

รายงานการวิจัย

ระบบควบคุมความเข้มของแสงในโรงเรียน

The controls system of light intensity for building

โดย

นายมนตรี ไชยชาญยุทธ์

นายพิมพ์ ผลพุกษา

นายอิทธิพล พจนสัจ

นายอรรถศาสตร์ นาคเทวัญ

RCH

TK

4399

.F3

ร 228

ที่ปรึกษา

นายพลศาสตร์ เลิศประเสริฐ

เลขหมู่.....

เลขทะเบียน.....120277

วัน, เดือน, ปี...13 ก.พ. 2555

b.....
i.....

ได้รับทุนสนับสนุนงานวิจัยจากเงินรายได้ ประจำปีงบประมาณ 2551

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง วิทยาเขตชุมพร

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ระบบควบคุมความเข้มของแสงในโรงเรือน

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้ได้ทำการออกแบบพัฒนาระบบควบคุมความเข้มแสงภายในโรงเรือนโดยอาศัยแสงในระบบปิดจากหลอดไฟฟ้านาฬิกาไม่เกิน 1,000 W และระบบควบคุมทางอิเล็กทรอนิกส์ ระบบที่ออกแบบจะสามารถตั้งระดับความเข้มแสงได้ 20 ระดับ การปรับระดับความเข้มแสงนั้นทำได้จากการควบคุมระดับกำลังงานทางด้านอินพุตที่จ่ายให้กับหลอดไฟ จากการทดลองระบบ โดยทดลองตั้งระดับความเข้มแสงตั้งแต่ระดับที่ 1-20 ภายในโรงเรือนระบบสามารถควบคุมระดับความเข้มแสงได้อย่างมีประสิทธิภาพ แต่จากการทดลองจะเห็นว่าการทำงานของระบบจะต้องมีการออกแบบคำนวณจำนวนหลอดไฟที่จะใช้ในโรงเรือนด้วยซึ่งจำนวนหลอดไฟจะขึ้นอยู่กับระดับความเข้มแสงสูงสุดที่ต้องการ และขนาดของโรงเรือน ซึ่งตำแหน่งของการติดตั้งหลอดไฟจะส่งผลต่อความเข้มแสงในโรงเรือนอย่างมาก ตำแหน่งที่อยู่ใกล้กับการติดตั้งหลอดไฟจะมีค่าความเข้มแสงสูงและค่อย ๆ ลดลงตามระยะห่างจากแหล่งกำเนิดแสง

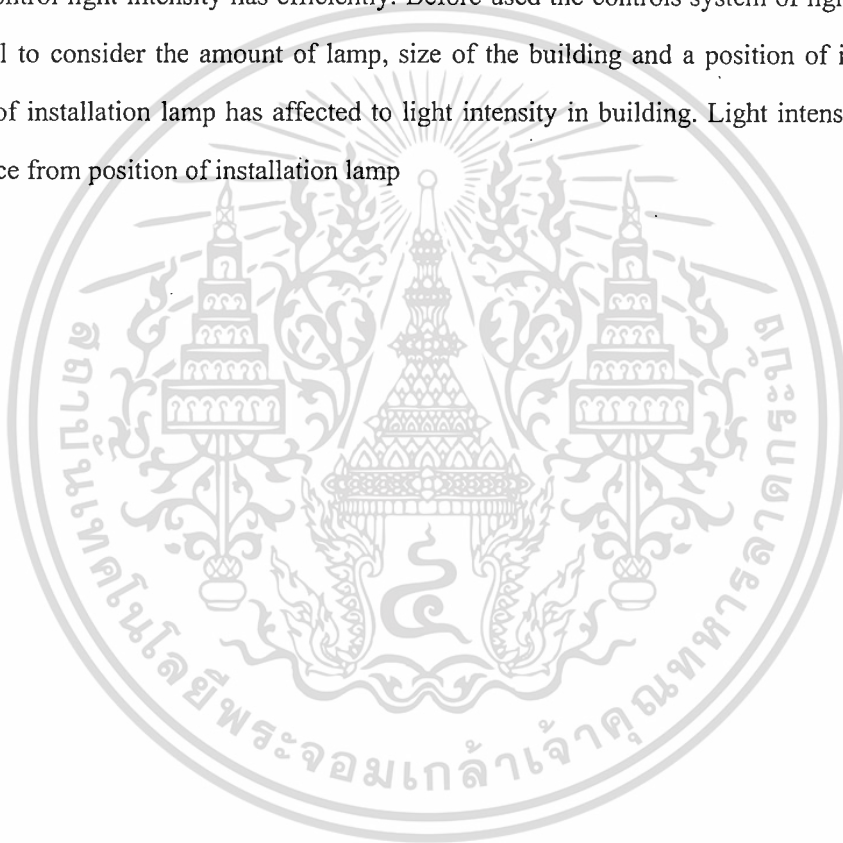


เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

THE CONTROLS SYSTEM OF LIGHT INTENSITY FOR BUILDING

ABSTRACT

This research has done designing develops the system controls light intensity within the building in the closed system. We use light intensity from lamp 1,000W power. The system can be set light intensity level from 0-20. We can define the level of light intensity by using electronics circuit to define input power which supply to lamp. From system experiment, when we set light intensity level from 0-20, the system can be control light intensity has efficiently. Before used the controls system of light intensity for building, we will to consider the amount of lamp, size of the building and a position of installation lamp. The position of installation lamp has affected to light intensity in building. Light intensity will be down follow the space from position of installation lamp



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กิตติกรรมประกาศ

งานวิจัยชิ้นนี้สามารถสำเร็จลุล่วงได้เป็นอย่างดี ด้วยความช่วยเหลือ และการสนับสนุนจากบุคคล
หลายๆท่าน ซึ่งผู้เขียนขอขอบคุณทุกๆ ท่านดังต่อไปนี้

ขอขอบพระคุณ คุณพ่อและคุณแม่ ผู้ซึ่งคอยให้การอบรมสั่งสอน เลี้ยงดู สนับสนุนการศึกษาอย่าง
เต็มที่ ตลอดจนใจกว้างใจเสมอมา ผู้เขียนขอระลึกในพระคุณอันสุดประมาณ และขอกราบขอบพระคุณไว้
ณ ที่นี้ด้วย

ขอขอบพระคุณ ผศ.พลศาสตร์ เลิศประเสริฐ ที่ปรึกษางานวิจัย และคำแนะนำต่าง ๆ เกี่ยวกับการ
ทำงานวิจัย ผู้เขียนรู้สึกซาบซึ้งในความเมตตาของท่านจึงขอกราบขอบพระคุณเป็นอย่างสูง

นอกจากนี้ผู้เขียนใคร่ขอขอบพระคุณ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
วิทยาเขตชุมพร ที่ให้ความรู้ และโอกาสในการทำงาน

คุณค่า และประโยชน์อันพึงมีจากงานวิจัยฉบับนี้ ผู้วิจัยขอมอบแต่ผู้มีพระคุณทุกท่าน



มนตรี ไชยชาญยุทธ์

และคณะ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้
30 กันยายน 2551

สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อภาษาไทย.....	I
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ.....	II
กิตติกรรมประกาศ.....	III
สารบัญ.....	IV
สารบัญตาราง.....	VI
สารบัญรูป.....	VII
บทที่ 1 บทนำ.....	1
1.1 ที่มาและความสำคัญของโครงการ.....	1
1.2 วัตถุประสงค์ของโครงการวิจัย.....	1
1.3 ขอบเขตของการวิจัย.....	2
1.4 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ และหน่วยงานที่นำผลการวิจัยไปใช้ประโยชน์.....	2
1.5 แผนการถ่ายทอดเทคโนโลยีหรือผลการวิจัยสู่กลุ่มเป้าหมาย.....	2
บทที่ 2 ทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง.....	3
2.1 ปัจจัยที่ควบคุมการเจริญเติบโตและการพัฒนาของพืช.....	3
2.2 วงจรตัดศูนย์ Zero Crossing.....	7
2.3 ไตรแอก.....	7
2.4 การส่องสว่าง.....	10
บทที่ 3 การออกแบบระบบควบคุมความเข้มแสง.....	12
3.1 กรอบแนวความคิดของโครงการวิจัย.....	12
3.2 การออกแบบส่วนของวงจรอิเล็กทรอนิกส์.....	13
3.2.1 วงจรตัดศูนย์ (Zero Crossing).....	13
3.2.2 วงจร Solid State Relay.....	15
3.2.3 วงจร Microcontroller.....	16
3.3 การออกแบบการเขียนโปรแกรมควบคุม.....	17
3.4 วงจรประกอบใช้งานจริง.....	18

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ(ต่อ)

	หน้า
บทที่ 4 วิธีการทดลอง และผลการทดลอง.....	20
4.1 การทดลองที่ 1 การทดลองวัดคุณสมบัติทางไฟฟ้า.....	20
4.2 การทดลองที่ 2 ทดลองปรับระดับความเข้มแสงขณะยังไม่ติดตั้งในโรงเรือน.....	22
4.3 การทดลองที่ 3 การทดสอบวัดค่าความเข้มแสงขณะติดตั้งในระบบปิดขนาด 4*4 เมตร...	24
บทที่ 5 สรุปผลงานวิจัยและข้อเสนอแนะ.....	26
5.1 สรุปผลงานวิจัย.....	26
5.2 ข้อคิดเห็นเพิ่มเติม.....	26
เอกสารอ้างอิง.....	27
ภาคผนวก.....	28

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญตาราง

ตารางที่	หน้า
4.1 แสดงผลการวัดสัญญาณ Zero-Crossing.....	20
4.2 ตัวอย่างผลการวัดค่าแรงดัน Average และ Frequency จากการเปลี่ยนค่า Duty cycle ระดับ 0-9.....	20
4.3 ผลการวัดแรงดันเอาต์พุต(Vac)ตั้งแต่ระดับ 0-20.....	21
4.4 ผลการวัดระดับความเข้มแสงที่ตำแหน่งต่าง ๆ ในโรงเรือน.....	25



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญรูป

รูปที่	หน้า
2.1 แสดงความยาวคลื่นแสงช่วงต่าง.....	5
2.2 แสดงความยาวคลื่นแสงสีน้ำเงิน สีเขียว สีเหลือง และสีแดง.....	6
2.3 รูปแสดงสัญญาณตรงจุด Zero-Crossing.....	7
2.4 แสดงสัญลักษณ์ และ โครงสร้างของ TRIAC.....	8
2.5 แสดงการควบคุมกำลังไฟแบบเฟสทริกเกอร์.....	9
2.6 แสดงการเปลี่ยนแปลงค่าของกำลังไฟฟ้าที่ป้อนให้แก่โหลดโดยกำหนดได้จาก ตำแหน่งเวลาของการทริกขาเกตที่ให้แก่ไทรแอด.....	9
3.1 แสดงแนวความคิด และระบบการทำงานของโครงการวิจัย.....	12
3.2 แสดงโครงสร้างของวงจร Zero-Crossing.....	13
3.3 แสดงจุดต่อสัญญาณ Zout = Zero-Crossing_DW.....	13
3.4 แสดงสัญญาณ Zero-Crossing สัญญาณเป็นลอจิก 0.....	14
3.5 แสดงจุดต่อไฟอินพุต 220VAC.....	14
3.6 แสดงจุดต่อขยายของสัญญาณ ไฟฟ้า 220VAC.....	14
3.7 แสดงขั้วต่อแรงดันไฟฟ้า Vout (5V).....	14
3.8 แสดงLED สำหรับแสดงสถานะของไฟฟ้าภายในวงจร.....	15
3.9 แสดงวงจรที่ใช้ในการขับโหลด(หลอดไฟฟ้า).....	15
3.10 แสดงวงจร Microcontroller (แบบเพิ่มเติมในภาคผนวก).....	16
3.10 แสดงโฟลชาท์การออกแบบการเขียนโปรแกรมควบคุม.....	17
3.11 แสดงวงจร Zero-Crossing ที่ใช้งานจริง.....	18
3.12 แสดงวงจร Microcontroller และ Driver Triac ที่ใช้งานจริง.....	18
3.13 แสดงวงจรรวมภายในกล่องที่ใช้งานจริง.....	18
3.14 แสดงรูปภายนอกกล่องที่ใช้งานจริง.....	19
3.15 แสดงการทำงานในสถานะ Stand by.....	19

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญรูป(ต่อ)

รูปที่	หน้า
4.1 แสดงกราฟผลการวัดแรงดันเอาต์พุต(Vac)ตั้งแต่ระดับ 0-20.....	21
4.2 ความสว่าง Output ที่ระดับ 1.....	22
4.3 ความสว่าง Output ที่ระดับ 5.....	22
4.4 ความสว่าง Output ที่ระดับ 10.....	22
4.5 ความสว่าง Output ที่ระดับ 15.....	23
4.6 ความสว่าง Output ที่ระดับ 20.....	23
4.7 ความสว่าง Output ที่ระดับ Error.....	23
4.8 Layout ตำแหน่งการทดลองวัดความเข้มแสง.....	24



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 1

บทนำ

ในบทนี้จะกล่าวถึงความเป็นมา และความสำคัญของปัญหา วัตถุประสงค์ของงานวิจัย สมมุติฐานของการศึกษา ทฤษฎี หรือแนวคิดที่ใช้ในงานวิจัย ขอบเขตของงานวิจัย ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ และแผนการถ่ายทอดเทคโนโลยี

1.1 ที่มา และความสำคัญของโครงการ

โลกได้รับพลังงานจากดวงอาทิตย์ในรูปของความเข้มแสง หรือพลังงานแสง[1] ซึ่งพลังงานบางส่วนก็จะสะท้อนกลับออกไปนอกโลก ในสภาพของพลังงานความร้อน และพลังงานความร้อนนี้จะถูกก๊าซเรือนกระจก (Greenhouse Gases) ซึ่งมีอยู่ในบรรยากาศตามธรรมชาติในปริมาณที่ไม่มากนักดูดกลืนเอาไว้บางส่วน พลังงานความร้อนที่ก๊าซเรือนกระจกดูดกลืนเอาไว้ จะทำให้โลกมีความอบอุ่น และทำให้สิ่งมีชีวิตอาศัยอยู่ในโลกนี้ได้

ความเข้มของแสงจะมีผลโดยตรงต่อขบวนการสังเคราะห์แสง ซึ่งเป็นขบวนการรากฐานเพื่อให้ได้มาซึ่งพลังงาน และเป็นแหล่งของสารประกอบขั้นต้น เพื่อนำมาสังเคราะห์เป็นสารประกอบอินทรีย์ในพืช อันเป็นปัจจัยโดยตรงในการควบคุมการเจริญเติบโตของพืช ซึ่งแสงยังควบคุมขบวนการรากฐานของการเจริญเติบโตในระดับต่าง ๆ จนได้ผลรวมออกมาในรูปการเจริญเติบโต และเปลี่ยนแปลงทางด้านโครงสร้าง นอกจากนี้ แสงยังมีอิทธิพลต่อปรากฏการณ์ต่าง ๆ ในการเจริญเติบโตของพืชด้วย เช่น การออกของเมล็ด การพักตัวของเมล็ด การออกดอก

จะเห็นได้ว่า “ความเข้มแสง” ส่งผลต่อการเจริญเติบโตของพืชอย่างมาก แต่ทั้งนี้ในธรรมชาติซึ่งเป็นระบบเปิดไม่สามารถควบคุมความเข้มแสงได้จึงจำเป็นต้องสร้างสิ่งแวดล้อมเป็นระบบปิด เพื่อควบคุมความเข้มแสงให้เหมาะสมตามความต้องการของพืช ดังนั้นคณะผู้วิจัยจึงมีความคิดที่จะพัฒนาระบบควบคุมความเข้มแสงโดยอาศัยแสงในระบบปิดจากหลอดไฟฟ้า และออกแบบระบบควบคุมทางอิเล็กทรอนิกส์

