ภาควิชาครุศาสตร์วิศวกรรม

คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

ใบรับรองปริญญานิพนธ์

ชื่อหัวข้อ เครื่องปอกเปลือกไข่นกกระทาอัตโนมัติ

Automatic Quail Eggshell Peeler

ชื่อนักศึกษา

1. นายกิตติพงษ์ ปัญญา	รหัสประจำตัว	45035251
2. นายเฉลิมพล วงค์แก้ว	รหัสประจำตัว	45035256
3. นายธราดล เทพอารีนันท์	รหัสประจำตัว	45035263

หลักสูตร ครุศาสตร์อุตสาหกรรมบัณฑิต **สาขาวิชา** วิศวกรรมโทรคมนาคม

อาจารย์ที่ปรึกษา อาจารย์อมรชัย ชัยชนะ

อาจารย์ที่ปรึกษาร่วม 1. อาจารย์ปิยะ ศุภวราสุวัฒน์

2. อาจารย์พิชญ์สินี มงคลขจิต

คณะกรรมการสอบปริญญานิพนธ์	ลายมือชื่อ
1. ผศ.สุรสิทธิ์ ราตรี	
2. อาจารย์สุชิน อาจหาญ	
3. อาจารย์อมรชัย ชัยชนะ	
4. อาจารย์พิชญ์สินี มงคลขจิต	
5. อาจารย์ปิยะ ศุภวราสุวัฒน์	

วัน/เดือน/ปีที่สอบ วันอังคารที่ 30 มีนาคม พ.ศ. 2547 เวลา 10.00 น.

สถานที่สอบ ห้อง ค.311 คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม สจล.

ภาควิชารับรองแล้ว

ลงนาม.....

(ผศ.สุรสิทธิ์ ราตรี)

หัวหน้าภาควิชาครุศาสตร์วิศวกรรม

วันที่ 31 เดือน มีค พ.ศ. 47

<BT4620032>

เครื่องปอกเปลือกไข่นกกระทาอัตโนมัติ

สำนักหอสมุดกลาง พระจอมเกล้าลาดกระบัง

ปริญญานิพนธ์

เครื่องปอกเปลือกไข่นกกระทาอัตโนมัติ

AUTOMATIC QUAIL EGGSHELL PEELER

นายกิตติพงษ์ ปัญญา
นายเฉลิมพล วงค์แก้ว
นายธราดล เทพอารีนันท์

เลขหมู่.....
เลขทะเบียน 51044
วัน,เดือน,ปี 29 มิ.ย. 2547

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

ปริญญานิพนธ์ฉบับนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรครุศาสตร์อุตสาหกรรมบัณฑิต
สาขาวิชาวิศวกรรมโทรคมนาคม
ภาควิชาครุศาสตร์วิศวกรรม คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
ปีการศึกษา 2546

ปริญญานิพนธ์

เรื่อง เครื่องปอกเปลือกไข่นกกระทาอัตโนมัติ

Automatic Quail Eggshell Peeler

วัตถุประสงค์

1. เพื่อศึกษาส่วนประกอบต่างๆ ของระบบการกะเทาะเปลือกไข่ ระบบการปอกเปลือก ระบบการฉีดน้ำ และออกแบบโปรแกรม MCS-51 ควบคุมกลไกการทำงานของเครื่องปอกเปลือกไข่นกกระทาอัตโนมัติ
2. เพื่อออกแบบวงจรควบคุมถังปั่นกะเทาะเปลือกไข่ วงจรควบคุมการฉีดน้ำ วงจรควบคุมการปอกเปลือกไข่ และวงจรเซ็นเซอร์ที่ใช้ในเครื่องปอกเปลือกไข่นกกระทาอัตโนมัติ
3. เพื่อสร้างเครื่องปอกเปลือกไข่นกกระทาอัตโนมัติ
4. เพื่อทดลองและทดสอบเครื่องปอกเปลือกไข่นกกระทาอัตโนมัติ

ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1. ได้รับความรู้เรื่องการทำงานของส่วนประกอบต่างๆ ของระบบการกะเทาะเปลือกไข่ ระบบการปอกเปลือก ระบบการฉีดน้ำ และได้โปรแกรม MCS-51 ที่ควบคุมกลไกการทำงานของเครื่องปอกเปลือกไข่นกกระทาอัตโนมัติ
2. ได้วงจรควบคุมถังปั่นกะเทาะเปลือกไข่ วงจรควบคุมการฉีดน้ำ วงจรควบคุมการปอกเปลือกไข่ และวงจรเซ็นเซอร์ที่ใช้ในเครื่องปอกเปลือกไข่นกกระทาอัตโนมัติต้นแบบ
3. ได้เครื่องปอกเปลือกไข่นกกระทาอัตโนมัติ
4. ได้ผลการทดลองและทดสอบของเครื่องปอกเปลือกไข่นกกระทาอัตโนมัติ
5. ได้นำเครื่องปอกเปลือกไข่นกกระทาอัตโนมัติไปใช้ ในธุรกิจการประกอบอาหารที่ใช้ไข่นกกระทาเป็นส่วนประกอบ และผู้ที่ทำธุรกิจขายไข่นกกระทาต้มสุก

ชื่อหัวข้อ	เครื่องปอกเปลือกไข่นกกระทาอัตโนมัติ	
นักศึกษา	นายกิตติพงษ์	ปัญญา
	นายเฉลิมพล	วงค์แก้ว
	นายธราดล	เทพอารีนันท์
อาจารย์ที่ปรึกษา	อาจารย์อมรชัย	ชัยชนะ
อาจารย์ที่ปรึกษาร่วม	อาจารย์ปิยะ	ศุภวราสุวัฒน์
	อาจารย์พิชญ์สินี	มงคลขจิต
หลักสูตร	ครุศาสตร์อุตสาหกรรมบัณฑิต	
สาขาวิชา	วิศวกรรมโทรคมนาคม	
ปีการศึกษา	2546	

บทคัดย่อ

ปริญญานิพนธ์ฉบับนี้เสนอเครื่องปอกเปลือกไข่นกกระทาอัตโนมัติ โดยได้ออกแบบเครื่องปอกเปลือกไข่นกกระทาขึ้น โดยเริ่มจากการวิเคราะห์การทำงานของเครื่องปอกเปลือกไข่ไก่ที่มีอยู่เดิม เพื่อนำข้อดีข้อเสียมาใช้ในการพัฒนาเครื่องปอกเปลือกไข่นกกระทาอัตโนมัติ โดยเพิ่มชุดกะเทาะเปลือกไข่เข้ามาเสริม และใช้ลูกกลิ้งที่ทำจากยางพารามาใช้ในการปอกเปลือกไข่แทนการใช้หัวนอตในการปอกเปลือกของเครื่องปอกเปลือกไข่ไก่ที่มีอยู่เดิม โดยเครื่องปอกเปลือกไข่นกกระทาที่ออกแบบนี้สามารถปอกเปลือกไข่นกกระทาได้ 20 ฟอง ต่อ นาที สามารถบรรจุไข่ในถังกะเทาะได้สูงสุด 50 ฟอง มีระบบฉีดน้ำเพื่อทำความสะอาดไข่หลังการปอกเปลือก และหลังจากที่เครื่องทำการปอกเปลือกไข่นกกระทาเสร็จแล้วจะมีเสียงเตือนและหยุดทำงานโดยอัตโนมัติ

จากการทดลองผลสรุปว่า สามารถปอกเปลือกไข่นกกระทาที่ต้มสุกแล้วได้ในระดับหนึ่ง โดยมีความเร็วเฉลี่ยในการปอกเปลือกอยู่ที่ 20 ฟอง ต่อ นาที มีค่าความผิดพลาด 1 ฟอง ต่อ 4 ฟอง และมีประสิทธิภาพในการทำงานคิดเป็นร้อยละ 75 ของจำนวนไข่ทั้งหมด ซึ่งอาจจะเนื่องมาจากความแข็งแรงและอ่อนตัวของเนื้อไข่นกกระทา ไม่แน่นอนไม่สามารถควบคุมได้ และมีการติดขัดอยู่บ้าง จึงมีความเหมาะสมที่จะได้รับการพัฒนาต่อไป

Thesis Title	Automatic Quail Eggshell Peeler	
Students	Mr.Kittipong	Panya
	Mr.Chalermphol	Wongkeaw
	Mr.Taradol	Tepareenun
Advisor	Mr.Amornchai	Chaichana
Co – Advisors	Mr.Piya	Supavarasuwat
	Miss Pitsini	Mongkolkachit
Education Level	Bachelor of Science in Industrial Education	
Program in	Telecommunication Engineering	
Academic Year	2003	

ABSTRACT

This thesis presents an automatic quail eggshell peeler. This design of an automatic quail eggshell peeler is developed from the previously used chicken eggshell peeler. The development starts from the advantage and disadvantage points of the chicken eggshell peeler then is added up the eggshell breaker procedure. This procedure uses a pare rubber roller instead of screw in the chicken eggshell peeler. This design of an automatic quail eggshell peeler is able to peel up to 20 eggs per minute. The container can contain 50 eggs and also has a cleaning system by water injection directly to quail egg with the warning alarm and auto-stop function when the peeling process is completed.

