

สำนักหอสมุดกลาง พระจอมเกล้าลาดกระบัง

การพัฒนาระบบleenกราด 2 มิติ ด้วยกระจกแบบโพลิกอน



รฟ.
ก637ก
2548

เลขหมู่.....
เลขทะเบียน..... **62279**
วัน,เดือน,ปี - 8 ส.ค. 2549

.b. 11616829
.i.

โครงการพิเศษนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรวิทยาศาสตรบัณฑิต

ภาควิชาฟิสิกส์ประยุกต์

คณะวิทยาศาสตร์

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานปีการศึกษา 2548 ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Development of two-dimensional scan using polygon mirror



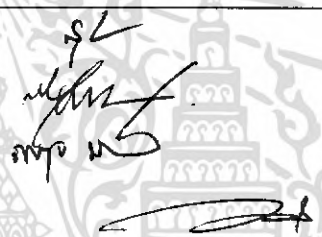
Mr.Kitcha Suriyanakat
Mr.Narongkorn Uensupa

A Special Project Submitted in Partial Fulfillment of the Requirement for the Degree of
Bachelor of Science
Department of Applied Physics
Faculty of Science

King Mongkut's Institute of Technology Ladkrabang
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น เมื่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้
Academic Year 2005

โครงการพิเศษเรื่อง	การพัฒนาระบบเลื่อนเกรด 2 มิติ ด้วยกระจกแบบโพลิกอน	
นักศึกษา	นายกิงจา สุริยะนากาศ	นายณรงกรณ์ เอื่อนสุภา
ภาควิชา	ฟิสิกส์ประยุกต์ คณะวิทยาศาสตร์	
สาขาวิชา	ฟิสิกส์ประยุกต์-เครื่องมือวิทยาศาสตร์และอุตสาหกรรม	
อาจารย์ที่ปรึกษา	รศ.วิษณุ เพชรภา	

ภาควิชาฟิสิกส์ประยุกต์ คณะวิทยาศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง อนุมัติให้โครงการพิเศษนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตร วิทยาศาสตร์บัณฑิต

คณะกรรมการตรวจสอบ	ลายมือชื่อ
ประธานกรรมการ รศ.สุพรรณ คูสำราญ	
กรรมการ อ.กมลปัญญา สุวรรณสุขโข	
กรรมการ อ.ภารุจ บัณฑิตธาตวิทย์	
กรรมการที่ปรึกษา รศ. วิษณุ เพชรภา	

(รองศาสตราจารย์วิชาญ เดชิตธีระ)

หัวหน้าภาควิชาฟิสิกส์ประยุกต์

ลิขสิทธิ์ของภาควิชาฟิสิกส์ประยุกต์ คณะวิทยาศาสตร์
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

โครงการพิเศษ เรื่อง การพัฒนาระบบเลื่อนกราด 2 มิติด้วยกระจกแบบโพลิกอน

นักศึกษา	นายกิจจา สุริยะนากาศ นายณรงกรณ์ เอือนสุภา
ภาควิชา	ฟิสิกส์ประยุกต์
สาขา	ฟิสิกส์ประยุกต์ - เครื่องมือวิทยาศาสตร์และอุตสาหกรรม
ปีการศึกษา	2548
อาจารย์ที่ปรึกษา	รศ.วิญญู เพชรภา

บทคัดย่อ

โครงการพิเศษนี้ได้จัดทำขึ้นเพื่อจุดประสงค์ในการพัฒนา ระบบเลื่อนกราดแบบสองมิติ ด้วยแสงย่านอินฟราเรด การทำงานของระบบทั้งหมดส่งผ่านไมโครคอนโทรลเลอร์ โดยนำชุดกระจกโพลิกอนมาประยุกต์ให้เกิดการเลื่อนกราดทางแนวระนาบเป็นมิติแรก และเลื่อนกราดในแนวตั้งเป็นมิติที่สองด้วยกระจกกราบที่ถูกควบคุมให้มีการบิดหมุนด้วยสเตปปีงมอเตอร์ สามารถส่องกราดด้วยสัญญาณที่มีคุณภาพ ได้ถึง 5 เมตรและมีขนาดพื้นที่ในการเลื่อนกราดเท่ากับ 13.11 ตารางเมตร ที่ระยะ 5 เมตร

Special Project Title Development of two-dimensional scan using polygon mirror

Name Mr.Kitcha Suriyanakat
Mr.Narongkorn Uensupa

Department Applied Physics

Program Applied Physics - Science and Industry Instrumentation

Academic Year 2005

Special Project Advisor Assoc. Prof. Wisanu Pecharapa

ABSTRACT

This special project is the development of infrared two-dimensional scanning system controlled by microcontroller. Infrared beam is scanned horizontally by polygon mirror. The vertical scan direction is done by plane mirror controlled by stepping motor. System is able to scan in range up to 5 meters for good quality signal with area of 13.11 m^2 .

กิตติกรรมประกาศ

โครงการพิเศษนี้สำเร็จลุล่วงได้ด้วยดี เนื่องจากความเมตตากรุณาเป็นอย่างยิ่งจาก รศ.วิษณุ เพชรภา อาจารย์ประจำภาควิชาฟิสิกส์ประยุกต์ คณะวิทยาศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้า เจ้าคุณทหารลาดกระบัง อาจารย์ที่ปรึกษา ซึ่งให้คำปรึกษาและแนะนำแนวทางในการดำเนินงาน เป็นอย่างดี รวมทั้งอนุเคราะห์จัดหาอุปกรณ์และงบประมาณในการดำเนินการวิจัย ข้าพเจ้ารู้สึกซาบซึ้งในความกรุณาของท่านเป็นที่สุดและขอกราบขอบพระคุณท่านเป็นอย่างสูง

ขอขอบพระคุณบิดา-มารดา ผู้ให้กำเนิด คอยอุปการะเลี้ยงดู ให้กำลังใจอยู่เสมอมา

คณะกรรมการทุกท่าน พี่น้อง เพื่อนๆ รวมทั้งบุคคลที่มีความปรารถนาดี ที่คอยให้กำลังใจ และแนะนำแนวทางที่ดีในชีวิตแก่ข้าพเจ้าตลอดมา

นายกิจจา สุริยะนากาศ
นายณรงกรณ์ เอ็นสุภา

สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อภาษาไทย	ก
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ	ข
กิตติกรรมประกาศ	ค
สารบัญ	ง
สารบัญตาราง	ฉ
สารบัญรูป	ช
บทที่ 1 บทนำ	1
1.1 ความเป็นมาของโครงการพิเศษ	1
1.2 วัตถุประสงค์	1
1.3 ขอบเขตของการวิจัย	2
1.4 ขั้นตอนการวิจัยและวิธีการดำเนินงาน	2
1.5 ผลที่คาดว่าจะได้รับ	2
บทที่ 2 ทฤษฎีและหลักการ	3
2.1 สเปกตรัมของคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า	3
2.2 การสะท้อนของแสง	5
2.3 กฎการสะท้อนของแสง (Law of Reflection)	7
2.4 ทฤษฎีอินฟราเรดรีโมทคอนโทรล	8
2.4.1 การมอดูเลต (Modulation)	8
2.4.2 ตัวส่งสัญญาณ (Transmitter)	9
2.4.3 ตัวรับสัญญาณ (Receiver)	10
2.5 กลไกการเปล่งแสงของเลเซอร์ไดโอด	11
2.6 สเตปปีงมอเตอร์ (Stepping motor)	14
2.7 ชมิตทริกเกอร์ (Schmitt Trigger)	17
2.8 หลักการทำงานของเครื่อง	18
บทที่ 3 ขั้นตอนการดำเนินการวิจัย	20
3.1 การทำงานของชุดอุปกรณ์อะไหล่ภายในของเครื่อง Laser printer	20
3.2 ส่วนของแหล่งกำเนิดแสง	20
3.3 การสแกนในระนาบหนึ่งมิติ	21

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ (ต่อ)

	หน้า
3.4 ทดลองวัดความเร็วรอบมอเตอร์ของกระจกโพลิกอนมิลเลอร์	22
3.5 การควบคุมสเตปปีงมอเตอร์เพื่อสแกนมิติที่สอง	23
3.6 การหาระยะทางที่แหล่งกำเนิดอินฟราเรดสามารถส่งถึงได้	24
3.7 การตั้งค่าแนวกระจกกระนาบให้กลับสู่สภาพพร้อมทำงานเมื่อระบบเริ่มเลื่อนกราด	25
3.8 การหาขนาดพื้นที่การเลื่อนกราด 2 มิติ ของแหล่งกำเนิดอินฟราเรด	25
บทที่ 4 ผลการทดลองและอภิปรายผล	27
4.1 การทดลองวัดความเร็วรอบมอเตอร์ของกระจกโพลิกอน	27
4.2 การหาระยะทางไกลที่สุดที่แหล่งกำเนิดอินฟราเรดสามารถส่งถึงได้	28
4.3 การหาระยะทางไกลที่สุดที่แหล่งกำเนิดอินฟราเรดสามารถส่งถึงได้ เมื่อผ่านชุดอุปกรณ์	30
4.4 การหาระนาบพื้นที่การเลื่อนกราดมากที่สุดของชุดอุปกรณ์	31
4.5 การหามุมการบานออกในแนวแกน X และแนวแกน Y ของชุดอุปกรณ์	32
4.5.1 การหามุมการบานออกในแนวแกน X และแนวแกน Y ของชุดอุปกรณ์ ที่ระยะ 0.5 เมตร	32
4.5.2 การหามุมการบานออกในแนวแกน X และแนวแกน Y ของชุดอุปกรณ์ ที่ระยะ 1.0 เมตร	34
4.5.3 การหามุมการบานออกในแนวแกน X และแนวแกน Y ของชุดอุปกรณ์ ที่ระยะ 1.5 เมตร	36
4.6 การประมาณค่าพื้นที่การสแกนมากที่สุดของชุดอุปกรณ์	40
บทที่ 5 สรุปและข้อเสนอแนะ	41
5.1 สรุปผลการทดลอง	41
5.2 ปัญหาที่พบและข้อเสนอแนะ	42
เอกสารอ้างอิง	43
ภาคผนวก	44

สารบัญตาราง

	หน้า
ตารางที่ 2.1 ลำดับการทำงานของขดลวดในแต่ละเฟสของมอเตอร์ เมื่อได้รับการกระตุ้นแบบ 1 เฟส	15
ตารางที่ 2.2 ลำดับการทำงานของขดลวดในแต่ละเฟสของมอเตอร์ เมื่อได้รับการกระตุ้นแบบ 2 เฟส	16
ตารางที่ 2.3 ลำดับการทำงานของขดลวดในแต่ละเฟสของมอเตอร์เมื่อได้รับการกระตุ้นแบบครึ่งสเตป	17
ตารางที่ 4.1 ตารางแสดงความสัมพันธ์ระหว่างแรงดันไฟฟ้ากับอัตราเร็วของมอเตอร์ชุดขับกระแสจกโพลิกอน	27
ตารางที่ 4.2 แสดงพื้นที่การสแกนมากที่สุดที่ระยะ 0.5, 1.0 และ 1.5 เมตร	31
ตารางที่ 4.3 สรุปผลการทดลองการเลื่อนกราดแบบ 2 มิติ โดยกระแสจกโพลิกอนที่ระยะ 0.5, 1.0 และ 1.5 เมตร	38
ตารางที่ 4.4 แสดงการเปรียบเทียบค่าความคลาดเคลื่อนของระยะ X_1, X_2, Y_1, Y_2 จากการทดลองเทียบกับค่าจากการคำนวณ	39

สารบัญรูป

	หน้า
รูปที่ 2.1 แสดงคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าช่วงที่ตามองเห็น	3
รูปที่ 2.2 (ก) การสร้างหน้าคลื่นใหม่ของคลื่นระนาบ	6
(ข) การสร้างหน้าคลื่นใหม่ของคลื่นแบบทรงกลม	6
รูปที่ 2.3 แสดงการสะท้อนของแสง	6
รูปที่ 2.4 แสดงการสะท้อนของแสงบนกระจกราบ	7
รูปที่ 2.5 กฎการสะท้อนของแสง	7
รูปที่ 2.6 การมอดูเลตและการตรวจจับสัญญาณ (Detects) อินฟราเรด	8
รูปที่ 2.7 วงจรส่งสัญญาณ LED	9
รูปที่ 2.8 วงจรส่งสัญญาณ LED	10
รูปที่ 2.9 Block Diagram ของภาครับสัญญาณอินฟราเรด	10
รูปที่ 2.10 แสดงอุปกรณ์ตรวจจับสัญญาณ	11
รูปที่ 2.11 (ก) แถบพลังงานของสารกึ่งตัวนำชนิดเอ็น	11
(ข) แถบพลังงานของสารกึ่งตัวนำชนิดพี	11
รูปที่ 2.12 รอยต่อพีเอ็นที่โคปสารเจือปนด้วยความเข้มข้นสูง	12
รูปที่ 2.13 รอยต่อพีเอ็นที่เกิดแสงเลเซอร์ในเลเซอร์ไดโอด	12
รูปที่ 2.14 ความสัมพันธ์ของการฉีดกระแสเพื่อจะทำให้เกิดเลเซอร์	13
รูปที่ 2.15 กลไกการเปล่งแสงเลเซอร์ในเลเซอร์ไดโอด	13
รูปที่ 2.16 ลักษณะการพันขดลวดของสเตปเปอร์มอเตอร์แบบยูนิโพลาร์	14
รูปที่ 2.17 การวางของขดลวดแต่ละเฟสของสเตปเปอร์มอเตอร์	14
รูปที่ 2.18 การหมุนของแกนมอเตอร์เมื่อได้รับการกระตุ้นแบบ 1 เฟส	15
รูปที่ 2.19 การหมุนของแกนมอเตอร์เมื่อได้รับการกระตุ้นแบบ 2 เฟส	16
รูปที่ 2.20 การหมุนของแกนมอเตอร์เมื่อได้รับการกระตุ้นแบบครึ่งสเตป	17
รูปที่ 2.21 แสดงการสะท้อนลำแสงจากกระจกในแนวแกน x และ y	18
รูปที่ 2.22 แสดงลักษณะของกระจกแบบต่างๆ	19
รูปที่ 3.1 ชุดวงจรควบคุมการหมุนของโพลิกอนมิเตอร์ภายในระบบ Laser printer	20
รูปที่ 3.2 แหล่งกำเนิดแสงอินฟราเรดซึ่งปรับปรุงมาจากแหล่งกำเนิดอินฟราเรดของรีโมตโทรทัศน์	21
รูปที่ 3.3 แสดงการนำชุดแหล่งกำเนิดแสงประกอบเข้ากับชุดโพลิกอนมิเตอร์	21

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ทางการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญรูป (ต่อ)

	หน้า
รูปที่ 3.4 ลักษณะการจัดวางอุปกรณ์เข้าด้วยกัน เพื่อให้เกิดการสแกนในระนาบหนึ่งมิติ	22
รูปที่ 3.5 แสดงการจัดอุปกรณ์สำหรับหาความเร็วของชุดขับเคลื่อนกระจกโพลิกอน	22
รูปที่ 3.6 ชุดวงจรควบคุมสเตปปีงมอเตอร์	23
รูปที่ 3.7 ภาพรวมของชุดอุปกรณ์ที่ควบคุมการสแกนสองมิติ	23
รูปที่ 3.8 แสดงตัวตรวจวัด TSOP4836 (Photo Modules for PCM Remote Control Systems)	24
รูปที่ 3.9 แสดงการจัดชุดอุปกรณ์ในการหาระยะทางในการตรวจจับสัญญาณอินฟราเรดของชุดอุปกรณ์	24
รูปที่ 3.10 ชุดวงจรทำหน้าที่ให้กระจบระนาบคืบสู่สภาพพร้อมทำงานเมื่อเริ่มสแกน	25
รูปที่ 3.11 แสดงรูปร่างของอุปกรณ์ที่ประกอบเสร็จแล้ว เพื่อเตรียมนำไปวัดค่าผลการทดลอง	25
รูปที่ 3.12 แสดงการจัดอุปกรณ์เพื่อหาระยะมุมในการกวาดในระนาบ 1 มิติ	26
รูปที่ 4.1 กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างค่าความเร็วรอบมอเตอร์กระจกโพลิกอนกับค่าแรงดันไฟฟ้า	28
รูปที่ 4.2 แสดงแรงดันกระแสตรงที่จ่ายให้แก่แหล่งกำเนิดอินฟราเรด	29
รูปที่ 4.3 (ก) แสดงสัญญาณของอินฟราเรดที่สามารถวัดได้ที่ตำแหน่ง 0.5 เมตร	29
(ข) แสดงสัญญาณของอินฟราเรดที่สามารถวัดได้ที่ตำแหน่ง 1.0 เมตร	29
(ค) แสดงสัญญาณของอินฟราเรดที่สามารถวัดได้ที่ตำแหน่ง 1.5 เมตร	29
(ง) แสดงสัญญาณของอินฟราเรดที่สามารถวัดได้ที่ตำแหน่ง 7.0 เมตร	29
รูปที่ 4.4 แสดงลักษณะการบานออกของสัญญาณเมื่อผ่านกระจกโพลิกอนเมื่อระยะทางมากขึ้น	30
รูปที่ 4.5 การจัดอุปกรณ์สำหรับการหาระนาบพื้นที่การเลื่อนกราดมากที่สุดของชุดอุปกรณ์	31

บทที่ 1

บทนำ

1.1 ความเป็นมาของโครงการพิเศษ

ในปัจจุบันชีวิตประจำวันของเราต้องพึ่งพาสิ่งอำนวยความสะดวกต่างๆ มากมาย โดยเฉพาะอุปกรณ์ทางด้านอิเล็กทรอนิกส์ที่ปัจจุบันนี้ได้เข้ามามีบทบาทเป็นอย่างมาก ไม่ว่าจะเป็นโทรศัพท์มือถือ กล้องถ่ายรูป หรือยานพาหนะต่างๆ สิ่งอำนวยความสะดวกเหล่านี้ ส่วนหนึ่งได้มีการนำเทคโนโลยีทางด้านแสงมาใช้งานเป็นจำนวนมาก ทั้งในทางด้านการติดต่อสื่อสาร การคมนาคม อุตสาหกรรม หรือแม้กระทั่งในทางทหารก็ตาม ทั้งนี้เนื่องจากเทคโนโลยีทางด้านแสงนั้นมีความสะดวกในการใช้งาน ขนาดเล็กกระทัดรัด และมีความรวดเร็วเป็นอย่างมากนั่นเอง

การทำวิจัยระบบเลื่อนกราด 2 มิติ ด้วยกระจกแบบโพลิกอน เป็นการศึกษาและพัฒนาในขั้นแรกเพื่อนำไปสู่การพัฒนาในระดับสูงต่อไป การพัฒนาระบบเลื่อนกราด 2 มิติ ด้วยกระจกโพลิกอนในขั้นแรก เป็นการวิเคราะห์และพัฒนาคุณภาพของแสงที่ใช้ ระบบเลื่อนกราดที่มีพื้นที่และคุณภาพที่มากที่สุดของเครื่องมือ รวมถึงการควบคุมความเร็วและอากาศการเลื่อนกราดให้มีคุณภาพ สำหรับในขั้นพัฒนาคาดหวังว่าจะสามารถตรวจจับรูปร่างลักษณะของวัตถุได้อีกด้วย และด้วยลักษณะที่เป็นการใช้กระจกแบบโพลิกอนจึงเป็นการลดขนาดของอุปกรณ์ได้อีกทางหนึ่ง

1.2 วัตถุประสงค์

1. ศึกษาวิธีการเลื่อนกราดแบบ 2 มิติด้วยวิธีการของกระจกแบบโพลิกอน โดยอาศัยคุณสมบัติทางแสง
2. สามารถที่จะผลิตอุปกรณ์การตรวจจับทางแสง ซึ่งเป็นการตรวจสอบแบบไม่ทำลาย
3. เป็นการพัฒนาขั้นแรกทางด้านการปรับปรุงประยุกต์ในการทำเครื่องมือตรวจจับประเภทต่างๆ
4. เป็นการลดค่าใช้จ่ายในการสั่งซื้ออุปกรณ์ทางแสงจากต่างประเทศ

1.3 ขอบเขตของการวิจัย

งานวิจัยนี้เป็นการศึกษาและการประยุกต์ใช้ระบบเลื่อนกราดแบบ 2 มิติที่มีอุปกรณ์ในการช่วยส่องกราดด้วยกระจกแบบ โพลิกอน โดยเป็นขั้นเริ่มต้นสำหรับนำไปสู่การพัฒนาให้ที่มีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้นต่อไป ในขั้นแรกจะเป็นการพัฒนากระบวนการเลื่อนกราดก่อน อันถือเป็นเรื่องสำคัญอันดับแรกในการตรวจจับวัตถุและการนำไปสู่การประยุกต์ขั้นต่อไป โดยการศึกษาจะเน้นไปในทางด้านการพัฒนาโปรแกรมควบคุม การพัฒนาแหล่งกำเนิดแสงให้มีคุณภาพ การพัฒนาทางด้านขนาดของพื้นที่ในการเลื่อนกราดการตรวจจับวัตถุที่มีคุณภาพและการพัฒนาทางด้านรูปร่างภายนอกให้มีประสิทธิภาพเหมาะสมกับการใช้งาน

1.4 ขั้นตอนการวิจัยและวิธีการดำเนินงาน

1. ค้นคว้าและศึกษาข้อมูลต่างๆ เกี่ยวกับระบบการเลื่อนกราด ก.ค. 48 – ส.ค. 48
โดยใช้แสง การตรวจจับทางแสง คุณสมบัติทางแสง
โปรแกรมควบคุม อุปกรณ์และส่วนประกอบภายนอก
2. รวบรวมข้อมูลและประมวลผลที่ได้ ส.ค. 48 – ก.ย. 48
รวมถึงงานทางด้านประกอบเครื่องมือ
3. ทดสอบระบบการเลื่อนกราด โปรแกรมควบคุม ต.ค. 48 – พ.ย. 48
การตรวจจับทางแสงรวมถึงการวิเคราะห์ผลหาข้อผิดพลาด
และการปรับปรุงอุปกรณ์และระบบให้มีข้อผิดพลาดน้อยที่สุด
4. การปรับปรุงรูปร่างลักษณะภายนอกและตรวจสอบขั้นสุดท้าย ธ.ค. 48
5. การวิเคราะห์และการนำไปประยุกต์ใช้ในขั้นสูงต่อไป ม.ค. 49