1.2 วัตถุประสงค์ของโครงการวิจัย

โครงการวิจัยนี้เป็นการประยุกต์ใช้เทคโนโลยีเครื่องมือวัดซึ่งประยุกต์วงจรอิเล็กทรอนิกส์มาใช้ในการทำงาน โดยมีวัตถุประสงค์ คือ

1.2.1 เพื่อออกแบบระบบควบคุมความเข้มแสงในระบบปิด

1.2.2 เพื่อนำระบบไปประยุกต์ใช้ในการศึกษาถึงอิทธิพลของแสงต่อปรากฏการณ์ต่าง ๆ ใน

การเจริญเติบโตของพืชแต่ละชนิด

1.2.3 เพื่อนำระบบไปประยุกต์ใช้ในการพัฒนาระบบ หรืออุปกรณ์นอกฤดูกาล

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับใช้ในการเพื่อการศึกษาค้นคว้าเท่านั้น ไม่สามารถนำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1.2.4 เพื่อเผยแพร่ผลงานวิจัย เชิงประยุกต์

1.2.5 กระตุ้นให้เกิดการวิจัยในเชิงวิศวกรรม และเผยแพร่ต่อสาธารณะ

1.3 ขอบเขตของการวิจัย

ภายในปีงบประมาณ 2551 จะทำการศึกษา ออกแบบพัฒนาระบบควบคุมความเข้มแสงโดยอาศัยแสงในระบบปิดจากหลอดไฟฟ้าขนาดไม่เกิน 1,000 W และระบบควบคุมทางอิเล็กทรอนิกส์ แล้วทำการทดสอบให้มีประสิทธิภาพทั้งในด้านความถูกต้อง และใช้งานได้ง่าย นอกจากนี้จะนำระบบไปประยุกต์ใช้ในการศึกษาถึงอิทธิพลของแสงต่อปรากฏการณ์ต่าง ๆ ในการเจริญเติบโตของพืชหรือการปลูกพืชนอกฤดูกาล

1.4 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ และหน่วยงานที่นำผลการวิจัยไปใช้ประโยชน์

1.4.1 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

- มีระบบควบคุมความเข้มแสงในระบบปิดที่มีคุณภาพ
- สามารถนำระบบไปประยุกต์ใช้ในการศึกษาถึงอิทธิพลของแสงต่อปรากฏการณ์ต่าง ๆ ในการเจริญเติบโตของพืช
- กระตุ้นให้เกิดการถ่ายทอดเทคโนโลยีจากมหาวิทยาลัยสู่ชุมชน
- เป็นข้อมูลให้หน่วยงานอื่นที่สนใจได้นำไปใช้ประโยชน์เพื่อการพัฒนาประเทศ

1.4.2 หน่วยงานที่นำผลงานวิจัยไปใช้ประโยชน์

- สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง วิทยาเขตชุมพร
- กรมส่งเสริมการเกษตร
- หน่วยงานภาครัฐ เอกชนและเกษตรกรทั่วไปที่มีความสนใจ

1.5 แผนการถ่ายทอดเทคโนโลยีหรือผลการวิจัยสู่กลุ่มเป้าหมาย

เมื่อเสร็จสิ้นการวิจัยแล้วก็จะทำการถ่ายทอดวิธีการ การออกแบบ การใช้งานระบบควบคุมความเข้มแสง ให้แก่กลุ่มเกษตรกร หน่วยงาน นักวิจัย และผู้ที่สนใจ หรือนำผลการทดลองที่ได้นำเสนอในการประชุมวิชาการ และนิทรรศการทางวิชาการต่างๆ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 2

ทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง

ในบทนี้จะกล่าวถึง ทฤษฎีที่เกี่ยวข้องกับโครงการวิจัย อาทิ เช่น ปัจจัยที่ควบคุมการเจริญเติบโตและ พัฒนาการของพืช ทฤษฎีวงจรต่าง ๆ ที่ใช้ในการออกแบบระบบบิโเล็กทรอนิกส์โครงการวิจัย

2.1 ปัจจัยที่ควบคุมการเจริญเติบโตและการพัฒนาการของพืช

การเจริญเติบโต และการพัฒนาการของพืช นับตั้งแต่เริ่มมีชีวิตขึ้นมาต้องผ่านขบวนการ ขึ้นตอน และระยะ การเจริญระยะต่างๆ เรื่อยไปจนกระทั่งพืชนั้นตายไป ต้องได้พบกับเหตุการณ์ต่าง ๆ ที่มีผลต่อการ เจริญเติบโต ปัจจัยที่ควบคุมการเจริญเติบโตและการพัฒนาการของพืช อาจแบ่งออกได้เป็น 2 ปัจจัย [2] หลัก ๆ

คือ

1. ปัจจัยภายใน หรือ ปัจจัยด้านพันธุกรรม (Internal or Genetic factor)
2. ปัจจัยภายนอก หรือ ปัจจัยด้านสภาพแวดล้อม (External or Environmental factors)

ปัจจัยด้านสภาพแวดล้อมเป็นปัจจัยที่ค่อนข้างมีความสำคัญต่อการเจริญเติบโต และการพัฒนาการของ สิ่งมีชีวิต โดยเฉพาะพืชเป็นอย่างมาก สิ่งแวดล้อมอาจส่งเสริม หรือขัดขวางการแสดงออกทางด้าน พันธุกรรมของพืช ลักษณะของพืชที่ปรากฏจะมีการเจริญเติบโต และการพัฒนาการดีหรือเลวจะขึ้นกับการ ผสมผสานกันของยีนส์ และสภาพแวดล้อม โดยยีนส์จะมีผลโดยตรงต่อกิจกรรมของฮอร์โมนภายในพืช หากยีนส์ และสภาพแวดล้อมผสมผสานกันดีต้นพืชจะเจริญงอกงามได้ดี หากสภาพแวดล้อมขัดขวางหรือ ขัดแย้งกับยีนส์แล้ว ต้นพืชจะมีการเจริญเติบโตไม่งอกงามหรือมีพัฒนาการไม่ดีเพียงพอ เป็นผลให้ผลผลิต ต่ำ

ปัจจัยสภาพแวดล้อม หรือปัจจัยภายนอกอาจแบ่งตามบทบาทที่มีผลต่อการเจริญเติบโตและการ พัฒนาการของพืช ออกได้เป็น 2 พวก คือ

2.1.1 ปัจจัยที่จำเป็นต้องมี (Positive factors) เป็นปัจจัยที่ขาดไม่ได้ ได้แก่

- แสงสว่าง พืชต้องการแสงสว่างเพื่อใช้ในขบวนการการสังเคราะห์แสง สร้างอาหาร เพื่อใช้ในการ เจริญเติบโตและการพัฒนาการ

- ที่ยึดเหนี่ยว พืชจะเจริญเติบโต และให้ผลผลิตได้ดี ต้องมีที่ยึดเหนี่ยวที่แข็งแรง เพื่อให้ ลำต้นทรงอยู่ได้ในลักษณะที่เหมาะสม ซึ่งจะทำให้ส่วนต่างๆ ทำหน้าที่ในการเจริญเติบโตได้อย่างเต็มที่

- อุณหภูมิ อุณหภูมิที่เหมาะสมจะส่งเสริมให้พืชมีการเจริญเติบโต และการพัฒนาการที่ดี

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- **อากาศ** ในการเจริญเติบโตและการพัฒนาการของพืช ต้องการพลังงานที่ได้มาจากการหายใจ จึงต้องมีอากาศอย่างเพียงพอ เพื่อให้การหายใจเกิดขึ้นได้อย่างเต็มที่นอกจากนี้ พืชยังต้องการก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์เพื่อใช้ในการสังเคราะห์แสงด้วย

- **น้ำ** น้ำเป็นส่วนประกอบที่สำคัญของสิ่งมีชีวิต เพื่อทำหน้าที่ในการช่วยดูดแร่ธาตุอาหาร (nutrients) ลำเลียงอาหาร (photosynthates) ไปยังส่วนต่าง ๆ และช่วยในการลดอุณหภูมิภายในต้นพืช

- **แร่ธาตุอาหาร (nutrients)** พืชต้องการแร่ธาตุอาหารเพื่อใช้ในการเจริญเติบโตและการพัฒนาการ โดยแร่ธาตุอาหารเหล่านั้น จะไปเป็นส่วนประกอบที่สำคัญของพืช และจะไปกระตุ้นขบวนการต่าง ๆ ที่จำเป็นต่อการดำรงชีวิต

2.1.2 ปัจจัยที่ไม่จำเป็น หรือไม่ต้องมี (Negative factors) เป็นปัจจัยที่ไม่ควรมี ได้แก่

- โรค (Diseases)
- แมลงศัตรูพืช (Insects pest)
- วัชพืช (Weeds)
- สารที่เป็นพิษ (Toxic substances)

2.1.3 ความเข้มของแสง (Light Intensity)

ความเข้มของแสง[3] คือ ปริมาณแสงทั้งหมดที่พืชได้รับ ซึ่งความเข้มของแสงจะแตกต่างกันตามพื้นที่ เวลา ฤดูกาล และระยะห่างจากเส้นศูนย์สูตรของโลก ในพื้นที่เดียวกัน ความเข้มของแสงจะค่อย ๆ เพิ่มขึ้นตั้งแต่ดวงอาทิตย์ขึ้น จนถึงเที่ยงวัน หรือในช่วงบ่าย จากนั้นจะค่อย ๆ ลดลงไปจนกระทั่งดวงอาทิตย์ตก บริเวณเส้นศูนย์สูตรของโลกจะมีความเข้มของแสงสูงที่สุดและค่อย ๆ ลดลงตามเส้นรุ้งที่มุ่งไปหาขั้วโลก ในช่วงเวลาเดียวกัน อิทธิพลของความเข้มของแสงต่อการเจริญเติบโตของพืช คือ ความเข้มของแสงที่ต่ำเกินไป เมื่อความเข้มของแสงไม่เพียงพอ จะทำให้มีอัตราการเจริญเติบโตต่ำ และให้ผลผลิตน้อย หรือผลผลิตมีคุณภาพต่ำ เพราะในการรวมตัวของก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์กับน้ำในปฏิกิริยาสังเคราะห์แสงนั้น ขั้นตอนของขบวนการนี้ต้องการพลังงานที่มีปฏิกิริยาที่ใช้แสงเป็นตัวกระตุ้นจึงจะเกิดขึ้นได้ กรณีที่แสงมีความเข้มต่ำ พลังงานที่ใช้ในการรวมตัวของก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์กับน้ำจะมีน้อย อัตราการสังเคราะห์แสงจะต่ำ ส่งผลให้มีอาหารน้อยตามไปด้วย ซึ่งอาหารจากการสังเคราะห์แสงนี้จะเป็นสารตั้งต้นในการสร้างสารประกอบที่จำเป็นต่อการเจริญเติบโตอื่น ๆ เมื่อพืชมีอาหารต่ำอยู่แล้ว การสร้างสารที่จำเป็นต่อการเจริญเติบโตจะเกิดขึ้นน้อย พืชจะมีการเจริญเติบโตช้า และมีผลผลิตต่ำ หรือผลผลิตมีคุณภาพต่ำ ความเข้มของแสงที่สูงเกินไปจะส่งผลลบต่อพืชดังนี้

- **ปริมาณคลอโรฟิลล์ (Chlorophyll content)** ความเข้มของแสงที่สูงเกินไป จะทำให้พืชบางชนิดมีปริมาณคลอโรฟิลล์ลดลง หรือคลอโรฟิลล์มีประสิทธิภาพต่ำลง การสังเคราะห์แสงจะต่ำไปด้วย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

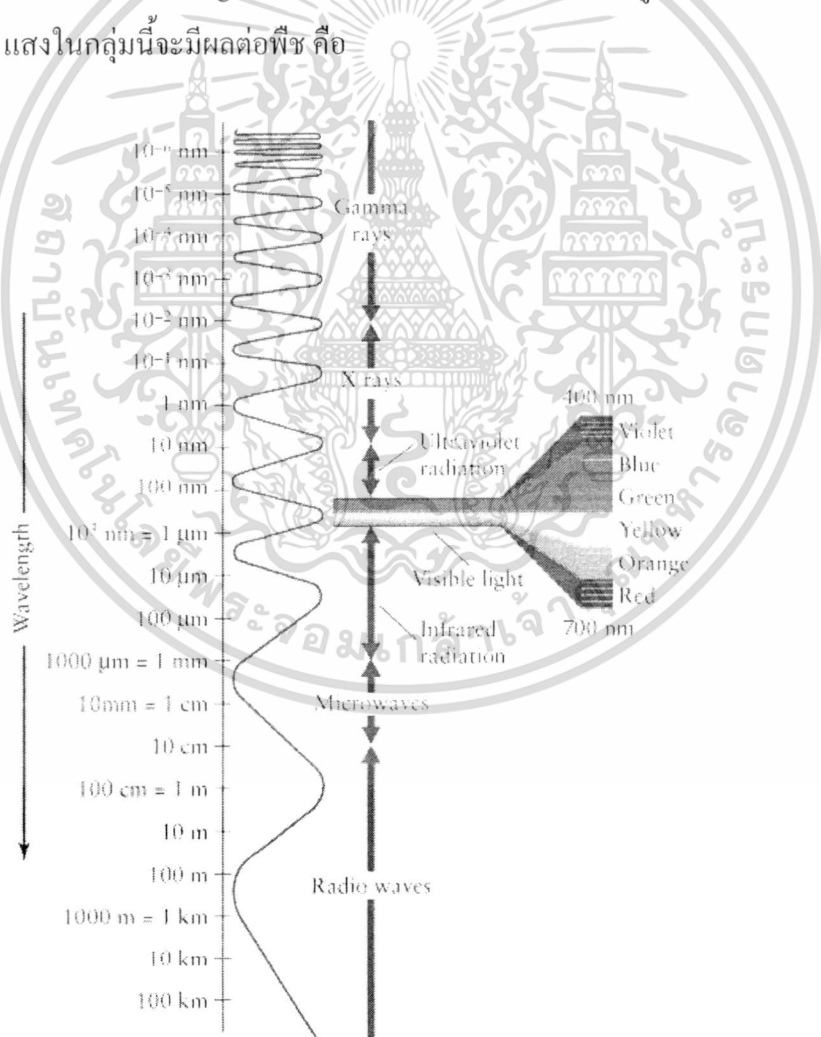
- น้ำ แสงที่มีความเข้มมากเกินไป จะทำให้อุณหภูมิของใบเพิ่มขึ้นอย่างมาก ทำให้พืชมีอัตราการคายน้ำสูง หากอัตราการคายน้ำของรากไม่สมดุลกับอัตราการคายน้ำ พืชจะแสดงอาการขาดน้ำ

กิจกรรมของน้ำย่อย (Enzymes) แสงที่มีความเข้มมากเกินไป ทำให้อุณหภูมิของใบสูงขึ้น เป็นผลให้ระบบน้ำย่อยลดการเปลี่ยนน้ำตาลไปเป็นแป้งลง ทำให้พืชมีการสะสมน้ำตาลแทนแป้ง นอกจากนี้ น้ำย่อยที่มีส่วนในการสังเคราะห์แสงก็จะลดกิจกรรมลงด้วย ทำให้อัตราการสังเคราะห์แสงลดลง