As the experiment, the result shows that this automatic quail eggshell peeler can peel the boiled quail egg at the speed of 20 eggs per minute with some mistaken at about 1 egg among 4 eggs. For overall, this design of an automatic quail eggshell peeler succeeds about 75 percents of number tested eggs. It may cause by the uncertainly softness and hardness of each quail egg which is over control. So that, this design of an automatic quail eggshell peeler should be developed in the further.

กิตติกรรมประกาศ

ปริญญานิพนธ์ฉบับนี้สามารถสำเร็จลุล่วงได้ดีนั้น เนื่องมาจากความร่วมมือร่วมใจของสมาชิกภายในกลุ่มทุกท่าน คณะผู้จัดทำขอขอบคุณอาจารย์อมรชัย ชัยชนะ อาจารย์ปิยะ ศุภวราสุวัฒน์ อาจารย์พิชญ์สินี มงคลขจิต และอาจารย์ประจำภาควิชาครุศาสตร์วิศวกรรมทุกท่านเป็นอย่างมากที่ได้กรุณาให้คำปรึกษาและให้คำแนะนำในการแก้ไขปัญหาต่างๆ ตลอดจนถึงข้อมูลและอุปกรณ์ที่เป็นประโยชน์ต่อการทดลองโครงงาน และในการจัดทำปริญญานิพนธ์ฉบับนี้ ขอขอบคุณห้องสมุดคณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม ห้องสมุดคณะวิศวกรรมศาสตร์และสำนักหอสมุดกลางที่ช่วยอำนวยความสะดวกและเอื้อเฟื้อสถานที่ในการค้นคว้าข้อมูล

ขอกราบขอบพระคุณบิดา มารดา และผู้มีพระคุณสำหรับพวกเราที่ได้ให้การสนับสนุนทุกสิ่งทุกอย่างทางด้านการศึกษาและเป็นผู้ให้กำลังใจด้วยดีตลอดมา ตั้งแต่อดีตจนถึงปัจจุบัน และสุดท้ายต้องขอขอบคุณเพื่อนๆ และน้องๆ ที่คอยช่วยเหลือ และเป็นกำลังใจให้เสมอมา

สารบัญ

เรื่อง	หน้า
บทคัดย่อภาษาไทย	I
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ	II
กิตติกรรมประกาศ	III
สารบัญ	IV
สารบัญตาราง	VII
สารบัญรูป	VIII
บทที่ 1 บทนำ	1
1.1 ความเป็นมาและความสำคัญ	1
1.2 ขีดความสามารถของโครงงาน	1
1.3 เนื้อหาโดยสังเขป	2
บทที่ 2 ทฤษฎีและหลักการ	3
2.1 กล่าวนำ	3
2.2 ไข่นกกระทาและลักษณะทางกายภาพ	3
2.3 เครื่องปอกเปลือกไข่ที่มีอยู่เดิม	4
2.4 มอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรง	4
2.4.1 ชนิดของมอเตอร์	5
2.4.2 ระบบการควบคุมมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรง	6
2.4.3 การทำงานของแอมปลิฟลายแบบการมอดูเลตแบบความกว้างของพัลส์	6
2.4.4 การควบคุมความเร็วมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรง	7
2.5 ไมโครคอนโทรลเลอร์ตระกูล MCS-51	7
2.5.1 คุณสมบัติของไมโครคอนโทรลเลอร์ตระกูล MCS-51	8
2.5.2 โครงสร้างพื้นฐานของไมโครคอนโทรลเลอร์ตระกูล MCS-51	8
2.6 คุณสมบัติของอุปกรณ์เชื่อมโยงทางแสง	10
2.6.1 คุณสมบัติทางอินพุตของอุปกรณ์เชื่อมโยงทางแสง	11
2.6.2 คุณสมบัติทางเอาต์พุตของอุปกรณ์เชื่อมโยงทางแสง	11
2.6.3 คุณสมบัติทั่วๆไปของอุปกรณ์เชื่อมโยงทางแสง	15

สารบัญ (ต่อ)

เรื่อง	หน้า
2.7 ระบบโฟโต้อิเล็กตริกในงานอุตสาหกรรม	15
2.7.1 ส่วนประกอบของโฟโต้อิเล็กตริก	16
2.7.2 ชนิดตัวรับแสงของระบบโฟโต้อิเล็กตริก	18
2.7.3 วิธีการตรวจจับของระบบโฟโต้อิเล็กตริก	24
2.7.4 วิธีพิจารณาเป้าวัตถุ	25
2.8 สวิตช์แม่เหล็กไฟฟ้าหรือรีเลย์	28
2.9 โซลินอยด์	31
2.9.1 หลักการทำงานของโซลินอยด์	32
2.9.2 ขั้นตอนการเลือกใช้โซลินอยด์	34
2.9.3 แนวความคิดในการนำเอาโซลินอยด์ไปประยุกต์ใช้	34
2.9.4 ข้อระวังในการใช้โซลินอยด์เพื่อให้อายุยืนยาว	35
บทที่ 3 การออกแบบ การสร้าง และการทำงาน	36
3.1 กล่าวนำ	36
3.2 การออกแบบวงจร	37
3.2.1 วงจรควบคุมหลัก	37
3.2.2 วงจรควบคุมรีเลย์	38
3.2.3 วงจรภาคจ่ายไฟ	39
3.2.4 วงจรชุดส่งอินฟราเรด	41
3.2.5 วงจรชุดรับอินฟราเรด	42
3.2.6 วงจรชุดขับแอลอีดี	43
3.3 การออกแบบระบบกลไก	43
3.3.1 ชุดถังกะเทาะเปลือกไข่นกกระทา	43
3.3.2 ชุดปอกเปลือกไข่นกกระทา	44
3.4 การออกแบบโครงสร้างของเครื่อง	45
3.4.1 การออกแบบโครงที่ใช้ในการติดตั้งอุปกรณ์	45
3.4.2 การออกแบบรางลำเลียงไข่	45
3.4.3 การออกแบบกรวยบรรจุไข่	46

สารบัญ (ต่อ)

เรื่อง	หน้า
3.4.4 การออกแบบถาดเก็บเปลือกไข่	46
3.4.5 การออกแบบแผงควบคุม	47
3.4.6 การติดตั้งอุปกรณ์ต่างๆ บนโครง	48
บทที่ 4 การทดลองและผลการทดลอง	50
4.1 กล่าวนำ	50
4.2 การทดลองการทำงานของวงจร	50
4.2.1 วงจรควบคุมหลัก	50
4.2.2 วงจรควบคุมรีเลย์	51
4.2.3 วงจรตรวจจับการตัดผ่านด้วยแสงอินฟราเรด	52
4.3 การทดสอบระบบกลไกของเครื่องปอกเปลือกไข่นกกระทาอัตโนมัติ	53
4.3.1 การทดสอบการทำงานของถังกะเทาะเปลือกไข่นกกระทา	53
4.3.2 การทดสอบชุดลูกกลิ้งปอกเปลือกไข่นกกระทา	53
4.4 การทดสอบการทำงานของเครื่องปอกเปลือกไข่นกกระทาอัตโนมัติ	54
4.4.1 ลำดับขั้นการทดลอง	54
4.4.2 สรุปผลการทดลอง	57
บทที่ 5 บทสรุป	58
5.1 สรุป	58
5.2 ปัญหาและแนวทางการแก้ไข	58
5.3 แนวทางการพัฒนา	60
บรรณานุกรม	61
ภาคผนวก ก เครื่องต้นแบบ	62
ภาคผนวก ข วงจรและแผ่นวงจรพิมพ์	72
ภาคผนวก ค รายการอุปกรณ์	83
ภาคผนวก ง แผนผังการทำงานและรหัสต้นฉบับของโปรแกรม	90
ภาคผนวก จ คู่มือการใช้งาน	95
ภาคผนวก ฉ รายละเอียดและคุณสมบัติของอุปกรณ์	101
ประวัติผู้แต่ง	111

