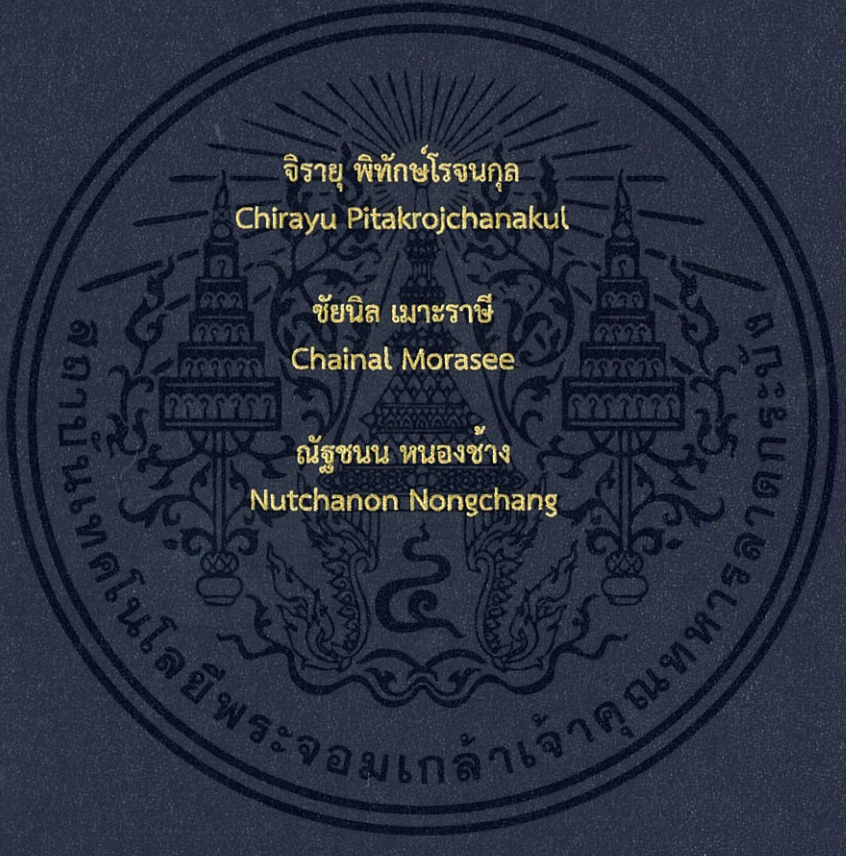
LED ประหยัดพลังงานด้วยระบบจ่ายไฟอัจฉริยะ
Intelligence Multi Power Source LED Lighting

จิรายุ พิทักษ์โรจนกุล
Chirayu Pitakrojchanakul

ชัยนิล เมาะราษี
Chainal Morasee

ณัฐชนน หนองช้าง
Nutchanon Nongchang



รายงานนี้เป็นส่วนหนึ่งของวิชา Project 2
ภาควิชาวิศวกรรมอิเล็กทรอนิกส์
คณะวิศวกรรมศาสตร์
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
พ.ศ.2560

LED ประหยัดพลังงานด้วยระบบจ่ายไฟอัจฉริยะ

Intelligence Multi Power Source LED Lighting

โดย

จิรายุ พิทักษ์โรจนกุล

ชัยนิล เมาะราษี

ณัฐชนน หนองช้าง

อาจารย์ที่ปรึกษา

รศ.จิรวัฒน์ ปานกลาง

รายงานนี้เป็นส่วนหนึ่งของวิชา Project 2

ภาควิชาวิศวกรรมอิเล็กทรอนิกส์

คณะวิศวกรรมศาสตร์

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

พ.ศ.2560

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Intelligence Multi Power Source LED Lighting

Mr.Chirayu Pitakrojchanakul , Mr.Chainil Morasee , Mr.Nutchanon Nongchang

Advisor: Assoc.Prof. Jirawat Parnklang

Department of Electronics Engineering

Faculty of Engineering, King Mongkut's Institute of Technology Ladkrabang, Bangkok, Thailand

Abstract

This project describes the design and construction of the Intelligence Multi Power Source. It consists of Offline Switching, MPPT Charger, LED Driver and microcontroller to control the power supply to be able to effectively charge the battery. It also controls the signal in the LED driver to save power and provide the most light and power saving. Experiment is at frequencies 800, 1000 and 1200 Hz. Duty Cycle is 50% to find the brightest frequency and use the 3 State Charger to charge the battery. To extend the life of the battery, there's a save mode that helps saving battery life when the battery is low.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

LED ประหยัดพลังงานด้วยระบบจ่ายไฟอัจฉริยะ

นายจิรายุ พิทักษ์โรจนกุล , นายชัยนิล เมาะราษี , นายณัฐชนน หนองช้าง
อาจารย์ที่ปรึกษา: รศ. จิรวัฒน์ ปานกลาง
ภาควิชาวิศวกรรมอิเล็กทรอนิกส์
คณะวิศวกรรมศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

บทคัดย่อ

โครงงานฉบับนี้ อธิบายการออกแบบและโครงสร้างระบบจ่ายไฟอัจฉริยะ โดยประกอบไปด้วยวงจรจ่ายไฟแบบออฟไลน์สวิตชิ่ง วงจร MPPT ชาตเจอร์ LED Driver และการใช้ไมรโครคอนโทรเลอร์ในการควบคุมให้แหล่งจ่ายไฟเหล่านี้สามารถชาตแบตเตอรี่ได้อย่างมีประสิทธิภาพ อีกทั้งยังคอยควบคุมสัญญาณในการขับ LED ให้ประหยัดกำลังและให้แสงสว่างมากที่สุดและประหยัดกำลังมากที่สุด โดยทดลองที่ความถี่ 800, 1000 และ 1200 เฮิร์ตที่ดูตี้ไซเคิล 50 เปอร์เซ็น เพื่อหาความถี่ที่ให้ความสว่างมากที่สุดและจะใช้ระบบ 3 State Charger ในการชาตแบตเตอรี่ เพื่อยืดอายุการใช้งานแบตเตอรี่ให้ยาวนานขึ้นและยังมีระบบ save mode ที่ช่วยในการประหยัดพลังงานแบตเตอรี่เมื่อแบตเตอรี่มีพลังงานต่ำ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กิตติกรรมประกาศ

โครงงาน "LED ประหยัดพลังงานด้วยระบบจ่ายไฟอัจฉริยะ" สำเร็จลุล่วงได้ด้วยดี จากความช่วยเหลือและคำปรึกษาจาก รองศาสตราจารย์ จิรวัฒน์ ปานกลาง อาจารย์ที่ปรึกษาที่คอยช่วยเหลือในการทดลอง ให้ความรู้ ให้คำแนะนำ รวมถึงการแก้ปัญหาต่างๆที่เกิดขึ้น เมื่อผลิตชิ้นงานออกมา คณะผู้จัดทำโครงงานขอขอบพระคุณเป็นอย่างสูง

ขอขอบพระคุณพ่อแม่ของคณะผู้จัดทำที่เป็นกำลังใจหลักและขอขอบคุณคณะวิศวกรรมศาสตร์ที่ให้เงินทุนสนับสนุนในการทำโครงงาน รวมไปถึงเพื่อนๆผู้เป็นกำลังหลักคอยช่วยเหลือ ให้คำแนะนำ รวมทั้งช่วยกันในการแก้ไขปัญหาที่เกิดขึ้นระหว่างการทำโครงงานนี้ทั้งหมด ทำให้ผลของโครงงานสำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยดี

สุดท้ายนี้ คณะผู้จัดทำหวังว่าโครงงานนี้จะเป็นประโยชน์สำหรับผู้สนใจและผู้นำผลงานนี้ไปใช้ได้

นายจิรายุ พิทักษ์โรจนกุล
นายชัยนิล เมาะราษี
นายณัฐชนน หนองช้าง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รายงานวิชา Project 2 ปีการศึกษา 2560

ภาควิชา วิศวกรรมอิเล็กทรอนิกส์

คณะ วิศวกรรมศาสตร์

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

เรื่อง LED ประหยัดพลังงานด้วยระบบจ่ายไฟอัจฉริยะ

Intelligence Multi Power Source LED Lighting

ผู้จัดทำ นายจิรายุ พิทักษ์โรจนกุล รหัสประจำตัว 57010202

นายชัยนิล เมาะราษี รหัสประจำตัว 57010303

นายณัฐชนน หนองช้าง รหัสประจำตัว 57010414

รายงานนี้ผ่านการตรวจสอบโดยอาจารย์ที่ปรึกษาแล้ว

(รศ.จิรวัฒน์ ปานกลาง)

อาจารย์ที่ปรึกษา

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ

หน้า

บทคัดย่อภาษาอังกฤษ i
บทคัดย่อภาษาไทย ii
กิตติกรรมประกาศ iii
ใบรับรองวิชาการประยุกต์ iv
สารบัญ v
สารบัญตาราง viii
สารบัญรูปภาพ ix
บทที่ 1 บทนำ 1
1.1 ที่มาและความสำคัญของโครงงาน 1
1.2 ความมุ่งหมายและวัตถุประสงค์ของการศึกษา 1
1.3 สมมุติฐาน 1
1.4 ขอบเขตการศึกษา 1
1.5 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ 2
บทที่ 2 ทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง 3
2.1. เซลล์แสงอาทิตย์ 3
2.1.1 ชนิดของเซลล์แสงอาทิตย์ 3
2.1.2 โครงสร้างของเซลล์แสงอาทิตย์ 4
2.1.3 หลักการทำงานทั่วไปของเซลล์แสงอาทิตย์ 5
2.2 แบตเตอรี่ 5
2.3 เครื่องประจุแบตเตอรี่ 6
2.3.1 PWM (Pulse Width Modulation) 6
2.3.2 MPPT (Maximum Power Point Tracking) 7
2.4 บอร์ดอาร์ดูโน่ (Arduino) 7
2.4.1 Arduino UNO R3 7
2.4.2 ภาษาซีกับArduino 8
2.5 พาวเวอร์ซัพพลาย 9
2.5.1 โครงสร้างของพาวเวอร์ซัพพลาย 9
2.5.1.1 หม้อแปลงไฟฟ้า 9
2.5.1.2 วงจรเรียงกระแส 10
2.5.1.3 วงจรฟิลเตอร์ 10

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.5.1.4 วงจรรักษาระดับแรงดัน 10

หน้า

2.5.1.5 วงจรป้องกันการลัดวงจร 10
2.6 เซ็นเซอร์แสง (Optical Sensor) 10
2.6.1 LDR (Light Dependent Resistor) 10
2.6.1.1 การทำงานของ LED 11
2.7 LED (Light Emitting Diode) 11
2.7.1 High Power LED 12
2.7.2 ข้อดีและข้อเสียของ LED 12
2.8 LED Driver 13
2.9 Relay (รีเลย์) 14

บทที่ 3 การคำนวณและการออกแบบ 16
3.1 โครงสร้างทำงานของงจรโดยรวม 16
3.2 การคำนวณขนาดแบตเตอรี่ 17
3.3 การออกแบบวงจรประจุแบตเตอรี่ 17
3.3.1 การคำนวณค่า R_{sense} เพื่อให้ได้ค่ากระแสชาร์จที่ต้องการ 18
3.3.2 การกำหนดแรงดันอินพุต 18
3.3.3 การกำหนดระดับแรงดัน Float 18
3.3.4 การออกแบบลายปริ้นของวงจร 19
3.4 การออกแบบวงจรพาวเวอร์ซัพพลาย 19
3.4.1 การคำนวณขนาดหม้อแปลงไฟฟ้า 20
3.4.1.1 คำนวณคาบเวลาทำงาน 20
3.4.1.2 คำนวณ t_{on} 20
3.4.2 การออกแบบวงจรกรองสัญญาณกระเพื่อม 21
3.4.2.1 การหาความสัมพันธ์ของ V_{in} กับ I_{in} 21
3.4.3 การเลือกบริดจ์ไดโอด 22
3.4.3.1 การหาค่าตัวเก็บประจุในวงจรเรียงกระแส 22
3.5 การออกแบบในส่วนของคอนโทรลเลอร์ 22
3.6 การออกแบบ LED Driver 24

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หน้า

บทที่ 4 วิธีการทดลองและผลการทดลอง 26
4.1 การทดลองสร้าง Pulse จาก Microcontroller Arduino 26
4.2 ผลการทดลอง Simulate ของวงจรประจุแบตเตอรี่ 31
4.3 ผลการทดลองเพื่อเปรียบเทียบรูปพัลส์ที่ผ่าน LED 32
4.4 ผลการทดลองเพื่อวัดค่า V_{rms} ที่ตกคร่อม R_{sc} 37
4.5 ตารางแสดงผลการทดลองเพื่อคำนวณค่า Lumen/Watt 42

บทที่ 5 สรุปผลการทดลอง 43
5.1 สรุปผลการทดลอง 43
5.2 ปัญหาและอุปสรรค 43
5.3 วิธีแก้ไขปัญหา 43

บรรณานุกรม 44

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญตาราง

ตารางที่ **หน้า**

4.1 ตารางแสดงผลการทดลองเพื่อคำนวณหาค่า Lumen/Watt.....42

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญรูป

รูปที่	หน้า
2.1 เซลล์แสงอาทิตย์ชนิดผลึกเดี่ยว	3
2.2 เซลล์แสงอาทิตย์ชนิดอะมอร์ฟัสซิลิคอน	4
2.3 โครงสร้างและหลักการทำงานของเซลล์แสงอาทิตย์	5
2.4 แบตเตอรี่	6
2.5 โครงสร้างของบอร์ด Arduino UNO R3	8
2.6 แผนภาพโครงสร้างการทำงานของพาวเวอร์ซัพพลาย	9
2.7 โครงสร้างของ LDR	11
2.8 สัญลักษณ์ของ LDR	11
2.9 LED แบบต่างๆ	12
2.10 รีเลย์	14
2.11 การทำงานของรีเลย์	15
3.1 บล็อกไดอะแกรมการทำงานของวงจร	16
3.2 วงจรที่ทำการออกแบบ	17
3.3 ลักษณะการต่อตัวต้านทานที่ใช้	18
3.4 ลักษณะการต่อตัวต้านทานที่ใช้	19
3.5 ลายปริ๊นของวงจรประจุแบตเตอรี่	19
3.6 วงจรพาวเวอร์ซัพพลายที่ทำการออกแบบ	20
3.7 Flow Chart Program Arduino	23
3.8 วงจรพื้นฐานของ HV9910B	24
3.9 Schematic LED Driver	25
3.10 PCB LED Driver	25
4.1 PWM ความถี่ 800 Hz Duty Cycle 50%	26
4.2 PWM ความถี่ 800 Hz Duty Cycle 50%	26
4.3 PWM ความถี่ 1000 Hz Duty Cycle 50%	27
4.4 PWM ความถี่ 1000 Hz Duty Cycle 50%	27
4.5 PWM ความถี่ 1200 Hz Duty Cycle 50%	28
4.6 PWM ความถี่ 1200 Hz Duty Cycle 50%	28
4.7 PWM ความถี่ 1000 Hz Duty Cycle 30%	29

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.8 PWM ความถี่ 1000 Hz Duty Cycle 30% 29
4.9 PWM ความถี่ 1000 Hz Duty Cycle 80% 30
4.10 PWM ความถี่ 1000 Hz Duty Cycle 80% 30
4.11 ผลการทดลองที่ค่า R_{SENSE} 100mΩ 31
4.12 ผลการทดลองที่ค่า R_{SENSE} 66mΩ 31
4.13 สัญญาณที่คร่อม LED ที่ความถี่ 800 Hz DT 50% 32
4.14 สัญญาณที่คร่อม LED ที่ความถี่ 1000 Hz DT 10% 32
4.15 สัญญาณที่คร่อม LED ที่ความถี่ 1000 Hz DT 20% 33
4.16 สัญญาณที่คร่อม LED ที่ความถี่ 1000 Hz DT 30% 33
4.17 สัญญาณที่คร่อม LED ที่ความถี่ 1000 Hz DT 40% 34
4.18 สัญญาณที่คร่อม LED ที่ความถี่ 1000 Hz DT 50% 34
4.19 สัญญาณที่คร่อม LED ที่ความถี่ 1000 Hz DT 60% 35
4.20 สัญญาณที่คร่อม LED ที่ความถี่ 1000 Hz DT 70% 35
4.21 สัญญาณที่คร่อม LED ที่ความถี่ 1000 Hz DT 80% 36
4.22 สัญญาณที่คร่อม LED ที่ความถี่ 1200 Hz DT 50% 36
4.23 สัญญาณที่คร่อม R_{SC} ที่ความถี่ 800 Hz DT 50% 37
4.24 สัญญาณที่คร่อม R_{SC} ที่ความถี่ 1000 Hz DT 10% 37
4.25 สัญญาณที่คร่อม R_{SC} ที่ความถี่ 1000 Hz DT 20% 38
4.26 สัญญาณที่คร่อม R_{SC} ที่ความถี่ 1000 Hz DT 30% 38
4.27 สัญญาณที่คร่อม R_{SC} ที่ความถี่ 1000 Hz DT 40% 39
4.28 สัญญาณที่คร่อม R_{SC} ที่ความถี่ 1000 Hz DT 50% 39
4.29 สัญญาณที่คร่อม R_{SC} ที่ความถี่ 1000 Hz DT 60% 40
4.30 สัญญาณที่คร่อม R_{SC} ที่ความถี่ 1000 Hz DT 70% 40
4.31 สัญญาณที่คร่อม R_{SC} ที่ความถี่ 1000 Hz DT 80% 41
4.32 สัญญาณที่คร่อม R_{SC} ที่ความถี่ 1200 Hz DT 50% 41

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 1

บทนำ

1.1 ที่มาและความสำคัญของโครงงาน

หลอดไฟ LED เริ่มเข้ามามีบทบาทในหลากหลายอุตสาหกรรม รวมไปถึงการกำเนิดแสงส่องสว่างภายในอาคารและบ้านเรือน ซึ่งข้อดีของหลอดไฟ LED นั้นมีมากมาย ทั้งในแง่ประโยชน์ในการใช้งานและการประหยัดพลังงานที่ถูกพัฒนาขึ้นมาให้แทนที่เทคโนโลยีการให้แสงส่องสว่างแบบเดิมที่ใช้กันอยู่ทั่วไป

คุณสมบัติของหลอด LED มีประโยชน์มากมาย ได้แก่ การกินไฟน้อยแต่มีประสิทธิภาพ การ ให้แสงสว่างสูงมาก มีอายุการใช้งานที่ยาวนานเมื่อเทียบกับ หลอดประเภทอื่นและยังสามารถควบคุมทิศทางการให้แสงสว่าง ในกรณีติดตั้งแทนหลอดไฟเดิมก็สามารถใช้โคมไฟเดิมได้โดยไม่ ต้องซื้อโคมไฟใหม่ ทำให้ประหยัดค่าใช้จ่ายในการเปลี่ยนหลอดไฟ ส่วนแสงสว่างที่แผ่ออกมาไม่มี ความร้อนและไม่มีแสง UV ปนออกมา ส่งผลให้อุณหภูมิห้องปกติ คุณสมบัติที่กล่าวมาทำให้หลอด LED ถูกจัดเป็น 1 ใน 5 เทคโนโลยีที่สำคัญที่สุดของโลก

ดังนั้นวงจรชาร์ตและวงจรขับ LED โดยใช้ไมโครคอนโทรลเลอร์ จึงมีความสำคัญ เพื่อที่จะทำให้การส่องสว่างของหลอด LED มีประสิทธิภาพและประหยัดพลังงานมากขึ้น

1.2 ความมุ่งหมายและวัตถุประสงค์ของการศึกษา

1.2.1 สร้างวงจร Power Supply โดยใช้หลักการของ Offline Switching ได้

1.2.2 สร้างวงจร MPPT Charger สำหรับ Solar Cell ได้

1.2.3 สร้างวงจรขับหลอด LED ที่สามารถเพิ่มลดความสว่างได้

1.2.4 สามารถนำวงจรขับหลอด LED นี้ไปประยุกต์ใช้งานได้จริงในชีวิตประจำวัน

1.3 สมมติฐาน

1.3.1 วงจรขับหลอด LED สามารถเพิ่มลดความสว่างของหลอด LED ได้ตามสภาพแสงด้านนอก

1.3.2 วงจรขับหลอด LED นี้สามารถทำงานได้ 10-12 ชั่วโมง

1.4 ขอบเขตการศึกษา

การศึกษาและการสร้างวงจรขับหลอด LED ในครั้งนี้ จะทำการศึกษาว่าค่าความถี่ที่ทำให้หลอด LED มีความสว่างมากที่สุด โดยจะทำการศึกษาและทดลองที่ความถี่ 3 ค่า ได้แก่ 800 Hz, 1000 Hz และ 1200 Hz โดยความถี่ทั้ง 3 มี Duty Cycle 50% และนำความถี่ที่ทำให้หลอด LED สว่างที่สุดไปใช้ในการขับหลอด LED

