สำนักหอสมุดกลาง พระจอมเกล้าลาดกระบัง

เครื่องวัดการกระจายความเข้มส่องสว่างด้วยวิธีการวัดโดยตรง
DESIGN A PROTOTYPE OF DIRECT METHOD - TYPE GONIOPHOTOMETER

โดย

นายปิยะ กมลพันธ์

นายสาธิต พูลนิกร

นายสุวรรณ ธรรมมา

นายอภิชาติ ปะทะเก

เลขหมู่.....
เลขทะเบียน 72980
วัน,เดือน,ปี 26 มิ.ย. 2550

b.11925893
i.....

ปริญญานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิศวกรรมศาสตร์บัณฑิต
สาขาวิชาวิศวกรรมไฟฟ้า
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
ปีการศึกษา 2549

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ปีการศึกษา 2549

เครื่องวัดการกระจายความเข้มส่องสว่างด้วยวิธีการวัดโดยตรง
DESIGN A PROTOTYPE OF DIRECT METHOD - TYPE GONIOPHOTOMETER

โดย

นายปิยะ กมลพันธ์
นายสาธิต พูลนิกร
นายสุวรรณ ธรรมมา
นายอภิชาติ ปะทะเก

อาจารย์ที่ปรึกษา

รศ. ศุลี บรรจงจิตร
รศ. มลฑล ลีลาจินดาไกรฤกษ์
ดร. ชาย ชมภูอินไหว

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ปริญญานิพนธ์ปีการศึกษา 2549

ภาควิชาวิศวกรรมไฟฟ้า

คณะวิศวกรรมศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

เรื่อง เครื่องวัดการกระจายความเข้มส่องสว่างด้วยวิธีการวัดโดยตรง

ผู้จัดทำ

นายปิยะ กมลพันธ์

นายสาธิต พูลนิกร

นายสุวรรณ ธรรมมา

นายอภิชาติ ปะทะเก

.....อาจารย์ที่ปรึกษา

(รองศาสตราจารย์ ศุลี บรรจงจิดร)

.....อาจารย์ที่ปรึกษา

(รองศาสตราจารย์ มลฑล ลีลาจินดาไกรฤกษ์)

.....อาจารย์ที่ปรึกษา

(ดร. ชาย ชมภูอินไหว)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การออกแบบสร้างเครื่องวัดการกระจายความเข้มส่องสว่างด้วยวิธีการวัดโดยตรง

นายปิยะ	กมลพันธ์	
นายสาธิต	พูลนิกร	
นายสุวรรณ	ธรรมมา	
นายอภิชาติ	ปะทะเก	
รศ.ศุลี	บรรจงจิตร	อาจารย์ที่ปรึกษา
รศ.มลฑล	ลีลาจินดาไกรฤกษ์	อาจารย์ที่ปรึกษา
ดร.ชาย	ชมภูอินไหว	อาจารย์ที่ปรึกษา
ปีการศึกษา	2549	

บทคัดย่อ

โครงงานนี้ เป็นการสร้างเครื่องวัดการกระจายความเข้มส่องสว่างด้วยวิธีการวัดโดยตรง โดยได้ทำการศึกษาทฤษฎีวิศวกรรมการส่องสว่าง การทำงานของอุปกรณ์ต่างๆ ที่เป็นส่วนประกอบของเครื่องวัดการกระจายความเข้มส่องสว่าง การควบคุมการทำงานของเครื่องวัดการกระจายความเข้มส่องสว่าง การแสดงผลข้อมูลในรูปแบบไฟล์อิเล็กทรอนิกส์และได้สร้างแบบจำลองที่สามารถทำงานได้ใกล้เคียงกับของจริงขึ้นมา ซึ่งสามารถทำการทดสอบหลอด LED ได้ โดยใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์ร่วมกับไมโครคอลโทรลเลอร์ในการควบคุมการทำงาน เพื่อเป็นแนวทางในการออกแบบและสร้างเครื่องวัดการกระจายความเข้มส่องสว่างด้วยวิธีการวัดตรง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

DESIGN A PROTOTYPE OF DIRECT METHOD - TYPE GONIOPHOTOMETER

Piya	Kamonphan	
Satit	Poolnikorn	
Suwan	Tamma	
Apichart	Pathake	
Assc.Porf.Sulee	Bunjongjit	Advisor
Assc.Porf.Monthon	Leelachindakaileak	Advisor
Dr.Chai	Chompoo-inwai	Advisor

2006

ABSTRACT

This project proposes a prototype design of direct method-type goniophotometer which will use to be a guideline before implementing the practical-real one. A proposed model can be used to test automotive headlight (type A), flood light luminarie (type B) and roadway lighting (type C). Moreover, it can be used to test LED. All processes are controlled via microcontroller program interface. The output result from the machine is presented in IES standard file format.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กิตติกรรมประกาศ

วิทยานิพนธ์ฉบับนี้ไม่อาจสำเร็จได้ด้วยดี หากไม่ได้ความช่วยเหลือและความร่วมมือจากหลายๆฝ่ายด้วยกัน อันประกอบไปด้วย

1. รศ.ศุลี บรรจงจิดร รศ.มลฑล ลีลาจินดาไกรฤกษ์ และ ดร. ชาย ชมภูอินไหว ที่คอยให้ความเอาใจใส่ ให้คำแนะนำและช่วยเหลือเสมอมา

2. พี่ตัน พี่จุง พี่จุ้ย พี่ลิ้ม พี่ปริญญาโทที่คอยช่วยเหลือให้คำแนะนำ และอยู่เคียงข้างเรามาตลอด

3. อาจารย์ภาควิชาวิศวกรรมเครื่องกล คุณพันธวงศ์ (พี่ดั้ม) คุณก้องเกียรติ (ไผ่) ที่ให้คำปรึกษาและแนะนำ

ขอขอบพระคุณบุคคลสำคัญที่สุดที่ทำให้เรามีวันนี้ ก็คือ บิดา มารดา อันเป็นที่เคารพรักยิ่ง ซึ่งได้เลี้ยงดูพวกเรามาเป็นอย่างดียิ่ง พร้อมทั้งให้โอกาสทางด้านการศึกษาอย่างเต็มที่ และเอาใจใส่เสมอมา พวกเราขอกราบพระคุณอย่างสูงมา ณ ที่นี้

คณะผู้จัดทำ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

นาย ปิยะ กมลพันธ์
4 ม.2 ต. หนองไข่น้ำ อ.หนองแค จ. สระบุรี 18140
089-7416394

นายสาธิต พูลนิกร
92 ม.1 ต.ท่าหลวง อ.ท่าเรือ จ.พระนครศรีอยุธยา 18270
089-5376764

นาย สุวรรณ ธรรมมา
7 ม.3 ต.หัวยไผ่ อ.เมือง จ.ราชบุรี 70000
085-9346497

นาย อภิชาติ ปะทะเก
27 ม. 4 ต. โนนดูม อ.ชุมพวง จ. นครราชสีมา 30270
081-7766442

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อ	I
ABSTRACT	II
สารบัญ	III
สารบัญรูป	VI
สารบัญตาราง	VII
บทที่ 1 บทนำ	
1.1 ความสำคัญของปัญหา	1
1.2 วัตถุประสงค์ในการวิจัย	1
1.3 ขอบเขตและข้อกำหนดของโครงงาน	1
1.4 ขั้นตอนและวิธีการดำเนินงาน	2
1.5 ประโยชน์ที่ได้รับจากการวิจัย	2
บทที่ 2 ทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง	
2.1 ทฤษฎีทางแสง	3
2.1.1 คุณสมบัติทั่วไปของแสง	3
2.1.2 ปริมาณที่สำคัญทางด้านการส่องสว่าง	4
2.1.2.1 ความเข้มส่องสว่าง	4
2.1.2.2 ความเข้มแสง	5
2.1.2.3 ความส่องสว่าง	5
2.1.2.4 ฟลักซ์การส่องสว่าง	6
2.1.2.5 มุมตัน	6
2.1.3 กฎกำลังสองผกผัน	7
2.2 ระนาบการวัด	10
2.2.1 ระบบเพลน A	10
2.2.2 ระบบเพลน B	11
2.2.3 ระบบเพลน C	12
2.3 เครื่องวัดการกระจายความเข้มส่องสว่าง	13
2.3.1 ชนิดหมุนแหล่งกำเนิดแสง	13
2.3.2 ชนิดเคลื่อนย้ายหัววัดความเข้มแสง	14

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ(ต่อ)

	หน้า
2.3.3 ชนิดอาศัยการหมุนของกระจก	15
2.4 มาตรฐานการทดสอบ	16
2.4.1 ดวงโคมภายใน	16
2.4.1.1 ข้อกำหนดสำหรับการทดสอบ	16
2.4.1.2 สภาวะการทดสอบมาตรฐาน	16
2.4.1.3 สภาวะการทดสอบในทางปฏิบัติ	17
2.4.1.4 ข้อบังคับสำหรับเครื่องมือในการทดสอบ	18
2.4.2 ดวงโคมไฟถนน	19
2.4.2.1 ข้อกำหนดสำหรับการทดสอบ	19
2.4.2.2 ข้อบังคับสำหรับเครื่องมือทดสอบ	19
2.4.2.3 การเตรียมหลอดและดวงโคมสำหรับทดสอบ	19
2.4.3 ดวงโคมฉาย	20
2.4.3.1 ระดับความแม่นยำที่ยอมรับได้ในการวัด	20
2.4.3.2 อุปกรณ์ในการทดสอบ	20
2.4.3.3 เงื่อนไขสำหรับการทดสอบ	20
2.4.3.4 กระบวนการทดสอบ	21
บทที่ 3 องค์ประกอบทางกล	
3.1 สเต็ปปิ้งมอเตอร์	22
3.1.1 การแบ่งประเภทสเต็ปมอเตอร์	24
3.1.1.1 แบบแม่เหล็กถาวร	24
3.1.1.2 แบบแปรค่ารีลักแตนซ์	24
3.1.1.3 แบบผสม	24
3.2 เฟือง	27
3.2.1 หลักการของเฟือง	27
3.2.1.1 เฟืองตรง	28
3.2.1.2 เฟืองหนอน	28
3.2.1.3 เฟืองดอกจอก	29
3.2.2 ความเร็วของเฟือง	29

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ(ต่อ)

หน้า

บทที่ 4 ต้นแบบเครื่องวัดการกระจายความเข้มส่องสว่างด้วยวิธีวัดตรง

4.1 ต้นแบบเครื่องวัดการกระจายความเข้มส่องสว่างด้วยวิธีวัดตรง 31

4.1.1 ส่วนประกอบโครงสร้าง 31

4.1.2 ไมโครคอนโทรเลอร์ 33

4.1.3 ชุดขับมอเตอร์ 34

4.1.4 ลักซ์มิเตอร์ 36

4.2 โปรแกรมควบคุมการทำงาน 39

4.3 ปัญหาและแก้ไข 43

4.4 สรุป 43

บทที่ 5 บทสรุป

5.1 สรุป 44

5.2 ข้อเสนอแนะ 44

5.3 แนวทางการพัฒนา 44

เอกสารอ้างอิง

ภาคผนวก

กิตติกรรมประกาศ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญรูป

รูปที่		หน้า
2.1	แสดงช่วงความยาวคลื่นแต่ละช่วง	3
2.2	มุมตัน	8
2.3	แสดงความเข้มแสง	8
2.4	ระบบเพลน A	10
2.5	ระบบเพลน B	11
2.6	ระบบเพลน C	12
2.7	เครื่องโกนิโอโตมิเตอร์ชนิดหมุนแหล่งกำเนิดแสง	14
2.8	เครื่องโกนิโอโตมิเตอร์ชนิดเคลื่อนย้ายหัววัดความเข้มแสง	14
2.9	เครื่องโกนิโอโตมิเตอร์ชนิดชนิดอาศัยการหมุนของกระจก	15
3.1	สเตปปิ้งมอเตอร์ 4 เฟส แบบยูนิโพล่าร์ (Uni-polar stepper motor) ชนิดและโครงสร้างของสเต็ปมอเตอร์	22
3.2	สเต็ปมอเตอร์แบบมีสาย 5 เส้น	23
3.3	มอเตอร์แบบมีสาย 6 เส้น	23
3.4	สเต็ปมอเตอร์หลายแบบไบโพลาร์	24
3.5	แสดง (ก) โครงสร้าง (ข) วงจรเทียบเท่า (equivalentcircuit) ของมอเตอร์ชนิด 4 ขดแสดงมุมของโรเตอร์เทียบกับกระแสไฟฟ้าที่จ่ายแก่เฟสต่าง ๆ 8 ตำแหน่ง	25
3.6	สเต็ปมอเตอร์ ชนิดมีสาย 6 เส้น	26
3.7	สเต็ปมอเตอร์ชนิดมีสาย 5 เส้น	27
3.8	เฟืองตรง	28
3.9	เฟืองหนอ	28
3.10	เฟืองดอกจอก	29
3.11	การหมุนของฟันเฟือง	29
3.12	แสดงเฟืองขบกันภายนอกและขบกันภายใน	30
4.1	โครงแบบจำลองเครื่องทดสอบการกระจายความเข้มส่องสว่าง ด้วยวิธีการวัดโดยตรง	31

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญรูป(ต่อ)

รูปที่		หน้า
4.2	โครงแบบจำลองเครื่องทดสอบการกระจายความเข้มส่องสว่าง ด้วยวิธีการวัดโดยตรง (ต่อ)	32
4.3	ชุดวงจรควบคุมการทำงาน	33
4.4	โฟลชาร์ทการควบคุมโดยใช้ไมโครคอนโทรลเลอร์	34
4.5	วงจรแหล่งจ่ายไฟฟ้าให้กับอุปกรณ์ที่ใช้ในการควบคุม	35
4.6	วงจรขับสเตปมอเตอร์	36
4.7	เครื่องวัดความเข้มแสง Topcon IM-5	37
4.8	หน้าต่างเริ่มต้นการทำงาน	39
4.9	หน้าต่างการเลือกระนาบในการทดสอบ	39
4.10	หน้าต่างการป้อนหน้าต่างการป้อนรายละเอียดดวงโคม	40
4.11	หน้าต่างการป้อนมุมและระนาบความละเอียดในแต่ระนาบ	40
4.12	หน้าต่างการปรับตั้งตำแหน่งแต่ละระนาบ	41
4.13	หน้าต่างการเลือกย่านวัด	41
4.14	หน้าต่างแสดงค่ามุมขณะทำการทดสอบ	42
4.15	หน้าต่างแสดงผลการทดสอบ	42

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญตาราง

ตารางที่		หน้า
2.1	แสดงช่วงความยาวคลื่นของแต่ละสี	4
2.2	ปริมาณที่สำคัญทางด้านการส่องสว่าง	7
2.3	สัญลักษณ์มุมที่มักจะใช้ในระบบเพลนต่างๆ	13
3.1	แสดงตำแหน่งการหมุนของสเต็ปปิ้งมอเตอร์	25
3.2	แสดงการจ่ายกระแสที่ป้อนให้เฟสต่างๆ	26
4.1	การทดลองที่ได้จาก IES File	37
4.2	แสดงคุณสมบัติของเครื่องวัดความเข้มแสง	38

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 1
บทนำ

1.1 ความสำคัญของปัญหา

วิศวกรรมการส่องสว่าง ในปัจจุบันได้มีการตระหนักและให้ความสำคัญอย่างมากในเรื่องรายละเอียดที่ว่าด้วยเรื่องปริมาณของแสง เช่น การวิเคราะห์หาค่าความส่องสว่าง และความเข้มส่องสว่าง เพื่อนำไปประยุกต์ และวิเคราะห์ในการออกแบบระบบแสงสว่างในกรณีต่างๆ อาทิการเลือกชนิดของหลอดและดวงโคม การหาจำนวนดวงโคม ตำแหน่งของการติดตั้งเป็นต้น

ในระบบแสงสว่างมีความจำเป็นและสำคัญมาก ทั้งในชีวิตประจำวันและภาคอุตสาหกรรมต่างๆ ดั้งนั้นในการออกแบบระบบแสงสว่างให้มีประสิทธิภาพนั้น จะต้องคำนึงถึงข้อมูลการกระจายแสงของหลอดและดวงโคม ดังนั้นจึงได้มีการสร้างเครื่องวัดการกระจายความเข้มส่องสว่างด้วยวิธีการวัดตรงขึ้นมา เพื่อใช้ในการวัดข้อมูลการกระจายความเข้มส่องสว่างของดวงโคมชนิดต่างๆ ที่มีความถูกต้องและแม่นยำและได้มาตรฐาน

ดังนั้นเพื่อเป็นแนวทางในการที่จะสร้างเครื่องวัดการกระจายความเข้มส่องสว่างด้วยวิธีวัดโดยตรง จึงต้องมีการออกแบบและสร้างต้นแบบของเครื่องวัดนี้ขึ้นมาเพื่อความเป็นไปได้และลดปัญหาที่จะเกิดขึ้นในการดำเนินงานจริง

1.2 วัตถุประสงค์ในการวิจัย

1. ศึกษาการทดสอบการกระจายความเข้มส่องสว่างของดวงโคมประเภทต่างๆ ตามมาตรฐาน ของการทดสอบ
2. ศึกษาเกี่ยวกับทฤษฎีพื้นฐานของอุปกรณ์ต่างๆ ที่นำมาเป็นส่วนประกอบของเครื่องวัดการกระจายความเข้มส่องสว่างด้วยวิธีวัดโดยตรง
3. ศึกษาการทำงานและออกแบบโครงสร้างของเครื่องวัดการกระจายความเข้มส่องสว่างด้วยวิธีวัดตรง
4. สร้างเครื่องต้นแบบของเครื่องวัดการกระจายความเข้มส่องสว่างด้วยวิธีวัดตรง

1.3 ขอบเขตและข้อกำหนดของโครงงาน

โครงงานนี้ได้ศึกษาทฤษฎีต่างๆ ที่เกี่ยวข้องกับการออกแบบและการทำงานของเครื่องต้นแบบเครื่องวัดการกระจายความเข้มส่องสว่างด้วยวิธีวัดตรง (Design a Phototype of Direct Method-Type Goniophotometer) โดยได้สร้างเครื่องจำลองขึ้นมาที่มีความสามารถทำงานได้ใกล้เคียงกับเครื่องจริงรวมทั้งเพื่อเป็นแนวทางในการศึกษาระบบการควบคุมและออกแบบเครื่องวัดการกระจายความเข้มส่องสว่างด้วยวิธีวัดตรงเครื่องจริง โดยใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์ภาษา Visual Basic 6.0 สั่งงานผ่านชุดไมโครคอนโทรลเลอร์ (MCS-51) เพื่อ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ควบคุมการทำงานของระบบต่างๆ ในเครื่องวัดให้ทำงานตามคำสั่งที่ป้อน แล้วแสดงรายงานผลออกทางหน้าจอคอมพิวเตอร์

1.4 ขั้นตอนและวิธีการดำเนินงาน

การดำเนินงานของโครงการ ได้มีการเริ่มต้นจากการศึกษาเกี่ยวกับทฤษฎีทางแสง และคุณสมบัติของโซล่าเซลล์ที่นำมาแทนหัววัดความเข้มแสง แต่เนื่องจากผลการทดลองที่ได้ทำให้สรุปผลว่าโซล่าเซลล์มีคุณสมบัติไม่ดีพอที่จะนำมาใช้เป็นตัวรับแสง ต่อจากนั้นได้ศึกษาถึงหลักการทำงานของอุปกรณ์ต่างๆที่นำมาใช้เป็นส่วนประกอบในโครงงานนี้คือ มอเตอร์ประกอบด้วยเซอร์โวมอเตอร์และสเต็ปปิ้งมอเตอร์ ชุดขับเคลื่อนมอเตอร์ หัววัดความเข้มแสง ไมโครคอนโทรลเลอร์ (MCS-51) รวมทั้งโปรแกรมคอมพิวเตอร์ (Visual Basic) แล้วสร้างเครื่องต้นแบบของเครื่องวัดการกระจายความเข้มส่องสว่างด้วยวิธีวัดตรง

ในส่วนของเครื่องต้นแบบของเครื่องวัดการกระจายความเข้มส่องสว่างด้วยวิธีวัดตรง ได้ออกแบบและสร้างระบบการทำงานได้เหมือนเครื่องจริงและรายงานผลการทดลองออกมาในรูปแบบ IES File และในส่วนของการควบคุมการทำงานนั้นจะใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์ร่วมกับไมโครคอนโทรลเลอร์

1.5 ประโยชน์ที่ได้รับจากการวิจัย

1. สามารถวัดการกระจายความเข้มส่องสว่างหลอด LED ได้
2. การออกแบบโครงสร้างและระบบควบคุมการทำงานให้มีความสามารถทำงานได้ใกล้เคียงกับเครื่องวัดการกระจายความเข้มส่องสว่างด้วยวิธีการวัดโดยตรงได้
3. นำรูปแบบโครงสร้างและระบบควบคุมไปประยุกต์ใช้กับเครื่องวัดการกระจายความเข้มส่องสว่างด้วยวิธีการวัดโดยตรงได้
4. นำเครื่องต้นแบบของเครื่องวัดการกระจายความเข้มส่องสว่างด้วยวิธีการวัดโดยตรงมาเป็นสื่อการเรียนการสอนได้

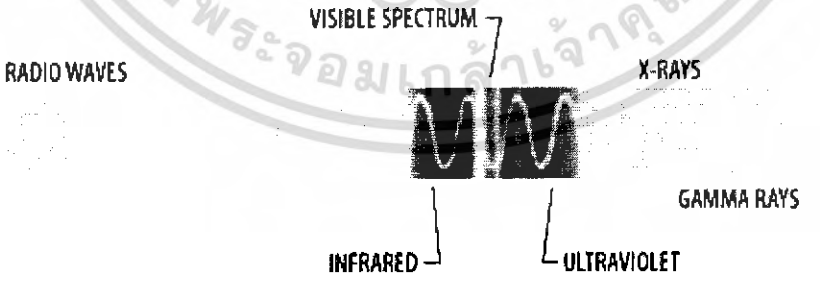
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 2
ทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง

2.1 ทฤษฎีทางแสง

2.1.1 คุณสมบัติทั่วไปของแสง

แสงเป็นพลังงานรูปหนึ่งที่ทำให้เกิดการมองเห็นในทางฟิสิกส์ถือว่าแสงเป็นคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าชนิดหนึ่ง เคลื่อนที่ด้วยความเร็ว ประมาณ 300,000 กม./วินาที มีคุณสมบัติในการกระจายพลัง งานออกมาที่ความยาวคลื่นต่างๆ กัน แหล่งกำเนิดแสงธรรมชาติ ที่รู้จักกันดีคือดวงอาทิตย์ซึ่งให้พลังงานออกมาที่ความยาวคลื่นต่างๆ กว้างมากตั้งแต่รังสีคอสมิกจนถึงคลื่นวิทยุ ดังรูปที่ 1 แสงซึ่งเป็นพลังงานเช่นเดียวกับพลังงานรูปอื่นๆที่มีคุณสมบัติเป็นคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าเช่น เดียว กับคลื่นวิทยุคลื่นโทรทัศน์คลื่นไมโครเวฟ และคลื่นของรังสีต่างๆ เมื่อแสงเคลื่อนที่ไปในตัวกลางต่างๆจะมีปรากฏการณ์ที่สำคัญเกิดขึ้นพร้อมๆกัน5ปรากฏการณ์คือ การทะลุผ่าน(Transmission) การสะท้อน (Reflection) การหักเห (Refraction) การกระจาย (Diffusion) และการดูดกลืน (Absorbtion) โดยจะแตกต่างกันไปในตัวกลางแต่ละชนิด ซึ่งเป็นสิ่งสำคัญที่มีผลต่อการเลือกใช้วัสดุ ตลอดจนการออกแบบ และการติดตั้งดวงโคม แสงที่ตาคนเราสามารถมองเห็น เป็นเพียงแถบพลังงานช่วงแคบๆ ที่มีค่าความยาวคลื่นระหว่าง 380-780 นาโนเมตร ซึ่งก็คือแถบสี ม่วง คราม น้ำเงิน เขียว เหลือง แสด แดง ตามลำดับ โดยแสงที่ตาคนเราดอบสนองได้ดีที่สุดคือ แสงสีเหลือง ส่วนแถบสีที่มีความสำคัญเป็นพิเศษได้แก่ แดง เขียว น้ำเงิน หรือที่เราเรียกว่า แม่สีของแสง ซึ่งสามารถผสมกันเกิดเป็นแสงสีอื่นๆออกมาได้ แถบพลังงานที่มีอิทธิพลต่อตาคนเราและทำให้เกิดการมองเห็นเป็นเพียงช่วงแคบๆ ระหว่าง 380 – 780 นาโนเมตรเราเรียกช่วงของการกระจายนี้ว่า Visiblespectrum