1.5 ผลที่คาดว่าจะได้รับ

1. ทำให้ทราบถึงกระบวนการและหลักการต่างๆ ทางแสง รวมถึงระบบการตรวจจับทางแสง
2. บุกเบิกการผลิตอุปกรณ์การเลื่อนกราดโดยกระจกแบบ โพลิกอน เพื่อลดการสั่งซื้อและนำเข้าจากต่างประเทศ ทำให้เป็นการลดค่าใช้จ่ายและเป็นการใช้ผลิตภัณฑ์ที่ผลิตขึ้นภายในประเทศ
3. สร้างแนวทางนำไปสู่การพัฒนาในระดับสูง ทั้งในทางด้านวิทยาศาสตร์ อุตสาหกรรมการทหารและทางด้านอื่นๆ โดยใช้ของที่มีราคาถูกลงและมีประสิทธิภาพ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 2

ทฤษฎีและหลักการ

2.1 ประเภทของคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า

ก่อนศตวรรษที่ 17 การศึกษาเรื่องแสงเชื่อกันว่า แสงเป็นอนุภาคที่ถูกส่งออกมาจากต้นกำเนิดแสง แสงสามารถผ่านทะลุวัตถุโปร่งใสและสะท้อนจากผิวของวัตถุทึบแสงได้ เมื่ออนุภาคเหล่านี้ผ่านเข้าสู่ตาจะทำให้เกิดความรู้สึกในการมองเห็น

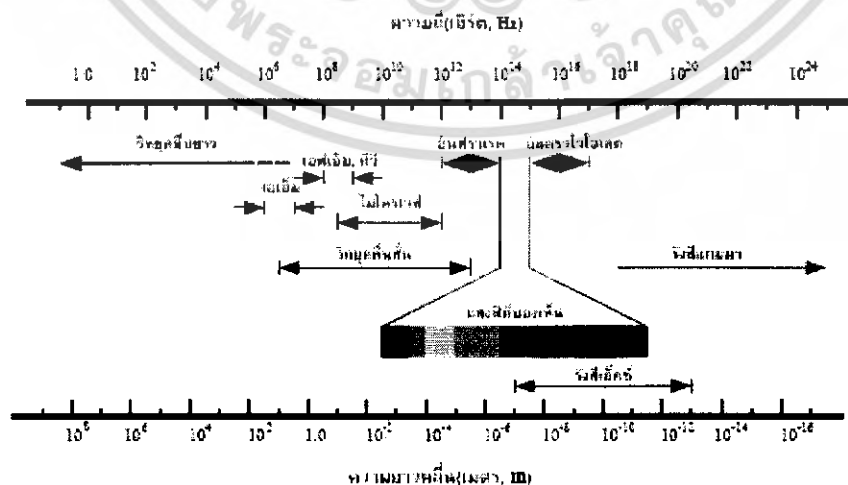
นิวตัน (Newton) ได้เสนอทฤษฎีอนุภาคของแสง (particle theory) ซึ่งสามารถนำไปใช้อธิบายปรากฏการณ์สะท้อนและการหักเหของแสง

ฮอยเกนส์ (Christian Huygens) ได้เสนอทฤษฎีเกี่ยวกับคลื่นแสง (Waves Theory) กล่าวว่าแสงเป็นคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า และเดินทางในลักษณะของคลื่น นอกจากนี้ยังได้แสดงให้เห็นว่า กฎการสะท้อน และการหักเหสามารถอธิบายได้โดยใช้ทฤษฎีคลื่นแสง

ทอมัส ยัง (Thomas Young) ได้ค้นพบปรากฏการณ์การแทรกสอดของแสง

เฟรเดอริค (Augustin Fresnel) ได้ทำการทดลอง เกี่ยวกับการ แทรกสอด และการเลี้ยวเบนของแสง

แสงช่วงที่ตาสามารถมองเห็นมีค่าอยู่ระหว่าง 400 – 700 นาโนเมตร หรือมีความถี่อยู่ในช่วง $4.3-7.5 \times 10^{14}$ เฮิรตซ์ โดยแสงสีม่วงซึ่งมีความยาวคลื่นน้อยที่สุด หรือ ความถี่สูงสุด ส่วนแสงสีอื่น ๆ ให้สเปกตรัมของแสงในช่วงนี้ก็มีความยาวคลื่นสูงขึ้นตามลำดับ จนถึงแสงสีแดงที่มีความยาวคลื่นมากที่สุดหรือมีความถี่ต่ำที่สุด ดังรูปที่ 2.1



รูปที่ 2.1 แสดงคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าช่วงที่ตามองเห็น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

แสงอินฟราเรด (Infrared)

แสงอินฟราเรด คือแสงที่มีความยาวคลื่นต่ำกว่าแสงสีแดงลงไป ดังนั้นจึงไม่สามารถมองเห็นได้ด้วยสายตา ของมนุษย์ ซึ่งคุณสมบัตินี้เอง จึงทำให้ เซ็นเซอร์ชนิดที่ใช้แสงอินฟราเรด เป็นที่นิยมนำมาใช้กันมาก โดยจะอาศัยหลักการของการสะท้อนของแสง กล่าวคือ ใช้อุปกรณ์ส่งแสง เป็นแหล่งกำเนิด ปล่อยแสงออกไป และเมื่อแสงกระทบกับวัตถุด้านหน้า มันก็จะสะท้อนแสงกลับมา เข้าที่ตัวรับแสง ส่วนอัตราของการสะท้อนกลับนั้น ขึ้นอยู่กับสี และสภาพความมัน ของวัตถุที่สะท้อน เช่น สีดำ จะมีอัตราการสะท้อนกลับ น้อยกว่าสีขาว หรือสภาพพื้นผิวที่มีความราบเรียบ เป็นมันวาว จะสามารถสะท้อนแสงได้ดีกว่า พื้นผิวที่มีลักษณะด้าน และขรุขระ เป็นต้น

รังสีอินฟราเรด

คลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าที่มีความถี่อยู่ในช่วง $0.003 - 4 \times 10^{14}$ เฮิร์ตซ์ หรือความยาวคลื่น 1 mm - 750 nm เรียกว่า รังสีอินฟราเรด หรือเรียกอีกอย่างหนึ่งว่า คลื่นความถี่สั้น (Millimeter waves) ซึ่งจะมีย่านความถี่คาบเกี่ยวกับย่านความถี่ของคลื่นไมโครเวฟอยู่บ้าง วัตถุร้อนจะแผ่รังสีอินฟราเรดออกมา ประชาชนสัมผัสทางผิวหนังของมนุษย์สามารถรับรังสีอินฟราเรดได้ รังสีอินฟราเรด สามารถอธิบายได้ดังนี้

- เป็นคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าที่มีความถี่อยู่ในช่วงแสงที่ตามองไม่เห็น
- ถ้าแสงอินฟราเรดเดินทางเป็นเส้นตรง ไม่สามารถผ่านวัตถุทึบแสงและสามารถสะท้อนแสงในวัสดุผิวเรียบได้เหมือนกับแสงทั่วไป
- ใช้มากในการสื่อสารระยะใกล้ เช่น รีโมทคอนโทรลของเครื่องรับโทรทัศน์
- ปัจจุบันถูกพัฒนาใช้ในการสื่อสารไร้สาย สำหรับเครือข่ายเฉพาะบริเวณ
- เมื่อใช้ในการสื่อสารข้อมูลในเครือข่ายสามารถส่งสัญญาณได้ในระยะ 30-80 ฟุต หรือ 10-30 เมตร
- เป็นสื่อที่มีช่องสัญญาณกว้างพอประมาณในระดับสูงเมื่อเปรียบเทียบกับสายยูทีพี
- อุปกรณ์คอมพิวเตอร์ที่มีช่องสื่อสารอินฟราเรด เรียกว่า IrDa (Infrared Data Association) สามารถส่งงานระยะใกล้ได้ประมาณ 1 - 5 เมตร
- เป็นระบบสำหรับควบคุมการทำงานของอุปกรณ์ต่าง ๆ จากระยะไกล โดยรังสีอินฟราเรดจะเป็นตัวนำคำสั่งจากเครื่องควบคุมไปยังเครื่องรับ

คุณสมบัติเด่นของ Infrared

- คลื่นสั้น ทางเดินของแสงเป็นแนวตรง
- ราคาถูก
- สามารถหาซื้อได้ง่าย
- ปลอดภัยต่อการดักสัญญาณ
- ไม่สามารถทะลุผ่านวัตถุ ทำให้สามารถติดตั้ง Infrared ในห้องทำงานติดกันได้

ตัวอย่างอุปกรณ์ที่ใช้ Infrared

1. Remote Control ของโทรทัศน์
2. โทรศัพท์มือถือ
3. PDA, Palm
4. คอมพิวเตอร์โน้ตบุ๊ก
5. เครื่องคอมพิวเตอร์มือถือ (Hand held) หรือเครื่องขนาดฝ่ามือ (palmtop)
6. เครื่องพิมพ์แบบเลเซอร์สำหรับสำนักงานบางรุ่น
7. เครื่องเลเซอร์ในการรักษาโรค
8. กล้องส่องทางไกล

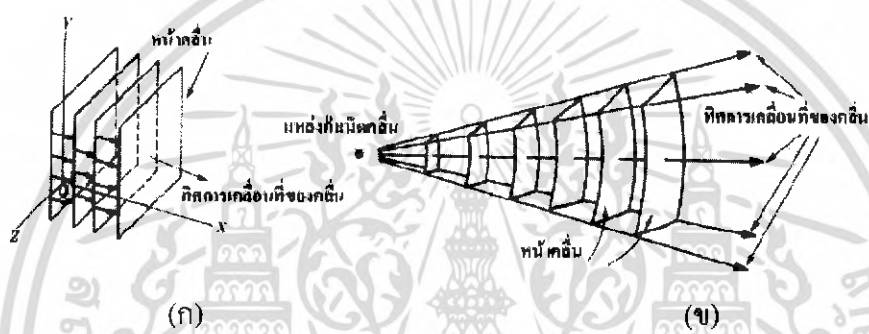
2.2 การสะท้อนของแสง

ธรรมชาติการสะท้อนของแสง แสงเป็นคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าประเภทหนึ่ง สามารถเคลื่อนที่ผ่านสุญญากาศได้ด้วยความเร็วเท่ากับคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าอื่น คือ 3×10^8 เมตร/วินาที และมีสมบัติเหมือนกับคลื่นตามขวาง คือมีการสะท้อน (reflection) การหักเห (refraction) การเลี้ยวเบน (diffraction) การแทรกสอด (interference) และโพลาไรเซชัน (polarization)

ในความคิดของนักวิทยาศาสตร์ปัจจุบัน เชื่อว่าแสงมีสมบัติเป็นได้ทั้งคลื่นและอนุภาคแสง ประพจน์ตัวเป็นคลื่นพบได้ในปรากฏการณ์การแทรกสอดของยัง (Young) ทฤษฎีหน้าคลื่นของฮอยเกนส์ใช้อธิบายการสะท้อนและการหักเห สมบัติความเป็นคลื่นของแสงใช้อธิบายการทดลองการเลี้ยวเบนของเฟรสเนล (Fresnel) แต่สมบัติความเป็นคลื่นไม่สามารถนำไปใช้อธิบายการเกิดอิเล็กตรอนอิสระบนผิวโลหะเมื่อแสงตกกระทบ ไม่สามารถอธิบายปรากฏการณ์คอมป์ตันและไม่สามารถอธิบายการแผ่รังสีของวัตถุดำได้ครบสมบูรณ์ ปรากฏการณ์เหล่านี้ต้องใช้สมบัติความเป็นอนุภาคของแสงอธิบายโดยตั้งสมมติฐานว่าแสงเป็นอนุภาคไร้มวล เรียกว่า โฟตอน พลังงานของ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

โฟตอน 1 ตัวมีค่าเท่ากับ h_f เมื่อ h คือค่าคงที่ของพลังค์ (Planck's constant) มีค่าเท่ากับ 6.63×10^{-34} จูลต่อวินาที และ f เป็นความถี่ของแสง สมมติฐานที่ให้แสงเป็นอนุภาคสามารถอธิบายปรากฏการณ์ต่าง ๆ ที่กล่าวมาได้ทั้งหมด ในบทนี้จะกล่าวถึงเฉพาะสมบัติความเป็นคลื่นของแสง คลื่นแสงขบวนหนึ่ง ๆ เราสามารถแทนด้วยเส้นตรงในแนวทิศการเคลื่อนที่ เรียกเส้นนี้ว่ารังสี (ray) ของแสง รังสีของแสงจะตั้งฉากกับหน้าคลื่น (wave front) ของแสง การหาหน้าคลื่นใหม่ของแสงสามารถทำได้โดยวิธีทางเรขาคณิต เรียกว่า หลักของฮอยเกนส์ (Huygens's principle) กล่าวได้ว่าทุกๆ จุดบนหน้าคลื่นถือว่าเป็นต้นกำเนิดคลื่นทุติยภูมิ (secondary wave) ที่แผ่ออกไปด้วยความเร็วเท่าเดิมในตัวกลางเดิม เส้นสัมผัสที่ลากผ่านตำแหน่งเหล่านี้เป็นหน้าคลื่นใหม่



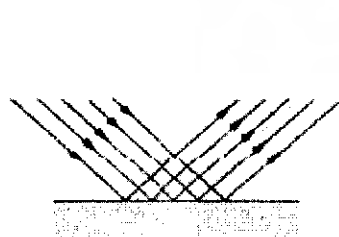
รูปที่ 2.2 (ก) การสร้างหน้าคลื่นใหม่ของคลื่นระนาบ

(ข) การสร้างหน้าคลื่นใหม่ของคลื่นแบบทรงกลม

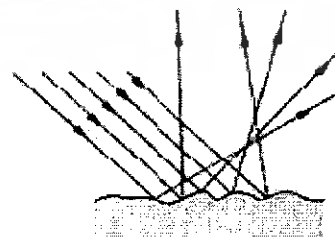
เมื่อแสงเดินทางจากตัวกลางหนึ่งตกกระทบกับผิวของอีกตัวกลางหนึ่ง แสงจะเกิดการสะท้อนขึ้นกลับในตัวกลางเดิม โดยแสงที่สะท้อนออกมาจะเปลี่ยนแปลงตามพื้นผิว โดยถ้าพื้นผิวเรียบแสงสะท้อนจะเป็นระเบียบ แต่ถ้าผิวขรุขระ แสงสะท้อนจะกระจัดกระจายไม่เป็นระเบียบ ดังรูป

แสงสะท้อนเป็นระเบียบ

แสงสะท้อนไม่เป็นระเบียบ



ผิวเรียบ



ผิวขรุขระ

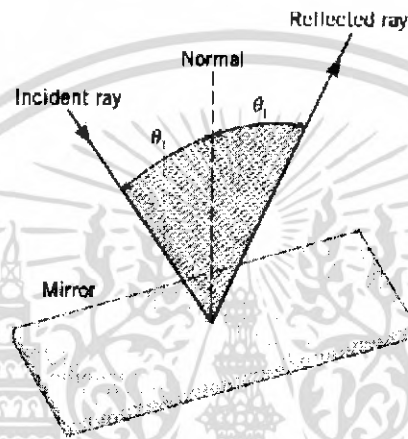
รูปที่ 2.3 แสดงการสะท้อนของแสง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.3 กฎการสะท้อนของแสง (Law of Reflection)

มุมตกกระทบคือมุมที่รังสีตกกระทบ (Incident ray) ทำกับเส้นปกติ (Normal) ของผิวสะท้อน และมุมสะท้อน (Reflected ray) คือมุมที่รังสีสะท้อนทำกับเส้นปกติ เมื่อการสะท้อนของแสงที่มีระเบียบจะได้

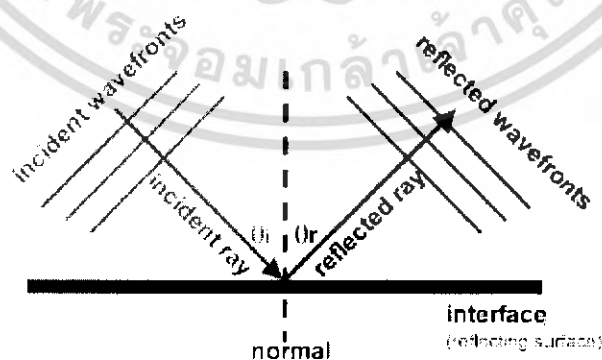
1. มุมตกกระทบมีค่าเท่ากับมุมสะท้อน ($\theta_i = \theta_r$)
2. รังสีตกกระทบ รังสีสะท้อนและเส้นปกติ จะอยู่ในระนาบเดียวกัน



รูปที่ 2.4 แสดงการสะท้อนของแสงบนกระจกราบ

เมื่อฉายแสงลงบนผิวราบเรียบ เช่น กระจกเงา แสงที่สะท้อนออกมาจะเป็นไปตามกฎการสะท้อนของแสง จะได้

$$\begin{aligned} \text{มุมตกกระทบ} &= \text{มุมสะท้อน} \\ \theta_i &= \theta_r \end{aligned}$$



รูปที่ 2.5 กฎการสะท้อนของแสง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.4 ทฤษฎีอินฟราเรดรีโมทคอนโทรล

การดำรงชีวิตของเรานั้น ต้องการสิ่งอำนวยความสะดวกในรูปแบบของเครื่องใช้ไฟฟ้าอันทันสมัยมากมาย ซึ่งการควบคุมเครื่องใช้ไฟฟ้าเหล่านี้นิยมใช้รีโมทคอนโทรล เนื่องจากการใช้งานง่าย เครื่องส่งใช้กำลังไฟน้อยและราคาไม่แพงเกินไป

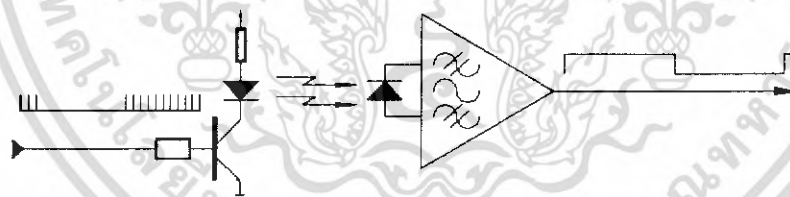
แสงอินฟราเรด หมายถึง แสงที่มีความยาวคลื่น 950 nm. เป็นแสงปกติที่มีสีเฉพาะเจาะจง และสายตามนุษย์ไม่สามารถมองเห็นได้

อินฟราเรดรีโมทคอนโทรล หมายถึง การควบคุมอุปกรณ์ระยะไกล ในระยะที่มองเห็น โดยใช้ลำแสงอินฟราเรด สาเหตุที่ใช้อินฟราเรดสำหรับทำรีโมทคอนโทรล คือ ไม่สามารถมองเห็นลำแสงขณะใช้งาน อีกทั้งอินฟราเรดมีราคาถูกและทำได้ง่าย

ปัจจุบันอินฟราเรดรีโมทคอนโทรล ซึ่งทำหน้าที่เหมือนแขนขาของมนุษย์ จึงทำให้เป็นที่ใช้กันอย่างแพร่หลาย และเริ่มเป็นสิ่งจำเป็นควบคู่กับเครื่องใช้ไฟฟ้าในปัจจุบัน

2.4.1 การมอดูเลต (Modulation)

การมอดูเลต คือการนำสัญญาณจะไปบนสัญญาณรบกวน (Noise) โดยการมอดูเลตจะใช้ความถี่เฉพาะที่เกิดจากแสงของอินฟราเรด ปลายอินฟราเรดด้านรับ จะต้องปรับให้มีความถี่ตรงกัน ดังนั้นจึงมีความสามารถที่จะไม่รับค่าความถี่อื่นๆ ให้มารบกวนได้



รูปที่ 2.6 การมอดูเลตและการตรวจจับสัญญาณ (Detects) อินฟราเรด

การติดต่อสื่อสารของมนุษย์โดยทั่วๆ ไปมี 2 ประเภทคือ คำพูด การไม่ใช้คำพูด แต่ในทางการสื่อสารคมนาคม จะมีลักษณะเป็น “mark” และ “space” โดย “space” คือสัญญาณปกติ มีสถานการณ์ส่งปิด ซึ่งไม่มีการส่งสัญญาณแสงอินฟราเรดในสถานะนี้ และ “mark” เป็นสถานะการส่งสัญญาณแสงอินฟราเรด โดยส่งเป็นพัลส์ “on” และ “off” ตามความถี่เฉพาะนั้นๆ โดยทั่วไปของผู้ผลิตจะใช้ความถี่ 30kHz และ 60 kHz

ทางด้านรับ “space” แสดงว่าเอาท์พุทเป็น High level และ “mark” แสดงว่าเอาท์พุทเป็น Low level แต่จำไว้ว่า “mark” และ “space” ไม่ใช่ 1 และ 0 ที่ต้องการส่ง แต่ความสัมพันธ์จริงๆ ระหว่าง 1 และ 0 ถูกกำหนดโดยโปรโตคอลที่เราใช้

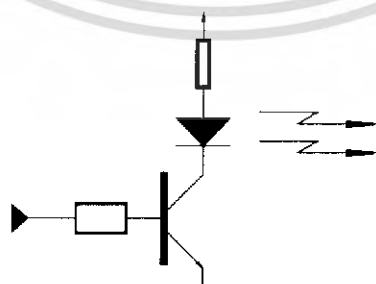
2.4.2 ตัวส่งสัญญาณ (Transmitter)

โดยปกติตัวส่งจะใช้พลังงานแบตเตอรี่ ซึ่งมีกำลังไม่สูงมากนัก แต่สัญญาณอินฟราเรดก็มีความเข้มเพียงพอที่จะส่งเป็นระยะทางที่สามารถตรวจจับได้ของอุปกรณ์นั้นๆ โดยมีความทนทานต่อการสั่นสะเทือนได้เป็นอย่างดี

ชิป (Chip) หลายตัวได้ถูกออกแบบมาใช้เป็นตัวส่งสัญญาณอินฟราเรด ชิปรุ่นเก่าใช้โปรโตคอลเพียงตัวเดียวจากหลายโปรโตคอลที่มี ในปัจจุบันไมโครคอนโทรลเลอร์ มีกำลังต่ำมากๆ ได้ถูกนำมาใช้เป็นตัวส่งสัญญาณอินฟราเรด เพราะมีความยืดหยุ่นในการใช้งานสูง ซึ่งเมื่อไม่มีการกดปุ่ม กำลังงานจะน้อยมากๆ แทบจะไม่มีกระแสเลยแต่เครื่องจะทำงานเมื่อมีการกดปุ่มเกิดขึ้นเท่านั้น