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1.5 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1.5.1 มีความรู้ความเข้าใจทั้งด้านทฤษฎีและด้านปฏิบัติในการสร้างวงจร Offline Switching Power Supply วงจร MPPT Charger และวงจรขับหลอด LED

1.5.2 สามารถนำวงจรขับหลอด LED นี้ไปใช้ในระบบส่องสว่างได้จริง

1.5.3 สามารถนำไปประยุกต์ใช้งานกับวงจรอื่นได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 2

ทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง

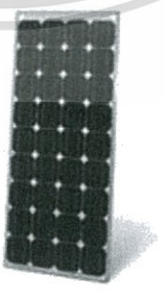
2.1 เซลล์แสงอาทิตย์

Solar Cell หรือ PV มีชื่อเรียกกันไปหลายอย่าง เช่น เซลล์แสงอาทิตย์ เซลล์สุริยะ หรือเซลล์ photovoltaic ซึ่งต่างก็มีที่มาจากคำว่า Photovoltaic โดยแยกออกเป็น photo หมายถึง แสง และ volt หมายถึง แรงดันไฟฟ้า เมื่อรวมคำแล้วหมายถึง กระบวนการผลิตไฟฟ้าจากการตกกระทบของแสงบนวัตถุที่มีความสามารถในการเปลี่ยนพลังงานแสงเป็นพลังงานไฟฟ้าได้โดยตรง แนวความคิดนี้ได้ถูกค้นพบมาตั้งแต่ ปี ค.ศ. 1839 แต่เซลล์แสงอาทิตย์ก็ยังไม่ถูกสร้างขึ้นมา จนกระทั่งใน ปี ค.ศ. 1954 จึงมีการประดิษฐ์เซลล์แสงอาทิตย์ และได้ถูกนำไปใช้เป็นแหล่งจ่ายพลังงานให้กับดาวเทียมในอวกาศ เมื่อ ปี ค.ศ. 1959 ดังนั้น สรุปได้ว่าเซลล์แสงอาทิตย์ คือ สิ่งประดิษฐ์ที่ทำจากสารกึ่งตัวนำ เช่น ซิลิคอน (Silicon), แกลเลี่ยม อาร์เซไนด์ (Gallium Arsenide), อินเดียม ฟอสไฟด์ (Indium Phosphide), แคดเมียม เทลเลอไรด์ (Cadmium Telluride) และคอปเปอร์ อินเดียม ไดเซเลไนด์ (Copper Indium Diselenide) เป็นต้น ซึ่งเมื่อได้รับแสงอาทิตย์โดยตรงก็จะเปลี่ยนเป็นพาหะนำไฟฟ้า และจะถูกแยกเป็นประจุไฟฟ้าบวกและลบเพื่อให้เกิดแรงดันไฟฟ้าที่ขั้วทั้งสองของเซลล์แสงอาทิตย์ เมื่อนำขั้วไฟฟ้าของเซลล์แสงอาทิตย์ต่อเข้ากับอุปกรณ์ไฟฟ้ากระแสตรง กระแสไฟฟ้าจะไหลเข้าสู่อุปกรณ์เหล่านั้น ทำให้สามารถทำงานได้

2.1.1 ชนิดของเซลล์แสงอาทิตย์

แบ่งตามวัสดุที่ใช้เป็น 3 ชนิดหลักๆ คือ

1. เซลล์แสงอาทิตย์ที่ทำจากซิลิคอน ชนิดผลึกเดี่ยว (Single Crystalline Silicon Solar Cell) หรือที่รู้จักกันในชื่อ Monocrystalline Silicon Solar Cell และชนิดผลึกรวม (Polycrystalline Silicon Solar Cell) ลักษณะเป็นแผ่นซิลิคอนแข็งและบางมาก



รูปที่ 2.1 เซลล์แสงอาทิตย์ชนิดผลึกเดี่ยว

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2. เซลล์แสงอาทิตย์ที่ทำจากอะมอร์ฟัสซิลิคอน (Amorphous Silicon Solar Cell) ลักษณะเป็นฟิล์มบางเพียง 0.5 ไมครอน (0.0005 มม.) น้ำหนักเบามาก และประสิทธิภาพเพียง 5-10%

รูปที่ 2.2 เซลล์แสงอาทิตย์ชนิดอะมอร์ฟัสซิลิคอน

3. เซลล์แสงอาทิตย์ที่ทำจากสารกึ่งตัวนำอื่นๆ เช่น แกลเลี่ยม อาร์เซไนด์, แคดเมียม เทลเลอไรด์ และคอปเปอร์ อินเดียม ไดเซเลไนด์ เป็นต้น มีทั้งชนิดผลึกเดี่ยว (Single Crystalline) และผลึกรวม (Polycrystalline) เซลล์แสงอาทิตย์ที่ทำจากแกลเลี่ยม อาร์เซไนด์ จะให้ประสิทธิภาพสูงถึง 20-25

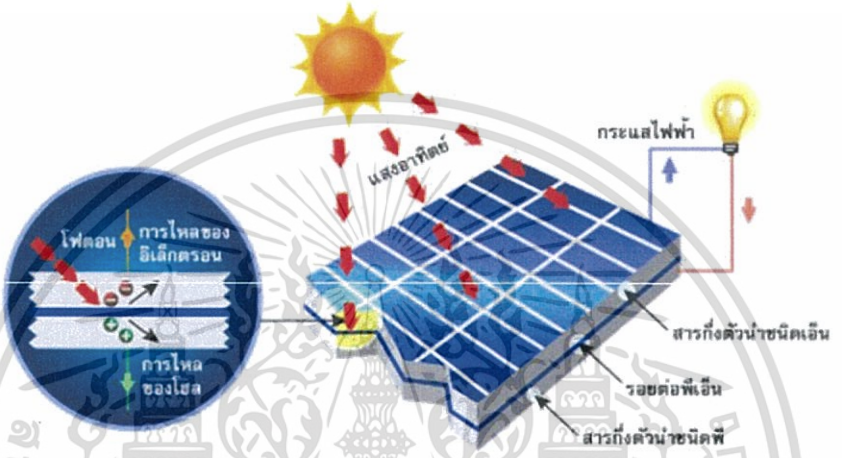
2.1.2 โครงสร้างของเซลล์แสงอาทิตย์

โครงสร้างที่นิยมมากที่สุด ได้แก่ รอยต่อพีเอ็นของสารกึ่งตัวนำ สารกึ่งตัวนำที่ราคาถูกที่สุดและมีมากที่สุดบนโลก คือ ซิลิคอน จึงถูกนำมาสร้างเซลล์แสงอาทิตย์ โดยนำซิลิคอนมาถลุง และผ่านขั้นตอนการทำให้บริสุทธิ์ จนกระทั่งทำให้เป็นผลึก จากนั้นนำมาผ่านกระบวนการแพร่ซึมสารเจือปนเพื่อสร้างรอยต่อพีเอ็น โดยเมื่อเติมสารเจือฟอสฟอรัส จะเป็นสารกึ่งตัวนำชนิดเอ็น (เพราะนำไฟฟ้าด้วยอิเล็กตรอนซึ่งมีประจุลบ) และเมื่อเติมสารเจือโบรอน จะเป็นสารกึ่งตัวนำชนิดพี (เพราะนำไฟฟ้าด้วยโฮลซึ่งมีประจุบวก) ดังนั้นเมื่อนำสารกึ่งตัวนำชนิดพีและเอ็นมาต่อกัน จะเกิดรอยต่อพีเอ็นขึ้น โครงสร้างของเซลล์แสงอาทิตย์ชนิดซิลิคอน อาจมีรูปร่างเป็นแผ่นวงกลมหรือสี่เหลี่ยมจัตุรัส ความหนา 200-400 ไมครอน (0.2-0.4 มม.) ผิวด้านรับแสงจะมีชั้นแพร่ซึมที่มีการนำไฟฟ้า ขั้วไฟฟ้าด้านหน้าที่รับแสงจะมีลักษณะคล้ายก้างปลาเพื่อให้ได้พื้นที่รับแสงมากที่สุด ส่วนขั้วไฟฟ้าด้านหลังเป็นขั้วโลหะเต็มพื้นผิว

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.1.3 หลักการทำงานทั่วไปของเซลล์แสงอาทิตย์

เมื่อมีแสงอาทิตย์ตกกระทบเซลล์แสงอาทิตย์ จะเกิดการสร้างพาหะนำไฟฟ้าประจุลบและบวกขึ้น ได้แก่ อิเล็กตรอนและ โฮล โครงสร้างรอยต่อพีเอ็นจะทำหน้าที่สร้างสนามไฟฟ้าภายในเซลล์ เพื่อแยกพาหะนำไฟฟ้าชนิดอิเล็กตรอนไปที่ขั้วลบ และพาหะนำไฟฟ้าชนิดโฮลไปที่ขั้วบวก (ปกติที่ฐานจะใช้สารกึ่งตัวนำชนิดพี ขั้วไฟฟ้าด้านหลังจึงเป็นขั้วบวก ส่วนด้านรับแสงใช้สารกึ่งตัวนำชนิดเอ็น ขั้วไฟฟ้าจึงเป็นขั้วลบ) ทำให้เกิดแรงดันไฟฟ้าแบบกระแสตรงที่ขั้วไฟฟ้าทั้งสอง เมื่อต่อให้ครบวงจรไฟฟ้าจะเกิดกระแสไฟฟ้าไหลขึ้น



รูปที่ 2.3 โครงสร้างและหลักการทำงานของเซลล์แสงอาทิตย์

2.2 แบตเตอรี่

แบตเตอรี่ เป็นอุปกรณ์ที่ประกอบด้วย เซลล์ไฟฟ้าเคมี หนึ่งเซลล์หรือมากกว่า ที่มีการเชื่อมต่อภายนอกเพื่อให้กำลังงานกับอุปกรณ์ไฟฟ้า แบตเตอรี่มี ขั้วบวก (cathode) และ ขั้วลบ (anode) ขั้วที่มีเครื่องหมายบวกจะมีพลังงานศักย์ไฟฟ้าสูงกว่าขั้วที่มีเครื่องหมายลบ ขั้วที่มีเครื่องหมายลบคือแหล่งที่มาของอิเล็กตรอนที่เมื่อเชื่อมต่อกับวงจรภายนอกแล้วอิเล็กตรอนเหล่านี้จะไหลและส่งมอบพลังงานให้กับอุปกรณ์ภายนอก เมื่อแบตเตอรี่เชื่อมต่อกับวงจรภายนอก สาร อิเล็กโทรไลต์ มีความสามารถที่จะเคลื่อนที่โดยทำตัวเป็นไอออน ยอมให้ปฏิกิริยาทางเคมีทำงานแล้วเสร็จในขั้วไฟฟ้าที่อยู่ห่างกัน เป็นการส่งมอบพลังงานให้กับวงจรภายนอก โดยทั่วไปแบตเตอรี่แบ่งออกเป็น 2 กลุ่มใหญ่ๆ ดังนี้ 1.แบตเตอรี่ชนิดประจุไฟฟ้าใหม่ได้ และ 2.แบตเตอรี่ชนิดประจุไฟฟ้าใหม่ไม่ได้ (ใช้แล้วทิ้ง) ซึ่งนิยมใช้อย่างแพร่หลายทั้งสองชนิด

1. แบตเตอรี่ใช้แล้วทิ้งเรียกอีกอย่างว่า เซลล์ปฐมภูมิ ใช้ได้ครั้งเดียว เนื่องจากไฟฟ้าที่ได้เกิดจากการเปลี่ยนแปลงของสารเคมีเมื่อสารเคมีเปลี่ยนแปลงหมดไฟฟ้าก็จะหมดจากแบตเตอรี่ แบตเตอรี่เหล่านี้เหมาะ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สำหรับใช้ในอุปกรณ์ขนาดเล็กและสามารถเคลื่อนย้ายได้สะดวก ใช้ไฟน้อยหรือในที่ที่ห่างไกลจากพลังงานไฟฟ้ากระแสสลับ

2. แบตเตอรี่ชนิดประจุไฟฟ้าใหม่ได้หรือ เซลล์ทุติยภูมิ สามารถประจุไฟฟ้าใหม่ได้หลังจากไฟหมด เนื่องจากสารเคมีที่ใช้ทำแบตเตอรี่ชนิดนี้สามารถทำให้กลับไปอยู่ในสภาพเดิมได้โดยการประจุไฟฟ้าเข้าไปใหม่ซึ่งอุปกรณ์ที่ใช้อัดไฟนี้เรียกว่า ชาร์จเจอร์ หรือ รีชาร์จเจอร์

รูปที่ 2.4 แบตเตอรี่

2.3 เครื่องประจุแบตเตอรี่

เครื่องประจุแบตเตอรี่ เป็นอุปกรณ์สำหรับใช้บรรจุพลังงานลงไปในเซลล์ทุติยภูมิหรือแบตเตอรี่ชนิดบรรจุซ้ำได้โดยขับดันกระแสไฟฟ้าลงไป เกณฑ์วิธีของการชาร์จหรือบรรจุไฟขึ้นกับขนาดและประเภทของแบตเตอรี่ที่ถูกบรรจุไฟ แบตเตอรี่บางประเภททนทานการบรรจุไฟเกินจำเป็นได้ดี และสามารถนำมาบรรจุซ้ำได้โดยเชื่อมต่อกับแหล่งศักย์ไฟฟ้าหรือแหล่งกระแสไฟฟ้าที่เสถียร เครื่องประจุแบตเตอรี่อย่างง่ายจำเป็นต้องถอดอุปกรณ์ออกเมื่อสิ้นสุดวัฏจักรการบรรจุไฟ หรืออาจมีเครื่องจับเวลาที่ตัดกระแสไฟฟ้า ณ จุดเวลาหนึ่ง แบตเตอรี่ประเภทอื่น ๆ ไม่สามารถทนการบรรจุไฟเกินจำเป็นอย่างยาวนานได้ เนื่องจากเครื่องประจุอาจมีวงจรตรวจจับอุณหภูมิหรือศักย์ไฟฟ้าและตัวควบคุมไมโครโพรเซสเซอร์สำหรับปรับกระแสไฟฟ้าที่บรรจุไฟอยู่ กำหนดสภานะของประจุ และตัดกระแสไฟฟ้าเมื่อบรรจุไฟเสร็จวงจรอัดประจุแบตเตอรี่ที่นิยมใช้ร่วมกับโซล่าเซลล์มีอยู่ 2 ประเภท

2.3.1 PWM (Pulse Width Modulation)

หลักการทำงาน ก็คือ ควบคุมความถี่ของคลื่นไฟฟ้าจากแผงโซล่าเซลล์ให้คงที่ ด้วยระบบดิจิตอล (Digital) เพื่อให้ประหยัดพลังงาน และสามารถควบคุมการประจุไฟเข้าสู่แบตเตอรี่ได้เป็นอย่างดี ทำให้แบตเตอรี่ไม่เสื่อมเร็ว มีฟังก์ชั่นไฟแสดงสถานะการทำงานที่เชื่อมต่อกับอุปกรณ์ต่างๆ เช่น การทำงานของแผงโซล่าเซลล์/ ระดับการเก็บประจุของแบตเตอรี่ (ไฟเต็ม/ ไฟกลาง/ ไฟน้อย หรือใกล้หมด) / การจ่ายไฟ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

DC ให้เครื่องใช้ไฟฟ้าDC ที่กำลังต่อเชื่อมวงจร มีระบบการตัดไฟอัตโนมัติ ในกรณีไฟแบตเตอรี่ใกล้หมด เพื่อป้องกันแบตเตอรี่เสีย/ เสื่อมสภาพ เนื่องจากการใช้ไฟเกินกำลัง (Over Charge/ Over Discharge Protection)

2.3.2 MPPT (Maximum Power Point Tracking)

หลักการทำงานของตัวนี้ ก็คือ มีระบบไมโครโพรเซสเซอร์ หรือตัวจับสัญญาณ คอยควบคุมดูแลสัญญาณไฟฟ้าที่ได้จากแผงโซล่าเซลล์ เปรียบเทียบกับแรงดันกระแสในแบตเตอรี่ และเลือกสัญญาณไฟฟ้าที่สูงที่สุดจากแผงเพื่อประจุลงในแบตเตอรี่ให้เต็มที่ตลอดเวลา ดังนั้นจึงหมดห่วงเมื่อใช้อุปกรณ์ชนิดนี้ ขณะที่สภาพแสงแดดภายนอกไม่คงที่ แสงแดดอ่อนๆ ในช่วงเช้า/ ช่วงเย็น หรือตอนครึ้มๆ ก่อน/หลังฝนตก

2.4 บอร์ดอาร์ดูโน่ (Arduino)

เป็นบอร์ดไมโครคอนโทรเลอร์ตระกูล AVR ที่มีการพัฒนาแบบ Open Source คือมีการเปิดเผยข้อมูลทั้งด้าน Hardware และ Software ตัว บอร์ด Arduino ถูกออกแบบมาให้ใช้งานได้ง่าย ดังนั้นจึงเหมาะสำหรับผู้เริ่มต้นศึกษา ทั้งนี้ผู้ใช้งานยังสามารถดัดแปลง เพิ่มเติม พัฒนาต่อยอดทั้งตัวบอร์ด หรือโปรแกรมต่อได้อีกด้วย

ความง่ายของบอร์ด Arduino ในการต่ออุปกรณ์เสริมต่างๆ คือผู้ใช้งานสามารถต่อวงจรอิเล็กทรอนิกส์จากภายนอกแล้วเชื่อมต่อเข้ามาที่ขา I/O ของบอร์ด หรือเพื่อความสะดวกสามารถเลือกต่อกับบอร์ดเสริม (Arduino Shield) ประเภทต่างๆ

2.4.1 Arduino UNO R3

เป็นบอร์ด Arduino ที่ได้รับความนิยมมากที่สุด เนื่องจากราคาไม่แพง ส่วนใหญ่โปรเจคและไลบารี่ต่างๆ ที่พัฒนาขึ้นมา จะสนับสนุนและอ้างอิงบอร์ดนี้เป็นหลักโดยบอร์ด Arduino UNO R3 มีรายละเอียดของบอร์ดดังนี้

1. USB Port 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/O Port 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

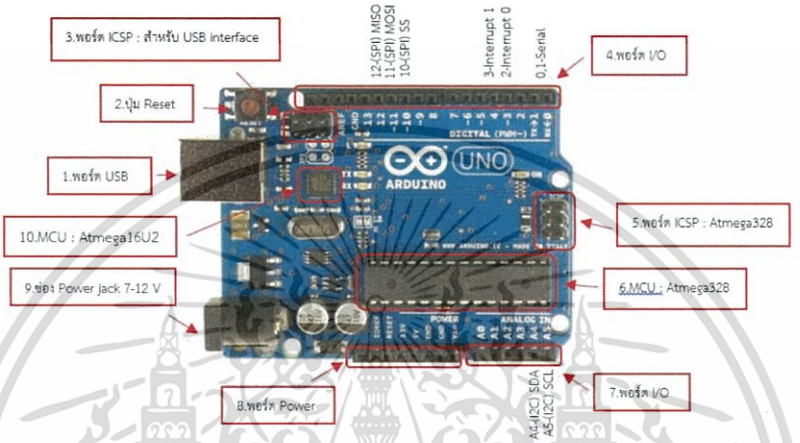
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

7. I/OPort นอกจากจะเป็น Digital I/O แล้วยังเปลี่ยนเป็น ช่องรับสัญญาณอนาล็อกตั้งแต่ขา 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 ผ่าน Atmega16U2



รูปที่ 2.5 โครงสร้างของบอร์ด Arduino UNO R3

2.4.2 ภาษาซีกับ Arduino

ในการเขียนโปรแกรมสำหรับบอร์ด Arduino จะต้องเขียนโปรแกรมโดยใช้ภาษาของ Arduino (Arduino Programming Language) ซึ่งตัวภาษาของ Arduino ก็นำเอาโอเพ่นซอร์สโปรเจ็กต์ชื่อ Wiring มาพัฒนาต่อ ภาษา ของ Arduino แบ่งได้เป็น 2 ส่วนหลักคือ

1. โครงสร้างภาษา (Structure) ตัวแปรและค่าคงที่
2. ฟังก์ชั่น (Function)