รูปที่ 2.1 แสดงช่วงความยาวคลื่นแต่ละช่วง

ช่วงความยาวคลื่นเหล่านี้เราสามารถแยกให้เห็นแถบของการกระจายพลังงานอย่าง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กว้างๆได้ 7 แถบ แต่ละแถบของการกระจาย พลังงานเรียกว่า Spectrum ช่วงการกระจายที่ต่างกันทำให้เรามองเห็นสีต่างกันดังตารางข้างล่าง

ตารางที่ 2.1 แสดงช่วงความยาวคลื่นของแต่ละสี

แสงสี	ความยาวคลื่น (nM)
แดง	780 - 630
ส้ม	630 - 590
เหลือง	590 - 560
เขียว	560 - 490
น้ำเงิน	490 - 440
คราม	440 - 420
ม่วง	420 - 380

แถบสีแต่ละแถบในช่วงVisibleSpectrumซึ่งให้แสงสีต่างกันเราไม่สามารถแยกให้เห็นส่วนประกอบของแต่ละแถบสีได้ไม่ว่าด้วยวิธีใดๆและเราเรียกแถบสีนี้ว่าแสงเอกพันธ์ (Homogeneous - Light) แต่เมื่อนำแสงเหล่านี้มารวมกันจะทำให้เกิด แสงสีใหม่เราเรียกแสงสีที่เกิดขึ้นใหม่นี้ว่าแสงวิวิธพันธ์ (Non-Homogeneous Light) เช่นแสงจากดวงอาทิตย์เกิดจาก การรวมกันของแสงทั้ง 7 สีในช่วง Visible Spectrum เป็นต้น

2.1.2 ปริมาณที่สำคัญทางด้านการส่องสว่าง

ปริมาณที่สำคัญที่ถือว่าเป็นหัวใจทางด้านการส่องสว่างที่จะกล่าวในนี้มี 5 ชนิด ประกอบด้วย

ความเข้มส่องสว่าง

ความเข้มแสง

ความส่องสว่าง

ฟลักซ์ส่องสว่าง

มุมตัน

2.1.2.1 ความเข้มส่องสว่าง

ความเข้มส่องสว่าง(Luminous Intensity; I) ของแหล่งกำเนิดแสงในทิศทางที่กำหนดมาให้ คือ อัตราส่วนของฟลักซ์ส่องสว่างย่อย($d\varphi$) ที่ออกมาจากแหล่งกำเนิดแพร่กระจายไปยังมุมเชิงของแข็งย่อยที่กำหนดมาให้ต่อมุมเชิงของแข็ง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

$$I = \frac{d\varphi}{d\Omega} \qquad (2.1)$$

สัญลักษณ์ : I, IV

หน่วย : candela (แคนเดลา) [สัญลักษณ์ :cd]

โดย

I = ความเข้มส่องสว่าง

$d\varphi$ = ฟลักซ์ส่องสว่างย่อย

$d\Omega$ = มุมเชิงของแข็งย่อย

2.1.2.2 ความเข้มแสง

ความเข้มแสง(Illuminance; E) ที่จุดใดจุดหนึ่งบนพื้นผิว คือ อัตราส่วนของฟลักซ์ส่องสว่าง($d\varphi$) ที่พุ่งไปที่พื้นผิวย่อย(dA) ต่อพื้นที่นั้นย่อย

$$E = \frac{d\varphi}{dA} \qquad (2.2)$$

สัญลักษณ์ : E, EV

หน่วย : lux (ลักซ์) [สัญลักษณ์ :lx]

foot candle (ฟุตแคนเดิล) [สัญลักษณ์ : fc]

โดย

E = ความเข้มแสง

$d\varphi$ = ฟลักซ์ส่องสว่างย่อย

dA = พื้นที่ผิวย่อย

2.1.2.3 ความส่องสว่าง

ความส่องสว่าง (Luminance; L) ที่จุดใดจุดหนึ่งบนพื้นผิวของแหล่งกำเนิดแสงหรือตัวรับแสงในทิศทางที่กำหนดให้ หรือจุดที่อยู่ในเส้นทางของแสง คือ อัตราส่วนระหว่างฟลักซ์ส่องสว่า($d^2\varphi$) ที่ออกหรือเข้ามา หรือส่องผ่านพื้นผิวย่อย(dA) ที่จุดนั้น และแพร่กระจายในทิศทางที่กำหนดให้ ต่อส่วนย่อยของกรวย($d\Omega$) ตามทิศทางที่กำหนดมาให้ ต่อผลของมุมเชิงของแข็งของรูปกรวยต่อพื้นที่ของการฉายเงาโดยตรงของพื้นผิวย่อยบนระนาบตั้งฉากในทิศทางที่กำหนดมาให้

$$L = \frac{d^2\varphi}{d\Omega \cdot dA \cdot \cos\varepsilon} \qquad (2.3)$$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สัญลักษณ์ : L, LV

หน่วย : แคนเดลาต่อตารางเมตร [สัญลักษณ์ : cd / m2]

2.1.2.4 ฟลักซ์การส่องสว่าง

ฟลักซ์การส่องสว่าง(Luminous Flux; Φ) คือ พลังงานแสงที่แผ่ออกมาจากแหล่งกำเนิดแสงต่อหน่วยเวลา

$$\varphi = \frac{dQ}{dt} \tag{2.4}$$

สัญลักษณ์ : φ , φ_v

หน่วย : lumen (ลูเมน) [สัญลักษณ์ : lm]

โดย

Q = พลังงานแสงสว่าง

t = เวลา

2.1.2.5 มุมตัน

มุมตัน (Solid Angle; ω) คือ อัตราส่วนของพื้นที่ผิวทรงกลม (Am) ต่อ รัศมีของทรงกลม (r) ยกกำลังสอง

$$\omega = \frac{A_m}{r^2} \tag{2.5}$$

สัญลักษณ์ : ω

หน่วย : steradian (สเตอเรเดียน) [สัญลักษณ์ : sr]

โดย

Am = พื้นที่ผิวทรงกลม

r = รัศมีทรงกลม

ปริมาณทั้ง 5 ชนิดนี้มี สัญลักษณ์ นิยาม และหน่วยที่ใช้ในการวัด ดังแสดงในตารางที่ 2.2

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 2.2 ปริมาณที่สำคัญทางด้านการส่องสว่าง

ปริมาณ	สัญลักษณ์	นิยาม	หน่วยวัด
1. ความเข้มส่องสว่าง	I_V	$I_V = \frac{d\varphi_V}{d\omega}$	แคนเดลา cd (candela)
2. ความเข้มแสง	E_V	$E_V = \frac{d\varphi_V}{dA}$	ลักซ์ lx (lux)
3. ความส่องสว่าง	L_V	$L_V = \frac{d^2\varphi_V}{d\omega \cdot dA \cdot \cos\theta}$	แคนเดลาต่อตาราง เมตรcd/m2
4. ฟลักซ์ส่องสว่าง	φV	$\varphi_V = \frac{dQ_V}{dt}$	ลูเมน lm (lumen)
5. มุมตัน	ω	$\omega = \frac{A}{r^2}$	สเตอเรเดียน sr (steradian)

2.1.3 กฎกำลังสองผกผัน

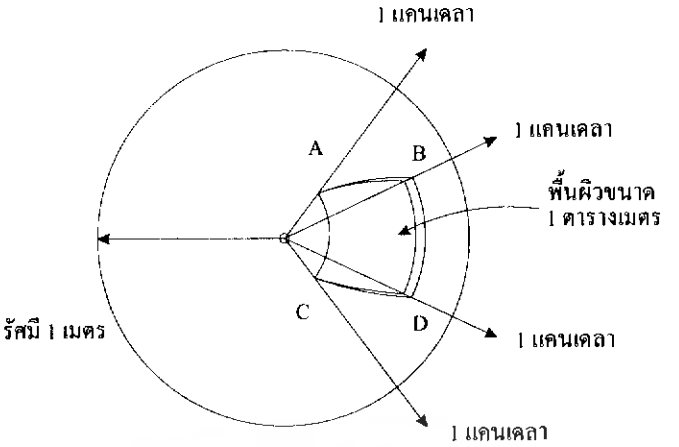
การคำนวณค่าทางแสงนั้นเป็นการแปลงค่าทางแสงใดๆ ไปเป็นการแสดงค่าอีกค่าหนึ่ง โดยในการคำนวณค่านั้นๆ จะต่างกันที่ปัจจัยต่างๆที่คำนึง หรือให้ความสำคัญ ดังนั้นเนื้อหาในส่วนนี้จะได้กล่าวถึงการคำนวณค่าทางแสงที่จำเป็นต้องแสดงเพื่อใช้ในการเปรียบเทียบคุณสมบัติของโคมแต่ละชนิด

กฎกำลังสองผกผันเป็นกฎที่มีการนำไปประยุกต์ใช้ในการคำนวณทางวิศวกรรมการส่องสว่างมาก เนื่องจากเป็นกฎที่ใช้คำนวณหาค่าความเข้มแสงที่จุดใดจุดหนึ่งที่ต้องการทราบค่าความเข้มแสง

จากนิยามของความเข้มแสง(Illuminance; E) ที่ว่าความเข้มแสงคือความหนาแน่นฟลักซ์ส่องสว่าง (Luminous Flux; φ) ที่ตกกระทบลงบนพื้นผิวใดๆ นั่นคือ ฟลักซ์ส่องสว่างหารด้วยพื้นที่ของพื้นผิวที่ถูกส่องสว่างอย่างสม่ำเสมอ เขียนได้ดังสมการ

$$E = \frac{d\varphi}{dA} \qquad (2.6)$$

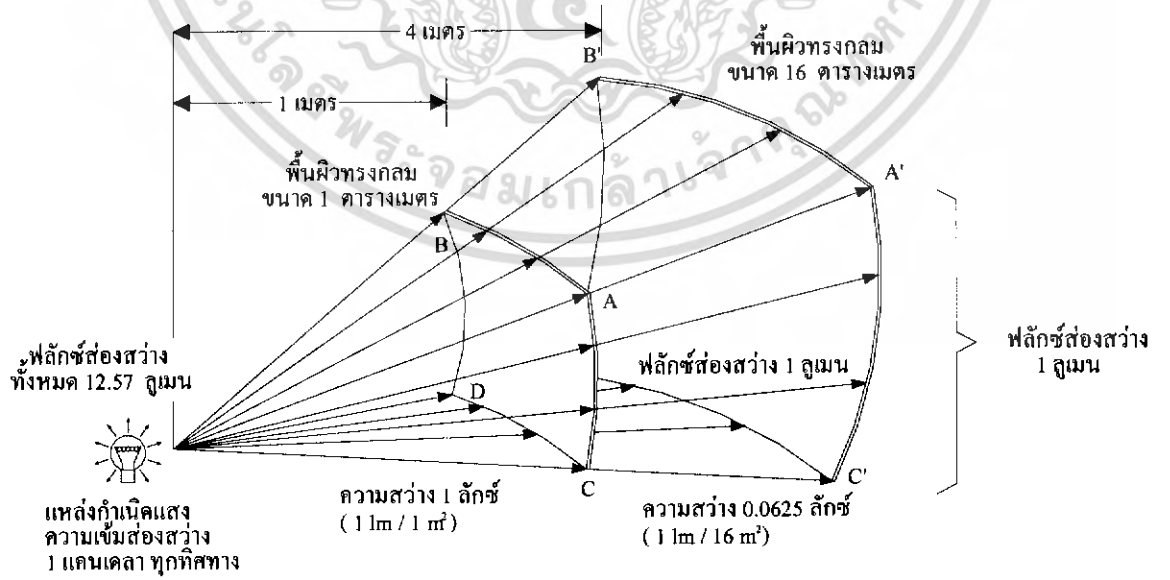
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.2 มุมตัน

รูปที่ 2.2 ให้แหล่งกำเนิดแสงที่ศูนย์กลางของทรงกลมจินตภาพขนาดรัศมี 1 เมตร มีการกระจายความเข้มส่องสว่างอย่างสม่ำเสมอในทุกทิศทางขนาด 1 แคนเดลา ความเข้มส่องสว่างจากแหล่งกำเนิดแสงนี้จะตกตั้งฉากกับพื้นผิวด้านในของทรงกลมจินตภาพทุกจุดให้ ABCD เป็นพื้นผิวของทรงกลมจินตภาพมี ขนาด 1 ตารางเมตร จากนิยามของมุมตัน พบว่ามุมตันของพื้นผิว ABCD จะมีขนาด 1 สเตอเรเดียนและจากนิยามของฟลักซ์ส่องสว่าง จะได้ว่าฟลักซ์ส่องสว่างที่ตกกระทบบนพื้นผิว ABCD จะมีขนาด 1 ลูเมน(1 แคนเดลา x 1 สเตอเรเดียน) เนื่องจากมุมตันของทรงกลมตันมีขนาด 4 π ลูเมน หรือ 12.57 ลูเมน

จากสมการที่ 2.6 จะได้ความเข้มแสงบนพื้นผิว ABCD มีค่า 1 ลักซ์ ซึ่งเกิดจากฟลักซ์ส่องสว่าง 1 ลูเมน หารด้วยพื้นที่ 1 ตารางเมตร



รูปที่ 2.3 แสดงความเข้มแสง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ถ้าเราขยายทรงกลมจินตภาพให้มีขนาดโตขึ้นจากเดิม เช่น เพิ่มรัศมีจาก 1 เมตร เป็น 4 เมตร ดังแสดงในรูปที่ พื้นผิว ABCD ของทรงกลมก็จะมีขนาดโตขึ้นด้วยเป็น A'B'C'D' เนื่องจากมุมตันของพื้นผิว A'B'C'D' ยังมีขนาดเท่าเดิมคือ 1 สเตอเรเดียน แต่รัศมีของทรงกลมกลายเป็น 4 เมตร ดังนั้นพื้นที่ของพื้นผิว A'B'C'D' จะมีขนาดกลายเป็น16 ตารางเมตร เพราะมุมตันยังมีขนาด 1 สเตอเรเดียนเท่าเดิม ฟลักซ์ส่องสว่างที่จะตกกระทบบนพื้นผิว A'B'C'D' ก็ยังคงมีขนาด 1 ลูเมนเท่าเดิม ดังนั้นความเข้มแสงบนพื้นผิว A'B'C'D' ใหม่จะลดลงเหลือเพียง 0.0625 ลักซ์เท่านั้น

จากสมการที่ 2.6 และจากนิยามของฟลักซ์ส่องสว่าง

$$d\varphi = I \cdot d\omega \tag{2.7}$$

และจากนิยามของมุมตัน

$$d\omega = \frac{dA}{r^2} \tag{2.8}$$

จะได้

$$E = \frac{d\varphi}{dA} = \frac{Id\omega}{dA} = \frac{IdA}{r^2 dA} \tag{2.9}$$

$$E = \frac{I}{r^2} = \frac{I}{d^2} \tag{2.10}$$

เมื่อ d คือ ระยะห่างระหว่างแหล่งกำเนิดแสงกับจุดใดๆ บนพื้นผิวที่แสงตกกระทบอย่างตั้งฉาก สมการที่ 2.10 นี้ แสดงให้เห็นว่า ความเข้มแสงที่จุดใดๆ บนพื้นผิวที่ความเข้มส่องสว่างตกกระทบอย่างตั้งฉากกับพื้นผิวนั้น จะมีค่าแปรผกผันกับระยะห่างระหว่างแหล่งกำเนิดแสงกับพื้นผิวนั้นยกกำลังสองจึงเรียกว่า " กฎกำลังสองผกผัน "

การวัดการกระจายความเข้มส่องสว่างของแหล่งกำเนิดแสง เช่น หลอดไฟดวงโคม หัววัดความเข้มแสงทุกหัวจะต้องหันหน้าเข้าหาแหล่งกำเนิดแสง(ความเข้มส่องสว่างจากแหล่งกำเนิดแสงจะตกตั้งฉากกับผิวหน้าของหัววัดความเข้มแสง) การวัดการกระจายความเข้มส่องสว่างของดวงโคมในทิศทางต่างๆทำได้โดยการหมุนดวงโคมในแกนดิ่ง จะได้เพลนการวัดการกระจายความส่องสว่างออกมา1เพลน เนื่องจากระยะห่าง (d) ของหัววัดความเข้มแสง แต่ละหัวจากดวงโคมนั้นเราทราบค่าที่แน่นอนแล้ว ดังนั้นเมื่อเราอ่านค่าความเข้มแสงจากเครื่องวัดความเข้มแสงได้ ก็สามารถคำนวณหาค่าความเข้มส่องสว่างในทิศทางต่างๆ ได้ทันทีจากสมการ

$$I = E \cdot d^2 \tag{2.11}$$

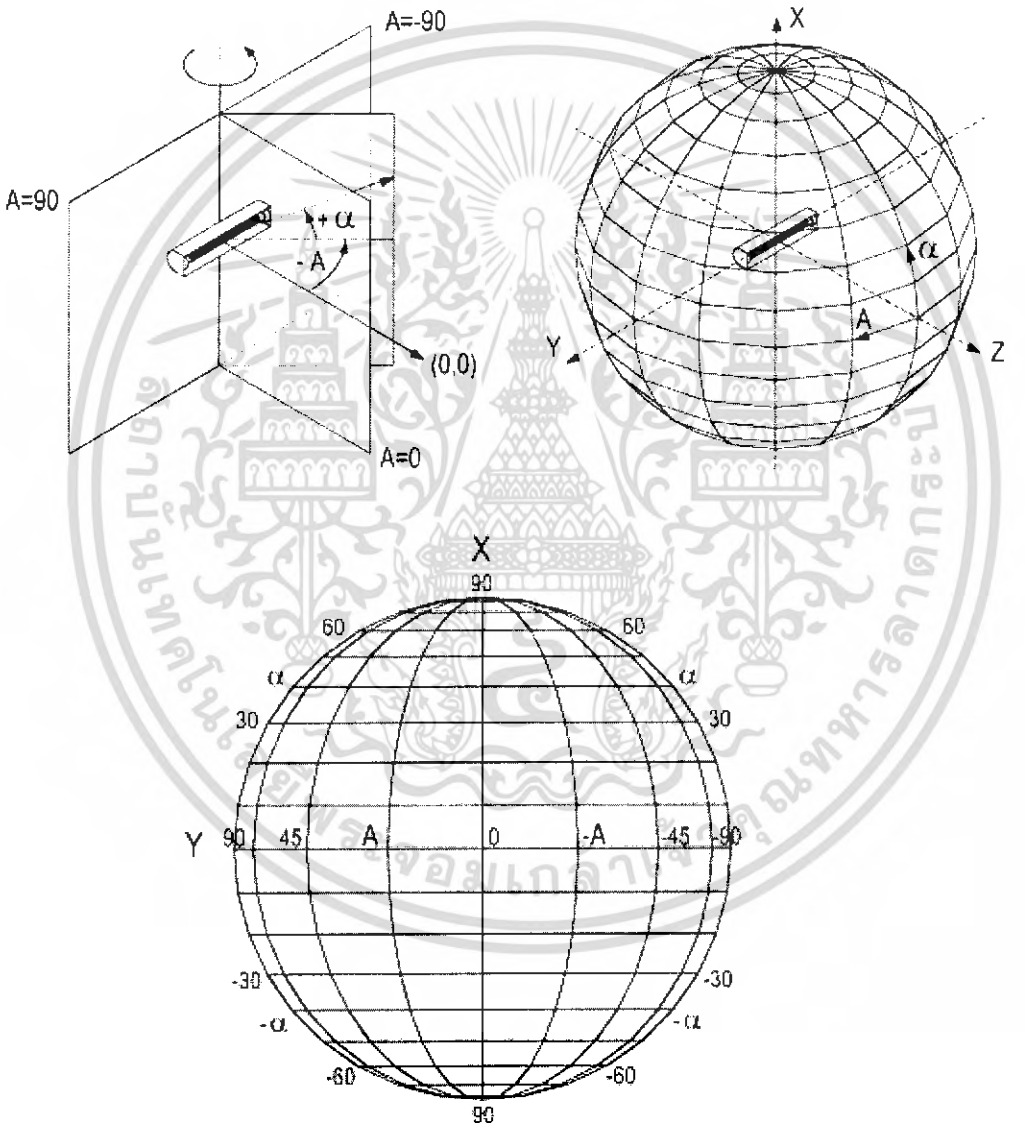
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.2 ระนาบการวัด

ตามธรรมดาการกระจายความเข้มส่องสว่างของแหล่งกำเนิดแสง(หลอดและโคม) จะถูกวัดในเพลนต่างๆ จำนวนเส้นโค้งการกระจายความเข้มส่องสว่างและการเลือกเพลนการวัดขึ้นอยู่กับชนิดของแหล่งกำเนิดและชนิดโกนิโอโฟโตมิเตอร์ จากเพลนทั้งหมดมีอยู่ 3 ระบบที่ใช้มากเป็นพิเศษ คือ

2.2.1 ระบบเพลน A

ระนาบทั้งหมดของระบบเพลน A เป็นกลุ่มระนาบของเส้นตัดตัดผ่านจุดศูนย์กลางความเข้มแสงขนานกับพื้นที่ที่เปล่งแสงและตั้งฉากกับแกนสมมติของแหล่งกำเนิดแสง



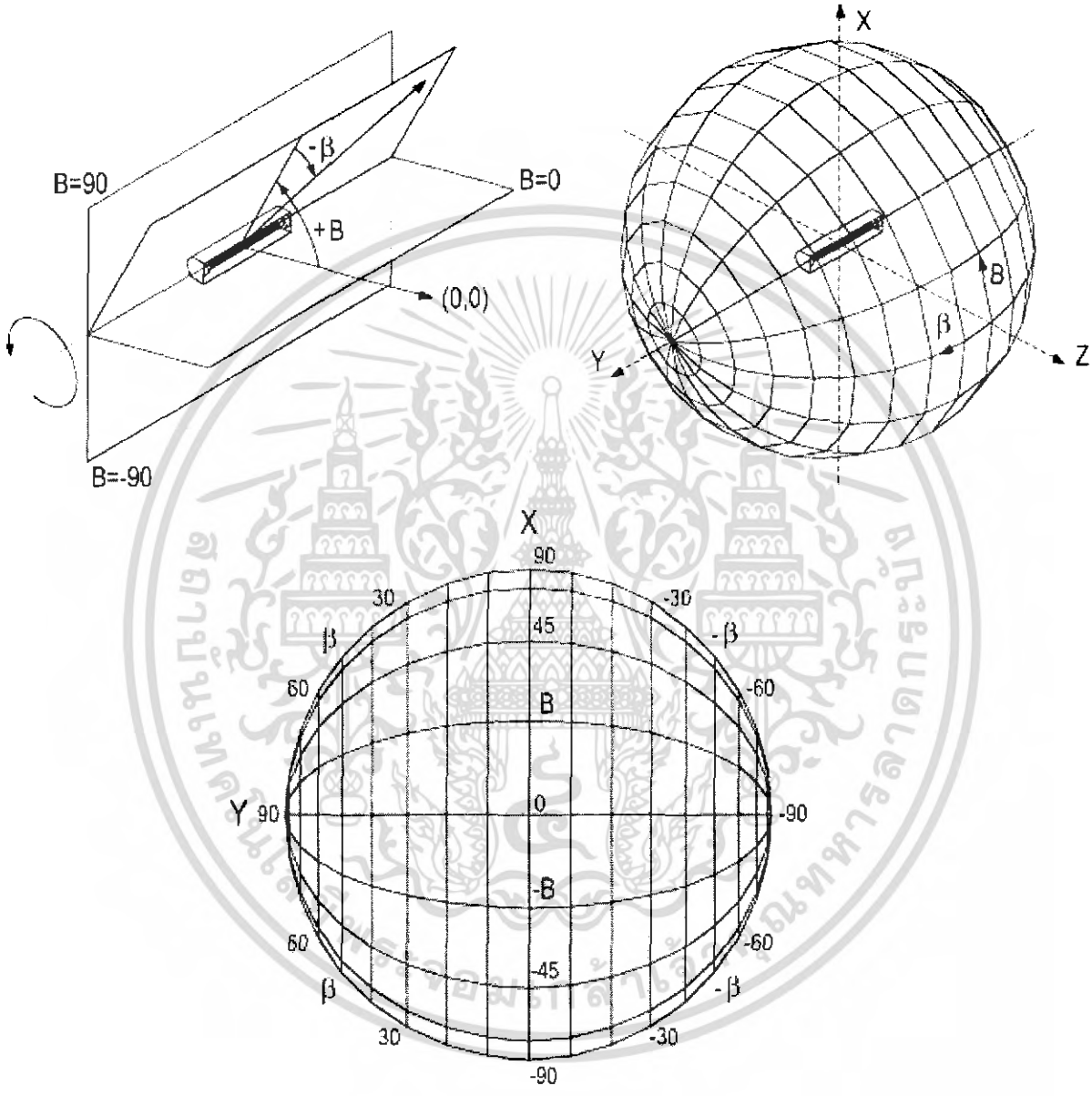
รูปที่ 2.4 ระบบเพลน A

หมายเหตุ : ระบบเพลน A ถูกบังคับตายตัวโดยแหล่งกำเนิดแสงและหมุนตามมุมเอียงของแหล่งกำเนิดแสงถ้าแหล่งกำเนิดแสงเอียง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.2.2 ระบบเพลน B