ผลึก Crystals นานๆ ครั้งจึงถูกใช้งาน ซึ่งมีความบอบบางมากๆ และหยุดการทำงานได้ง่ายเมื่อเครื่องหยุดการใช้งาน ดังนั้นแบบเซรามิกส์จึงมีความเหมาะสมมากกว่า เพราะโดยทางกายภาพแล้วมีความทนทานต่อการสั่นสะเทือนสูง

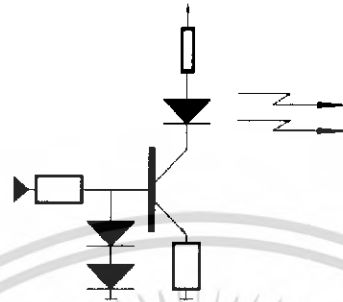
กระแสที่ไหลผ่าน LED สามารถเปลี่ยนแปลงจาก 100 mA ถึงมากกว่า 1 A เพื่อที่จะส่งสัญญาณไปควบคุมได้ในระยะทางไกลๆ กระแสของ LED ต้องสูง แต่ต้องแลกกันระหว่างตัว LED อายุการใช้งานของแบตเตอรี่ กับระยะทางสูงสุดในการควบคุม กระแสของ LED สามารถทำให้สูงได้เพราะตัวขับพัลส์ของ LED สั้นมากๆ กำลังงานเฉลี่ยของ LED ไม่ควรเกินค่าสูงสุดที่ผ่านได้ ซึ่งเห็นได้จากกระแสสูงสุดของ LED ไม่ได้สูงเกินไป โดยค่าต่างๆ เหล่านี้สามารถดูได้จากคุณสมบัติของ LED



รูปที่ 2.7 วงจรส่งสัญญาณ LED

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

วงจรโดยทั่วไปของทรานซิสเตอร์ สามารถใช้เป็นตัวส่ง LED ได้ ทรานซิสเตอร์ซึ่งมีคุณสมบัติ h_{fe} และความเร็วของสวิตช์จึงสามารถใช้ได้ตามจุดประสงค์นี้ โดยค่าความต้านทานหาได้โดยใช้กฎของโอห์มและค่าแรงดันตกคร่อมต่ำสุดที่อินฟราเรด LED ประมาณ 1.1 V

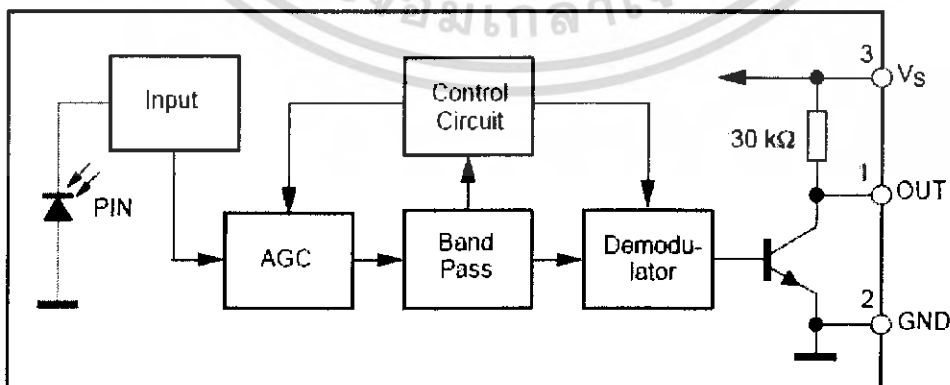


รูปที่ 2.8 วงจรส่งสัญญาณ LED

จากวงจรรูปที่ 2.7 มีข้อเสียคือมีแรงดันตกคร่อมแบตเตอรี่ ทำให้กระแสที่ผ่าน LED ลดลง ทำให้ระยะทางในการควบคุมต่ำลง แก้ไขโดยการนำเอาไดโอด 2 ตัวมาต่ออนุกรมกัน ดังรูปที่ 2.8 ทำให้จำกัดจำนวนพัลส์ที่ขาเบส (base) ของทรานซิสเตอร์ที่ 1.2 V. แรงดันตกคร่อมที่ V_{be} (base-emitter voltage) เท่ากับ 0.6 V. ผลคือทำให้ขาอิมิตเตอร์ (Emitter) มีแอมพลิจูด (amplitude) คงที่ 0.6 V. ผ่านรีซิสเตอร์ (resistor) ค่าคงที่ ผลที่ได้คือพัลส์ที่แมกนิจูด (magnitude) คงที่และค่ากระแสที่ผ่าน LED หาได้จากกฎของโอห์ม

2.4.3 ตัวรับสัญญาณ (Receiver)

วงจรเครื่องรับมีมากมาย แตกต่างกันไป แต่กฎเกณฑ์ในการเลือกที่สำคัญที่สุดคือความถี่ที่ใช้ในการมอดูเลตและความต้องการในการนำไปใช้ประโยชน์นั้นๆ



รูปที่ 2.9 Block Diagram ของภาครับสัญญาณอินฟราเรด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เมื่อรับสัญญาณอินฟราเรด โดยมีอินฟราเรดไดโอดเป็นตัวตรวจจับ (detect) สัญญาณและ
 ในส่วนของตัวรับเองนั้นจะมีส่วนของวงจร AGC เพื่อให้ระดับพัลส์คงที่โดยไม่คำนึงถึงระยะทาง

สัญญาณ AC จะถูกส่งผ่านวงจร Band Pass Filter และวงจรจะปรับความถี่ในการมอดูเลต
 โดยทั่วไปความถี่ที่ผู้ผลิตใช้กันคือ 30 kHz และ 60 kHz ขึ้นตอนต่อมาคือ detector, integrator และ
 comparator จุดประสงค์ของ 3 ขึ้นตอนนี้ คือต้องการตรวจจับความถี่ของการมอดูเลต ถ้าความถี่
 มอดูเลตนี้เอากลับที่เอาที่พหุของ comparator จะมีความถี่ต่ำ

จากที่กล่าวข้างต้น ทุกบล็อกรวมจะถูกรวมเอาไว้ที่อุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ เพียงตัวเดียว
 เนื่องจากมีโรงงานผลิตอุปกรณ์ชนิดนี้มากมาย แตกต่างกันไปจะมีหลายเบอร์โดยมีการปรับความถี่
 มอดูเลตที่เฉพาะเจาะจง



รูปที่ 2.10 แสดงอุปกรณ์ตรวจจับสัญญาณ

2.5 กลไกการเปล่งแสงของเลเซอร์ไดโอด

โครงสร้างพื้นฐานของเลเซอร์ไดโอดคือ รอยต่อพีเอ็นของสารกึ่งตัวนำที่มีช่องว่างพลังงาน
 แบบตรง (Direct Band Gap) ซึ่งจะมีสารเจือปนชนิดเอ็นและสารเจือปนชนิดพี ลักษณะของ
 แถบพลังงานแสดงได้ดังรูปที่ 2.11



(ก)

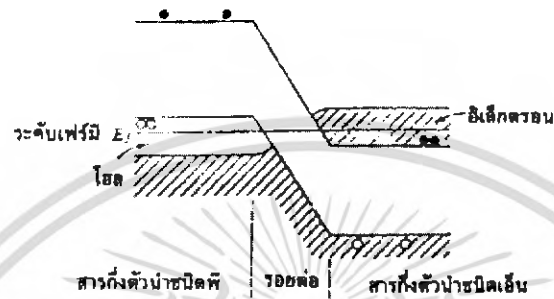
(ข)

รูปที่ 2.11 (ก) แถบพลังงานของสารกึ่งตัวนำชนิดเอ็น

(ข) แถบพลังงานของสารกึ่งตัวนำชนิดพี

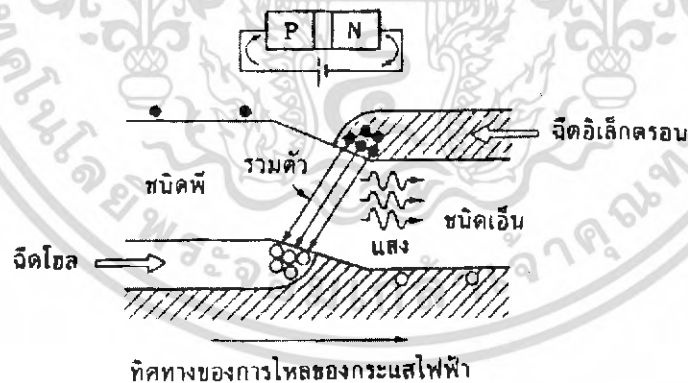
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
 ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เนื่องจากการโคปสารเจือปนนั้นจะโคปมาก ดังนั้นระดับพลังงานเฟอร์มิจึงล้าเข้าไปในแถบวาเลนซ์สำหรับชนิดพี และเข้าไปในแถบคอนดักชันสำหรับชนิดเอ็น เรียกสารกึ่งตัวนำที่โคปมากเช่นนี้ว่า ดีเจเนอเรต (Degenerated Semiconductor) เมื่อสารกึ่งตัวนำทั้งสองชนิดมาสร้างรอยต่อพี-เอ็นแบบโคโอดจะได้แถบพลังงานดังรูปที่ 2.12



รูปที่ 2.12 รอยต่อพีเอ็นที่โคปสารเจือปนด้วยความเข้มข้นสูง

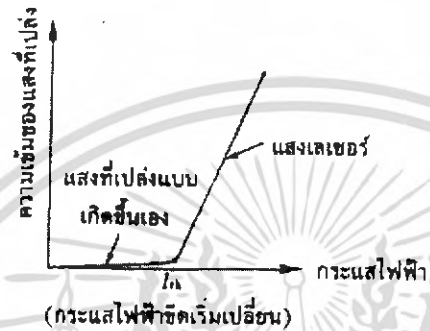
ในการกระตุ้นพาหะเพื่อให้เกิดเลเซอร์นั้น จะใช้วิธีฉีดกระแสไฟฟ้าจากภายนอกให้ไหลเข้าสู่รอยต่อพีเอ็น โดยป้อนแรงดันไฟฟ้าแบบไบแอสตรง (Forward Bias) นั่นคือป้อนแรงดันไฟฟ้าบวกเข้าด้านพี และป้อนแรงดันไฟฟ้าลบเข้าด้านเอ็น จะทำให้แถบพลังงานเปลี่ยนรูป ดังแสดงได้ดังรูปที่ 2.13



รูปที่ 2.13 รอยต่อพีเอ็นที่เกิดแสงเลเซอร์ในเลเซอร์โคโอด

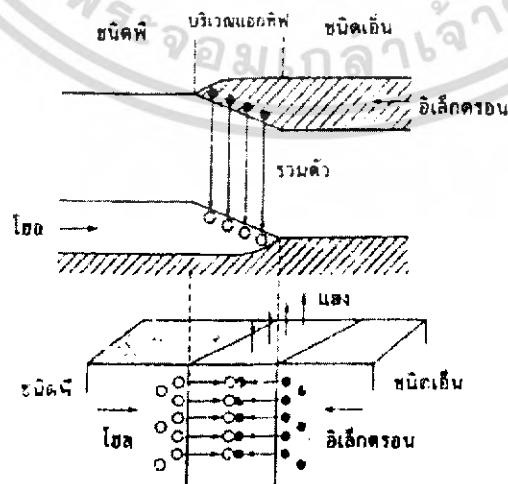
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

อิเล็กตรอนจะไหลจากด้านเอ็นเข้าสู่รอยต่อและโฮลจะไหลจากด้านพีเข้าสู่รอยต่อ ที่บริเวณของรอยต่อจะมีคู่ของอิเล็กตรอนและโฮลเกิดขึ้นจำนวนมาก เมื่ออิเล็กตรอนและโฮลรวมตัวกัน (Recombine) จะเกิดการเปล่งแสงออกมาโดยพลังงานโฟตอนจะมีค่าเท่ากับช่องว่างพลังงานของรอยต่อ $E = h\nu$ หลักการเปล่งแสงเช่นนี้คล้ายกับกรณีของไดโอดเปล่งแสง (LED : Light Emitting Diode) แต่การทำให้เกิดเลเซอร์นั้นจะต้องฉีดกระแสให้มากเป็นพิเศษ ดังแสดงในรูปที่ 2.14



รูปที่ 2.14 ความสัมพันธ์ของการฉีดกระแสเพื่อจะทำให้เกิดเลเซอร์

ถ้ากระแสมีค่าน้อยการเปล่งแสงจะเป็นแบบเกิดขึ้นเอง (Spontaneous Emission) และเมื่อเพิ่มกระแสให้สูงกว่าการเสด็จเริ่ม (Threshold Current : I_{th}) จะเกิดประชากรผกผัน (Population Inversion) กล่าวคือ ถ้าจำนวนคู่ของอิเล็กตรอนและโฮลมีค่ามากกว่าค่าๆ หนึ่งแล้ว ก็จะทำให้เกิดการรวมตัวของอิเล็กตรอนและโฮล และเกิดการเปล่งแสงแบบถูกกระตุ้น (Stimulated Emission) โดยที่ข้างภายนอกของรอยต่อพีเอ็นจะถูกออกแบบให้เป็นผิวมันแบบกระจก ซึ่งทำหน้าที่เป็นตัวสะท้อนโพรงเรโซเนเตอร์ (Optical Resonator) แสงที่สะท้อนกลับไปมาภายในเรโซเนเตอร์นี้จะกลายเป็นแสงเลเซอร์วิ่งสู่ภายนอกในที่สุด ดังแสดงในรูปที่ 2.15



รูปที่ 2.15 กลไกการเปล่งแสงเลเซอร์ในเลเซอร์ไดโอด

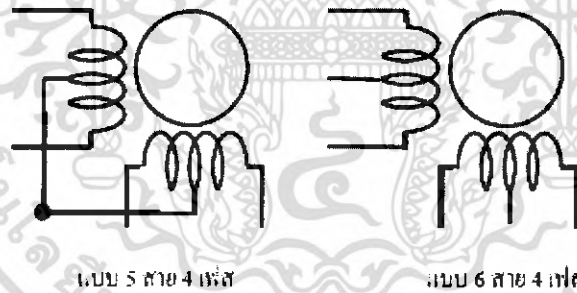
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เมื่อเกิดการเปล่งแสงแบบฉุกกระตุ้น กระแสไฟฟ้าจะไหลเพิ่มอย่างรวดเร็ว เรียก กระแสไฟฟ้าที่เริ่มทำให้เกิดการเปล่งแสงแบบฉุกกระตุ้นนี้ว่า กระแสไฟฟ้าขีดเริ่ม (Threshold Current : I_{th}) ในยุคแรกๆ โครงสร้างของเลเซอร์ไดโอดเป็นรอยต่อพีเอ็นของวัสดุที่มีช่องว่างพลังงานเท่ากันซึ่งเรียกว่ารอยต่อแบบโฮโมจังก์ชัน (Homojunction) ซึ่งมีข้อเสียว่าพาหะที่ถูกฉีดเข้าไปนั้นบางตัวแทนที่จะรวมตัวกันแต่จะวิ่งแพร่กระจายไปทั่ว ทำให้ประสิทธิภาพของเลเซอร์มีค่าต่ำ และต้องใช้วิธีการฉีดกระแสไฟฟ้าแบบพัลส์

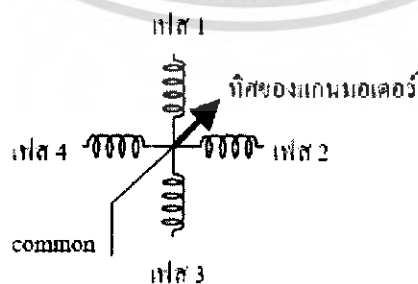
2.6 สเตปปีงมอเตอร์(Stepping motor)

ในมอเตอร์ไฟตรงและไฟสลับหากมีความต้องการที่จะควบคุมตำแหน่งของการหมุน เช่น จะหมุนไป 18 องศาแล้วหยุด จะต้องมีการตรวจนับตำแหน่งเพิ่มเติมเข้ามา แต่มีมอเตอร์อีกประเภทหนึ่งที่สามารถควบคุมตำแหน่งของการหมุนได้ นั่นคือสเตปปีงมอเตอร์(Stepping motor)

สเตปมอเตอร์ที่นิยมใช้อย่างแพร่หลายมากที่สุด และหาได้ง่ายคือ สเตปปีงมอเตอร์แบบยูนิโพลาร์ (Uni-polar stepping motor) มีลักษณะการพันขดลวดของมอเตอร์แสดงในรูปที่ 2.16



รูปที่ 2.16 ลักษณะการพันขดลวดของสเตปปีงมอเตอร์แบบยูนิโพลาร์



รูปที่ 2.17 การวางของขดลวดแต่ละเฟสของสเตปปีงมอเตอร์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สเตปป์มอเตอร์แบบยูนิโพลาร์นี้มีการพันขดลวด 2 ขดบนแต่ละขั้วแม่เหล็กของ สเตเตอร์ แต่ละขดแบ่งเป็น 2 เฟส รวมมอเตอร์ทั้งตัวจะมี 4 เฟสคือ เฟส 1,2,3 และ 4 มีการต่อสาย ออกมาจากขดลวดแต่ละขดเพื่อจ่ายไฟเลี้ยง ทำให้สเตปป์มอเตอร์แบบนี้มีทั้งแบบ 5 สายและ 6 สาย ถ้าเป็นแบบ 5 สาย จะเป็นการนำสายไฟเลี้ยงของขดลวดทั้งสองมาต่อรวมกันเป็นสายเดียว

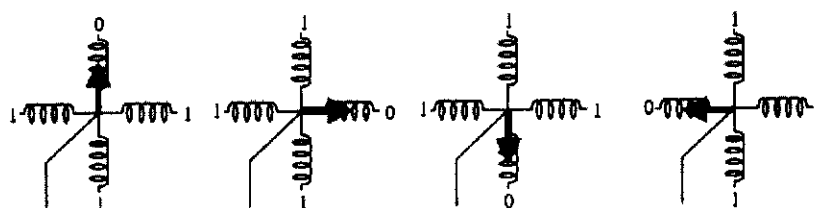
สเตปป์มอเตอร์เป็นมอเตอร์ที่ทำงานด้วยการป้อนพัลส์กระตุ้นให้มัน โดยใช้พัลส์หนึ่งลูก ต่อการเคลื่อนที่ไปหนึ่งสเตป ซึ่งความละเอียดหนึ่งสเตปจะเป็นกี่องศาขึ้นขึ้นอยู่กับวงจรมอเตอร์และโครงสร้างของสเตปป์มอเตอร์เอง โดยปกติแล้วสเตปป์มอเตอร์จะมีขนาดมุมเมื่อเคลื่อนที่ไปหนึ่งสเตปอยู่ 2 ขนาดคือ 1.8 องศาต่อสเตป และ 7.5 องศาต่อสเตป

การกระตุ้นและควบคุมการหมุนของมอเตอร์ให้เคลื่อนที่ไปแต่ละสเตปทำได้โดยจ่ายกำลัง ไฟฟ้าไปยังขดลวดที่ละขดบนสเตเตอร์ ซึ่งต้องป้อนเป็นรูปแบบที่ถูกต้องสามารถแบ่งได้เป็น 3 รูปแบบคือ แบบ 1 เฟส (one phase) หรือแบบฟูลสเตป (full step), แบบ 2 เฟส (two phase) และแบบครึ่งสเตป (half step)

แบบ 1 เฟส (one phase) หรือแบบฟูลสเตป (full step) เป็นการกระตุ้นที่มีรูปแบบง่ายที่สุด โดยทำการกระตุ้นขดลวดที่ละขดในหนึ่งเวลาไล่เรียงถัดกันไป เช่น เริ่มต้นที่ขดที่ 1,2,3,4 แล้ววน กลับมาขดที่ 1 วนไปเรื่อยๆ หรือเริ่มที่ขดที่ 1 แล้วย้อนไปยังขดที่ 4, 3, 2 แล้วกลับมายังขดที่ 1 อีก ครั้ง ซึ่งทำให้ทิศทางของการหมุนสวนกัน ในการกระตุ้นรูปแบบนี้จึงมีขดลวดเพียงขดเดียวในเวลา หนึ่งที่ถูกระตุ้นเท่านั้น ขั้นตอนการทำงานต่างๆ แสดงดังในตาราง 2.1

ตารางที่ 2.1 ลำดับการทำงานของขดลวดในแต่ละเฟสของมอเตอร์ เมื่อได้รับการกระตุ้นแบบ 1 เฟส

สเตปป์ที่	เฟสที่ 1	เฟสที่ 2	เฟสที่ 3	เฟสที่ 4
1	ทำงาน			
2		ทำงาน		
3			ทำงาน	
4				ทำงาน



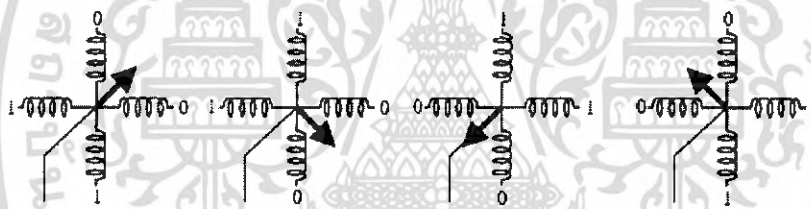
รูปที่ 2.18 การหมุนของแกนมอเตอร์เมื่อได้รับการกระตุ้นแบบ 1 เฟส

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

แบบ 2 เฟส (two phase) เป็นการกระตุ้นซึ่งคล้ายกับแบบหนึ่งเฟส แต่การกระตุ้นแบบนี้จะทำการกระตุ้นโดยจ่ายกำลังไฟฟ้าไปที่ขดลวด 2 ชุด ที่อยู่ใกล้กันในเวลาเดียวกัน และเรียงถัดกันไปเช่นเดียวกับแบบ 1 เฟส การกระตุ้นสเตปป์มอเตอร์แบบนี้สามารถเพิ่มแรงบิดมากกว่าแบบ 1 เฟส สำหรับข้อเสียคือการกระตุ้นแบบนี้ต้องใช้กำลังไฟฟ้ามากขึ้น ขั้นตอนการทำงานต่างๆ แสดงดังในตารางที่ 2.2

ตารางที่ 2.2 ลำดับการทำงานของขดลวดในแต่ละเฟสของมอเตอร์ เมื่อได้รับการกระตุ้นแบบ 2 เฟส

สเตปป์ที่	เฟสที่ 1	เฟสที่ 2	เฟสที่ 3	เฟสที่ 4
1	ทำงาน	ทำงาน		
2		ทำงาน	ทำงาน	
3			ทำงาน	ทำงาน
4	ทำงาน			ทำงาน