ภาษาของ Arduino จะอ้างอิงตามภาษา C/C++ จึงอาจกล่าวได้ว่าการเขียนโปรแกรมสำหรับ Arduino (ซึ่งก็รวมถึงบอร์ด Arduino) ก็คือการเขียนโปรแกรมภาษา C โดยเรียกใช้ฟังก์ชั่นและไลบรารีที่ทาง Arduino ได้ เตรียมไว้ให้แล้ว ซึ่งสะดวกและทำให้ผู้ที่ไม่มีความรู้ด้านไมโครคอนโทรลเลอร์อย่างลึกซึ้งสามารถเขียนโปรแกรม สั่งงานได้ในบทนี้จะอธิบายถึงโครงสร้างโปรแกรมของ Arduino แบ่งได้เป็นสองส่วนคือ void setup() และ void loop()

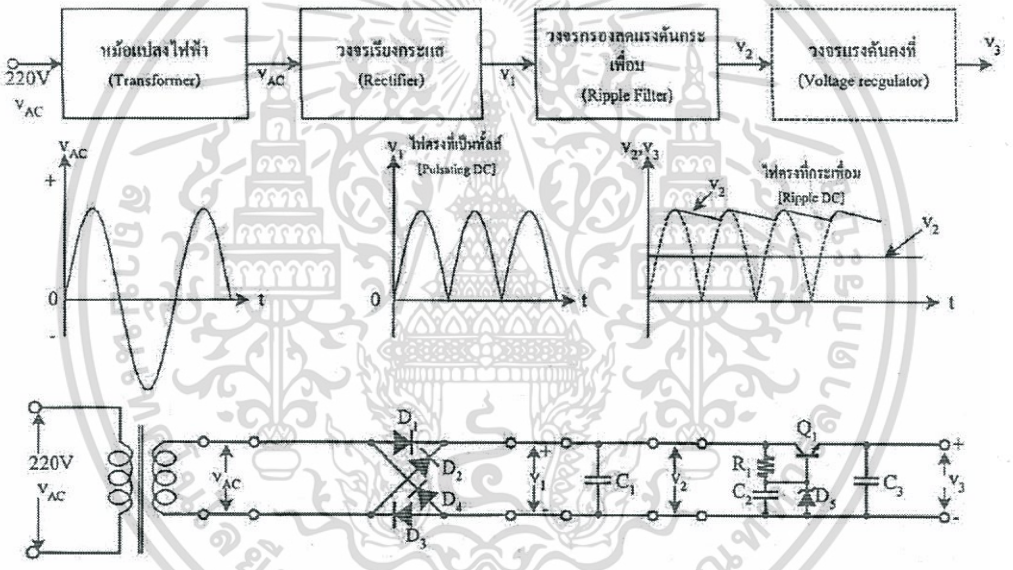
โดยฟังก์ชั่น setup() เมื่อโปรแกรมทำงานจะทำคำสั่งของฟังก์ชั่นนี้เพียงครั้งเดียว ใช้ในการกำหนดค่า เริ่มต้นของการทำงานส่วนฟังก์ชั่น loop() เป็นส่วนทำงานโปรแกรมจะทำคำสั่งในฟังก์ชันนั่นต่อเนื่องกันตลอดเวลา โดยปกติใช้กำหนดโหมดการทำงานของขาต่างๆ กำหนดการสื่อสารแบบอนุกรม ฯลฯ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ส่วนของ loop() เป็นโค้ดโปรแกรมที่ทำงาน เช่น อ่านค่าอินพุต ประมวลผล สั่งงานเอาต์พุต ฯลฯ โดยส่วน กำหนดค่าเริ่มต้น เช่นตัวแปรจะต้องเขียนที่ส่วนหัวของโปรแกรมก่อนถึงตัวฟังก์ชั่น นอกจากนั้นยังต้องคำนึงถึง ตัวพิมพ์ เล็ก-ใหญ่ ของตัวแปรและชื่อฟังก์ชันนั้นให้ถูกต้อง

2.5 พาวเวอร์ซัพพลาย

การทำงานของพาวเวอร์ซัพพลายขั้นแรกจะทำการแปลงแรงดันไฟฟ้ากระแสสลับให้มีขนาดลดลง จากนั้นนำไฟฟ้ากระแสสลับผ่านวงจรเรียงกระแสจะได้ไฟฟ้ากระแสตรงที่มีการกระเพื่อมสูง แล้วนำไปเข้าวงจรลดแรงดันกระเพื่อม ไฟฟ้ากระแสตรงที่ผ่านวงจรกรองแรงดันกระเพื่อมแล้วจะสามารถนำไปใช้กับวงจรอิเล็กทรอนิกส์ได้



รูปที่ 2.6 แผนภาพโครงสร้างการทำงานของพาวเวอร์ซัพพลาย

2.5.1 โครงสร้างของพาวเวอร์ซัพพลาย

2.5.1.1 หม้อแปลงไฟฟ้า

หม้อแปลง หรือหม้อแปลงไฟฟ้า (อังกฤษ: transformer, ออกเสียง) เป็นอุปกรณ์ไฟฟ้า ที่ใช้ในการส่งผ่านพลังงานจากวงจรไฟฟ้าหนึ่งไปยังอีกวงจรโดยอาศัยหลักการของแม่เหล็กไฟฟ้า โดยปกติจะใช้เชื่อมโยงระหว่างระบบไฟฟ้าแรงสูง และไฟฟ้าแรงต่ำ หม้อแปลงเป็นอุปกรณ์หลักในระบบส่งกำลังไฟฟ้า

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.5.1.2 วงจรเรียงกระแส

วงจรเรียงกระแสคือวงจรไฟฟ้าที่มีคุณสมบัติในการแปลงสัญญาณกระแสสลับให้กลายเป็นสัญญาณไฟฟ้ากระแสตรงหรือมีคุณสมบัติยอมให้ไฟฟ้าไหลผ่านไปในทิศทางเดียว อุปกรณ์ใช้ในการแปลงสัญญาณได้คือ ไดโอด

2.5.1.3 วงจรฟิลเตอร์

วงจรฟิลเตอร์เป็นวงจรที่ใช้สำหรับกรองแรงดันไฟฟ้าจากวงจรเร็คติไฟร์ให้มีการกระเพื่อมลดลงเนื่องจากแรงดันที่ได้จากวงจรเร็คติไฟร์ที่เรียกว่าพัลส์เซติงดีซี (pulsating DC) วงจรฟิลเตอร์ที่นิยมใช้ในปัจจุบันคือวงจรคาปาซิสเตอร์ฟิลเตอร์จะอยู่ระหว่างวงจรเร็คติไฟร์กับโหลด

2.5.1.4 วงจรรักษาระดับแรงดัน

เป็นวงจรที่ใช้รักษาระดับแรงดันทางออกให้คงที่แม้ว่ากระแสไฟฟ้าที่ทางออกหรือระดับแรงดันทางเข้าหรือทั้ง 2 อย่างมีการเปลี่ยนแปลง

- สาเหตุที่1 เกิดจากการเปลี่ยนแปลงระดับแรงดันของแหล่งจ่ายไฟจากสายไฟตามบ้านซึ่งเปลี่ยนแปลงได้ถึง 20%
- สาเหตุที่ 2 เกิดจากการเปลี่ยนแปลงระดับแรงดันทางออกได้แก่การเปลี่ยนแปลงกระแสโหลดเพราะแหล่งจ่ายไฟทุกชนิดจะมีค่าความต้านทานภายในที่เรียกว่าความต้านทานแหล่งจ่าย

2.5.1.5 วงจรป้องกันการลัดวงจร

ในเครื่องจ่ายไฟฟ้ากระแสตรงนั้นจำเป็นต้องมีวงจรป้องกัน เช่น ป้องกันการจ่ายกระแสไม่ให้เกินกับที่วงจรออกแบบไว้ เพื่อไม่ให้วงจรได้รับความเสียหายเมื่อต่อกับโหลดที่ต้องการกระแสมากเกินพิกัด ซึ่งสามารถใช้อุปกรณ์หลายชนิดในวงจรป้องกันนี้ เช่น ออปแอมป์ ทรานซิสเตอร์ เป็นต้นซึ่งการใช้งานก็ขึ้นอยู่กับความเหมาะสมในแต่ละวงจร

2.6 เซ็นเซอร์แสง (Optical Sensor)

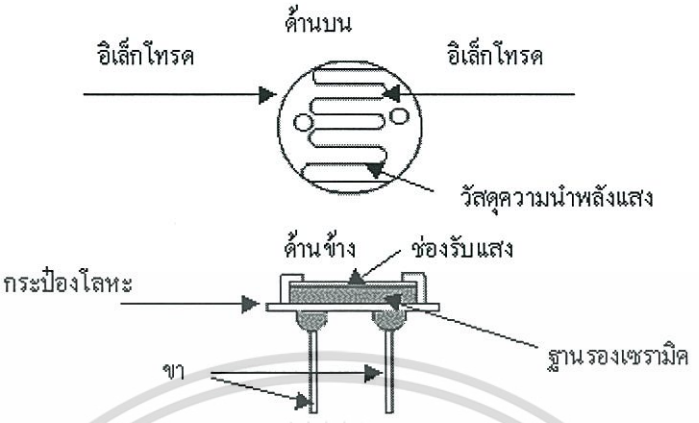
คืออุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ที่เปลี่ยนแปลงค่าความต้านทาน หรือการนำไฟฟ้า ที่ไหลผ่านตัวมันได้เมื่อมีแสงมาตกกระทบ มีหลายชนิด แต่พูดถึงชนิดที่ใช้ LDR

2.6.1 LDR (Light Dependent Resistor)

คือตัวต้านทานปรับค่าตามแสง ตัวต้านทานชนิดนี้สามารถเปลี่ยนความนำไฟฟ้าได้เมื่อมีแสงมาตกกระทบ โฟโตรีซีสเตอร์ (Photo Resistor) หรือ โฟโตคอนดัคเตอร์ (Photo Conductor) เป็นตัวต้านทานที่ทำมาจากสารกึ่งตัวนำ (Semiconductor) ประเภทแคดเมี่ยมซัลไฟด์ (Cds : Cadmium

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Sulfide) หรือ แคดเมี่ยมซิลินายส์ CdSe : Cadmium Selenide) ซึ่งทั้งสองตัวนี้ก็เป็นสารประเภทกึ่งตัวนำเอามาฉาบลงบนแผ่นเซรามิกที่ใช้เป็นฐานรองแล้วต่อขาจากสารที่ฉาบไว้ออกมา



รูปที่ 2.7 โครงสร้างของ LDR

2.6.1.1 การทำงานของ LDR

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

รูปที่ 2.8 สัญลักษณ์ของ LDR

2.7 LED (Light Emitting Diode)

LED ย่อมาจากคำว่า Light Emitting Diode โดยการทำงานนั้นจะคล้ายๆกับการทำงานของ ไดโอด บางคนอาจจะเรียก LED ว่า ไดโอดเปล่งแสง ซึ่งประกอบด้วยสารกึ่งตัวนำชนิด P และ N ประกบกันมีผิวข้างหนึ่งเรียบเป็นมันคล้ายกระจก เมื่อ LED ถูกไบแอสตรง จะทำให้อิเล็กตรอนที่สารกึ่งตัวนำชนิด N มีพลังงานสูงขึ้นจนสามารถวิ่งข้ามรอยต่อไปรวมกับโฮลใน P การที่อิเล็กตรอนเคลื่อนที่ผ่านรอยต่อ PN ทำให้เกิดกระแสไหล เป็นผลให้ระดับพลังงานของอิเล็กตรอนเปลี่ยนไปและคายพลังงานออกมาในรูปคลื่นแสง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สีของแสงที่เกิดจากรอยต่อจะขึ้นอยู่กับชนิดของวัสดุที่นำมาใช้ในการสร้าง LED ทั้งชนิดที่เป็นของเหลวและก๊าซ เช่น ใช้แกลเลียมฟอสไฟด์ (GALLIUM PHOSPHIDE,GaP) ทำให้เกิดแสงสีแดง ใช้แกลเลียมอาซีไนด์ ฟอสไฟด์ (GALLIUM ARSENIDE PHOSPHIDE,GaAsP) เกิดแสงสีเหลืองและเขียวการควบคุมปริมาณแสงสว่างจะควบคุมกระแสที่ไหลผ่านหลอด LED หากกระแสที่ไหลสูงมากไปจะทำให้หลอดมีความสว่างมาก แต่หากป้อนกระแสสูงมากไปจะทำให้บริเวณรอยต่อของสารกึ่งตัวนำเกิดความร้อนปริมาณมากจนทำให้โครงสร้างหลอดเสียหายไม่สามารถใช้งานได้

2.7.1 High Power LED

LED แบบทั่วๆไปจะเปล่งแสงโดยไม่มีความร้อนเกิดขึ้น หรือเกิดขึ้นน้อยมากจนเราสามรถใช้มือเปล่าสัมผัสได้ แต่ถ้าเป็น LED แบบ High Power LED หรือ LED กำลังสูง ซึ่ง LED ชนิดนี้จะให้แสงสว่างสูงมากๆ จะมีความร้อนเกิดขึ้นมากจึงต้องมีอุปกรณ์ที่ใช้ระบายความร้อนอย่าง ฮีทซิงค์ (Heat Sink) ส่วนใหญ่ทำมาจาก อลูมิเนียมซึ่งมีคุณสมบัติคือ หลอมขึ้นรูปได้ง่าย น้ำหนักเบา และพาความร้อนได้ดี

รูปที่ 2.9 LED แบบต่างๆ

2.7.2 ข้อดีและข้อเสียของ LED

โดยข้อดีของหลอด LED มีดังนี้

1. ข้อดีคือ แสงจากหลอด LED มีอัตราการกระพริบที่สูงมาก (แทบจะไม่มีการกระพริบ) จึงออกมาเป็นธรรมชาติ สบายตา ถนอมสายตา เหมาะสำหรับงานแสงสว่างทั่วไป

2. มีอายุการใช้งานนานกว่า ข้อมูลจากการทดสอบของผู้ผลิตหลอดยืนยัน ว่าการใช้งานอย่างถูกวิธีและเหมาะสม สามารถที่จะทำให้ หลอดLED มีอายุใช้งานได้ถึง 60,000 ชั่วโมง โดยความสว่างไม่ลดลง เมื่อเทียบกับหลอดไส้ ที่มีอายุการใช้งานเพียงแค่ 1,000 ชั่วโมง หรือหลอดฟลูออเรสเซนต์ มีอายุการใช้งานประมาณ 10,000 ชั่วโมง เท่านั้น ถือว่า หลอดled มีอายุการใช้งานที่ยาวนานกว่ามาก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หลอดLED ให้แสงในทิศทางตรง

3. หลอดLED ทนต่อแรงกระแทก สั่นสะเทือน และทนการกัดกร่อนได้ดี

4. ประหยัดพลังงาน

5. หลอดLED ติดตั้งได้ในพื้นที่แคบและจำกัด และใช้งานในสภาพแวดล้อมที่ติดไฟได้

6. หลอดLED ไม่เป็นอันตราย ไม่มีสารปรอท หรือสารพิษ ในการบรรจุ ดังนั้นจึงไม่เป็นอันตรายทั้งต่อมนุษย์และสิ่งแวดล้อม

7. หลอดLED มีการบำรุงรักษาต่ำ

8. หลอดLED ใช้งานในที่เย็นจัดได้ หลอดไฟled สามารถใช้งานในที่เย็นจัดได้ถึง -40 C โดยไม่ต้องมีการอุ่นไส้ และยังสามารถที่จะเปิดติดได้ทันที

9. หลอดLEDไม่มีรังสี UV

ข้อเสียหลอด LED มีดังนี้

1. ราคาหลอดไฟ led ค่อนข้างสูง

2. ความไวต่ออุณหภูมิ ประสิทธิภาพ LED ส่วนใหญ่ขึ้นอยู่กับอุณหภูมิแวดล้อมของสภาพแวดล้อมการทำงาน การที่เร่งอุณหภูมิของแอลอีดี จะทำให้ลดอายุการใช้งาน และอาจจะทำให้เกิดความเสียหายได้ จึงจำเป็นต้องติดตั้ง Heat Sink ที่เหมาะกับการใช้งาน

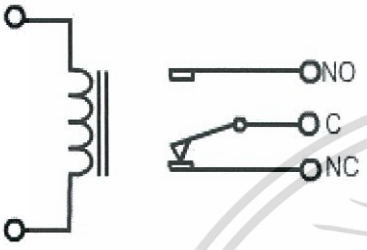
2.8 LED Driver

คือวงจรที่ทำหน้าที่ควบคุมกระแสและแรงดันที่ผ่าน LED เพื่อไม่ให้กระแสหรือแรงดันที่ผ่าน LED มากหรือน้อยจนเกินไป หากกระแสที่ไหลผ่าน LED มีค่ามากจนเกินไปแล้ว LED มีการระบายความร้อนที่ไม่ดีพอ อาจจะทำให้ LED นั้นเสียหายและอายุการใช้งานสั้นลง แต่ในการใช้งานทั่วไปนั้น บริษัทผู้ผลิต LED ขาย เขามักไม่ใช้ LED Driver กันเพราะมันเป็นการประหยัดต้นทุน เพื่อที่จะสามารถขาย LED ได้ในราคาที่ถูกลง ทำให้บางครั้ง

LED ที่ใช้ในท้องตลาด จะอายุการใช้งานน้อยกว่า LED ที่มีไดร์ฟเวอร์ และการที่ LED มีวงจรไดร์ฟเวอร์จะสามารถทำให้เราใช้ สัญญาณขนาดเล็กจาก CPU ในการควบคุมการทำงานของหลอด LED ได้อีกด้วย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.9 Relay (รีเลย์)



รูปที่ 2.10 รีเลย์

รีเลย์เป็นอุปกรณ์ที่เปลี่ยนพลังงานไฟฟ้าให้เป็นพลังงานแม่เหล็ก เพื่อใช้ในการดึงดูดหน้าสัมผัสของคอนแทคให้เปลี่ยนสภาวะ โดยการป้อนกระแสไฟฟ้าให้กับขดลวด เพื่อทำการปิดหรือเปิดหน้าสัมผัสคล้ายกับสวิตช์อิเล็กทรอนิกส์ ใช้ในการควบคุมวงจรต่าง ๆ ในงานอิเล็กทรอนิกส์

หน้าที่ของรีเลย์

เป็นอุปกรณ์ไฟฟ้าที่ใช้ตรวจสอบสภาพการณ์ของทุกส่วน ในระบบกำลังไฟฟ้าอยู่ตลอดเวลาหากระบบมีการทำงานที่ผิดปกติ รีเลย์จะเป็นตัวสั่งการให้ตัดส่วนที่ลัดวงจรหรือส่วนที่ทำงานผิดปกติ ออกจากระบบทันที

รีเลย์ประกอบด้วยส่วนสำคัญ 2 ส่วนหลัก

1. ส่วนของขดลวด (coil) เหนี่ยวนำกระแสต่ำ ทำหน้าที่สร้างสนามแม่เหล็กไฟฟ้าให้แกนโลหะไปกระทุ้งให้หน้าสัมผัสต่อกัน ทำงานโดยการรับแรงดันจากภายนอกต่อคร่อมที่ขดลวดเหนี่ยวนำนี้ เมื่อขดลวดได้รับแรงดัน (ค่าแรงดันที่รีเลย์ต้องการขึ้นกับชนิดและรุ่นตามที่ผู้ผลิตกำหนด) จะเกิดสนามแม่เหล็กไฟฟ้าทำให้แกน โลหะด้านในไปกระทุ้งให้แผ่นหน้าสัมผัสต่อกัน

2. ส่วนของหน้าสัมผัส (contact) ทำหน้าที่เหมือนสวิตช์จ่ายกระแสไฟให้กับอุปกรณ์ที่เราต้องการ

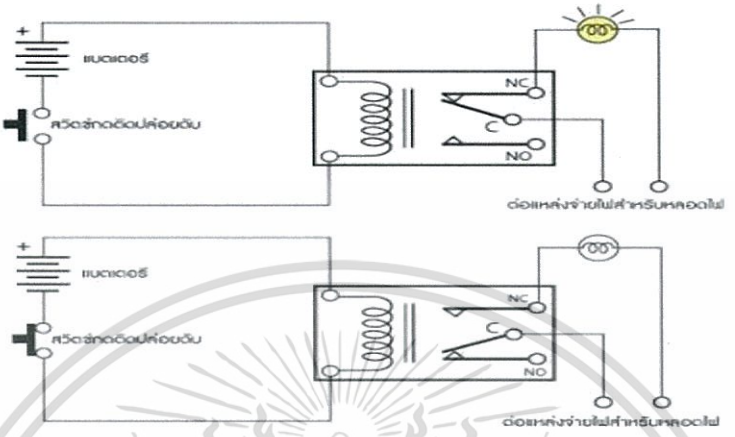
<u>จุดต่อใช้งานมาตรฐาน</u>

จุดต่อ NC ย่อมาจาก normal close หมายความว่าปกติดปิด หรือ หากยังไม่จ่ายไฟให้ขดลวดเหนี่ยวนำหน้าสัมผัสจะติดกัน โดยทั่วไปเรามักต่อจุดนี้เข้ากับอุปกรณ์หรือเครื่องใช้ไฟฟ้าที่ต้องการให้ทำงานตลอดเวลา