ระนาบทั้งหมดของระบบเพลน B เป็นกลุ่มของระนาบที่เส้นตัดตัดผ่านจุดศูนย์กลาง ความเข้มแสงและขนานกับแกนสมมุติของแหล่งกำเนิดแสงและตั้งฉากกับเส้นตัดของเพลน A



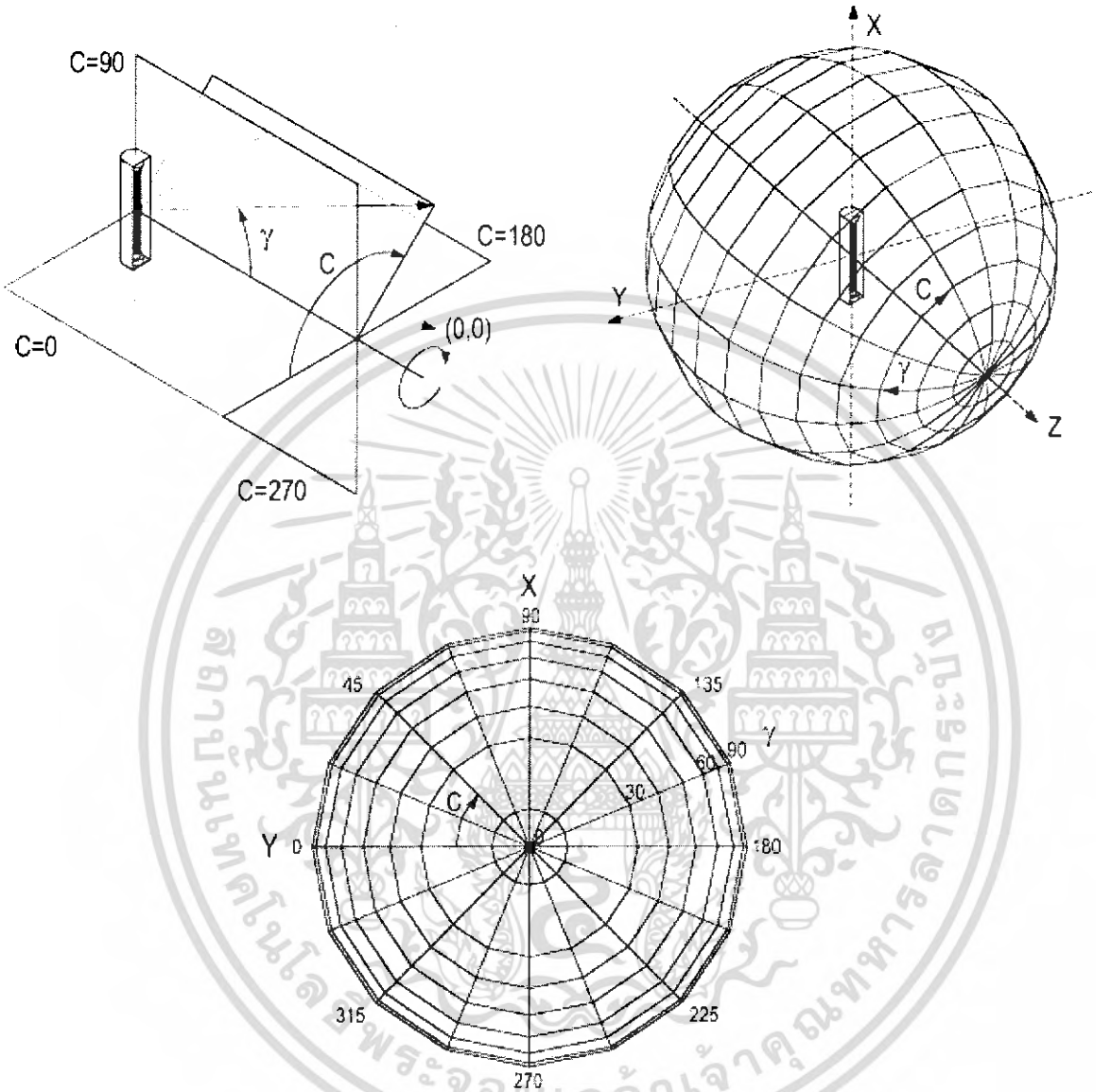
รูปที่ 2.5 ระบบเพลน B

หมายเหตุ : ระบบเพลน B ถูกบังคับตายตัวโดยแหล่งกำเนิด และหมุนตามมุมเอียงของแหล่งกำเนิดแสงถ้าแหล่งกำเนิดแสงเอียง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.2.3 ระบบเพลน C

ระนาบทั้งหมดของระบบเพลน C เป็นกลุ่มของระบบที่ซึ่งเส้นดัดอยู่ในแนวดิ่งผ่านจุดศูนย์กลางการส่องสว่าง



รูปที่ 2.6 ระบบเพลน C

หมายเหตุ : ระบบเพลน C ธรรมดาจะถูกกำหนดตำแหน่งดายตัวในอากาศ และไม่เป็นไปตามมุมเอียงของแหล่งกำเนิดแสงเส้นดัดของเพลน C จะตั้งฉากกับเส้นดัดของเพลน A และเพลน Bเมื่อมุมแหล่งกำเนิดแสงเป็นศูนย์เท่านั้นในบางกรณีระนาบทั้งหมดของระบบเพลน C ถูกอ้างอิงเหมือนกลุ่มของระนาบที่เส้นดัดเป็นเส้นดัดของเพลน AO และเพลน BO ในกรณีนี้เพลน C จะถูกผูกติดดายตัวกับแหล่งกำเนิด(เหมือนกับในกรณีเพลน Aและเพลน B)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 2.3 สัญลักษณ์มุมที่มักจะใช้ในระบบเพลนต่างๆ

เพลน	มุมในระนาบ	มุมเอียงของระนาบ
เพลน A	α	A
เพลน B	β	B
เพลน C	γ	C
พื้นผิวทรงกรวย	C	γ

2.3 เครื่องวัดการกระจายความเข้มส่องสว่าง

เครื่องวัดการกระจายความเข้มส่องสว่างจะอาศัยหลักการวัดความเข้มแสงด้วยหัววัดความเข้มแสง เครื่องมือที่ใช้ในการวัดการกระจายความเข้มส่องสว่างสามารถแบ่งออกได้เป็น 3 ชนิด ได้แก่

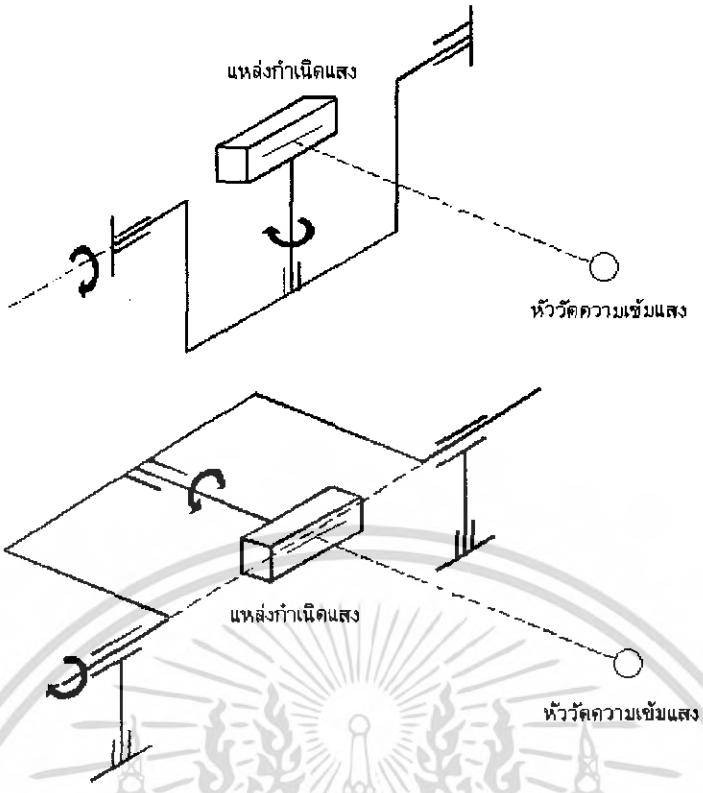
1. ชนิดหมุนแหล่งกำเนิดแสง
2. ชนิดเคลื่อนย้ายหัววัดความเข้มแสง
3. ชนิดอาศัยการหมุนของกระจก

2.3.1 ชนิดหมุนแหล่งกำเนิดแสง

หลักการ แหล่งกำเนิดแสงสามารถหมุนรอบทั้งแกนในแนวดิ่งและแกนในแนวนอน โดยหัววัดความเข้มแสงจะอยู่กับที่ดังแสดงในรูปที่ ความแม่นยำของการกระจายความเข้มส่องสว่างโดยที่เครื่องโกนิโอโดมิเตอร์ชนิดหมุนแหล่งกำเนิดแสงจะขึ้นอยู่กับการดิดตั้ง และความแข็งแรงของโครงสร้าง

การนำไปใช้งาน เครื่องโกนิโอโดมิเตอร์ชนิดหมุนแหล่งกำเนิดแสงควรจะใช้กับหลอดเผาไส้และหลอดฟลูออเรสเซนต์ หรือโคมที่ใช้กับหลอดดังกล่าว เครื่องโกนิโอโตมิเตอร์ชนิดหมุนแหล่งกำเนิดแสงมีข้อดีในด้านโครงสร้างและราคา เงื่อนไขความแม่นยำในการวัด คือ ระยะห่างในการทดสอบซึ่งขึ้นอยู่กับความสำพันธ์กับความลึกและความสูงของห้องเป็นสำคัญ

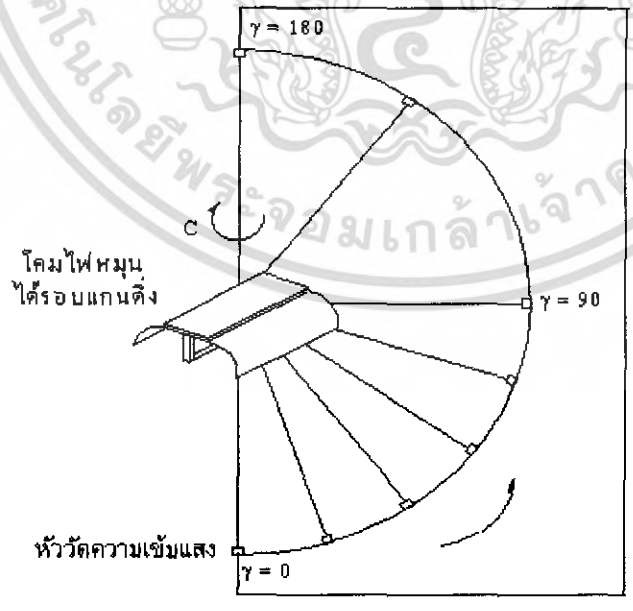
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.7 เครื่องโกนิโอโตมิเตอร์ชนิดหมุนแหล่งกำเนิดแสง

2.3.2 ชนิดหมุนแหล่งกำเนิดแสง

การวัดการกระจายความเข้มส่องสว่างของโคมแบบนี้จะติดตั้งโคมไฟและหัววัดความเข้มแสงหรืออาจใช้หัววัดแสงหลายตัวติดตั้งตามตำแหน่งที่ต้องการวัดดังรูปที่ 2.8



รูปที่ 2.8 เครื่องโกนิโอโตมิเตอร์ชนิดเคลื่อนย้ายหัววัดความเข้มแสง

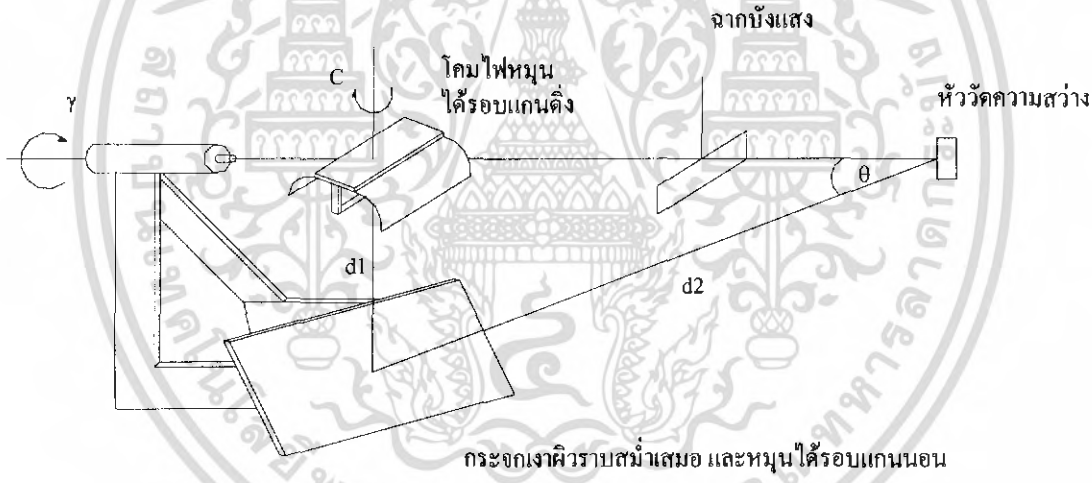
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หลักการใช้งาน โดยโคมไฟจะติดตั้งอยู่กับที่และหมุนได้รอบแกนดิ่งเพื่อเปลี่ยนระนาบที่จะวัดข้อมูลการกระจายความเข้มส่องสว่างและเคลื่อนที่ได้บนรางครึ่งวงกลมรัศมี d เมตร ที่ติดตั้งอยู่กับที่ในระนาบดิ่งการวัดการกระจายความเข้มส่องสว่างทำได้โดยการเลื่อนตำแหน่งของหัววัดความเข้มแสงตั้งแต่ตำแหน่งต่ำสุด(มุม γ=0 องศา) แล้วขยับขึ้นไปเรื่อยๆจนถึงตำแหน่งสูงสุด(มุม γ=180 องศา) ความเข้มส่องสว่างที่มุม γ ใดๆ หาได้จาก $I = E \cdot d^2$

การนำไปใช้งาน เนื่องจากแหล่งกำเนิดแสงถูกหมุนตามแกนแนวดิ่งเท่านั้นดังนั้นจุดศูนย์กลางของหลอดจะมีตำแหน่งคงที่เครื่องโกนิโอโดมิเตอร์ชนิดเคลื่อนย้ายหัววัดความเข้มแสงจึงสามารถใช้ได้กับดวงโคมทุกชนิดจึงสามารถวัดหลอดและโคมทุกชนิดได้ เงื่อนไขความแม่นยำในการวัด คือ ระยะห่างในการทดสอบซึ่งขึ้นอยู่กับความสัมพันธ์ของความลึกและความสูงของห้องเป็นสำคัญ และหัววัดวัดความเข้มแสงแต่ละหัวจะต้องได้มาตราฐานเดียวกัน

2.3.3 ชนิดอาศัยการหมุนของกระจก

การวัดการกระจายความเข้มส่องสว่างทั้งสองวิธีที่กล่าวมาแล้วนั้น จะมีปัญหาในเรื่องขนาดของห้องที่ใช้วัดความเข้มแสงเครื่องวัดชนิดอาศัยการหมุนของกระจกแสดงดังรูป



รูปที่ 2.9 เครื่องโกนิโอโดมิเตอร์ชนิดชนิดอาศัยการหมุนของกระจก

หลักการ การใช้กฎกำลังสองผกผันได้อย่างถูกต้องมีความผิดพลาดไม่เกิน 1 เปอร์เซ็นต์นั้น ระยะห่างระหว่างหัววัดความส่องสว่างกับโคมจะต้องไม่น้อยกว่า 5 เท่า ของขนาดที่โตที่สุดของส่วนที่ให้แสงของโคมไฟเพื่อหลีกเลี่ยงข้อจำกัดดังกล่าวสามารถทำการประยุกต์ได้โดยใช้กระจกเงาสะท้อนแสงจากโคมไฟเข้าสู่หัววัดความเข้มแสง

การนำไปใช้งาน เนื่องจากแหล่งกำเนิดแสงถูกหมุนตามแนวดิ่งเท่านั้น ดังนั้นจุดศูนย์กลางของหลอดจะมีตำแหน่งคงที่ เครื่องโกนิโอโดมิเตอร์ชนิดอาศัยการหมุนของกระจกจึง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สามารถใช้ได้กับดวงโคมทุกชนิดจึงสามารถวัดหลอดและโคมทุกชนิดได้ เงื่อนไขความแม่นยำในการวัด คือ ระยะห่างในการทดสอบ ความสะอาดของพื้นผิวของกระจกและตัวกั้นแสงสะท้อน

2.4 มาตรฐานการทดสอบ

ดวงโคมไฟฟ้าเป็นเป็นอุปกรณ์ที่สำคัญในด้านส่องสว่าง เพราะเป็นโครงหรือตัวเรือนของหลอดไฟฟ้าและอุปกรณ์ควบคุมหลอดไฟ พร้อมทั้งอุปกรณ์ไฟฟ้าอื่นๆมีหน้าที่ควบคุมฟลักซ์ส่องสว่างที่ออกมาจากหลอดไฟไม่ให้กระจายไปโดยรอบ ข้อมูลของดวงโคมจึงมีความสำคัญมาก

ข้อมูลของดวงโคมนี้แบ่งออกเป็น 3 ประเภทด้วยกัน

1. ดวงโคมภายในอาคาร
2. ดวงโคมไฟถนน
3. ดวงโคมฉาย

2.4.1 ดวงโคมภายใน

ดวงโคมภายในอาคารสามารถแบ่งออกเป็นประเภทใหญ่ๆคือ ประเภทใช้งานทั่วไป ประเภทใช้งานในอุดสาหกรรม และประเภทที่ใช้สำหรับชี้แสดงภาวะฉุกเฉิน ดวงโคมภายใน (Interior light) ที่ใช้ภายในส่วนมากจะประกอบไปด้วย ดวงโคมที่ใช้หลอดฟลูออเรสเซนต์ ซึ่งจะใช้กันทั่วไปตามบ้านเรือน สำนักงานและอื่นๆ รวมทั้งดวงโคมแบบไฟส่องลง(Down Light) ดวงโคมHigh Bay ในส่วนของการทดสอบดวงโคมภายในจะกล่าวถึงข้อกำหนดในการทดสอบตามมาตรฐาน CIE (International Commission on Illumination) ซึ่งมีรายละเอียดดังต่อไปนี้

2.4.1.2 ข้อกำหนดสำหรับการทดสอบ

จุดประสงค์ของการทดสอบ คือ เพื่อวัดคุณสมบัติการส่องสว่างโดยวิธีที่เป็นที่ยอมรับ ภายใต้สภาวะมาตรฐานซึ่งเปรียบเทียบระหว่างห้องทดสอบกับการใช้งานในทางปฏิบัติที่ออก แบบมา

2.4.1.2 สภาวะการทดสอบมาตรฐาน

ผลการวัดคุณสมบัติทางแสง ควรจะรายงานสิ่งที่เกี่ยวข้องตามสภาวะการทดสอบมาตรฐาน ซึ่งในสภาวะดังกล่าวสามารถนำไปประยุกต์ใช้ในการวัดทั้งหลอดเปลือยและโคมมีข้อกำหนดดังนี้

-อุณหภูมิบรรยากาศแวดล้อมเท่ากับ 25 องศาเซลเซียส

-สภาพการเคลื่อนที่ของอากาศแวดล้อมหลอดและโคมจะต้องสงบไม่มีลมพัด

-สามารถติดตั้งโคมได้อย่างอิสระโดยต้องมีพื้นที่ของการหมุนดวงโคมทดสอบ

-ในกรณีที่มีการทดสอบหลอดเปลือย การติดตั้งของหลอดเปลือยควรวางในแนวนอนสำหรับการติดตั้งโคมควรวางในตำแหน่งที่ออกแบบมาใช้งาน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.4.1.3 สภาวะการทดสอบในทางปฏิบัติ

ในทางปฏิบัติไม่สามารถวัดค่าทางแสงของหลอด หรือโคมที่ประกอบด้วยหลอดโดยไม่มีความแตกต่างของอุณหภูมิบรรยากาศในบริเวณทดสอบได้ ดังนั้น การทดสอบควรทำตามสภาวะห้องทดสอบ

- การผันแปรของอุณหภูมิบรรยากาศแวดล้อม

ค่าอุณหภูมิเฉลี่ยในห้องทดสอบ(t_m) ควรมีค่าประมาณ 25 ± 2 องศาเซลเซียสตลอดการทดสอบหลอด ดังนั้นถ้าการวัดค่าทางแสงเป็นตามข้อกำหนดควรมีอุณหภูมิบรรยากาศแวดล้อม 25 องศาเซลเซียส แต่อย่างไรก็ตามถ้าการวัดไม่เป็นตามข้อกำหนด ควรคำนึงถึงค่าตัวประกอบค่าแก้ไขด้วย ค่าเฉลี่ยอุณหภูมิบรรยากาศแวดล้อมควรกำหนด การวัดอุณหภูมิสามารถทำได้โดยนำเทอร์โมมิเตอร์ 2 อันวางห่างกัน 0.5 เมตรที่แต่ละขอบของโคมและหลอดในทิศทางแกนตามแนวยาวที่ยอดหรือส่วนบนจะให้อุณหภูมิt1และt′1ในทำนองเดียวกันวางเทอร์โมมิเตอร์ 2 อัน ที่ตำแหน่งต่ำสุดของจุดดัดจะให้อุณหภูมิ t2 และ t′2 ค่าเฉลี่ยอุณหภูมิ t_m หาได้จากสมการที่ (2.1)

$$t_m = \frac{(t_1 + t_1' + t_2 + t_2')}{4} \qquad (2.1)$$

- การเคลื่อนที่ของอากาศ

การเคลื่อนที่ของอากาศรอบหลอดและโคมระหว่างการทดสอบ จะทำให้อุณหภูมิการทำงาน ของหลอดหรือโคมลดลง การเคลื่อนที่ของอากาศอาจมีสาเหตุมาจากกระแสลมเครื่องปรับอากาศหรือการเคลื่อนที่ของดวงโคมซึ่งควรทำตามข้อแนะนำในการทดสอบตามสภาวะห้องทดสอบดังนี้