สารบัญตาราง

ตารางที่	หน้า
2.1 ตัวอย่างคุณสมบัติทางเอาต์พุตของโฟโตทรานซิสเตอร์เบอร์ 4N26	12
2.2 ตัวอย่างคุณสมบัติทางเอาต์พุตของโฟโตทรานซิสเตอร์ดาร์ลิงตันเบอร์ 4N33	13
2.3 ตัวอย่างคุณสมบัติทางเอาต์พุตของโฟโตไตรแอกเบอร์ MOC3010	14
2.4 คุณสมบัติที่แตกต่างกันของรีเลย์	28
4.1 การทดลองวงจรควบคุมหลัก	51
4.2 การทดลองวงจรควบคุมรีเลย์	51
4.3 การทำงานของตัวตรวจจับด้วยแสงอินฟราเรด	52
4.4 การทดลองเครื่องปอกเปลือกไข่นกกระทาอัตโนมัติ จำนวน 10 ฟอง	54
4.4 (ต่อ) การทดลองเครื่องปอกเปลือกไข่นกกระทาอัตโนมัติ จำนวน 10 ฟอง	55
4.5 การทดลองเครื่องปอกเปลือกไข่นกกระทาอัตโนมัติ จำนวน 20 ฟอง	55
4.6 การทดลองเครื่องปอกเปลือกไข่นกกระทาอัตโนมัติ จำนวน 30 ฟอง	55
4.7 การทดลองเครื่องปอกเปลือกไข่นกกระทาอัตโนมัติ จำนวน 40 ฟอง	56
4.8 การทดลองเครื่องปอกเปลือกไข่นกกระทาอัตโนมัติ จำนวน 50 ฟอง	56
4.9 การเปรียบเทียบผลการทดลองของไข่นกกระทาแต่ละชุด	56
4.9 (ต่อ) การเปรียบเทียบผลการทดลองของไข่นกกระทาแต่ละชุด	57
ค.1 รายการอุปกรณ์ของวงจรควบคุมหลัก	84
ค.2 รายการอุปกรณ์ของวงจรควบคุมรีเลย์	84
ค.2 (ต่อ) รายการอุปกรณ์ของวงจรควบคุมรีเลย์	85
ค.3 รายการอุปกรณ์ของวงจรแหล่งจ่ายแรงดันคงที่ 9 โวลต์	85
ค.4 รายการอุปกรณ์ของวงจรแหล่งจ่ายแรงดันคงที่ 5, 12 โวลต์	85
ค.4 (ต่อ) รายการอุปกรณ์ของวงจรแหล่งจ่ายแรงดันคงที่ 5, 12 โวลต์	86
ค.5 รายการอุปกรณ์ของวงจรแหล่งจ่ายแรงดันแบบปรับระดับ 0-30โวลต์	86
ค.5 (ต่อ) รายการอุปกรณ์ของวงจรแหล่งจ่ายแรงดันแบบปรับระดับ 0-30โวลต์	87
ค.6 รายการอุปกรณ์ของวงจรชุดส่งอินฟราเรด	87
ค.7 รายการอุปกรณ์ของวงจรชุดรับอินฟราเรด	88
ค.7 (ต่อ) รายการอุปกรณ์ของวงจรชุดรับอินฟราเรด	89
ค.8 รายการอุปกรณ์ของวงจรชุดขับแอลอีดี	89

สารบัญรูป

รูปที่	หน้า
2.1 ไข่นกกระทา	3
2.2 โครงสร้างของเครื่องปอกเปลือกไข่ไก่	4
2.3 มอเตอร์ไฟตรงแบบต่างๆ	5
2.4 โครงสร้างพื้นฐานของไมโครคอนโทรลเลอร์ MCS-51	9
2.5 คุณลักษณะทางเอาต์พุตโดยปกติของโฟโตไดโอด	19
2.6 การกระจายของสนามแม่เหล็กไฟฟ้า	19
2.7 วงจรจำลองของโฟโตไดโอดและหารขยายบริเวณดีพลีชั่นให้มากขึ้น	20
2.8 การต่อโฟโตไดโอดในการนำไปใช้งาน	22
2.9 การใช้งานของโฟโตทรานซิสเตอร์ในลักษณะต่างๆ	23
2.10 โครงสร้างโฟโตเซนเซอร์แบบส่องแสงโดยตรง	23
2.11 โครงสร้างโฟโตเซนเซอร์แบบสะท้อน	24
2.12 คุณสมบัติของรีเลย์ (แบบกลไฟฟ้า)	30
2.13 โครงสร้างพื้นฐานของโซลินอยด์	31
2.14 ทิศทางของสนามแม่เหล็กที่เกิดขึ้นเมื่อมีกระแสไหลผ่านขดลวด	32
2.15 ทิศทางของสนามแม่เหล็กที่เกิดขึ้นในขดลวดที่มีกระแสไหล	32
2.16 การเพิ่มเหล็กอ่อนเข้ามาเพื่อเพิ่มความเข้มของสนามแม่เหล็ก	33
2.17 การเคลื่อนที่ของแกนกระทุ้ง	33
3.1 ผังการทำงานของเครื่องปอกเปลือกไข่นกกระทา อัตโนมัติ	36
3.2 วงจรควบคุมหลัก	37
3.3 วงจรควบคุมรีเลย์	38
3.4 วงจรแหล่งจ่ายแรงดันคงที่ 9 โวลต์	39
3.5 วงจรแหล่งจ่ายแรงดันคงที่ 5, 12 โวลต์	39
3.6 วงจรแหล่งจ่ายแรงดันแบบปรับระดับ 0-30โวลต์	40
3.7 วงจรชุดส่งอินฟราเรด	41
3.8 วงจรชุดรับอินฟราเรด	42
3.9 วงจรชุดขับแอลอีดี	43
3.10 ถังกะเทาะเปลือกไข่นกกระทา	44

สารบัญรูป (ต่อ)

รูปที่	หน้า
3.11 ชุดปอกเปลือกไข่นกกระทา	44
3.12 โครงที่ใช้ในการติดตั้งอุปกรณ์	45
3.13 รางลำเลียงไข่นกกระทา	46
3.14 กรวยบรรจุไข่	46
3.15 ถาดเก็บเปลือกไข่นกกระทา	47
3.16 แผงควบคุม	47
3.17 อุปกรณ์ที่ได้นำมาติดตั้งบนโครง	48
3.18 เครื่องปอกเปลือกไข่นกกระทาอัตโนมัติ	49
ก.1 วงจรควบคุมหลัก	63
ก.2 วงจรควบคุมรีเลย์	63
ก.3 วงจรชุดส่งอินฟราเรด	64
ก.4 วงจรชุดรับอินฟราเรด	64
ก.5 วงจรชุดขับแอลอีดี	65
ก.6 วงจรแหล่งจ่ายแรงดันคงที่ 9 โวลต์	65
ก.7 วงจรแหล่งจ่ายแรงดันคงที่ 5, 12 โวลต์	66
ก.8 วงจรแหล่งจ่ายแรงดันแบบปรับระดับ 0-30 โวลต์	66
ก.9 การเชื่อมต่อวงจรต่างๆ เข้าด้วยกัน	67
ก.10 แผงหน้าปัดควบคุมการทำงาน	67
ก.11 ถังกะเทาะเปลือกไข่	68
ก.12 ชุดปอกเปลือกไข่	68
ก.13 รางลำเลียงไข่	69
ก.14 กรวยบรรจุไข่	69
ก.15 ถาดเก็บเปลือกไข่	70
ก.16 เครื่องปอกเปลือกไข่นกกระทาอัตโนมัติด้านหน้า	70
ก.17 เครื่องปอกเปลือกไข่นกกระทาอัตโนมัติด้านบน	71
ข.1 วงจรควบคุมหลัก	73
ข.2 แผ่นวงจรพิมพ์ควบคุมหลัก	73

สารบัญรูป (ต่อ)

รูปที่	หน้า
ข.3 ตำแหน่งการวางอุปกรณ์แผ่นวงจรพิมพ์ควบคุมหลัก	74
ข.4 วงจรควบคุมรีเลย์	74
ข.5 แผ่นวงจรพิมพ์ควบคุมรีเลย์	75
ข.6 ตำแหน่งการวางอุปกรณ์แผ่นวงจรพิมพ์ควบคุมรีเลย์	75
ข.7 วงจรแหล่งจ่ายแรงดันคงที่ 9 โวลต์	76
ข.8 แผ่นวงจรพิมพ์แหล่งจ่ายแรงดันคงที่ 9 โวลต์	76
ข.9 ตำแหน่งการวางอุปกรณ์แผ่นวงจรพิมพ์แหล่งจ่ายแรงดันคงที่ 9 โวลต์	76
ข.10 วงจรแหล่งจ่ายแรงดันคงที่ 5,12 โวลต์	76
ข.11 แผ่นวงจรพิมพ์แหล่งจ่ายแรงดันคงที่ 5,12 โวลต์	77
ข.12 ตำแหน่งการวางอุปกรณ์แผ่นวงจรพิมพ์แหล่งจ่ายแรงดันคงที่ 5,12 โวลต์	77
ข.13 วงจรแหล่งจ่ายแรงดันแบบปรับระดับ 0-30โวลต์	78
ข.14 แผ่นวงจรพิมพ์แหล่งจ่ายแรงดันแบบปรับระดับ 0-30โวลต์	78
ข.15 ตำแหน่งการวางอุปกรณ์แผ่นวงจรพิมพ์แหล่งจ่ายแรงดันแบบปรับระดับ 0-30โวลต์	79
ข.16 วงจรชุดส่งอินฟราเรด	79
ข.17 แผ่นวงจรพิมพ์ชุดส่งอินฟราเรด	79
ข.18 ตำแหน่งการวางอุปกรณ์แผ่นวงจรพิมพ์ชุดส่งอินฟราเรด	80
ข.19 วงจรชุดรับอินฟราเรด	80
ข.20 แผ่นวงจรพิมพ์ชุดรับอินฟราเรด	80
ข.21 ตำแหน่งการวางอุปกรณ์แผ่นวงจรพิมพ์ชุดรับอินฟราเรด	81
ข.22 วงจรชุดขับแอลอีดี	81
ข.23 แผ่นวงจรพิมพ์ชุดขับแอลอีดี	81
ข.24 ตำแหน่งการวางอุปกรณ์แผ่นวงจรพิมพ์ชุดขับแอลอีดี	82
ง.1 ผังการทำงานโปรแกรมเครื่องปอกเปลือกไข่นกกระทาอัตโนมัติ	91
จ.1 ส่วนประกอบและปุ่มควบคุมของเครื่องปอกเปลือกไข่นกกระทาอัตโนมัติ	97