คุณภาพของแสง (Light quality) หมายถึง ความยาวของคลื่นแสงดังแสดงในลักษณะความยาวคลื่นช่วงต่าง ตามรูปที่ 1 ซึ่งสามารถแบ่งออกได้เป็น 2 กลุ่มใหญ่ ๆ คือ

1 คลื่นแสงที่มองไม่เห็น (Invisible light) ได้แก่ แสงเหนือม่วง (Ultra Violet, UV) ซึ่งเป็นตัวการในการยับยั้งการเจริญเติบโตของพืช และแสง Infra Red ซึ่งจะทำให้ปัสถองของพืชยืดยาวออก

2 คลื่นแสงที่มองเห็น (Visible light) มีหลายความยาวคลื่นดังแสดงในรูปที่ 2 โดยแต่ละช่วงความยาวคลื่นจะมีสีต่างกัน แสงในกลุ่มนี้จะมีผลต่อพืช คือ

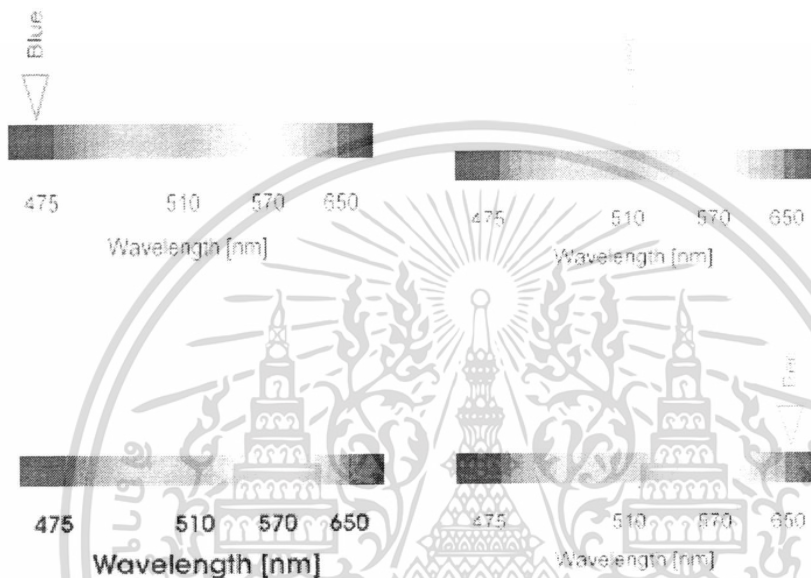


รูปที่ 2.1 แสดงความยาวคลื่นแสงช่วงต่าง

[4] ที่มาของภาพ http://eosweb.larc.nasa.gov/EDDOCS/Wavelengths_for_Colors.html

เอกสารนี้เป็นเอกสารทสงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น เมื่อนำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- แสงสีม่วงและสีน้ำเงินเกี่ยวข้องกับการตอบสนองของพืชต่อแสงที่เรียกว่า Photo-tropism เช่น การที่ดอกไม้บางชนิดหันเข้าหาแสง การโค้งงอของพืชเข้าหาแสง เป็นต้น
- แสงสีเขียว ระบุการเจริญเติบโตของพืช
- แสงสีเหลืองและสีส้ม เกี่ยวข้องกับการงอกของเมล็ด
- แสงสีแดง ส่งเสริมการงอกของเมล็ด
- แสงสีไกลแดง (Far Red) ยับยั้งการงอกของเมล็ด



รูปที่ 2.2 แสดงความยาวคลื่นแสงสีน้ำเงิน สีเขียว สีเหลือง และสีแดง

ที่มาของภาพ http://eosweb.larc.nasa.gov/EDDOCS/Wavelengths_for_Colors.html

ช่วงแสง (Light Duration or Photoperiod) [5] หมายถึงระยะเวลายาวนานของแสงในแต่ละช่วงวัน ซึ่งจะแตกต่างกันตามฤดูกาล ความยาวของช่วงแสงจะมีอิทธิพลต่อการเจริญเติบโตและการพัฒนาการของพืชบางชนิดเป็นอย่างมาก โดยเฉพาะอย่างยิ่ง อิทธิพลในการเปลี่ยนพืชจากระยะการเจริญเติบโตทางกิ่งใบ (Vegetative growth) ไปเป็นการเจริญเติบโตทางด้านการสืบพันธุ์ (Reproductive growth) นั่นคือ ช่วงแสงมีอิทธิพลต่อการออกดอกของพืชบางชนิด การตอบสนองของพืชต่อช่วงแสงนี้ อาจแบ่งพืชออกเป็น

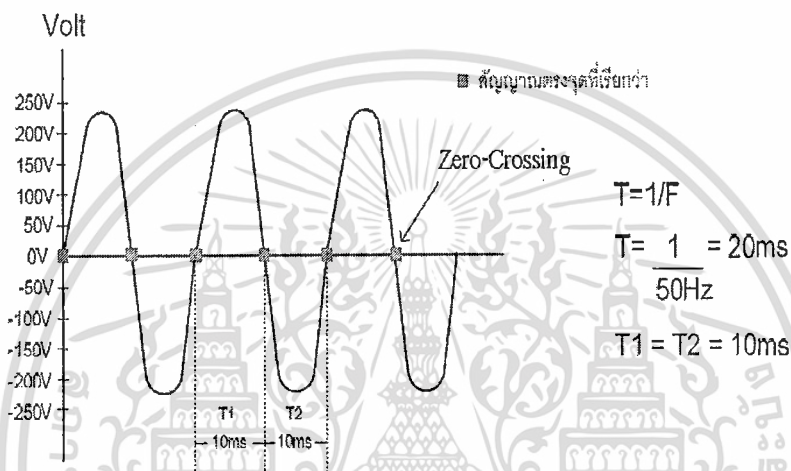
- พืชวันสั้น (Short day plant, SD) เป็นพืชที่ต้องการความยาวช่วงแสง สั้นกว่าช่วงวันวิกฤติ (Critical day length or Critical night length) จึงจะออกดอกได้
- พืชวันยาว (Long day plant, LD) เป็นพืชที่ต้องการความยาวช่วงแสง ยาวกว่าช่วงวันวิกฤติ จึงจะออกดอก

พืชที่ไม่ตอบสนองต่อช่วงแสง (Day neutral plant) พืชพวกนี้ เมื่อได้รับสภาพแวดล้อมที่เหมาะสม เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษานี้เท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า หรือมีอายุเหมาะสม ก็จะสามารออกดอกได้ โดยไม่เกี่ยวข้องกับช่วงแสง แม้ว่ากรรมใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.2 วงจรตัดศูนย์ Zero Crossing

Zero Crossing คือวงจรที่ถูกสร้างขึ้นเพื่อจุดประสงค์เป็นสัญญาณในการควบคุมระบบไฟฟ้ากระแสสลับให้สามารถมีระดับแรงดันเอาต์พุตต่างๆ ตามที่เราต้องการ โดยอาศัยหลักการในการควบคุมเฟสของสัญญาณไฟฟ้ากระแสสลับ AC 220V ซึ่งเป็นสัญญาณไซน์เวฟ มุมเฟส 360 องศา ขนาดความถี่ 50 Hz

การควบคุมเฟสจะต้องอาศัยหลักการการทำงานของไทรแอก (TRIAC) โดยการควบคุมการจุดชนวนเกตของไทรแอก ซึ่งการจุดชนวนเกตที่มุมเฟสต่างๆของไทรแอกจะมีผลต่อค่าระดับแรงดันเอาต์พุตกระแสสลับ โดยเราจะใช้สัญญาณจากจุดที่เรียกว่า Zero-Crossing เป็นจุดอ้างอิงในการกระตุ้นเฟสของสัญญาณ



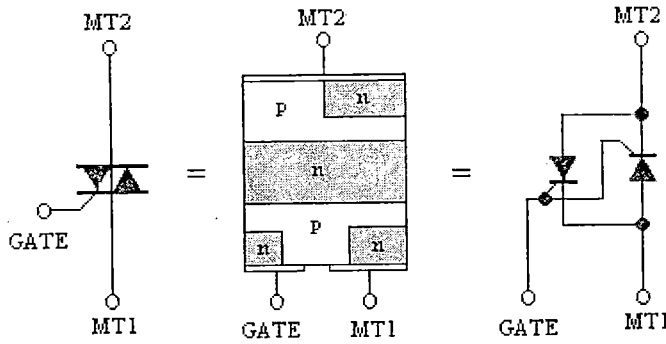
รูปที่ 2.3 รูปแสดงสัญญาณตรงจุด Zero-Crossing

จากรูปสัญญาณ Zero-Crossing จะเกิดขึ้นทุกๆ 10 ms ดังนั้นการควบคุมเฟสของสัญญาณสามารถทำได้โดยอาศัยวิธีการหน่วงเวลาภายใน 0 ถึง 10 ms แล้วส่งพัลส์ไปกระตุ้นขาเกตของไทรแอก (Ctrl) ซึ่งขนาดของสัญญาณพัลส์ที่ไปกระตุ้นควรมีความกว้างอย่างน้อย 10 μ Sec โดยการจุดชนวนเกตภายในเวลา 0 ถึง 10 ms จะมีผลต่อระดับแรงดันไฟฟ้ากระแสสลับที่เอาต์พุต ซึ่งมีสัดส่วนแปรผันกันโดยตรงกับค่าเวลาดังกล่าว

2.3 ไทรแอก

TRIAC เป็นสวิตช์ AC ที่มี 3 ขั้ว ขั้วหนึ่งเป็นขั้วเกตซึ่งใช้พิจารณา Break over voltage การทำงานของ TRIAC เหมือน SCR อย่างไรก็ตาม TRIAC สามารถที่จะทำงานได้ 2 ทิศทาง เนื่องจากกระแสสะสมในตัว TRIAC ทำให้ไม่สามารถ switch จากขั้วหนึ่งไปขั้วหนึ่งอย่างรวดเร็วได้ ดังนั้น TRIAC จึงเป็นอุปกรณ์ที่ความถี่ต่ำมาก โดยทั่วไปใช้กับความถี่ที่ 50 - 60 Hz

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.4 แสดงสัญลักษณ์ และ โครงสร้างของ TRIAC

สัญลักษณ์แสดงดังรูปที่ 2.4 โครงสร้างไทรแอกจะประกอบด้วยสารกึ่งตัวนำตอนใหญ่ 3 ตอน คือ PNP และในสารกึ่งตัวนำตอนใหญ่มีสารกึ่งตัวนำตอนย่อย ชนิด N อีก 3 ตอน มีขาต่อออกมาใช้งาน 3 ขา คือ ขา แอนโอด 2 (ANODE 2) A2 หรือขามาเนน เทอร์มินอล 2 (MAIN TERMINAL 2) MT2 ขาแอนโอด 1 (ANODE 1) A1 หรือ ขามาเนน เทอร์มินอล 1 (MAIN TERMINAL 1) MT2 และ ขากาต (GATE) G

2.3.1 การจ่ายไบอัสให้ไทรแอกทำงาน

ไทรแอกมีคุณสมบัติทำงานได้ทั้งแรงดันช่วงบวกและแรงดันช่วงลบ คือ จะนำกระแสได้ทั้ง 2 ทิศทาง การนำกระแสของไทรแอก จะขึ้นอยู่กับแรงดันที่ป้อนกระตุ้นขา G และแรงดันที่จ่ายให้ขา A2 และ A1 ซึ่งมีทั้งหมด 4 สถานะดังนี้ คือ

1. สถานะที่ 1 หรือควอแดรนต์ที่ 1 จ่ายแรงดันบวกให้ขา A2 จ่ายแรงดันลบให้ขา A1 และจ่ายแรงดันบวกกระตุ้นขา G จะนำกระแสดังรูป
2. สถานะที่ 2 หรือควอแดรนต์ที่ 2 จ่ายแรงดันบวกให้ขา A2 จ่ายแรงดันลบให้ขา A1 และจ่ายแรงดันลบกระตุ้นขา G แทนแรงดันบวก จะนำกระแสดังรูป
3. สถานะที่ 3 หรือควอแดรนต์ที่ 3 กลับขั้วแรงดันที่จ่ายให้ A2 เป็นลบ และแรงดันจ่ายให้ A1 เป็นบวก ส่วนขา G ยังคงจ่ายแรงดันกระตุ้นเป็นลบเหมือนเดิม จะนำกระแสดังรูป
4. สถานะที่ 4 หรือควอแดรนต์ที่ 4 ยังคงจ่ายแรงดันลบให้ขา A2 และจ่ายแรงดันบวกให้ขา A1 ส่วนขา G กลับขั้วแรงดันเป็นจ่ายบวกให้ขา G เป็นแรงดันกระตุ้นเทียบกับขา A1 จะนำกระแสดังรูป

2.3.2 การเลือกสภาวะการทำงาน

ในสภาวะกระแสหักล้างกันเป็นสภาวะที่ไทรแอกนำกระแสได้น้อย การทำงานไม่รวดเร็ว และทำงานไม่แน่นอน ดังนั้นในการนำไทรแอกไปใช้งาน จึงไม่นิยมใช้งานในสภาวะกระแสหักล้าง แต่นิยมใช้งานในสภาวะกระแสเสริมกัน คือในควอแดรนต์ที่ 1 และ 3

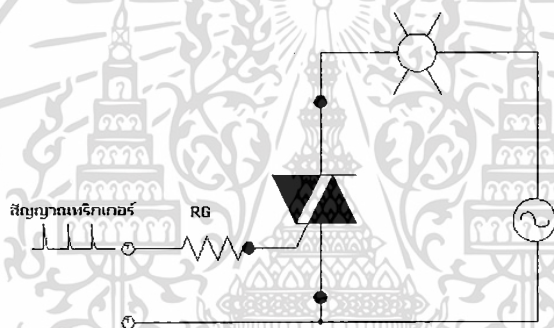
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.3.3 การทำให้ไทรแอกหยุดนำกระแส

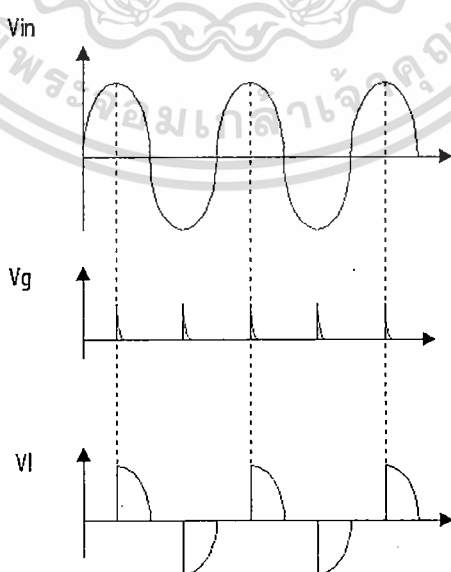
1. ตัดแหล่งจ่ายแรงดัน V_{aa} ที่ป้อนให้ขา A2 และขา A1 ของไทรแอกออกชั่วขณะ
 2. ลดแรงดันไบอัสที่จ่ายให้ขา A2 และขา A1 ลง จนทำให้มีกระแสไหลผ่านตัวไทรแอกต่ำกว่ากระแสโฮลดิ้ง (HOLDING CURRENT) ของไทรแอกตัวนั้น ๆ
- นอกจาก 2 วิธีดังกล่าว จะไม่สามารถทำให้ไทรแอกหยุดนำกระแสได้

