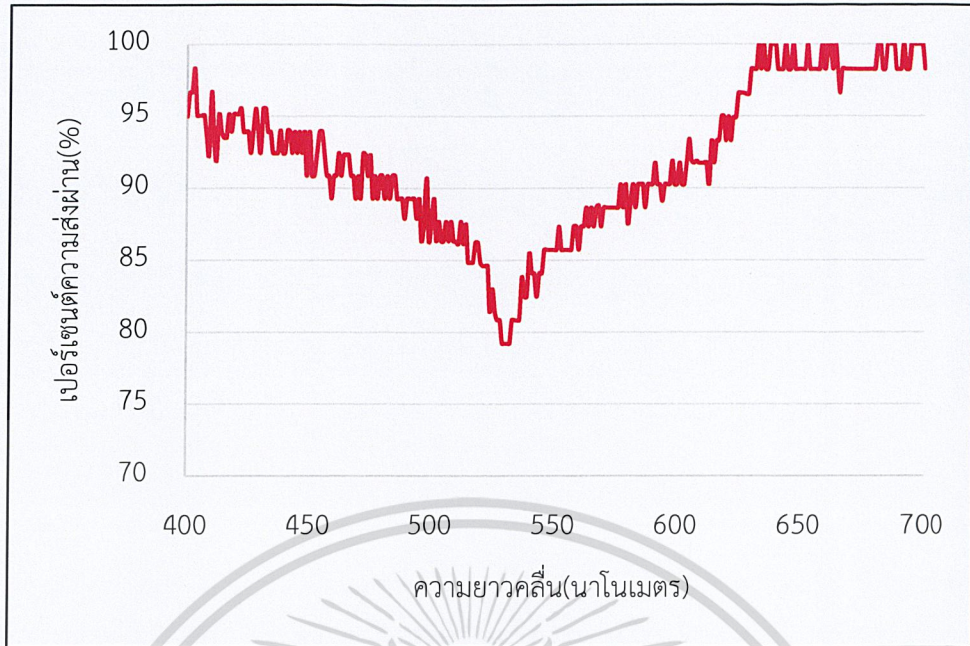
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



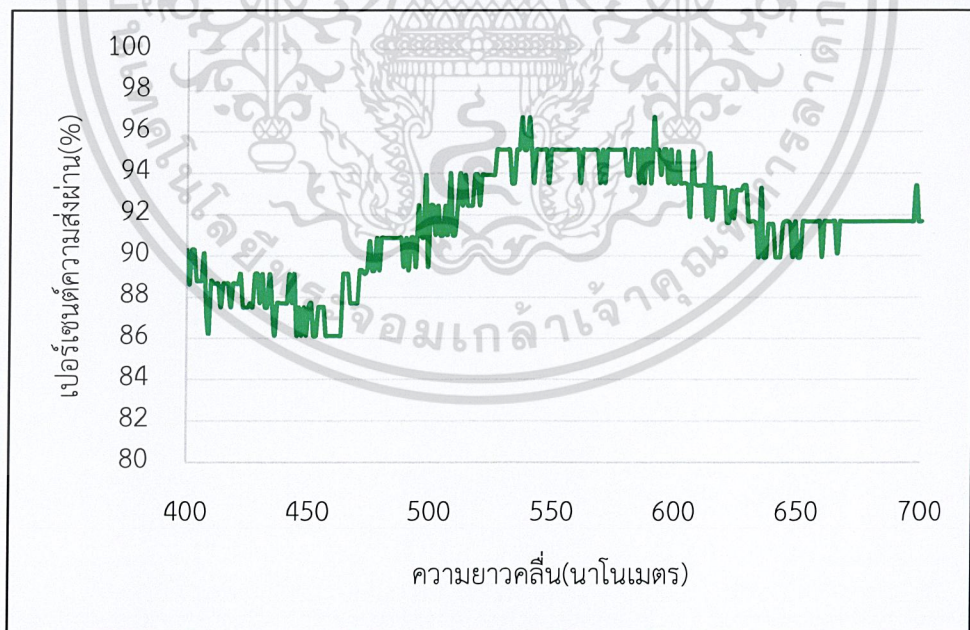
รูปที่ 4.20 กราฟผลการทดลองการวัดค่าการส่องผ่านแสงด้วยไดโอดเปล่งแสงแบบปรับค่าได้ โดยใช้ฟิลเตอร์ GEPE รุ่น 47045 สีน้ำเงิน

จากผลการทดลองการวัดค่าการส่องผ่านแสงด้วยระบบวัดแบบอัตโนมัติโดยใช้ไดโอดเปล่งแสงแบบปรับค่าได้โดยใช้ฟิลเตอร์ GEPE รุ่น 47045 สีน้ำเงิน พบว่าระบบวัดแบบอัตโนมัติโดยใช้ไดโอดเปล่งแสงแบบปรับค่าได้มีการวิเคราะห์การส่องผ่านแสงได้ในระดับเบื้องต้น โดยจะเห็นได้ว่าการใส่ฟิลเตอร์สีน้ำเงินฟิลเตอร์จะยอมให้สีของแสงผ่านเฉพาะสีเดียวกันกับสีของฟิลเตอร์เท่านั้นคือสีน้ำเงิน ขณะเดียวกันจะดูดกลืนสีอื่นๆที่เหลือจนเกือบหมด แต่ยังมีบางช่วงความยาวคลื่นส่องผ่านออกมาเนื่องจากแหล่งกำเนิดแสง(หลอดอาร์จีบี-แอลอีดี)ที่ใช้สีต่างๆเกิดจากการผสมสีจากแม่สีสามสี จึงทำให้ช่วงความยาวคลื่นที่เกิดจากการผสมสียังมีการส่องผ่านฟิลเตอร์มาด้วยดังรูปที่ 4.20

จากการลองเปลี่ยนชนิดฟิล์มจากฟิลเตอร์เป็นฟิล์มกระดาษแก้ว พบว่าผลการทดลองเป็นไปในทางเดียวกัน แต่การส่องผ่านและการดูดกลืนของฟิล์มกระดาษแก้วมีประสิทธิภาพน้อยกว่าฟิลเตอร์

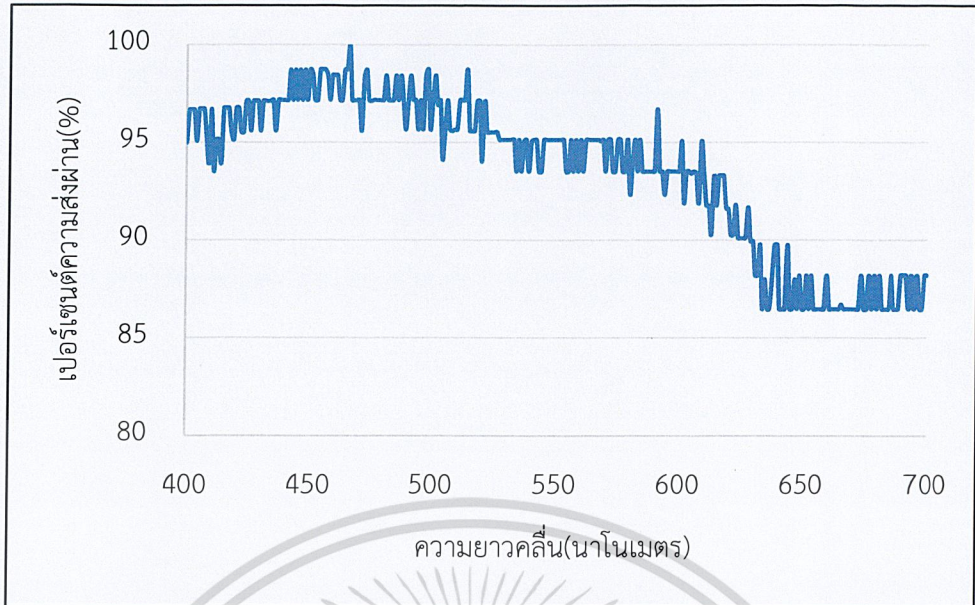


รูปที่ 4.21 กราฟผลการทดลองการวัดค่าการส่องผ่านแสงด้วยไดโอดเปล่งแสงแบบปรับค่าได้ โดยใช้ฟิล์มกระดาษแก้วสีแดง