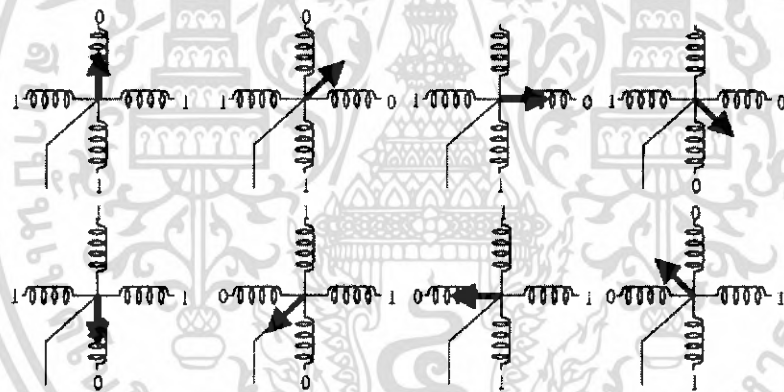


รูปที่ 2.19 การหมุนของแกนมอเตอร์เมื่อได้รับการกระตุ้นแบบ 2 เฟส

แบบครึ่งสเตปเป็นรูปแบบที่ผสมผสานระหว่างการกระตุ้นแบบ 1 เฟสและแบบ 2 เฟส เพื่อเพิ่มจำนวนของสเตปป์ต่อรอบอีกหนึ่งเท่าตัว แรงบิดที่ได้จากการกระตุ้นแบบนี้จะเพิ่มมากขึ้นอีก เพราะช่วงสเตปป์มีระยะสั้นลง แต่ละสเตปป์เกิดแรงดึงจากขดลวด 2 ชุดที่ถูกกระตุ้นพร้อมกัน ความถูกต้องของตำแหน่งมีเพิ่มมากขึ้น แต่ต้องพึงระวังไว้อีกประการหนึ่งว่า เมื่อกระตุ้นให้ทำงานในรูปแบบนี้จะต้องทำการหมุนถึง 2 สเตปป์ จึงจะได้เท่ากับระยะเท่ากับ 1 สเตปป์เต็มของการควบคุมใน 2 แบบแรก สำหรับแหล่งจ่ายกำลังไฟฟ้าต้องใช้ขนาดเท่ากับแบบ 2 เฟสเป็นอย่างน้อย จึงจะเพียงพอ ขั้นตอนการทำงานต่างๆ แสดงดังในตารางที่ 2.3

ตารางที่ 2.3 ลำดับการทำงานของขดลวดในแต่ละเฟสของมอเตอร์
เมื่อได้รับการกระตุ้นแบบครึ่งสเตป

สเตปที่	เฟสที่ 1	เฟสที่ 2	เฟสที่ 3	เฟสที่ 4
1	ทำงาน			
2	ทำงาน	ทำงาน		
3		ทำงาน		
4		ทำงาน	ทำงาน	
5			ทำงาน	
6			ทำงาน	ทำงาน
7				ทำงาน
8	ทำงาน			ทำงาน



รูปที่ 2.20 การหมุนของแกนมอเตอร์เมื่อได้รับการกระตุ้นแบบครึ่งสเตป

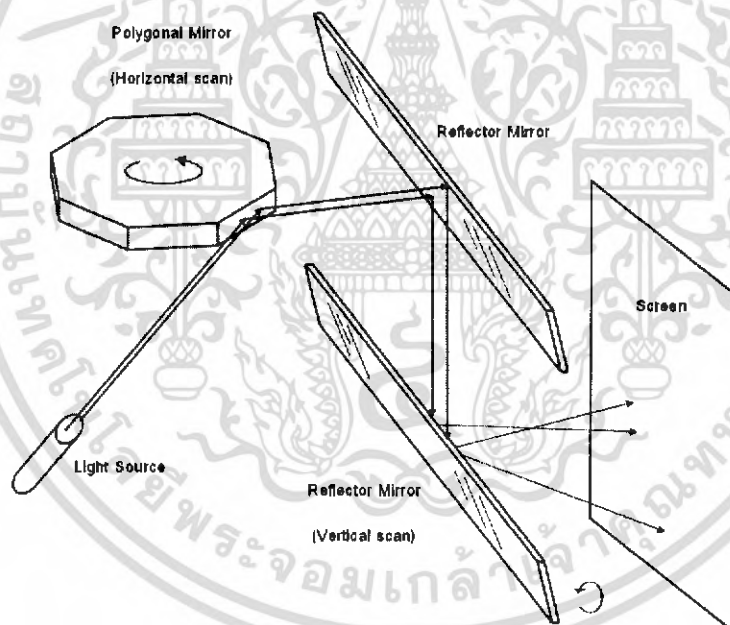
2.7 ชมิตทริกเกอร์ (Schmitt Trigger)

วงจรชมิตทริกเกอร์เป็นวงจรที่ให้เอาต์พุตเป็นลอจิก 0 หรือ 1 ขึ้นกับอินพุตของวงจรและขึ้นกับระดับแรงดันทางอินพุตด้วย หน้าที่สำคัญของวงจรมีคือใช้เป็นวงจรจัดรูปสัญญาณ เนื่องจากการทำงานในระบบดิจิตอลอาศัยระดับแรงดันที่แทนด้วย 1 และ 0 เป็นสำคัญ และการเปลี่ยนสถานะจะเกิดขึ้นอย่างรวดเร็ว แต่ในบางครั้งสัญญาณอาจมีการเปลี่ยนระดับช้าๆ เช่น สัญญาณรูปไซน์ (Sine wave) ถ้านำสัญญาณนี้ป้อนให้แก่ระบบดิจิตอลก็อาจเกิดความผิดพลาดได้ง่าย ดังนั้นจึงจำเป็นต้องมีการจัดรูปสัญญาณเสียใหม่ โดยทำให้การเปลี่ยนสถานะเกิดขึ้นอย่างรวดเร็ว

เมื่อแรงดันอินพุทมีค่าเพิ่มขึ้นแต่ยังต่ำกว่าระดับแรงดันที่เรียกว่า Upper Trip Level (UTL) วงจรชมิทริกเกอร์ก็จะยังคงให้เอาต์พุทเป็นลอจิก 0 แต่เมื่อแรงดันอินพุทสูงกว่า UTL จึงจะให้เอาต์พุทเป็นลอจิก 1 และเมื่อแรงดันอินพุทลดลงจนถึงค่าต่ำกว่าระดับแรงดันที่เรียกว่า Lower Trip Level (LTL) เท่านั้นจึงจะทำให้เอาต์พุทของวงจรเปลี่ยนเป็นลอจิก 0 โดยปกติ UTL จะมีค่าสูงกว่า LTL ความแตกต่างระหว่างค่า UTL และ LTL เรียกว่า Hysteresis มีค่าเป็น โวลต์

2.8 หลักการทำงานของเครื่อง

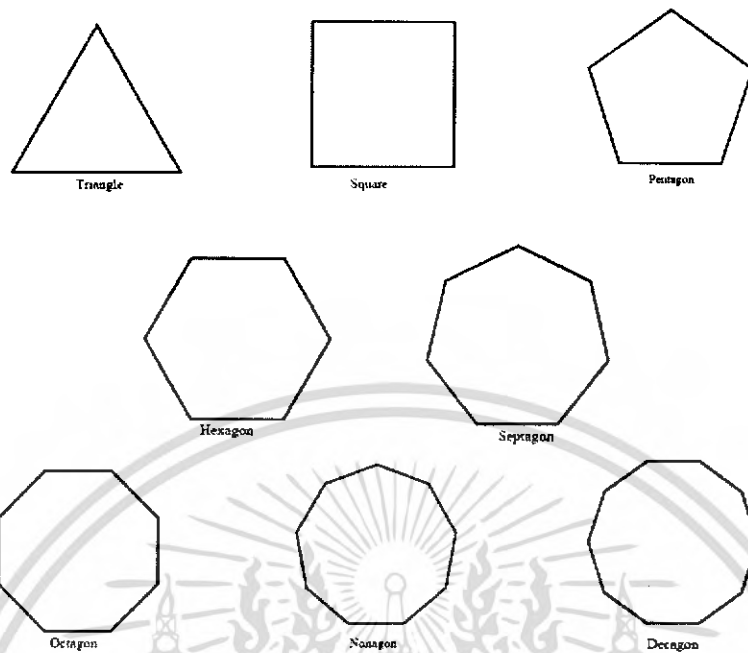
การพัฒนาาระบบเลื่อนกราดแบบ 2 มิติ ด้วยกระจกแบบโพลีกอนได้ใช้หลักการสะท้อนของแสงมาประยุกต์เข้าในระบบการทำงานของอุปกรณ์ โดยในระบบนี้จะทำระบบเลื่อนกราดแบบ 2 มิติ ในระนาบแกน x และ y โดยอาศัยการสะท้อนจากกระจกที่มีอัตราการหมุนที่คงที่ 2 ตำแหน่งคือที่ระบบการเลื่อนกราดตามแนวแกน x และเลื่อนกราดตามระนาบแกน y ดังรูปที่ 2.21



รูปที่ 2.21 แสดงการสะท้อนลำแสงจากกระจกในแนวแกน x และ y

ในระบบการเลื่อนกราดในระนาบแกน x ใช้การสะท้อนของลำแสงผ่านกระจกแบบหกหน้า หรือ Hexagon mirror ที่เป็นอุปกรณ์อะไหล่ภายในของเครื่อง Laser printer ทั้งนี้เนื่องจากเป็นกระจกที่มีการสะท้อนของแสงออกมาแล้วให้ลักษณะของลำแสงที่มีความต่อเนื่องมากพอสมควร เมื่อเทียบกับกระจกที่มีอื่นๆ อีกทั้งเป็นกระจกที่สามารถที่จะหาซื้อได้ง่าย ราคาพอเหมาะ และใช้กันแพร่หลายในระดับหนึ่ง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.22 แสดงลักษณะของกระจุกแบบต่างๆ

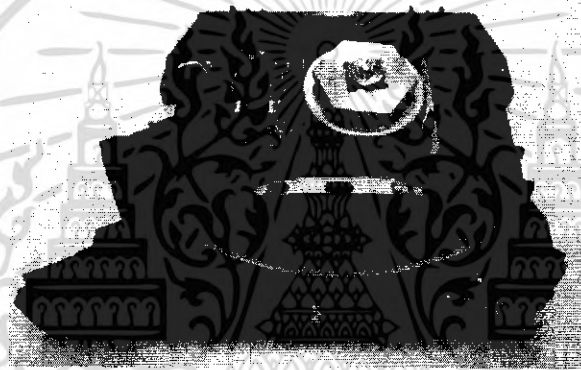
ส่วนในการเลื่อนกราดในแนวแกน y นั้นเราจะใช้การหมุนกระจุกที่มีลักษณะเป็นระนาบ ขาวติดอยู่กับแกนโลหะ โดยถูกควบคุมให้เกิดการหมุนจากตัวสเตปป์มอเตอร์อันถูกสั่งงานให้เกิด การหมุนมาจากไมโครคอนโทรลเลอร์อีกต่อหนึ่ง ลำแสงที่ตกกระทบบจะรับมาจากกระจุกเลื่อน กราดในแนวแกน x เมื่อแสงตกกระทบบจะมีการเลื่อนกราดในระนาบแกน y ขึ้น

บทที่ 3

ขั้นตอนการดำเนินการวิจัย

3.1 การทำงานของชุดอุปกรณ์อะไหล่ภายในของเครื่อง Laser printer

โครงงานนี้ได้เริ่มประดิษฐ์ขึ้นให้เป็นรูปร่างได้โดยเริ่มจากส่วนแรกคือ การจัดหาชุดกระจกแบบหกหน้า (Hexagon mirror) หรือโพลิกอนมิลเลอร์ อุปกรณ์ที่จัดหาได้เป็นชุดวงจรควบคุมการหมุนของโพลิกอนมิลเลอร์ ภายในระบบ Laser printer ซึ่งมีลักษณะ ดังรูปที่ 3.1



รูปที่ 3.1 ชุดวงจรควบคุมการหมุนของโพลิกอนมิลเลอร์ภายในระบบ Laser printer

เมื่อได้อุปกรณ์ชุดนี้มาจึงได้ทำการทดลองให้ชุดกระจกสามารถหมุนได้ จากการศึกษาแผงวงจรบนชุดอุปกรณ์พบว่า มีไอซี เบอร์ TA7259P ทำหน้าที่เป็น DC Motor driver และมีสภาพของวงจรที่มีส่วนของติดต่อกับไฟภายนอก เมื่อทำการไล่วงจรดูพบว่าสามารถที่จะทำให้ชุดกระจกหมุนได้ง่ายเพียงแค่จ่ายไฟให้กับชุดวงจรเท่านั้น ซึ่งความเร็วของการหมุนตัวกระจกจะแปรผันตามกับแรงดันไฟฟ้าที่จ่ายเข้าไป

3.2 ส่วนของแหล่งกำเนิดแสง

ขั้นตอนนี้ได้ใช้แหล่งกำเนิดแสงที่เป็นแสงอินฟราเรดซึ่งปรับปรุงมาจากแหล่งกำเนิดอินฟราเรดของรีโมทโทรทัศน์ โดยทำการนำแหล่งกำเนิดอินฟราเรดมาประกอบเข้ากับแผ่นวงจรและทำการ alignment ให้กับแสงที่จะเข้าไปสู่ตัวโพลิกอนมิลเลอร์ รูปที่ 3.2 และ รูปที่ 3.3 แสดงการประกอบแหล่งกำเนิดอินฟราเรดเข้ากับแผ่นวงจร

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



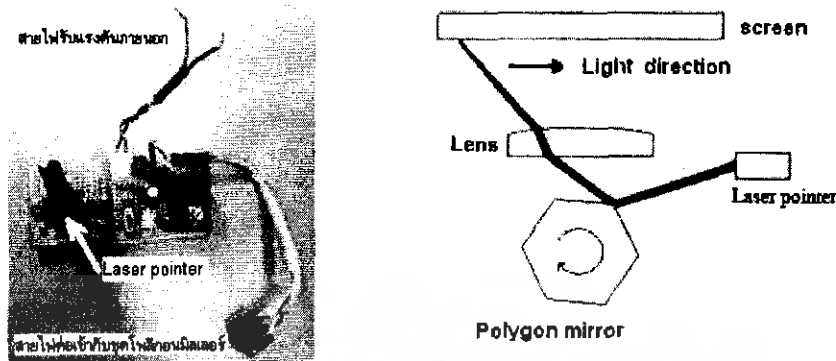
รูปที่ 3.2 แหล่งกำเนิดแสงอินฟราเรดซึ่งปรับปรุงมาจากแหล่งกำเนิดอินฟราเรดของรีโมทโทรทัศน์



รูปที่ 3.3 แสดงการนำชุดแหล่งกำเนิดแสงประกอบเข้ากับชุดโพลิกอนไมลเลอร์

3.3 การตกนในระนาบหนึ่งมิติ

เมื่อประกอบชุดแหล่งกำเนิดแสงเข้ากับชุดขับเคลื่อนจากโพลิกอนไมลเลอร์ดังรูปที่ 3.3 แล้ว แต่เนื่องจากการทำการทดลองแสงอินฟราเรดนั้นไม่สามารถมองเห็นได้ด้วยตาเปล่า จึงมีการใช้แหล่งกำเนิดแสงที่เป็นเลเซอร์พอยเตอร์ (สีแดง) เพื่อให้ง่ายต่อการ alignment การทำการทดลองโดยให้ตัวโพลิกอนไมลเลอร์ทำงานพร้อมกับการยิงลำแสงจากแหล่งกำเนิดเลเซอร์พอยเตอร์เพื่อให้เกิดการสแกนของลำแสงดังรูปที่ 3.4



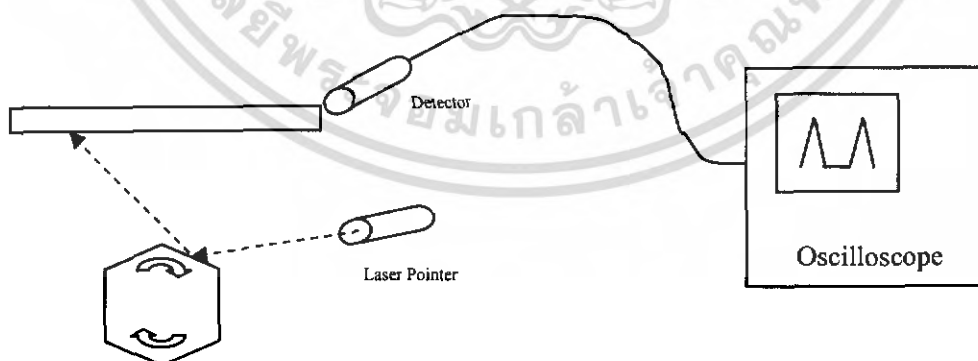
รูปที่ 3.4 ลักษณะการจัดวางอุปกรณ์เข้าด้วยกัน เพื่อให้เกิดการสแกนในระนาบหนึ่งมิติ

3.4 ทดลองวัดความเร็วรอบมอเตอร์ของกระจกโพลีกอนมิราเตอร์

เป็นการทดลองเพื่อศึกษาถึงคุณสมบัติของตัวมอเตอร์ของกระจกโพลีกอนมิราเตอร์ ว่ามีความเร็วรอบเป็นอย่างไร โดยการเปลี่ยนแหล่งกำเนิดแสงเป็นเลเซอร์พอยเตอร์ (สีแดง) เพื่อให้ง่ายต่อการมองเห็น

อุปกรณ์การทดลอง

- | | | |
|--------------------------------------------|---|---------|
| 1. แหล่งกำเนิดแสงเลเซอร์ (เลเซอร์พอยเตอร์) | 1 | เครื่อง |
| 2. ชุดกระจกโพลีกอน | 1 | เครื่อง |
| 3. ออสซิลโลสโคป | 1 | เครื่อง |
| 4. แหล่งจ่ายไฟกระแสตรง | 1 | เครื่อง |
| 5. หัวจับสัญญาณทางแสง (Photodetector) | 1 | ตัว |

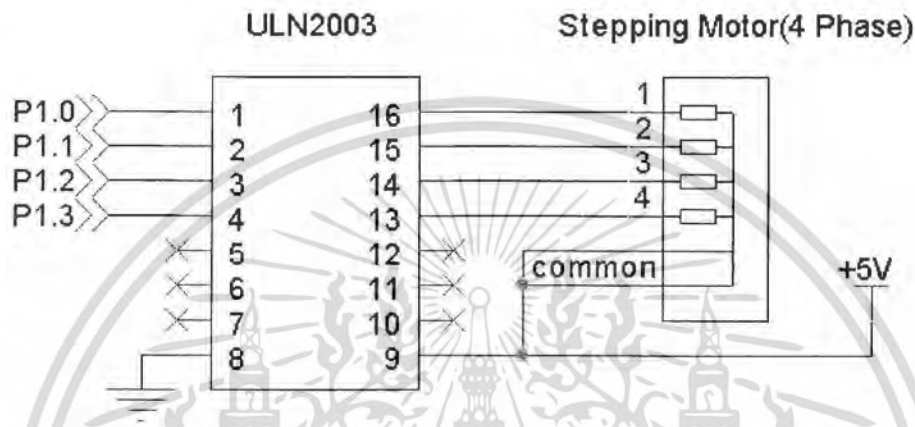


รูปที่ 3.5 แสดงการจัดอุปกรณ์สำหรับหาความเร็วของชุดขับเคลื่อนกระจกโพลีกอน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

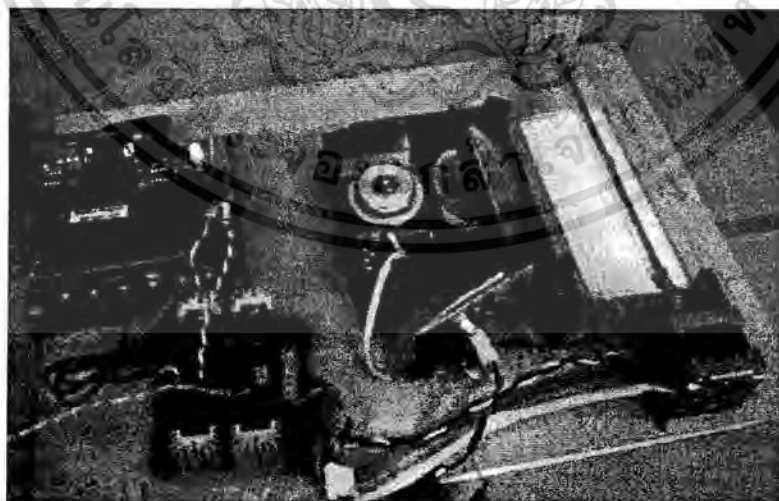
3.5 การควบคุมสเตปมอเตอร์เพื่อสแกนมิติที่สอง

เป็นการสร้างชุดวงจรควบคุมสเตปมอเตอร์ เพื่อนำไปทำการควบคุมการหมุนของ กระชกรนาบยาวที่จะเป็นตัวที่ทำหน้าที่ให้แสงจากการสแกนในระนาบหนึ่งมิติเกิดเป็นสองมิติขึ้น โดยตัวอย่างเฟสหนึ่งจากทั้งหมด 4 เฟสของวงจรที่เข้าควบคุมตัวสเตปมอเตอร์มีลักษณะ ดังรูป 3.6



รูปที่ 3.6 ชุดวงจรควบคุมสเตปมอเตอร์

สำหรับชุดวงจรนี้จะใช้ชุดบอร์ดไมโครคอนโทรลเลอร์ 8051SBC V1.0 ที่ออกแบบโดย รศ.วิจิต ศิริโชติ ซึ่งถูกใช้ในการเรียนการสอนวิชา ASSEMBLY PROGRAMMING เข้ามาเป็นส่วน โปรแกรมเพื่อควบคุมให้ตัวสเตปมอเตอร์ทำงาน



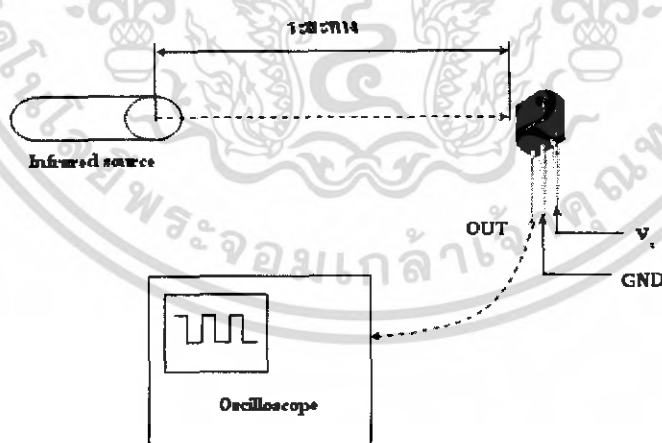
รูปที่ 3.7 ภาพรวมของชุดอุปกรณ์ที่ควบคุมการสแกนสองมิติ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.6 การหาระยะทางที่แหล่งกำเนิดอินฟราเรดสามารถส่งถึงได้