- การเคลื่อนที่ของอากาศเนื่องจากการเคลื่อนที่ของหลอดหรือโคมไฟฟ้าขณะวัดความส่องสว่างการอ่านค่าความเข้มส่องสว่างหลังจากช่วงเสถียรภาพของหลอดไฟ หลอดควรจะเคลื่อนที่ด้วยความเร็วสม่ำเสมอตลอด 360 องศา ในระนาบแนวดิ่งรวมทั้งการเคลื่อนที่ของหัววัดแสงด้วย หลังจากนั้นควรทำการวัดค่าความเข้มส่องสว่างอีกครั้งทันที การอ่านค่าความเข้มส่องสว่างทั้ง 2 ครั้ง ควรจะวัดที่อุณหภูมิและทิศทางเดียวกันและทำการตรวจสอบผลกระทบจากการหมุนของหลอดตลอด 360 องศา ในแนวระนาบที่ความเร็วการหมุนปกติ วิธีการทดสอบแบบนี้เป็นวิธีที่ไม่สามารถนำไปใช้กับการวัดทางแสงในลักษณะที่การเคลื่อนที่สัมพัทธ์กันระหว่างหลอดกับหัววัดแสงที่ถูกนำมาใช้กับหลอดชนิดการเคลื่อนที่ การทดสอบนี้ควรจะนำไปใช้กับโคม

- การเคลื่อนที่อากาศเนื่องจากกระแสลมหรือเครื่องปรับอากาศ การอ่านค่าทางแสงของหลอดเปลือยควรทำหลังจากถึงช่วงเสถียรภาพของหลอดในสภาวะห้องทดสอบและการวัดค่าความเข้มส่องสว่างในทิศทางการวัดที่กำหนดที่รู้ค่าอุณหภูมิบรรยากาศควรปิดเครื่องปรับอากาศ การไหลเวียนของอากาศผ่านช่องอากาศจะลดลงและหลอดจะกลับเข้าสู่

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้
72980

สภาวะเสถียรภาพและวัดความเข้มส่องสว่างอีกครั้งที่อุณหภูมิบรรยากาศเดียวกัน การทดสอบ เดียวกันนี้ควรทำตามที่ระบุไว้กับโคม การทดสอบนี้ควรทำตามที่ระบุไว้กับดวงโคม การทดสอบนี้ควรทำตามจำนวนหลอดหรือโคมในการวัดความส่องสว่าง

- สภาวะห้องทดสอบ การพิจารณาสภาวะห้องทดสอบว่าสามารถยอมรับได้ คือ ผลรวมของความแตกต่างระหว่างค่าที่วัดได้ตาม หัวข้อการเคลื่อนที่ของอากาศเนื่องจากการเคลื่อนที่ของโคมหรือหลอด และการเคลื่อนที่ของอากาศ เนื่องจากเครื่องปรับอากาศไม่เกิน 2 เปอร์เซ็นต์

-สำหรับการป้องกันการหักเหที่เข้ามาสู่หัววัดแสงนอกเหนือทิศทางที่มาจากแหล่งกำเนิดแสงที่วัด ที่อาจเกิดเนื่องจากการสะท้อนหรือมาจากแหล่งกำเนิดแสงจากที่อื่นนั้น หัววัดแสงควรจะมีฉากกำบังแสง หัววัดความเข้มแสงควรได้รับแสงเฉพาะที่มาจากหลอดทดสอบและผนัง พื้นเพดาน หรือฉากรอบๆ ของการกระจายแสงควรเป็นสีดำ สีดำที่ใช้ไม่ควรมีค่าการสะท้อนมากกว่า 4 เปอร์เซ็นต์ พื้นควรปูด้วยกำมะหยี่ หรือพรมสีดำ

2.4.1.4 ข้อบังคับสำหรับเครื่องมือในการทดสอบ

ค่าเอาท์พุทที่วัดได้จากโฟโตเซลล์ควรมีค่าแม่นยำ ±1 เปอร์เซ็นต์ ความไวต่อการรับแสงควรมีค่าตามมาตรฐาน CIE โฟโตเซลล์ของหัววัดต้องมีขนาดรับค่าที่มาดกกระทบได้ทั้งหมดจากดวงโคม ดังนั้นเส้นผ่าศูนย์กลางของเซลล์หัววัดความเข้มแสงควรมีขนาดอย่างน้อยตามต้องการ

$$D = A + 2 \times L \times \tan\alpha \qquad (2.2)$$

ค่าความเร็วของการตอบสนองของโฟโตเซลล์ต้องเท่ากันตลอด การเคลื่อนที่ของดวงโคมต้องเรียบปราศจากการสั่นสะเทือน การเคลื่อนที่ช้าพอเหมาะเพื่อจะไม่มีผลกระทบต่ออุณหภูมิของอากาศในโคม

การเตรียมหลอดและดวงโคมสำหรับทดสอบ

หลอดที่เลือกมาทำการทดสอบควรเป็นไปตามมาตรฐาน I.E.C Publication No.81 ควรเป็นหลอดตัวอย่างผลิต และควรเลือกหลอดที่มีความคลาดเคลื่อนจากการกระจายแสงเป็นรูปวงกลมที่สอดคล้องกันในแนวระนาบที่มีมุมบนแกนไม่ควรเกิน 3 เปอร์เซ็นต์

การเลือกโคมสำหรับทดสอบควรเป็นตัวอย่างผลิตภัณฑ์ ขนาดของโคมควรถูกตรวจสอบเพื่อการยอมรับในตัวผลิตภัณฑ์ของโรงงาน เมื่อติดตั้งดวงโคมในเครื่องวัดการกระจายความเข้มส่องสว่าง ควรจะให้จุดศูนย์กลางการเปล่งแสงของดวงโคมตรงกับจุดศูนย์กลางของหัววัดความเข้มแสง

วิธีและกระบวนการในการทดสอบ ในการทดสอบควรจะเปิดหลอดทิ้งไว้ประมาณ 30 นาที เพื่อให้หลอดเข้าสู่ภาวะเสถียรภาพแล้วค่อยอ่านค่าความเข้มส่องสว่าง ค่าที่ได้ไม่ควรมากกว่า 2 เปอร์เซ็นต์ การวัดแบบครึ่งแพลนใช้เพื่อเป็นแนวทางในการอ้างอิง แต่

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ไม่ได้ถูกใช้ในทางปฏิบัติ อย่างไรก็ตามวิธีอื่นที่ถูกแนะนำจำนวนครั้งในการวัดโดยประมาณขึ้นอยู่กับจุดประสงค์ของการวัดโซนอลฟลักซ์ (Zonal flux) และอัตราแสงที่ส่งออกมา

2.4.2 ดวงโคมไฟถนน

โคมไฟถนน (Street light) เป็นโคมไฟที่ได้รับการออกแบบเพื่อความต้องการทางแสงเฉพาะกรณี คือ การให้แสงสว่างพื้นถนน และบริเวณข้างเคียง โดยมีจุดประสงค์เพื่อเพิ่มความรวดเร็วทางการจราจรรวมไปถึง ความปลอดภัยของผู้ขับขี่ยวดยาน และคนเดินถนนทั่วๆไป โดยหลอดไฟที่นำมาใช้งานกับไฟถนนนั้นมีได้หลายชนิด เช่น หลอดฟลูออเรสเซนต์ อินเคนเดสเซนต์ หลอดความดันไอโซเดียมสูงความดันไอโซเดียมต่ำหลอดทังสเดนฮาโลเจน ความแม่นยำในการออกแบบไฟถนน จำเป็นต้องรู้เกี่ยวกับลักษณะของพื้นถนน โคมที่ใช้งานและหลอดที่ใช้ร่วมกัน ความแม่นยำของการวัดค่าทางแสงส่วนมากขึ้นอยู่กับเครื่องมือที่ใช้และขึ้นอยู่กับกระบวนการทดสอบที่นำมาใช้ สำหรับค่าที่ยอมรับได้ในการวัดความเข้มส่องสว่าง ควรมีค่า ±5 เปอร์เซ็นต์ หรือความเข้มส่องสว่างต่ำกว่า ±1 cd/1000 lm มุมที่วัดควรผิดพลาดไม่เกิน ±0.5 องศา โดยในช่วงที่มีการเปลี่ยนแปลงความเข้มส่องสว่างอย่างรวดเร็วเพื่อให้เกิดความแม่นยำในการวัด ค่าความคลาดเคลื่อนของมุมควรปรับเป็น ±0.2 องศา

2.4.2.1 ข้อกำหนดสำหรับการทดสอบ

ข้อกำหนดสำหรับการทดสอบการทดสอบการกระจายแสงของโคมไฟถนนจะเหมือนกับข้อกำหนดของโคมไฟภายในอาคารซึ่งได้กล่าวในหัวข้อ 2.4.1.2

2.4.2.2 ข้อบังคับสำหรับเครื่องมือทดสอบ

ข้อบังคับสำหรับเครื่องมือทดสอบดวงโคมไฟถนนจะคล้ายกับข้อกำหนดของดวงโคมไฟภายใน ซึ่งได้กล่าวแล้วในหัวข้อ 2.4.1.4 แต่จะเพิ่มเติมในส่วนของระยะทางที่ใช้ในการทดสอบสำหรับดวงโคมไฟถนน ซึ่งโดยปกติระยะทางที่ใช้จะต้องไม่น้อยกว่า 15 เท่าของมิติสูงสุดของส่วนที่เปล่งแสงของดวงโคม แต่ในส่วนของโคมที่มีการกระจายแบบโคไซน์ในระนาบที่ผ่านแกนด้านยาวของดวงโคม ระยะทางจะพิจารณาจาก 15 เท่าของมิติของส่วนที่เปล่งแสงออกจากดวงโคม และ 5 เท่าของมิติของส่วนที่เปล่งแสงขนานกับแกนของหลอด ค่าระยะทางทดสอบจะต้องมากกว่า 2 ค่านี้

2.4.2.3 การเตรียมหลอดและดวงโคมสำหรับทดสอบ

หลอดทุกหลอดที่จะนำมาทดสอบควรทำการอุ่นหลอดจนกระทั่งค่าแสงที่อ่านได้มีความเสถียรภาพอย่างต่อเนื่อง ควรใช้หลอดไฟฟ้าที่ผ่านการอุ่นหลอดมาแล้ว 100 ชั่วโมง ในกรณีของหลอดทังสเดนและหลอดฟลูออเรสเซนต์ และอย่างน้อย 200 ชั่วโมงสำหรับหลอดชนิดอื่นๆ

สำหรับดวงโคมที่เลือกควรเป็นตัวอย่างของผลิตภัณฑ์ของโรงงาน การติดตั้งนั้นควรให้จุดศูนย์กลางแสงตรงกับจุดศูนย์กลางของหัววัดความเข้มแสง ตำแหน่งของจุดศูนย์กลางแสงของดวงโคมควรพิจารณาตาม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- ศูนย์กลางของหลอด ถ้าตั้งในแนวระนาบที่ต่ำกว่าขอบของสิ่งที่ครอบโคม (หรือระนาบของตัวสะท้อนที่เปิดถ้าอยู่ต่ำ)

- ที่จุดตัดของแกนแนวดิ่งเส้นผ่าศูนย์กลางของหลอด ซึ่งระนาบของขอบต่ำกว่าสิ่งที่ครอบโคม (หรือระนาบของตัวสะท้อนที่เปิดถ้าอยู่ต่ำ) ถ้าจุดศูนย์กลางของหลอดถูกตั้งเหนือระดับที่กล่าวมา

- สำหรับโคมที่มากกว่าหนึ่งหลอดจุดศูนย์กลางของหลอดจะอยู่ที่จุดศูนย์กลางของขนาดตรงกลางของแต่ละหลอด

2.4.3 ดวงโคมฉาย

ดวงโคมฉาย (Floodlight) เป็นดวงโคมที่ได้รับการออกแบบเพื่อใช้งานภายนอกอาคาร เพื่อส่องสว่างพื้นที่ต่างๆ เช่นตัวอาคาร สนามกีฬา พื้นที่โล่งกลางแจ้ง ไฟถนน (ระบบเสาสูง) ฯลฯ นอกจากนี้ ยังมีการนำมาใช้ให้แสงสว่างภายในอาคารสูง เช่น โรงงานอุตสาหกรรมที่มีหลังคาสูง กรีฑาสถาน เป็นต้น

2.4.3.1 ระดับความแม่นยำที่ยอมรับได้ในการวัด

ค่าผิดพลาดในการวัดความเข้มส่องสว่างควรมีค่าไม่เกิน ±5 เปอร์เซ็นต์ ของค่าความเข้มส่องสว่างที่แท้จริงในแต่ละทิศทางหรือไม่เกิน 10 เปอร์เซ็นต์ของ cd/1000 lm สำหรับมุมที่ทำการวัดนั้นหากมากกว่า 2 องศาและน้อยกว่า 4 องศาค่าผิดพลาดไม่เกิน ±0.1 องศา หากมุมที่วัดมากกว่า 4 องศา น้อยกว่า 8 องศา ค่าผิดพลาดไม่เกิน ±0.2 องศา และหากมุมที่วัดมากกว่า 8 องศา ค่าผิดพลาดควรไม่เกิน ±0.4 องศา

2.4.3.2 อุปกรณ์ในการทดสอบ

หลอดที่ใช้ในการทดสอบควรตามมาตรฐาน I.C.E. กำหนด หากไม่ได้ตามมาตราฐานควรเป็นหลอดที่ได้มาตรฐานตามผู้ผลิต ในกรณีหลายหลอดในโคมเดียวกันควรเป็นหลอดชนิดเดียวกัน มีค่ากำลังไฟฟ้าเท่ากัน ค่าฟลักซ์ส่องสว่าง(Luminous flux) ใน spread 3 เปอร์เซ็นต์ ควรเท่ากันเมื่อทำงานภายใต้วงจรบัลลาสต์ (ballast) และแหล่งจ่ายไฟเดียวกัน

การอุ่นหลอดนั้นเป็นไปตามชนิดของหลอด หลอดควรจะมีช่วงเวลาที่ต่ำที่สุดที่จะเปล่งฟลักซ์ส่องสว่างออกมามีค่าคงที่ตามชนิดของหลอด เช่นหลอดทังสเตนฟิลาเมนต์ใช้เวลา 100 ชั่วโมง หลอดชนิดอื่นๆ ใช้เวลา 200 ชั่วโมง

การทดสอบเสถียรภาพของหลอด จะกระทำโดยการวัดความเข้มส่องสว่างในทิศทางตั้งฉากกับแกนหลอด ในการวัดค่าความเข้มส่องสว่างไม่ควรเคลื่อนย้ายหลอดระหว่างการวัดและอุณหภูมิของอากาศรอบๆควรมีค่าคงที่

สำหรับระยะทางที่ใช้ในการทดสอบขึ้นอยู่กับมิติการส่องสว่างของดวงโคมฉายละขึ้นอยู่กับความกว้างของลำแสง

2.4.3.3 เงื่อนไขสำหรับการทดสอบ

สภาวะในการทดสอบสำหรับการวัดการกระจายแสงของดวงโคมฉายต้องทำให้เป็นไปตามมาตรฐาน เพื่อให้ได้ผลใกล้เคียงเมื่อเปรียบเทียบกับห้องทดสอบอื่นๆ แกนอ้างอิง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

และแกนช่วยของดวงโคมฉายควรติดตั้งในแนวระนาบ อากาศรอบๆดวงโคมทดสอบควรคงที่แล อุณหภูมิที่ทดสอบควรอยู่ที่ 25 องศาเซลเซียส แรงดันไฟฟ้าที่ใช้ในหลอดดิสชาร์จ หลอดฟลูออเรสเซนต์และหลอดทังสเตน จะใช้ตามขนาดแรงดันตามที่หลอดกำหนด ส่วนหลอดฟิลาเมนต์จะใช้ 90 เปอร์เซ็นต์ ถึง 100 เปอร์เซ็นต์ของระดับของหลอด

2.4.3.4 กระบวนการทดสอบ

การวัดการกระจายความเข้มส่องสว่างของดวงโคมฉาย มีระบบการวัดเป็นไปตามระนาบการวัดตามหัวข้อ 2.2 โดยปกติแล้วการวัดการกระจายความเข้มส่องสว่างของดวงโคมฉายจะนิยมการวัดในระบบการวัดชนิด B โดยมีค่าของพิกัดคือ B—β

ในการวัดดวงโคมฉายจะกำหนดสเกลให้เหมาะสมกับรูปแบบการวัด และให้เหมาะสมกับการนำมาใช้เป็นข้อมูล เช่นข้อมูลที่มีการกำหนดตัวเลขของระนาบที่จะทำการวัด การใช้กราฟจะเหมาะสมกว่า การปรับระยะมุมในระบบใดๆ ให้เหมาะสมขึ้นอยู่กับรูปทรงของการกระจายของแสง และอัตราการเปลี่ยนแปลงของความหนาแน่นของแสง แกนที่ใช้ในการวัดคือ แกนในระนาบดิ่ง (V) และแกนในระนาบนอน (H)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 3
องค์ประกอบทางกล

3.1 สเต็ปปิ้งมอเตอร์ (STEPPING MOTOR)

สเตปปิ้งมอเดอร์เป็นอุปกรณ์เอาต์พุตอย่างหนึ่งซึ่งสามารถนำไอซีไมโครคอนโทรลเลอร์มาทำการควบคุมได้สะดวกและเป็นมอเดอร์ที่เหมาะสมสำหรับใช้ในงานควบคุมการหมุนที่ต้องการตำแหน่ง และทิศทางที่แน่นอน การทำงานของ สเตปปิ้งมอเตอร์จะขับเคลื่อนทีละขั้นๆ ละ (Step) 0.9, 1.8, 5, 7.5, 15 หรือ 50 องศา ซึ่งขึ้นอยู่กับคุณสมบัติแต่ละชนิดของสเตปปิ้งมอเตอร์ตัวนั้นๆ สเต็ปปิ้งมอเดอร์จะแตกต่างจากมอเดอร์กระแสตรงทั่วไป (DC MOTOR) โดยการทำงานของมอเดอร์กระแสตรงจะหมุนไปแบบต่อเนื่องไม่สามารถหมุนเป็นแบบสเต็ปๆ ได้ ดังนั้นในการนำไปกำหนดตำแหน่งจึงควบคุมได้ยากกว่าแต่ในส่วนใหญ่เราจะใช้สเตปปิ้งมอเดอร์มาทำการการควบคุมโดยใช้วิธีในระบบดิจิตอล เช่น พรินเตอร์ (Printer) พล็อตเตอร์ (X-Y Plotter) ดิสก์ไดร์ฟ (Disk drive) ฯลฯ

ข้อดีของสเตปปิ้งมอเดอร์เมื่อเปรียบกับมอเดอร์กระแสตรง (DC MOTOR)

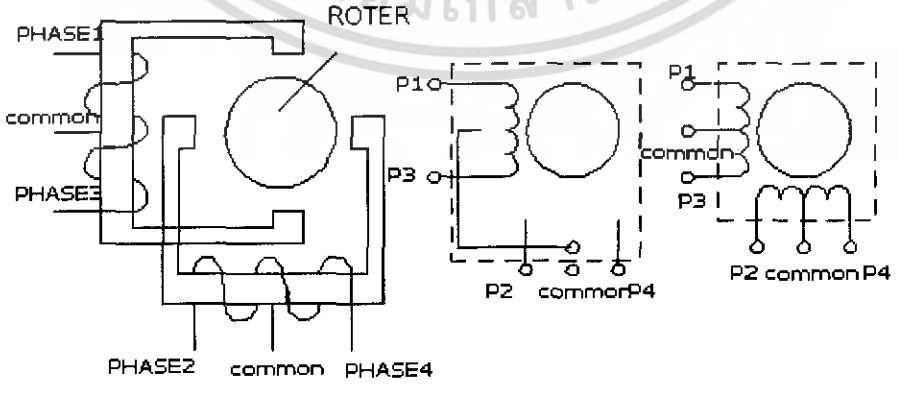
1. การควบคุมไม่ต้องอาศัยตัวตรวจจับการหมุน

2. ไม่ต้องใช้แปรงถ่าน ดังนั้นจึงทำให้ไม่มีส่วนที่จะต้องสึกหรอ และปัญหาของการสปาร์ค (ที่เกิดจากหน้าสัมผัสของแปรงถ่านแหวนตัวนำในโรเตอร์) ที่ทำให้เกิดสัญญาณรบกวน

3. การควบคุมโดยทางวงจรดิจิตอลหรือไมโครโพรเซสเซอร์ ทำได้ง่าย และสะดวก

สเต็ปปิ้งมอเดอร์ที่จะนำมาใช้ในการทดลองนี้ จะใช้สเต็ปปิ้งแบบยูนิโพล่าร์ (Uni.-polar stepper motor) ซึ่งโครงสร้างของสเต็ปปิ้งมอเดอร์แบบนี้จะมีส่วนประกอบที่สำคัญ 2 ส่วนด้วยกันคือ

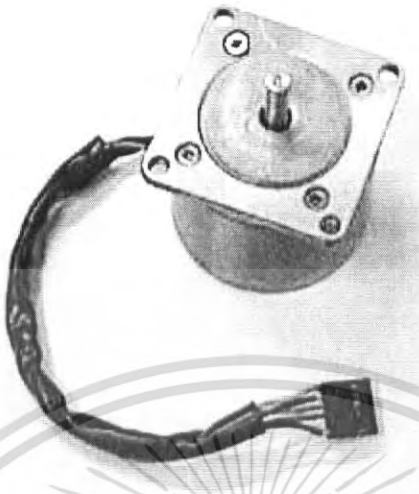
- ส่วนที่ทำการหมุน (Rotor) จะเป็นแม่เหล็กถาวรหรืออื่นๆ
- ส่วนที่อยู่กับที่ (Stator) เป็นขดลวดที่พันไว้จำนวนหลายๆขด



รูปที่ 3.1 สเตปปิ้งมอเดอร์ 4 เฟส แบบยูนิโพล่าร์ (Uni-polar stepper motor)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

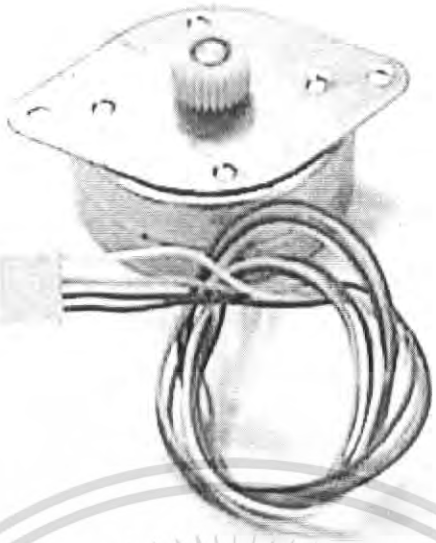
ชนิดและโครงสร้างของสเต็ปมอเตอร์



รูปที่ 3.2 สเต็ปมอเตอร์แบบมีสาย 5 เส้น

รูปที่ 3.3 มอเตอร์แบบมีสาย 6 เส้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3.4 สเต็ปมอเตอร์หลายแบบไบโพลาร์

3.1.1 การแบ่งประเภทสเต็ปมอเตอร์ สามารถแบ่งได้ 3 ลักษณะดังนี้

3.1.1.1 แบบแม่เหล็กถาวร (PERMANENT MAGNET_PM)

สเต็ปมอเตอร์แบบ PM จะมีสเตเตอร์ (STATOR) ที่พันขดลวดไว้หลายๆ โพล โดยมีโรเตอร์ (ROTOR) เป็นรูปทรง กระบอกฟันเลื่อย และโรเตอร์ทำด้วยแม่เหล็กถาวร เพื่อป้อนไฟกระแสตรง ให้กับขดสเตเตอร์ จะทำให้เกิดแรงแม่เหล็กไฟฟ้าผลักต่อโรเตอร์ ทำให้มอเตอร์หมุน มอเตอร์แบบ PM จะเกิดแรงฉุดยึดให้โรเตอร์หยุดอยู่กับที่ แม้จะไม่ได้ป้อนไฟเข้าขดลวด

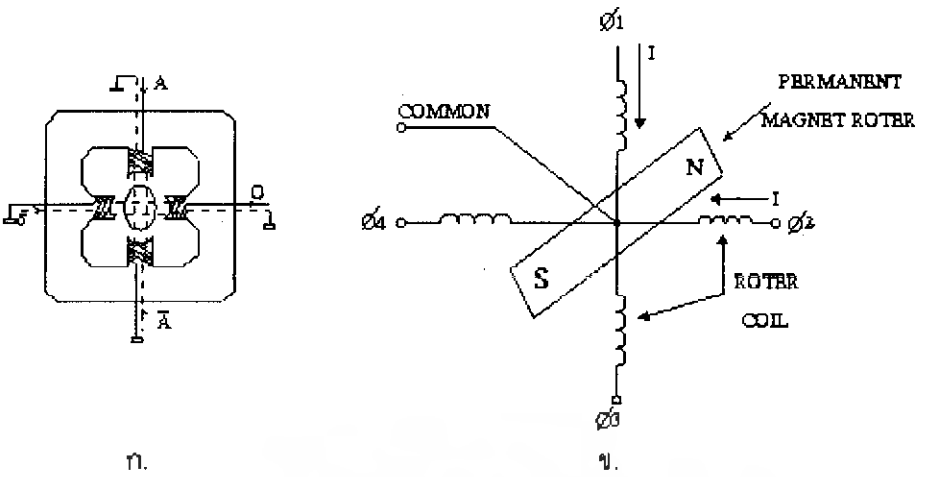
3.1.1.2 แบบแปรค่ารีลักแตนซ์ (VARIABLE RELUCTANCE- VR)

สเต็ปมอเตอร์แบบVR จะมีการหมุนโรเตอร์ได้อย่างอิสระ แม้จะไม่ได้จ่ายไฟให้โรเตอร์ทำจากสารเฟอร์โรแมกเนติก กำลังอ่อน มีลักษณะเป็นฟันเลื่อย รูปทรงกระบอกโดยจะมีความสัมพันธ์โดยตรงกับจำนวนโพลในสเตเตอร์ แรงบิดที่เกิดขึ้นจะไปหมุนโรเตอร์ ไปในเส้นทางของอำนาจแม่เหล็กที่มีค่ารีลักแตนท์ต่ำที่สุด ตำแหน่งที่จะเกิดแน่นอนและมีเสถียรภาพแต่จะเกิดขึ้นได้หลายๆ จุดดังนั้นเมื่อป้อนไฟเข้าขดลวดต่างๆ ในมอเตอร์แตกต่างขดกันไป ก็ทำให้มอเตอร์หมุนไปตำแหน่งต่างๆ กันโรเตอร์ของ VR จะมีความเฉื่อยของโรเตอร์น้อยจึงมีความเร็วรอบสูงกว่ามอเตอร์แบบ PM

3.1.1.3 แบบผสม (HYBRID-H)

สเต็ปมอเตอร์แบบ H จะเป็นลูกผสมของ VR กับ PM โดยจะมีสเตเตอร์คล้ายกับที่ใช้ใน VR โรเตอร์มีหมวกหุ้ม ปลายซึ่งมีลักษณะของสารแม่เหล็กที่มีกำลังสูง โดยการควบคุมขนาดรูปร่างของหมวกแม่เหล็กอย่างดีทำให้ได้มุม การหมุนและครั้งน้อยและแม่นยำ ข้อดีก็คือ ให้แรงบิดสูงและมีขนาดกระทัดรัด และให้แรงฉุดยึดโรเตอร์นิ่งกับที่ดอนไม่จ่ายไฟ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ก. ข.