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จุดต่อ NO ย่อมาจาก normal open หมายความว่าปกติเปิด หรือหากยังไม่จ่ายไฟให้ขดลวดเหนี่ยวนำหน้าสัมผัสจะไม่ติดกัน โดยทั่วไปเรามักต่อจุดนี้เข้ากับอุปกรณ์หรือเครื่องใช้ไฟฟ้าที่ต้องการควบคุมการเปิดปิดเช่นโคมไฟสนามหนือหน้าบ้าน

จุดต่อ C ย่อมากจาก common คือจุดร่วมที่ต่อมาจากแหล่งจ่ายไฟ



รูปที่ 2.11 การทำงานของรีเลย์

<u>ประเภทของรีเลย์</u>

แบ่งออกตามลักษณะการใช้งานได้เป็น 2 ประเภทคือ

1. รีเลย์กำลัง (power relay) หรือมักเรียกกันว่าคอนแทกเตอร์ (Contactor or Magneticcontactor)ใช้ในการควบคุมไฟฟ้ากำลัง มีขนาดใหญ่กว่ารีเลย์ธรรมดา

2. รีเลย์ควบคุม (control Relay) มีขนาดเล็กกำลังไฟฟ้าต่ำ ใช้ในวงจรควบคุมทั่วไปที่มีกำลังไฟฟ้าไม่มากนัก หรือเพื่อการควบคุมรีเลย์หรือคอนแทกเตอร์ขนาดใหญ่ รีเลย์ควบคุม บางทีเรียกกันง่าย ๆ ว่า "รีเลย์"

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

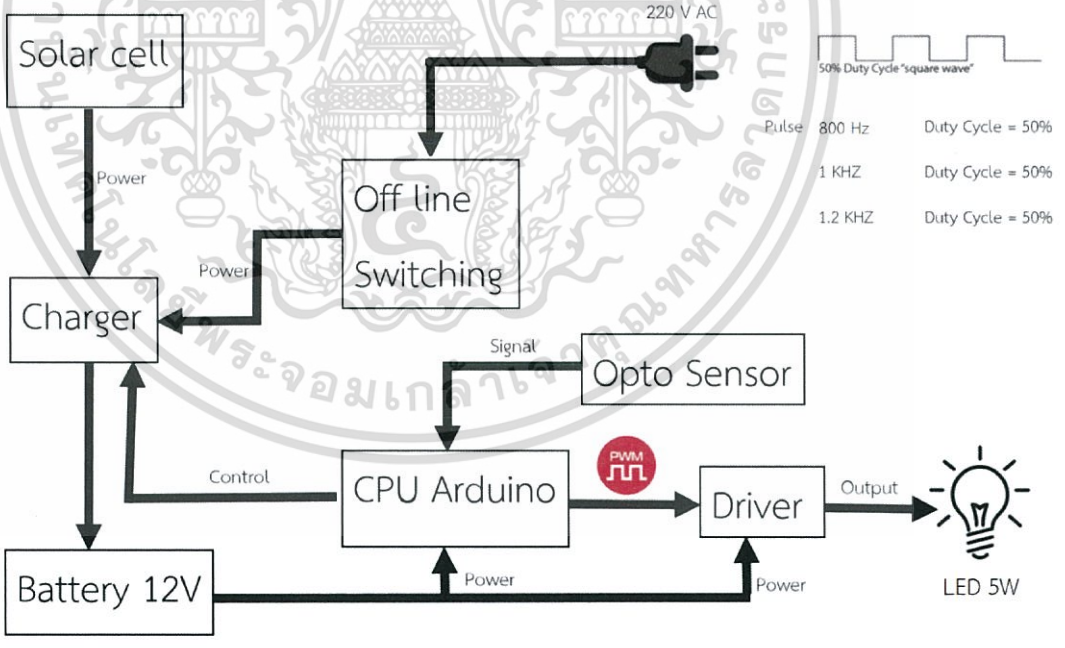
บทที่ 3

การคำนวณและการออกแบบ

3.1 โครงสร้างทำงานของวงจรโดยรวม

ส่วนประกอบหลักของวงจรประกอบไปด้วย

1. แผงโซล่าเซลล์ ทำหน้าที่เปลี่ยนพลังงานแสงอาทิตย์เป็นพลังงานไฟฟ้าที่ใช้ในวงจร
2. แบตเตอรี่ ทำหน้าที่เก็บสะสมพลังงานไฟฟ้าที่ได้จากแผงโซล่าเซลล์
3. วงจรประจุแบตเตอรี่ ทำหน้าที่ประจุพลังงานไฟฟ้าจากไฟบ้านและแผงโซล่าเซลล์
4. พาวเวอร์ซัพพลาย ทำหน้าที่จ่ายพลังงานไฟฟ้าไปเก็บในแบตเตอรี่ในกรณีที่โซล่าเซลล์ผลิตพลังงานไฟฟ้าได้ไม่เพียงพอ
5. เซนเซอร์แสง ทำหน้าที่รับและวัดค่าความเข้มแสง
6. คอนโทรลเลอร์ ทำหน้าที่ควบคุมการทำงานของวงจรประจุแบตเตอรี่ และวงจรขับเกต
7. วงจรขับเกต ทำหน้าที่นำพลังงานที่สะสมในแบตเตอรี่ไปขับตัวหลอด LED



รูปที่ 3.1 บล็อกไดอะแกรมการทำงานของวงจร

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.2 การคำนวณขนาดแบตเตอรี่

เราสามารถคำนวณหานาดแบตเตอรี่ที่เพียงพอต่อการใช้งานได้จากสมการ

$$\text{Ah} = \frac{\text{ค่าพลังงานที่ใช้}}{\text{แรงดันแบตเตอรี่} \times 0.6}$$

โดย พลังงานที่ใช้มี LED 5W 1ดวง ต้องการให้สว่างนานถึง10ชั่วโมง

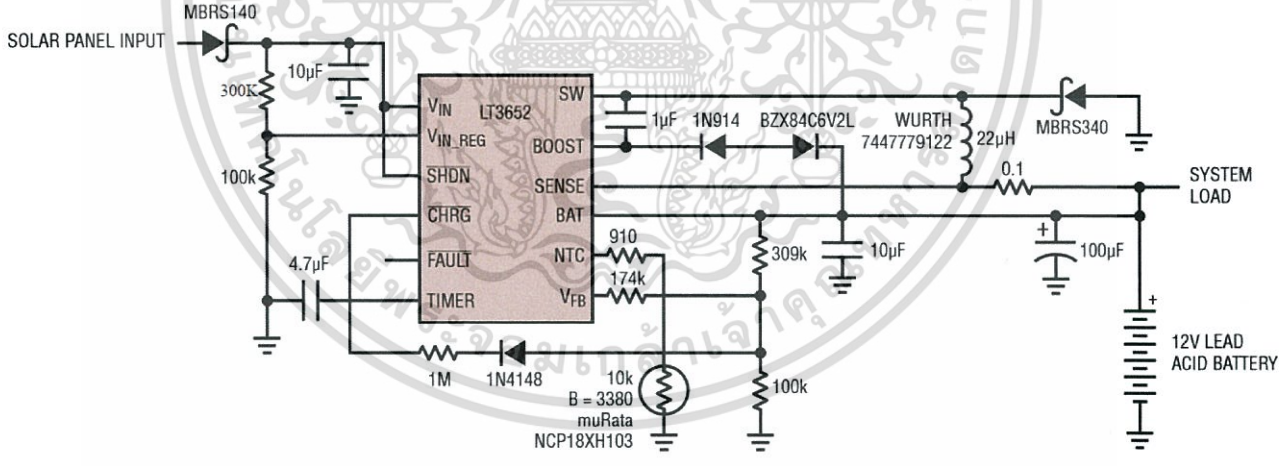
แรงดันแบตเตอรี่ 12V

$$\text{Ah} = \frac{5\text{W} \times 10\text{Hour}}{12\text{V} \times 0.6} = 6.94\text{Ah}$$

ดังนั้นแบตเตอรี่ที่ใช้งานถึงมีขนาด 12V 7Ah เป็นอย่างต่ำ

3.3 การออกแบบวงจรประจุแบตเตอรี่

ในการออกแบบวงจรประจุแบตเตอรี่ผู้จัดทำได้เลือกใช้ไอซีเบอร์ LT3652 ซึ่งเป็นไอซี Power Tracking Battery Charger for Solar Power โดยสามารถรับแรงดันอินพุตได้ตั้งแต่ 4.95V ถึง 32V สามารถกำหนดกระแสชาร์จได้สูงสุด 2A ซึ่งกำหนดโดยค่า R_{sense} และกำหนดระดับแรงดันFloatได้ถึง 14.4V โดยวงจรที่ออกแบบมีดังนี้



รูปที่ 3.2 วงจรที่ทำการออกแบบ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.3.1 การคำนวณค่า R_{sense} เพื่อให้ได้ค่ากระแสชาร์จที่ต้องการ

ค่ากระแสชาร์จสูงสุดที่ตัววงจรจะสามารถจ่ายให้แบตเตอรี่สามารถกำหนดได้จากสมการ

$$R_{sense} = \frac{0.1}{I_{CHG(MAX)}}$$

$$R_{sense} = \frac{0.1}{1.5} = 0.067\ \Omega$$

3.3.2 การกำหนดแรงดันอินพุต

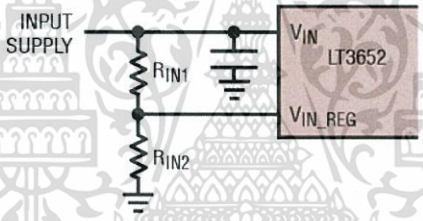
เราสามารถกำหนด $V_{in(min)}$ ได้จากสมการดังนี้

$$\frac{R_{in1}}{R_{in2}} = \frac{V_{in(min)}}{2.7} - 1$$

$$\frac{R_{in1}}{R_{in2}} = \frac{16}{2.7} - 1 = 4.93$$

$$R_{in1} = 4.99k\Omega$$

$$R_{in2} = 100k\Omega$$



รูปที่ 3.3 ลักษณะการต่อตัวต้านทานที่ใช้

3.3.3 การกำหนดระดับแรงดัน Float

เราสามารถกำหนดระดับแรงดัน float ได้จากสมการดังนี้

$$\frac{R_{FB2}}{R_{FB1}} = \frac{3.3}{V_{BAT(FLT)} - 3.3}$$

$$\frac{R_{FB2}}{R_{FB1}} = \frac{3.3}{13.5 - 3.3} = 0.323$$

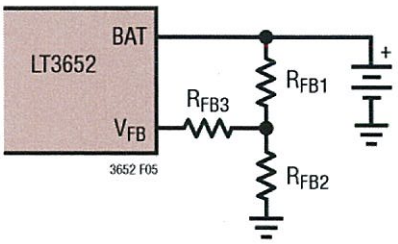
$$R_{FB2} = 100K\Omega$$

$$R_{FB1} = 300K\Omega$$

$$R_{FB1} || R_{FB2} = 75K\Omega$$

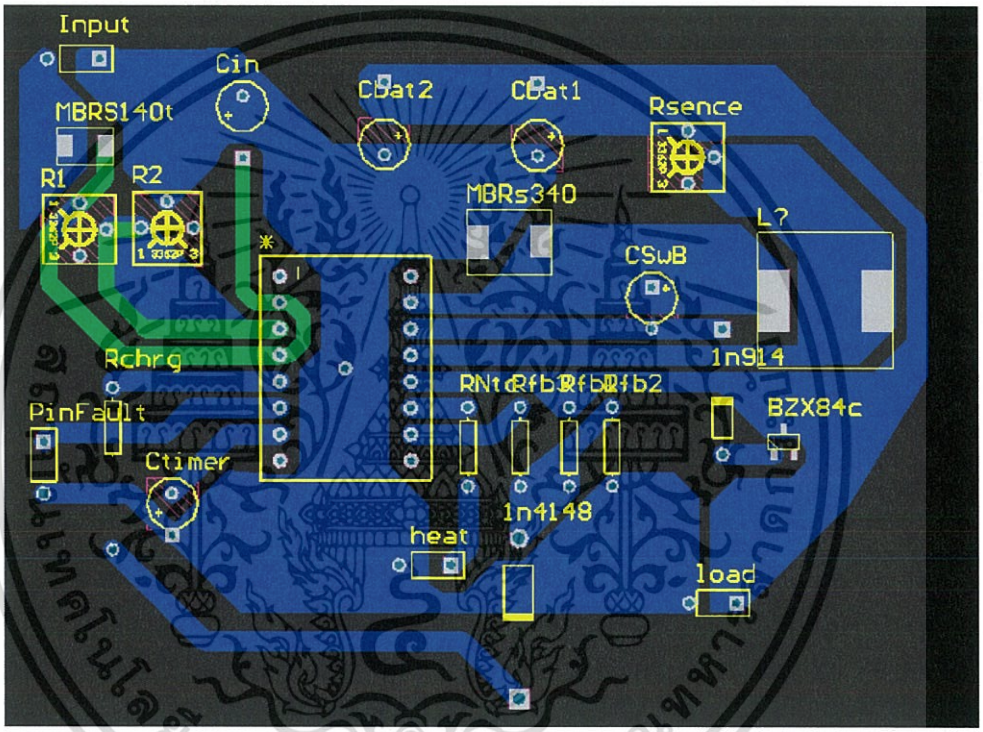
$$R_{FB3} = 250K - 75K = 175K\Omega$$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3.4 ลักษณะการต่อตัวต้านทานที่ใช้

3.3.4 การออกแบบลายปริ้นของวงจร

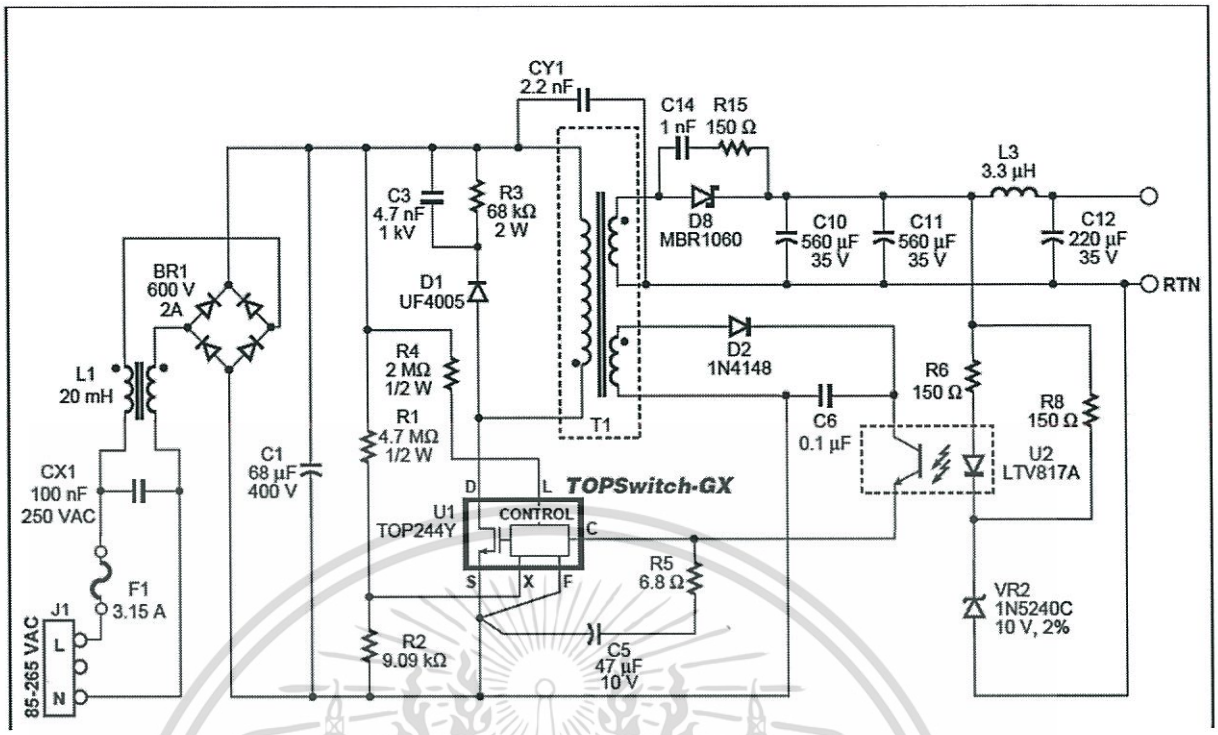


รูปที่ 3.5 ลายปริ้นของวงจรประจุแบตเตอรี่

3.4 การออกแบบวงจรพาวเวอร์ซัพพลาย

ในการออกแบบวงจรผู้จัดทำได้เลือกใช้ไอซี TOP250YN สามารถใช้ได้สูงสุดถึง 290 วัตต์และไอซีมีระบบ soft-start และมีระบบ Current Limit ที่สามารถตั้งโปรแกรมจากภายนอกได้และมี line under-voltage detection และ line overvoltage shutdown และ ระบบ Hysteretic thermal shutdown โดยวงจรที่ออกแบบมีดังนี้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3.6 วงจรพาวเวอร์ซัพพลายที่ทำการออกแบบ

3.4.1 การคำนวณขนาดหม้อแปลงไฟฟ้า

กำหนดความถี่การสวิตชิ่ง(f) = 132 KHZ , V_{in} = 310 V, V_{DS} = 2 V, P_{out} = 40 W, ΔB_{max} =1600 Gauss

3.4.1.1 คำนวณคาบเวลาทำงาน

จาก $$T = \frac{1}{f}$$

$$T = \frac{1}{132K}$$

$$T = 7.57\mu s.$$

3.4.1.2 คำนวณ t_{on}

จาก $$t_{on} = \frac{1}{f} \times \%\text{Duty cycle}$$

$$t_{on} = \frac{1}{132k} \times 80\%$$

$$t_{on} = 6\ \mu s.$$

คำนวณความเหนี่ยวนำ (L_P) ให้ n = 0.8

จาก $$L_P = \frac{n[(V_{in} - V_{DS})t_{on}]^2}{2 \times T \times P_{out}}$$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

$$L_P = \frac{0.8[(310-2)6\times10^{-6}]^2}{2\times7.57\times10^{-6}\times40}$$

$$L_P = 4.5\ \text{mH}$$

คำนวณขดลวดปฐมภูมิ (N_p) เนื่องจากใช้แกน EI40 ที่มีค่าพื้นที่หน้าตัดบ๊อบบิ้น(A_c) = 1.43cm^2

จาก $$N_P = \frac{(V_{in}-V_{DS})\times t_{on}\times10^8}{\Delta B_{max}\times A_e}$$

$$N_P = \frac{(310-2)\times6\times10^{-6}\times10^8}{1600\times1.43}$$

$$N_P = 80.76 \approx 81 \text{ รอบ}$$

คำนวณขดลวดทุติยภูมิ (N_s) เนื่อง V_1 = 310 V และเราต้องการไฟที่ output = 25 V & 8 V

จาก $$\frac{N_P}{N_S} = \frac{V_1}{V_2}$$

$$N_S = \frac{81\times25}{310} \text{ : สำหรับ 25 } V$$

$$N_S = 6.53 \approx 7 \text{รอบ}$$

$$N_S = \frac{81\times8}{310} \text{ : สำหรับ 8 } V$$

$$N_S = 2.09 \approx 3 \text{ รอบ}$$

3.4.2 การออกแบบวงจรกรองสัญญาณกระเพื่อม

3.4.2.1 การหาความสัมพันธ์ของ V_{in} กับ I_{in}

จาก $P_{in}=I_{in}V_{in}$, $P_{out}=I_{out}V_{out}$

ในทางปฏิบัติจะเกิดการสูญเสียพลังงานจึงทำให้ P_{out} เหลือเพียง 90% ของ P_{in} คือ

$$\frac{P_{out}}{P_{in}} = \text{Eff}$$

$$P_{in} = 0.9P_{out}$$

$$I_{in}V_{in} = 0.9I_{out}V_{out}$$

$$I_{in}220\sqrt{2}\text{V} = 0.9 \times [(1.5\text{A} \times 25\text{V}) + (0.1\text{A} \times 8\text{V})]$$

$$I_{in} = 110\text{mA}$$

ดังนั้นจึงเลือกฟิวส์ที่มีค่าเท่ากับ 0.5 มิลลิแอมป์แปร์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.4.3 การเลือกบริดจ์ไดโอด