2.3.4 การควบคุมกำลังไฟแบบเฟสทริกเกอร์

จากตัวอย่างของการใช้งาน ไทรแอก ที่กล่าวมาตั้งแต่ต้นนี้เป็นการใช้งานในลักษณะเป็นสวิตช์ เปิด / ปิด การจ่ายไฟให้แก่โหลดต่าง ๆ แต่ความจริงแล้วการใช้งานสามารถขยายออกไปได้อีกมาก เช่น ใช้เป็น วงจรหรือความสว่างของหลอดไฟ หรือเป็นวงจรควบคุมความเร็วของมอเตอร์ เป็นต้นซึ่งก็ล้วนแล้วแต่เป็นการใช้งานควบคุมกำลังไฟ ที่จะจ่ายให้แก่โหลดในระบบที่เรียกว่าเฟส - ทริกเกอร์



รูปที่ 2.5 แสดงการควบคุมกำลังไฟแบบเฟสทริกเกอร์



รูปที่ 2.6 แสดงการเปลี่ยนแปลงค่าของกำลังไฟฟ้าที่ป้อนให้แก่โหลด โดยกำหนดได้จากตำแหน่งเวลาของ เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า การทริกษาแก่ทที่ให้แก่ไทรแอก ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.4: การส่องสว่าง

แสงเป็นพลังงาน สามารถทำให้เกิดความสว่างบนผิววัตถุ โดยปริมาณการส่องสว่างของแสงมากหรือน้อย ขึ้นอยู่กับ

- ก. ความเข้มแสงของแหล่งกำเนิด
- ข. ระยะทางจากแหล่งกำเนิดแสงกับพื้นที่ที่แสงตกกระทบ
- ค. มุมตกกระทบของรังสีแสง

ความเข้มของแสงและของคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าอื่นวัดเป็นกำลังต่อหนึ่งหน่วยพื้นที่ ซึ่งมีหน่วยเป็นวัตต์ต่อตารางเมตร (W/m^2) อัตราการแผ่รังสีของพลังงานทั้งหมดจากแหล่งกำเนิดแสงใด ๆ เรียกว่ากำลังการแผ่รังสี หรือ ฟลักซ์ การแผ่รังสี ซึ่งมีหน่วยเป็นวัตต์ (1W) ปริมาณเหล่านี้ไม่เพียงพอสำหรับวัดความรู้สึกต่อการเห็นความสว่าง ด้วยเหตุผล 2 ประการ ประการแรกรังสีที่แผ่ออกมาทั้งหมดจากแหล่งกำเนิดไม่ได้อยู่ในสเปกตรัมที่มองเห็น เช่นหลอดไฟฟ้าชนิดมิไส้แผ่รังสีในช่วงสเปกตรัมได้แดงออกมามากกว่าสเปกตรัมที่มองเห็น ประการที่สองตามีความไวต่อความยาวคลื่นทั้งหมดไม่เท่ากัน เช่นหลอดไฟฟ้า 1 วัตต์ปล่อยแสงเหลืองออกมาจะปรากฏว่าสว่างกว่าหลอดไฟฟ้า 1 วัตต์ ที่ปล่อยแสงน้ำเงิน กำลังการแผ่รังสีเรียกว่า **ฟลักซ์แสง (luminous flux)** ใช้ F เป็นสัญลักษณ์ หน่วยของฟลักซ์แสง คือ ลูเมน (lumen, lm)

ตัวอย่างเช่น แสงที่ปล่อยออกมาทั้งหมด (ฟลักซ์แสง) ของหลอดไฟฟ้าชนิดมิไส้ 40W มีค่าประมาณ 500 lm ส่วนหลอดเรืองแสง 40W ประมาณ 2300 lm เป็นต้น เมื่อฟลักซ์แสงตกกระทบพื้นพื้นนั้นเรียกว่าถูก ส่องสว่าง ความเข้มของการส่องสว่าง (อุปมาได้กับความเข้มของคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าซึ่งมีหน่วยเป็นกำลังต่อหนึ่งหน่วยพื้นที่) คือ ฟลักซ์แสงต่อหนึ่งหน่วยพื้นที่ เรียกว่า ความสว่าง (luminance), เขียนแทนด้วยสัญลักษณ์ E หน่วยของความสว่าง คือ ลูเมนต่อตารางเมตร, มีชื่อพิเศษว่า **ลักซ์ (lux, lx)**

ถ้าฟลักซ์แสง F ตกกระทบตั้งฉากกับพื้นที่ A ความสว่าง E กำหนดให้โดย

$$E = \frac{F}{A} \quad (2.1)$$

พิจารณาแหล่งกำเนิดแสงที่จุดศูนย์กลางของทรงกลมจินตภาพที่มีรัศมี R พื้นที่ A เล็ก ๆ ของทรงกลมปิดมุมตัน Ω ที่กำหนดให้โดย $\Omega = \frac{A}{R^2}$ ถ้าฟลักซ์แสงผ่านพื้นที่นี้คือ F แล้วความเข้มแสง I ในทิศของพื้นที่ มีนิยามว่า

$$I = \frac{F}{\Omega} \quad (2.2)$$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หน่วยความเข้มแสง คือ ลูเมนต่อสเตอเรเดียน (lm / sr) ซึ่งมีชื่อพิเศษว่า แคนเดลา (1 cd) ความสว่างเป็นไปตามกฎกำลังสองผกผันจากจุดกำเนิดแสง (ขึ้นอยู่กับระยะทาง) ความเข้มแสงไม่ขึ้นกับระยะทาง

ตัวอย่างคำนวณ โรงเรือนระบบปิดของ ส จ ล. หุมพร มีพื้นที่เป็นสี่เหลี่ยมผืนผ้าขนาด กว้าง 2 เมตร ยาว 3 เมตร ต้องการความสามารถในการส่องสว่างในโรงเรือนปิด โดยเลือกใช้หลอดไส้ขนาด 200 วัตต์ ที่มีประสิทธิภาพแสง $14.6 \text{ lm} / \text{w}$ ถ้าความสว่างในโรงเรือนเท่ากับ $2,500 \text{ lux}$ จงคำนวณหาจำนวนหลอดไฟที่ใช้ในการเพิ่มการส่องสว่าง

$$A = 6 \text{ ตารางเมตร}$$

$$E = 2,500 \text{ lux}$$

ประสิทธิภาพแสง = พลังค์แสงจากหลอดไฟ / กำลังไฟฟ้าหลอดไฟ

$$\text{พลังค์แสงจากหลอดไฟ} = \text{ประสิทธิภาพแสง} * \text{กำลังไฟฟ้าหลอดไฟ} \quad (2.3)$$

จากสมการที่ (2.3) จะได้ค่าของพลังค์แสงจากหลอดไฟ

$$\begin{aligned} F &= (14.6 \text{ lm} / \text{w}) (200\text{W}) \\ &= 2920 \text{ lm} \end{aligned}$$

จากสมการที่ (2.1) จะได้ค่าความเข้มของการส่องสว่าง ถ้าระยะทางจากหลอดไฟถึงพื้น 2 เมตร

$$\begin{aligned} E &= \frac{F}{A} \\ &= \frac{2920 \text{ lm}}{2\pi(2)^2} \\ &= 116.4 \text{ lm/m}^2 \\ &= 116.4 \text{ Lux} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{เพราะ ฉะนั้นจะต้องใช้จำนวนหลอดไฟเท่ากับ} &= \frac{2500 \text{ Lux}}{116.24 \text{ Lux}} \\ &= 21 \text{ หลอด} \end{aligned}$$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

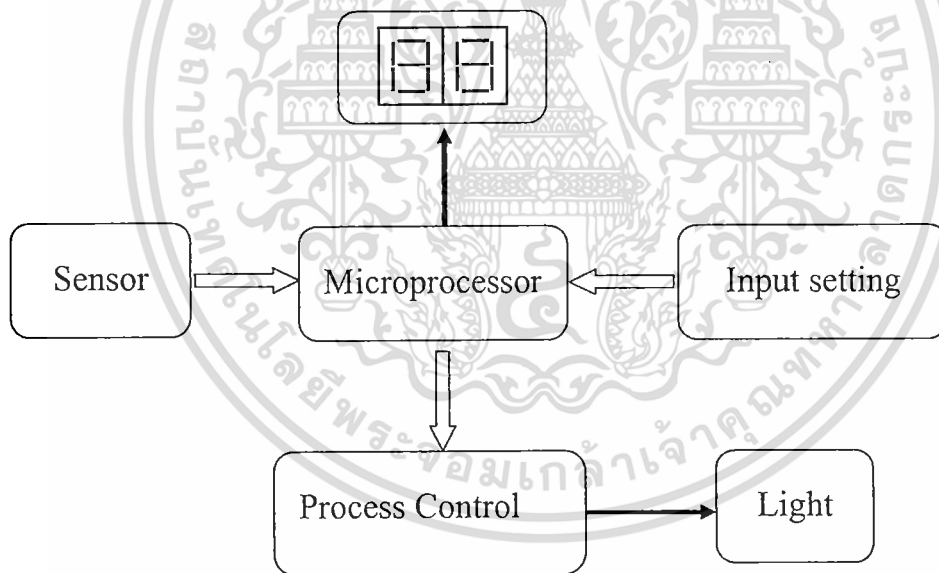
บทที่ 3

การออกแบบระบบควบคุมความเข้มแสง

ในบทนี้จะกล่าวถึง การออกแบบระบบควบคุมความเข้มแสงโดยรวมซึ่งสามารถแบ่งออกเป็น 2 ส่วน คือ ส่วนของการออกแบบของวงจร และส่วนของการออกแบบโปรแกรม

3.1 กรอบแนวความคิดของโครงการวิจัย

“ความเข้มแสง” คือ ปริมาณแสงทั้งหมดที่ตกกระทบบนพื้นที่ใด ๆ ซึ่งความเข้มแสงส่งผลต่อการเจริญเติบโตของพืชอย่างมาก แต่ทั้งนี้ในธรรมชาติซึ่งเป็นระบบเปิดไม่สามารถควบคุมความเข้มแสงได้ จึงจำเป็นต้องสร้างสิ่งแวดล้อมที่เป็นระบบปิด เพื่อควบคุมความเข้มแสงให้เหมาะสมตามความต้องการของพืช ดังนั้นคณะผู้วิจัยจึงมีความคิดที่จะพัฒนาระบบควบคุมความเข้มแสง โดยอาศัยแสงในระบบปิดจากหลอดไฟฟ้า และระบบควบคุมทางอิเล็กทรอนิกส์ โดยกรอบแนวความคิดของระบบแสดงดังในรูปที่ 3



รูปที่ 3.1 แสดงแนวความคิด และระบบการทำงานของ โครงการงานวิจัย

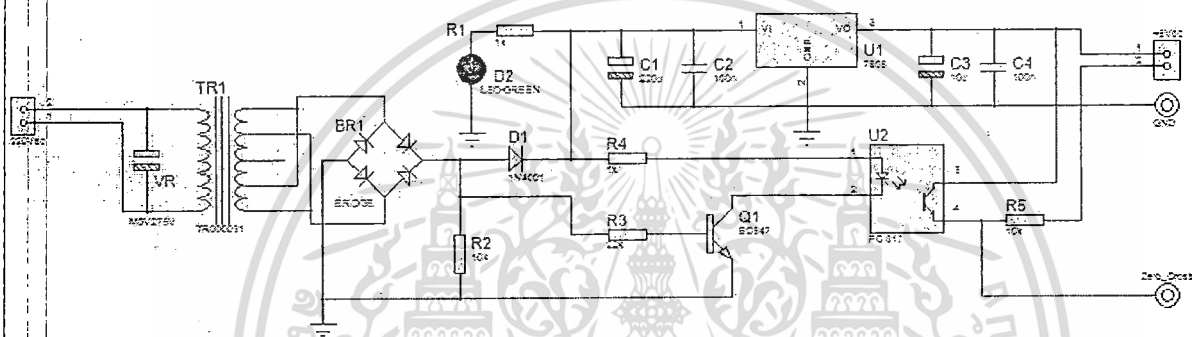
จากรูปที่ 3 ภาพโดยรวมของระบบจะมี Sensor ทำหน้าที่ตรวจจับความเข้มแสงเพื่อทดลองหาความสัมพันธ์ระหว่างความเข้มแสงกับกำลังไฟฟ้าที่ใช้ควบคุมแหล่งกำเนิดแสง ซึ่งจะนำข้อมูลดังกล่าวมาใช้ในการเขียน โปรแกรมควบคุมด้วยตัวประมวลผล (Microprocessor) และแสดงผลความเข้มแสงผ่านทาง LED Seven segment โดยแบ่งเป็นระดับต่าง ๆ 20 ระดับ นอกจากนี้ยังมีการรับค่าระดับความเข้มแสงผ่านทาง Input Setting เพื่อใช้ในการควบคุมตัวกำเนิดแสงให้ภายในโรงเรือนระบบปิดให้มีระดับความเข้มแสงตามที่ต้องการ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.2 การออกแบบส่วนของวงจรอิเล็กทรอนิกส์

ในการออกแบบระบบควบคุมแสงนั้น เป็นการควบคุมระดับกำลังงานที่จ่ายให้กับหลอดไฟหรือแหล่งกำเนิดแสง ซึ่งแหล่งจ่ายไฟที่ใช้เป็นไฟฟ้ากระแสสลับจำเป็นต้องหาจุดตัดศูนย์เพื่อกำหนดตำแหน่งการทริกเกอร์ให้โพลดีการนำกระแสได้ถูกต้อง ซึ่งในวงจรจะมีอุปกรณ์หลักๆที่ใช้ในการควบคุมความสว่างของหลอดไฟชนิดหลอดไส้ คือ ไตรแอก ซึ่งมีหน้าที่เสมือนสวิตช์ในการควบคุมแรงดันไฟฟ้ากระแสสลับ(AC) ที่จ่ายให้กับหลอดไฟชนิดหลอดไส้ และอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์อื่นๆ ที่ทำหน้าที่ควบคุมการทำงานของไตรแอก

3.2.1 วงจรตัดศูนย์(Zero Crossing)



รูปที่ 3.2 แสดงโครงสร้างของวงจร Zero-Crossing

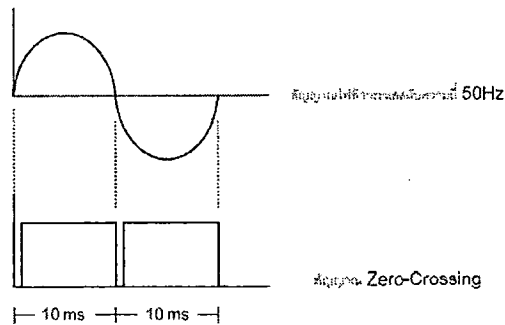
วงจรตัดศูนย์ที่ใช้แสดงดังในรูปที่ 3.2 โดยอาศัยทรานซิสเตอร์ในการหาจุดตัดศูนย์ สามารถอธิบายโครงสร้างของวงจร Zero-Crossing_DW ต่างๆ ได้ดังนี้

1. J5 เป็น Zout = Zero-Crossing_DW คือ สัญญาณใช้อ้างอิงที่มุมเฟส 0 องศาของสัญญาณไซน์ 50 Hz ดังรูปที่ 3.3



รูปที่ 3.3 แสดงจุดต่อสัญญาณ Zout = Zero-Crossing_DW

Dw คือ จัมเปอร์สำหรับเลือกรูปแบบของสัญญาณ Zero-Crossing ถ้า Dw ให้สัญญาณที่มุมศูนย์องศาของสัญญาณเป็นลอจิก 0 ซึ่งมีลักษณะดังรูปที่ 3.4