รูปที่ 3.5 แสดง (ก) โครงสร้าง (ข) วงจรเทียบเท่า (equivalentcircuit) ของมอเตอร์ ชนิด 4ขด แสดงมุมของโรเตอร์เทียบกับกระแสไฟฟ้าที่จ่ายแก่เฟสต่าง ๆ 8 ตำแหน่ง

ตารางที่ 3.1 แสดงตำแหน่งการหมุนของสเต็ปปิ้งมอเตอร์

เฟสที่จ่ายกระแสไฟฟ้า	ϕ_1	$\phi_1\phi$ 2	ϕ_2	$\phi_2\phi$ 3	ϕ_3	$\phi_3\phi$ 4	ϕ_4	$\phi_4\phi$ 1
ตำแหน่งโรเตอร์	⇧	⇗	⇨	⇘	⇩	⇙	⇦	⇖

จากลักษณะของมุมโรเตอร์หมุนกับกระแสไฟที่ป้อนแก่เฟสต่าง ๆจะสามารถสั่งงานให้ STEPPING MOTOR หมุนได้ 3 อย่าง คือ

1.แบบจ่ายกระแสไฟให้เฟสเดียววนเวียนกันไป เรียก ONE-EXCITATION หรือ HALF DRIVE คือ f1,f2 f3, f4 การ OUT EXCITATION แบบนี้แรงบิดจะน้อย

2. แบบจ่ายกระแสไฟให้พร้อมกันทีเดียว 2 f เรียก TWO-EXCTATION หรือFULL STEP คือ f1f2, f2f3, f3f4, f4f1 หมุนเวียนกันไปแบบนี้แรงบิดจะมาก

3. แบบจ่ายกระแสไฟให้ทีละ 1 เฟส สลับกับ2 เฟส เรียก ONE-TWO EXCITATION หรือ HALF STEP เหมือนรูปแสดงของมุมโรเตอร์ แต่แบบนี้จำนวน STEP ทวนเข็มจะเป็นตรงกันข้าม

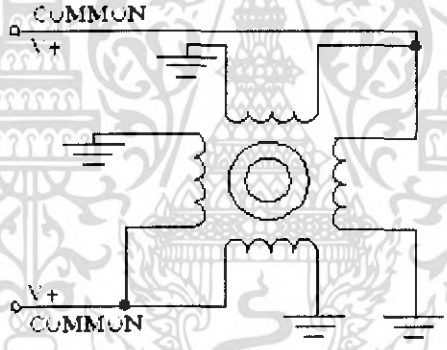
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 3.2 แสดงการจ่ายกระแสที่ป้อนให้เฟสต่างๆ

เฟส	Φ_4	Φ_3	Φ_2	Φ_1
Φ_1	1	0	0	1
Φ_2	0	0	1	0
Φ_3	0	1	0	0
Φ_4	1	0	0	0

การตรวจสอบหาสาย COMMON และสาย GROUND ของ STEPPING แบบPM (แบบแกนโรเตอร์เป็นแม่เหล็กถาวร) โดยทั่วไป SP MOTOR แบบ PM จะมีอยู่ 2 ชนิด

- ชนิดที่เป็น COMMON ภายนอก SP MOTOR แบบนี้มีสายอยู่6 เส้น คือ

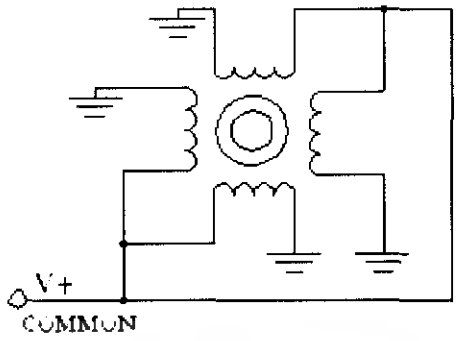


รูปที่ 3.6 สเต็ปมอเตอร์ ชนิดมีสาย 6 เส้น

สายที่เป็น COMMON 2 เส้น สายที่เป็น GROUND 4 เส้น สาย COMMON 1 เส้น จะ DRIVE GROUND 2 เส้น ในการเช็คให้ใช้มิเตอร์วัดหาสายที่เป็น COMMON ก่อนโดยการตั้ง RANGE ของมิเตอร์ที่ R*1 จับที่สายทีละคู่ ถ้าหากวัดสาย COMMON เทียบกับสาย GROUND ได้ถูกต้องค่าความต้านทานที่อ่านได้จะน้อย แต่ถ้าวัดผิดสาย คือวัดสาย GROUND เทียบกับ GROUNDค่าความ ต้านทานที่อ่านได้จะสูงกว่าแต่ถ้าวัดสาย COMMON เทียบกับสาย GROUND ที่ไม่ใช่คู่กันแล้ว เข็มมิเตอร์ก็จะไม่ กระดิก ให้ทดลองวัดเปรียบเทียบกันทีละคู่ ก็จะทราบว่าสายใดเป็นสาย COMMON สายใดเป็นสาย GROUND

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- ชนิดที่เป็น COMMON ภายใน SP MOTOR แบบนี้มีสายอยู่ 5 เส้น คือ



รูปที่ 3.7 สเต็ปมอเตอร์ชนิดมีสาย 5 เส้น

สายที่เป็น COMMON 1 เส้น สายที่เป็น GROUND 4 เส้น ในการวัดให้ทำแบบเดียวกับการวัด SP MOTOR ชนิด COMMON ภายนอกแตกต่างกัน เพียงแบบ COMMON ภายในสาย COMMON 1 เส้นDRIVE สาย GROUND 4 เส้น ดังนั้นหากสายเส้นใดเมื่อวัดเทียบกับสายเส้นอื่น แล้วมีค่าความต้านทานน้อยที่สุดสายเส้นนั้นเป็นสาย COMMON และที่เหลืออีก4 เส้นจะเป็นสาย GROUND การเรียงเฟสของ STEPPING MOTOR แบบ PM เมื่อเราทราบว่าสายเส้นใดเป็นสาย COMMON แล้วแต่เรายังไม่ทราบว่าสาย GROUND เส้นใดเป็นเฟสที่1 เฟสที่ 2 เฟสที่ 3 และเฟสที่ 4 ในการเรียงเฟสนั้นให้ใช้มิเตอร์วัดโดยนำ V+ เขาที่สาย COMMON วัดเทียบกับสาย GROUNDเส้นใดก็ได้ 1 เส้น จะทำให้แกนโรเตอร์เคลื่อนไปข้างหน้า 1 STEP เมื่อเปลี่ยนสาย GROUND เส้นแรกเป็นเส้นที่ 2 ลาก MOTOR ไม่เคลื่อนที่ไปข้างหน้าแสดงว่าการเรียงเฟสไม่ถูกต้องก็ให้วัดเทียบกับสาย GROUNDเส้นใหม่ต่อไป หาก MOTOR เคลื่อนที่ไปข้างหน้าตามกัน วัดที่สาย GROUND เส้นต่อไปเรื่อย ๆ ก็จะทำให้ทราบว่าสายเส้นใดเป็นเฟสแรก สายเส้นใดเป็นเฟสที่ 2 เฟสที่ 3 และเฟสที่ 4 การเรียงเฟสของ SP MOTOR แบบ PM ทั้งชนิดที่เป็น COMMON ภายนอกและชนิดที่เป็น COMMON ภายใน ใช้หลักการเดียวกัน

3.2 เฟือง

เฟืองเป็นตัวช่วยส่งกำลังหรือถ่ายทอดการหมุนจากต้นกำลังต่างๆ อันที่จะทำให้เกิดการเคลื่อนไหวได้

3.2.1 หลักการของเฟือง

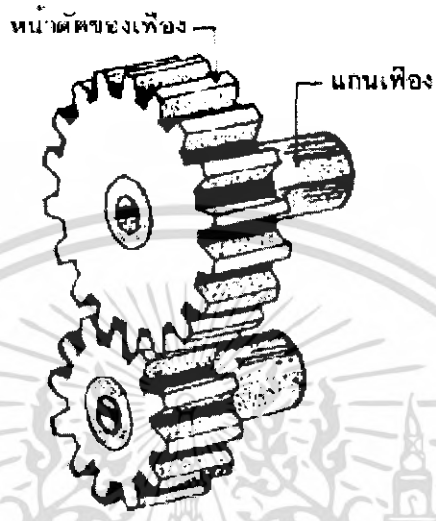
การถ่ายทอดการหมุนจากต้นกำลังนั้น ทำได้หลายวิธี เช่น ด้วยการใช้สายพาน โซ่ ล้อความฝืด เป็นต้น ล้อความฝืดก็คือ ล้อสองล้อที่ถูกกดให้ดิดกัน เมื่อล้อหนึ่งหมุน หรือเป็นล้อขับก็จะทำให้อีกล้อหนึ่งหมุนตาม เพราะผิวหน้าของล้อทั้งสองเกิดความฝืด เนื่องจากการสัมผัส แต่ถ้าหากมีภาระมากๆ เช่น มีการส่งกำลังสูงๆ จะทำให้เกิดการลื่นไถล การส่งกำลังจึงไม่แม่นยำ เพื่อที่จะแก้ไขข้อเสียเหล่านี้จึงได้มีการนำเอาฟันเฟืองมาติดไว้ที่ผิวของล้อโดยรอบล้อ จึงมี

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ลักษณะเป็นล้อฟันเฟือง ซึ่งต่อๆ มาจึงเรียกว่า "เฟือง" ซึ่งเป็นชิ้นส่วนที่สามารถส่งกำลังหรือถ่ายทอดการหมุนได้แม่นยำเที่ยงตรง และไม่มีการลื่นไถล เฟืองมีอยู่ 3 ชนิดด้วยกันคือ

3.2.1.1 เฟืองตรง (Spur gear)

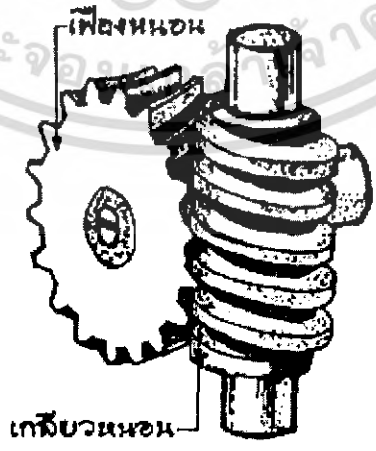
เป็นเฟืองที่มีลักษณะเป็นล้อทรงกระบอก มีฟันขนานกับแกนของตัวเฟือง มีหน้าตัดของฟันเฟืองขนานเท่ากัน และเหมือนกันตลอดทั้งเฟือง ดังรูปที่ 3.8



รูปที่ 3.8 เฟืองตรง

3.2.1.2 เฟืองหนอน (Worm gear)

เฟืองชุดนี้จะประกอบด้วยตัวเกลียวหนอนและเฟืองหนอน โดยเกลียวหนอนจะส่งกำลังหมุนไปขับให้เฟืองหนอนหมุนตาม ดังรูปที่ 3.9 เฟืองชนิดนี้นิยมใช้กับการทดรอบความเร็วสูงๆ ให้เป็นความเร็วต่ำมากๆเช่น ในกรณีของการทดรอบจากมอเตอร์ซึ่งมีความเร็วสูง เป็นต้น



รูปที่ 3.9 เฟืองหนอน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

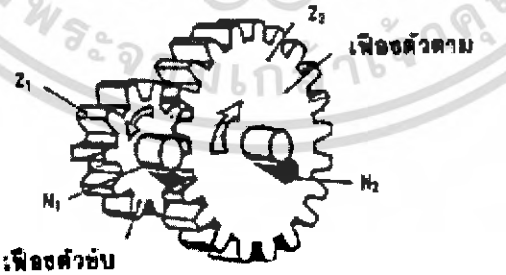
3.2.1.3 เฟืองดอกจอก (Bevel gear)

เฟืองชนิดนี้มีลักษณะรูปร่างเป็นรูปทรงกรวย(Cone) ฟันของเฟืองจะอยู่โดยรอบผิวของทรงกรวย และขนานกับแกนของเฟือง ดังรูปที่ 3.10 เฟืองดอกจอกจะใช้สำหรับเปลี่ยนทิศทางการส่งกำลังระหว่างเพลาของล้อที่ตั้งฉากกัน เช่น การส่งกำลังไปยังเพลาของล้อรถ เป็นต้น

รูปที่ 3.10 เฟืองดอกจอก

3.2.2 ความเร็วของเฟือง

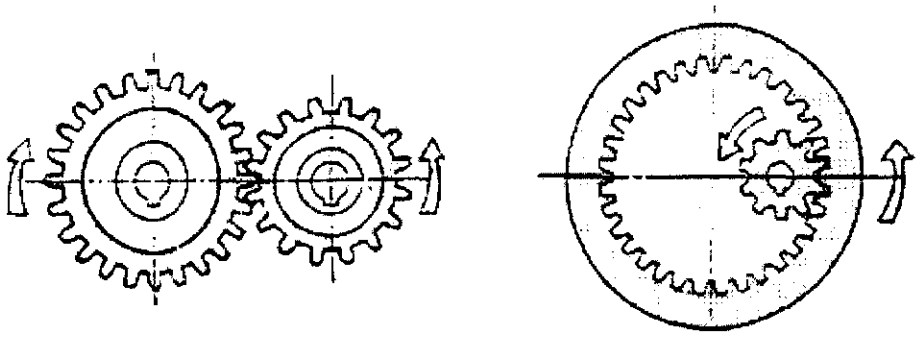
การส่งกำลังจากเฟืองตัวขับไปยังเฟืองตัวตามนั้น ต้องมีการขบกันของเฟือง ส่วนอัตราเร็วของเฟืองจะเพิ่มขึ้นหรือลดลงนั้นขึ้นอยู่กับจำนวนฟันเฟืองของเฟือง ขนาดของเส้นผ่านศูนย์กลาง และการเคลื่อนที่ของเฟืองตัวขับ จะเคลื่อนที่ไปในทิศทางที่สวนกัน ดังรูปที่ 11



รูปที่ 3.11 การหมุนของฟันเฟือง

เมื่อเฟืองตัวขับเคลื่อนที่ไปหนึ่งฟัน ฟันของเฟืองตัวก็จะขับให้เฟืองตัวตามเคลื่อนที่ไปหนึ่งฟันด้วยและการขบกันของเฟืองอาจขบกันภายนอกหรือภายในก็ได้ดังรูปที่ 12

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3.12 แสดงเฟืองขบกันภายนอกและเฟืองขบกันภายใน

เฟืองเป็นส่วนประกอบของเครื่องจักรกลที่ถ่ายทอดกำลังจากเพลาอันหนึ่งปยังอีกอันหนึ่ง การถ่ายทอกกำลังนั้นขึ้นอยู่กับอัตราเร็วและจำนวนฟันของเฟืองจำเป็นจะต้องทราบ คือ ชนิดของเฟือง ความสัมพันธ์ของจำนวนฟันเฟือง (Z) และอัตราเร็วของเฟือง (N) โดยทั่วๆ ไปหน่วยอัตรความเร็วของเฟือง มักนิยมบอกเป็นจำนวนรอบต่อนาที

- สิ่งเหล่านี้มีความสัมพันธ์กัน คือ ถ้าสมมุติให้
- อัตราเร็วของเฟืองดัวขับ = N1
- อัตราเร็วของเฟืองตัวตาม = N2
- จำนวนฟันของเฟืองตัวขับ = Z1
- จำนวนฟันของเฟืองตัวตาม = Z2

ดังนั้นอัตราเร็วของเฟืองตัวขับคุณด้วยจำนวนฟันของเฟืองตัวขับเท่ากับอัตราเร็วของเฟืองตัวตามคุณด้วยจำนวนฟันของเฟือง หรือเขียนง่ายๆได้ดังนี้

$$N1Z1 = N2Z2 \qquad (3.1)$$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

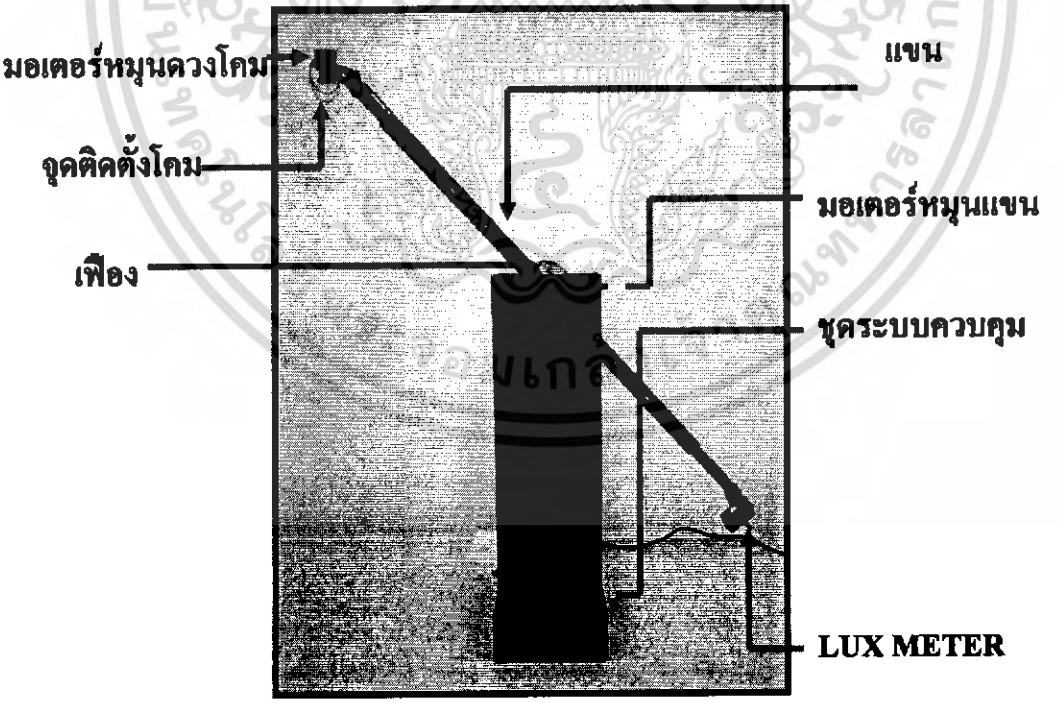
บทที่ 4
ต้นแบบเครื่องวัดการกระจายความเข้มส่องสว่างด้วยวิธีการวัดโดยตรง

ในการสร้างแบบจำลองระบบควบคุมเครื่องวัดการกระจายความเข้มส่องสว่างในโครงงานนี้ใช้ MCS-51 ในการควบคุม โดยมีการติดต่อกับผู้ใช้งานผ่านหน้าคอมพิวเตอร์โดยใช้โปรแกรม Visual BASIC สั่งงานผ่านคอมพิวเตอร์ในการติดต่อกับไมโครคอนโทรลเลอร์ เพื่อควบคุมตำแหน่งการทำงานของมอเตอร์ผ่านชุดขับเคลื่อนมอเตอร์ และเพื่อที่จะเป็นแนวทางในการสร้างแบบจริงของเครื่องวัดการกระจายความเข้มส่องสว่าง และเป็นการเรียนรู้ถึงปัญหาที่จะเกิดขึ้นกับการทำงาน

4.1 ต้นแบบเครื่องวัดการกระจายความเข้มส่องสว่างด้วยวิธีการวัดโดยตรง

4.1.1 ส่วนประกอบโครงสร้าง

ในการออกแบบ เครื่องจำลองระบบควบคุมเครื่องทดสอบการกระจายความเข้มส่องสว่างด้วยวิธีการวัดโดยตรงเนื้อหาส่วนนี้ จะเน้นในเรื่องระบบควบคุม ซึ่งเป็นการเคลื่อนที่ในระนาบ Type C โดยส่วนประกอบได้ดังรูปที่ 4.1



รูปที่ 4.1 โครงแบบจำลองเครื่องทดสอบการกระจายความเข้มส่องสว่างด้วยวิธีการวัดโดยตรง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ซึ่งมีส่วนประกอบทางโครงสร้างส่วนหลักๆ ดังนี้

1.สเตปมอเตอร์สองตัว ซึ่งแต่ละตัวทำหน้าที่ขับเคลื่อนแขน และที่จับยึดดวงโคม ตามลำดับ