เนื่องจากแรงดันขาข้าวของวงจรเรียงกระแสมีค่าประมาณ 310 โวลต์ เพื่อความปลอดภัยจึงเลือกอุปกรณ์บริดจ์ RS407 โดยมีแรงดันย้อนกลับที่สามารถทนได้สูงสุดเท่ากับ 1000 โวลต์

3.4.3.1 การหาค่าตัวเก็บประจุในวงจรเรียงกระแส

กำหนดให้ $\Delta V = 1V, I_o = 1.5\ A, F_R = 132KHz$

และ $$C \geq \frac{I_o}{\Delta V \times F_R}$$

$$C \geq \frac{1.5}{1 \times 132 \times 10^3}$$

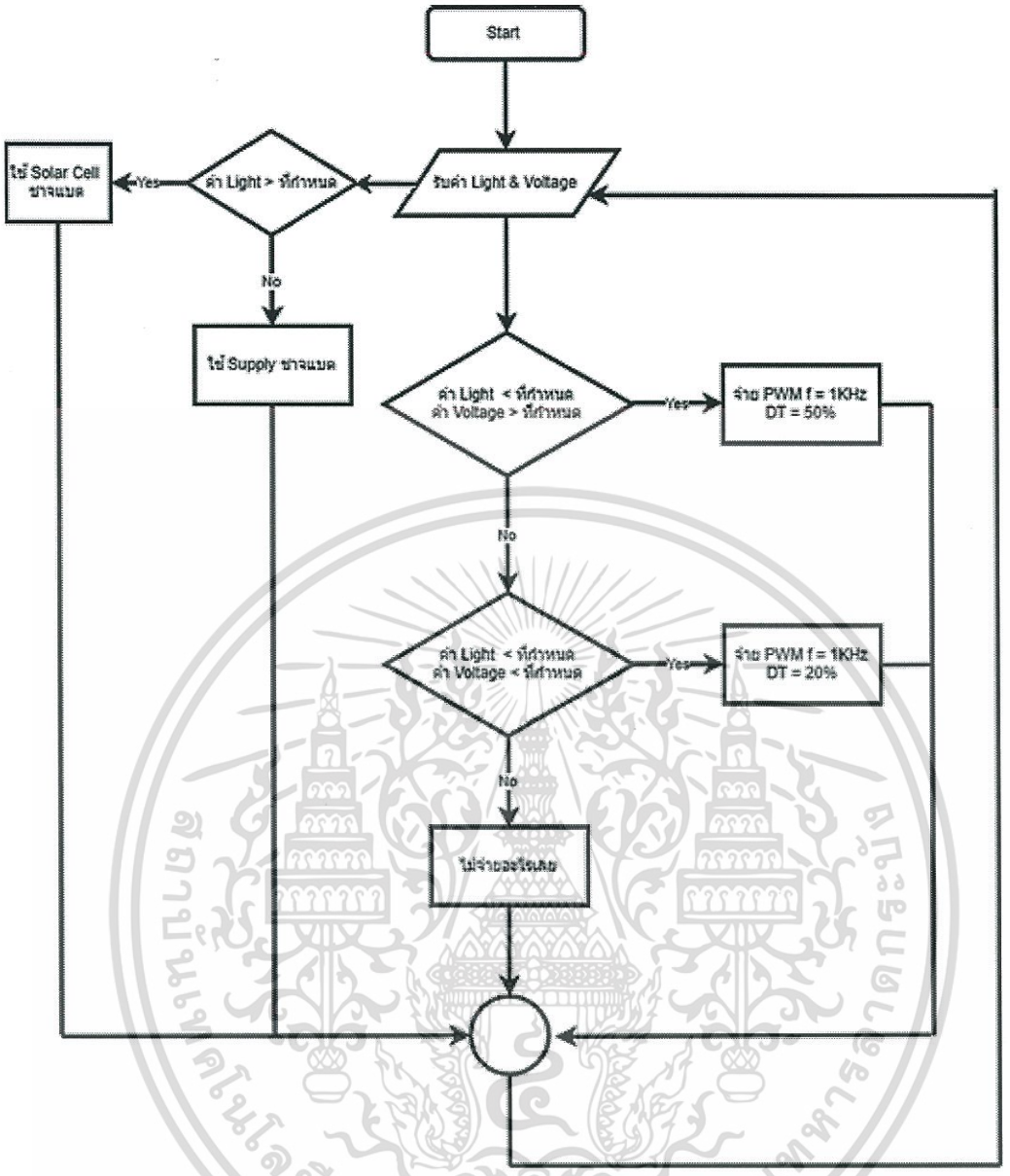
$$C \geq 11.3\ \mu F$$

จึงเลือกค่า 100 ไมโครฟารัด ทนแรงดันได้ 450 โวลต์

3.5 การออกแบบในส่วน Controller

ในการเลือกใช้คอนโทรลเลอร์เราได้เลือกใช้ Arduino (UNO R3) เนื่องจากคอนโทรลเลอร์ตัวนี้มีพอร์ตในการส่งรับข้อมูลและมีอินพุตมีเอาท์พุตมาก และสามารถสร้างสัญญาณ PWM ได้ซึ่งสัญญาณ PWM นี้สามารถนำไปใช้ในการปรับ Duty Cycle รวมไปถึงความถี่ที่จะแสดงผลที่หลอด LED ได้ซึ่งมีผล ต่อความส่องสว่างของหลอด LED

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3.7 Flow chart Program Arduino

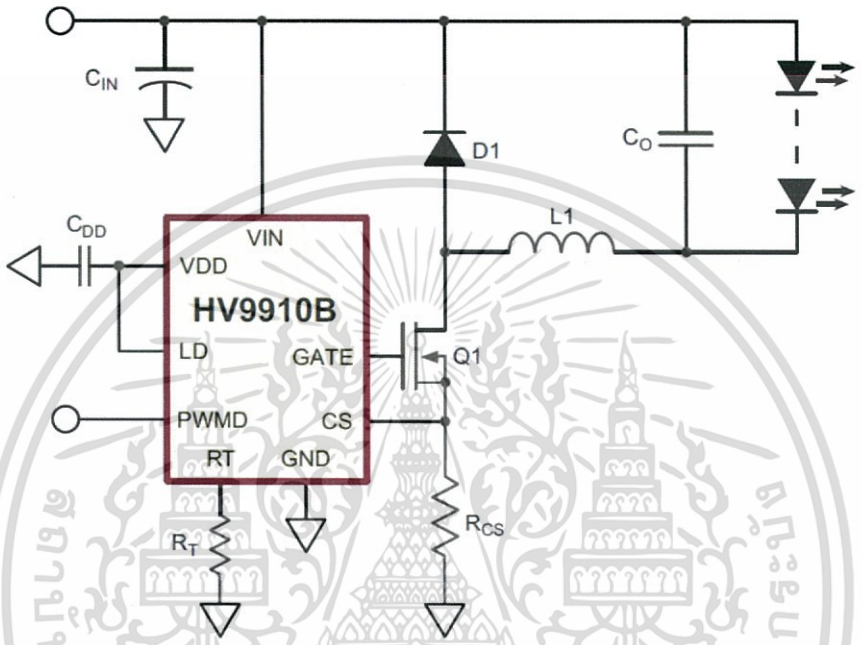
โปรแกรมที่ทำการออกแบบ

1. โปรแกรมอ่านค่าเซ็นเซอร์แสง
2. โปรแกรมอ่านค่า Voltage
3. โปรแกรมเลือกแหล่งชาร์ต
4. โปรแกรมจ่าย Output ตามเงื่อนไข

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.6 การออกแบบ LED Driver

ในการ LED Driver เราได้เลือกใช้ IC HV9910B เนื่องจาก เป็น IC ที่อยู่ในช่วงที่เราใช้งานและหาซื้อง่ายราคาถูก IC HV9910B สามารถตั้งโปรแกรมให้ทำงานได้ ทั้งความถี่คงที่หรือโหมดปิดเวลาแบบคงที่ มันสามารถรับแรงดันขนาด 8.0 - 450V ซึ่งช่วยให้สามารถทำงานได้จากแรงดันไฟฟ้าขาเข้าที่หลากหลายโดยไม่ต้องใช้แหล่งจ่ายไฟภายนอก HV9910B มี PWM dimming input ที่สามารถรับสัญญาณควบคุมภายนอกได้ด้วย duty rate 0 - 100%



รูปที่ 3.8 วงจรพื้นฐานของ HV9910B

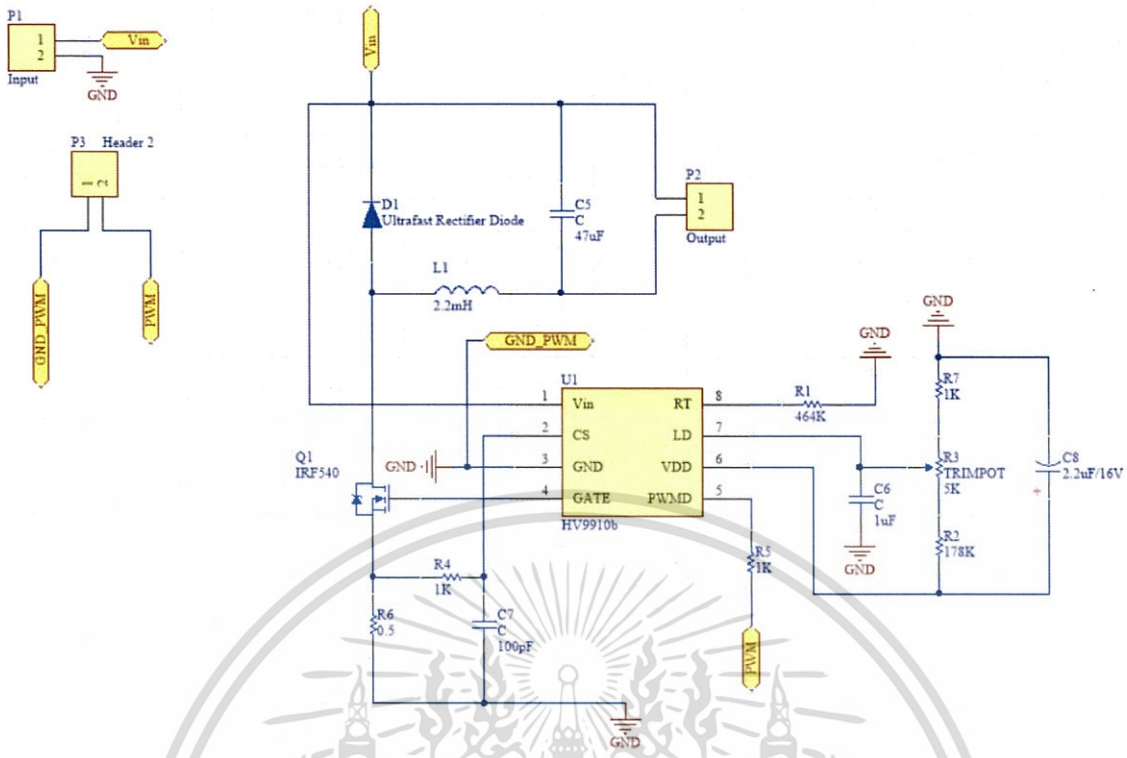
3.6.1 การคำนวณ R_{sc} เพื่อจำกัดกระแสที่ไหลผ่าน LED

$$R_{CS} = \frac{0.25V \text{ (or } V_{LD})}{1.15 \bullet I_{LED} \text{ (A)}}$$

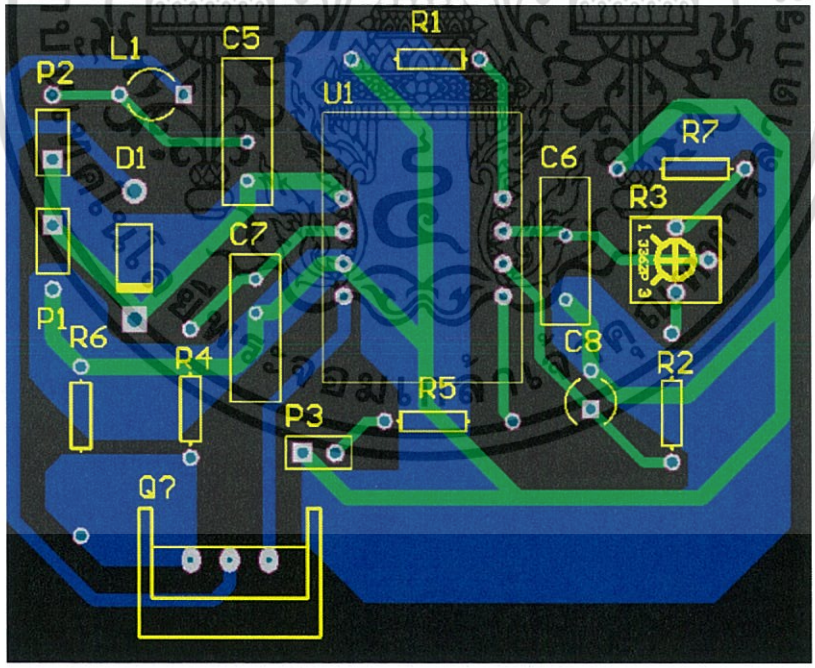
เราให้ I_{LED} = 150 mA, V_{LD} = 345 mV แล้วค่า R_{sc} = 0.5 โอห์ม

3.6.2 การเลือก MOSFET ใช้ IRF540 มี V_{DS} = 100 V, I_D = 20 A โดยเริ่มทำงานที่ V_{gs}= 2 V และสูงสุดได้ ไม่เกิน 20 V

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3.9 Schematic LED Driver



รูปที่ 3.10 PCB LED Driver

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 4

วิธีการทดลองและผลการทดลอง

4.1 ผลการทดลองสร้าง Pulse จาก Microcontroller Arduino

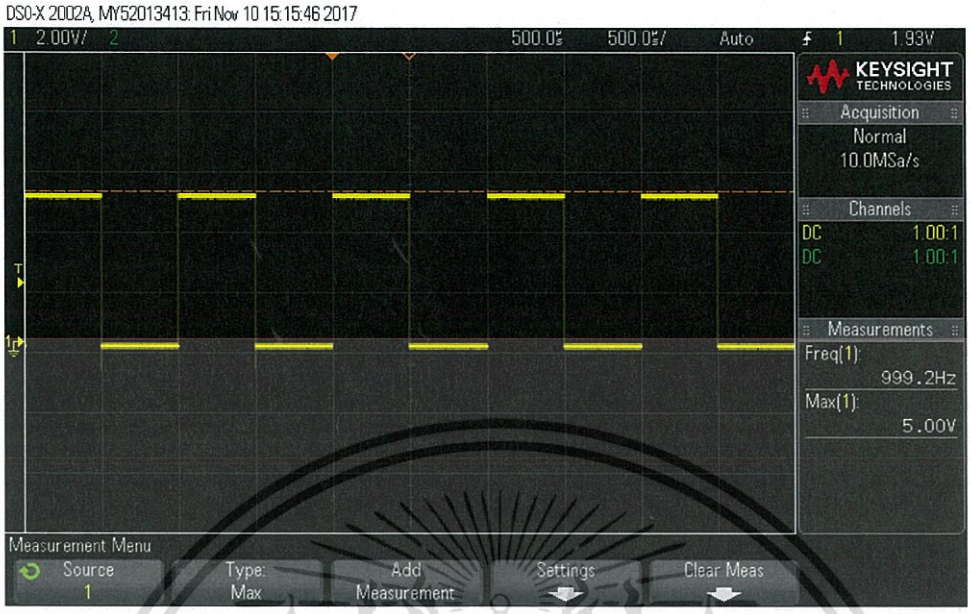
ความถี่ 800 Hz Duty Cycle 50%

รูปที่ 4.1 สัญญาณ PWM ความถี่ 800 Hz Duty Cycle 50%

รูปที่ 4.2 สัญญาณ PWM ความถี่ 800 Hz Duty Cycle 50%

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ความถี่ 1000 Hz Duty Cycle 50%

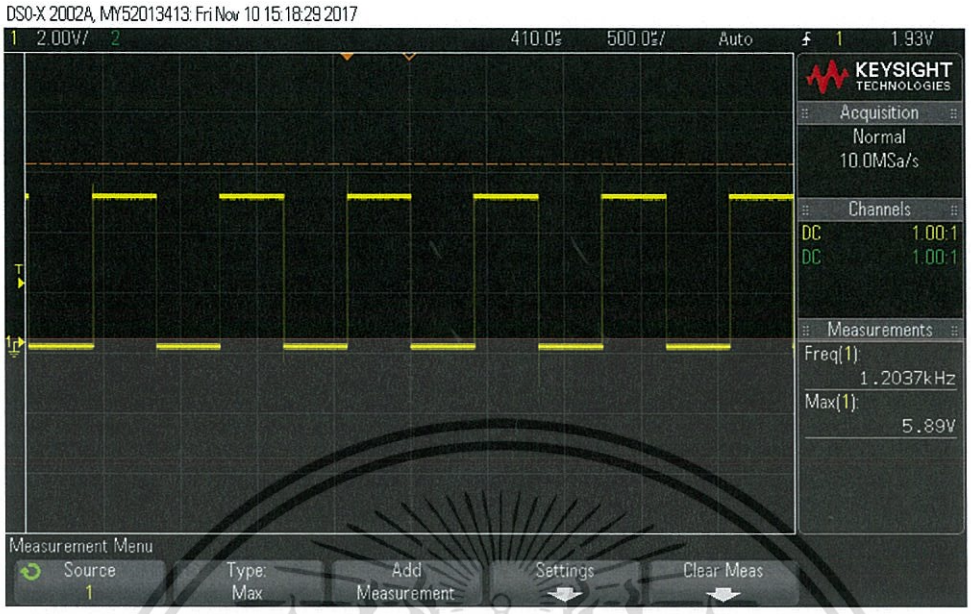


รูปที่ 4.3 สัญญาณ PWM ความถี่ 1000 Hz Duty Cycle 50%

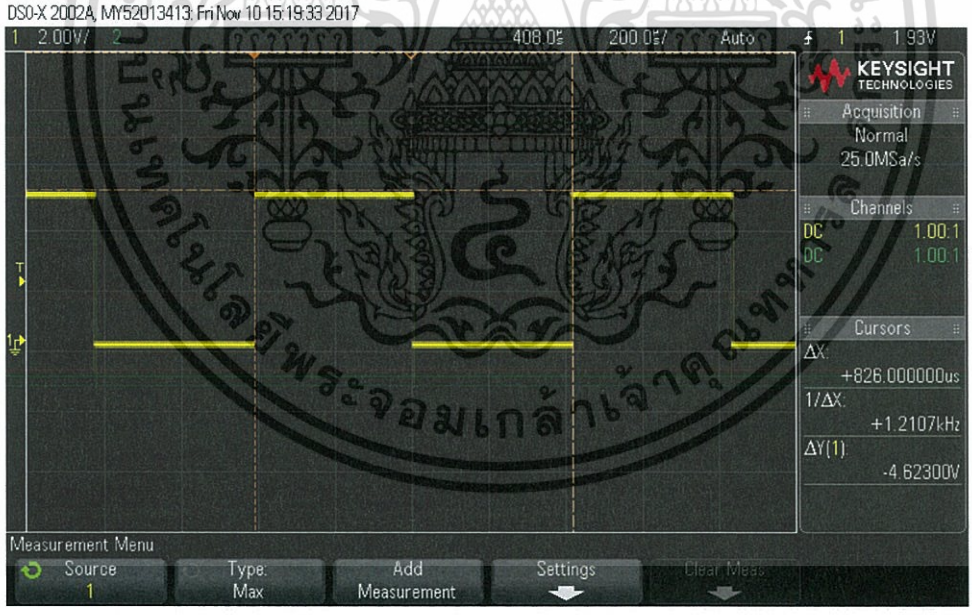
รูปที่ 4.4 สัญญาณ PWM ความถี่ 1000 Hz Duty Cycle 50%

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ความถี่ 1200 Hz Duty Cycle 50%