ในการทดลองขั้นตอนนี้เมื่อเราสามารถ alignment ลำแสงให้เกิดการเลื่อนกราดในระนาบ 2 มิติได้แล้วนั้น จึงได้ทำการเปลี่ยนแหล่งกำเนิดแสงจากเลเซอร์พอยเตอร์ เป็นแหล่งกำเนิดแสงอินฟราเรดแทนเพื่อทำการหาระยะทางที่แสงอินฟราเรดของอุปกรณ์สามารถตรวจจับได้ที่ระยะทางมากที่สุดเท่าใด โดยในการทดลองการวัดแสงในย่านอินฟราเรดนั้นได้นำ TSOP4836 (Photo Modules for PCM Remote Control Systems) ซึ่งมีความถี่เอาต์พุต (f_0) 36 kHz มาใช้เป็นตัวตรวจวัด (Detector) ซึ่งมีความถี่เท่ากับแหล่งกำเนิดอินฟราเรดของรีโมทโททรทัศน์ที่นำมาใช้ในการทดลอง รูปที่ 3.8 และรูปที่ 3.9 แสดงตัวตรวจวัด TSOP4836 และการจัดชุดอุปกรณ์ในการหาระยะทางในการตรวจจับสัญญาณอินฟราเรดของชุดอุปกรณ์

รูปที่ 3.8 แสดงตัวตรวจวัด TSOP4836 (Photo Modules for PCM Remote Control Systems)

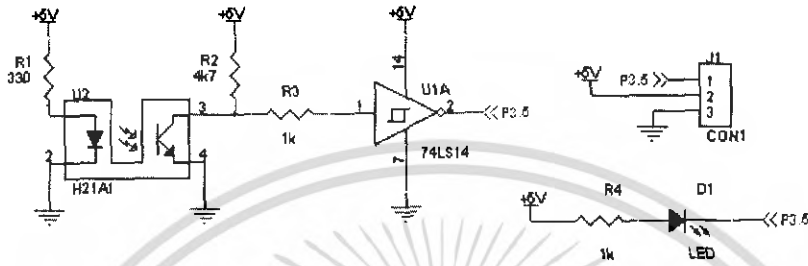


รูปที่ 3.9 แสดงการจัดชุดอุปกรณ์ในการหาระยะทางในการตรวจจับสัญญาณอินฟราเรดของชุดอุปกรณ์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.7 การตั้งค่าแนวกระจะระนาบให้กดับสู่สภาพพร้อมทำงานเมื่อระบบเริ่มเดือนกราค

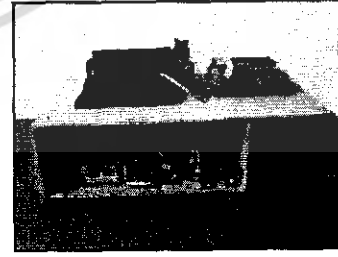
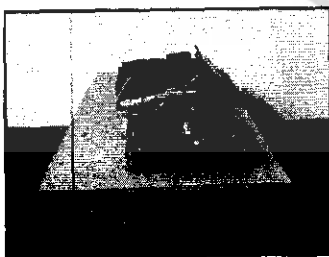
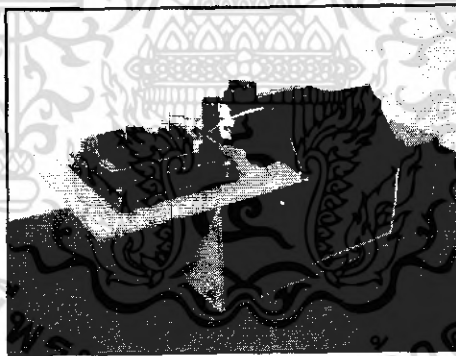
รูปที่ 3.10 แสดงการนำชุด Schmitt Trigger ประกอบเข้ากับ ตัว Phototransistor optical interrupter switch เพื่อช่วยทำให้แกนหมุนของกระจะระนาบเลื่อนกลับสู่สถานะเริ่มต้นก่อนสแกนใหม่



รูปที่ 3.10 ชุดวงจรทำหน้าที่ให้กระจะระนาบคืนสู่สภาพพร้อมทำงานเมื่อเริ่มสแกน

3.8 การหาขนาดพื้นที่การเดือนกราค 2 มิติ ของแหล่งกำเนิดอินฟราเรด

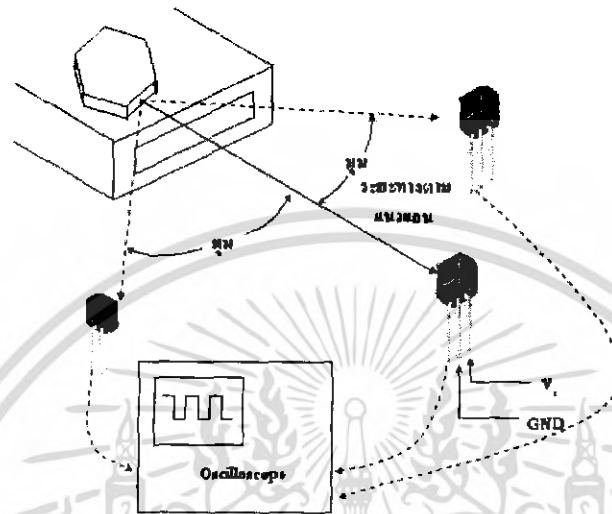
จากการประกอบอุปกรณ์ทั้งหมดเข้าด้วยกันเป็นเครื่องสแกน 2 มิติจากแสงอินฟราเรดดังแสดงในรูปที่ 3.10



รูปที่ 3.11 แสดงรูปร่างของอุปกรณ์ที่ประกอบเสร็จแล้ว เพื่อเตรียมนำไปวัดค่าผลการทดลอง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ในขั้นตอนนี้จะเป็นการหารัศมีการกวาดในระนาบ 1 มิติ ก่อน ซึ่งสามารถทำการทดลองได้จากการจัดวางอุปกรณ์ดังรูป 3.11



รูปที่ 3.12 แสดงการจัดอุปกรณ์เพื่อหาระยะมุมในการกวาดในระนาบ 1 มิติ

จากนั้นเป็นการเลื่อนกราดในระนาบมิติที่สอง เพื่อทำการหาระนาบมากที่สุดที่อุปกรณ์สามารถที่จะเลื่อนกราดได้ โดยใช้กระจกเงาที่ควบคุมโดยสเตปปีงมอเตอร์ดังที่กล่าวมาแล้วในหัวข้อที่ 3.5

บทที่ 4

ผลการทดลองและอภิปรายผล

4.1 การทดลองวัดความเร็วรอบมอเตอร์ของกระบอกโพลิกอน

การทดลองนี้เป็นการสังเกตความสัมพันธ์ระหว่างแรงดันไฟฟ้ากับอัตราเร็วของมอเตอร์ชุดขับเคลื่อนโพลิกอน โดยมีผลการทดลองดังนี้

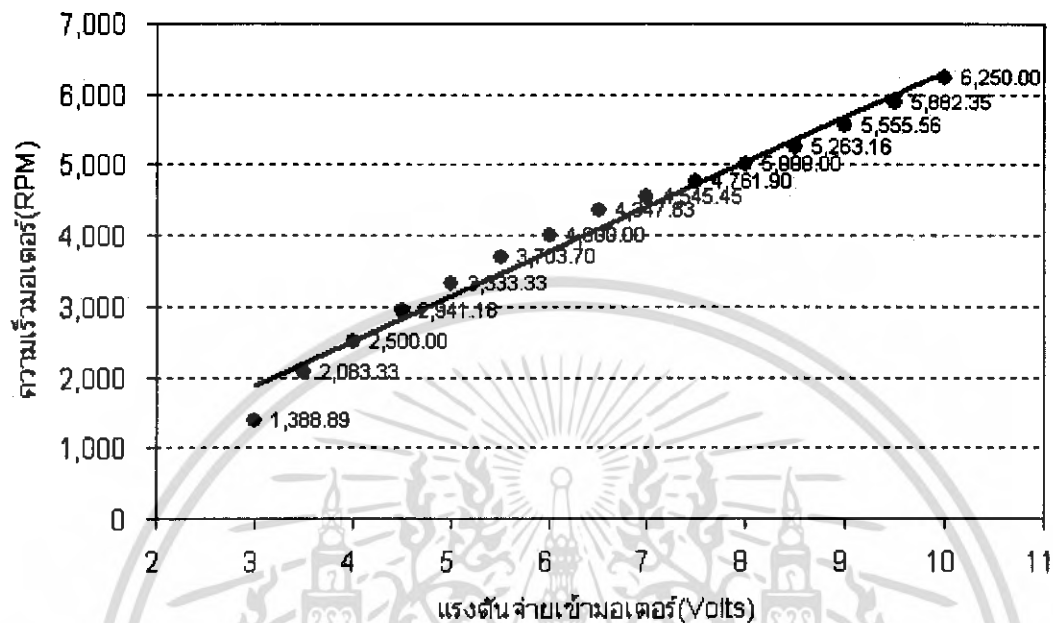
ผลการทดลอง

ตารางที่ 4.1 ตารางแสดงความสัมพันธ์ระหว่างแรงดันไฟฟ้ากับอัตราเร็วของมอเตอร์ชุดขับเคลื่อนโพลิกอน

ค่าแรงดัน จ่ายเข้ามอเตอร์ (Volts)	เวลาการหมุน หนึ่งรอบ กระบอก (msec)	เวลาในการหมุน หกกระบอก(msec)	ความถี่(round/sec)	ความเร็วมอเตอร์ (RPM)
3.0	7.2	43.2	23.15	1,388.89
3.5	4.8	28.8	34.72	2,083.33
4.0	4.0	24.0	41.67	2,500.00
4.5	3.4	20.4	49.02	2,941.18
5.0	3.0	18.0	55.56	3,333.33
5.5	2.7	16.2	61.73	3,703.70
6.0	2.5	15.0	66.67	4,000.00
6.5	2.3	13.8	72.46	4,347.83
7.0	2.2	13.2	75.76	4,545.45
7.5	2.1	12.6	79.37	4,761.90
8.0	2.0	12.0	83.33	5,000.00
8.5	1.9	11.4	87.72	5,263.16
9.0	1.8	10.8	92.59	5,555.56
9.5	1.7	10.2	98.04	5,882.35
10.0	1.6	9.6	104.17	6,250.00

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กราฟแสดงค่าความเร็วรอบมอเตอร์กระแสกโพลิกอนที่แรงดันต่างๆ



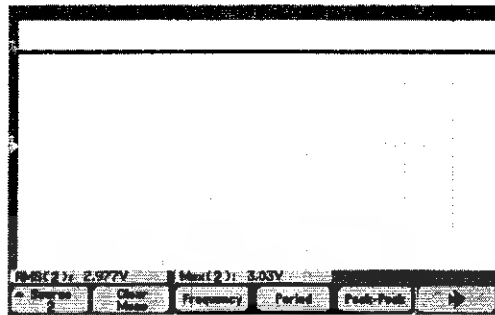
รูปที่ 4.1 กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างค่าความเร็วรอบมอเตอร์กระแสกโพลิกอนกับค่าแรงดันไฟฟ้า

จากตารางที่ 4.1 แสดงให้เห็นอย่างชัดเจนว่าแรงดันไฟฟ้านั้นจะมีความสัมพันธ์กับอัตราเร็วของมอเตอร์ชุดขับเคลื่อนกระแสกโพลิกอน โดยจะสังเกตเห็นได้ว่าเมื่อแรงดันไฟฟ้าที่มีค่าเพิ่มมากขึ้นจะทำให้มอเตอร์ชุดขับเคลื่อนกระแสกโพลิกอนมีความเร็วเพิ่มขึ้นตามลำดับ และเมื่อนำมาเขียนกราฟระหว่างค่าความเร็วรอบมอเตอร์กระแสกโพลิกอนกับค่าแรงดันไฟฟ้า ดังรูปที่ 4.1 จะเห็นได้อย่างชัดเจนว่าเส้นกราฟนั้นมีความชันที่มีค่าค่อนข้างเสถียรเป็นอย่างมาก

4.2 การหาระยะทางไกลที่สุดที่แหล่งกำเนิดอินฟราเรดสามารถส่งถึงได้

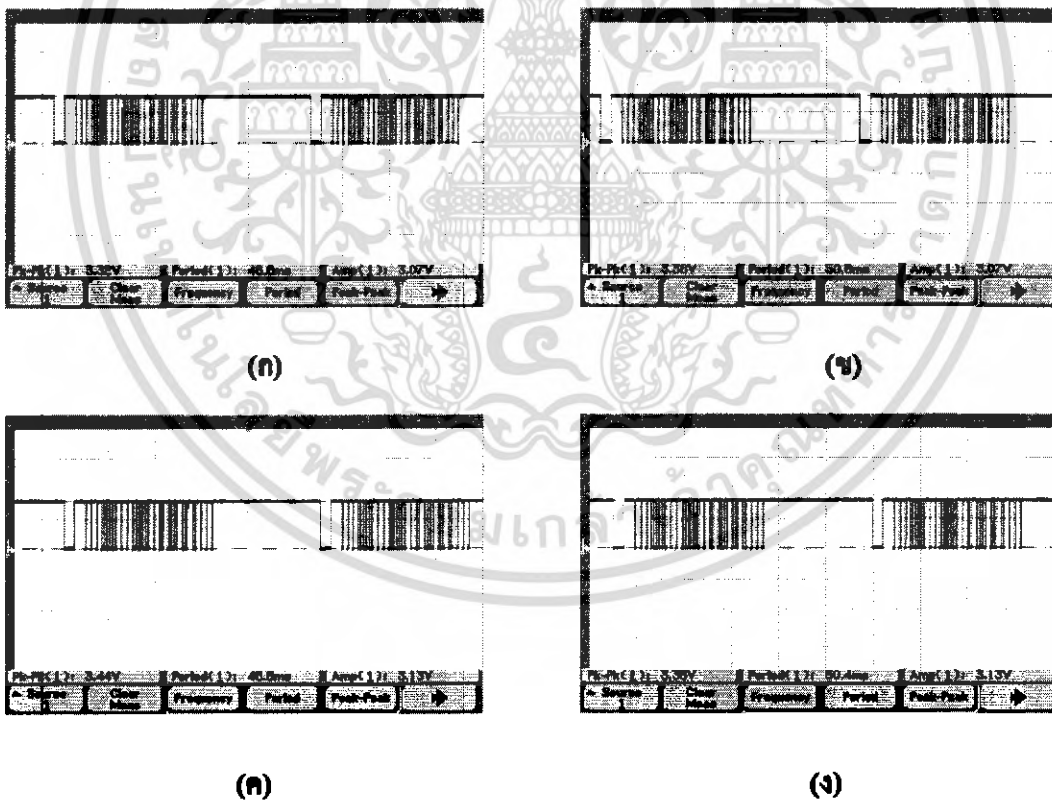
โดยในการทดลองเป็นการวัดสัญญาณของแหล่งกำเนิดอินฟราเรดที่ส่งออกมาโดยตรงจากแหล่งกำเนิดอินฟราเรดขณะที่ยังไม่ผ่านชุดของกระแสกโพลิกอน เพื่อหาระยะทางที่แหล่งกำเนิดสามารถจะส่งได้สูงสุดโดยที่สัญญาณไม่ผิดเพี้ยนนั่นเอง

โดยการทดลองจะให้แรงดันกระแสตรงขนาด 3 โวลต์แก่แหล่งกำเนิดอินฟราเรดดังรูป



รูปที่ 4.2 แสดงแรงดันกระแสตรงที่จ่ายให้แก่แหล่งกำเนิดอินฟราเรด

และทำการวัดรูปแบบสัญญาณที่ระยะทางต่างๆ กันตั้งแต่ระยะ 0.5, 1.0, 1.5 เมตร จนถึงระยะไกลสุดที่สามารถวัดสัญญาณออกมาได้ไม่ผิดเพี้ยนที่ระยะ 7.0 เมตร โดยรูปแบบสัญญาณที่ระยะ 0.5, 1.0, 1.5 และ 7.0 เมตร ดังแสดงในรูปที่ 4.3 (ก), (ข), (ค), (ง) ตามลำดับ



รูปที่ 4.3 (ก) แสดงสัญญาณของอินฟราเรดที่สามารถวัดได้ที่ตำแหน่ง 0.5 เมตร
 (ข) แสดงสัญญาณของอินฟราเรดที่สามารถวัดได้ที่ตำแหน่ง 1.0 เมตร
 (ค) แสดงสัญญาณของอินฟราเรดที่สามารถวัดได้ที่ตำแหน่ง 1.5 เมตร
 (ง) แสดงสัญญาณของอินฟราเรดที่สามารถวัดได้ที่ตำแหน่ง 7.0 เมตร

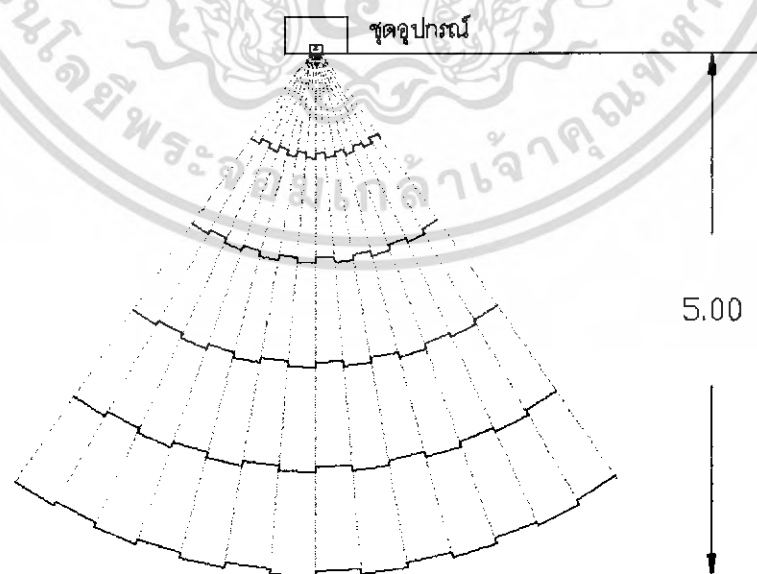
จากรูปที่ 4.3 ดังจะแสดงให้เห็นได้ว่าลักษณะของสัญญาณอินฟราเรดที่สามารถตรวจจับได้จากตัวตรวจวัดที่ระยะต่างๆ นั้น มีลักษณะของพัลส์สัญญาณที่เหมือนกัน โดยที่ระยะไกลสุดที่สามารถตรวจจับสัญญาณได้อยู่ที่ระยะ 7.0 เมตร ทั้งนี้เนื่องจากแสงอินฟราเรดที่ออกมาจากแหล่งกำเนิดนั้นมีลักษณะที่ออกมาเป็นจุด โดยที่ระยะทางที่มากขึ้นอาจเกิดการบานของลำแสงขึ้นได้ แต่เนื่องจากในตัวของแหล่งกำเนิดเองมีการมอดูเลตแล้ว ลักษณะสัญญาณจึงมีคุณภาพที่เหมือนกันในระยะทางที่ต่างๆ กัน

4.3 การหาระยะทางไกลที่สุดที่แหล่งกำเนิดอินฟราเรดสามารถส่งถึงได้ เมื่อผ่านชุดอุปกรณ์

ในการทดลองเมื่อนำแหล่งกำเนิดแสงอินฟราเรดประกอบเข้ากับชุดอุปกรณ์แล้วจึงทำการหาระยะทางไกลที่สุดที่สามารถตรวจจับสัญญาณได้จากชุดอุปกรณ์ จากการตรวจจับสัญญาณนั้นสามารถที่จะตรวจจับสัญญาณได้ที่ระยะทางไกลสุดที่ระยะประมาณ 5.0 เมตร

ซึ่งจะสังเกตเห็นได้ว่าระยะทางมากที่สุดเมื่อผ่านชุดอุปกรณ์นั้นมีค่าที่ลดลงจากการตรวจวัดสัญญาณโดยตรงจากแหล่งกำเนิดตามหัวข้อที่ 4.2 ที่สามารถตรวจจับสัญญาณได้มากที่สุดที่ระยะ 7.0 เมตร และลักษณะของพัลส์สัญญาณมีลักษณะที่เกิดการขาดหายไปเป็นช่วงๆ ทั้งนี้อาจเนื่องมาจาก ลักษณะของชุดอุปกรณ์ที่มีชุดกระจก โพลิกอนอยู่ด้วยซึ่งมีไว้สำหรับการเลื่อนกราดในแนวแกน X จึงทำให้สัญญาณที่ออกมามีลักษณะการบานออก

โดยที่เมื่อระยะทางมากขึ้น ลักษณะการบานออกของสัญญาณที่ระยะใกล้ย่อมมีลักษณะสัญญาณที่ดีกว่าระยะทางที่ไกลกว่า ดังแสดงในรูปที่ 4.4



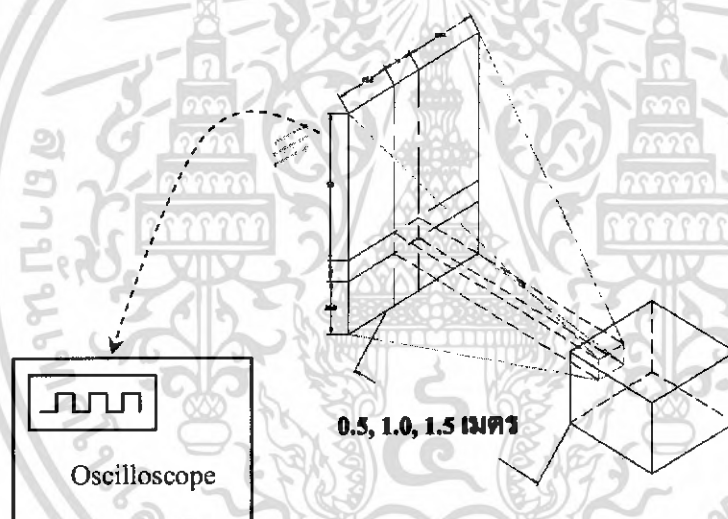
รูปที่ 4.4 แสดงลักษณะการบานออกของสัญญาณเมื่อผ่านกระจกโพลิกอนเมื่อระยะทางมากขึ้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากรูปที่ 4.4 นั้นเป็นสิ่งที่แสดงได้ว่าเมื่อระยะทางในการตรวจวัดมากขึ้นจะทำให้รูปสัญญาณพัลส์มีลักษณะบานออกมากขึ้น และเมื่อเทียบกับพื้นที่การรับสัญญาณของตัวตรวจรับ จึงทำให้รูปสัญญาณเมื่อผ่านชุดอุปกรณ์กระจกโพลีกอนแล้วเกิดการขาดหายไม่ต่อเนื่องของสัญญาณนั่นเอง