รูปที่ 4.22 กราฟผลการทดลองการวัดค่าการส่องผ่านแสงด้วยไดโอดเปล่งแสงแบบปรับค่าได้ โดยใช้ฟิล์มกระดาษแก้วสีเหลือง

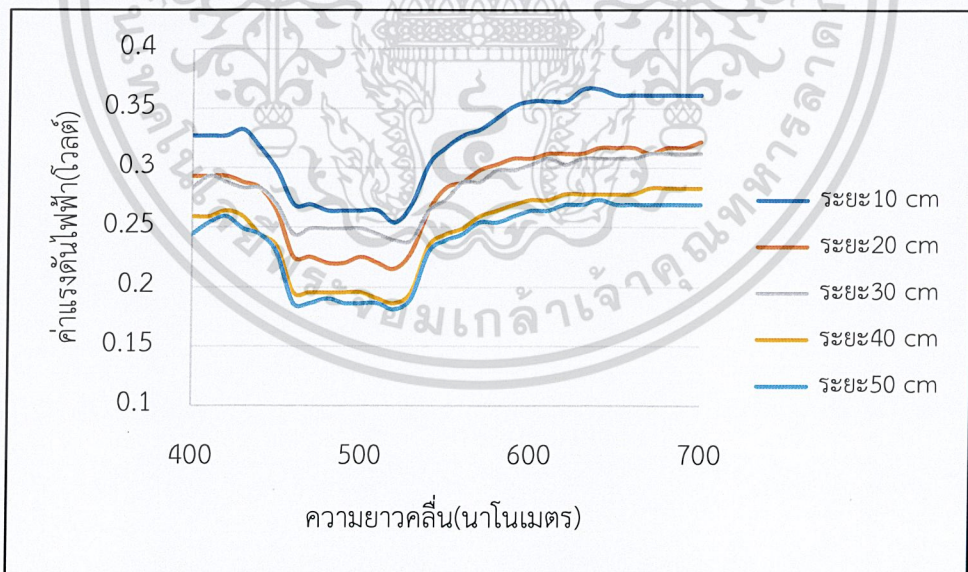
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.23 กราฟผลการทดลองการวัดค่าการส่องผ่านแสงด้วยไดโอดเปล่งแสงแบบปรับค่าได้ โดยใช้ฟิล์มกระดาศแก้วสีน้ำเงิน

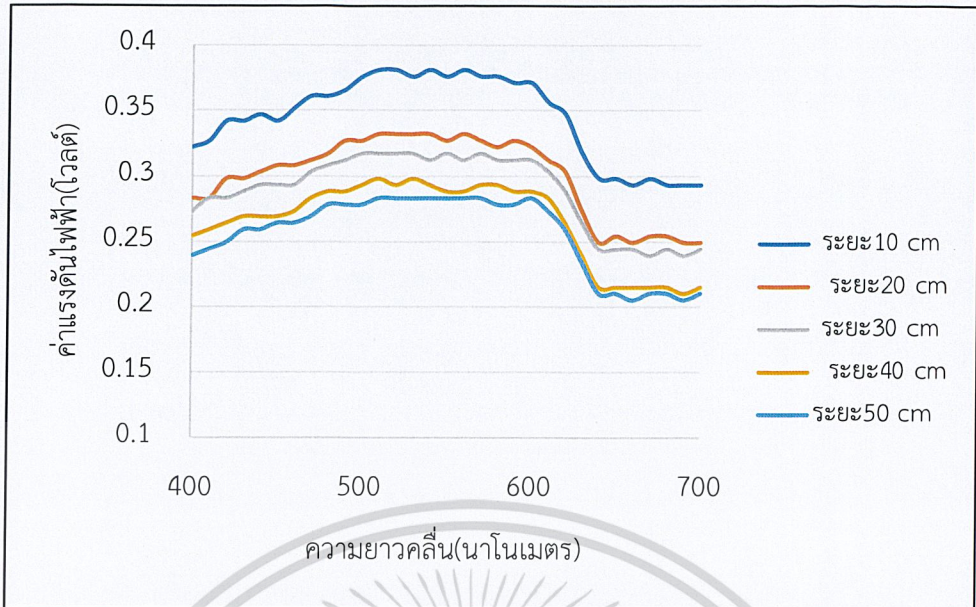
## 4.2 การอภิปรายผล

### 4.2.1 การเปรียบเทียบผลการวิจัยเพื่อหาระยะที่เหมาะสมสำหรับระบบวัด

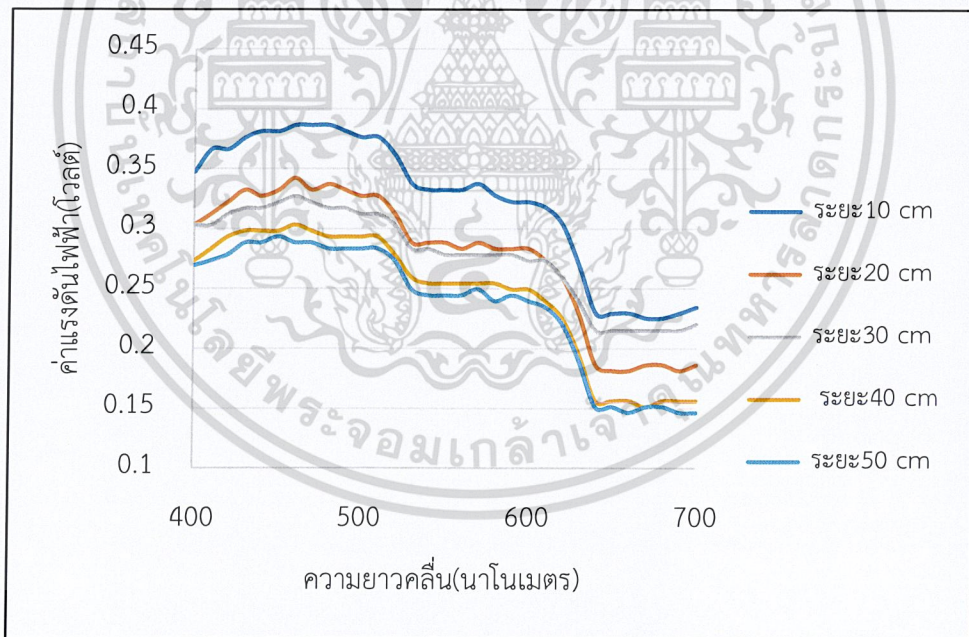


รูปที่ 4.24 กราฟการเปรียบเทียบระยะที่เหมาะสมสำหรับระบบวัด โดยใช้ฟิลเตอร์ GEPE รุ่น 47045 สีแดง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.25 กราฟการเปรียบเทียบระยะที่เหมาะสมสำหรับระบบวัด โดยใช้ฟิลเตอร์ GEPE รุ่น 47045 สีเขียว



รูปที่ 4.26 กราฟการเปรียบเทียบระยะที่เหมาะสมสำหรับระบบวัด โดยใช้ฟิลเตอร์ GEPE รุ่น 47045 สีน้ำเงิน