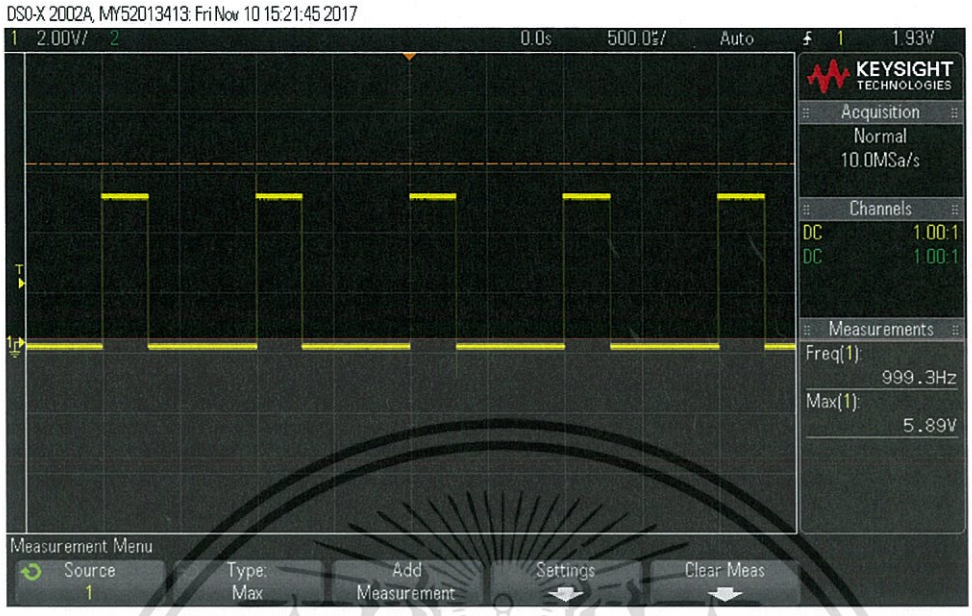
รูปที่ 4.5 สัญญาณ PWM ความถี่ 1200 Hz Duty Cycle 50%



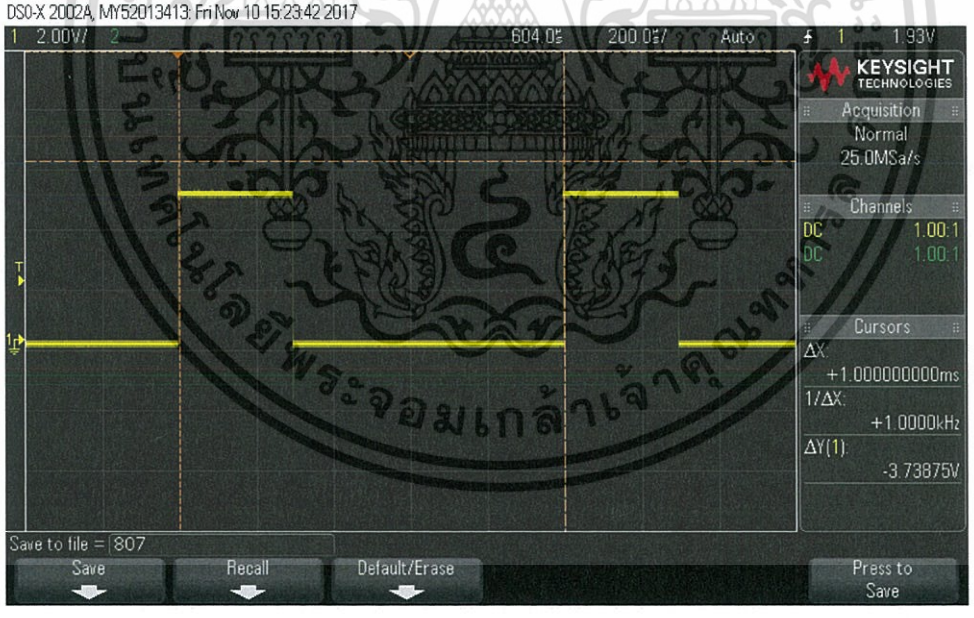
รูปที่ 4.6 สัญญาณ PWM ความถี่ 1200 Hz Duty Cycle 50%

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ความถี่ 1000 Hz Duty Cycle 30%



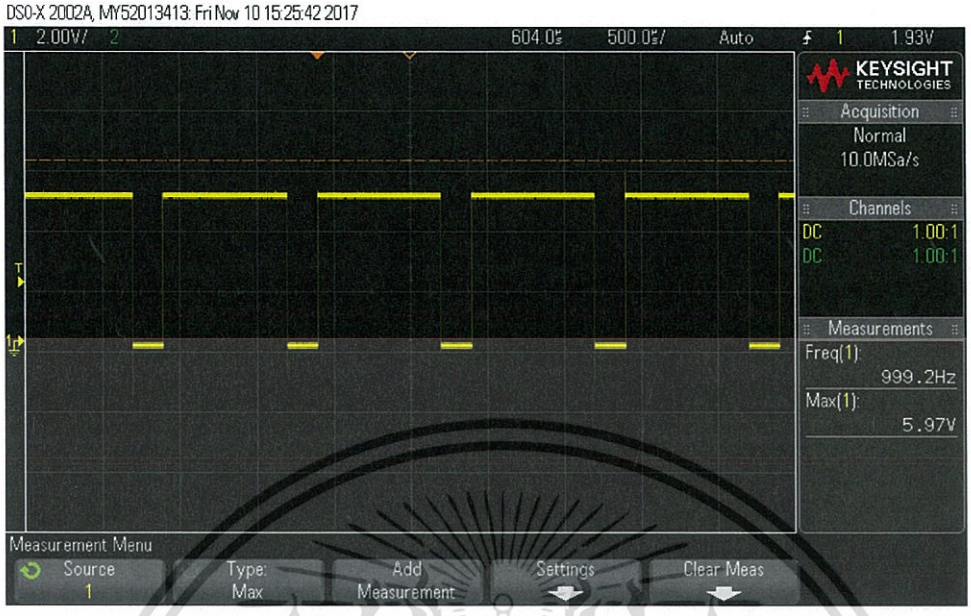
รูปที่ 4.7 สัญญาณ PWM ความถี่ 1000 Hz Duty Cycle 30%



รูปที่ 4.8 สัญญาณ PWM ความถี่ 1000 Hz Duty Cycle 30%

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ความถี่ 1000 Hz Duty Cycle 80%



รูปที่ 4.9 สัญญาณ PWM ความถี่ 1000 Hz Duty Cycle 80%

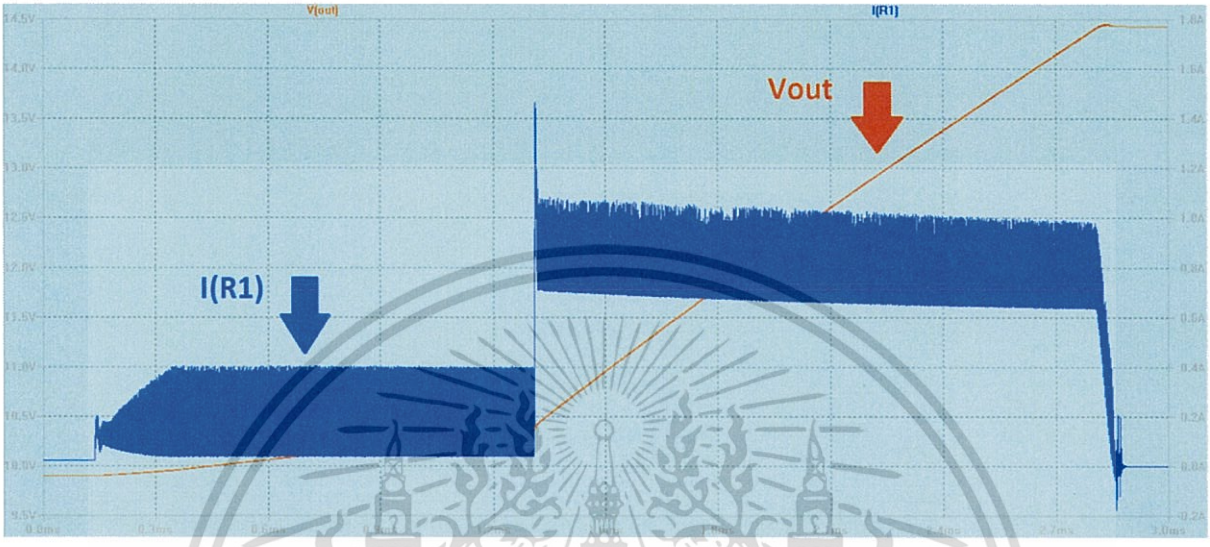
รูปที่ 4.10 สัญญาณ PWM ความถี่ 1000 Hz Duty Cycle 80%

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.2 ผลการทดลอง Simulate ของวงจรประจุแบตเตอรี่

เมื่อทำการปรับค่า R_{SENSE} ให้มีค่าเท่ากับ 100mΩ

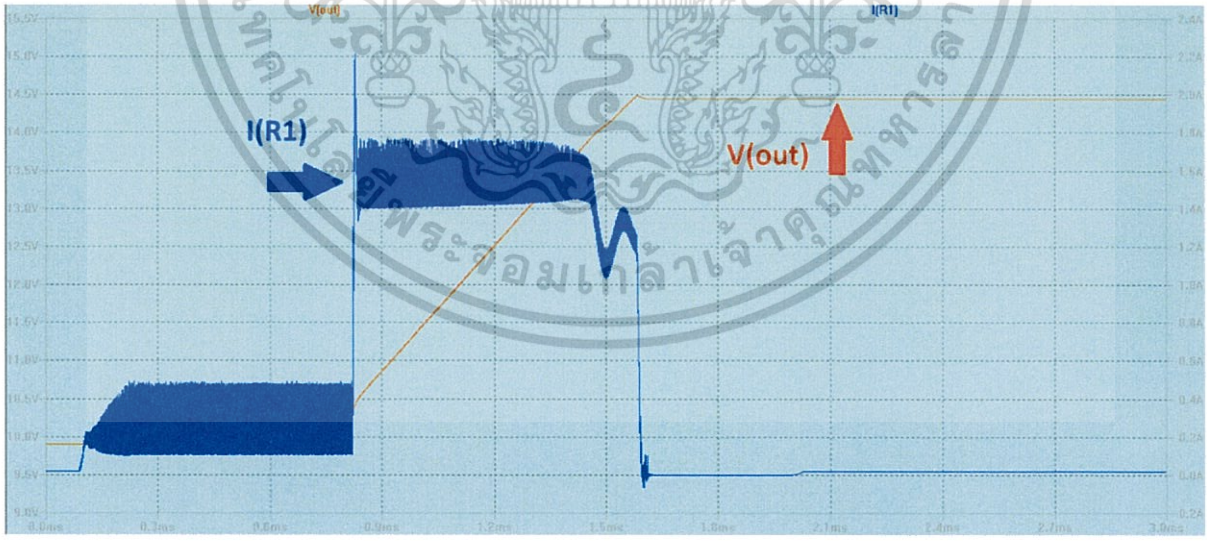
จากผลการทดลองจะได้ค่ากระแสอยู่ที่ 1A ที่ 14.5V



รูปที่ 4.11 ผลการทดลองที่ค่า R_{SENSE} 100mΩ

เมื่อทำการปรับค่า R_{SENSE} ให้มีค่าเท่ากับ 66mΩ

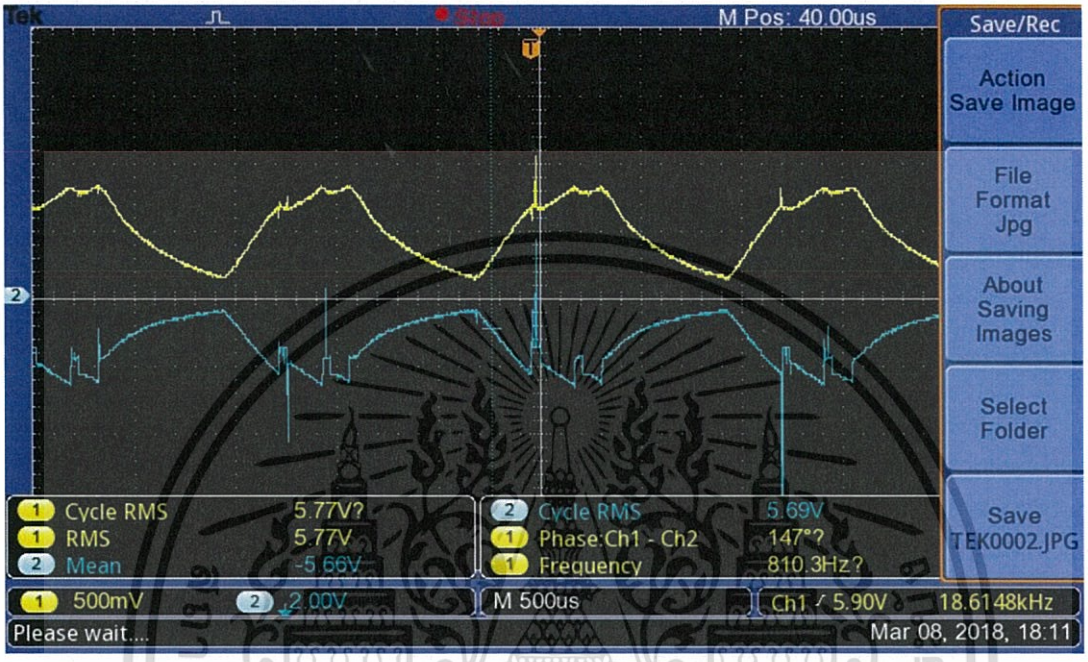
จากผลการทดลองจะได้ค่ากระแสอยู่ที่ประมาณ 1.6A ที่ 14.5V



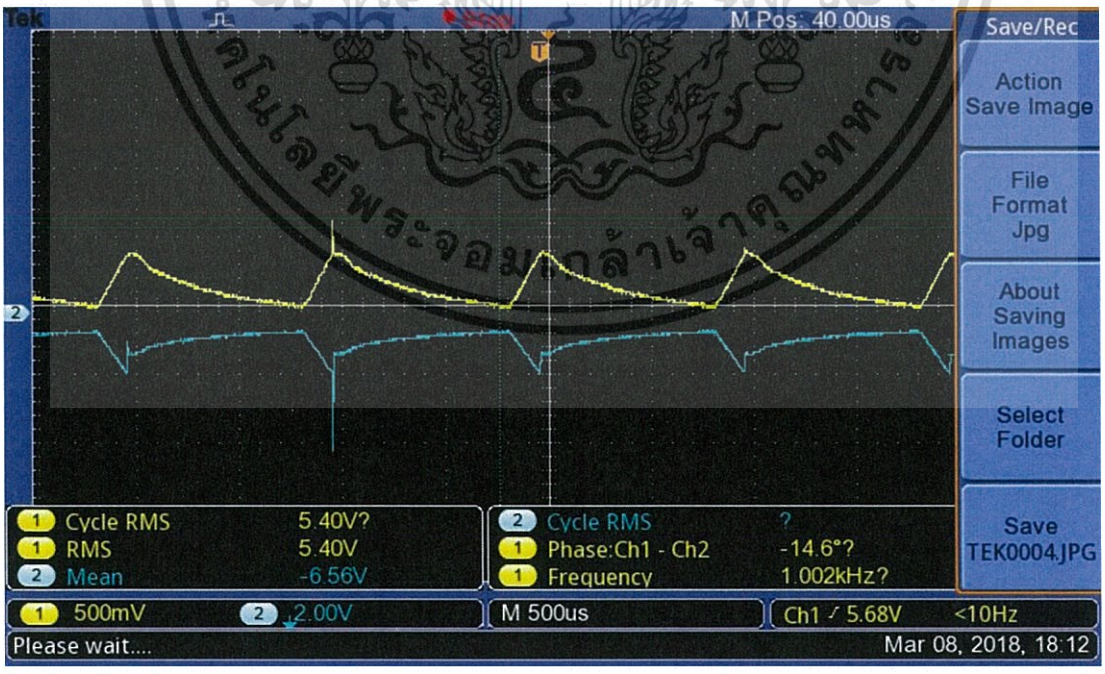
รูปที่ 4.12 ผลการทดลองที่ค่า R_{SENSE} 66mΩ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.3 ผลการทดลองเปรียบเทียบสัญญาณพัลส์ที่ผ่าน LED และสัญญาณที่กราวที่ทำการอินเวิร์ดเพื่อดูความต่างของมุมเฟส