บทที่ 1
บทนำ

1.1 ความเป็นมาและความสำคัญ

ปัจจุบันธุรกิจการขายไข่นกกระทาได้ขยายออกเป็นวงกว้างขึ้น และเนื่องจากตลาดผู้บริโภคมีความต้องการไข่นกกระทาต้มสุกเป็นจำนวนมาก โดยนำไปประกอบเป็นอาหารประเภทต่าง ๆ ซึ่งในปัจจุบันจะใช้แรงงานคนในการปอกเปลือกไข่นกกระทาทำให้มีความล่าช้า และต้องใช้คนเป็นจำนวนมาก ทำอย่างไรเราจึงจะช่วยทำให้การปอกเปลือกไข่นกกระทาได้รวดเร็ว มีความสะดวก สบาย ประหยัดเวลาและค่าใช้จ่ายในการจ้างแรงงานคนในการปอกเปลือกไข่นกกระทา เพื่อนำไข่นกระทาไปใช้กับธุรกิจการประกอบอาหารที่ใช้ไข่นกกระทาเป็นส่วนประกอบ และผู้ที่ทำธุรกิจขายไข่นกกระทาต้มสุกโดยตรงในปัจจุบันได้

ปัญหาความล่าช้าจากการที่ใช้แรงงานคนในการปอกเปลือกไข่นกระทา และต้องใช้แรงงานคนเป็นจำนวนมาก ทำให้เสียเวลาและสิ้นเปลืองค่าใช้จ่ายในการจ้างแรงงานคน ปัญหาเหล่านี้พึงจะได้รับการแก้ไข โดยเครื่องปอกเปลือกไข่นกกระทาอัตโนมัติ โดยใช้หลักการกะเทาะเปลือกไข่นกกระทาให้แตก หลังจากนั้นก็จะผ่านกระบวนการปอกเปลือก โดยจะใช้ลูกยางในการรีดแยกเปลือกกับไข่ออกจากกัน ซึ่งควบคุมโดยใช้ไมโครคอนโทรลเลอร์ MCS-51 เป็นโปรแกรมควบคุมระบบการทำงานของเครื่องปอกเปลือกไข่นกกระทาอัตโนมัติ เพื่อเป็นประโยชน์กับธุรกิจการประกอบอาหารที่ใช้ไข่นกกระทาเป็นส่วนประกอบ ผู้ที่คิดจะทำธุรกิจขายไข่นกกระทาต้มสุก และผู้ที่ทำธุรกิจขายไข่นกกระทาต้มสุกในปัจจุบัน

1.2 ขีดความสามารถของโครงงาน

โครงงานมีขีดความสามารถดังนี้

1. เครื่องปอกเปลือกไข่นกกระทาอัตโนมัติสามารถปอกเปลือกไข่นกกระทาได้ 20 ฟอง / นาที
2. สามารถบรรจุไข่ในถังกะเทาะได้สูงสุด 50 ฟอง
3. มีระบบฉีดน้ำบนไข่ในขณะและหลังการปอกเปลือกไข่ เพื่อเป็นการทำความสะอาด
4. มีสัญญาณเตือนเมื่อเครื่องปอกเปลือกไข่นกกระทาอัตโนมัติทำการปอกเปลือกไข่เสร็จแล้ว
5. เครื่องปอกเปลือกไข่นกกระทาอัตโนมัติจะหยุดทำงาน เมื่อทำการปอกเปลือกไข่หมดแล้ว

1.3 เนื้อหาโดยสังเขป

เนื้อหาในปริญญานิพนธ์ฉบับนี้แบ่งออกเป็นบทต่างๆ เพื่อสะดวกต่อการศึกษา และทำความเข้าใจ ในแต่ละบทจะประกอบด้วยเนื้อหาต่อไปนี้

บทที่ 1 กล่าวถึงความเป็นมาและความสำคัญของปริญญานิพนธ์ ขีดความสามารถของโครงงาน และเนื้อหาในบทต่างๆ โดยสังเขป

บทที่ 2 ประกอบด้วย ทฤษฎีต่างๆ เกี่ยวกับเนื้อหาที่นำมาอ้างอิง และใช้เป็นแนวทางการออกแบบวงจรและโปรแกรม

บทที่ 3 กล่าวถึงเนื้อหาที่เกี่ยวกับ แผนผังการทำงานของโครงสร้าง ผังวงจรต่างๆ ที่ใช้ในโครงงานตลอดจนการออกแบบ และการสร้างส่วนประกอบต่างๆ เช่น วงจรตรวจจับการตัดผ่านของแสงอินฟราเรด วงจรควบคุมการทำงานของระบบ โครงสร้างของชิ้นงาน พร้อมทั้งการทำงานของส่วนต่างๆ โดยละเอียด

บทที่ 4 ประกอบด้วย การทดลอง และผลการทดลองของวงจรภาคจ่ายแรงดัน วงจรตรวจจับการตัดผ่านของแสงอินฟราเรด วงจรจำลองการทำงานของมอเตอร์ วงจรตรวจจับการตัดผ่านแสง และวงจรจำลองการทำงานของการควบคุมระบบ

บทที่ 5 เป็นการสรุปผลการจัดทำโครงงาน ปัญหาที่เกิดขึ้นและแนวทางในการแก้ไข รวมทั้งแนวทางการพัฒนา

ภาคผนวก ก แสดงภาพเครื่องต้นแบบ การติดตั้ง การเชื่อมต่ออุปกรณ์อื่นๆ ขณะใช้งานจริง

ภาคผนวก ข ประกอบด้วยผังรายละเอียดวงจรและแผ่นวงจรพิมพ์

ภาคผนวก ค แสดงรายการอุปกรณ์ที่ใช้งานในแต่ละวงจร

ภาคผนวก ง แสดงแผนผังการทำงานและรหัสต้นฉบับของโปรแกรมทั้งหมดที่สร้างขึ้นเพื่อประกอบการทำงานของโครงงาน

ภาคผนวก จ เป็นคู่มือการใช้เครื่องปอกเปลือกไข่นกกระทาอัตโนมัติ

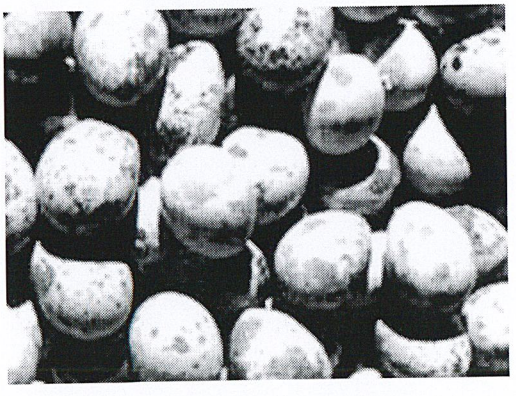
ภาคผนวก ฉ แสดงรายละเอียดและคุณสมบัติของอุปกรณ์สำคัญที่ใช้ในโครงงาน

บทที่ 2
ทฤษฎีและหลักการ

2.1 กล่าวนำ

เนื้อหาของปริญญานิพนธ์ในบทนี้ เป็นทฤษฎีและหลักการทำงานที่นำมาใช้ประกอบในการสร้างโครงงาน ซึ่งประกอบด้วยส่วนต่างๆ มากมายโดยมีไมโครคอนโทรลเลอร์ MCS-51 ในการควบคุม และติดต่อกับระบบการทำงานต่างๆ ได้แก่ ส่วนถังกะเทาะ ส่วนปอกเปลือกไข่ ส่วนของระบบฉีดน้ำ ส่วนของชุดดึงฝาถัง ส่วนเซ็นเซอร์และอื่นๆ ซึ่งอุปกรณ์แต่ละส่วนจะต้องทำงานร่วมกันได้ โดยในบทนี้จะกล่าวถึงลักษณะของอุปกรณ์ต่างๆ และรายละเอียดเกี่ยวกับทฤษฎีที่ควรศึกษา ในการสร้างโครงงานเครื่องปอกเปลือกไข่นกกระทาอัตโนมัตินี้