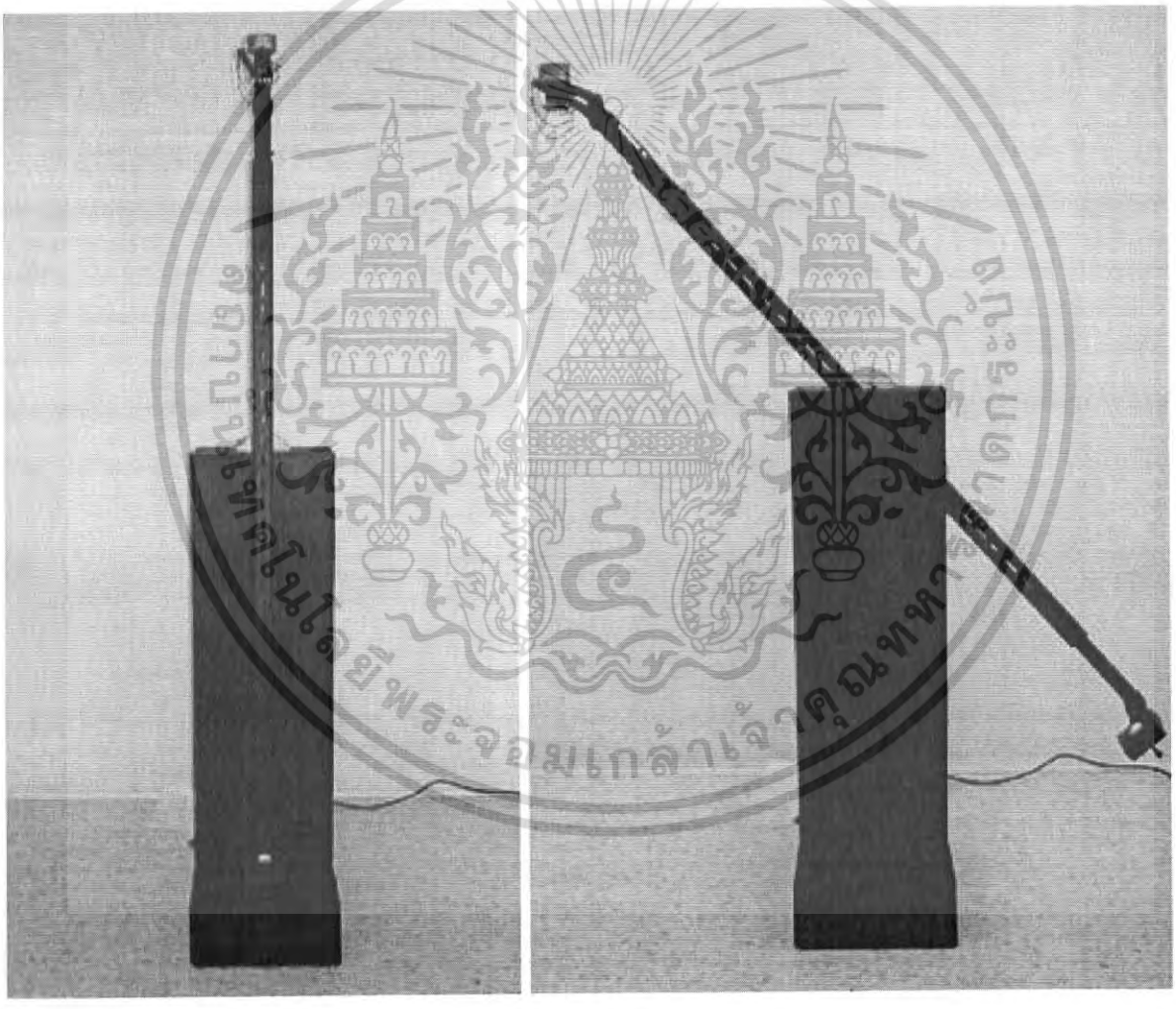
2.ชุดขับเคลื่อนสเตปมอเตอร์ ทำหน้าที่ขับเคลื่อน สเตปมอเตอร์แต่ละตัวตามการควบคุม

3.แขน เป็นที่จับยึดระหว่างที่จับยึดดวงโคมกับหัววัดแสง (วัสดุที่ทำขึ้นแทน)

4.เพลา ทำหน้าที่รับน้ำหนักส่วนของแขน

5.เฟืองโซ่และโซ่ ทำหน้าที่ถอยทอดกำลังจากสเตปมอเตอร์ไปยังแขน

6.เฟืองสายพานและสายพาน ทำหน้าที่ให้ที่จับยึดดวงโคมอยู่ในแนวดิ่งตลอดการเคลื่อนที่



รูปที่ 4.2 โครงแบบจำลองเครื่องทดสอบการกระจายความเข้มส่องสว่างด้วยวิธีการวัดโดยตรง (ต่อ)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.1.2 ไมโครคอนโทรเลอร์ (Microcontroller)

ไมโครคอนโทรเลอร์ คืออุปกรณ์ควบคุมขนาดเล็กที่มีความสามารถในการประมวลผลหรือประมวลผลได้ โดยสามารถเขียนโปรแกรมเพื่อกำหนดรูปแบบการควบคุมได้อย่างอิสระหรือความต้องการของผู้ใช้งานได้ องค์ประกอบภายในประกอบด้วย หน่วยประมวลผลกลางหรือซีพียู หน่วยคำนวณทางคณิตศาสตร์และลอจิก วงจรเชื่อมต่อหน่วยความจำ วงจรสัญญาณนาฬิกา ซึ่ง โครงสร้างของ MCS-51 สามารถแบ่งออกได้ดังนี้

1 เป็นไมโครคอนโทรลเลอร์ขนาด 8 บิต

2 ต้องการไฟเลี้ยง + 5V

3 มีหน่วยความจำโปรแกรม (Program Memory: Rom)

4 มีหน่วยความจำข้อมูล (Data Memory: Ram)

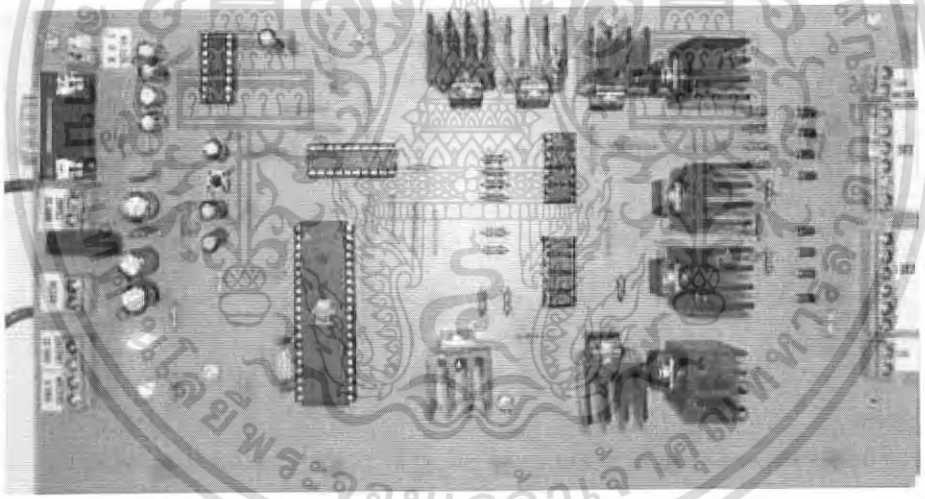
5 มีไทเมอร์/เคาร์เตอร์ขนาด 16 บิต 2 ชุด (3 ชุด)

6 อินเตอร์รัพท์ 6 แหล่ง 5 เวคเตอร์

7 มีพอร์ตรับส่งข้อมูลอนุกรม 2 พอร์ต แบบ Full Duplex

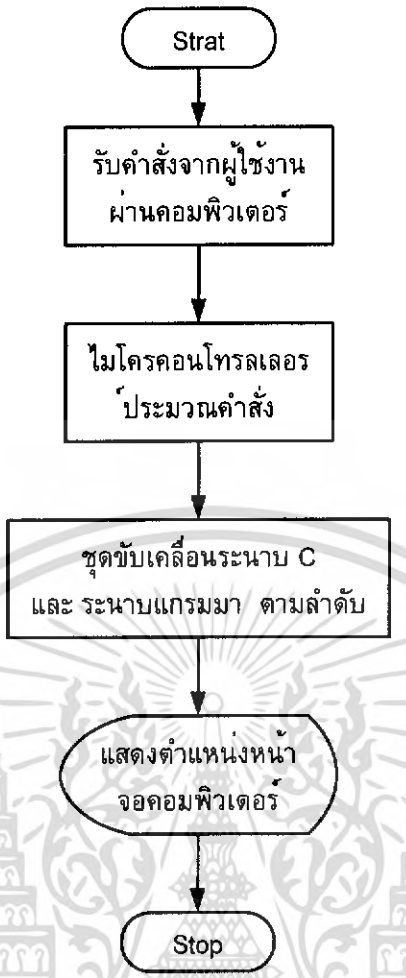
8 มีพอร์ตขนานสำหรับติดต่ออุปกรณ์ภายนอก 4 พอร์ตๆละ 8 บิต

9 มีวงจรกำเนิดสัญญาณนาฬิกาในตัว



รูปที่ 4.3 ชุดวงจรควบคุมการทำงาน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.4 โฟลชาร์ทการควบคุมโดยใช้ไมโครคอนโทรลเลอร์

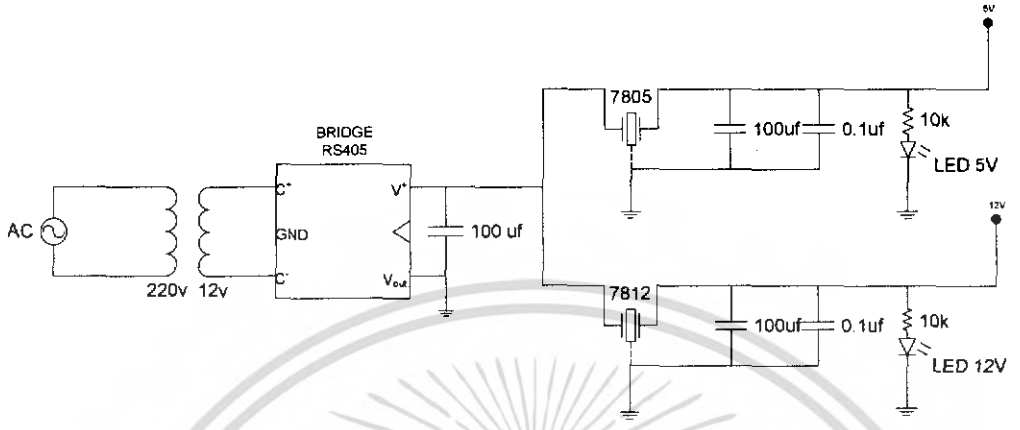
จากรูปที่ 4.4 เป็นโฟลชาร์ทการควบคุม โดยใช้ไมโครคอนโทรลเลอร์ หลังจากที่ไมโครคอนโทรลเลอร์ได้รับคำสั่งจากผู้ใช้งานผ่านคอมพิวเตอร์ จะประมวลผลและส่งสัญญาณที่เป็นลักษณะพัลส์ไปยังชุดขับเคลื่อนทำให้สเตปมอเตอร์หมุนไปยังตำแหน่งที่ต้องการซึ่งจำนวนพัลส์นั้นจะเป็นตัวกำหนดตำแหน่งของตัวขับเคลื่อนสเตปมอเตอร์และแสดงตำแหน่งแต่ละระนาบ ของสเตปมอเตอร์ทั้งสองทางหน้าจอคอมพิวเตอร์ซึ่งในการควบคุมนั้นเป็นการควบคุมแบบเปิดคือไม่มีการส่งค่ากลับไปยังชุดขับเคลื่อนมอเตอร์

4.1.3 ชุดขับมอเตอร์

ชุดขับมอเตอร์ที่ประกอบด้วยส่วนต่างๆดังต่อไปนี้แหล่งจ่ายไฟฟ้าให้กับอุปกรณ์ที่ใช้ในการควบคุม เป็นวงจรที่สร้างขึ้นมาเพื่อจ่ายไฟ ให้กับอุปกรณ์ในระบบควบคุมการทำงานของเครื่องจำลองระบบการทำงานของเครื่องทดสอบการกระจายความเข้มส่องสว่างโดยตรง วงจรจะแยกออกเป็นสองส่วนคือ แหล่งจ่ายไฟ 5 โวลท์ และ 12 โวลท์ โดยในส่วนของแหล่งจ่ายไฟ 5 โวลท์ประกอบด้วย วงจรบริดจ์เรคติไฟร์ เพื่อเรียงกระแส, ไอซี เรคกูเลต 7805 ที่ทำหน้าที่จ่าย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

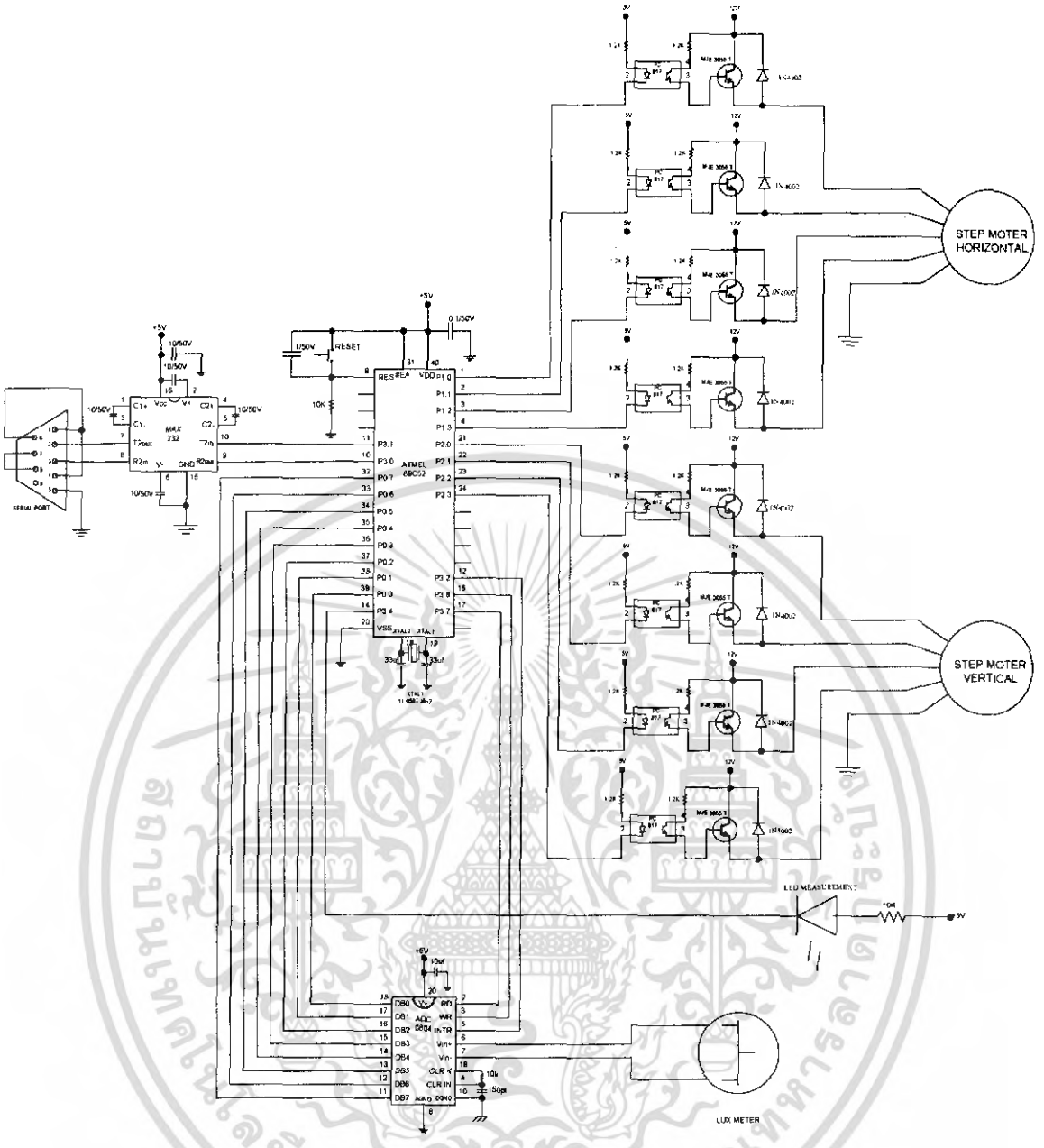
แรงดันคงที่ 5 โวลท์ กระแสตรง ในส่วนของแหล่งจ่ายไฟ 12 โวลท์ ประกอบด้วย วงจรบริดจ์เรคติไฟร์ เพื่อเรียงกระแส ทำหน้าที่จ่ายแรงดันคงที่ 12 โวลท์ กระแสตรงทรานซิสเตอร์ ทำหน้าที่ขยายกระแสให้วงจรสามารถขับกระแสได้สูงขึ้น



รูปที่ 4.5 วงจรแหล่งจ่ายไฟฟ้าให้กับอุปกรณ์ที่ใช้ในการควบคุม

วงจรขับสเตปมอเตอร์ การขับสเตปปิ้งมอเตอร์จะทำงานโดยการจ่ายพัลส์ให้กับสเตปมอเตอร์ตามลำดับเฟส A, B, C, D วนไปเรื่อยๆ สลับเฟสกันไม่ได้ และคอมมอนของสเตปมอเตอร์จ่ายไฟลบ ความเร็วในการหมุนของสเตปมอเตอร์นั้น ขึ้นอยู่กับช่วง Turn-On ของพัลส์ที่จ่ายให้ในแต่ละเฟส ระดับแรงดันของพัลส์ขึ้นอยู่กับคุณลักษณะของมอเตอร์แต่ละตัว การกลับทางหมุนของสเตปมอเตอร์จะต้องจ่ายพัลส์คือ D, C, B, A วนไปเรื่อยๆ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.6 วงจรขับสเตปมอเตอร์

4.1.4 ลักซ์มิเตอร์ (Luxmeter)

เป็นอุปกรณ์ที่ใช้วัดปริมาณแสงที่ตกกระทบต่อหนึ่งหน่วยพื้นที่ (lm/m^2 หรือ lux) เพื่อบอกว่าระดับความสว่างที่ได้เพียงพอหรือไม่ ลักซ์มิเตอร์ที่ใช้ควรเป็นชนิดปรับแก้ค่าเชิงความยาวคลื่น คือ ความไวต่อความยาวคลื่นแสงเหมือนตามนุษย์ และปรับแก้ค่าเชิงมุมคือ ปรับแก้ค่าความสว่างที่วัดได้เมื่อแสงตกกระทบไม่ตั้งฉากกับผิวหน้าของหัววัด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

โครงสร้างภายในจะใช้โฟโตเซลล์ เป็นอุปกรณ์วัดความเข้มของแสงที่ตกกระทบ หน่วยวัดเรียกว่า ลักซ์ (Lux) หรือฟุต –แคนเดิล (foot – candle) หลักการทำงานตัวเซนเซอร์จะรับแสงแล้วแปลงให้เป็นไฟฟ้า ส่งต่อไปที่มิเตอร์วัดและเทียบสเกลให้เป็นค่าลักซ์

ข้อมูลในตารางการทดลองเป็นการทดลองที่ได้จาก IES File เพื่อนำมาหาค่าความเข้มแสง (ค่า Lux) ของหลอดขนาด 2000W เพราะจะได้นำค่าความเข้มแสงที่ได้มาใช้เป็นข้อมูลขนาดความเข้มแสงสูงสุดเพื่อที่จะนำมาเปรียบเทียบกับลักมิเตอร์เพื่อที่จะเลือกว่าลักมิเตอร์สามารถที่จะวัดได้หรือไม่เพื่อที่จะได้ทำการเลือกใช้ในโครงงานนี้

ตารางที่ 4.1 การทดลองที่ได้จาก IES File

โคม	Imax	Lux(7ม)	ข้อมูล IES
40w	3074.0	62.73	Fluoresent : Two Extruded Aluminum Housings
50w	15626.5	318.89	QT12-ax 50w : Stella Spotlight
75w	42069.8	858.56	QT12-ax 75w : Lightcast Directional Luminaire
100w	52987.0	1081.36	QT12-ax 100w : Lightcast Directional Luminaire
150w	61427.2	1253.61	QT12-ax 150w : Lightcast Downlight
250w	179922.8	3671.89	HIT-DE 250W : Beamer IV Projector
400w	383863.8	7833.95	HIT-DE 400W : Beamer IV Projector
2000w	5172700.0	105555.10	One2000W Double Metal Halide :DIE-Cast Aluminum Fixture

รูปที่ 4.7 เครื่องวัดความเข้มแสง Topcon IM-5

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.2 แสดงคุณสมบัติของเครื่องวัดความเข้มแสง

คุณสมบัติ	
ย่านในการวัด	0.01 to 199,990 lx (0.001 to 18,750fc) auto / manual 5 steps
Measurement range setting	*Auto-range*
Photoreceptor	Silicon photo-diode
หน้าจอ	4-digit LCD
Accuracy	± 2% of rdg. + 1 digit
Angular incident light characteristics	10°:within±1% 30°:within ±1% 30°:within ±5% 60°:within ±5% 80°: within ±10%
Relative spectral sensitivity characteristics	Within 8% (deviation from spectral luminous efficiency) according to JIS C 1609-1993
Temperature characteristics	within ±3% (-10 - 40°C, 23°C standard)
Humidity charactersitics	within ±1%
Analogue output signal	0 to 3V max., 1mV / 1 digit
RS-232C communication conditions	Baud rate: 2400 bps / Data length: 7 Parity : odd / stop bit: 1
แหล่งจ่าย	9V battery
Battery life (when operated at 23 ° C)	approx. 13 hours without using RS-232C approx. 5 hours using RS232C
Operating conditions	Temp.:-10 to 40° C Humidity: 85% RH
ขนาด	Approx. 70x180x33mm
น้ำหนัก	Approx 270g (including battery)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.2 โปรแกรมควบคุมการทำงาน

โปรแกรมคอมพิวเตอร์ที่ใช้เขียนติดต่อระหว่างคำสั่งจากคอมพิวเตอร์กับส่วนที่ควบคุมไมโครคอนโทรลเลอร์จะใช้โปรแกรม Visual Basic 6

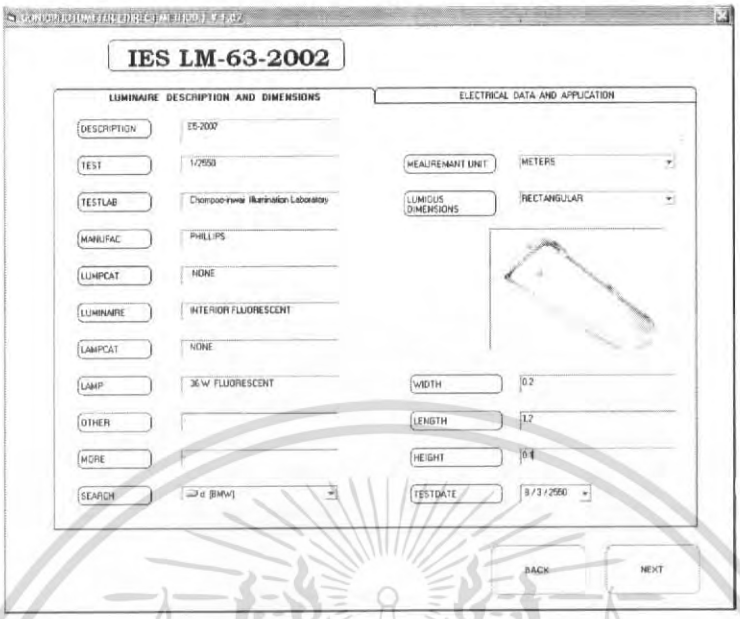
จากรูปที่ 4.8 เป็นหน้าต่างแรกของการใช้โปรแกรมทดสอบการกระจายความเข้มส่องสว่างเพื่อที่จะนำไปสู่หน้าต่างต่อไป

รูปที่ 4.8 หน้าต่างเริ่มต้นการทำงาน

รูปที่ 4.9 หน้าต่างการเลือกระนาบในการทดสอบ

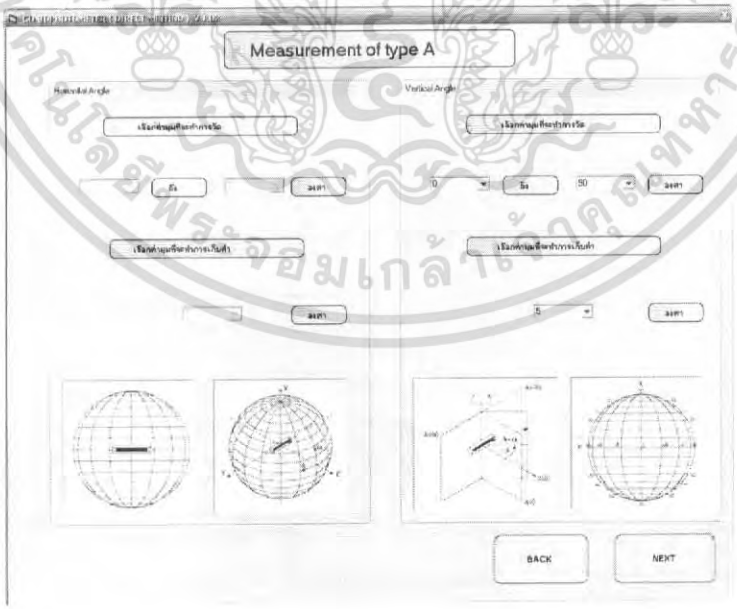
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากรูปที่ 4.9 หน้าต่างนี้เป็นการเลือกชนิดในการทดสอบซึ่งมีให้เลือก 3 ชนิดคือชนิด A B และ C หลังจากนั้นให้ทำการป้อนค่ารายละเอียดของดวงโคมที่นำมาทดสอบ