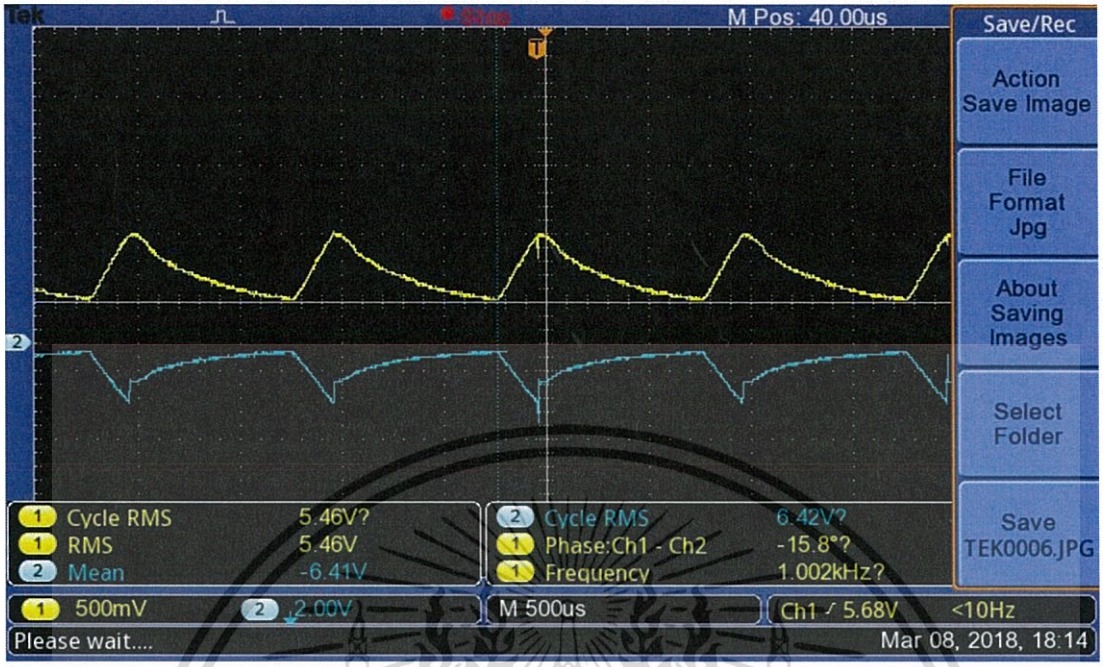


รูปที่ 4.13 สัญญาณที่คร่อม LED ที่ความถี่ 800 Hz DT 50%

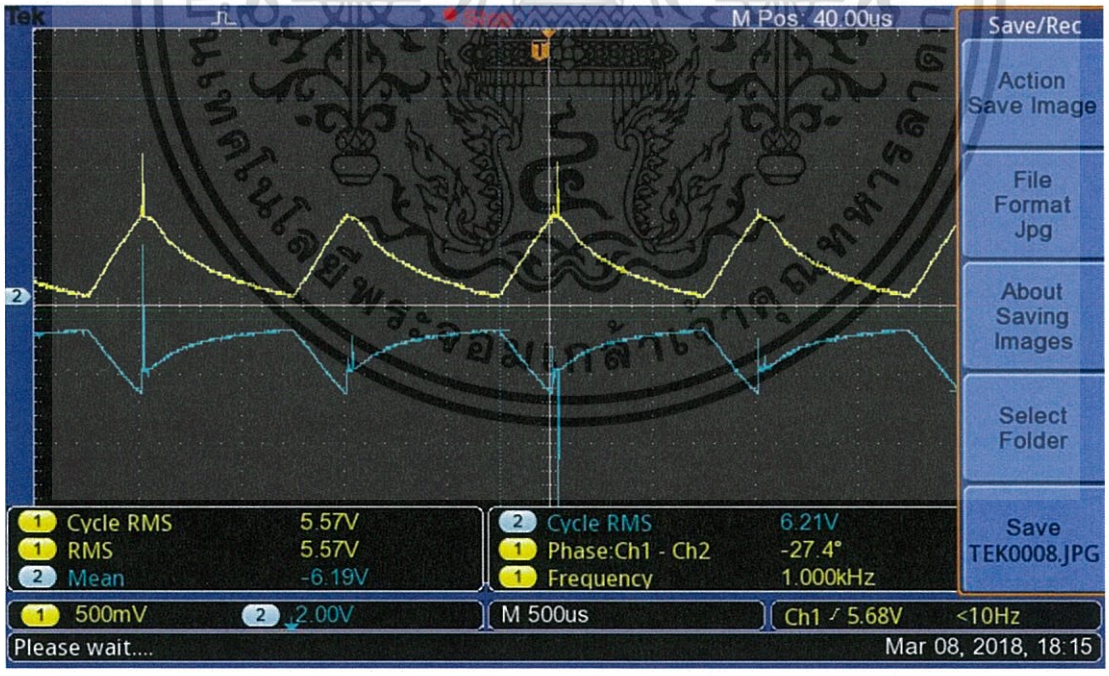


รูปที่ 4.14 สัญญาณที่คร่อม LED ที่ความถี่ 1000 Hz DT 10%

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

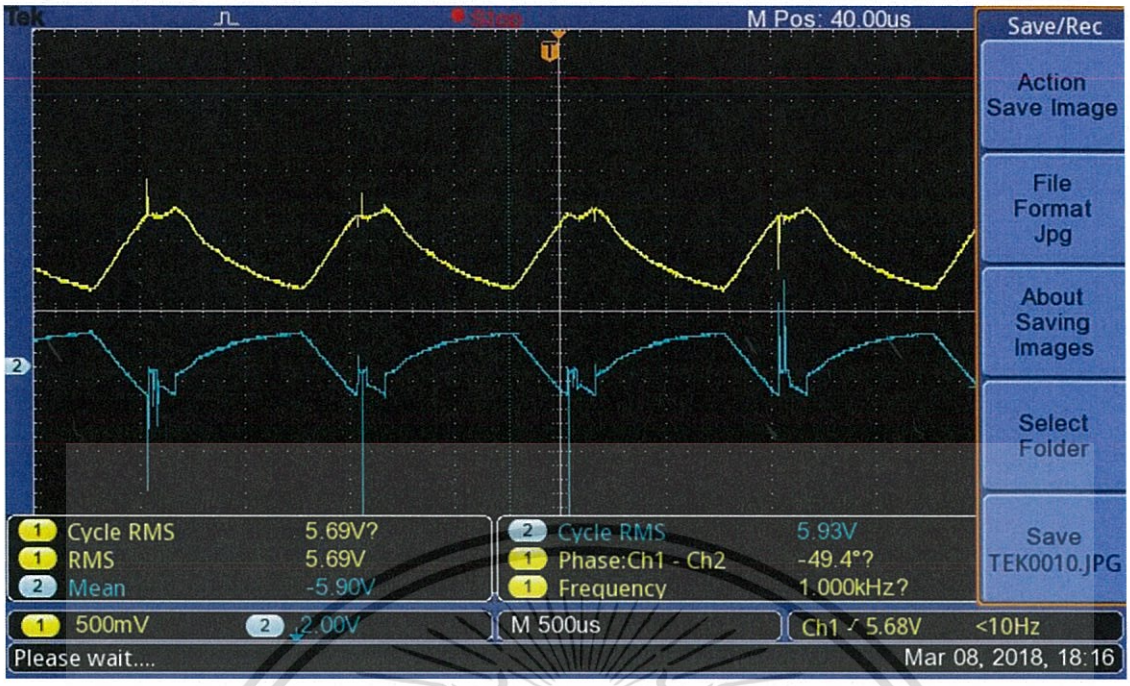


รูปที่ 4.15 สัญญาณที่คร่อม LED ที่ความถี่ 1000 Hz DT 20%

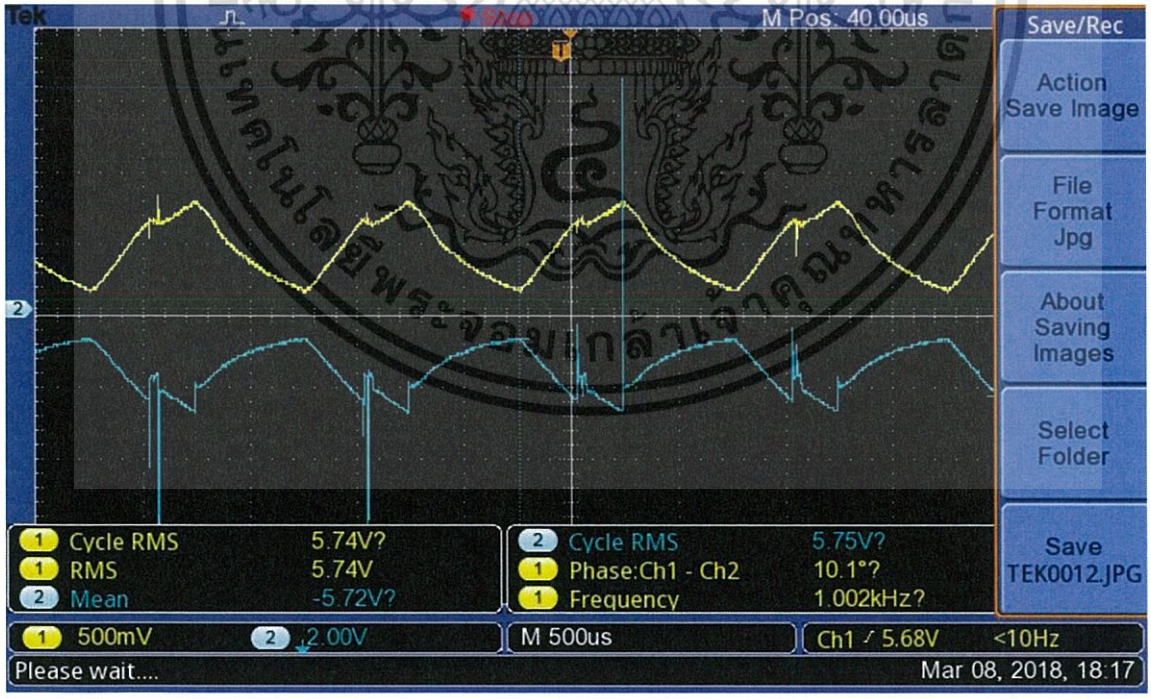


รูปที่ 4.16 สัญญาณที่คร่อม LED ที่ความถี่ 1000 Hz DT 30%

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

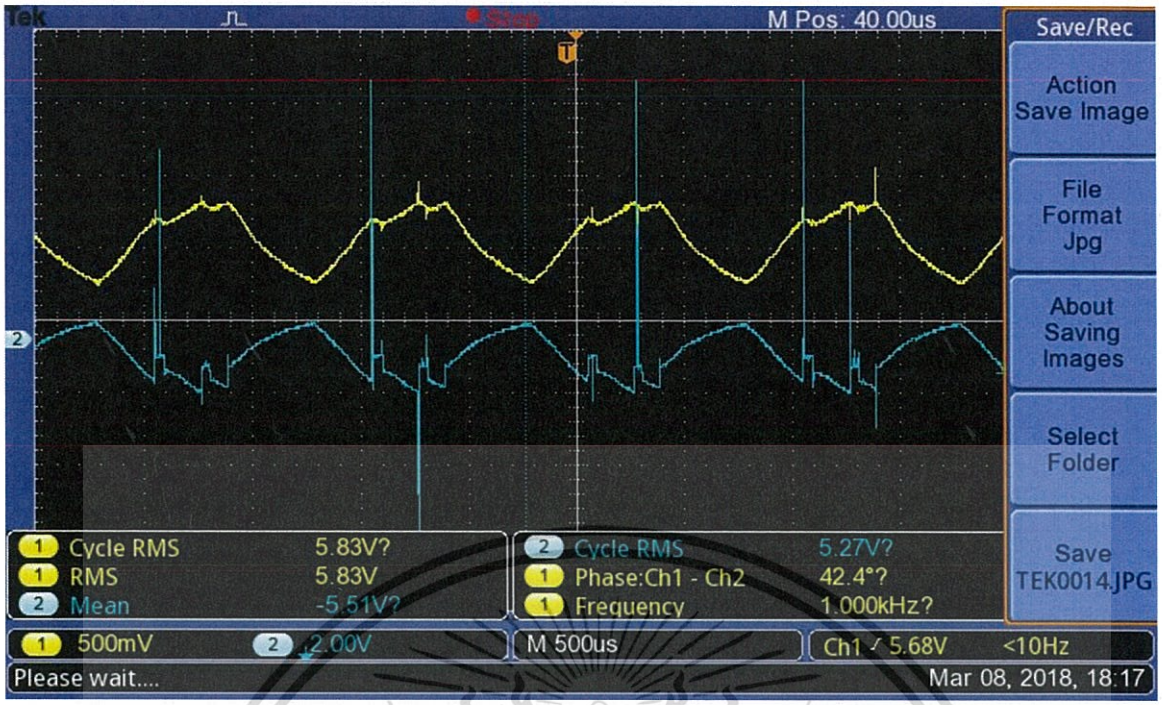


รูปที่ 4.17 สัญญาณที่คร่อม LED ที่ความถี่ 1000 Hz DT 40%



รูปที่ 4.18 สัญญาณที่คร่อม LED ที่ความถี่ 1000 Hz DT 50%

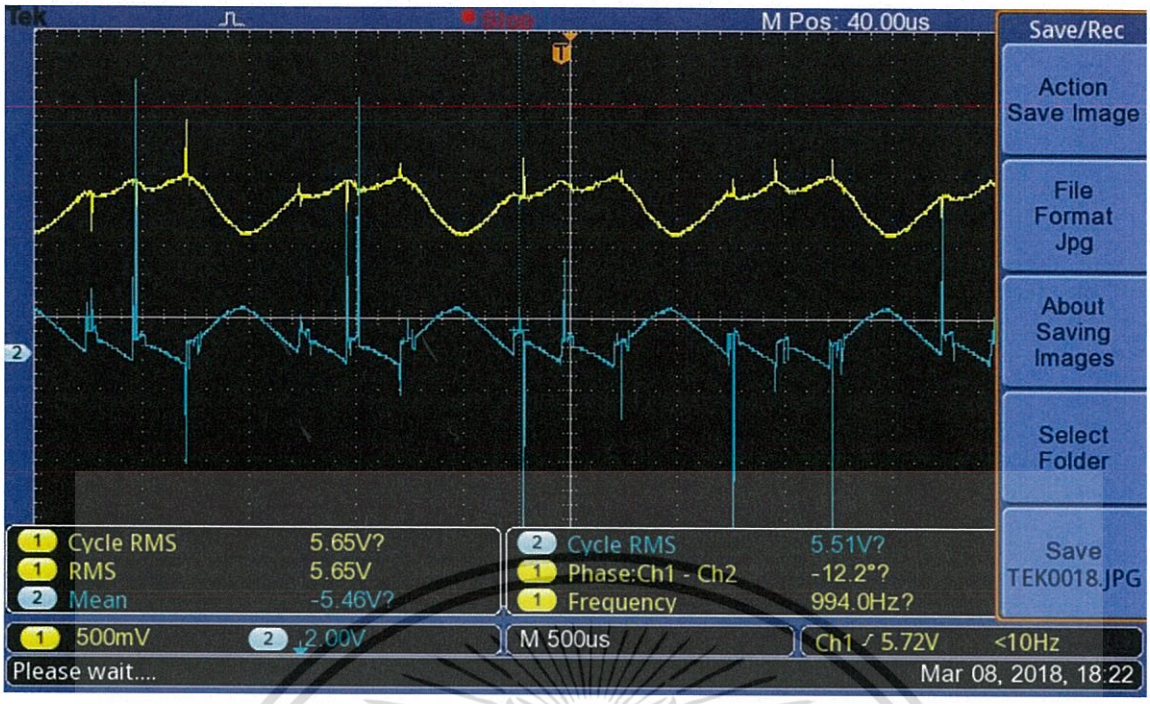
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.19 สัญญาณที่คร่อม LED ที่ความถี่ 1000 Hz DT 60%

รูปที่ 4.20 สัญญาณที่คร่อม LED ที่ความถี่ 1000 Hz DT 70%

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

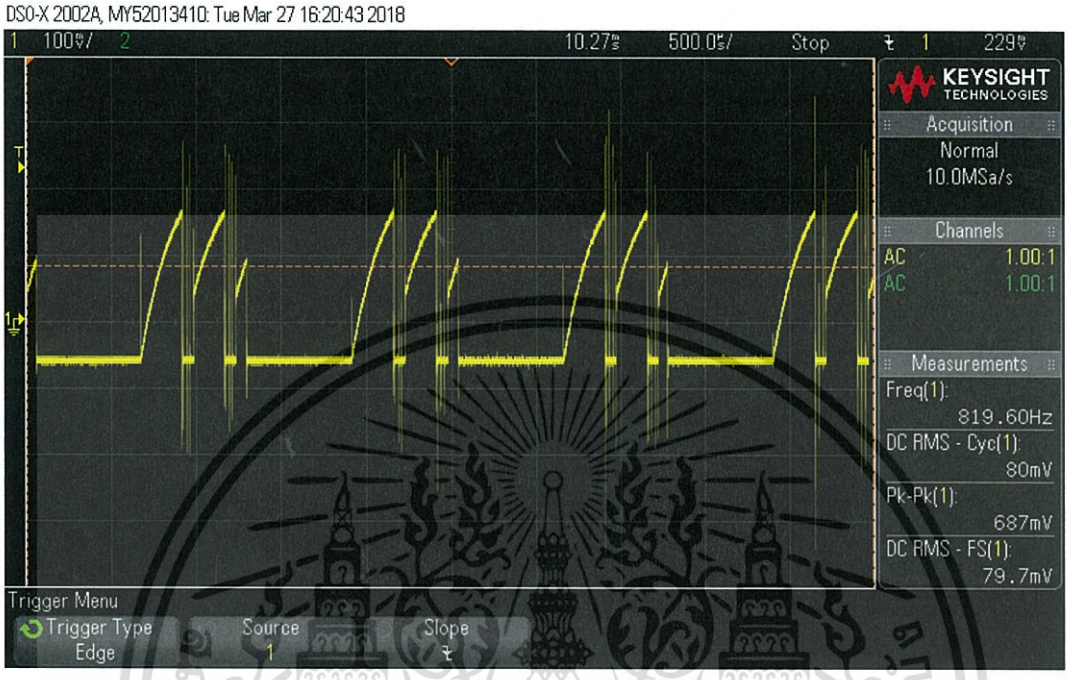


รูปที่ 4.21 สัญญาณที่คร่อม LED ที่ความถี่ 1000 Hz DT 80%

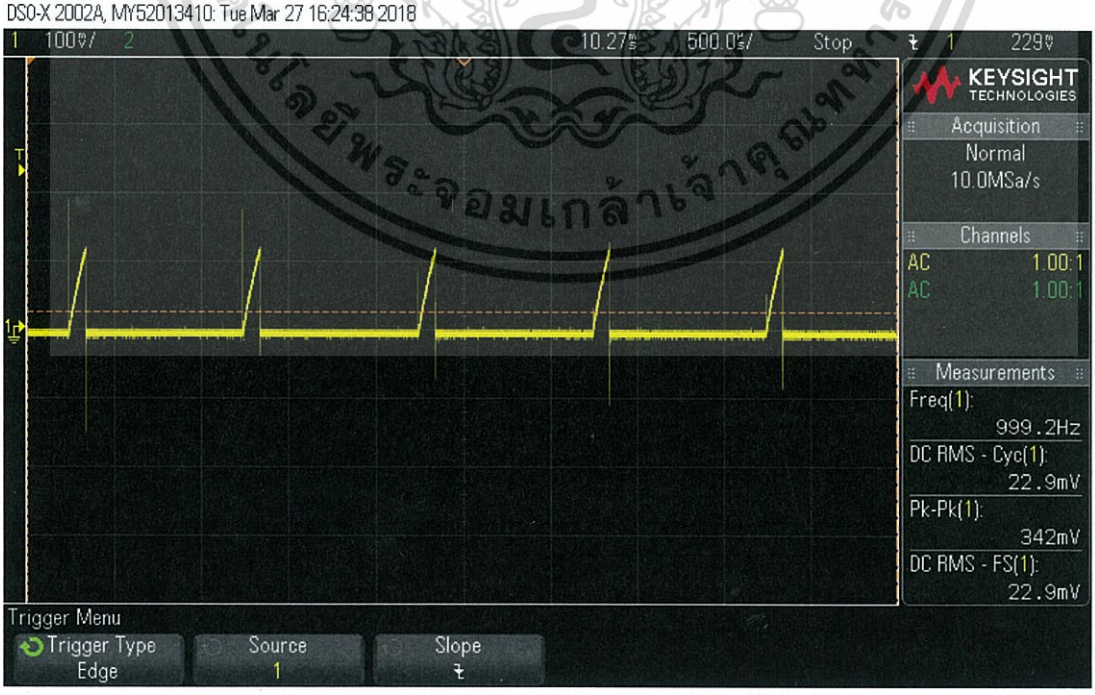
รูปที่ 4.22 สัญญาณที่คร่อม LED ที่ความถี่ 1200 Hz DT 50%

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.4 ผลการทดลองเพื่อวัดค่า V_{rms} ที่ตกคร่อม R_{sc} เพื่อหาค่ากระแสที่ไหลผ่าน LED เพื่อนำไปคำนวณหาค่า Power