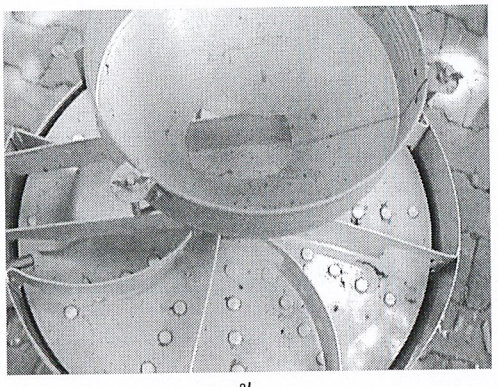
2.2 ไข่นกกระทาและลักษณะทางกายภาพ



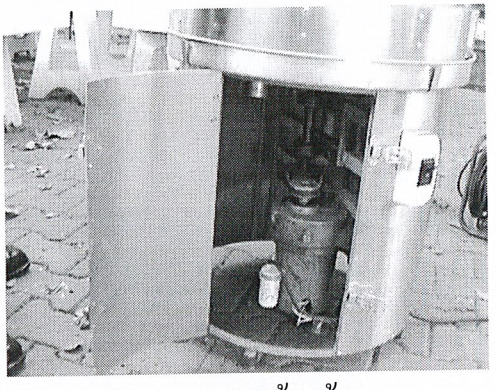
รูปที่ 2.1 ไข่นกกระทา

ไข่นกกระทามีลักษณะเป็นรูปวงรี ขนาดโดยเฉลี่ยของไข่นกกระทาที่มีอยู่ในท้องตลาดทั่วไปในด้านกว้างจะมีขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 24-26 มิลลิเมตร และในด้านยาวจะมีขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 34-36 มิลลิเมตร

2.3 เครื่องปอกเปลือกไข่ที่มีอยู่เดิม



(ก) ด้านบน



(ข) ด้านข้าง

รูปที่ 2.2 โครงสร้างของเครื่องปอกเปลือกไข่ไก่

หลักการทำงานของเครื่องปอกเปลือกไข่ไก่

เมื่อนำไข่ไก่ใส่เข้าเครื่องปอกเปลือกจากกรวยด้านบน ไข่จะไหลลงมายังถาดที่ใช้ปอกเปลือกด้านล่าง จากนั้นทำการเปิดสวิตซ์ เครื่องก็จะทำงานโดยมอเตอร์จะหมุนทดผ่านสายพานไปยังถาดที่ทำการปอกเปลือก ถาดที่ทำการปอกเปลือกนี้ก็จะหมุนไปเรื่อยๆ เปลือกไข่ก็จะถูกจิกออกทีละน้อยโดยหัวนอตที่ยึดติดอยู่กับถาด พร้อมกับการฉีดน้ำเพื่อให้เปลือกไข่หลุดได้ง่ายขึ้น โดยไข่ก็จะหมุนผ่านช่องทางที่ทำไว้ โดยช่องทางจะมีลักษณะคล้ายกับเขาวงกต เพื่อบังคับให้ไข่ค่อยๆ หมุนไปทีละช่องสลับไปสลับมา จนกระทั่งครบรอบก็จะตกลงในช่องที่ออกแบบไว้สำหรับไข่ที่ปอกเปลือกเสร็จแล้วตกลงมา โดยในการปอกเปลือกแต่ละครั้งสามารถใส่ไข่ได้ครั้งละประมาณ 5-10 ฟอง โดยไข่ไก่ 1 ฟองจะใช้เวลาในการปอกเปลือกประมาณ 50 วินาที เครื่องปอกเปลือกไข่ไก่นี้จะหยุดทำงานก็ต่อเมื่อปิดสวิตซ์เท่านั้น

2.4 มอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรง

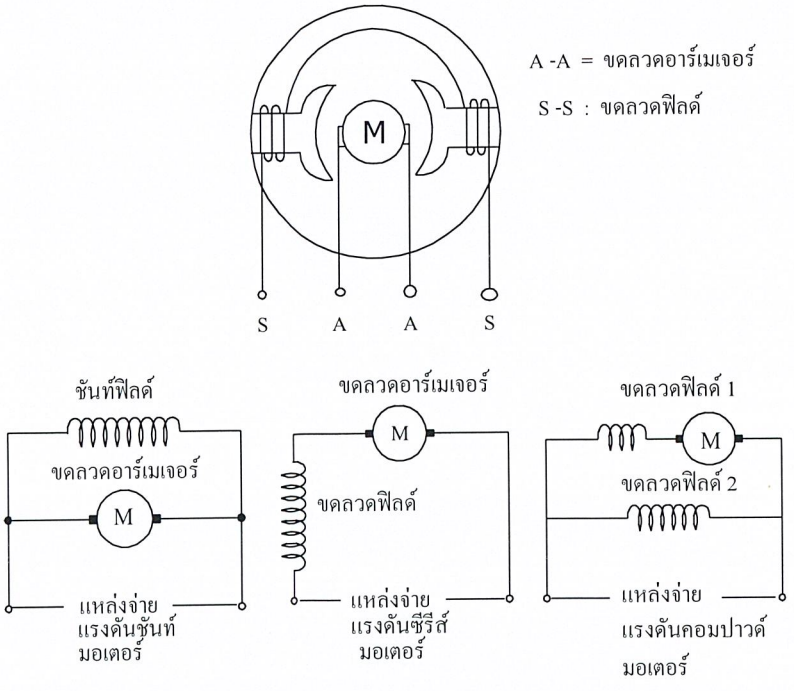
มอเตอร์เป็นอุปกรณ์ไฟฟ้าที่ทำหน้าที่เปลี่ยนพลังงานไฟฟ้ามาเป็นพลังงานกล โดยอาศัยหลักการดูด และผลักของสนามแม่เหล็ก มอเตอร์ได้เข้ามามีส่วนเกี่ยวข้องต่อการผลิตในโรงงานอุตสาหกรรมโดยตรง มอเตอร์เป็นแหล่งต้นกำลังที่สามารถได้รับการควบคุมได้โดยง่ายด้วยขบวนการทางอิเล็กทรอนิกส์จึงทำให้มอเตอร์แพร่หลาย ภายในโรงงานจะมีมอเตอร์มากมายหลายแบบตั้งแต่แบบเล็กๆ ที่ใช้ในงาน ควบคุมจนถึงมอเตอร์ต้นกำลังขนาดใหญ่โตหลายร้อยแรงม้า

อุปกรณ์ทางด้านโซลิดสเตทโดยเฉพาะอย่างยิ่งไทริสเตอร์ได้มีบทบาทที่สำคัญควบคุมมอเตอร์ สามารถควบคุมการเริ่มต้นของมอเตอร์ การหมุนเดินหน้า ถอยหลัง การปรับตัวเร็ว ควบคุมความเร็วให้คงที่ ควบคุมแรงบิด เป็นต้น

2.4.1 ชนิดของมอเตอร์

มอเตอร์ที่ใช้กันทั่วไปแยกได้เป็นสองชนิด คือ มอเตอร์ไฟตรง และมอเตอร์ไฟสลับ ในที่นี้จะขอกล่าวเฉพาะมอเตอร์ไฟตรงเท่านั้น สำหรับส่วนประกอบของมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรงจะมีขั้วแม่เหล็กอยู่ ส่วนตรงข้ามจะเป็นขั้วที่ต่างกัน เรียกว่า โพล (Pole) ซึ่งจะให้สนามแม่เหล็กออกมา เรียกว่า ฟิลด์ฟลักซ์ (Field Flux) ส่วนแท่งเหล็ก ที่พันรอบด้วยเส้นลวดอาบฉนวน ที่ติดอยู่กับแกนหมุน หรือทุ่นอาร์เมเจอร์ (Armature) จะให้สนามแม่เหล็กออกมา เรียกว่า อาร์เมเจอร์ฟลักซ์ (Armature Flux) เมื่อเราต่อมอเตอร์ในลักษณะของขดลวดเหล่านี้ผสมกันแล้วจะได้ชนิดของมอเตอร์ไฟตรงเป็น 3 ชนิดคือ ชันท์มอเตอร์ (Shunt Motor) ซีรีส์มอเตอร์ (Series Motor) และคอมปาวด์มอเตอร์ (Compound Motor) ลักษณะของมอเตอร์ทั้งสามแบบนี้แสดงไว้ดังรูปที่ 2.3

สำหรับมอเตอร์ไฟตรงนั้น มีข้อดีในแง่การควบคุมซึ่งเราสามารถควบคุมความเร็วได้โดยง่าย แต่ปัญหาในแง่แหล่งจ่ายไฟตรง และราคาของมอเตอร์ไฟตรงเป็นข้อจำกัดที่ทำให้มอเตอร์ชนิดนี้มีผู้ใช้งานน้อยลง



รูปที่ 2.3 มอเตอร์ไฟตรงแบบต่างๆ

2.4.2 ระบบการควบคุมมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรง

ตัวควบคุม เป็นส่วนของระบบที่ทำให้เกิดสัญญาณควบคุม ไปบังคับดีซีมอเตอร์และโหลด ซึ่งอาจจะเป็นแอนะลอกหรือดิจิตอลก็ได้

กำลังขยาย หรือส่วนภาคขับ ทำหน้าที่ปรับปรุงและขยายสัญญาให้เหมาะสมก่อนที่จะป้อนไปขับดีซีมอเตอร์ ซึ่งอาจแบ่งแยกเป็นลิเนียร์เพาเวอร์แอมปลิฟลาย และพัลส์วิดท์มอดูเลชั่น