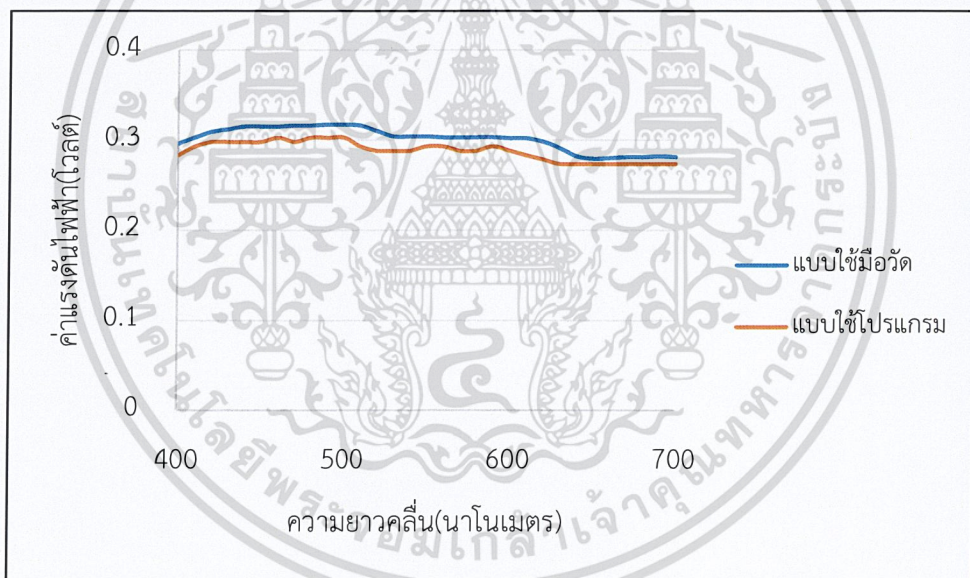
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

โฟโตไดโอด (Photo Diode) จะยอมให้กระแสไหลผ่านได้มากหรือน้อยนั้นขึ้นอยู่กับปริมาณความเข้มของแสง เมื่อโฟโตไดโอดได้รับการไบอัสกลับด้วยแรงดันค่าหนึ่งและมีแสงมาตกกระทบบที่บริเวณรอยต่อ ถ้าแสงที่มากกระทบบมีความยาวคลื่นที่เหมาะสมจะมีกระแสไหลในวงจร โดยกระแสที่ไหลในวงจร จะแปรผันตรงกับความเข้มของแสงที่มากกระทบบ

ดังนั้นระยะห่างของหลอดแอลอีดีกับโฟโตไดโอดจึงมีผลต่อค่าผลการทดลอง ถ้าวางหลอดแอลอีดีใกล้กับโฟโตไดโอดค่าแรงดันไฟฟ้าที่ออกมาจะสูง และในทางกลับกันถ้าวางหลอดแอลอีดีไว้ไกลจากโฟโตไดโอดค่าแรงดันที่ออกมาจะน้อยลงตามระยะห่างนั่นเอง

จากการทดลองเปลี่ยนระยะห่างระหว่างหลอดไฟกับโฟโตไดโอดตั้งแต่ระยะ 10 เซนติเมตร ถึง 50 เซนติเมตร (โดยเพิ่มระยะห่างครั้งละ 10 เซนติเมตร) สรุปได้ว่าที่ระยะห่างต่าง ๆ ไม่มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงของกราฟแต่มีผลกับความเข้มแสง

#### 4.2.2 การเปรียบเทียบผลการทดลองจากระบบ Auto และ Manual

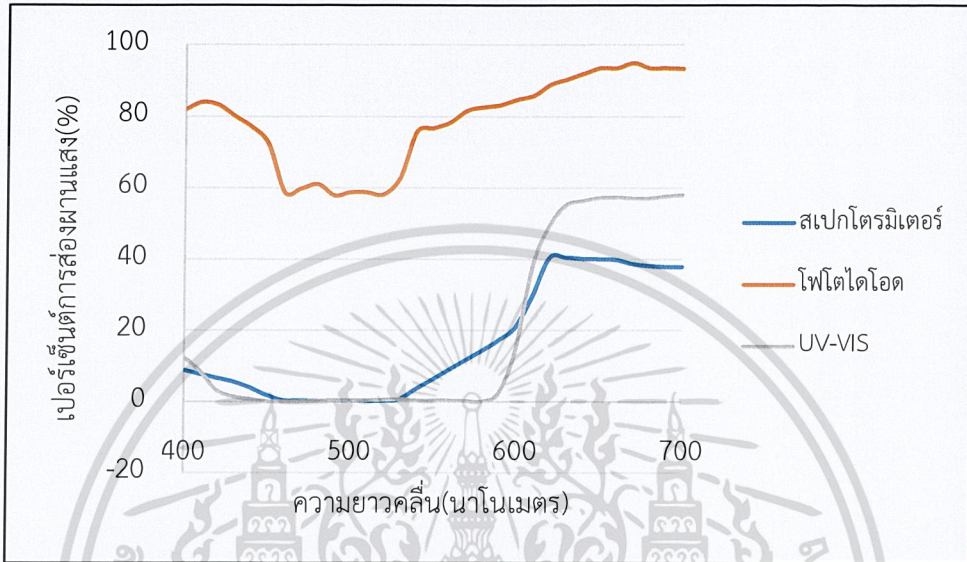


รูปที่ 4.27 กราฟการเปรียบเทียบการบันทึกผลแบบอัตโนมัติ  
กับการบันทึกผลแบบใช้ดิจิตอลมัลติมิเตอร์

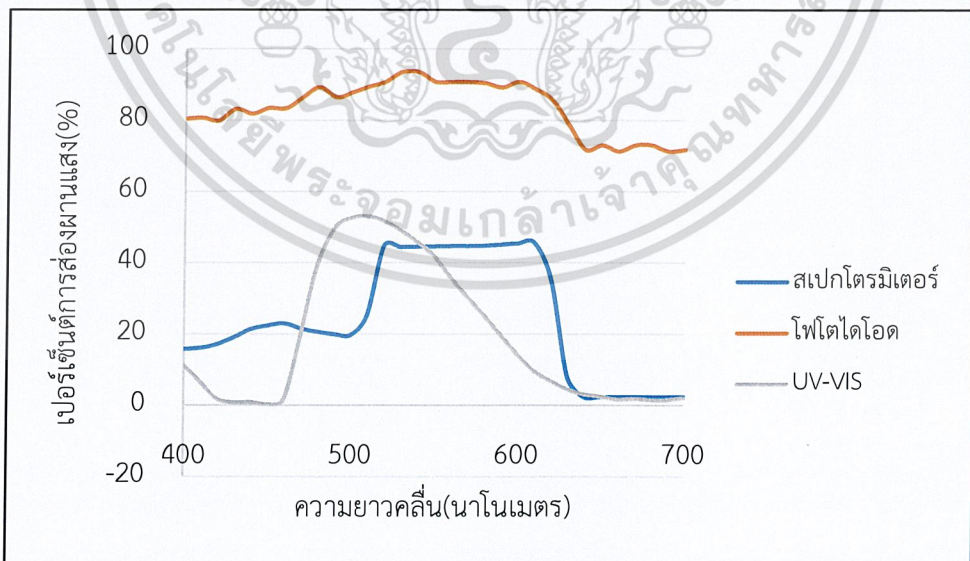
จากผลการทดลองการวัดแรงดันไฟฟ้า 2 วิธีคือ การวัดค่าและบันทึกผลแบบอัตโนมัติ โดยใช้โปรแกรมในการวัดค่าแรงดันไฟฟ้า การวัดค่าจากมัลติมิเตอร์โดยการจดค่า จากกราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างความยาวคลื่นกับค่าแรงดันไฟฟ้าพบว่า การวัดค่าและบันทึกผลแบบอัตโนมัติมีเปอร์เซ็นต์ความแตกต่างเฉลี่ยที่ 4.5% ซึ่งอาจจะเกิดจากสัญญาณรบกวนที่เกิดขึ้นในบอร์ด Arduino เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ที่ใช้ในการควบคุมทำให้มีกระแสไปรบกวน แต่มีข้อดีคือสามารถลดเวลาในการบันทึกผลได้จากเดิมแบบจดค่าใช้เวลา 10 นาทีต่อการทดลอง 1 ครั้ง แต่การบันทึกผลแบบอัตโนมัติใช้เวลาไม่เกิน 3 นาที