4.4 การหาระนาบพื้นที่การเลื่อนกราดมากที่สุดของชุดอุปกรณ์

จากชุดอุปกรณ์การสแกนในมิติที่สอง โดยอาศัยการบิดของกระจกเงาที่ควบคุมโดยสเตปปีงมอเตอร์ จากชุดไมโครคอนโทรลเลอร์นั้น ได้แบ่งการเลื่อนกราดเป็น 24 สเตป เพื่อจะหาจุดการเลื่อนกราดต่ำที่สุดและสูงที่สุด โดยการทดลองเป็นการหาระนาบมากที่สุดที่สามารถตรวจวัดสัญญาณได้ที่ระยะ 0.5, 1.0 และ 1.5 เมตร



รูปที่ 4.5 การจัดอุปกรณ์สำหรับการหาระนาบพื้นที่การเลื่อนกราดมากที่สุดของชุดอุปกรณ์

ตารางที่ 4.2 แสดงพื้นที่การสแกนมากที่สุดที่ระยะ 0.5, 1.0 และ 1.5 เมตร

ระยะทางการสแกน (เมตร)	0.5	1.0	1.5
พื้นที่การสแกน (ตารางเมตร)	0.220	0.659	1.281

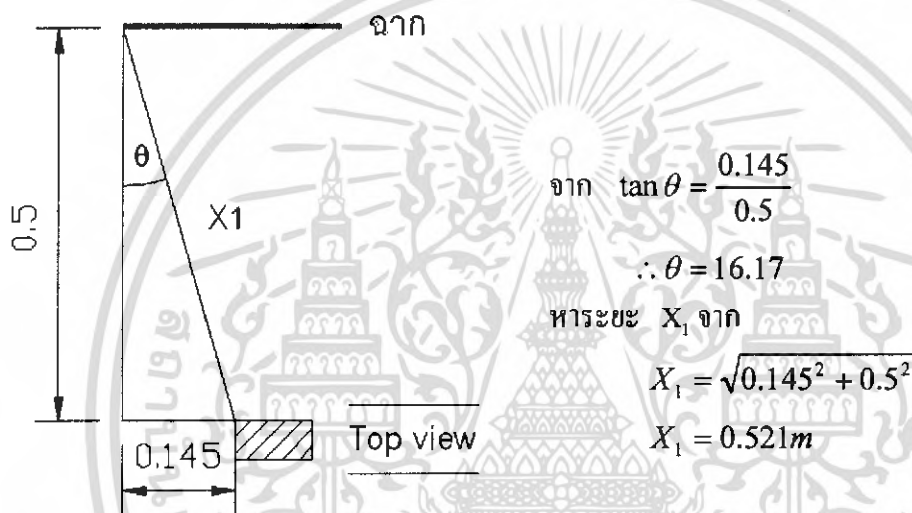
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.5 การหามุมการบานออกในแนวแกน X และแนวแกน Y ของชุดอุปกรณ์

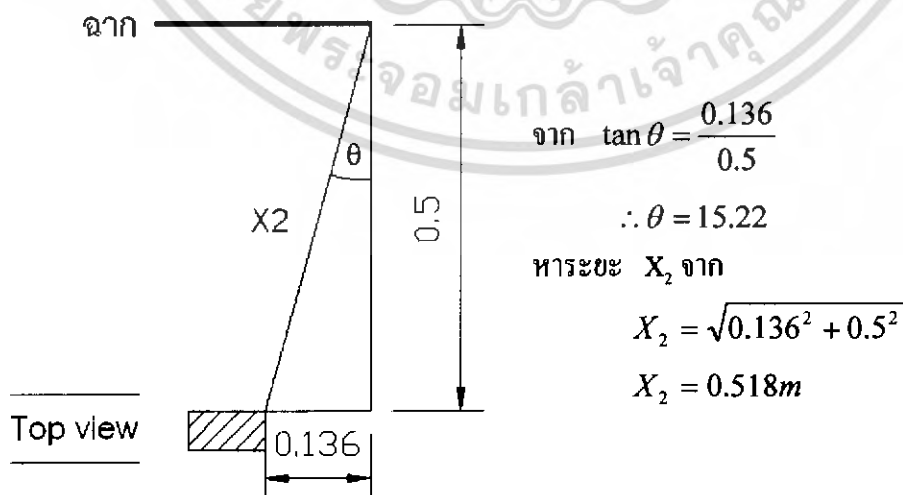
จากการทดลองในข้อที่ 4.4 นั้นเป็นการหาระนาบมากที่สุดที่สามารถตรวจวัดสัญญาณอินฟราเรดได้ที่ระยะ 0.5, 1.0, 1.5 เมตร แต่ในความเป็นจริงนั้นระนาบการสแกนมิได้อยู่ที่แนวกึ่งกลางของชุดอุปกรณ์จึงจำเป็นต้องหาการบานออกของแนวสัญญาณในแนวแกน X และในแนวแกน Y โดยผลการทดลองเป็นดังนี้

4.5.1 การหามุมการบานออกในแนวแกน X และแนวแกน Y ของชุดอุปกรณ์ ที่ระยะ 0.5 เมตร

- การหาการบานออกของแนวสัญญาณในแนวแกน X (ด้านซ้าย)

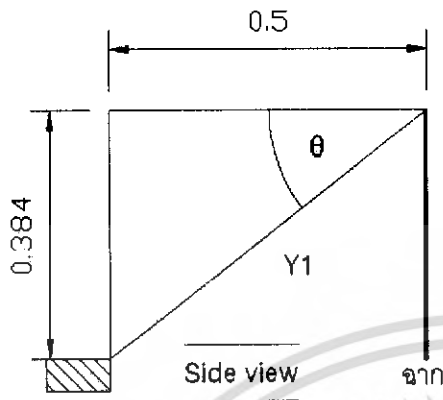


- การหาการบานออกของแนวสัญญาณในแนวแกน X (ด้านขวา)



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- การหาการบานออกของแนวสัญญาณในแนวแกน Y (ด้านบน)



$$\text{จาก } \tan \theta = \frac{0.384}{0.5}$$

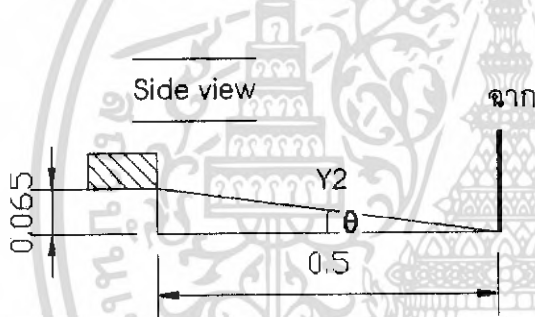
$$\therefore \theta = 37.52$$

หาระยะ Y_1 จาก

$$Y_1 = \sqrt{0.384^2 + 0.5^2}$$

$$Y_1 = 0.630m$$

- การหาการบานออกของแนวสัญญาณในแนวแกน Y (ด้านล่าง)



$$\text{จาก } \tan \theta = \frac{0.065}{0.5}$$

$$\therefore \theta = 7.41$$

หาระยะ Y_2 จาก

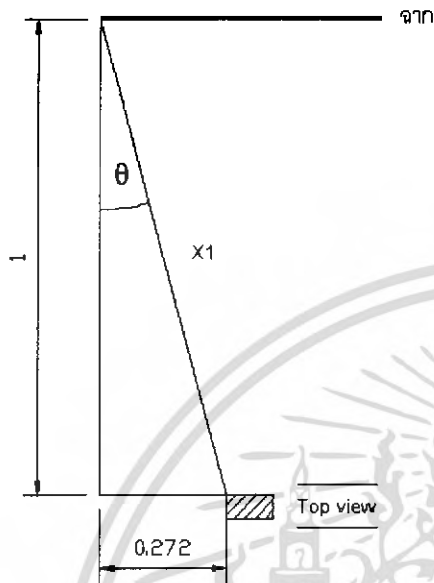
$$Y_2 = \sqrt{0.065^2 + 0.5^2}$$

$$Y_2 = 0.504m$$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.5.2 การหาการบานออกในแนวแกน X และแนวแกน Y ของชุดอุปกรณ์ ที่ระยะ 1.0 เมตร

- การหาการบานออกของแนวสัญญาณในแนวแกน X (ด้านซ้าย)



$$\text{จาก } \tan \theta = \frac{0.272}{1}$$

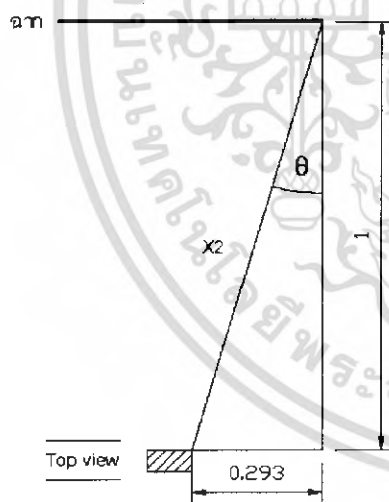
$$\therefore \theta = 15.22$$

หาระยะ X_1 จาก

$$X_1 = \sqrt{0.272^2 + 1^2}$$

$$X_1 = 1.036\text{m}$$

- การหาการบานออกของแนวสัญญาณในแนวแกน X (ด้านขวา)



$$\text{จาก } \tan \theta = \frac{0.293}{1}$$

$$\therefore \theta = 16.33$$

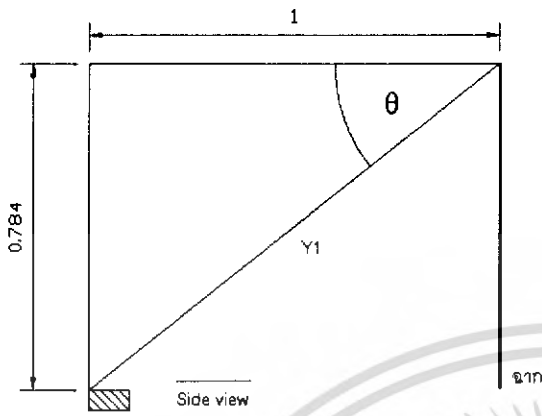
หาระยะ X_2 จาก

$$X_2 = \sqrt{0.293^2 + 1^2}$$

$$X_2 = 1.042\text{m}$$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- การหาการบานออกของแนวสัญญาณในแนวแกน Y (ด้านบน)



$$\text{จาก } \tan \theta = \frac{0.784}{1}$$

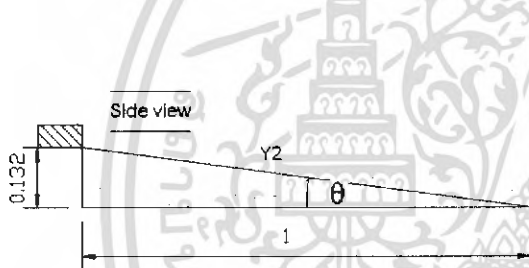
$$\therefore \theta = 38.09$$

หาระยะ Y_1 จาก

$$Y_1 = \sqrt{0.784^2 + 1^2}$$

$$Y_1 = 1.271m$$

- การหาการบานออกของแนวสัญญาณในแนวแกน Y (ด้านล่าง)



$$\text{จาก } \tan \theta = \frac{0.132}{1}$$

$$\therefore \theta = 7.52$$

หาระยะ Y_2 จาก

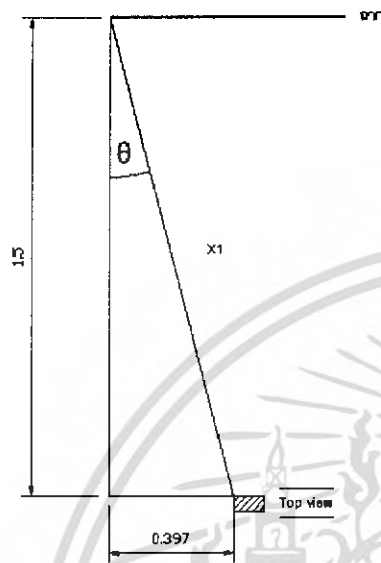
$$Y_2 = \sqrt{0.132^2 + 1^2}$$

$$Y_1 = 1.009m$$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.5.3 การหามุมการบานออกในแนวแกน X และแนวแกน Y ของชุดอุปกรณ์ ที่ระยะ 1.5 เมตร

- การหาการบานออกของแนวสัญญาณในแนวแกน X (ด้านซ้าย)



$$\text{จาก } \tan \theta = \frac{0.397}{1.5}$$

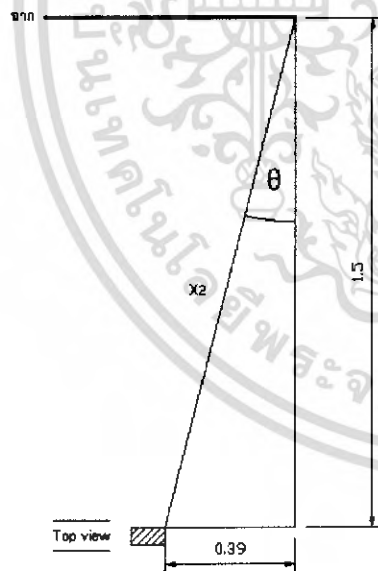
$$\therefore \theta = 14.82$$

หาระยะ X_1 จาก

$$X_1 = \sqrt{0.397^2 + 1.5^2}$$

$$X_1 = 1.552m$$

- การหาการบานออกของแนวสัญญาณในแนวแกน X (ด้านขวา)



$$\text{จาก } \tan \theta = \frac{0.390}{1.5}$$

$$\therefore \theta = 14.57$$

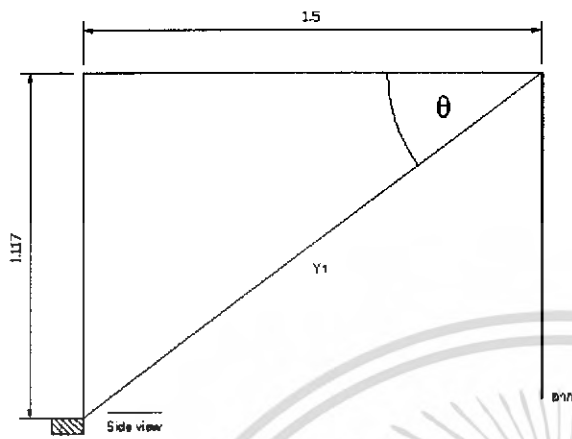
หาระยะ X_2 จาก

$$X_2 = \sqrt{0.390^2 + 1.5^2}$$

$$X_2 = 1.550m$$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- การหาการบานออกของแนวสัญญาณในแนวแกน Y (ด้านบน)



$$\text{จาก } \tan \theta = \frac{1.117}{1.5}$$

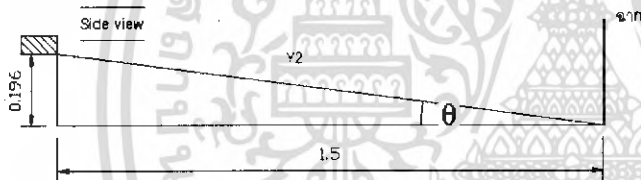
$$\therefore \theta = 36.67$$

หาระยะ Y_1 จาก

$$Y_1 = \sqrt{1.117^2 + 1.5^2}$$

$$Y_1 = 1.870m$$

- การหาการบานออกของแนวสัญญาณในแนวแกน Y (ด้านล่าง)



$$\text{จาก } \tan \theta = \frac{0.196}{1.5}$$

$$\therefore \theta = 7.44$$

หาระยะ Y_2 จาก

$$Y_2 = \sqrt{0.196^2 + 1.5^2}$$

$$Y_2 = 1.513m$$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.3 สรุปผลการทดลองการเลี้ยวกราดแบบ 2 มิติ โดยกระจกโพลีกอนที่ระยะ 0.5, 1.0 และ 1.5 เมตร

	ระยะทางจากแหล่งกำเนิดอิงฉาก (B)	0.5 เมตร	1.0 เมตร	1.5 เมตร
แนวแกน X ซ้าย	ระยะทางตามแนวแกน X ซ้าย (A) (เมตร)	0.145	0.272	0.397
	มุมการบานออกในแนวแกน X ซ้าย (องศา) $[\tan \theta = \frac{A}{B}]$	16.17	15.22	14.82
	ระยะทางตามแนวแสงถึงฉาก (X_1) (เมตร) $X_1 = \sqrt{A^2 + B^2}$	0.521	1.036	1.552
แนวแกน X ขวา	ระยะทางตามแนวแกน X ขวา (A) (เมตร)	0.136	0.293	0.390
	มุมการบานออกในแนวแกน X ขวา (องศา) $[\tan \theta = \frac{A}{B}]$	15.22	16.33	14.57
	ระยะทางตามแนวแสงถึงฉาก (X_2) (เมตร) $X_2 = \sqrt{A^2 + B^2}$	0.518	1.042	1.550
แนวแกน Y บน	ระยะทางตามแนวแกน Y บน (A) (เมตร)	0.384	0.784	1.117
	มุมการบานออกในแนวแกน Y บน (องศา) $[\tan \theta = \frac{A}{B}]$	37.52	38.09	36.67
	ระยะทางตามแนวแสงถึงฉาก (Y_1) (เมตร) $Y_1 = \sqrt{A^2 + B^2}$	0.630	1.270	1.870
แนวแกน Y ล่าง	ระยะทางตามแนวแกน Y ล่าง (A) (เมตร)	0.065	0.132	0.196
	มุมการบานออกในแนวแกน Y ล่าง (องศา) $[\tan \theta = \frac{A}{B}]$	7.41	7.52	7.44
	ระยะทางตามแนวแสงถึงฉาก (Y_2) (เมตร) $Y_2 = \sqrt{A^2 + B^2}$	0.504	1.009	1.513

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากการทดลองการหาค่ามุมการบานออกของอุปกรณ์ข้างต้นนั้น เมื่อนำค่ามุมการบานออกมาคำนวณหาระยะทางตามแนวแสงอินฟราเรด X_1, X_2, Y_1, Y_2 ที่ของระยะ 0.5, 1.0 และ 1.5 เมตรตามลำดับ โดยจะมีค่าดังตารางที่ 4.2 โดยในการวัดจากการทดลองจริงนั้นสามารถที่จะวัดระยะ X_1, X_2, Y_1, Y_2 เมื่อเทียบกับค่าจากการคำนวณได้ดังตารางที่ 4.3

ตารางที่ 4.4 แสดงการเปรียบเทียบค่าความคลาดเคลื่อนของระยะ X_1, X_2, Y_1, Y_2 จากการทดลองเทียบกับค่าจากการคำนวณ

	ระยะ X_1, X_2, Y_1, Y_2	ค่าจากการคำนวณ (เมตร)	ค่าจากการทดลอง (เมตร)	ค่าเปอร์เซ็นต์ ความคลาดเคลื่อน
ระยะ 0.5 เมตร	ระยะ X_1	0.521	0.601	15.36
	ระยะ X_2	0.518	0.598	15.44
	ระยะ Y_1	0.630	0.709	12.54
	ระยะ Y_2	0.504	0.566	12.30
ระยะ 1.0 เมตร	ระยะ X_1	1.036	1.097	5.89
	ระยะ X_2	1.042	1.108	6.33
	ระยะ Y_1	1.271	1.300	2.28
	ระยะ Y_2	1.009	1.051	4.16
ระยะ 1.5 เมตร	ระยะ X_1	1.552	1.614	3.99
	ระยะ X_2	1.550	1.612	4.00
	ระยะ Y_1	1.870	1.944	3.96
	ระยะ Y_2	1.513	1.584	4.69

จากตารางที่ 4.3 จะสังเกตเห็นได้ว่าคุณภาพการสแกนในระยะ 2 มิติของอุปกรณ์นั้นสามารถที่จะให้ผลออกมาได้ในระดับที่น่าพอใจในระยะที่ 1.0 และ 1.5 เมตรเท่านั้น แต่ที่ระยะ 0.5 เมตรนั้นจะมีความคลาดเคลื่อนของสัญญาณที่มากกว่าในระยะที่ 1.0 และ 1.5 เมตร จึงเป็นระยะที่ไม่เหมาะสำหรับการนำไปใช้งานในขั้นสูงต่อไปเมื่อเทียบกับระยะ 1.0 และ 1.5 เมตร

4.6 การประมาณค่าพื้นที่การสแกนมากที่สุดของชุดอุปกรณ์

จากการทดลองที่ 4.3 การหาระยะทางการสแกนไกลที่สุดของชุดอุปกรณ์ และการทดลองที่ 3.5 การหาค่ามุมการหามุมการบานออกในแนวแกน X และแนวแกน Y ของชุดอุปกรณ์ จึงทำให้เราสามารถที่จะประมาณค่าพื้นที่การสแกนมากที่สุดของชุดอุปกรณ์ที่ระยะทางไกลที่สุด หรือที่ระยะ 5 เมตรนั่นเอง

โดยจากการทดลองหลายๆ ครั้งที่ผ่านมาและค่าเฉลี่ยมุมการบานออกของแต่ละแนวแกนตามระยะทางที่ทำการทดลองดังในตารางที่ 4.3 ทำให้เราสามารถที่จะประมาณค่ามุมการบานออกในแนวแกน X และแนวแกน Y ของชุดอุปกรณ์ ได้ดังนี้

แกน X ซ้าย มีค่าประมาณ 15.40 องศา, แกน X ขวา มีค่าประมาณ 15.37 องศา, แกน Y บน มีค่าประมาณ 37.43 องศา, แกน Y ล่าง มีค่าประมาณ 7.46 องศา

เพราะฉะนั้นที่ระยะทางมากที่สุดในการสแกนของชุดอุปกรณ์ (ระยะ 5.0 เมตร) จึงมีค่าเท่ากับ

$$\text{แกน X ซ้าย} \quad \text{จาก } \tan 15.40 = \frac{x}{5.0} \quad \text{เพราะฉะนั้น } X_1 = 1.38 \text{ เมตร}$$

$$\text{แกน X ขวา} \quad \text{จาก } \tan 15.37 = \frac{x}{5.0} \quad \text{เพราะฉะนั้น } X_2 = 1.37 \text{ เมตร}$$