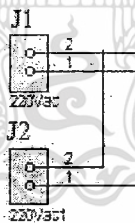
รูปที่ 3.4 แสดงสัญญาณ Zero-Crossing สัญญาณเป็นลอจิก 0

2. J1 ขั้วต่อ ไฟอินพุต 220VAC ดังรูป



รูปที่ 3.5 แสดงจุดต่อไฟอินพุต 220VAC

2. J2 เป็นจุดต่อขยายของสัญญาณไฟฟ้า 220VAC สำหรับนำไปต่อพ่วงกับอุปกรณ์ภายนอกที่ต้องการโดย ไฟฟ้าที่จุดนี้จะต่อขนานมาจากขั้วต่อสัญญาณ 220 VAC INPUT ดังรูปที่ 3.6



รูปที่ 3.6 แสดงจุดต่อขยายของสัญญาณไฟฟ้า 220VAC

3. J4 ดังแสดงในรูปที่ 3.7 คือ Vout (5V) เป็นขั้วต่อแรงดันอินพุตกระแสตรง 5V ที่ได้มาจากวงจรเรกติไฟเออร์ (L7805) ภายในวงจร โดยสามารถนำไปต่อไฟเลี้ยงอุปกรณ์ภายนอกได้ เช่น ไมโครคอนโทรลเลอร์ เป็นต้น



รูปที่ 3.7 แสดงขั้วต่อแรงดันไฟฟ้า Vout (5V)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

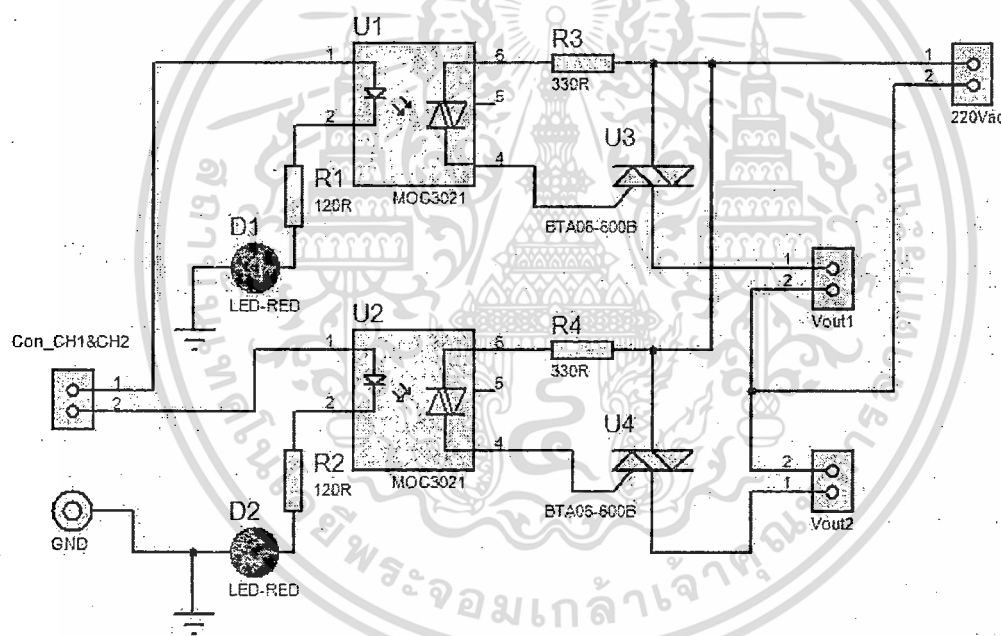
4. D2 ดังแสดงในรูปที่ 3.8 เป็น Power คือ หลอดไฟแสดงผล LED สำหรับแสดงสถานะของไฟฟ้าภายในวงจร



รูปที่ 3.8 แสดง LED สำหรับแสดงสถานะของไฟฟ้าภายในวงจร

3.2.2 วงจร Solid State Relay หรือวงจรที่ใช้ในการขับ โหลด (หลอดไฟฟ้า)

ในโครงการนี้ได้นำ ไตรแอกมาใช้ในการควบคุมกำลังไฟฟ้า ที่จะจ่ายให้แก่โหลดในระบบซึ่งในการควบคุมกำลังไฟฟ้าที่เรียกว่าเฟส – ทริกเกอร์ แสดงดังในรูปที่ 3.9



รูปที่ 3.9 แสดงวงจรที่ใช้ในการขับ โหลด(หลอดไฟฟ้า)

จากในรูปที่ 3.9 แสดงวงจรที่ใช้ในการขับ โหลด(หลอดไฟฟ้า)แบบ 2 แชนแนล โดยมี IC MOC3021 ทำหน้าที่ ISOLATION ในการแยกส่วนระหว่างอินพุตกับเอาต์พุตโดยเด็ดขาด ใช้ ไตรแอกเบอร์ BT406-600 ซึ่งใช้กับไฟ AC 220V /6A

จากวงจรที่ใช้อย่างไม่ได้ใส่ ค่าความต้านทานจำกัดกระแสเกิดในกรณีที่ต้องการเปลี่ยน ไตรแอกให้สามารถจ่ายกระแสได้มากกว่านี้จะต้องพิจารณากระแสที่ขาเกตของ ไตรแอกด้วยโดยสามารถคำนวณหาได้จากสมการที่ 3.1

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะโดยวิธีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

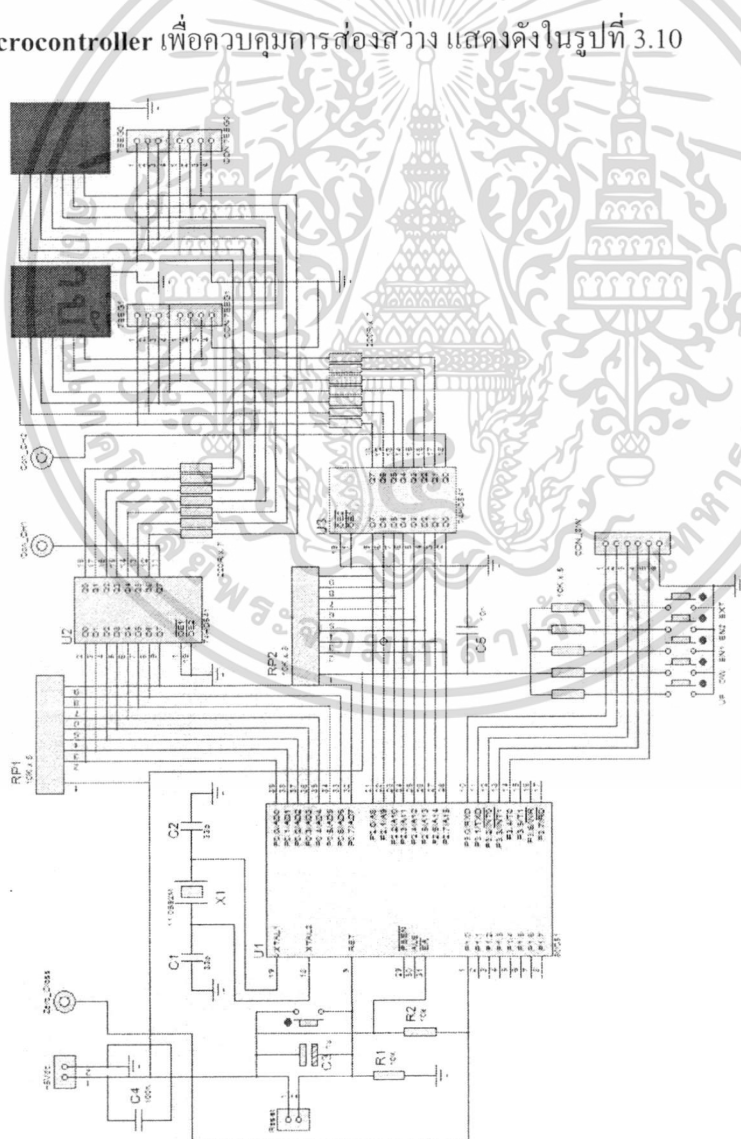
$$R_g = \frac{V_{peak}}{I_g(\max)} = \frac{V_{rms} * \sqrt{2}}{I_g(\max)} \quad (3.1)$$

ถ้าระบบไฟฟ้าที่ใช้เป็นไฟฟ้ากระแสสลับ 220 โวลต์และกระแสเกิดมีค่าไม่เกิน 1 แอมป์เราสามารถคำนวณหาค่าตัวต้านทานที่ใช้ในการจำกัดกระแสตามสมการที่ 3.1

$$R = \frac{220 * \sqrt{2}}{1} = 310 \Omega$$

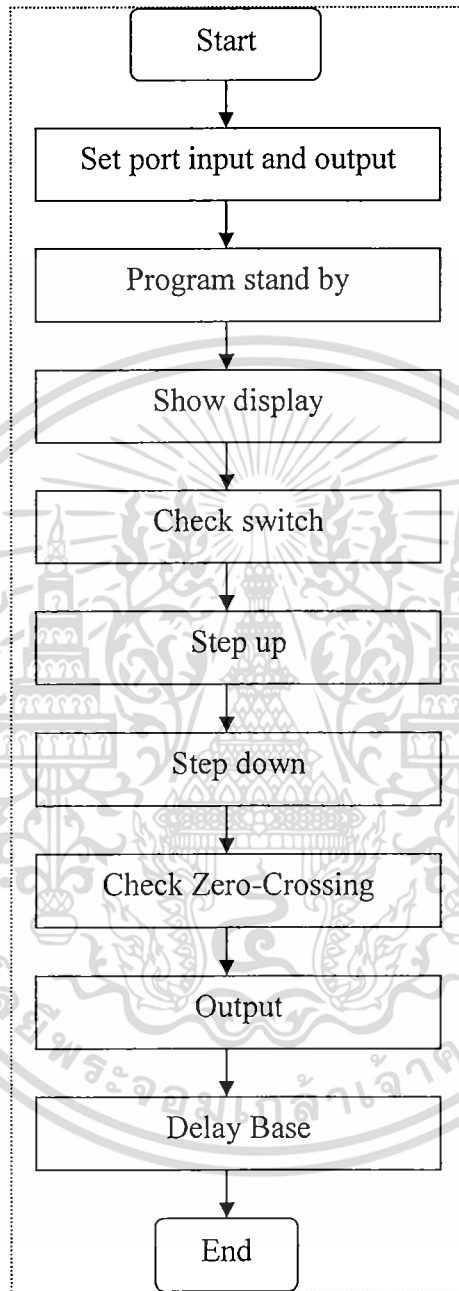
โดยทั่วไปตัวต้านทานที่ใช้ในการจำกัดกระแสจะมีค่าราว 100-300 โอห์มในอุปกรณ์ที่ใช้กับระบบไฟฟ้า 110 โวลต์และมีค่าราว 200-500 โอห์มในอุปกรณ์ที่ใช้กับระบบไฟฟ้า 220 โวลต์โดยขึ้นอยู่กับค่ากระแสเกิดสูงสุด กับขนาดของไดรเอก์ที่ใช้

3.2.3 วงจร Microcontroller เพื่อควบคุมการส่องสว่าง แสดงดังในรูปที่ 3.10



เอกสารนี้เป็นเอกสาร **รูปที่ 3.10** แสดงวงจร Microcontroller (แบบเพิ่มเติมในภาคผนวก) ไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

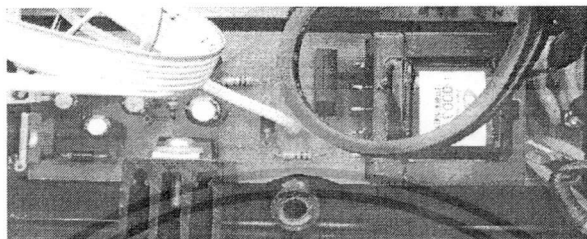
3.3 การออกแบบการเขียนโปรแกรมควบคุม โปรแกรมควบคุมระบบทั้งหมดแสดงดังในไฟลชาทร์รูปที่ 3.11 ซึ่งในส่วนของรายละเอียดอื่น ๆ ได้แสดงไว้ในภาคผนวก



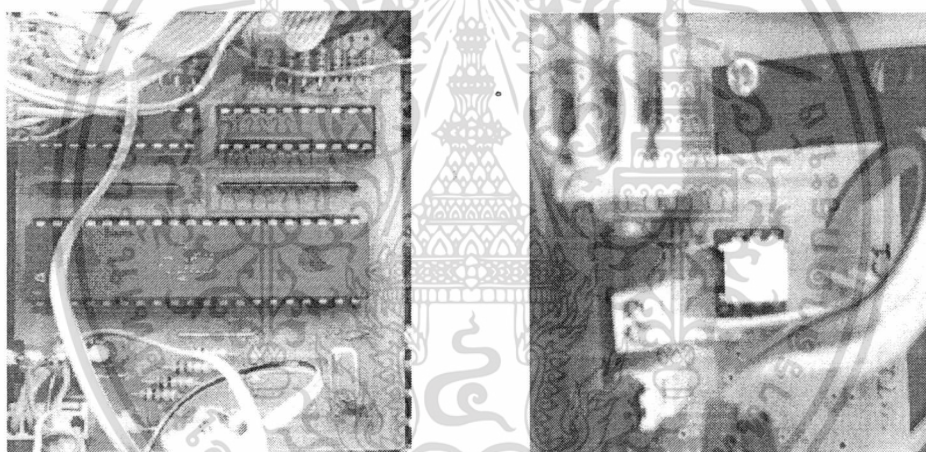
รูปที่ 3.10 แสดงไฟลชาทร์การออกแบบการเขียนโปรแกรมควบคุม

3.4 วงจรประกอบใช้งานจริง

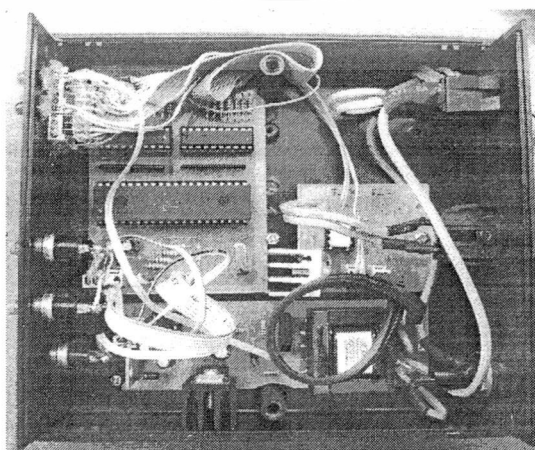
ในวงจรจะมีอุปกรณ์หลักๆที่ใช้ในการควบคุมความสว่างของหลอดไฟชนิดหลอดไส้ คือ ไตรแอก ซึ่งมีหน้าที่เหมือนสวิตช์ในการควบคุมแรงดันไฟฟ้ากระแสสลับ(AC) ที่จ่ายให้กับหลอดไฟชนิดหลอดไส้ และอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์อื่นๆ ที่ทำหน้าที่ควบคุมการทำงานของไตรแอก ซึ่งลักษณะของวงจรที่ใช้ในการทดลองจริงเมื่อประกอบลงบนแผ่น PCB แสดงดังในรูปที่ 3.11-3.15



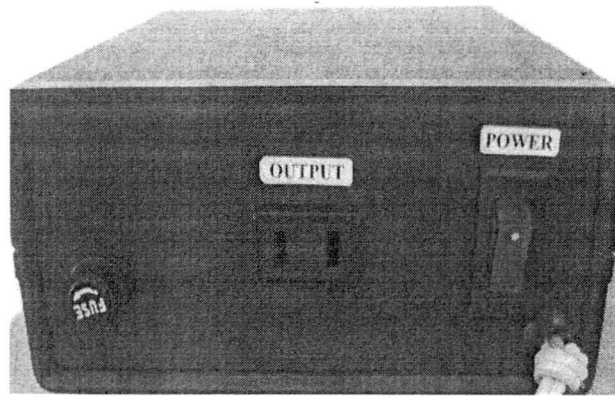
รูปที่ 3.11 แสดงวงจร Zero-Crossing ที่ใช้งานจริง