1) ลิเนียร์เพาเวอร์แอมปลิฟลาย เป็นการควบคุมมอเตอร์ (Control Motor) แบบต่อเนื่อง แต่จะมีความสูญเสียทางเพาเวอร์สูงเนื่องจากกำลังงานส่วนใหญ่จะสูญเสียในเอาต์พุตทรานซิสเตอร์ (Output Transistor) เป็นจำนวนมาก เพราะขณะมอเตอร์ไม่ทำงานทรานซิสเตอร์ส่วนนี้ก็ต้องแบกภาระเนื่องจากมีกระแสไหลผ่านตัวมัน

2) การมอดูเลตแบบความกว้างของพัลส์ เป็นสวิทชิ่งแอมปลิฟลาย คือ การควบคุมแรงดันของมอเตอร์ โดยการปรับดิวตี้ไซเคิลของแรงดันที่จ่ายให้กับมอเตอร์ และให้มันทำงานทุกๆ ภาวะอิ่มตัวหรือภาวะไม่นำกระแสด้วยเหตุนี้กำลังสูญเสียน้อย เนื่องจากเมื่อทรานซิสเตอร์นำกระแสแรงดันตกคร่อมตัวมันจะน้อยจนตัดทิ้งได้และเมื่อหยุดนำกระแสแรงดันตกคร่อมจะประมาณ VCC ดังนั้นกระแสไหลผ่านจึงน้อยมากประมาณศูนย์ แต่จะใช้กับความถี่สูงได้ไม่ดี และความถี่ต้องคงที่ ถ้าไม่เช่นนั้นอาจเกิดออสซิสเลตขึ้นได้

ดีซีมอเตอร์และโหลด คือ ระบบที่ถูกควบคุมหรือส่วนที่ออกแรงทำงานซึ่งจะเป็นเครื่องจักรกล

การเข้ารหัส หรือฟีดแบ็คทรานสดิวเซอร์ ใช้รับรู้หรือดีเทคสัญญาณที่ต้องการโดยไม่มีผลของการโหลดดิ้ง สัญญาณที่ดีตรวจจับได้นี้จะป้อนกลับไปเปรียบเทียบกับสัญญาณอ้างอิง เพื่อควบคุมมอเตอร์อีกที ฟีดแบ็คทรานสดิวเซอร์แบ่งเป็น แบบแอนะลอก และแบบดิจิตอล

2.4.3 การทำงานของแอมปลิฟลายแบบการมอดูเลตแบบความกว้างของพัลส์

แอมปลิฟลายแบบการมอดูเลตแบบความกว้างของพัลส์ สามารถแบ่งได้เป็น 3 ชนิด ตามลักษณะการทำงาน คือ ไบโพล่าร์ ยูนิโพล่าร์ และลิมิตยูนิโพล่าร์ ซึ่งทั้ง 3 ชนิดสามารถอธิบายด้วยวงจรพื้นฐานนี้ได้โดยทั้ง 3 ชนิด ต่างกันตรงการ ควบคุมการเปิด-ปิด ของทรานซิสเตอร์ ซึ่งในที่นี้จะกล่าวเฉพาะแบบไบโพล่าร์ เพราะเป็นแบบที่ควบคุม และ เข้าใจได้ง่าย คือ เมื่อให้มอเตอร์อยู่ในเฟส เปิด ก็ให้ T1 กับ T4 เปิด และ T2 กับ T3 ปิด ดังนั้น กระแสไหลจาก VS ผ่าน T1, มอเตอร์และ T4 ลงกราวด์ ดัง VM=VS (มอเตอร์หมุนตามเข็ม) เมื่อให้มอเตอร์อยู่ใน Phase OFF ก็ให้ T2 กับ T3

เปิด และ T1 กับ T4 ปิด ดังนั้น กระแสไหลจาก VS ผ่าน T3 ขั้วลบมอเตอร์, T2 ลงกราวด์ ดังนั้น Va = VS (มอเตอร์หมุนทวนเข็ม)

2.4.4 การควบคุมความเร็วมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรง

การควบคุมความเร็วมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรงทำได้ 2 วิธี คือ

1) การควบคุมแรงดันไฟฟ้ากระแสตรงของอาร์เมเจอร์ เนื่องจากความเร็วของมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรงจะแปรผันตรงกับแรงดันที่ใส่ให้กับขดลวดอาร์เมเจอร์ ดังนั้นเราจึงสามารถควบคุมความเร็วของมอเตอร์โดยการควบคุมแรงดันของอาร์เมเจอร์ วิธีการนี้จะใช้ในช่วงความเร็วที่ต่ำกว่าความเร็วที่กำหนด (Base Speed) หรือ n base การควบคุมแบบนี้จะทำให้แรงบิดสูงสุดส่วนกำลังออกของมอเตอร์จะเพิ่มขึ้นตามความเร็วเป็นเส้นตรง โดยจะมีกำลังออกสูงสุดความเร็วที่กำหนด การควบคุมความเร็วของมอเตอร์กระแสตรงโดยทั่วไปจะใช้วิธีนี้เพราะให้แรงบิดสูง

2) การควบคุมความเข้มของสนามแม่เหล็ก การควบคุมความเร็วของมอเตอร์กระแสตรงในย่านความเร็วที่สูงกว่าความเร็วที่กำหนดจะทำได้โดยการควบคุมกระแสของขดลวดสร้างสนามแม่เหล็กของมอเตอร์ เมื่อต้องการเพิ่มความเร็วจะต้องลดขนาดของกระแสของขดลวดลง การลดความเข้มของสนามแม่เหล็กของมอเตอร์จะมีผลทำให้แรงบิดสูงสุดของมอเตอร์ลดลง ขณะที่กำลังออกสูงสุดของมอเตอร์จะไม่เปลี่ยนแปลง วิธีนี้จะใช้กับโหลดที่ต้องการความเร็วสูงโดยที่แรงบิดของโหลดจะต้องลดลงเมื่อความเร็วเพิ่มขึ้น ไม่เช่นนั้นจะเป็นการเกินกำลังของมอเตอร์

2.5 ไมโครคอนโทรลเลอร์

ไมโครคอนโทรลเลอร์ตระกูล MCS-51 ได้ถูกคิดค้น พัฒนา และผลิตโดยบริษัทอินเทล เพื่อใช้ในงานควบคุมต่างๆ ไม่ว่าจะเป็นงานควบคุมขนาดเล็ก ขนาดกลางจนถึงงานควบคุมขนาดใหญ่ ที่มีความซับซ้อนพอสมควร เช่น การควบคุมอุปกรณ์ไฟฟ้าทั่วไป เป็นต้น จากข้อดีของไมโครคอนโทรลเลอร์ที่มีการนำวงจรพื้นฐานต่างๆ มารวมไว้ภายในชิปตัวเดียวกัน ทำให้วงจรควบคุมที่สร้างขึ้นมีขนาดเล็ก มีความสะดวก และคล่องตัวสูง จึงเป็นที่นิยมและแพร่หลายอย่างมาก ทำให้ในปัจจุบันมีไมโครคอนโทรลเลอร์ที่มีมาตรฐานเดียวกันไมโครคอนโทรลเลอร์ขนาด 8 บิตมีอุปกรณ์สนับสนุนประกอบอยู่ภายในหลายอย่าง ได้แก่ หน่วยความจำสำหรับเก็บข้อมูล หน่วยความจำสำหรับโปรแกรม ตัวตั้งเวลา/ ตัวนับ อุปกรณ์รับส่งข้อมูลแบบอนุกรม เนื่องจากโครงสร้างของไมโครคอนโทรลเลอร์มีอุปกรณ์สนับสนุนประกอบอยู่ภายในนี้เองทำให้การใช้งานง่ายขึ้น และมีประสิทธิภาพมากขึ้นโดยไม่ต้องมีการเชื่อมต่ออุปกรณ์ภายนอกเพิ่มเติมมาก มีสถาปัตยกรรมพื้นฐานที่เหมือนกัน สามารถใช้งานแทนกันได้ จะต่างกันเพียงขนาดของหน่วยความจำภายในและหน่วยทำงานภายในเท่านั้น

2.5.1 คุณสมบัติของไมโครคอนโทรลเลอร์ตระกูล MCS-51

1. เป็นไมโครคอนโทรลเลอร์ที่ใช้หน่วยประมวลผลกลางขนาด 8 บิต

2. หน่วยความจำโปรแกรมภายในมีหลายขนาดขึ้นกับเบอร์ไอซี โดยมีทั้งแบบรอม อีพรอม และแบบแฟลช

3. หน่วยความจำข้อมูลภายในเป็นแบบแรม ในบางเบอร์มีหน่วยความจำ อีอีพรอมเพิ่มเติม

4. อ้างตำแหน่งของหน่วยความจำโปรแกรมได้ถึง 64 กิโลไบต์

5. อ้างตำแหน่งของหน่วยความจำข้อมูลได้ถึง 64 กิโลไบต์

6. หน่วยความจำโปรแกรม และหน่วยความจำข้อมูล ทำงานแยกจากกัน

7. มีพอร์ตรับ หรือส่งข้อมูลได้ 2 ทิศทาง จำนวน 4 พอร์ต พอร์ตละ 8 บิต หรือใช้งานเป็นพอร์ตขนาด 1 บิต รวมทั้งหมด 32 บิต ทำงานแยกกันอย่างอิสระ