*** ผลรวมแกน X เท่ากับ $1.38 + 1.37 = 2.75$ เมตรและเมื่อรวมกับระยะความกว้างของช่องแนวแกน X (0.12 เมตร) ที่ลำแสงออกมาจะมีขนาดจริงเท่ากับ 2.87 เมตร

$$\text{แกน Y บน} \quad \text{จาก } \tan 37.43 = \frac{x}{5.0} \quad \text{เพราะฉะนั้น } Y_1 = 3.83 \text{ เมตร}$$

$$\text{แกน Y ล่าง} \quad \text{จาก } \tan 7.46 = \frac{x}{5.0} \quad \text{เพราะฉะนั้น } Y_2 = 0.65 \text{ เมตร}$$

*** ผลรวมแกน Y เท่ากับ $3.83 + 0.65 = 4.48$ เมตรและเมื่อรวมกับระยะความกว้างของช่องแนวแกน Y (0.08 เมตร) ที่ลำแสงออกมาจะมีขนาดจริงเท่ากับ 4.56 เมตร

เพราะฉะนั้นพื้นที่มากที่สุดที่ระยะไกลสุด (5.0 เมตร) มีพื้นที่เท่ากับ $2.87 \times 4.56 = 13.11$

ตารางเมตร

บทที่ 5

สรุปและข้อเสนอแนะ

ในบทนี้เป็นการสรุปผลการทดลองที่ทำชุดอุปกรณ์ระบบการเลื่อนกราดแบบ 2 มิติด้วยกระจกโพลิกอน เพื่อเป็นการรวบรวมข้อมูลพื้นที่การสแกนมากที่สุด ระยะไกลที่สุดที่สามารถตรวจจับสัญญาณได้ คุณภาพของตัวชุดอุปกรณ์และสัญญาณ ระบบการควบคุมโดยไมโครคอนโทรลเลอร์ แนวทางการพัฒนาไปใช้ประโยชน์ที่มากขึ้น รวมถึงปัญหาที่เกิดขึ้นขณะทำการทดลองด้วย

5.1 สรุปผลการทดลอง

ในการทดลองที่ผ่านมาทำให้เราสามารถประเมินคุณภาพของชุดอุปกรณ์ได้ โดยในส่วนของกราดเลื่อนกราดในมิติที่ 1 (แนวแกน X) นั้น การใช้แหล่งกำเนิดแสงที่เป็นแสงอินฟราเรดที่มีการมอดูเลตทั้งแหล่งกำเนิดและตัวรับสัญญาณแล้วนั้น โดยเฉพาะในส่วนของตัวรับสัญญาณเองนั้นจะมีส่วนของวงจร AGC เพื่อให้ระดับพัลส์คงที่โดยไม่คำนึงถึงระยะทางและไม่มีการรบกวนจากสัญญาณภายนอก จึงทำให้สัญญาณที่สามารถตรวจวัดได้นั้นมีคุณภาพเท่ากันทุกๆ ระยะ โดยระยะไกลที่สุดที่สามารถตรวจจับสัญญาณได้ละยังคงมีรูปแบบสัญญาณไม่ผิดเพี้ยนนั้นอยู่ที่ระยะประมาณ 7 เมตร

แต่เมื่อนำแหล่งกำเนิดมาผ่านชุดอุปกรณ์กระจกโพลิกอนแล้วนั้น ทำให้รูปแบบสัญญาณและระยะทางสูงสุดที่สามารถตรวจวัดสัญญาณได้มีค่าที่เปลี่ยนไปจากเดิม กล่าวคือการที่กระจกโพลิกอนหมุนด้วยอัตราเร็วที่คงที่ค่าหนึ่งนั้น เป็นสาเหตุทำให้ลักษณะสัญญาณเกิดการบานออกขึ้นมา จึงทำให้การตรวจวัดสัญญาณนั้นผิดไปจากเดิม โดยระดับของแอมพลิจูดยังเท่าเดิมแต่ระยะห่างของแต่ละพัลส์สัญญาณเปลี่ยนไปนั่นเองจึงเป็นอีกจุดหนึ่งที่สามารถนำมาประยุกต์ใช้ในการหาระยะทางได้โดยสังเกตจากรูปแบบของพัลส์สัญญาณนั่นเอง

ในการทดลองการเลื่อนกราดในมิติที่ 2 นั้น เป็นการสรุปถึงประสิทธิภาพของชุดอุปกรณ์ในการสามารถตรวจจับสัญญาณได้พื้นที่มากที่สุดเท่าใดในระยะต่างๆ กัน โดยจากการทดลองนั้น ถือว่าพื้นที่การสแกนมากที่สุดที่สามารถตรวจวัดได้นั้นมีพื้นที่ ประมาณ 13 ตารางเมตรซึ่งถือว่ามีพื้นที่การสแกนที่น่าพอใจอย่างมาก แต่ทั้งนี้การตรวจวัดสัญญาณในระดับนี้นั้นอาจจะต้องมีการเพิ่มประสิทธิภาพของตัวตรวจรับสัญญาณให้มากขึ้นเพราะสาเหตุของการบานออกของสัญญาณนั่นเอง แต่ในการตรวจวัดสัญญาณในระยะใกล้ๆ นั้นอาจจะเกิดความคลาดเคลื่อนได้ในระยะประมาณ 0.5

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เมตรแรก เพราะฉะนั้นจึงอาจจะกล่าวได้ว่าประสิทธิภาพของชุดอุปกรณ์นั้นอยู่ที่ระยะ 1.0 ถึง 5.0 เมตรนั่นเอง

5.2 ปัญหาที่พบและข้อเสนอแนะ

จากการทดลองที่ผ่านมาพบปัญหาที่ประสบในส่วนของสถานที่และอุปกรณ์คือ การจัดวางอุปกรณ์ทางแสงให้มีตำแหน่งที่เหมาะสมที่สุด ทั้งนี้เนื่องมาจากอุปกรณ์ที่จำเป็นมีปริมาณไม่เพียงพอต่อบริเวณที่ทำการทดลอง จึงจำเป็นต้องประยุกต์ใช้อุปกรณ์ที่มีอยู่รอบตัวมาใช้ในการทดลองแทน จึงอาจจะไม่ค่อยมีประสิทธิภาพที่ดีมากนัก

ในส่วนของอุปกรณ์ในการประกอบเป็นชิ้นงานนั้น เป็นการใช้ของที่สามารถหามาใช้ได้ในงบประมาณที่จำกัด จึงทำให้ประสิทธิภาพในการตรวจวัดค่าต่างๆ นั้นมีประสิทธิภาพที่น้อยลงไปได้

ในส่วนของชุดอุปกรณ์นั้นเนื่องจากการประกอบโดยใช้แรงงานมนุษย์ทำขึ้น จึงทำให้การจัดวางอุปกรณ์อาจเกิดความคลาดเคลื่อนได้ ซึ่งเป็นสิ่งที่ต้องระวังเป็นอย่างมากในการทำอุปกรณ์ทางด้านแสง จึงอาจเป็นสาเหตุที่ทำให้ผลการทดลองเกิดความคลาดเคลื่อนได้ และในการควบคุมสเตปปีงมอเตอร์โดยใช้ไมโครคอนโทรลเลอร์ควบคุมในการสแกนมิติที่สองนั้น ตัวของสเตปปีงมอเตอร์เองมีองศาในการหมุนที่หยวบเกินไป จึงทำให้ค่าที่สามารถตรวจวัดได้นั้นไม่มีความละเอียดเท่าใดนัก แต่ก็สามารถทดแทนได้โดยใช้ไมโครคอนโทรลเลอร์ควบคุมในเรื่องของเวลาแทน ดังนั้นการเพิ่มประสิทธิภาพของชุดอุปกรณ์จึงจำเป็นที่จะต้องควบคู่ไปกับงบประมาณด้วย

เอกสารอ้างอิง

- ชัยวัฒน์ ลิ้มพรจิตรวิไล. 2538. **คู่มือนักอิเล็กทรอนิกส์**. กรุงเทพฯ: ซีเอ็ดบุ๊คเซ็น.
- ดุสิต เกรืองาม. 2542. **สิ่งประดิษฐ์ออปโตอิเล็กทรอนิกส์(ฟิสิกส์เทคโนโลยีและการใช้) เล่ม 2**.
กรุงเทพฯ: สำนักพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- วราวุฒิ เถาลัดดา. **ปฏิบัติการอิเล็กทรอนิกส์ 2**. ภาควิชาฟิสิกส์ประยุกต์ คณะวิทยาศาสตร์
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง.
- สุรศักดิ์ พิพัฒน์ศาสตร์. 2547. **การสร้างภาพพื้นผิววัตถุด้วยหลักการเซมิคอนดักเตอร์ในเอเซอร์ไอโอด**.
วิทยานิพนธ์ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาฟิสิกส์ประยุกต์ บัณฑิตวิทยาลัย
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง.
- นพปฎล เลขศิริ, ศังสิต จามจรี. 2546. **เครื่องทดสอบอินฟราเรดรีโมทคอนโทรล**.
วิทยานิพนธ์ปริญญาวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต สาขาวิชาวิศวกรรมสารสนเทศ
คณะวิศวกรรมศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง.
- ภาควิชาฟิสิกส์ คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยรังสิต. 2548. **ฟิสิกส์เบื้องต้น**.
เอกสารประกอบการศึกษา เรื่อง ฟิสิกส์เบื้องต้น.
www.physics.sci.rit.ac.th/charud/scibook/nuch/index1.html.
- ภาควิชาฟิสิกส์ คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคล. 2548. **การสะท้อนของแสง**.
เอกสารประกอบการศึกษา เรื่อง การสะท้อนของแสง.
www.physics.sci.rit.ac.th/charud/scibook/nuch/index1.html.

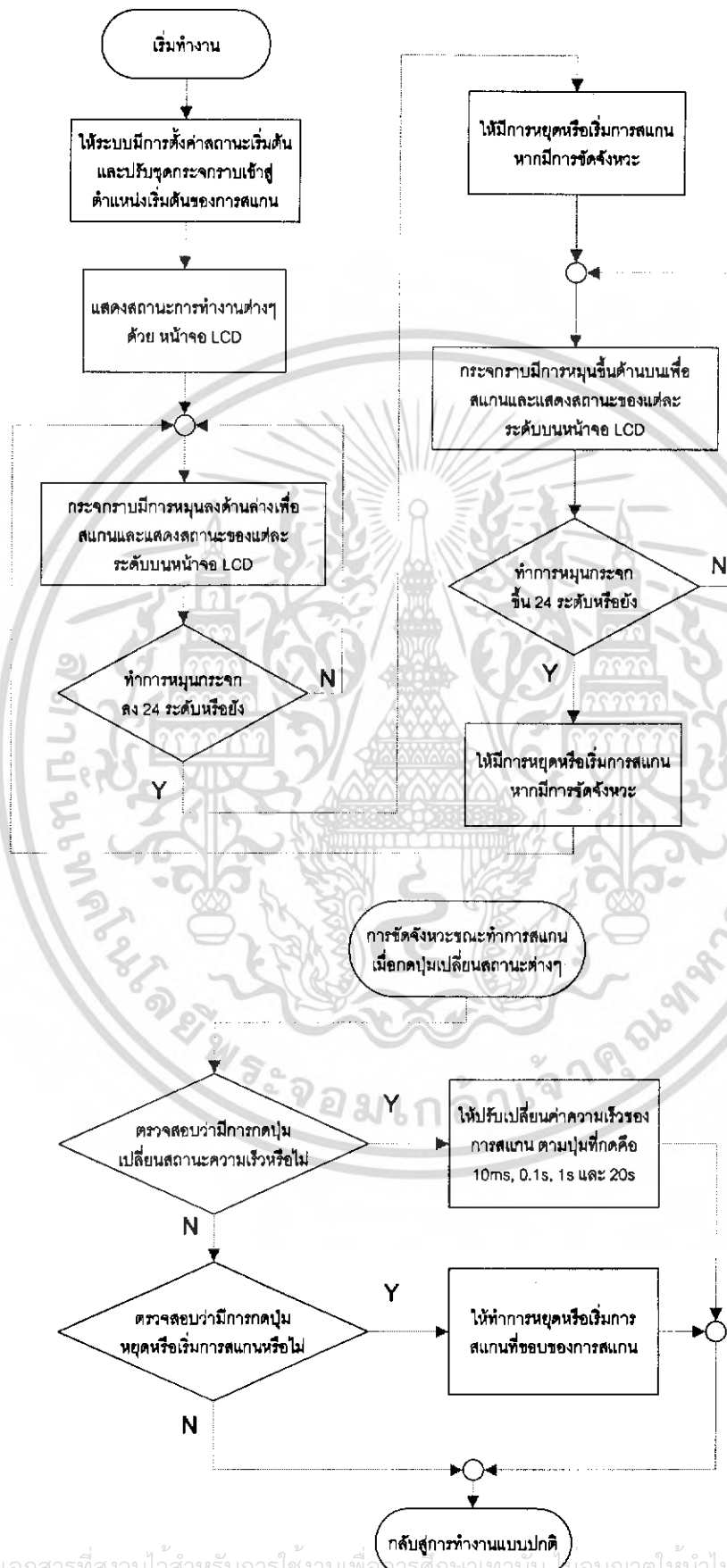
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาคผนวก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

แผนผังการทำงานของโปรแกรม



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น มีอนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```

1 //#####
2 // -2D- Polygon Mirror Scan Source Code
3 //#####
4 #include<8051io.h>
5 #include<8051reg.h>
6 #include<8051int.h>
7 #include<8051bit.h>
8 #include "lcddrv.c"
9 extern register char cputick;
10 char buffer_step1[4]={0xf1,0xf2,0xf4,0xf8}; //ccw
11 char buffer_step2[4]={0xf8,0xf4,0xf2,0xf1}; //cw
12 char buffer_step3[8]={0xf1,0xf3,0xf2,0xf6,0xf4,0xfc,0xf8,0xf9}; //ccw.5
13 char buffer_step4[8]={0xf9,0xf8,0xfc,0xf4,0xf6,0xf2,0xf3,0xf1}; //cw.5
14 unsigned char keystart, onepoint, key, i, round, count, opto, stepstop, run1, run2, play;
15 unsigned int tick, x;
16
17 char *title1 = "PMR-2Dscan";
18 char *title2 = "PushKey To Start";
19 char *work = "-- NowWorking --";
20 char *clear = " ";
21
22 char sbuffer[20];
23
24 unsigned char *gpio;
25 #define rom 0x0200
26
27 //=====
28 INTERRUPT(_TF0_) tf0_int() //use for scan key only
29 {
30     clrbit(TCON.5)
31     TH0=0xfc;
32     tick++;
33     if(tick==175)
34     {
35         tick=0;
36         cplbit(P1.7)
37         scankey();
38     }
39 }
40 //=====
41 setstart()//setup begin
42 {
43     run1=0;//cw
44     run2=1;//ccw
45     key=1;
46     play=1;
47     stepstop=1;
48     onepoint=1;
49     round=0;
50     count=0;
51     P1=0xff;
52     P3=0xff;
53     delay(10);
54     printf("\n --> Setup Program");
55     setup();
56
57     goto_xy(0,0);
58     Puts(clear);
59     goto_xy(0,0);
60     Puts(work);
61
62     goto_xy(0,1);
63     Puts(clear);
64     sprintf(sbuffer, "Time(ms):%d", x);
65     goto_xy(0,1);
66     Puts(sbuffer);
67 }
68 //=====

```

```
79 setup()//return mirror to start point
80 {
81     while(stepstop)
82     {
83         for (i=0;i<=3;i++)
84         {
85             P1=buffer_step1[i];
86             delay(10);
87             chkstep();
88         }
89     }
90 }
91 //=====
92 chkstep()
93 {
94     opto=P3&0x20;
95     if(opto==0)
96     {
97         printf("\n --> Ready\n");
98         stepstop=0; //signal for stop step
99         i=4; //avoid step run
100        P1=0xff; //P1 ready
101        delay(10);
102    }
103 }
104 //=====
105 firstrun()
106 {
107     count=0;
108     while(onepoint)
109     {
110         for (i=0;i<=3;i++)
111         {
112             P1=buffer_step2[i]; //cw
113             delay(20);
114             ++count;
115             chkpoint();
116         }
117     }
118 }
119 //=====
120 chkpoint()
121 {
122     if (count==56)//start point for begin scan(change count)
123     {
124         onepoint=0;
125         i=4;
126         P1&=0xf0;
127         delay(500);
128         printf(" --> Begin Scan\n");
129     }
130 }
131 //=====
132 scanstep()
133 {
134     DW();
135     delay(10);
136     UP();
137     delay(10);
138 }
139 //=====
140 DW()
141 {
142     count=0;
143     while(run1)
144     {
145         for (i=0;i<=7;i++)
146         {
```

```

134         P1=buffer_step4[i];
135         waitcount_DW();
136     }
137 }
138 P1&=0xf0;
139 delay(500);
140 }
141 //=====
142 UP()
143 {
144     count=0;
145     while(run2)
146     {
147         for (i=0;i<=7;i++)
148         {
149             P1=buffer_step3[i];
150             waitcount_UP();
151         }
152     }
153     P1&=0xf0;
154     delay(500);
155 }
156 //=====
157 waitcount_DW()
158 {
159     delay(x);//=====change speed=====
160     if (count==0) round++;
161     printf("\rSpeed: %d, Round: %02d, Step: %02d", x, round, ++count);
162     showstep(count);
163
164     sprintf(sbuffer, "-DOWN-");
165     goto_xy(9,0);
166     Puts(sbuffer);
167
168     if(count==24) // <<=====change step to scan
169     {
170         i=8;
171         run1^=1;
172         run2^=1;
173     }
174 }
175 waitcount_UP()
176 {
177     unsigned char count_temp;
178     delay(x);//=====change speed=====
179     if (count==0) round++;
180     ++count;
181     count_temp = 25-count;
182     printf("\rSpeed: %d, Round: %02d, Step: %02d", x, round, count_temp);
183     showstep(count_temp);
184
185     sprintf(sbuffer, "-UP-");
186     goto_xy(10,0);
187     Puts(sbuffer);
188
189     if(count==24) // <<=====change step to scan
190     {
191         i=8;
192         run1^=1;
193         run2^=1;
194     }
195 }
196 //=====
197 lcdsetup()
198 {
199     InitLcd();
200     clr_screen();

```

pmr.c

```
100     goto_xy(3,0);
101     Puts(title1);
102     goto_xy(0,1);
103     Puts(title2);
104 }
105 //=====
106 showdata()
107 {
108     sprintf(sbuffer,"Time(ms):%d",x);
109     goto_xy(0,1);
110     Puts(clear);
111     goto_xy(0,1);
112     Puts(sbuffer);
113 }
114 showstep(unsigned char stepcount)
115 {
116     sprintf(sbuffer,"Step:%d",stepcount);
117     goto_xy(0,0);
118     Puts(clear);
119     goto_xy(0,0);
120     Puts(sbuffer);
121 }
122 //=====
123 scankey()
124 {
125     switch(*gpio&0xf0)//speed choose
126     {
127         case 0xe0 : x=10;
128                     showdata();
129                     break;
130         case 0xd0 : x=100;
131                     showdata();
132                     break;
133         case 0xb0 : x=1000;
134                     showdata();
135                     break;
136         case 0x70 : x=20000;
137                     showdata();
138                     break;
139     }
140     switch(*gpio&0x0f)
141     {
142         case 0x06 : keystart=1;//0-110 = sw4 : start program control
143                     break;
144         case 0x02 : play=0;//0-0-10 = sw3 stop
145                     break;
146         case 0x04 : play=1;//01-0-0 = sw2 run
147                     break;
148     }
149 }
150 //=====
151 main()
152 {
153     setbit(P1.7)
154     lcdsetup();
155     gpio = rom;
156     setbit(IE.7) // EA enable all interrupt
157     setbit(IE.1) // TF0
158
159     TH0=0xfc;
160     TL0=0x00;
161     tick=0;
162     x=100; // begin velocity
163     keystart=0;
164
165     setbit(TCON.4) // TF0 run
166 }
```

pmr.c

```
30 while(!keystart)
31 ;
32 setstart();
33 firstrun();
34
35 while(1)
36 {
37     while (!play)
38     ;
39     UP();
40
41     while (!play)
42     ;
43     DW();
44 }
45 }
```



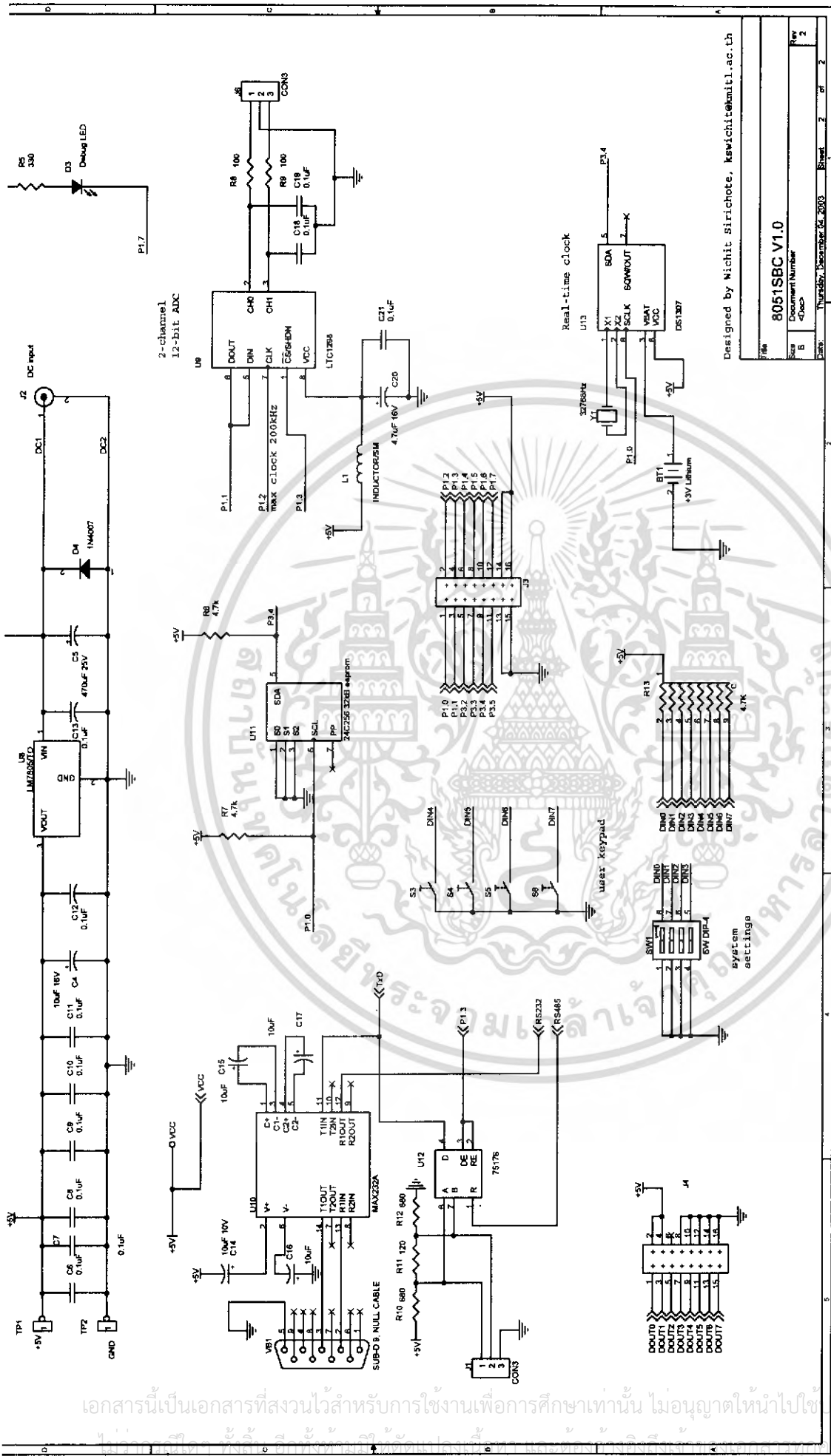
lcddrv.c