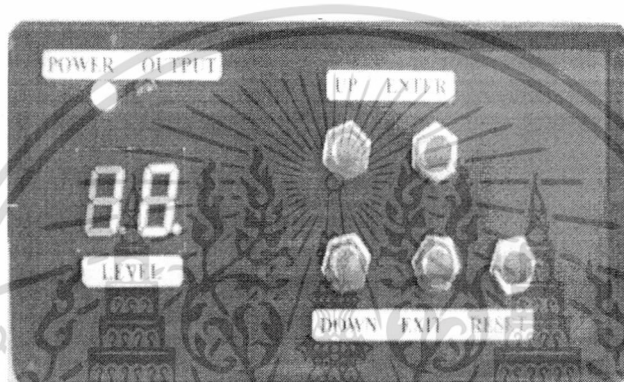
รูปที่ 3.12 แสดงวงจร Microcontroller และ Driver Triac ที่ใช้งานจริง



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
รูปที่ 3.13 แสดงวงจรรวมภายในกล่องที่ใช้งานจริง
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมีเหตุเปลี่ยนแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3.14 แสดงรูปภายนอกกล่องที่ใช้งานจริง



รูปที่ 3.15 แสดงการทำงานในสถานะ Stand by

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 4

วิธีการทดลอง และผลการทดลอง

ในบทนี้จะกล่าวถึงวิธีการทดลองระบบ และผลการทดลองระบบ โดยได้แบ่งการทดลองออกเป็น การทดลองต่าง ๆ ดังต่อไปนี้

4.1 การทดลองที่ 1 การทดลองวัดคุณสมบัติทางไฟฟ้า

ตารางที่ 4.1 แสดงผลการวัดสัญญาณ Zero-Crossing

Period	Phase	Amplitude	Average	Fall Time	Rise Time	Frequency
10.00ms	0	4.10V	3.88V	240us	30us	100.00Hz

ตารางที่ 4.2 ตัวอย่างผลการวัดค่าแรงดัน Average และ Frequency จากการเปลี่ยนค่า Duty cycle ระดับ 0-9

Level	Avg(Vdc)	Frequency(Hz)	Duty cycle (%)
0	0	0	0
1	268m	100	9
2	614m	100	19
3	957m	100	29.2
4	1.294	100	39.3
5	1.64	100	49.4
6	1.97	100	59.4
7	2.3	99.8	69.7
8	2.64	99.2	79.6
9	2.98	100	89.8

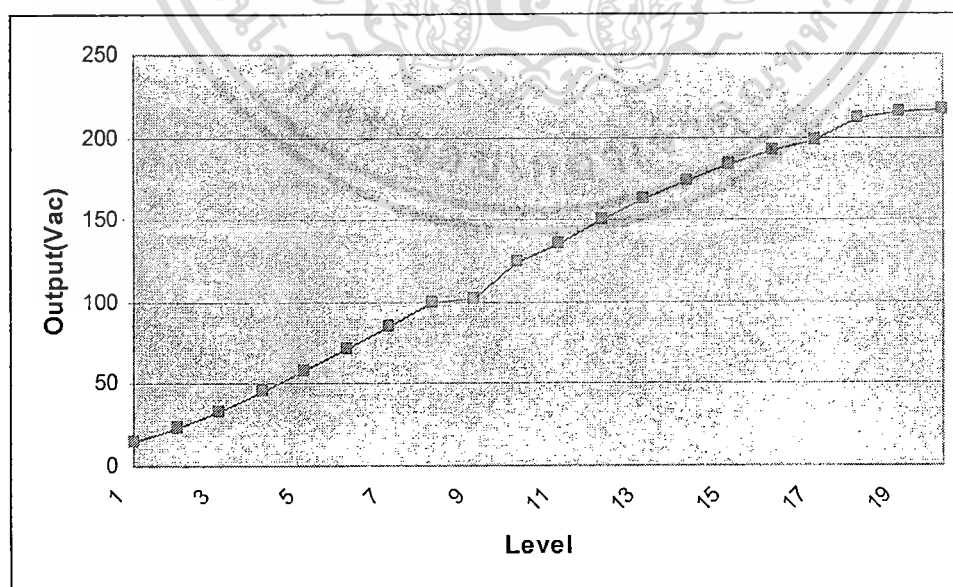
จากตารางที่ 4.2 เป็นตัวอย่างผลการวัดค่า Average, Frequency โดยการเขียน โปรแกรมควบคุมให้มีการเปลี่ยนค่า Duty cycle เพียงแค่ 10 ระดับ คือ ระดับ 0-9 ซึ่งจะได้ค่าความถี่เฉลี่ยที่ประมาณ 100Hz และมีความแรงดันเฉลี่ยในแต่ละระดับดังแสดงในตารางที่ 4.2

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.3 ผลการวัดแรงดันเอาต์พุต(Vac)ตั้งแต่ระดับ 0-20

Level	Output(Vac)	Level	Output(Vac)
1	15	11	135
2	24	12	150
3	33	13	162
4	45	14	174
5	58	15	184
6	72	16	192
7	85	17	198
8	100	18	212
9	102	19	215
10	125	20	217

จะเห็นได้ว่าจากผลการทดลองวัดแรงดันเอาต์พุต(Vac)ตั้งแต่ระดับ 0-20 แรงดันจะมีการเปลี่ยนแปลงเพิ่มขึ้นในลักษณะที่เป็นเชิงเส้นตั้งแต่ระดับที่ 1 จะถึงระดับที่ 20 ซึ่งเมื่อนำข้อมูลมาพล็อตกราฟดังแสดงในรูปที่ 4.1 จะเห็นได้อย่างชัดเจน นั้นหมายความว่า การออกแบบวงจร และการเขียนโปรแกรมควบคุมสามารถปรับเปลี่ยนกำลังไฟฟ้าจะจ่ายให้กับหลอดไฟหรือแหล่งกำเนิดแสงได้อย่างถูกต้อง

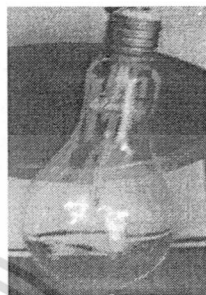
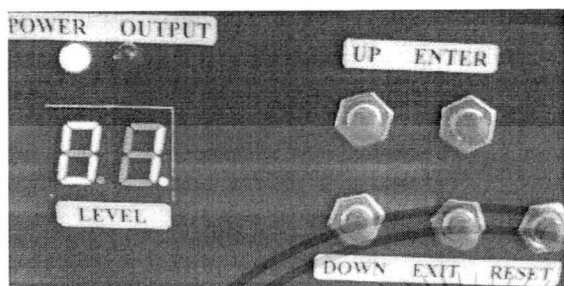


รูปที่ 4.1 แสดงกราฟผลการวัดแรงดันเอาต์พุต(Vac)ตั้งแต่ระดับ 0-20

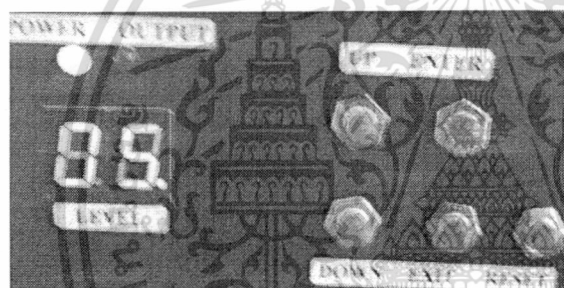
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.2 การทดลองที่ 2 ทดลองปรับระดับความเข้มแสงขณะยังไม่ติดตั้งในโรงเรือน

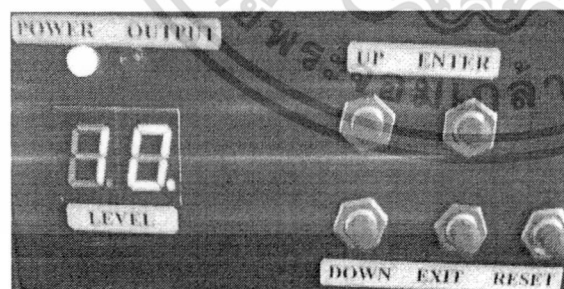
ในการทดลองที่ 2 จะทดลองตั้งระดับความเข้มแสงระดับที่ 1, 5, 10, 15 และ 20 แล้วสังเกตดูความสว่างของหลอดไฟซึ่งความสว่างของหลอดไฟจะเปลี่ยนไปเรื่อย ๆ ดังแสดงในรูปที่ 4.2-4.7



รูปที่ 4.2 ความสว่าง Output ที่ระดับ 1



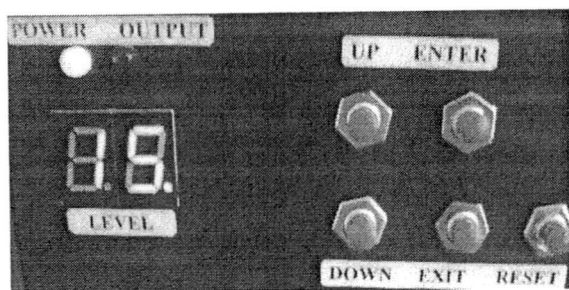
รูปที่ 4.3 ความสว่าง Output ที่ระดับ 5



รูปที่ 4.4 ความสว่าง Output ที่ระดับ 10

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.2 การทดลองที่ 2(ต่อ) ทดลองปรับระดับความเข้มแสงขณะยังไม่ติดตั้งในโรงเรียน



รูปที่ 4.5 ความสว่าง Output ที่ระดับ 15



รูปที่ 4.6 ความสว่าง Output ที่ระดับ 20



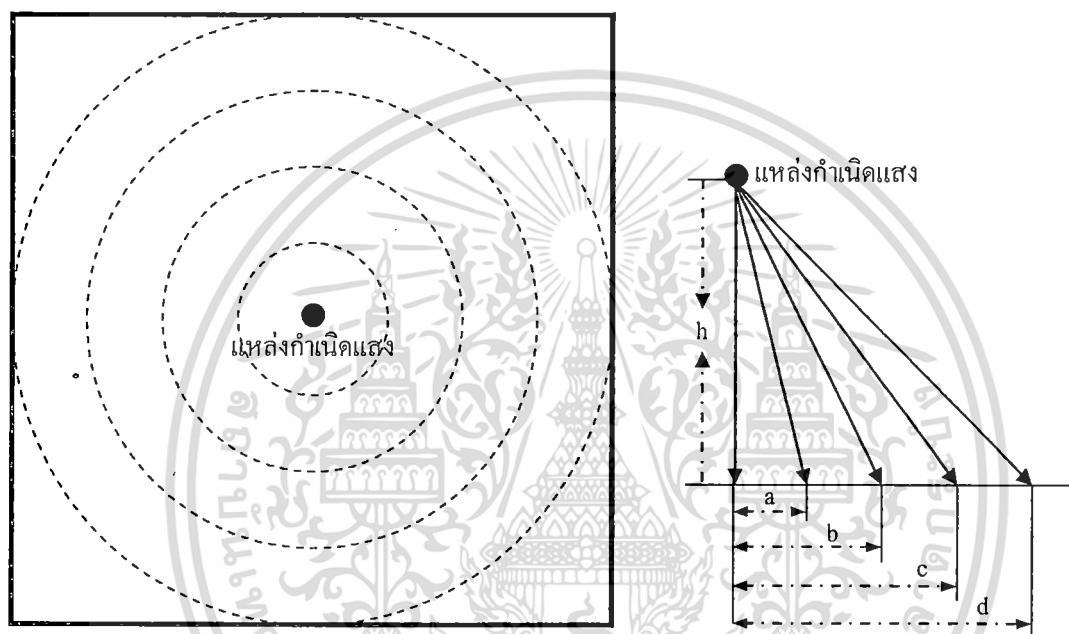
รูปที่ 4.7 ความสว่าง Output ที่ระดับ Error

จะเห็นได้จากการทดลองควบคุมกำลังงานที่จ่ายให้กับหลอดไฟตั้งแต่ระดับที่ 1, 5, 10, 15 และ 20 จะทำให้หลอดไฟค่อย ๆ สว่างเพิ่มมากขึ้นตามระดับที่ตั้งนั้นหมายความว่าวงจรที่ออกแบบสามารถควบคุมความสว่างหรือความเข้มของแสงได้แล้ว

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.3 การทดลองที่ 3 การทดสอบวัดค่าความเข้มแสงขณะติดตั้งในระบบปิดขนาด 4*4 เมตร

ในการทดลองจะทำการทดลองวัดค่าความเข้มแสงในระบบปิดด้วยลักซ์มิเตอร์ ซึ่งจะติดตั้งระบบควบคุมความเข้มแสงในห้องปิดขนาด 4*4*2.5 เมตร(ก*ย*ส) แล้วทำการควบคุมความเข้มแสง ตั้งแต่ระดับ 0-20 โดยใช้หลอดไส้ (หลอดแสงจันทร์ขนาด 1,000 W มีความเข้มแสง 14600Lumen) เป็นแหล่งกำเนิดแสงในโรงเรียนตำแหน่งของการเซนเซอร์ความเข้มแสงแสดงดังในรูปที่ 4.8



รูปที่ 4.8 Layout ตำแหน่งการทดลองวัดความเข้มแสง

จากในรูปที่ 4.8 จุดกึ่งกลาง คือ ตำแหน่งที่ติดตั้งหลอดไฟ หรือแหล่งกำเนิดแสงขนาด 1000W (ในที่นี้ใช้หลอดแสงจันทร์) เส้นประ a-d คือ ตำแหน่งที่ทำการทดลองวัดความเข้มแสงโดยมีขนาดรัศมี(R) 1 m, 2 m, 3m และ 4 m ตามลำดับ เมื่อ h คือ ระดับความสูงจากพื้นถึงเพดานที่ติดตั้งหลอดไฟโดยทดลองติดตั้งหลอดไฟที่ความสูงจากจุดเซนเซอร์ความเข้มแสง 2.50m.