#### 4.2.3 การเปรียบเทียบผลการวัดค่าการส่องผ่านแสงของตัวอย่างด้วยวิธีการต่างๆ

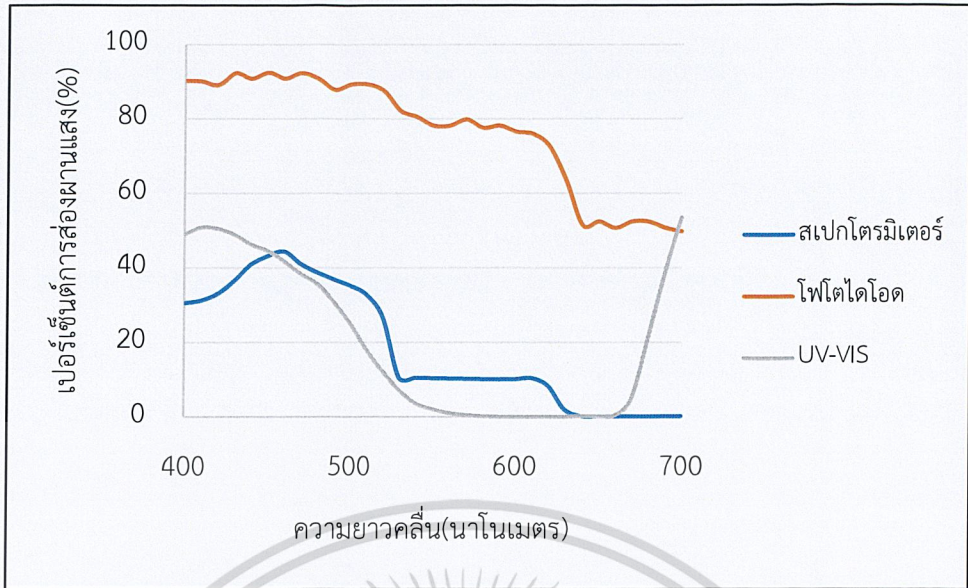


รูปที่ 4.28 กราฟผลการวัดค่าการส่องผ่านแสงของตัวอย่างด้วยวิธีการต่างๆ โดยใช้ฟิลเตอร์ GEPE รุ่น 47045 สีแดง



รูปที่ 4.29 กราฟผลการวัดค่าการส่องผ่านแสงของตัวอย่างด้วยวิธีการต่างๆ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับ... โดยใช้ฟิลเตอร์ GEPE รุ่น 47045 สีเขียว... ให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า... ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

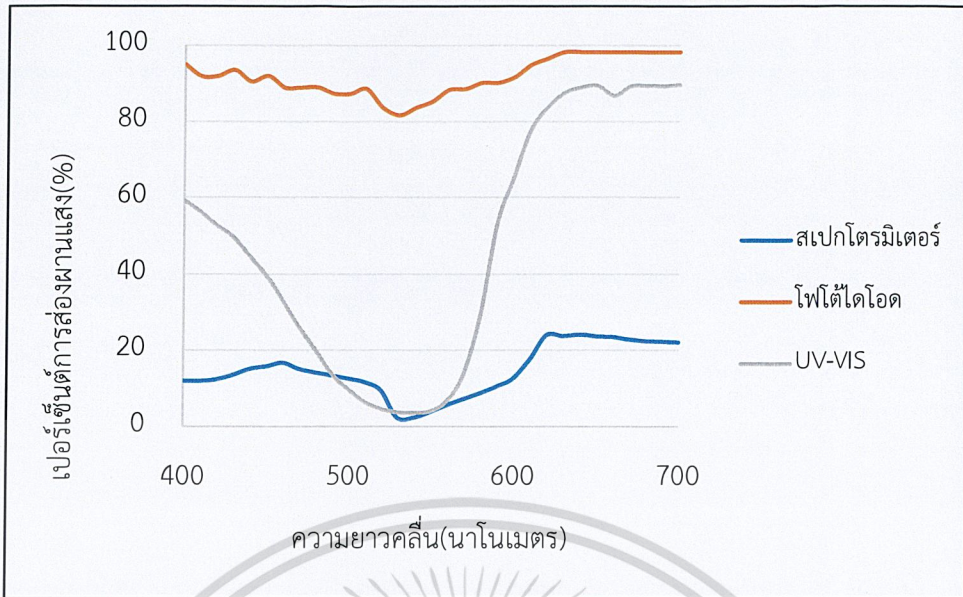


รูปที่ 4.30 กราฟผลการวัดค่าการส่องผ่านแสงของตัวอย่างด้วยวิธีการต่างๆ โดยใช้ฟิลเตอร์ GEPE รุ่น 47045 สีน้ำเงิน

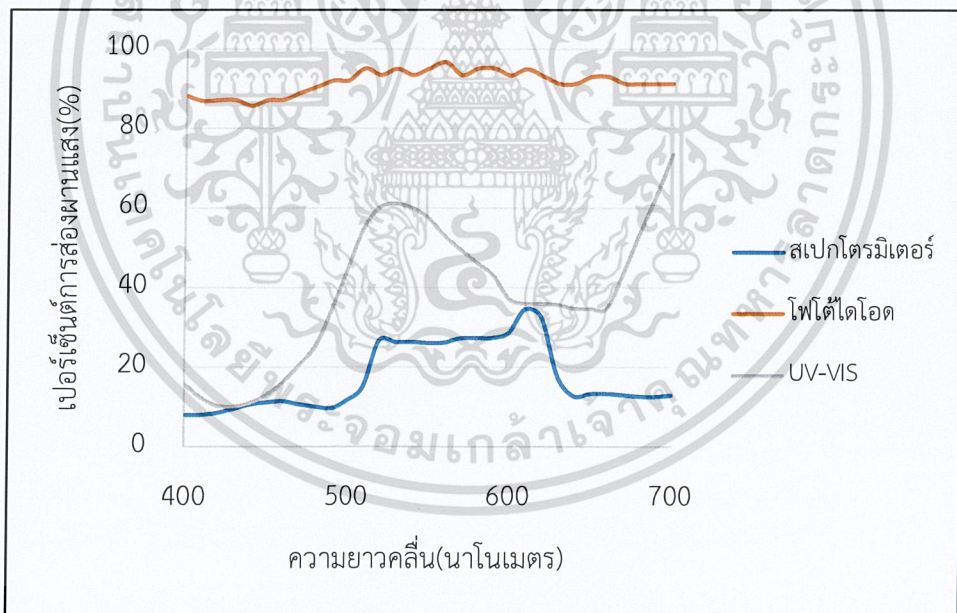
จากผลการทดลองการวัดค่าการส่องผ่านแสงด้วยเครื่อง UV-VIS Spectrophotometer เครื่องสเปกโตรมิเตอร์และด้วยระบบวัดแบบอัตโนมัติโดยใช้ไดโอดเปล่งแสงแบบปรับค่าได้ โดยใช้ฟิลเตอร์ GEPE รุ่น 47045 และฟิล์มกระดาษแก้ว พบว่าการวัดด้วยเครื่อง UV-VIS Spectrophotometer จะเห็นการเปลี่ยนแปลงที่ดีที่สุดเนื่องจากเครื่อง UV-VIS Spectrophotometer มีระบบการทำงานภายในที่มีคุณภาพดังที่กล่าวมาแล้วแต่ข้อเสียคือมีราคาที่สูง รองลงมาคือการวัดด้วยเครื่องสเปกโตรมิเตอร์เนื่องจากเป็นเครื่องไฟเบอร์ออปติกสเปกโตรมิเตอร์คือมีส่วนของท่อนำแสงในระบบการวัดซึ่งอาจทำให้เกิดสัญญาณรบกวนได้ ข้อเสียอีกอย่างหนึ่งก็คือราคาที่ค่อนข้างสูงเช่นกัน ส่วนระบบวัดแบบอัตโนมัติโดยใช้ไดโอดเปล่งแสงแบบปรับค่าได้ มีการวิเคราะห์การส่องผ่านแสงได้ในระดับเบื้องต้น เนื่องจากแหล่งกำเนิดแสง(หลอดอาร์จีบี-แอลอีดี)ที่ใช้ สีต่างๆเกิดจากการผสมสีจากแม่สีสามสี จึงทำให้ช่วงความยาวคลื่นที่เกิดจากการผสมสียังมีการส่องผ่านฟิลเตอร์มาด้วย จึงเหมาะแก่การศึกษาการส่องผ่านแสงเบื้องต้น แต่ข้อดีคือมีความสะดวกต่อการใช้งาน ประหยัดเวลา และราคาถูกกว่าเครื่อง UV-VIS Spectrophotometer กับเครื่องสเปกโตรมิเตอร์มาก