```
1 //#####
2 // LCD Driver Source Code
3 //#####
4
5 #define BUSY 0x80
6
7 #define LCD_command_write (*((unsigned char *)0x0000))
8 #define LCD_data_write (*((unsigned char *)0x0001))
9 #define LCD_command_read (*((unsigned char *)0x0002))
10 #define LCD_data_read (*((unsigned char *)0x0003))
11
12 #define LCD 0x0A
13
14 LcdReady()
15 {
16     char flag;
17     while((flag=LCD_command_read & BUSY))
18     {
19         if(flag == 0xFF) return -1;
20     }
21     return 1;
22 }
23
24 void clr_screen(void)
25 {
26     LcdReady();
27     LCD_command_write=0x01;
28 }
29
30 char InitLcd(void)
31 {
32     if(-1 ==LcdReady()) return -1;
33     LCD_command_write=0x38;
34
35     LcdReady();
36     LCD_command write=0x0c;
37     clr_screen();
38     goto_xy(0,0);
39 }
40
41 goto_xy(char x,char y)
42 {
43     LcdReady();
44     switch(y){
45     case 0 : LCD_command write=0x80+x; break;
46     case 1 : LCD_command_write=0xC0+x; break;
47     case 2 : LCD_command_write=0x94+x; break;
48     case 3 : LCD_command_write=0xd4+x; break;
49     }
50 }
51
52 char *Puts(char* str)
53 {
54     unsigned char i;
55
56     for (i=0; str[i] != '\0'; i++){
57         LcdReady();
58         LCD_data_write=str[i];
59     }
60     return str;
61 }
62
63 void putch_lcd(char ch)
64 {
65     LcdReady();
66     LCD_data_write=ch;
67 }
68
```

lcddrv.c

```
70 // print 4 digits decimal on LCD at current position
71
72 print_4digit(int n)
73 {
74     char buffer[6];
75     int temp;
76
77     if(n<0) buffer[0] = '-';
78     else buffer[0] = '+';
79     temp = n;
80     if(n<0)
81     {
82         n=~temp;
83         n++; // convert to unsigned
84     }
85
86     buffer[1] = (n/1000)+48;
87     temp = n%1000;
88     buffer[2] = (temp/100)+48;
89     temp = n%100;
90     buffer[3] = (temp/10)+48;
91     buffer[4] = (temp%10)+48;
92     putch_lcd(buffer[0]);
93     putch_lcd(buffer[1]);
94     putch_lcd(buffer[2]);
95     putch_lcd(buffer[3]);
96     putch_lcd(buffer[4]);
97 }
98 )
```





Designed by Nitchit Sirichote, kswichit@mitl.ac.th

File	8051SBC V1.0	
Size	Document Number	
Doc	<Doc>	
Date	Thursday, December 04, 2003	Sheet 2 of 2
Rev	2	

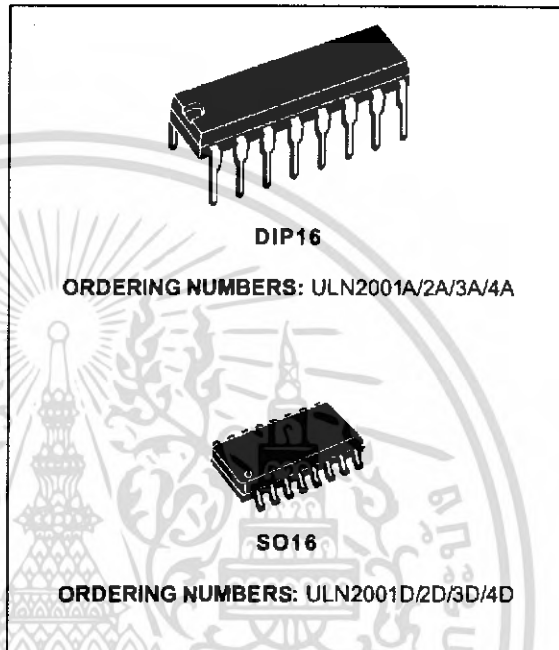
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
 ที่มีการนำไปใช้



ULN2001A-ULN2002A ULN2003A-ULN2004A

SEVEN DARLINGTON ARRAYS

- SEVEN DARLINGTONS PER PACKAGE
- OUTPUT CURRENT 500mA PER DRIVER (600mA PEAK)
- OUTPUT VOLTAGE 50V
- INTEGRATED SUPPRESSION DIODES FOR INDUCTIVE LOADS
- OUTPUTS CAN BE PARALLELED FOR HIGHER CURRENT
- TTL/CMOS/PMOS/DTL COMPATIBLE INPUTS
- INPUTS PINNED OPPOSITE OUTPUTS TO SIMPLIFY LAYOUT



DESCRIPTION

The ULN2001A, ULN2002A, ULN2003 and ULN2004A are high voltage, high current darlington arrays each containing seven open collector darlington pairs with common emitters. Each channel rated at 500mA and can withstand peak currents of 600mA. Suppression diodes are included for inductive load driving and the inputs are pinned opposite the outputs to simplify board layout.

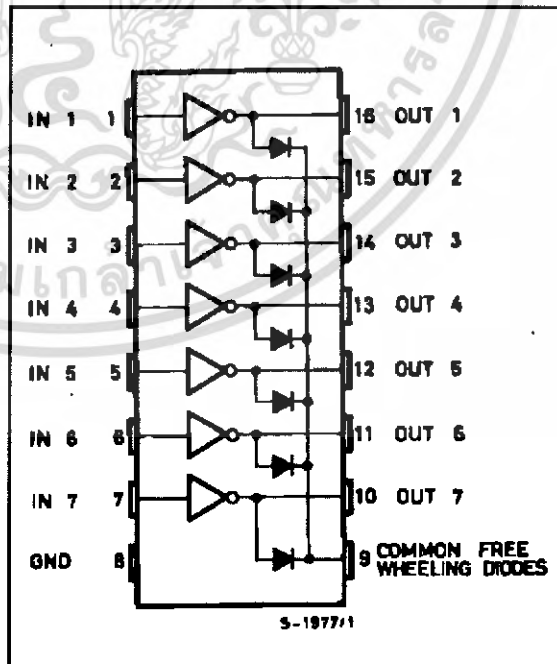
The four versions interface to all common logic families :

ULN2001A	General Purpose, DTL, TTL, PMOS, CMOS
ULN2002A	14-25V PMOS
ULN2003A	5V TTL, CMOS
ULN2004A	6-15V CMOS, PMOS

These versatile devices are useful for driving a wide range of loads including solenoids, relays DC motors, LED displays filament lamps, thermal print-heads and high power buffers.

The ULN2001A/2002A/2003A and 2004A are supplied in 16 pin plastic DIP packages with a copper leadframe to reduce thermal resistance. They are available also in small outline package (SO-16) as ULN2001D/2002D/2003D/2004D.

PIN CONNECTION

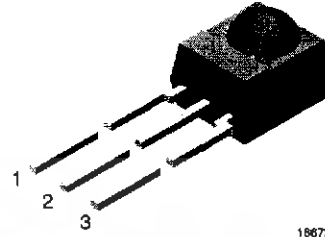


IR Receiver Modules for Remote Control Systems

Description

The TSOP348.. - series are miniaturized receivers for infrared remote control systems. PIN diode and preamplifier are assembled on lead frame, the epoxy package is designed as IR filter.

The demodulated output signal can directly be decoded by a microprocessor. TSOP348.. is the standard IR remote control receiver series for 3 V supply voltage, supporting all major transmission codes.



18672

Features

- Photo detector and preamplifier in one package
- Internal filter for PCM frequency
- Improved shielding against electrical field disturbance
- TTL and CMOS compatibility
- Output active low
- Supply voltage: 2.7 V to 5.5 V
- Improved immunity against ambient light

Mechanical Data

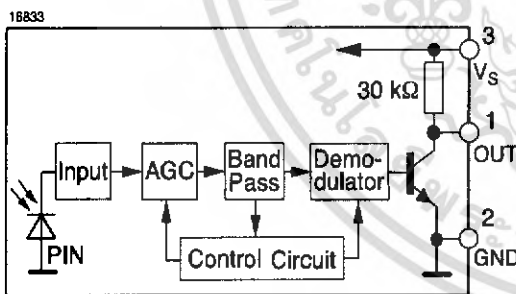
Pinning:

1 = OUT, 2 = GND, 3 = V_S

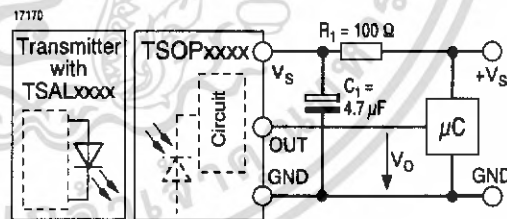
Parts Table

Part	Carrier Frequency
TSOP34830	30 kHz
TSOP34833	33 kHz
TSOP34836	36 kHz
TSOP34837	36.7 kHz
TSOP34838	38 kHz
TSOP34840	40 kHz
TSOP34856	56 kHz

Block Diagram



Application Circuit



$R_1 + C_1$ recommended to suppress power supply disturbances.

The output voltage should not be hold continuously at a voltage below $V_O = 2.0 \text{ V}$ by the external circuit.

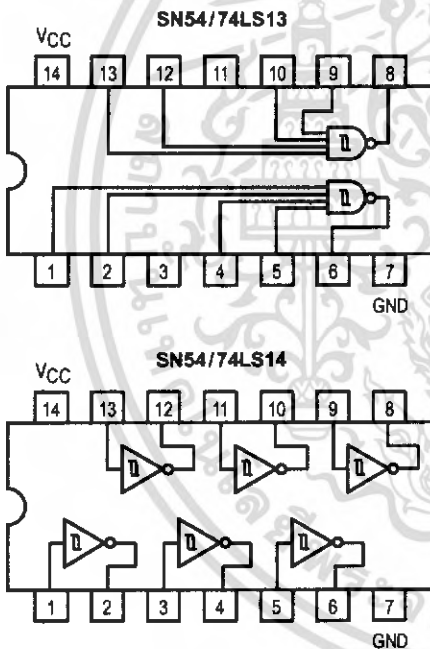


SCHMITT TRIGGERS DUAL GATE/HEX INVERTER

The SN54LS/74LS13 and SN54LS/74LS14 contain logic gates/inverters which accept standard TTL input signals and provide standard TTL output levels. They are capable of transforming slowly changing input signals into sharply defined, jitter-free output signals. Additionally, they have greater noise margin than conventional inverters.

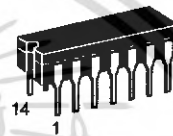
Each circuit contains a Schmitt trigger followed by a Darlington level shifter and a phase splitter driving a TTL totem pole output. The Schmitt trigger uses positive feedback to effectively speed-up slow input transitions, and provide different input threshold voltages for positive and negative-going transitions. This hysteresis between the positive-going and negative-going input thresholds (typically 800 mV) is determined internally by resistor ratios and is essentially insensitive to temperature and supply voltage variations.

LOGIC AND CONNECTION DIAGRAMS

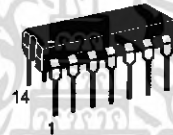


**SN54/74LS13
SN54/74LS14**

**SCHMITT TRIGGERS
DUAL GATE/HEX INVERTER
LOW POWER SCHOTTKY**



**J SUFFIX
CERAMIC
CASE 632-08**



**N SUFFIX
PLASTIC
CASE 646-06**



**D SUFFIX
SOIC
CASE 751A-02**

ORDERING INFORMATION

SN54LSXXJ Ceramic
SN74LSXXN Plastic
SN74LSXXD SOIC

GUARANTEED OPERATING RANGES

Symbol	Parameter		Min	Typ	Max	Unit
V _{CC}	Supply Voltage	54 74	4.5 4.75	5.0 5.0	5.5 5.25	V
T _A	Operating Ambient Temperature Range	54 74	-55 0	25 25	125 70	°C
I _{OH}	Output Current — High	54, 74			-0.4	mA
I _{OL}	Output Current — Low	54 74			4.0 8.0	mA

FAST AND LS TTL DATA

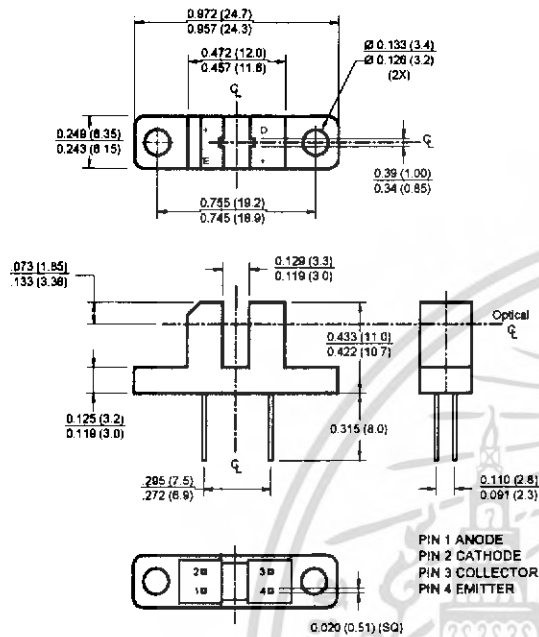
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

H21A1 / H21A2 / H21A3

PHOTOTRANSISTOR

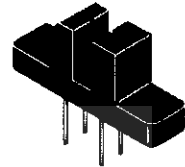
OPTICAL INTERRUPTER SWITCH

PACKAGE DIMENSIONS



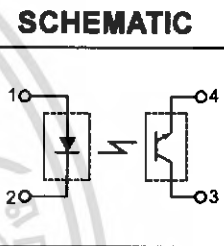
DESCRIPTION

The H21A1, H21A2 and H21A3 consist of a gallium arsenide infrared emitting diode coupled with a silicon phototransistor in a plastic housing. The packaging system is designed to optimize the mechanical resolution, coupling efficiency, ambient light rejection, cost and reliability. The gap in the housing provides a means of interrupting the signal with an opaque material, switching the output from an "ON" to an "OFF" state.



FEATURES

- Opaque housing
- Low cost
- .035" apertures
- High $I_{C(ON)}$



NOTES:

1. Dimensions for all drawings are in inches (mm).
2. Tolerance of $\pm .010$ (.25) on all non-nominal dimensions unless otherwise specified.

1. Derate power dissipation linearly 1.33 mW/°C above 25°C.
2. RMA flux is recommended.
3. Methanol or isopropyl alcohols are recommended as cleaning agents.
4. Soldering iron tip 1/16" (1.6mm) minimum from housing.

ABSOLUTE MAXIMUM RATINGS ($T_A = 25^\circ\text{C}$ unless otherwise specified)

Parameter	Symbol	Rating	Unit
Operating Temperature	T_{OPR}	-55 to +100	°C
Storage Temperature	T_{STG}	-55 to +100	°C
Soldering Temperature (Iron)(2,3 and 4)	T_{SOL-I}	240 for 5 sec	°C
Soldering Temperature (Flow)(2 and 3)	T_{SOL-F}	260 for 10 sec	°C
INPUT (EMITTER)			
Continuous Forward Current	I_F	50	mA
Reverse Voltage	V_R	6	V
Power Dissipation (1)	P_D	100	mW
OUTPUT (SENSOR)			
Collector to Emitter Voltage	V_{CEO}	30	V
Emitter to Collector Voltage	V_{ECO}	4.5	V
Collector Current	I_C	20	mA
Power Dissipation ($T_C = 25^\circ\text{C}$)(1)	P_D	150	mW

TOSHIBA BIPOLAR LINEAR INTEGRATED CIRCUIT SILICON MONOLITHIC

TA7259P, TA7259P(LB), TA7259F

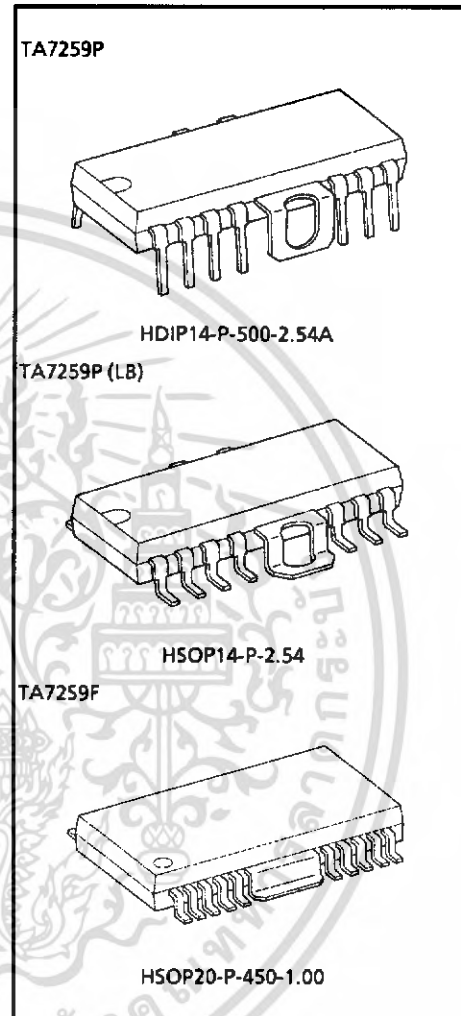
DC MOTOR DRIVER IC

The TA7259P is a 3-phase Bi-directional motor driver IC. It designed for use VTR tape deck, floppy disk and record player motor drivers.

It contains output power drivers, position sensing circuits, control amplifier and CW / CCW control circuit.

FEATURES

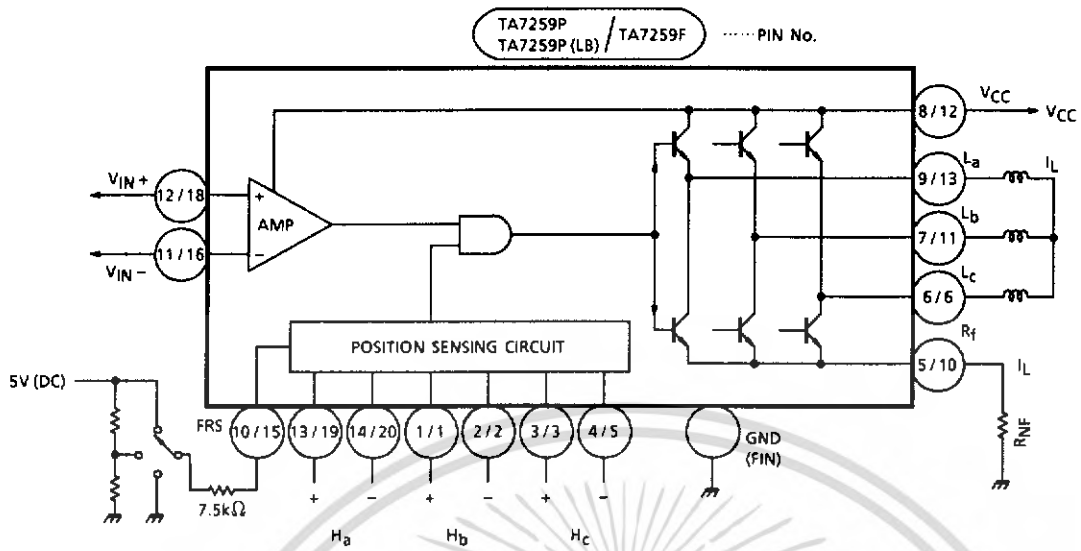
- 3-phase Bi-directional driver and output current up to ± 1.2 A.
- Few external parts required.
- Wide operating supply voltage range: $V_{CC (opr.) MIN.} = 7$ V
- Forward and reverse rotation is controlled simply by means of a CW / CCW control signal fed into FRS.
- High sensitivity of position sensing amplifier.
($V_H = 10$ mV (Typ.), recommend to use TOSHIBA Ga-As hall sensor "THS" series.)
- Surge protect diode connected for all input terminals. (Position sensing, control, CW / CCW control inputs.)
- DIP-14F power package.



Weight

HDIP14-P-500-2.54A :	3.00 g (Typ.)
HSOP14-P-2.54 :	3.00 g (Typ.)
HSOP20-P-450-1.00 :	0.79 g (Typ.)

BLOCK DIAGRAM



PIN FUNCTION

PIN No.		SYMBOL	FUNCTION DESCRIPTION
P TYPE	F TYPE		
1	1	H _b +	b-phase Hall Amp. positive input terminal
2	2	H _b -	b-phase Hall Amp. negative input terminal
3	3	H _c +	c-phase Hall Amp. positive input terminal
4	5	H -	c-phase Hall Amp. negative input terminal
5	10	R _F	Output current detection terminal
6	6	L _c	c-phase drive output terminal
7	11	L _b	b-phase drive output terminal
8	12	V _{CC}	Power supply input terminal
9	13	L _a	a-phase drive output terminal
10	15	FRS	Forward / Reverse / Stop switch terminal
11	16	V _{IN} -	Control Amp. negative input terminal
12	18	V _{IN} +	Control Amp. positive input terminal
13	19	H _a +	a-phase Hall Amp. positive input terminal
14	20	H _a -	a-phase Hall Amp. negative input terminal
Fin	Fin	GND	GND Terminal