ผลการทดลอง

ตารางที่ 4.4 ผลการวัดระดับความเข้มแสงที่ตำแหน่งต่าง ๆ ในโรงเรียน

Level	Output(Vac)	Lux at R=1m.	Lux at R=2m.	Lux at R=3m.	Lux at R=4m.
1	15	0	0	0	0
2	24	0.35	0.2	0.15	0.1
3	33	2.35	1.6	0.95	0.6
4	45	9.6	6.5	3.75	2.5
5	58	26.5	17.9	10.8	6.8
6	72	53.5	36.5	22.5	14.5
7	85	94	64	39	25
8	100	150	99	61	39
9	102	201	139	84	53
10	125	261	180	109	69
11	135	317	219	134	84
12	150	406	281	171	108
13	162	478	335	207	133
14	174	560	383	233	148
15	184	615	425	253	161
16	192	650	444	268	169
17	198	675	465	280	173
18	212	685	475	290	180
19	215	690	475	290	180
20	217	690	475	290	180

หมายเหตุ ในการทดลองวัดความเข้มแสงได้ใช้ Lux meter รุ่น 510 ของบริษัท YOKOGAWA

จากผลการทดลองจะเห็นได้ว่าความเข้มแสงจะลดลงตามระยะทางจากแหล่งกำเนิดแสง ซึ่งในการทดลองนี้ เมื่อเซทระบบให้จ่ายกำลังเต็มที่ ตำแหน่งที่มีความเข้มแสงสูงที่สุดมีความเข้มแสงเพียง 690 Lux เท่านั้น ซึ่งหากต้องการความเข้มแสงสูงกว่านี้จะต้องเพิ่มแหล่งกำเนิดแสงอีก และการติดตั้งแหล่งกำเนิดแสงก็ไม่ควรติดตั้งไว้เพียงตำแหน่งเดียวเพราะการกระจายความเข้มแสงจะไม่ทั่วถึงดังจะเห็นได้จากผลการทดลองว่า ที่ ระยะห่างจากแหล่งกำเนิดแสงทำให้ความเข้มแสงมีค่าลดลง

เอกสารนี้เป็นเอกสารสงวนลิขสิทธิ์เพื่อการเรียนการสอนเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่นิยมนำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 5

สรุปผลงานวิจัยและข้อเสนอแนะ

5.1 สรุปผลงานวิจัย

จากผลการทดลองของระบบหรี่ไฟสามารถควบคุมการทำงานของหลอดไฟแบบหลอดไส้ได้ตามความต้องการ โดยใช้หลักการของการเปลี่ยนแปลงค่ามุมมองสาในการทริกขาเกตของ ไตรแอก โดยในเครื่องหรี่ไฟเครื่องนี้ ทำงานอยู่ในช่วงของความถี่ประมาณ 100 Hz โดยถ้าต้องการระดับความสว่างน้อยๆ ก็เลือกระดับของเครื่องหรี่ไฟระดับค่าต่ำ เช่น ระดับ ที่ 1 2 3 แต่ถ้าต้องการระดับความสว่างมากๆ ก็เลือก ระดับของเครื่องหรี่ไฟระดับค่าสูงๆ เช่น 18 19 20 ดังตารางที่ 4.3 โดย ที่ระดับหนึ่งวัตต์แรงดันเอาต์พุตได้ ประมาณ 15 โวลต์ และจะเพิ่มขึ้นเรื่อย ๆ ตามลำดับ โดยค่าของแรงดันจะแปรผันตรงกับความสว่างของหลอดไฟ โดยระดับที่ยี่สิบจะมีความสว่างสูงสุด คือ 217 โวลต์

ข้อดีของโครงการนี้ คือ ความสะดวกสบายในการใช้งาน รูปแบบที่ทันสมัย เหมาะกับเทคโนโลยีในปัจจุบัน อีกทั้งการควบคุมสามารถทำได้โดยง่าย และแม่นยำกว่าการใช้วงจรหรี่ไฟแบบการปรับค่าความต้านทานของวงจร โดยการใช้ไมโครคอนโทรลเลอร์ MCS-51 มาควบคุมระดับความสว่างของหลอดไฟ (หรี่ไฟ) สามารถที่จะทำการแก้ไข หรือตัดแปลงโปรแกรมได้อย่างง่ายดายกว่าการตัดแปลงวงจร

ข้อเสียของโครงการนี้ คือ วงจรยังมีขนาดใหญ่อันเนื่องต้องให้หม้อแปลงในการลดระดับแรงดัน จาก 220Vac ให้ลดลง 9.8 Vac

ข้อแนะนำสำหรับการพัฒนาโครงการนี้ คือ ควรที่จะเลือกการเขียนโปรแกรมแบบการใช้การอินเตอร์รัปต์ เพราะการควบคุมการทำงานจะทำได้ง่ายขึ้น หรือใช้วงจรลดระดับแรงดันที่ต้องไม่ใช่หม้อแปลงเพื่อลดขนาด และต้นทุนในการทำ

5.2 ข้อคิดเห็นเพิ่มเติม

ข้อเสนอแนะในการประกอบวงจร คือ วงจรภาค Zero Crossing จะมีการจ่ายแรงดันให้กับชุดของ Microcontroller ซึ่งจะต้องทำการปรับแรงดันที่จะนำไปใช้งานให้ได้ประมาณ 3 โวลต์โดยการต่อไดโอดแบบอนุกรมร่วมกับ IC UA7805 เพื่อให้สอดคล้องกับการทำงานของชุด Zero Crossing กับ Microcontroller และทำการปรับความต้านทานที่ขาอินพุตของ MOC XXXX ของชุด Driver Triac เพื่อให้การทำงานสอดคล้องกับชุด Microcontroller ด้วย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บรรณานุกรม

- [1] <http://www.oknation.net/blog/silence>
- [2] รศ.ดร.สังคม เตชะวงศ์เสถียร, ภาควิชาพืชสวน คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น
- [3] <http://www.plant-hormones.bbsrc.ac.uk/education/Kenhp.htm>
- [4] http://eosweb.larc.nasa.gov/EDDOCS/Wavelengths_for_Colors.html
- [5] http://www.biology.lsu.edu/webfac/dlongstreth/plphys/lecture_26.htm

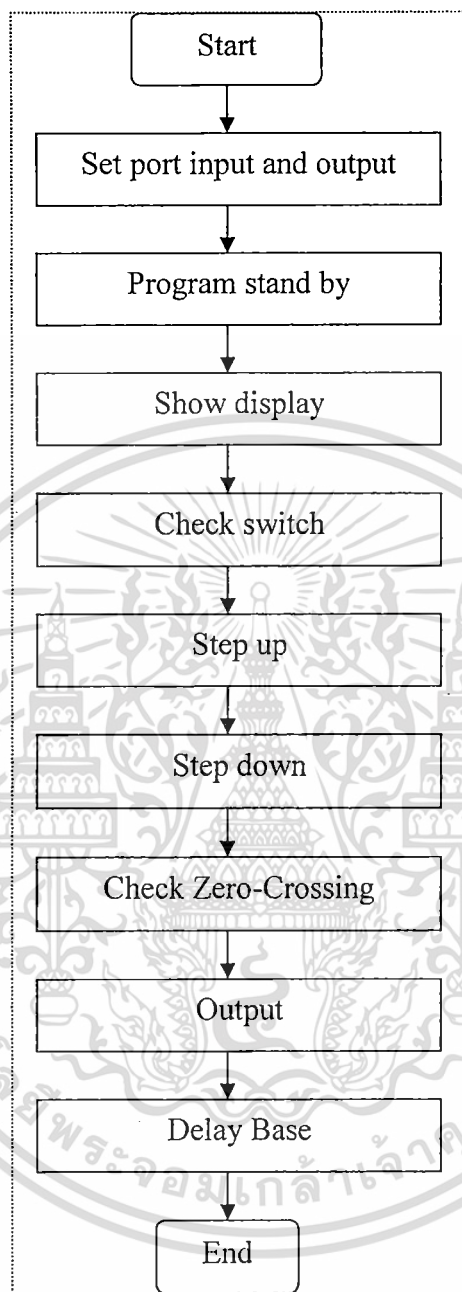


เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

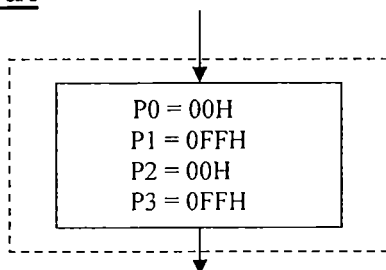


เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

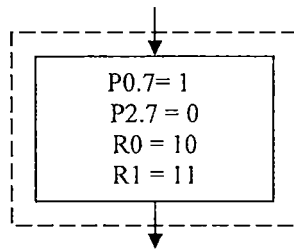
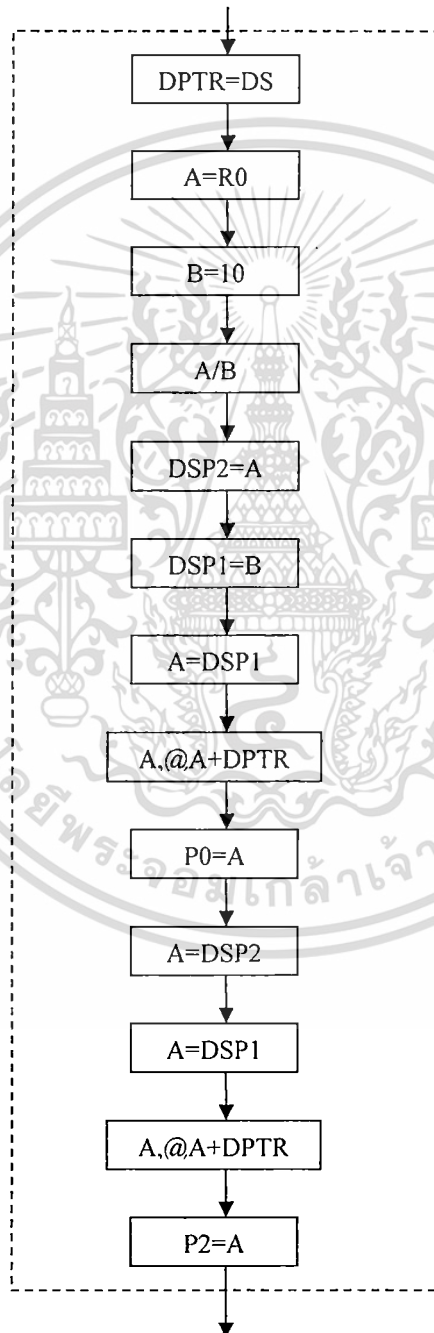
Flowchart ที่ออกแบบเพื่อเขียนโปรแกรมควบคุมระบบ



Set port input and output

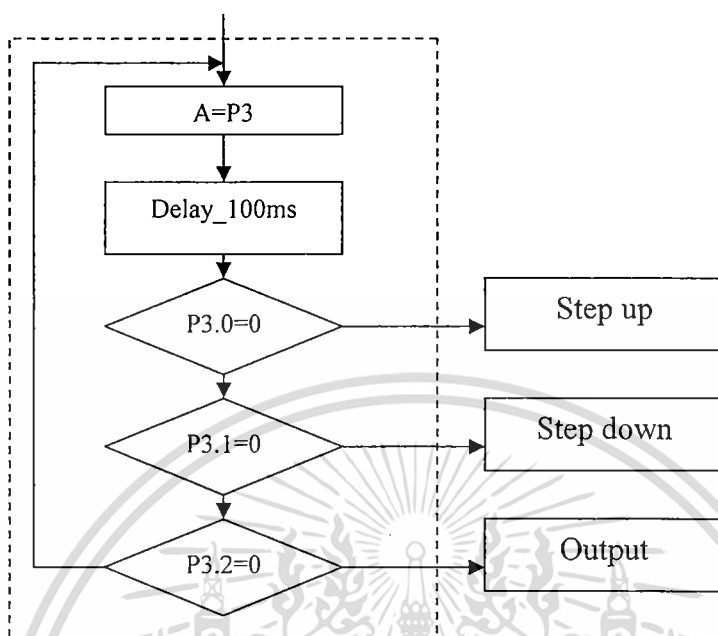


เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

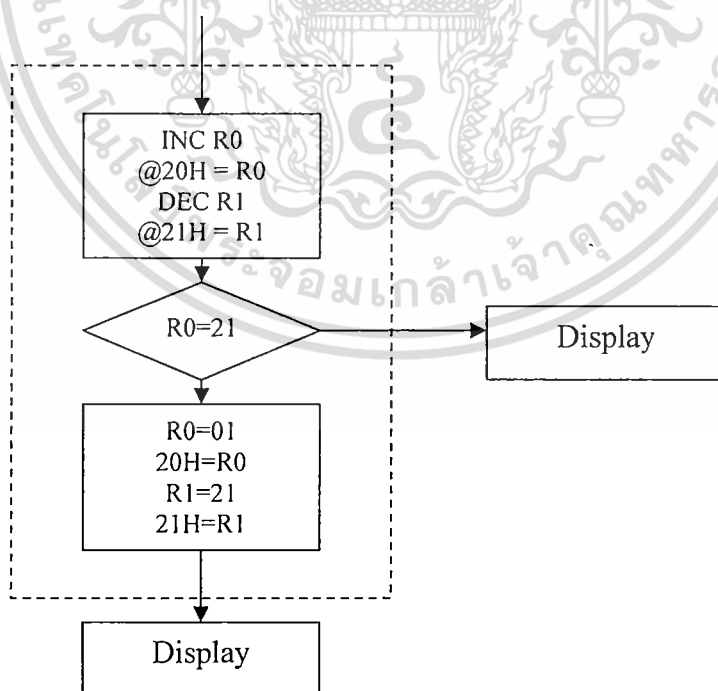
Program stand by**Show display**

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Check switch

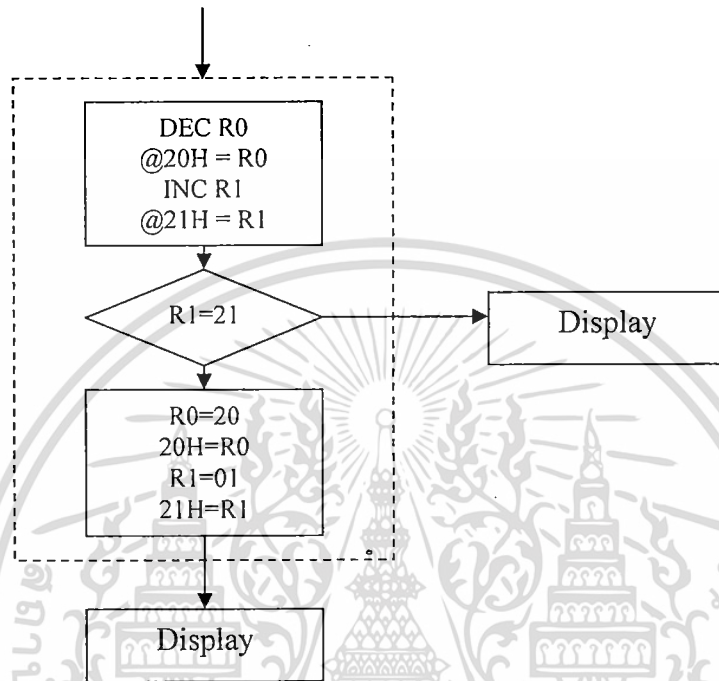


Step up



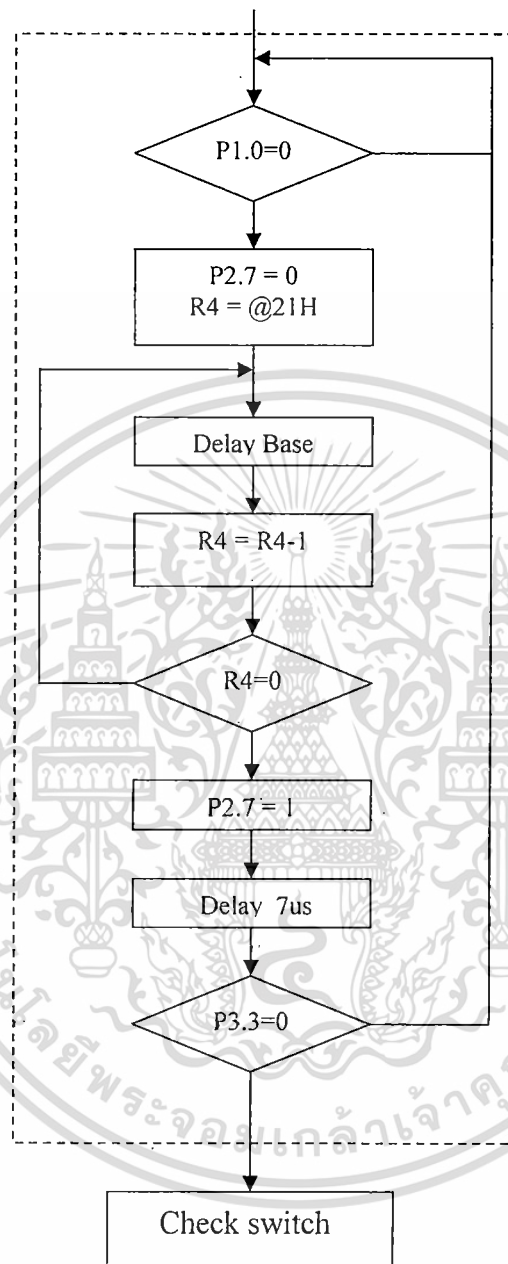
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Step down