รูปที่ 4.10 หน้าต่างการป้อนรายละเอียดดวงโคม

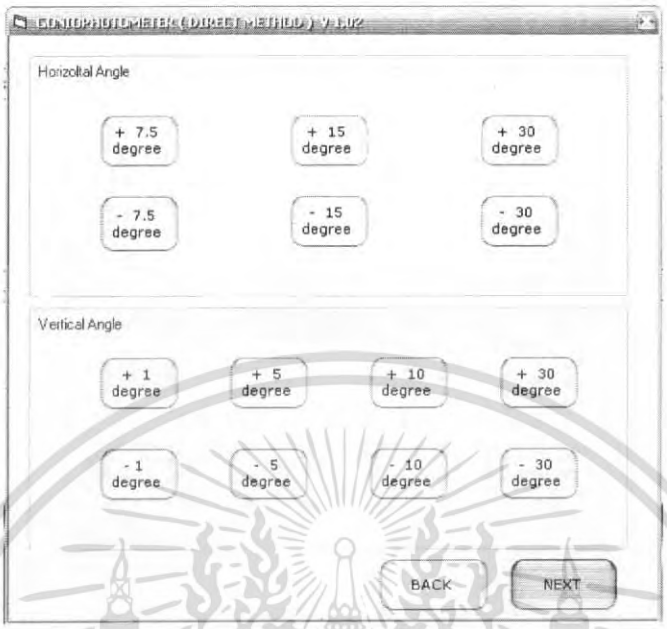
รูปที่ 4.10 ในหน้าต่างนี้จะเป็นการกรอกรายละเอียดของดวงโคมก่อนทำการทดสอบ โดยในการกรอกรายละเอียดนั้นไม่จำเป็นต้องกรอกหมดแต่ในส่วนที่สำคัญจะต้องทำการกรอก เพราะจะมีผลการแสดงผลใน IES File



รูปที่ 4.11 หน้าต่างการป้อนมุมและระนาบความละเอียดในแต่ระนาบ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รูปที่ 4.11 ในหน้าต่างนี้เป็นการเลือกมุมระนาบและความละเอียดของที่ใช้ในการทดสอบแต่ละระนาบ



รูปที่ 4.12 หน้าต่างการปรับตั้งตำแหน่งแต่ละระนาบ

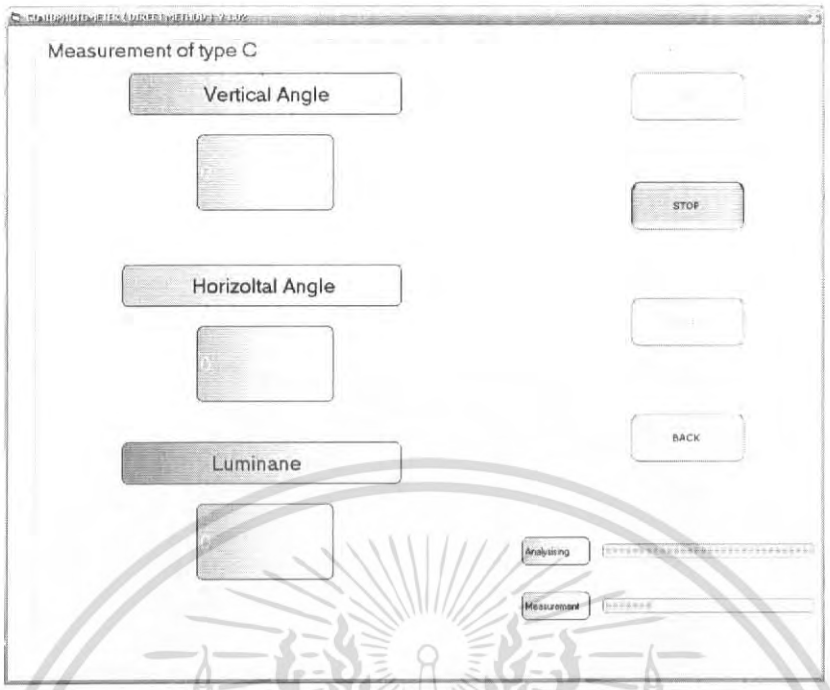
จากรูปที่ 4.12 เป็นการปรับตั้งตำแหน่งของแต่ละระนาบ ซึ่งในบางส่วนก่อนการทดสอบตำแหน่งในแต่ละระนาบไม่อยู่ในตำแหน่ง จึงจำเป็นต้องมีการปรับแต่งเพื่อให้ตำแหน่งเริ่มต้น

รูปที่ 4.13 เป็นการเลือกย่านวัดของลักซ์มิเตอร์ก่อนทำการทดสอบเพื่อให้ได้ค่าที่แน่นอน ของค่าแสงที่ได้จากหัวอ่าน

รูปที่ 4.14 เป็นหน้าต่างแสดงตำแหน่งของแต่ละระนาบขณะทำการทดสอบ

รูปที่ 4.13 หน้าต่างการเลือกย่านวัด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.14 หน้าต่างแสดงค่ามุมขณะทำการทดสอบ

รูปที่ 4.15 หน้าต่างแสดงผลการทดสอบ

จากรูปที่ 4.15 เมื่อทำการทดสอบครบทุกมุม ตามที่กำหนดไว้ในเบื้องต้นหน้าต่างนี้เป็นการแสดงผลการทดสอบตามมาตรฐาน IES File

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.3 ปัญหาและแก้ไข

จากลักษณะของปัญหาที่เกิดจากการออกแบบเครื่องจำลองสามารถนำไปแก้ไข เพื่อปรับใช้กับการออกแบบจริงได้ ซึ่งสรุปปัญหาและการแก้ไขได้ดังนี้

- ปัญหาการควบคุม ความแม่นยำเป็นสิ่งที่ต้องคำนึงถึง จากลักษณะเครื่องจริงนั้น น้ำหนักที่เกิดขึ้นที่เพลานั้นมีน้ำหนักมาก ตามขนาดของเครื่อง ดังการขับเคลื่อน (Strat/Stop) ต้องมีความแม่นยำ ซึ่งแนวทางการแก้ไขคือเลือกใช้เซอร์โวมอเตอร์กระแสสลับ โดยมีการควบคุมแบบเซอร์โว ซึ่งมีคุณสมบัติเหมาะสมกับการแก้ไขปัญหาที่เกิดขึ้น

- ปัญหาสายไฟและสายสัญญาณ การบิดของสายไฟและสายสัญญาณเป็นสิ่งที่ต้องคำนึงถึง โดยสายไฟและสายสัญญาณ นั้นต่อผ่านส่วนที่เคลื่อนที่ แนวทางการแก้ไขคือการทำให้สายบิดน้อยที่สุดโดย ใช้เพลารับน้ำหนักแบบกลวง ซึ่งจะให้สายไฟต่อผ่านในส่วนที่กลวงนี้

- ปัญหาการแกว่งของแขน จากลักษณะการทดลองใช้เฟืองขบ พบว่าถ้าการติดตั้งเฟืองขบกันไม่สนิท จะทำให้แขนแกว่งได้ แนวทางการแก้ไขคือการใช้เฟืองโซ่ แต่มีข้อระวังในส่วนความตึงของโซ่ด้วยต้องตึงพอดี

4.4 สรุป

จากการศึกษาการออกแบบโครงสร้าง และลักษณะการควบคุม ที่กล่าวมา จะพบปัญหาที่เกิดขึ้นกับแบบจำลอง ซึ่งปัญหาเหล่านี้ สามารถนำไปแก้ไขปรับปรุงกับในการออกแบบเครื่องจริงให้มีประสิทธิภาพมากที่สุด ทั้งยังเป็นแนวทางการวางแผนการสร้างให้รัดกุม และรอบคอบมากขึ้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

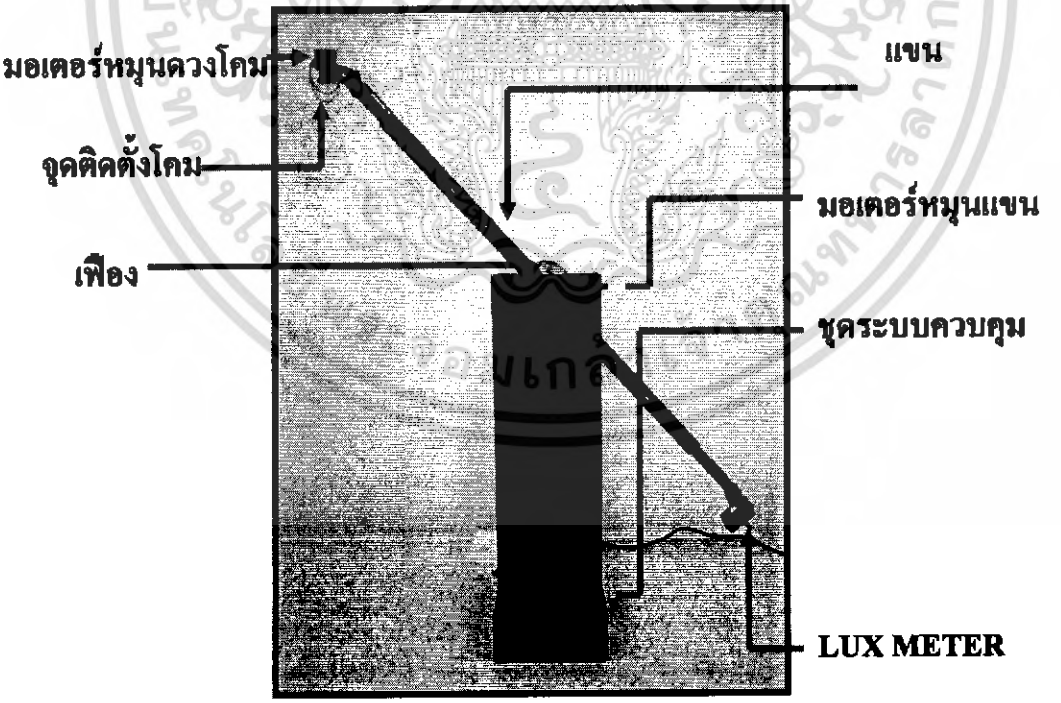
บทที่ 4
ต้นแบบเครื่องวัดการกระจายความเข้มส่องสว่างด้วยวิธีการวัดโดยตรง

ในการสร้างแบบจำลองระบบควบคุมเครื่องวัดการกระจายความเข้มส่องสว่างในโครงงานนี้ใช้ MCS-51 ในการควบคุม โดยมีการติดต่อกับผู้ใช้งานผ่านหน้าคอมพิวเตอร์โดยใช้โปรแกรม Visual BASIC สั่งงานผ่านคอมพิวเตอร์ในการติดต่อกับไมโครคอนโทรลเลอร์ เพื่อควบคุมตำแหน่งการทำงานของมอเตอร์ผ่านชุดขับเคลื่อนมอเตอร์ และเพื่อที่จะเป็นแนวทางในการสร้างแบบจริงของเครื่องวัดการกระจายความเข้มส่องสว่าง และเป็นการเรียนรู้ถึงปัญหาที่จะเกิดขึ้นกับการทำงาน

4.1 ต้นแบบเครื่องวัดการกระจายความเข้มส่องสว่างด้วยวิธีการวัดโดยตรง

4.1.1 ส่วนประกอบโครงสร้าง

ในการออกแบบ เครื่องจำลองระบบควบคุมเครื่องทดสอบการกระจายความเข้มส่องสว่างด้วยวิธีการวัดโดยตรงเนื้อหาส่วนนี้ จะเน้นในเรื่องระบบควบคุม ซึ่งเป็นการเคลื่อนที่ในระนาบ Type C โดยส่วนประกอบได้ดังรูปที่ 4.1



รูปที่ 4.1 โครงแบบจำลองเครื่องทดสอบการกระจายความเข้มส่องสว่างด้วยวิธีการวัดโดยตรง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ซึ่งมีส่วนประกอบทางโครงสร้างส่วนหลักๆ ดังนี้

1.สเตปมอเตอร์สองตัว ซึ่งแต่ละตัวทำหน้าที่ขับเคลื่อนแขน และที่จับยึดดวงโคม ตามลำดับ

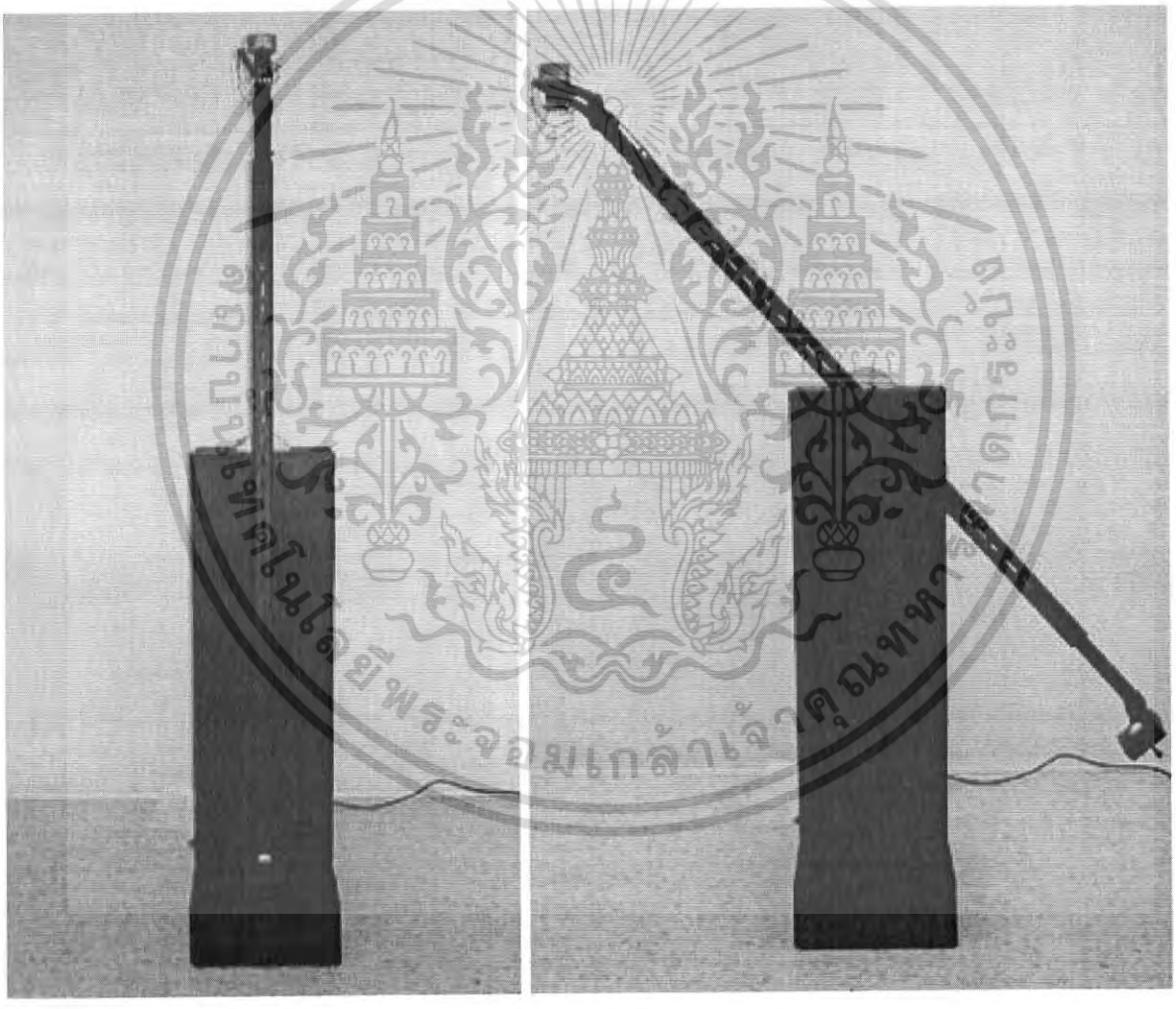
2.ชุดขับเคลื่อนสเตปมอเตอร์ ทำหน้าที่ขับเคลื่อน สเตปมอเตอร์แต่ละตัวตามการควบคุม

3.แขน เป็นที่จับยึดระหว่างที่จับยึดดวงโคมกับหัววัดแสง (วัสดุที่ทำขึ้นแทน)

4.เพลา ทำหน้าที่รับน้ำหนักส่วนของแขน

5.เฟืองโซ่และโซ่ ทำหน้าที่ถอยทอดกำลังจากสเตปมอเตอร์ไปยังแขน

6.เฟืองสายพานและสายพาน ทำหน้าที่ให้ที่จับยึดดวงโคมอยู่ในแนวดิ่งตลอดการเคลื่อนที่



รูปที่ 4.2 โครงแบบจำลองเครื่องทดสอบการกระจายความเข้มส่องสว่างด้วยวิธีการวัดโดยตรง (ต่อ)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.1.2 ไมโครคอนโทรเลอร์ (Microcontroller)

ไมโครคอนโทรเลอร์ คืออุปกรณ์ควบคุมขนาดเล็กที่มีความสามารถในการประมวลผลหรือประมวลผลได้ โดยสามารถเขียนโปรแกรมเพื่อกำหนดรูปแบบการควบคุมได้อย่างอิสระหรือความต้องการของผู้ใช้งานได้ องค์ประกอบภายในประกอบด้วย หน่วยประมวลผลกลางหรือซีพียู หน่วยคำนวณทางคณิตศาสตร์และลอจิก วงจรเชื่อมต่อหน่วยความจำ วงจรสัญญาณนาฬิกา ซึ่ง โครงสร้างของ MCS-51 สามารถแบ่งออกได้ดังนี้

1 เป็นไมโครคอนโทรลเลอร์ขนาด 8 บิต

2 ต้องการไฟเลี้ยง + 5V

3 มีหน่วยความจำโปรแกรม (Program Memory: Rom)

4 มีหน่วยความจำข้อมูล (Data Memory: Ram)

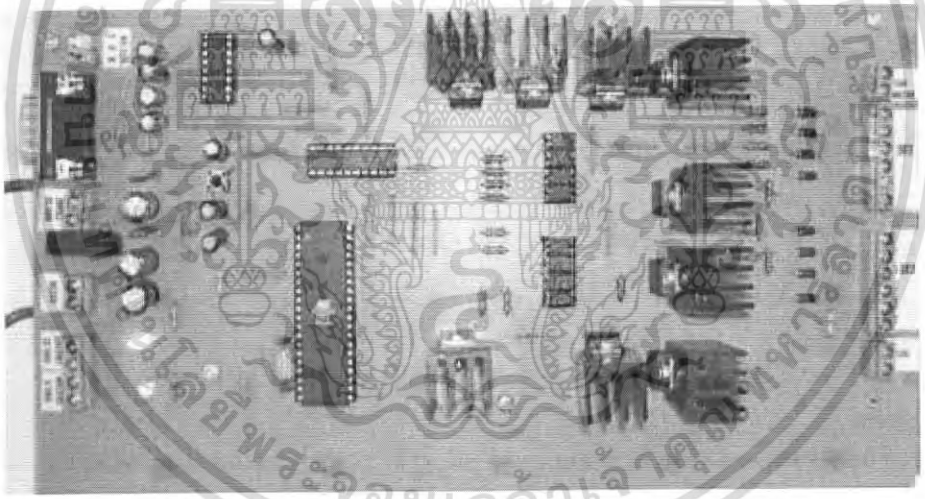
5 มีไทเมอร์/เคาร์เตอร์ขนาด 16 บิต 2 ชุด (3 ชุด)

6 อินเตอร์รัพท์ 6 แหล่ง 5 เวคเตอร์

7 มีพอร์ตรับส่งข้อมูลอนุกรม 2 พอร์ต แบบ Full Duplex

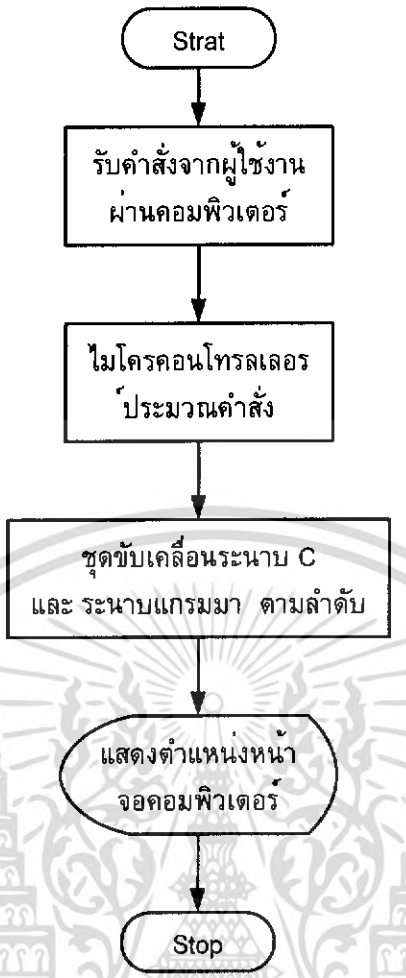
8 มีพอร์ตขนานสำหรับติดต่ออุปกรณ์ภายนอก 4 พอร์ตๆละ 8 บิต

9 มีวงจรกำเนิดสัญญาณนาฬิกาในตัว



รูปที่ 4.3 ชุดวงจรควบคุมการทำงาน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.4 โฟลชาร์ทการควบคุมโดยใช้ไมโครคอนโทรลเลอร์

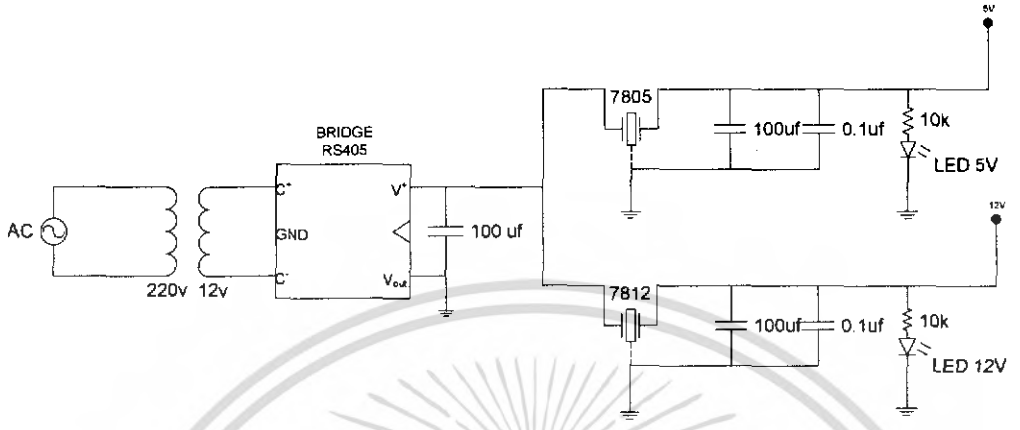
จากรูปที่ 4.4 เป็นโฟลชาร์ทการควบคุม โดยใช้ไมโครคอนโทรลเลอร์ หลังจากที่ไมโครคอนโทรลเลอร์ได้รับคำสั่งจากผู้ใช้งานผ่านคอมพิวเตอร์ จะประมวลผลและส่งสัญญาณที่เป็นลักษณะพัลส์ไปยังชุดขับเคลื่อนทำให้สเตปมอเตอร์หมุนไปยังตำแหน่งที่ต้องการซึ่งจำนวนพัลส์นั้นจะเป็นตัวกำหนดตำแหน่งของตัวขับเคลื่อนสเตปมอเตอร์และแสดงตำแหน่งแต่ละระนาบ ของสเตปมอเตอร์ทั้งสองทางหน้าจอคอมพิวเตอร์ซึ่งในการควบคุมนั้นเป็นการควบคุมแบบเปิดคือไม่มีการส่งค่ากลับไปยังชุดขับเคลื่อนมอเตอร์