จากการลองเปลี่ยนชนิดฟิล์มจากฟิลเตอร์เป็นฟิล์มกระดาษแก้ว พบว่าผลการทดลองเป็นไปในทางเดียวกัน แต่การส่องผ่านและการดูดกลืนของฟิล์มกระดาษแก้วมีประสิทธิภาพน้อยกว่าฟิลเตอร์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

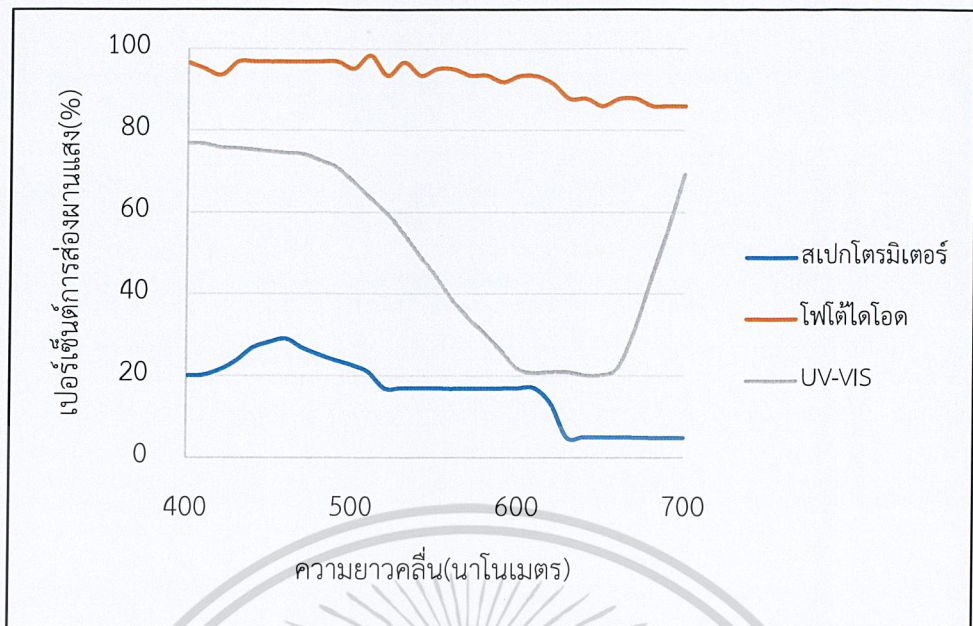


รูปที่ 4.31 กราฟผลการวัดค่าการส่องผ่านแสงของตัวอย่างด้วยวิธีการต่างๆ โดยใช้ฟิล์มกระดาษแก้วสีแดง



รูปที่ 4.32 กราฟผลการวัดค่าการส่องผ่านแสงของตัวอย่างด้วยวิธีการต่างๆ โดยใช้ฟิล์มกระดาษแก้วสีเขียว

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.33 กราฟผลการวัดค่าการส่องผ่านแสงของตัวอย่างด้วยวิธีการต่างๆ โดยใช้ฟิล์มกระดาษแก้วสีน้ำเงิน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## บทที่ 5

# สรุปผลการวิจัยและข้อเสนอแนะ

### 5.1 สรุปผลการวิจัย

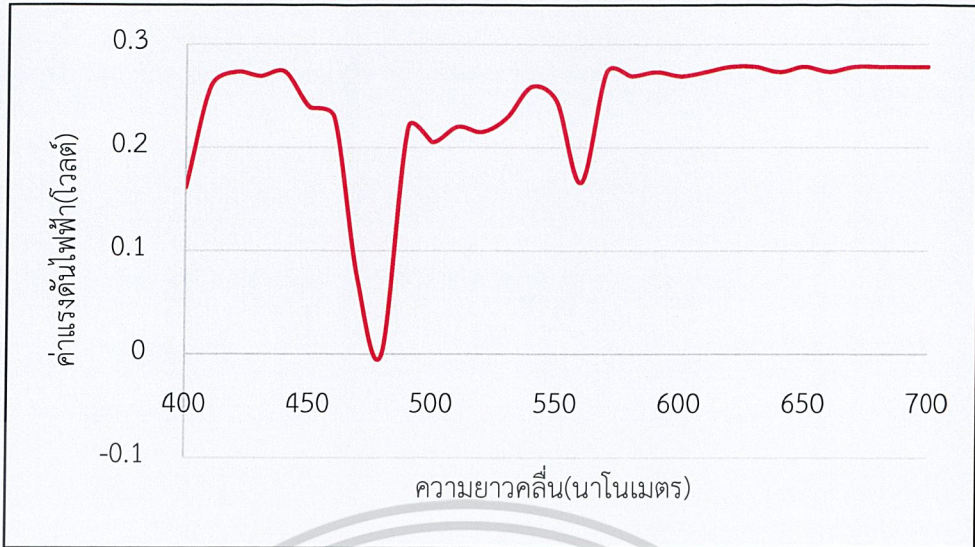
จากการสร้างแหล่งกำเนิดแสงแอลอีดีแบบปรับความยาวคลื่นและบันทึกผลได้อัตโนมัติ สรุปผลได้ดังนี้ แหล่งกำเนิดแสงที่ใช้คือ หลอดอาร์จีบี-แอลอีดี ขนาด 10 วัตต์ ประกอบไปด้วยแอลอีดี 3 แฉก คือ แฉกสีแดง สีเขียวและสีน้ำเงิน สามารถเปล่งแสงที่ความยาวคลื่นตั้งแต่ 400 – 700 นาโนเมตร โดยเกิดจากการผสมสีของแอลอีดีทั้ง 3 แฉก ซึ่งควบคุมโดยโปรแกรม LabView จากนั้นจะส่งข้อมูลไปที่บอร์ด Arduino ให้บอร์ด Arduino ควบคุมสัญญาณ PWM เพื่อควบคุมการเปล่งแสงแต่ละสี ในส่วนของการบันทึกผลแบบอัตโนมัติ ใช้โฟโตไดโอดต่อเข้ากับบอร์ด Arduino ให้บอร์ด Arduino เป็นตัวอ่านค่าแรงดันไฟฟ้าจากโฟโตไดโอด และส่งข้อมูลกลับมาที่คอมพิวเตอร์แบบอัตโนมัติ ซึ่งเครื่องวัดค่าการดูดกลืนและส่งผ่านแสงแบบอัตโนมัติโดยใช้แหล่งกำเนิดแสงชนิดแอลอีดีปรับค่าได้นี้สามารถลดเวลาในการทดลอง สามารถนำไปใช้เพื่อศึกษาการส่องผ่านของแสงในเบื้องต้นได้ แต่ไม่สามารถนำไปใช้กับงานที่ต้องการความละเอียดได้ เนื่องจากแสงที่ออกมาจากหลอดแอลอีดีเกิดจากการผสมสีของแม่สีทั้งสาม และไม่มีตัวควบคุมแสงหรือเกรตติง จึงไม่มีความละเอียดมากพอสำหรับงานที่ต้องการความละเอียด

### 5.2 ปัญหาที่พบในงานวิจัย

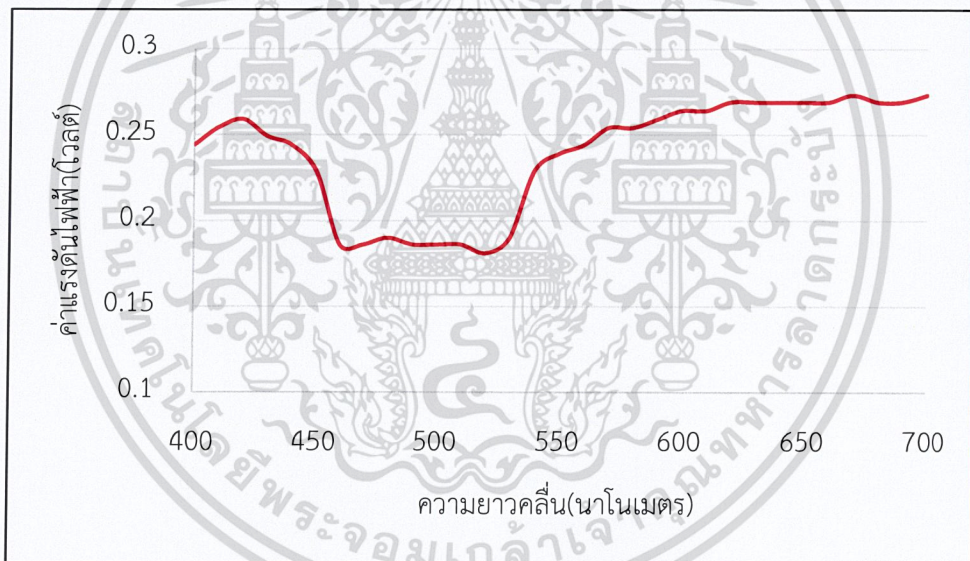
แหล่งกำเนิดแสงแบบปรับความยาวคลื่นและบันทึกผลได้อัตโนมัติ ได้พบปัญหาดังนี้