8. มีวงจรนับ/จับเวลา ขนาด 16 บิต 2 ชุด ทำงานได้ 4 รูปแบบ

9. มีพอร์ตการสื่อสารอนุกรมรับส่งข้อมูลได้ในเวลาเดียวกัน สามารถเลือกรูปแบบการส่งได้ 4 รูปแบบ

10. รับสัญญาณอินเตอร์รัปต์ได้ 6 แหล่ง กระโดดไปทำงานตอบสนองได้ 5 ตำแหน่ง

11. มีวงจรกำเนิดสัญญาณนาฬิกาอยู่ภายใน

12. ประมวลผลข้อมูลได้ทั้งแบบ 1 บิต และ 8 บิต

ในปัจจุบันไมโครคอนโทรลเลอร์ตระกูล MCS-51 ได้มีผู้ผลิตออกมาจำหน่ายมากมาย ในการใช้งานสามารถเลือกใช้ได้ตามความต้องการและความเหมาะสม ซึ่งมีส่วนที่แตกต่างกันบางส่วน คือ ส่วนหน่วยความจำข้อมูลภายใน หน่วยความจำโปรแกรมภายใน จำนวนของวงจรนับ/จับเวลา เป็นต้น

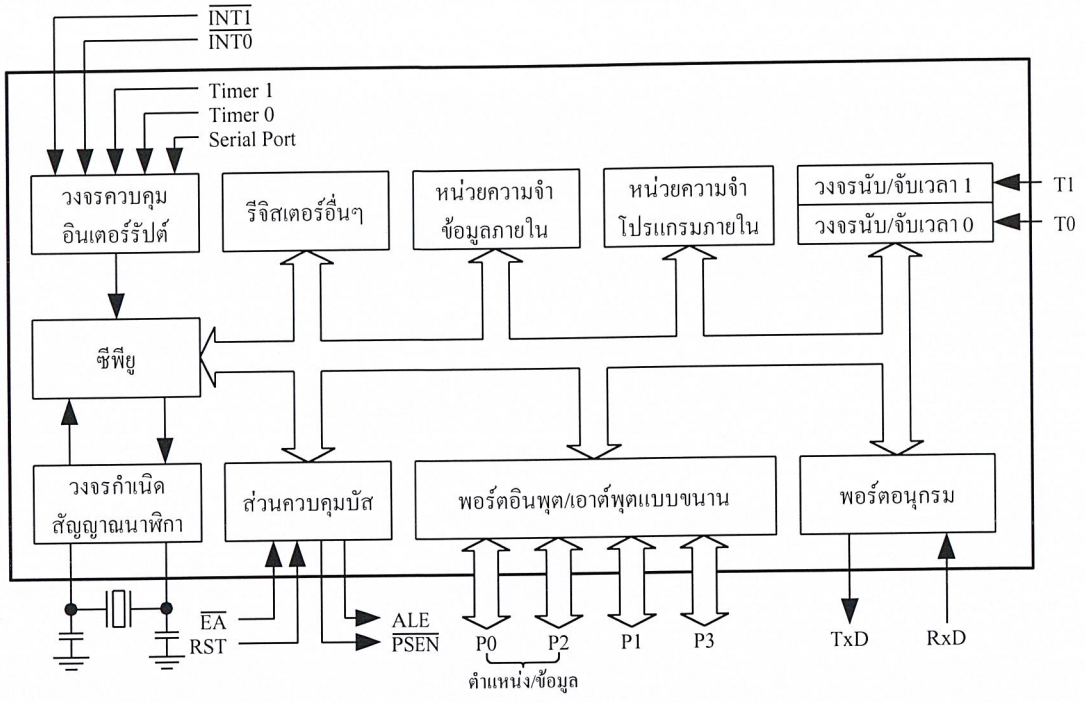
2.5.2 โครงสร้างพื้นฐานของไมโครคอนโทรลเลอร์ตระกูล MCS-51

ภายในไมโครคอนโทรลเลอร์ จะประกอบขึ้นด้วยเกตชนิดต่างๆ เช่น AND, OR, NOT ซึ่งเกตเหล่านี้จะนำเอามาออกแบบให้มีหน้าที่การทำงานต่างๆ เช่น วงจรบวกเลข วงจรเลื่อนข้อมูล วงจรถอดรหัสคำสั่ง และวงจรสร้างสัญญาณนาฬิกา เป็นต้น

ในรูปที่ 2.4 แสดงโครงสร้างพื้นฐานของไมโครคอนโทรลเลอร์ตระกูล MCS-51 ซึ่งประกอบด้วย 3 ส่วนหลักๆ ดังนี้

1) หน่วยประมวลผลกลาง

ซึ่งประกอบไปด้วยส่วนสำคัญ 2 ส่วน คือ ส่วนประมวลผลทางคณิตศาสตร์และลอจิก (Arithmetic Logic Unit : ALU) และส่วนควบคุม (Control Unit :CU) ในส่วนประมวลผลทางคณิตศาสตร์และลอจิก จะทำหน้าที่ประมวลผลข้อมูล เช่น การบวก, ลบ, คูณ หรือการหารข้อมูล



รูปที่ 2.4 โครงสร้างพื้นฐานของไมโครคอนโทรลเลอร์ MCS-51

แล้วนำผลลัพธ์ไปเก็บไว้ในหน่วยความจำที่ต้องการ ในส่วนควบคุมจะทำหน้าที่สร้างสัญญาณควบคุม ในการติดต่อกับส่วนอื่นๆ สัญญาณที่สร้างจากวงจรควบคุมได้แก่ สัญญาณสำหรับการติดต่อกับหน่วยความจำ สัญญาณติดต่อกับอุปกรณ์รับข้อมูลเข้าหรือส่งข้อมูลออก รวมทั้งส่วนควบคุมการขัดจังหวะและส่วนควบคุมบัสด้วย ซึ่งซีพียูจะทำการสร้างสัญญาณควบคุมโดยการถอดรหัส คำสั่งที่ได้กำหนดไว้ และสัญญาณที่สร้างขึ้นมาจะอ้างอิงกับสัญญาณนาฬิกาที่สร้างจากวงจรกำเนิดสัญญาณนาฬิกา เพื่อให้ทุกๆ ส่วนทำงานประสานกันอย่างถูกต้อง

2) หน่วยความจำ

มีไว้สำหรับจดจำข้อมูล ซึ่งในการนำข้อมูลเข้าและออกจากหน่วยความจำ เราจำเป็นต้องรู้ตำแหน่งของหน่วยความจำ ในการนำข้อมูลเข้าไปเก็บในหน่วยความจำ เรียกว่า “การเขียนข้อมูล” และการนำข้อมูลออกจากหน่วยความจำ เรียกว่า “การอ่านข้อมูล” ในไมโครคอนโทรลเลอร์ตระกูล MCS-51 ข้อมูลในแต่ละตำแหน่งจะมีขนาด 8 บิต ดังนั้นในแต่ตำแหน่งของหน่วยความจำจะสามารถเก็บข้อมูลซึ่งมีค่าระหว่าง 00000000_2 ถึง 11111111_2 หรือ 00_{16} ถึง $0FF_{16}$ ในการติดต่อกับหน่วยความจำจะต้องมีสัญญาณ 3 กลุ่ม คือ

2.1) ตำแหน่งที่ต้องการติดต่อกับหน่วยความจำ ซึ่ง MCS-51 สามารถติดต่อกับหน่วยความจำโปรแกรม และหน่วยความจำข้อมูลได้สูงสุดชนิดละ 65,536 ตำแหน่ง (64 กิโลไบต์) ดังนั้น

การอ้างตำแหน่งของหน่วยความจำจะต้องใช้สายสัญญาณกำหนดตำแหน่ง 16 เส้น (2^{16} เท่ากับ 65,536)

2.2) ข้อมูลที่อ่านหรือเขียนกับหน่วยความจำในตำแหน่งที่เราต้องการ

2.3) สัญญาณควบคุมที่จะส่งไปยังหน่วยความจำ เพื่อบอกกับหน่วยความจำว่า ต้องการเขียน หรืออ่านข้อมูล ซึ่งวงจรถอดรหัสคำสั่งจะทำการสร้างสัญญาณควบคุมจากคำสั่งที่อ่านเข้ามาจากหน่วยความจำโปรแกรม

3) อุปกรณ์อินพุต/เอาต์พุต

เป็นส่วนที่ใช้นำข้อมูลเข้า หรือส่งข้อมูลออกจาก MCS-51 ทำให้สามารถติดต่อกับอุปกรณ์ภายนอกได้ อุปกรณ์อินพุต/เอาต์พุต ได้แก่

3.1) พอร์ตอินพุต/เอาต์พุตแบบขนาน มีทั้งหมด 4 พอร์ต ใช้สำหรับรับส่งข้อมูลซึ่งเป็นสัญญาณดิจิตอลเข้า หรือออกจาก MCS-51 โดยแต่ละพอร์ตจะรับส่งข้อมูลได้ 8 บิต มีพอร์ต P0, P1, P2 และ P3 บางพอร์ตจะใช้งานมากกว่า 1 หน้าที่