4.1.3 ชุดขับมอเตอร์

ชุดขับมอเตอร์ที่ประกอบด้วยส่วนต่างๆดังต่อไปนี้แหล่งจ่ายไฟฟ้าให้กับอุปกรณ์ที่ใช้ในการควบคุม เป็นวงจรที่สร้างขึ้นมาเพื่อจ่ายไฟ ให้กับอุปกรณ์ในระบบควบคุมการทำงานของเครื่องจำลองระบบการทำงานของเครื่องทดสอบการกระจายความเข้มส่องสว่างโดยตรง วงจรจะแยกออกเป็นสองส่วนคือ แหล่งจ่ายไฟ 5 โวลท์ และ 12 โวลท์ โดยในส่วนของแหล่งจ่ายไฟ 5 โวลท์ประกอบด้วย วงจรบริดจ์เรคติไฟร์ เพื่อเรียงกระแส, ไอซี เรคกูเลต 7805 ที่ทำหน้าที่จ่าย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

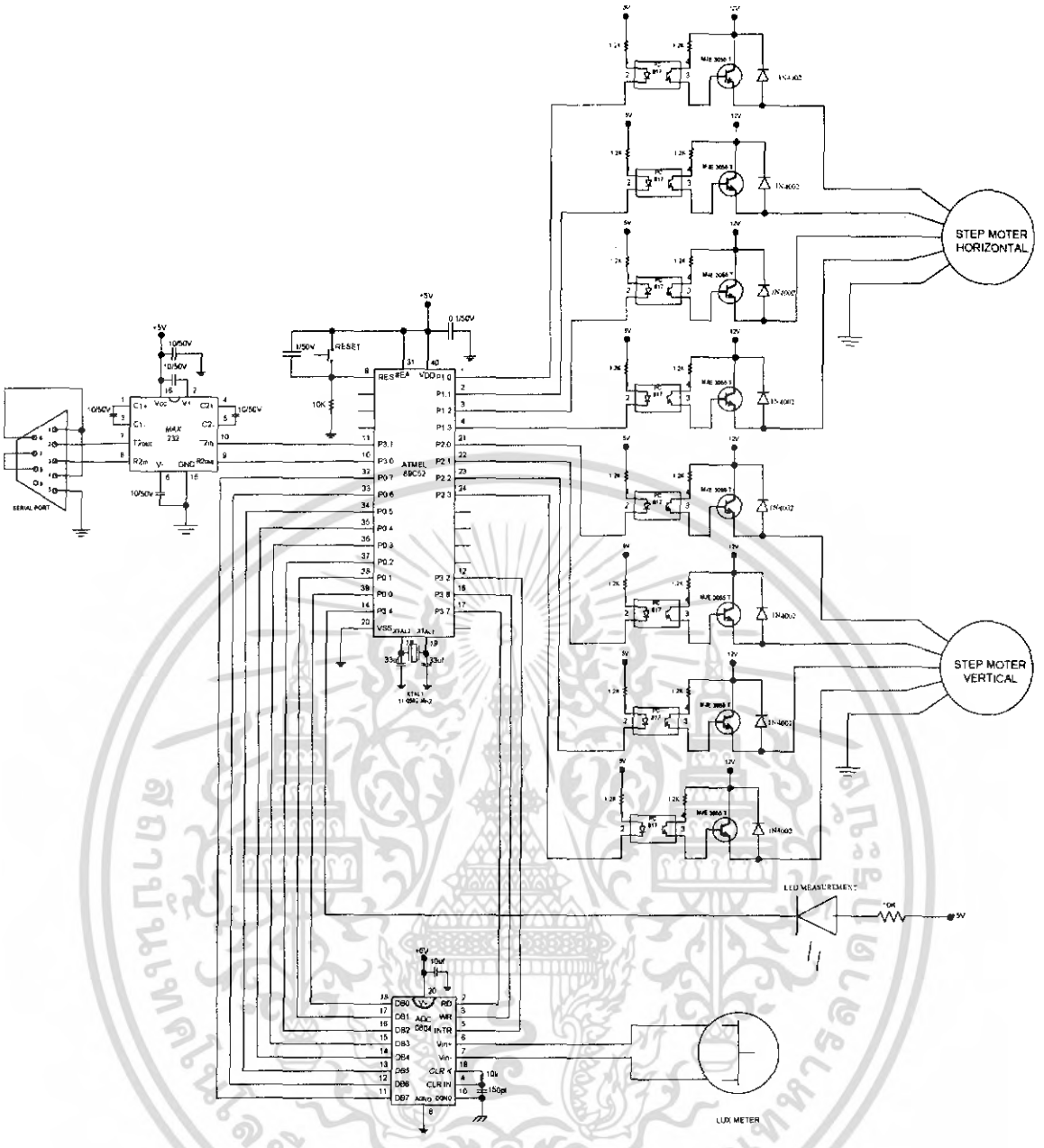
แรงดันคงที่ 5 โวลท์ กระแสตรง ในส่วนของแหล่งจ่ายไฟ 12 โวลท์ ประกอบด้วย วงจรบริดจ์เรคติไฟร์ เพื่อเรียงกระแส ทำหน้าที่จ่ายแรงดันคงที่ 12 โวลท์ กระแสตรงทรานซิสเตอร์ ทำหน้าที่ขยายกระแสให้วงจรสามารถขับกระแสได้สูงขึ้น



รูปที่ 4.5 วงจรแหล่งจ่ายไฟฟ้าให้กับอุปกรณ์ที่ใช้ในการควบคุม

วงจรขับสเตปมอเตอร์ การขับสเตปปิ้งมอเตอร์จะทำงานโดยการจ่ายพัลส์ให้กับสเตปมอเตอร์ตามลำดับเฟส A, B, C, D วนไปเรื่อยๆ สลับเฟสกันไม่ได้ และคอมมอนของสเตปมอเตอร์จ่ายไฟลบ ความเร็วในการหมุนของสเตปมอเตอร์นั้น ขึ้นอยู่กับช่วง Turn-On ของพัลส์ที่จ่ายให้ในแต่ละเฟส ระดับแรงดันของพัลส์ขึ้นอยู่กับคุณลักษณะของมอเตอร์แต่ละตัว การกลับทางหมุนของสเตปมอเตอร์จะต้องจ่ายพัลส์คือ D, C, B, A วนไปเรื่อยๆ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.6 วงจรขับสเตปมอเตอร์

4.1.4 ลักซ์มิเตอร์ (Luxmeter)

เป็นอุปกรณ์ที่ใช้วัดปริมาณแสงที่ตกกระทบต่อหนึ่งหน่วยพื้นที่ (lm/m^2 หรือ lux) เพื่อบอกว่าระดับความสว่างที่ได้เพียงพอหรือไม่ ลักซ์มิเตอร์ที่ใช้ควรเป็นชนิดปรับแก้ค่าเชิงความยาวคลื่น คือ ความไวต่อความยาวคลื่นแสงเหมือนตามนุษย์ และปรับแก้ค่าเชิงมุมคือ ปรับแก้ค่าความสว่างที่วัดได้เมื่อแสงตกกระทบไม่ตั้งฉากกับผิวหน้าของหัววัด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

โครงสร้างภายในจะใช้โฟโตเซลล์ เป็นอุปกรณ์วัดความเข้มของแสงที่ตกกระทบ หน่วยวัดเรียกว่า ลักซ์ (Lux) หรือฟุต –แคนเดิล (foot – candle) หลักการทำงานตัวเซนเซอร์จะรับแสงแล้วแปลงให้เป็นไฟฟ้า ส่งต่อไปที่มิเตอร์วัดและเทียบสเกลให้เป็นค่าลักซ์

ข้อมูลในตารางการทดลองเป็นการทดลองที่ได้จาก IES File เพื่อนำมาหาค่าความเข้มแสง (ค่า Lux) ของหลอดขนาด 2000W เพราะจะได้นำค่าความเข้มแสงที่ได้มาใช้เป็นข้อมูลขนาดความเข้มแสงสูงสุดเพื่อที่จะนำมาเปรียบเทียบกับลักมิเตอร์เพื่อที่จะเลือกว่าลักมิเตอร์สามารถที่จะวัดได้หรือไม่เพื่อที่จะได้ทำการเลือกใช้ในโครงงานนี้

ตารางที่ 4.1 การทดลองที่ได้จาก IES File

โคม	Imax	Lux(7ม)	ข้อมูล IES
40w	3074.0	62.73	Fluoresent : Two Extruded Aluminum Housings
50w	15626.5	318.89	QT12-ax 50w : Stella Spotlight
75w	42069.8	858.56	QT12-ax 75w : Lightcast Directional Luminaire
100w	52987.0	1081.36	QT12-ax 100w : Lightcast Directional Luminaire
150w	61427.2	1253.61	QT12-ax 150w : Lightcast Downlight
250w	179922.8	3671.89	HIT-DE 250W : Beamer IV Projector
400w	383863.8	7833.95	HIT-DE 400W : Beamer IV Projector
2000w	5172700.0	105555.10	One2000W Double Metal Halide :DIE-Cast Aluminum Fixture

รูปที่ 4.7 เครื่องวัดความเข้มแสง Topcon IM-5

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.2 แสดงคุณสมบัติของเครื่องวัดความเข้มแสง

คุณสมบัติ	
ย่านในการวัด	0.01 to 199,990 lx (0.001 to 18,750fc) auto / manual 5 steps
Measurement range setting	*Auto-range*
Photoreceptor	Silicon photo-diode
หน้าจอ	4-digit LCD
Accuracy	± 2% of rdg. + 1 digit
Angular incident light characteristics	10°:within±1% 30°:within ±1% 30°:within ±5% 60°:within ±5% 80°: within ±10%
Relative spectral sensitivity characteristics	Within 8% (deviation from spectral luminous efficiency) according to JIS C 1609-1993
Temperature characteristics	within ±3% (-10 - 40°C, 23°C standard)
Humidity charactersitics	within ±1%
Analogue output signal	0 to 3V max., 1mV / 1 digit
RS-232C communication conditions	Baud rate: 2400 bps / Data length: 7 Parity : odd / stop bit: 1
แหล่งจ่าย	9V battery
Battery life (when operated at 23 ° C)	approx. 13 hours without using RS-232C approx. 5 hours using RS232C
Operating conditions	Temp.:-10 to 40° C Humidity: 85% RH
ขนาด	Approx. 70x180x33mm
น้ำหนัก	Approx 270g (including battery)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.2 โปรแกรมควบคุมการทำงาน

โปรแกรมคอมพิวเตอร์ที่ใช้เขียนติดต่อระหว่างคำสั่งจากคอมพิวเตอร์กับส่วนที่ควบคุมไมโครคอนโทรลเลอร์จะใช้โปรแกรม Visual Basic 6

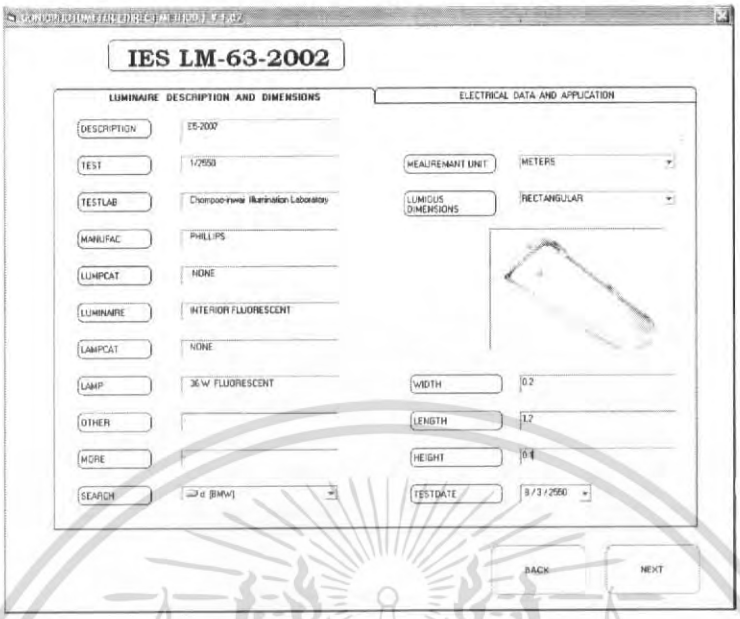
จากรูปที่ 4.8 เป็นหน้าต่างแรกของการใช้โปรแกรมทดสอบการกระจายความเข้มส่องสว่างเพื่อที่จะนำไปสู่หน้าต่างต่อไป

รูปที่ 4.8 หน้าต่างเริ่มต้นการทำงาน

รูปที่ 4.9 หน้าต่างการเลือกระนาบในการทดสอบ

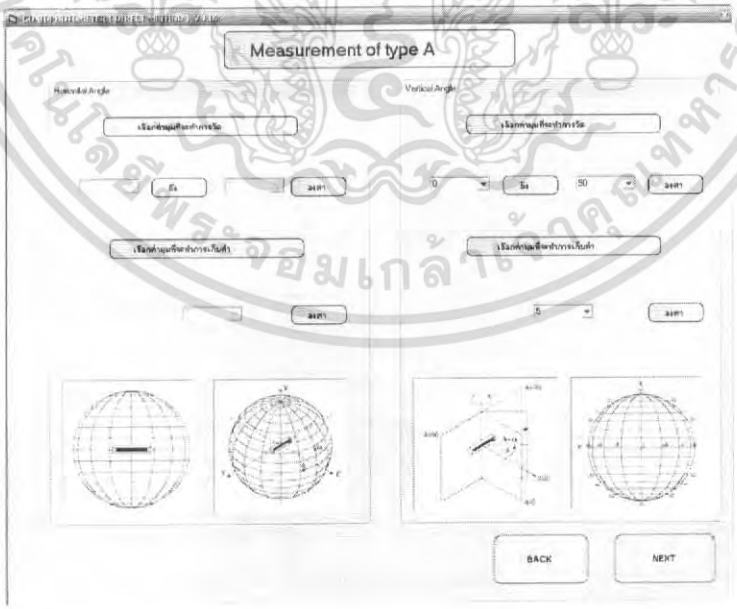
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากรูปที่ 4.9 หน้าต่างนี้เป็นการเลือกชนิดในการทดสอบซึ่งมีให้เลือก 3 ชนิดคือชนิด A B และ C หลังจากนั้นให้ทำการป้อนค่ารายละเอียดของดวงโคมที่นำมาทดสอบ



รูปที่ 4.10 หน้าต่างการป้อนรายละเอียดดวงโคม

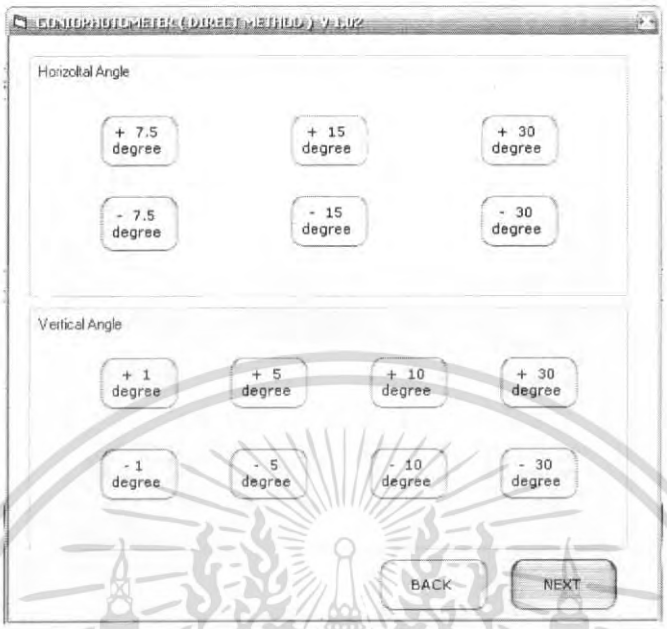
รูปที่ 4.10 ในหน้าต่างนี้จะเป็นการกรอกรายละเอียดของดวงโคมก่อนทำการทดสอบ โดยในการกรอกรายละเอียดนั้นไม่จำเป็นต้องกรอกหมดแต่ในส่วนที่สำคัญจะต้องทำการกรอก เพราะจะมีผลการแสดงผลใน IES File



รูปที่ 4.11 หน้าต่างการป้อนมุมและระนาบความละเอียดในแต่ระนาบ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รูปที่ 4.11 ในหน้าต่างนี้เป็นการเลือกมุมระนาบและความละเอียดของที่ใช้ในการทดสอบแต่ละระนาบ



รูปที่ 4.12 หน้าต่างการปรับตั้งตำแหน่งแต่ละระนาบ

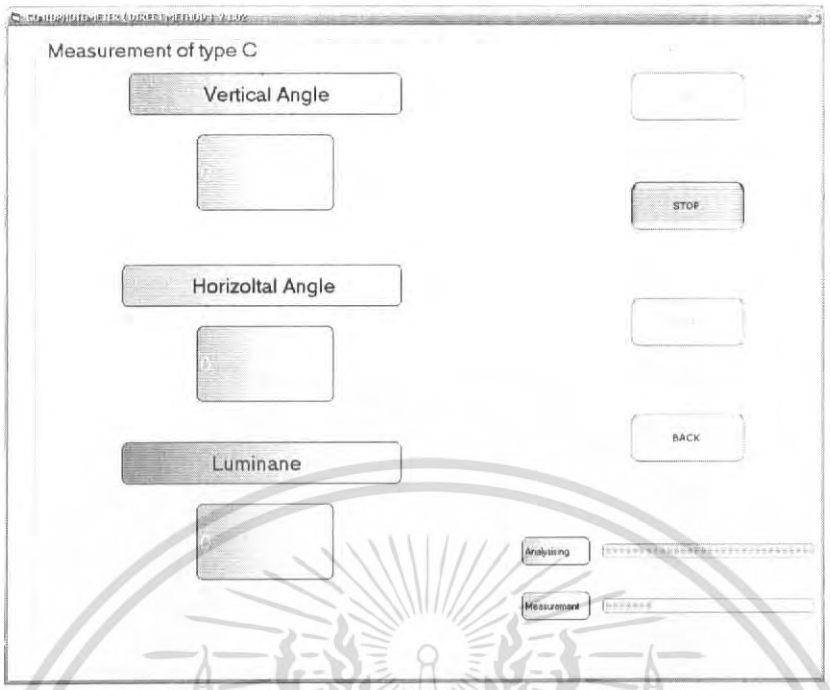
จากรูปที่ 4.12 เป็นการปรับตั้งตำแหน่งของแต่ละระนาบ ซึ่งในบางส่วนก่อนการทดสอบตำแหน่งในแต่ละระนาบไม่อยู่ในตำแหน่ง จึงจำเป็นต้องมีการปรับแต่งเพื่อให้ตำแหน่งเริ่มต้น

รูปที่ 4.13 เป็นการเลือกย่านวัดของลักซ์มิเตอร์ก่อนทำการทดสอบเพื่อให้ได้ค่าที่แน่นอน ของค่าแสงที่ได้จากหัวอ่าน

รูปที่ 4.14 เป็นหน้าต่างแสดงตำแหน่งของแต่ละระนาบขณะทำการทดสอบ

รูปที่ 4.13 หน้าต่างการเลือกย่านวัด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.14 หน้าต่างแสดงค่ามุมขณะทำการทดสอบ

รูปที่ 4.15 หน้าต่างแสดงผลการทดสอบ

จากรูปที่ 4.15 เมื่อทำการทดสอบครบทุกมุม ตามที่กำหนดไว้ในเบื้องต้นหน้าต่างนี้เป็นการแสดงผลการทดสอบตามมาตรฐาน IES File

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.3 ปัญหาและแก้ไข

จากลักษณะของปัญหาที่เกิดจากการออกแบบเครื่องจำลองสามารถนำไปแก้ไข เพื่อปรับใช้กับการออกแบบจริงได้ ซึ่งสรุปปัญหาและการแก้ไขได้ดังนี้

- ปัญหาการควบคุม ความแม่นยำเป็นสิ่งที่ต้องคำนึงถึง จากลักษณะเครื่องจริงนั้น น้ำหนักที่เกิดขึ้นที่เพลานั้นมีน้ำหนักมาก ตามขนาดของเครื่อง ดังการขับเคลื่อน (Strat/Stop) ต้องมีความแม่นยำ ซึ่งแนวทางการแก้ไขคือเลือกใช้เซอร์โวมอเตอร์กระแสสลับ โดยมีการควบคุมแบบเซอร์โว ซึ่งมีคุณสมบัติเหมาะสมกับการแก้ไขปัญหาที่เกิดขึ้น

- ปัญหาสายไฟและสายสัญญาณ การบิดของสายไฟและสายสัญญาณเป็นสิ่งที่ต้องคำนึงถึง โดยสายไฟและสายสัญญาณ นั้นต่อผ่านส่วนที่เคลื่อนที่ แนวทางการแก้ไขคือการทำให้สายบิดน้อยที่สุดโดย ใช้เพลารับน้ำหนักแบบกลวง ซึ่งจะให้สายไฟต่อผ่านในส่วนที่กลวงนี้

- ปัญหาการแกว่งของแขน จากลักษณะการทดลองใช้เฟืองขบ พบว่าถ้าการติดตั้งเฟืองขบกันไม่สนิท จะทำให้แขนแกว่งได้ แนวทางการแก้ไขคือการใช้เฟืองโซ่ แต่มีข้อระวังในส่วนความตึงของโซ่ด้วยต้องตึงพอดี

4.4 สรุป

จากการศึกษาการออกแบบโครงสร้าง และลักษณะการควบคุม ที่กล่าวมา จะพบปัญหาที่เกิดขึ้นกับแบบจำลอง ซึ่งปัญหาเหล่านี้ สามารถนำไปแก้ไขปรับปรุงกับในการออกแบบเครื่องจริงให้มีประสิทธิภาพมากที่สุด ทั้งยังเป็นแนวทางการวางแผนการสร้างให้รัดกุม และรอบคอบมากขึ้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 5
บทสรุป

5.1 สรุป

ในการออกแบบระบบแสงสว่าง ข้อมูลการกระจายความเข้มส่องสว่างของดวงโคมแต่ละประเภท มีความสำคัญมาก ดังนั้นจึงจำเป็นต้องมีเครื่องทดสอบที่สามารถทดสอบข้อมูลการกระจายความเข้มส่องสว่างให้ได้ตามมาตรฐานการทดสอบทางแสง ซึ่งเครื่องทดสอบการกระจายความเข้มส่องสว่างด้วยวิธีการวัดโดยตรง เป็นเครื่องทดสอบแบบหนึ่งที่สามารถทดสอบการกระจายความเข้มส่องสว่างที่เป็นไปตามมาตรฐาน โดยมีข้อดีคือสามารถทดสอบการกระจายความเข้มส่องสว่างได้โดยตรงจากแหล่งกำเนิดแสงสว่าง ดังนั้นจึงต้องมีการศึกษา และออกแบบการควบคุม

การศึกษาและออกแบบเป็นจุดเริ่มต้น ในการสร้างเครื่องทดสอบการกระจายความเข้มส่องสว่าง โดยการควบคุมที่ดี ย่อมส่งผลให้ได้ข้อมูลการกระจายความเข้มส่องสว่างที่ได้มีมาตรฐานการทดสอบ

5.2 ข้อเสนอแนะ

การสร้างเครื่องทดสอบที่ดีต้องมีองค์ประกอบที่ดีด้วย ซึ่งราคาย่อมสูงตามคุณภาพ อีกทั้งความชำนาญของผู้สร้าง โดยสิ่งเหล่านี้จะเป็นปัจจัยสำคัญที่ควรคำนึงถึงในการสร้างเครื่องทดสอบการกระจายความเข้มส่องสว่าง ให้สามารถทดสอบข้อมูลการกระจายความเข้มส่องสว่างให้ได้ตามมาตฐาน

5.3 แนวทางการพัฒนา

ปัญหาที่เกิดขึ้นในการออกแบบเครื่องจำลองสามารถนำไปแก้ไขปรับปรุง ใช้ได้กับการสร้างเครื่องจริงได้

ในส่วนของโปรแกรม สามารถพัฒนาให้สามารถทดสอบข้อมูลการกระจายความเข้มส่องสว่างได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้