5.2.1 ในระบบของโปรแกรมพบว่าเมื่อลองบันทึกผลแบบอัตโนมัติ โดยใช้บอร์ด Arduino มีสัญญาณรบกวนซึ่งอาจเกิดจากสัญญาณรบกวนที่เกิดขึ้นในบอร์ด Arduino ที่ใช้ในการควบคุมทำให้มีกระแสไปรบกวน จึงแก้ไขปัญหาโดยการใช้วงจรกรองความถี่ (Low pass filter) คือ ตัวกรองความถี่ที่อนุญาตให้ความถี่ต่ำผ่านเท่านั้น และจะมีการลดทอนความถี่สูงลง ซึ่งสามารถทำให้สัญญาณรบกวนลดลงได้จริง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 5.1 กราฟก่อนลดสัญญาณรบกวน



รูปที่ 5.2 กราฟหลังลดสัญญาณรบกวน

### 5.3 ข้อเสนอแนะ

แนวทางการพัฒนาโครงการพิเศษให้ระบบมีคุณภาพมากขึ้น จากเดิมปัญหาคือ ระบบขาดส่วนควบคุมแสงจากแหล่งกำเนิดแสง ควรหาอุปกรณ์ในการควบคุมแสงที่มีหน้าที่คล้ายกับตัวโมโนโครเมเตอร์หรือเกรตติงมาใส่ในระบบ เพื่อใช้ควบคุมแสงโดยจะทำให้แสงที่ออกมาจากต้นกำเนิดแสงซึ่งเป็นหลายความยาวคลื่น ให้เป็นแสงความยาวคลื่นเดียวซึ่งเป็นแถบแสงแคบๆ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## เอกสารอ้างอิง

สื่อสารไร้สายด้วย LED.มนตรี เตชะธนาพาณิชย์ และวีรยุทธ กัระวงค์ (2557). [Online]. Available:<https://sites.google.com/a/bumail.net/suxsar-ri-say-dwy-led/led-khux>.เข้าถึงเมื่อวันที่ 15 ตุลาคม 2561

ทฤษฎีสีแสง.ฟิสิกส์ราชมงคล. [Online]. Available: <http://www.rmutphysics.com/charud/naturemystery/colour/colour1.html>.เข้าถึงเมื่อวันที่ 15 ตุลาคม 2561

สัญญาณ PWM. [Online]. Available:<https://medium.com/icreativesystems/to-know-pwm-373efa1322ce>.เข้าถึงเมื่อวันที่ 15 ตุลาคม 2561

สเปกโทรสโกปี.Mr.Saksri Supasorn, Assoc.Prof.Sunanta Vibuljun, Prof.Loretta L. Jones.[Online]. Available:[http://chem.sci.ubu.ac.th/e-learning/iNMR\\_th/spectroscopy/absorption\\_emission\\_spectra.htm](http://chem.sci.ubu.ac.th/e-learning/iNMR_th/spectroscopy/absorption_emission_spectra.htm).เข้าถึงเมื่อวันที่ 15 ตุลาคม 2561

รู้จักกับ Arduino UNO R3.By zaza,bird28,KVYoung.[Online]. Available: <http://sat2you.com/web>.เข้าถึงเมื่อวันที่ 15 ตุลาคม 2561

โพลีไดโอด.อาจารย์รจนา พันฮวบ[Online].Available: <https://sites.google.com/site/xupkrnixlekthrxniksiaeawngcr/home/bth-thi-13>.เข้าถึงเมื่อวันที่ 15 ตุลาคม 2561

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาคผนวก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## ภาคผนวก ก

### การทดลองการศึกษาการส่องผ่านของแสง

#### วัตถุประสงค์

- 1) เพื่อศึกษาการส่องผ่าน และการดูดกลืนของแสง
- 2) เพื่อศึกษากฎของเบียร์-แลมเบิร์ต

#### อุปกรณ์

- 1) เครื่องคอมพิวเตอร์
- 2) กล่องควบคุมคอนโทรลเลอร์
- 3) แหล่งจ่ายไฟขนาด 12 โวลต์
- 4) หลอดไฟอาร์ซีบี-แอลอีดี
- 5) फिल्मสีแดง เขียวและน้ำเงิน
- 6) กล่องดำ ภายในประกอบด้วย หลอดไฟ รางเลื่อน และโฟโต้ไดโอด

#### วิธีการทดลอง

- 1) จัดวางอุปกรณ์ให้หลอดแอลอีดีส่องแสงไปยังโฟโต้ไดโอด ดังรูป
- 2) เสียบสายแดปเตอร์ 12 โวลต์เข้ากล่องควบคุมคอนโทรลเลอร์ เสียบสาย USB เข้ากับคอมพิวเตอร์
- 3) เปิดโปรแกรม
- 4) กดเลือก Port ที่เชื่อมกับบอร์ด Arduino
- 5) กดปุ่ม RUN และกดปุ่มเปิดไฟขาว และไฟสีอื่น โปรแกรมจะทำงานเปลี่ยนสีหลอดไฟบันทึกค่าแรงดันไฟฟ้า และแสดงกราฟโดยอัตโนมัติ รอจนโปรแกรมทำงานเสร็จ
- 6) ทำการใส่ฟิล์มสีแดง และทำการทดลองซ้ำข้อ 5
- 7) เปลี่ยนฟิล์มเป็นสีเขียว และ น้ำเงินตามลำดับ
- 8) คลิกขวาที่กราฟ กด export data to excel
- 9) ตั้งชื่อไฟล์ที่ต้องการ และเปลี่ยนนามสกุลไฟล์เป็น .xlsx
- 10) คำนวณหาค่าความส่องผ่าน
- 11) สรุปและวิจารณ์ผลการทดลอง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## ตารางบันทึกผลการทดลอง

Wavelength	Voltage
400	
401	
402	
403	
404	
405	
406	
407	
408	
409	
410	
411	
412	
413	
414	
415	
416	
417	
418	
419	
420	
421	
422	
423	
424	
.	
.	
.	
700	

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## วิธีการคำนวณ

### การส่องผ่านแสง (Transmittance)

การส่องผ่านของแสง (T) คือ สัดส่วนของความเข้มของแสงที่ผ่านออกมาในตัวอย่างกับความเข้มของแสงที่ผ่านเข้าไป ;

$$T = \frac{I_t}{I_0}$$

- เมื่อ
- T = ความส่องผ่าน (transmittance)
  - $I_0$  = ความเข้มของแสงที่ผ่านเข้าไป (intensity of transmitted light)
  - $I_t$  = ความเข้มของแสงที่ผ่านออกมา (intensity of incident light)