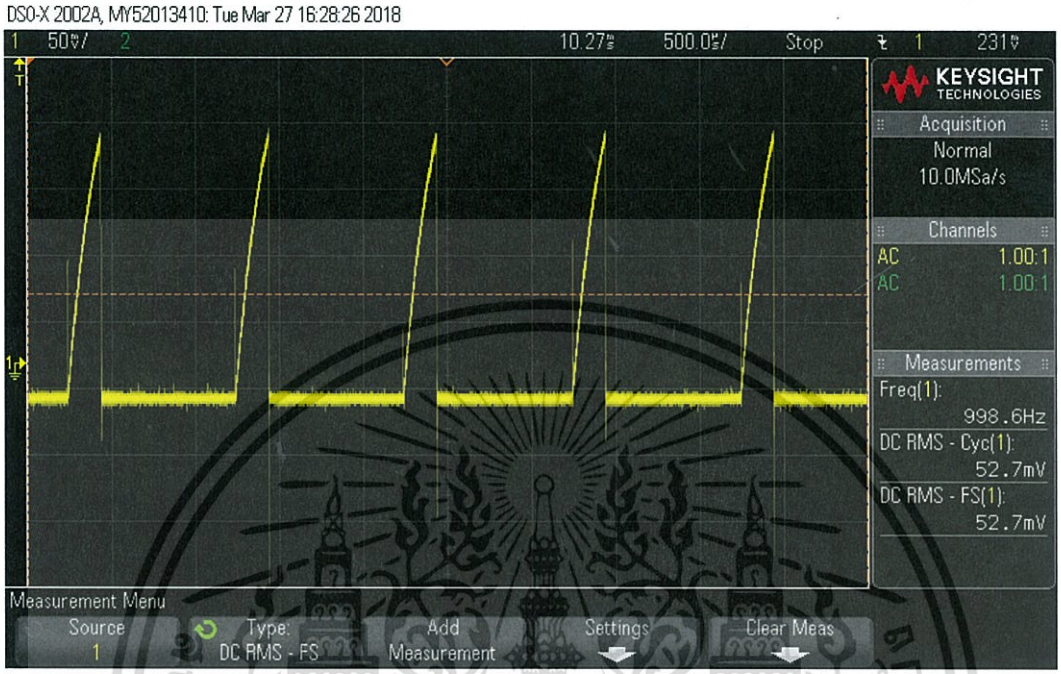


รูปที่ 4.23 สัญญาณที่คร่อม R_{sc} ที่ความถี่ 800 Hz DT 50%

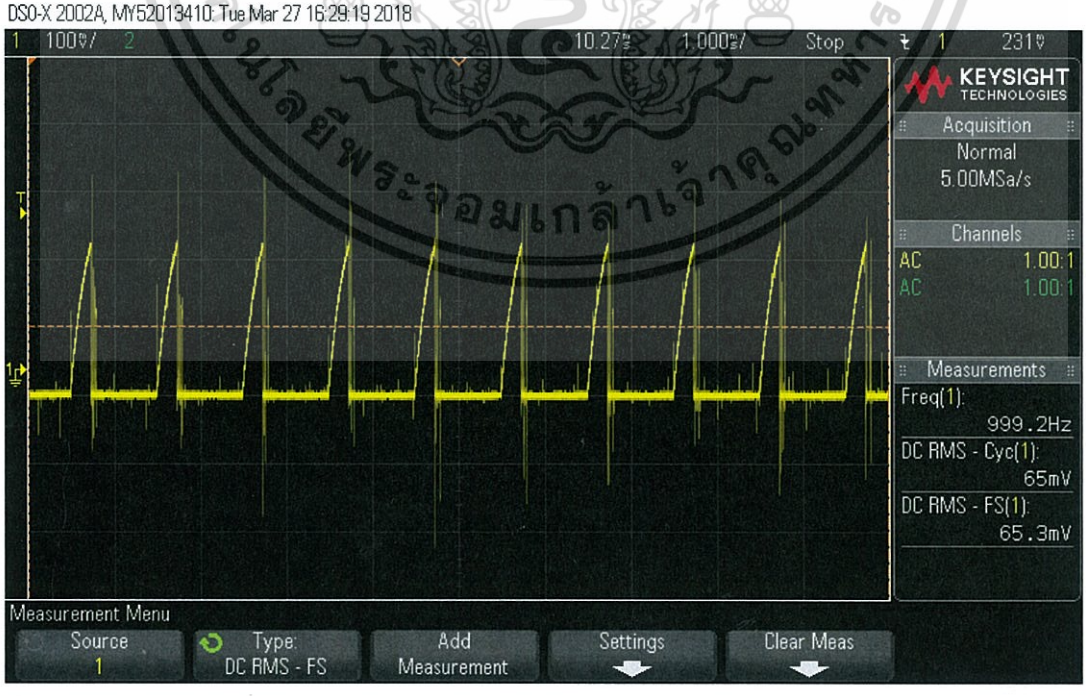


รูปที่ 4.24 สัญญาณที่คร่อม R_{sc} ที่ความถี่ 1000 Hz DT 10%

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

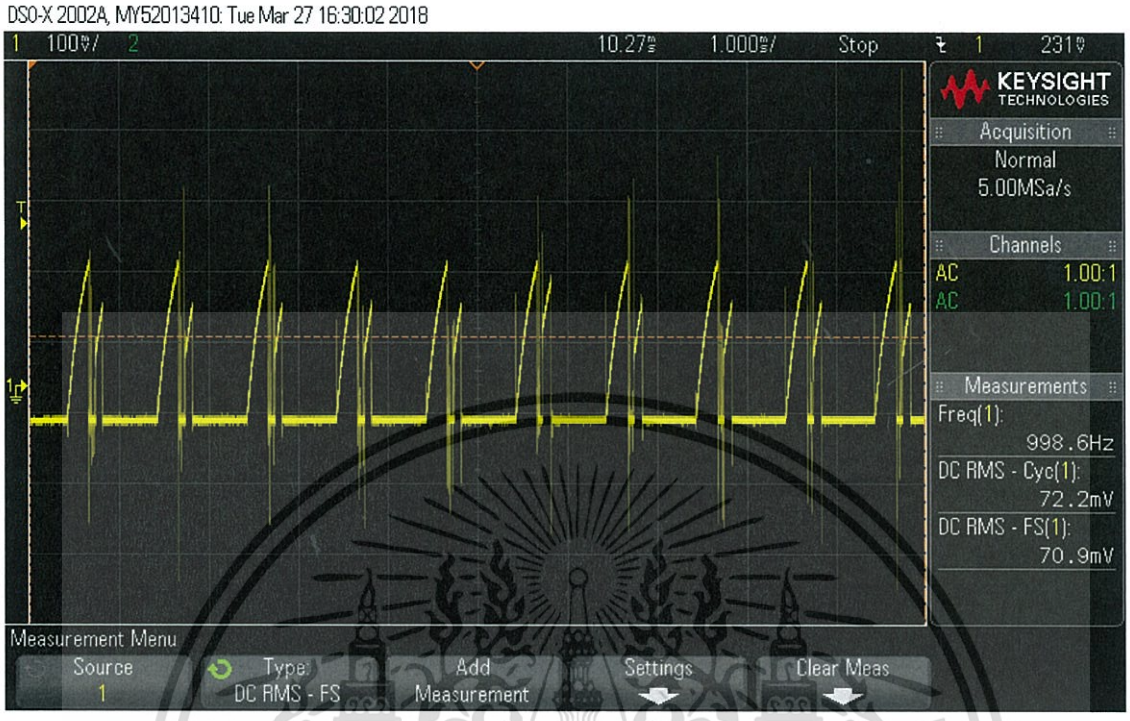


รูปที่ 4.25 สัญญาณที่คร่อม R_{sc} ที่ความถี่ 1000 Hz DT 20%

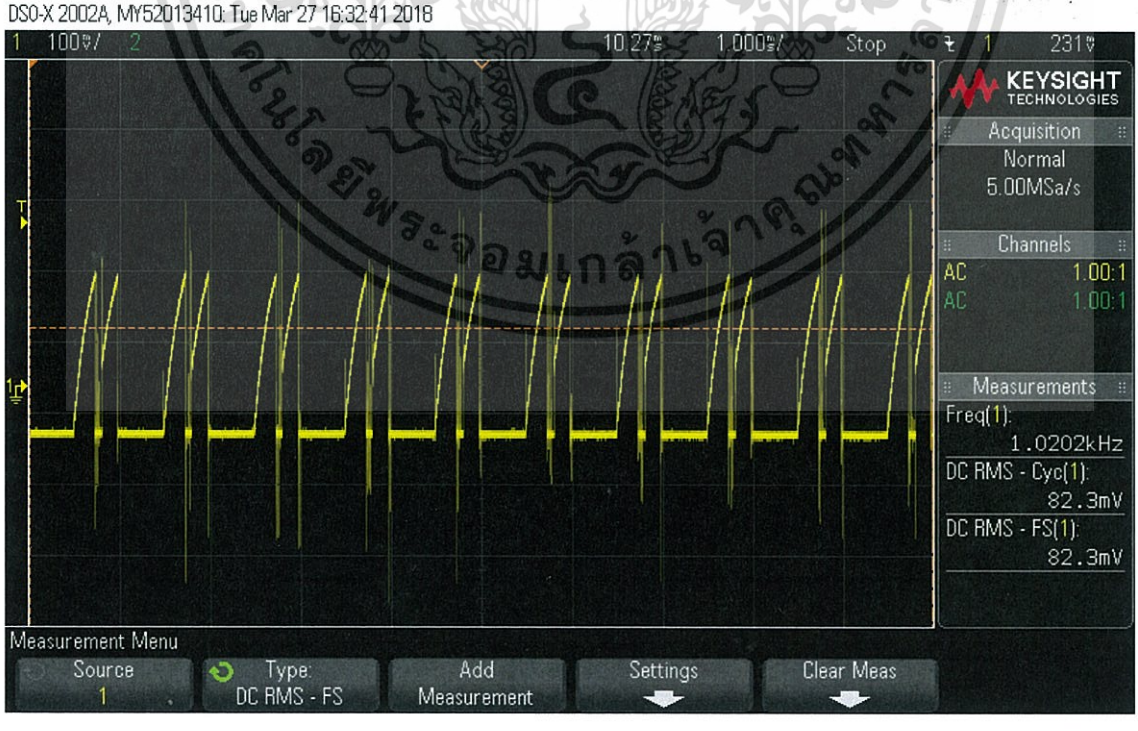


รูปที่ 4.26 สัญญาณที่คร่อม R_{sc} ที่ความถี่ 1000 Hz DT 30%

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



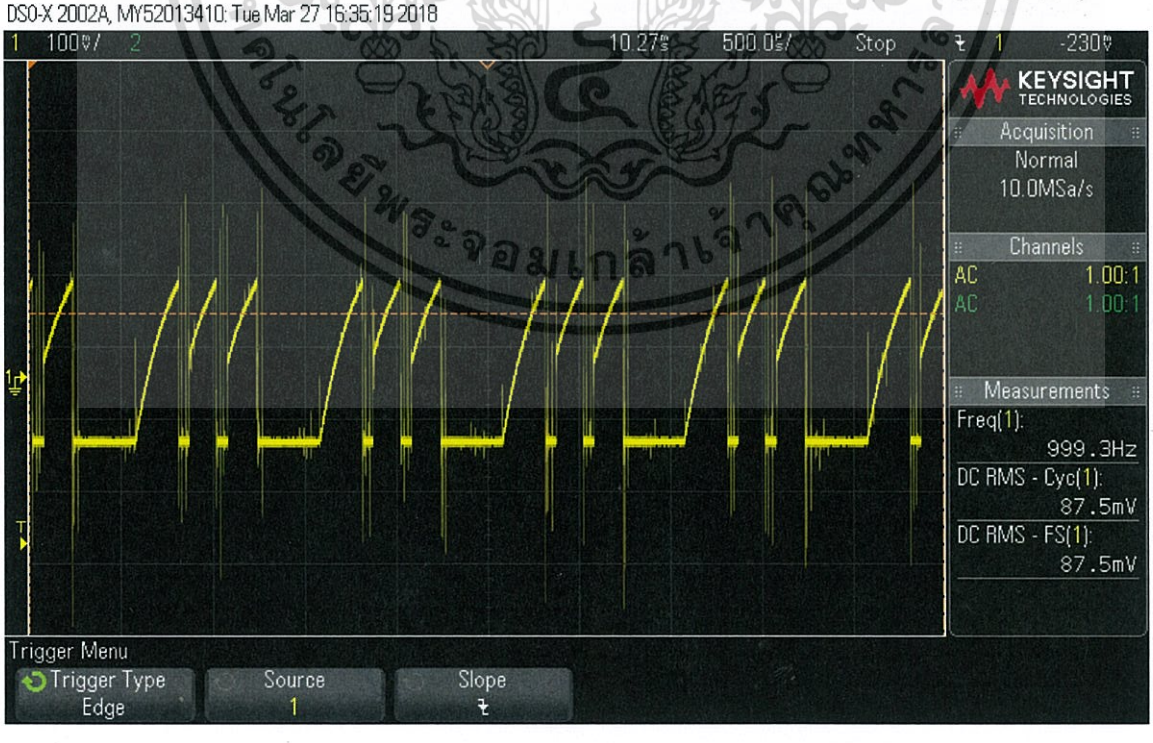
รูปที่ 4.27 สัญญาณที่คร่อม R_{sc} ที่ความถี่ 1000 Hz DT 40%



รูปที่ 4.28 สัญญาณที่คร่อม R_{sc} ที่ความถี่ 1000 Hz DT 50%

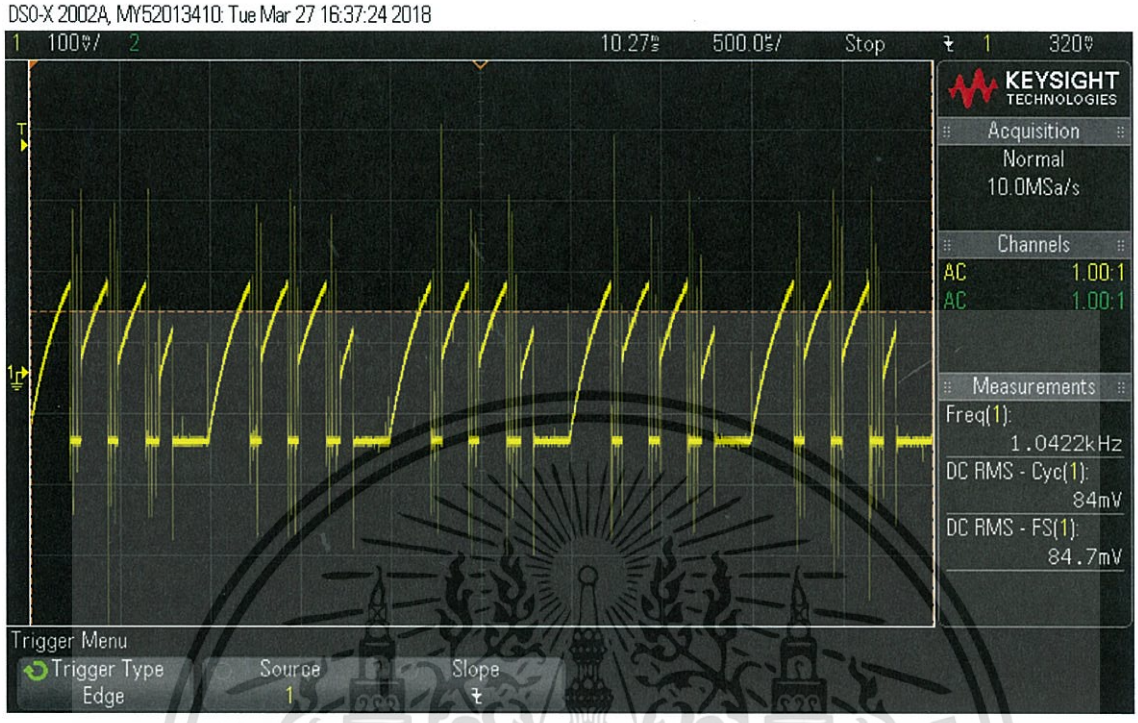
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รูปที่ 4.29 สัญญาณที่คร่อม R_{sc} ที่ความถี่ 1000 Hz DT 60%

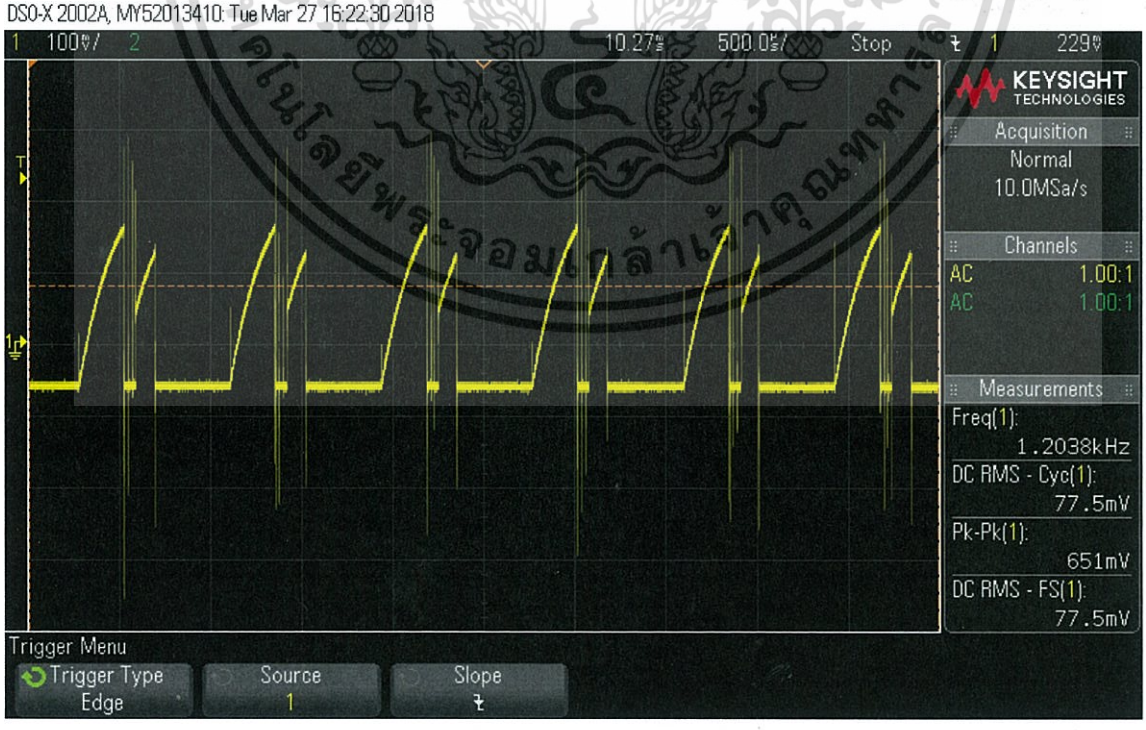


รูปที่ 4.30 สัญญาณที่คร่อม R_{sc} ที่ความถี่ 1000 Hz DT 70%

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.31 สัญญาณที่คร่อม R_{sc} ที่ความถี่ 1000 Hz DT 80%



รูปที่ 4.32 สัญญาณที่คร่อม R_{sc} ที่ความถี่ 1200 Hz DT 50%

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.5 ผลการทดลองเพื่อคำนวณหาค่า Lumen/Watt

ตารางที่ 4.1 ตารางแสดงผลการทดลองเพื่อคำนวณหาค่า Lumen/Watt

f(Hz)	DT	Vrc(V)	Vin(V)	I in(A)	P in(watt)	Vrms(V)	lux	I led(A)	Pout(watt)	lum	lum/watt
800	50	0.080	12.100	0.120	1.452	5.620	27.000	0.160	0.899	27	30.027
1000	10	0.023	12.100	0.010	0.121	5.300	5.000	0.046	0.243	5	20.598
1000	20	0.053	12.100	0.040	0.484	5.480	13.000	0.105	0.578	13	22.507
1000	30	0.065	12.100	0.070	0.847	5.520	15.000	0.130	0.718	15	20.903
1000	40	0.072	12.100	0.100	1.210	5.580	25.000	0.144	0.806	25	31.027
1000	50	0.082	12.200	0.130	1.586	5.590	30.000	0.165	0.920	30	32.605
1000	60	0.082	12.100	0.150	1.815	5.780	32.000	0.165	0.953	32	33.594
1000	70	0.088	12.100	0.180	2.178	5.630	40.000	0.175	0.985	40	40.599
1000	80	0.084	12.100	0.190	2.299	5.600	43.000	0.168	0.941	43	45.706
1200	50	0.078	12.100	0.120	1.452	5.660	28.000	0.155	0.877	28	31.916

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 5

สรุปผลการทดลอง

5.1 สรุปผลการทดลอง

การชาร์ตแบตเตอร์รี่โดยโซล่าเซลหรือพาวเวอร์ซัพพายขึ้นอยู่กับระดับความสว่างของแสง ถ้าหากมีความสว่างของแสงมากจะใช้โซล่าเซลในการชาร์จแบตเตอรี่ แต่ถ้าหากระดับความสว่างของแสงน้อยหรือไม่มีแสงเราจะใช้พาวเวอร์ซัพพายในการชาร์จแบตเตอรี่ และถ้าหากแสงน้อยหรือไม่มีแสง จะทำการจ่ายเอาท์พุทจากไมโครคอนโทรลเลอร์เพื่อขับ LED โดยการทำงานจะแบ่งออกเป็น 2 โหมด ได้แก่

1.โหมดปกติ จะจ่ายเอ้าท์พุทเป็น PWM ความถี่ 1 KHz Duty Cycle 50 %

2.โหมดประหยัด โดยจะทำงานก็ต่อเมื่อปริมาณแบตเตอร์รี่ต่ำกว่าที่กำหนด จะจ่ายเอ้าท์พุท เป็น PWM ความถี่ 1 KHz Duty Cycle 20 %

ส่วนผลการทดลองทั้งสามความถี่ได้แก่ 800Hz 1KHz และ 1.2KHz ที่ Duty Cycle 50% ความถี่ที่ให้แสงสว่างมากที่สุด คือความถี่ 1KHz และจากการทดลองที่ความถี่ 1KHz แต่เปลี่ยน Duty cycle สรุปได้ว่า ความสว่างของ LED จะเพิ่มขึ้นตาม Duty cycle ยิ่ง Duty cycle มาก LED ก็จะยิ่งสว่างมาก

5.2 ปัญหาและอุปสรรค

การหาอุปกรณ์ที่ลำบากเนื่องจากอุปกรณ์บางตัวที่ต้องการใช้งานต้องสั่งจากต่างประเทศทำให้ต้องใช้เวลาในการจัดส่งที่ค่อนข้างนาน อีกทั้งอุปกรณ์ที่ได้ยังมีขนาดเล็กมากจึงทำให้การใช้งานค่อยข้างลำบาก

5.3 วิธีแก้ไขปัญหา

สั่งอุปกรณ์มาจำนวนมากๆ แล้วอุปกรณ์ที่มีขนาดเล็ก เราก็ซื้อ Adapter เพื่อจะได้นำไอซีไปใส่ไว้ใน Adapter เพื่อง่ายต่อการใช้งาน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บรรณานุกรม

[1] ประภากร สุวรรณะ และสมศักดิ์ ชุ่มช่วย, “วิศวกรรมอิเล็กทรอนิกส์ 1”, ภาควิชาอิเล็กทรอนิกส์ คณะวิศวกรรมศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหาร ลาดกระบัง, 456 หน้า, 2545.

[2] ประภากร สุวรรณะ, “Electronic Engineering I”, ภาควิชาอิเล็กทรอนิกส์ คณะวิศวกรรมศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหาร ลาดกระบัง, หน้า 101 – 133.

[3] ภาควิชาอิเล็กทรอนิกส์. พ.ศ. 2554. “ปฏิบัติการอิเล็กทรอนิกส์ 3”. ภาควิชาอิเล็กทรอนิกส์ คณะวิศวกรรมศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง.

[4] “เซลล์แสงอาทิตย์”.สืบค้นจากhttps://th.wikipedia.org/wiki/solarcell/

[5] ผศ.สมชาย รัตนเลิศนุสรณ์, “การเขียนโปรแกรมคอมพิวเตอร์ด้วยภาษาซี”,พิมพ์ครั้งที่ 1. กรุงเทพฯ : สมาคมส่งเสริมเทคโนโลยี (ไทย-ญี่ปุ่น), 304 หน้า, 2545.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้