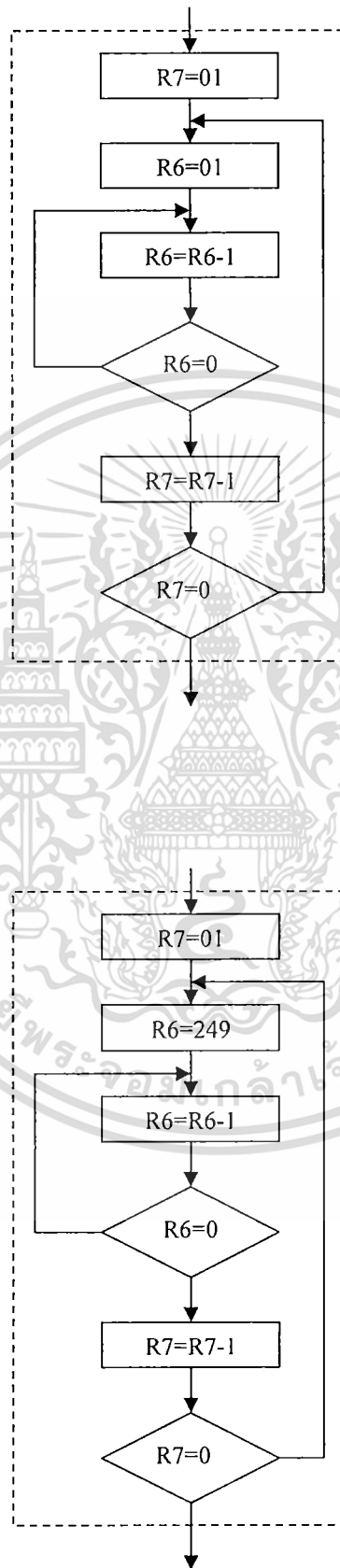
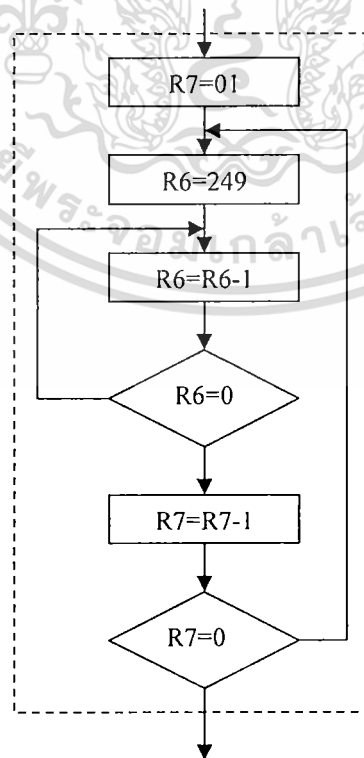


เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

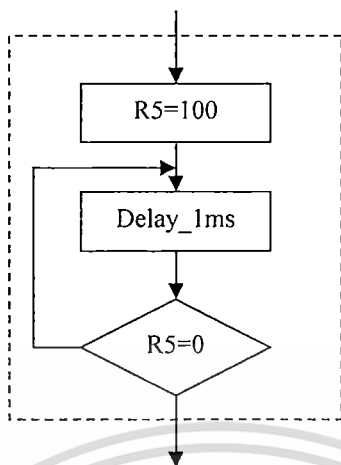
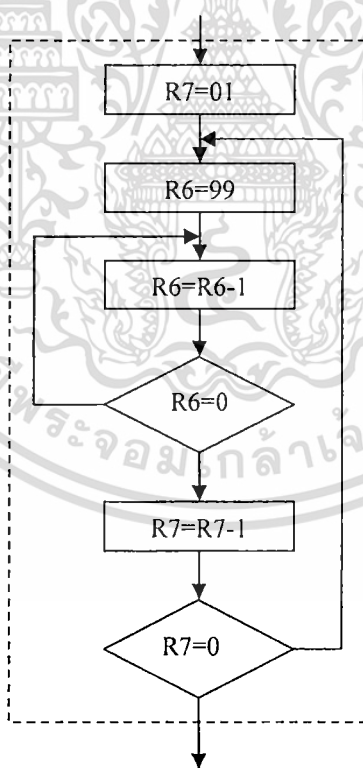
Output



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Delay 7us**Delay 1ms**

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Delay 100ms**Delay Base**

Flowchart แสดงการทำงานของโปรแกรมควบคุมระบบต่างๆ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

โปรแกรมที่ใช้ในการควบคุมระบบ

```

/*
        DSP1 EQU 30H
        DSP2 EQU 31H

        ORG 0000H
;*****
;*****
;***** SET PORT INPUT AND OUTPUT *****
;*****
;*****
START:   MOV  P0,#00H
        MOV  P1,#0FFH
        MOV  P2,#00H
        MOV  P3,#0FFH
;*****
;***** PROGRAM STAND BY *****
;*****
STAND_BY: CLR  P0.7
        CLR  P2.7
        MOV  R0,#00
        MOV  R1,#21
;*****
;***** SHOW DISPLAY *****
;*****
DISPLAY: MOV  DPTR,#DSP
        MOV  A,R0
        ;MOV P1,R0
        ;MOV P1,R1
        MOV  B,#10
        DIV  AB
        MOV  DSP2,A
        MOV  DSP1,B
;-----" Show 7Segment1 "-----
        ;MOV  A,DSP1
        MOVC A,@A+DPTR
        MOV  P0,A

```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
 ;-----" End Show 7Segment1 "-----
 ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
-----" Show 7Segment2 "-----
```

```
MOV  A,DSP2
MOVC A,@A+DPTR
MOV  P2,A
```

```
-----" End Show 7Segment2 "-----
```

```
*****
```

```
***** CHACK SWITCH *****
```

```
*****
```

```
CH_SW:   CLR  P0.7
         CLR  P2.7
         MOV  A,P3
         ACALL DELAY_100mS
         JNB  P3.0,UP1      ;SWITCH UP
         JNB  P3.1,DW1      ;SWITCH DOWN
         JB   P3.2,CH_SW_1   ;SWITCH ENTER1
         CJNE R1,#21,OUT1
CH_SW_1: JB   P3.3,CH_SW     ;SWITCH ENTER2
         CJNE R1,#21,OUT2
         SJMP STAND_BY
```

```
*****
```

```
***** STEP UP *****
```

```
*****
```

```
UP1:    INC  R0
         MOV  20H,R0
         DEC  R1
         MOV  21H,R1
         CJNE R0,#21,DISPLAY
         AJMP DW1
```

```
*****
```

```
***** STEP DOWN *****
```

```
*****
```

```
DW1:    DEC  R0
         MOV  20H,R0
         INC  R1
         MOV  21H,R1
         CJNE R0,#0FFH,DW1_1
         LJMP STAND_BY
```

```
DW1_1:      CJNE R1,#21,DISPLAY
            LJMP STAND_BY
```

```
*****
```

```
..... CHANNEL 1 .....
```

```
*****
```

```
OUT1:      JB P1.0,OUT1 ;CHECK ZERO CLOSSING
```

```
OUTOFF1:   CLR P0.7
```

```
MOV R4,21H
```

```
OUTOFF1_1: ACALL DELAY_Base
```

```
DJNZ R4,OUTOFF1_1
```

```
OUTON1:    SETB P0.7
```

```
ACALL DELAY_7uS
```

```
JNB P3.4,CH_SW ;SWITCH EXIT
```

```
SJMP OUT1
```

```
*****
```

```
..... CHANNEL 2 .....
```

```
*****
```

```
OUT2:      JB P1.0,OUT2 ;CHECK ZERO CLOSSING
```

```
OUTOFF2:   CLR P2.7
```

```
MOV R4,21H
```

```
OUTOFF2_1: ACALL DELAY_Base
```

```
DJNZ R4,OUTOFF2_1
```

```
OUTON2:    SETB P2.7
```

```
ACALL DELAY_7uS
```

```
JNB P3.4,CH_SW ;SWITCH EXIT
```

```
SJMP OUT2
```

```
*****
```

```
..... DELAY OUTPUT .....
```

```
*****
```

```
DELAY_100mS: MOV R5,#100
```

```
DELAY_100mS_1: ACALL DELAY_1mS
```

```
DJNZ R5,DELAY_100mS_1
```

```
RET
```

```
DELAY_1mS:  MOV R7,#01
```

```
DELAY_1mS_1: MOV R6,#249
```

```
DELAY_1mS_2: NOP
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```

        DJNZ R6,DELAY_1mS_2
        DJNZ R7,DELAY_1mS_1
        RET
DELAY_Base: MOV R7,#01
DELAY_Base_1: MOV R6,#100
DELAY_Base_2: NOP
        NOP
        DJNZ R6,DELAY_Base_2
        DJNZ R7,DELAY_Base_1
        RET
DELAY_7uS: MOV R7,#01
DELAY_7uS_1: MOV R6,#01
DELAY_7uS_2: DJNZ R6,DELAY_7uS_2
        DJNZ R7,DELAY_7uS_1
        RET
*****
***** DATA DISPLAY OUTPUT *****
*****
DSP: DB 3FH,06H,5BH,4FH,66H,6DH,7DH,07H,7FH,6FH
*****
END

```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การใช้ระบบควบคุมความเข้มแสง(เครื่องที่ออกแบบนี้สามารถใช้ควบคุม โหลดได้ไม่เกิน 1200 W)

ตัวอย่างการออกแบบใช้งานเครื่องควบคุมความเข้มแสง

เนื่องจากระบบควบคุมความเข้มแสงที่ออกแบบสามารถควบคุม โหลดได้เพียง 1200W นั่นคือถ้าใช้หลอดไฟขนาด 200 วัตต์ ที่มีประสิทธิภาพแสง 14.6 lm / w สามารถใช้ได้ 6 หลอด ถ้าใช้กับโรงเรือนขนาดกว้าง 2 เมตร ยาว 3 เมตร สามารถหาค่าความสามารถของความเข้มในการส่องสว่างได้ดังนี้

ถ้าพื้นที่ในโรงเรือนปิด $A = 6$ ตารางเมตร

เมื่อ

ประสิทธิภาพแสง = ฟลักซ์แสงจากหลอดไฟ / กำลังไฟฟ้าหลอดไฟ

ฟลักซ์แสงจากหลอดไฟ = ประสิทธิภาพแสง * กำลังไฟฟ้าหลอดไฟ (1)

จากสมการที่ (1) จะได้ค่าของฟลักซ์แสงจากหลอดไฟ 1 หลอด

$$\begin{aligned} F &= (14.6 \text{ lm / w}) (200\text{W}) \\ &= 2920 \text{ lm} \end{aligned}$$

ถ้าหลอดไฟ 6 หลอดค่าของฟลักซ์แสงจะเท่ากับ $2920*6= 17520$

จากสมการ

$$E = \frac{F}{A}$$

ถ้าระยะทางจากหลอดไฟถึงพื้น 2 เมตร

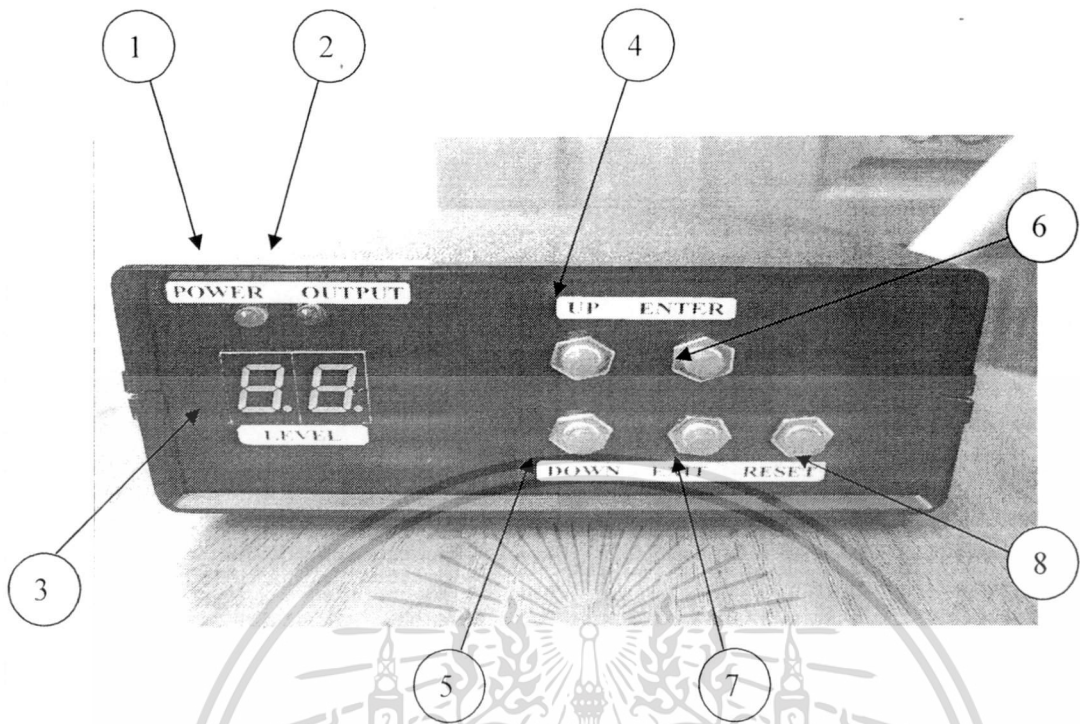
$$= \frac{17520 \text{ lm}}{2\pi(2)^2}$$

จะได้ค่าความเข้มของการส่องสว่างเฉลี่ย

$$= 698 \text{ Lux}$$

ระบบที่ออกแบบสามารถปรับระดับความเข้มแสงได้ 20 ระดับ โดยแต่ละระดับจะความความเข้มแสงไป 35 Lux ถ้าต้องการความเข้มแสงสูงกว่านี้สามารถแก้ไขได้โดยการเปลี่ยน ไตรแอกให้สามารถจับกระแสได้มากกว่านี้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ปุ่มแสดงการทำงานของระบบควบคุมความเข้มแสง

ปุ่มแสดงการทำงาน

- หมายเลข 1 LED แสดงสถานะการทำงานของระบบหรีไฟ
- หมายเลข 2 LED แสดงสถานะการทำงานทางเอาต์พุตของระบบหรีไฟ
- หมายเลข 3 Seven segment แสดงระดับการทำงาน
- หมายเลข 4 ปุ่ม Up เพิ่มระดับความสว่างของหลอดไฟ
- หมายเลข 5 ปุ่ม Down ลดระดับความสว่างของหลอดไฟ
- หมายเลข 6 ปุ่ม Enter ปุ่มเลือกใช้งานเอาต์พุต
- หมายเลข 7 ปุ่ม Exit ปุ่มหยุดการทำงานของงานเอาต์พุตชั่วคราว
- หมายเลข 8 ปุ่ม Reset

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้