ร้อยละของความส่องผ่าน (%T) ของตัวอย่างสามารถคำนวณได้จากสมการต่อไปนี้

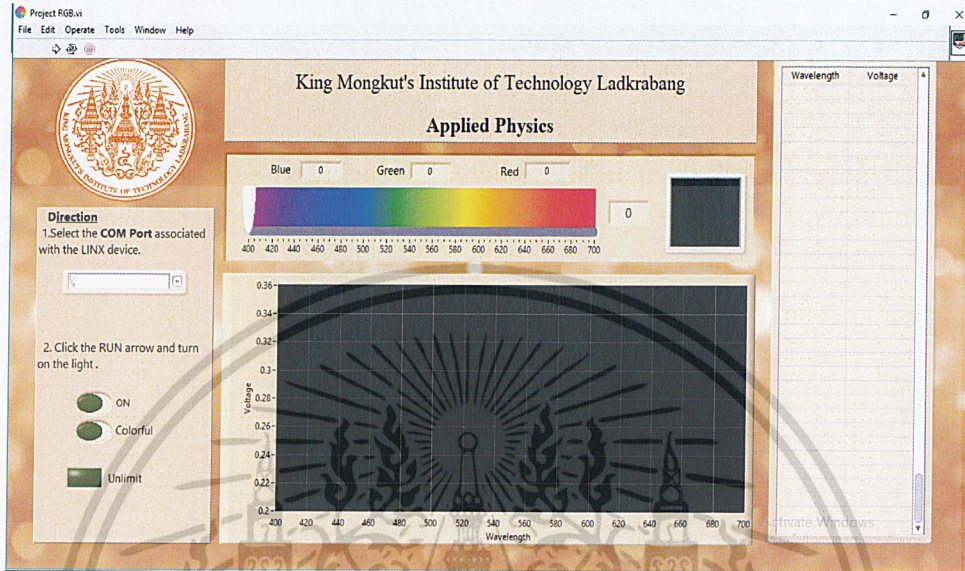
$$\%T = 100 \times \frac{I_t}{I_0}$$



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

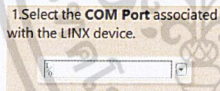
## ภาคผนวก ข

### วิธีใช้งานโปรแกรม



### รูปหน้าต่างโปรแกรม

- 1) เปิดโปรแกรม Project RGB
- 2) กดเลือก Port ที่เสียบบอร์ด Arduino



- 3) กด Run เพื่อสั่งให้โปรแกรมทำงาน
- 4) กดเปิดไฟสี ที่ ปุ่ม ON จากนั้นกดปุ่ม Colorful



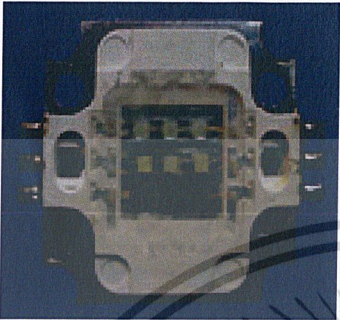
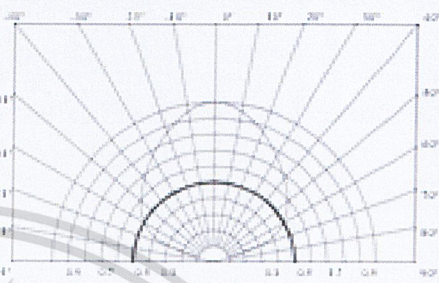
**\*\*หมายเหตุ :** ถ้าต้องการเปิดไฟสีขาวให้กดเปิดเฉพาะ ON แต่หากต้องการเปิดไฟสีอื่นๆ ต้องรอให้โปรแกรมทำงานเสร็จก่อน จึงกด Run ใหม่ได้

- 5) เมื่อโปรแกรมทำงานเสร็จ คลิกขวาที่กราฟแล้วกด export data to excel
- 6) ตั้งชื่อไฟล์ตามที่ต้องการและเปลี่ยนนามสกุลไฟล์เป็น .xlsx
- 7) ถ้าต้องการให้โปรแกรมทำงานใหม่ให้กดเลื่อนแถบเลื่อนสีไปที่จุดเริ่มต้นแล้วกดปุ่ม Run กดปุ่มเปิดไฟตามลำดับ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## ภาคผนวก ค

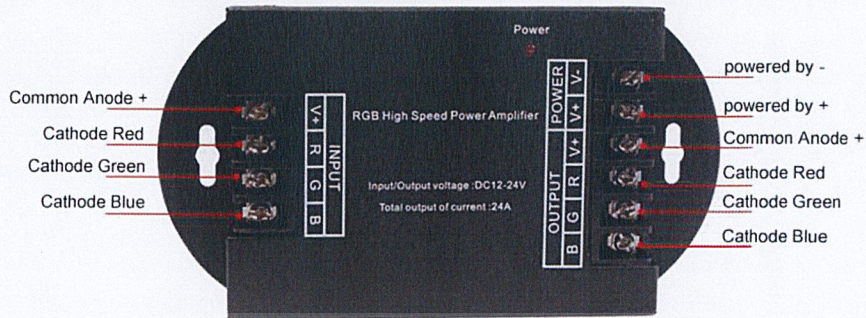
หลอดอาร์จีบี-แอลอีดี ขนาด 10 วัตต์

Pack Dimensions (mm) 20X20		Spatial Distribution				
						
Pin 1: Blue Pin 2: Green Pin 3: Red		Pin 4,5,6: Common Anode				
PRODUCT MODEL		EMITTING COLOR		MATERIAL		
XC-10W-RGB-CA		SUPER RGB		GaInP		
Electro-Optical Characteristics (Ta=-25°C)						
PARAMETER	SYMBOL	CONDITIONS	MIN.	TYP.	MAX.	UNIT
Forward Voltage	R-VF	IF=350mA	8.00		11.00	V
Forward Voltage	G-VF	IF=350mA	10.00		11.00	V
Forward Voltage	B-VF	IF=350mA	11.00		11.00	V
Spectral Line Halfwidth	R-Δλ	IF=350mA	800		820	nm
Spectral Line Halfwidth	G-Δλ	IF=350mA	520		520	nm
Spectral Line Halfwidth	B-Δλ	IF=350mA	460		460	nm
Reverse Current	IR	VR=10V			10	μA
Luminous Intensity	RGB-IV	IF=1000mA	350		400	LM
Viewing Angle	Δθ	IF=1000mA		140		deg
ABSOLUTE MAXIMUM RATINGS (Ta=+25°C)						
Reverse Voltage (V) Each Color	Total Forward Current(mA)	Peak forward Current(mA)	Power Dissipation (W) Total	Operation Temperature Range(°C)	Storage Temperature Range(°C)	
15	1000	1500	10	-20~60	-30~80	

Lead soldering Temperature (4mm from body) 3-260°C for 3 seconds

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## RGB High Speed Power Data Signal Amplifier



Amplify the red, green, blue three group signal of 3 channel controller, improve the system with load capacity, and has minimal delay, but can keep synchronism in cascade. The outlet should be connected correctly according to the color shown in the wiring diagram. Can't be wrong attached, in order to avoid short-circuit.

### Standards and Certifications



### Specification

Working temperature : -20-60°C

Input voltage : DC12-24V

Signal voltage: DC 12V-24V

Input signal: RGB common anode PWM dimming signal

Dimension: L145\*W76.8\*H20.6mm

Output : 3 channel

Connection mode: Common anode

Output current: max 8A (each channel) Output power: max 288W(12V), max 576W(24V)

Delay time: 20NS

Dimming range: 0.1%-100%

Net weight: 130g

Gross weight: 150g

Packing size: L155X W85 X H26 mm

Connect terminal: screw connect mode, terminal caliber 7mm

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาดูงานเท่านั้น เมื่ออนุญาตให้เข้าไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

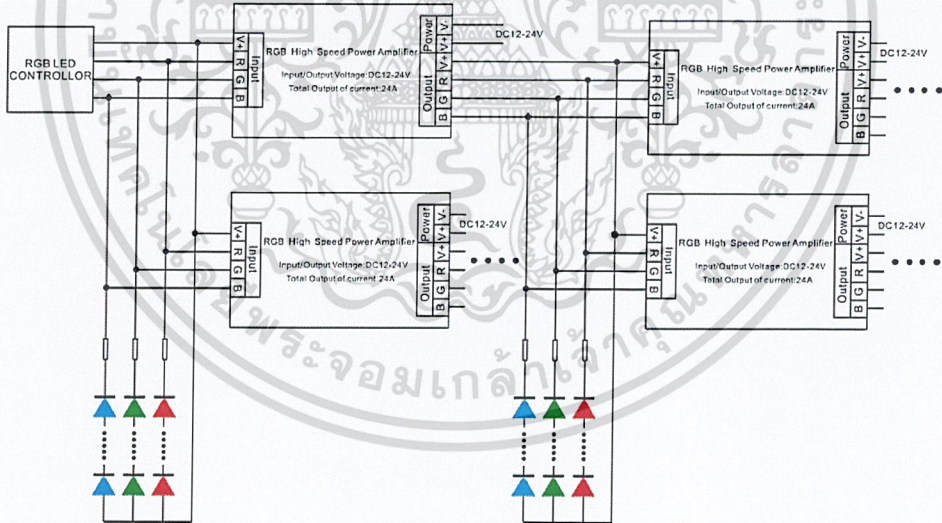
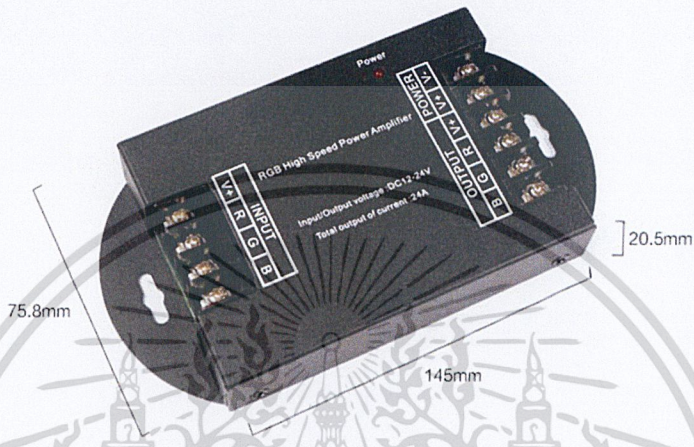
Output current: <24A

Output power: 12V:<288W, 24V:<576W

External size

Mode of connection

Technical Application



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## ภาคผนวก ง

### เครื่องสเปกโตรมิเตอร์



รูป เครื่อง Spectrometer บริษัท AVANTES รุ่น AvaSpec-EDU

เครื่องสเปกโตรมิเตอร์ เป็นเครื่องวัดสเปกตรัมของแสงในช่วงความยาวคลื่นต่าง ๆ ถ้าเป็นช่วงความยาวคลื่นที่ตามองเห็นจะเรียกว่า สเปกโตรโฟโตมิเตอร์ แต่ถ้าเป็นช่วงความยาวคลื่นใด ๆ ก็ จะเรียกว่า สเปกโตรมิเตอร์

#### ไฟเบอร์ออปติกสเปกโตรมิเตอร์

ไฟเบอร์ออปติกสเปกโตรมิเตอร์ คือ เครื่องสเปกโตรมิเตอร์เช่นเดียวกับกับเครื่องสเปกโตร โฟโตมิเตอร์แบบที่นิยมใช้กันในห้องปฏิบัติการ ซึ่งเครื่องสเปกโตรโฟโตมิเตอร์นี้จะใช้ได้เฉพาะการวัด ในคิวเวทท์เท่านั้น เช่น วัดค่าการดูดกลืนแสง ( Absorbance ) วัดค่าการส่งผ่านแสง ( Transmittance ) วัดค่าความเข้มข้นของสารละลายเคมี ( Concentration ) เป็นต้น แต่ไฟเบอร์ ออปติกสเปกโตรมิเตอร์สามารถทำได้มากกว่านั้น คือ วัดหาสเปกตรัมของธาตุต่างๆ ในกระบวนการ เคลือบวัสดุด้วยเทคนิคพลาสมา ( Plasma Monitoring ) วัดค่าสีของตัวอย่าง ของแข็ง ของเหลว ของเหลวทึบแสง ผง ( Color Measurements ) วัดค่าการดูดกลืนแสง ค่าการส่งผ่านแสง ค่าความ เข้มข้น ของสารละลายเคมี ( Absorbance Measurements ) และนำไปประยุกต์ใช้งานในการวัด ด้านต่างๆ ได้อีกมากมาย เพราะเครื่องไฟเบอร์ออปติกสเปกโตรมิเตอร์ถูกออกแบบชุดตัวสเปกโตร มิเตอร์แยกส่วนออกมาจากชุดแหล่งกำเนิดแสง และเชื่อมต่อทางเดินของแสงด้วยเส้นใยแก้วนำแสง ( Fiber Optic Cable ) จึงสามารถนำชุดวัดตัวอย่างประเภทต่าง ๆ มาเชื่อมต่อระหว่างกลาง จึงทำให้ สามารถนำไปวัดในรูปแบบต่าง ๆ ได้หลากหลายกว่าสเปกโตรโฟโตมิเตอร์ชนิดตั้งโต๊ะแบบเดิม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## เครื่อง UV-VIS Spectrophotometer



รูป เครื่อง UV-VIS Spectrophotometer บริษัท LabTech รุ่น UV-1496

หลักการการทำงานของเครื่อง UV-VIS Spectrophotometer เป็นเครื่องมือที่ใช้ในวิเคราะห์สาร โดยอาศัยหลักการดูดกลืนรังสีของสารที่อยู่ในช่วงอัลตราไวโอเล็ต (UV) และย่านที่ตามองเห็น (visible) ความยาวคลื่นประมาณ 190-1000 nm ค่าการดูดกลืนแสง(absorbance) ของสารจะแปรผันกับจำนวนโมเลกุลที่มีการดูดกลืนแสง ดังนั้นจึงสามารถใช้เทคนิคนี้ในระบุชนิดและปริมาณของสารต่างๆที่มีอยู่ในตัวอย่างได้

ส่วนประกอบของเครื่อง UV-VIS

1) แหล่งกำเนิดแสง แหล่งกำเนิดแสงในเครื่องสเปกโตรโฟโตมิเตอร์จะต้องให้รังสีในช่วงความยาวคลื่นที่ต้องการอย่างต่อเนื่องและคงที่ โดยส่วนใหญ่แหล่งกำเนิดแสงช่วง UV นิยมใช้หลอดไฮโดรเจนหรือหลอดดิวทีเรียม ซึ่งให้ความยาวคลื่นอยู่ในย่าน 160-380 นาโนเมตร และช่วงที่ตามองเห็นใช้หลอดทังสเตนซึ่งสามารถให้ความยาวคลื่นในช่วง 240-2,500 นาโนเมตร

2) Monochromator ส่วนนี้เป็นส่วนที่ใช้ควบคุมแสงโดยจะทำให้แสงที่ออกมาจากต้นกำเนิดแสงซึ่งเป็นหลายความยาวคลื่น ให้เป็นแสงความยาวคลื่นเดียวซึ่งเป็นแถบแสงแคบๆ ส่วนที่ใช้ควบคุมแสงนี้อาจใช้เป็นฟิลเตอร์ ปริซึมหรือเกรตติง

3) ส่วนบรรจุตัวอย่าง ภาชนะที่ใส่สารตัวอย่างเรียกว่า คิวเวท รูปแบบที่ใช้กันทั่วไปได้แก่ภาชนะที่ทำมาจากแก้ว โดยจะใช้ได้เฉพาะช่วงแสงที่ตามองเห็น ส่วนภาชนะที่ทำด้วยซิลิกาและควอร์ตซ์ใช้ได้ทั้งในช่วงแสงยูวีและช่วงแสงที่ตามองเห็น

4) ตัวตรวจจับแสง ทำหน้าที่ในการวัดความเข้มของแสงที่ถูกดูดกลืนโดยแปลงพลังงานคลื่นรังสีเป็นพลังงานไฟฟ้า เครื่องวัดแสงที่ยังนิยมใช้ ได้แก่ หลอดโฟโตมัลติพลายเออร์ และเครื่องวัดแสงชนิดซิลิกอนไดโอด

ลักษณะของผลที่ได้ ผลที่ได้จากการวิเคราะห์ด้วยเทคนิคนี้จะได้เป็นกราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างค่าการดูดกลืนแสงและค่าความส่องผ่าน กับค่าความยาวคลื่น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้