3.2) วงจรนับ/จับเวลา ทำงานได้ 2 หน้าที่ คือ เป็นวงจรนับหรือจับเวลา เมื่อเป็นวงจรนับจะทำการนับจำนวนรอบของสัญญาณนาฬิกาภายใน MCS-51 หรือจำนวนรอบของสัญญาณที่ต่ออยู่ภายนอกตัว MCS-51 ก็ได้ สามารถตั้งค่าเริ่มต้นของการนับและอ่านค่าการนับได้โดยซีพียู เมื่อเป็นวงจรจับเวลาจะใช้หลักการเดียวกับวงจรนับเพียงแต่จะกำหนดค่าสูงสุดของการนับไว้ ซึ่งค่าสูงสุดของการนับจะคำนวณมาจากค่าเวลาที่ต้องการจับเวลานั่นเอง

3.3) พอร์ตอนุกรม ซีพียูจะอ่านและเขียนข้อมูลกับพอร์ตอนุกรมโดยเป็นแบบ 8 บิต แต่ข้อมูลจะถูกส่งออกจาก MCS-51 เรียงไปทีละบิตออกจากขา TxD และในรับข้อมูลก็จะทำการรับเข้ามาทีละบิตทางขา RxD แล้วจัดเรียงใหม่เป็น 8 บิต เพื่อให้ซีพียูอ่านไปใช้งานต่อไป

2.6 คุณสมบัติของอุปกรณ์เชื่อมโยงทางแสง

เพื่อที่จะประสบความสำเร็จในการออกแบบโดยใช้อุปกรณ์เชื่อมโยงทางแสงนี้ จึงควรทำความเข้าใจถึงตัวแปรต่างๆ ที่สำคัญ ในหัวข้อนี้จะสนใจเฉพาะวงจรความถี่ต่ำจึงจะจำกัดวงเฉพาะตัวแปรทางด้านไฟฟ้ากระแสตรงของอุปกรณ์เหล่านี้ ตัวแปรทางด้านไฟฟ้ากระแสตรงสามารถแบ่งออกเป็นอินพุต เอาต์พุต และอัตราส่วนของการส่งผ่านกระแส (Current Transfer Ratio : CTR)

อัตราส่วนของการส่งผ่านกระแสหรือ CTR เป็นอัตราส่วนระหว่างกระแสอินพุตต่อกระแสเอาต์พุตของอุปกรณ์เชื่อมโยงทางแสง (หรือเรียกว่าไบอัส) ส่วนใหญ่จะแทนด้วยตัวอักษรกรีก คือ

อีต้า (η) ซึ่งค่านี้ จะขึ้นอยู่กับประสิทธิภาพของไดโอดเปล่งแสงอินฟราเรดและช่องว่างระหว่างชิ้นส่วนทางอินพุตและเอาต์พุต โดยที่พื้นที่, ความไว (Sensitivity) และอัตราขยายของตัวตรวจรับที่มีบทบาทที่สำคัญเช่นกัน

2.6.1 คุณสมบัติทางอินพุตของอุปกรณ์เชื่อมโยงทางแสง

เป็นตัวกำหนดคุณสมบัติทางด้านไฟฟ้าของไดโอดเปล่งแสงในอุปกรณ์เชื่อมโยงทางแสง ซึ่ง เป็นคุณสมบัติเฉพาะด้านไฟฟ้ากระแสตรง โดยคุณสมบัติทางอินพุตของอุปกรณ์เชื่อมโยงทางแสงทุกชนิดจะเหมือนกัน ซึ่งมีข้อกำหนดคุณสมบัติดังนี้

1) IF (Forward Current) คือ กระแสสูงสุดของไดโอดเปล่งแสง เมื่อได้รับไบอัสตรง

2) VR (Reverse Voltage) คือ แรงดันตกคร่อมไดโอดเปล่งแสงสูงสุดที่ไดโอดเปล่งแสงทนได้เมื่อได้รับไบอัสกลับ

3) PD (Power Dissipation) คือ อัตราทนกำลังไฟฟ้าสูงสุดของไดโอดเปล่งแสง เมื่อมีแรงดันไฟฟ้าตกคร่อมและมีกระแสไหลผ่านตัวมันไม่ควรเกินเท่าไร

4) VF (Forward Voltage) คือ แรงดันตกคร่อมไดโอดเปล่งแสงเมื่อได้รับไบอัสตรง

คุณสมบัติต่างๆ ทางอินพุตที่กล่าวมานั้น เป็นค่าสูงสุดที่ไดโอดเปล่งแสงยังคงทำงานได้โดยไม่เสียหาย ถ้าให้ค่าสูงกว่าที่กำหนดนี้จะก่อให้เกิดความเสียหายแก่ไดโอดเปล่งแสงทันที ดังนั้นในการใช้งานจะต้องไม่ให้ใช้งานเกินขีดจำกัดนี้ เพื่อหลีกเสี่ยงความเสียหายและบั่นทอนการทำงานของอุปกรณ์

2.6.2 คุณสมบัติทางเอาต์พุตของอุปกรณ์เชื่อมโยงทางแสง

เนื่องจากตัวแปรเอาต์พุตทางด้านไฟฟ้ากระแสตรงและตัวแปรส่งถ่าย (Transfer Parameter) นั้นจะแตกต่างกัน โดยขึ้นอยู่กับชนิดของชิ้นส่วนที่เป็นตัวตรวจรับที่ใช้ในอุปกรณ์เชื่อมโยงทางแสง ในที่นี้จะแจกแจงรายละเอียดและกำหนดความหมายของมันต่างหาก ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับตัวตรวจรับนั้นๆ ดังนี้

คุณสมบัติทางเอาต์พุตของอุปกรณ์เชื่อมโยงทางแสง ชนิดทรานซิสเตอร์ ดาร์ริงตันทรานซิสเตอร์ และเอซีอินพุตทรานซิสเตอร์เอาต์พุต

อุปกรณ์เชื่อมโยงทางแสงที่ใช้โฟโตทรานซิสเตอร์และโฟโตดาร์ลิงตันนั้น มีหลักการทำ งานเหมือนกับรอยต่อระหว่างขาคอลเลคเตอร์กับขาเบสถูกทำให้กว้างขึ้น แสงที่ตกกระทบรอยต่อจะทำให้เกิดคู่ของอิเล็กตรอนและโฮลขึ้นมาเกิดการนำกระแสได้ตัวแปรสำหรับอุปกรณ์เชื่อมโยงทางแสงชนิดโฟโตดาร์ลิงตันและโฟโตทรานซิสเตอร์ ที่สำคัญมีดังนี้

I_C (Collector Current) คือ เป็นกระแสสูงสุดที่ไหลต่อเนื่องผ่านขาคอลเลคเตอร์

$V_{(BR)\ CBO}$ (Collector-Base Breakdown Voltage) คือ เป็นแรงดันพังทลายสูงสุดจากขาคอลเลคเตอร์ไปยังขาเบส

$V_{(BR)\ ECO}$ (Emitter-Collector Breakdown Voltage) คือ เป็นแรงดันพังทลายสูงสุดจากขาอิมิตเตอร์ไปยังขาคอลเลคเตอร์

$V_{(BR)\ CEO}$ (Collector-Emitter Breakdown Voltage) คือ เป็นแรงดันพังทลายสูงสุดจากขาคอลเลคเตอร์ไปยังขาอิมิตเตอร์

I_{CEO} (Collector-Emitter Dark Current) คือ กระแสรั่วที่ไหลระหว่างขาคอลเลคเตอร์ไปยังขาอิมิตเตอร์ ในขณะที่ไม่มีแสงจากตัวกำเนิดแสงไปยังตัวตรวจรับแสง

I_{CBO} (Collector-Base Dark Current) คือ กระแสรั่วที่ไหลระหว่างขาคอลเลคเตอร์ไปยังขาเบส ในขณะที่ไม่มีแสงจากตัวกำเนิดแสงไปยังตัวตรวจรับแสง

hfe คือ อัตราการขยายกระแสตรง

C_{CE} (Collector-Emitter Capacitance) คือ ค่าความจุระหว่างขาคอลเลคเตอร์กับขาอิมิตเตอร์

C_{CB} (Collector-Base Capacitance) คือ ค่าความจุระหว่างขาคอลเลคเตอร์และขาเบส

C_{EB} (Emitter-Base Capacitance) คือ ค่าความจุระหว่างขาอิมิตเตอร์และขาเบส

$C_{TR\ (n)}$ เป็นอัตราส่วนต่ำสุดระหว่างกระแสเอาต์พุตของขาคอลเลคเตอร์เมื่อมีค่าสูงสุดต่อกระแสไดโอดที่ค่า V_{CE} และ I_F ที่กำหนด

$V_{CE\ (sat)}$ เป็นแรงดันอิ่มตัวระหว่างขาคอลเลคเตอร์และขาอิมิตเตอร์

ตารางที่ 2.1 ตัวอย่างคุณสมบัติทางเอาต์พุตของโฟโตทรานซิสเตอร์เบอร์ 4N26

	พารามิเตอร์	ค่าต่ำสุด	ค่าปกติ	ค่าสูงสุด	หน่วย
อินพุต	I_F	-	-	80	mA
	V_F (I_F = 10 mA)	-	1.1	1.5	V
	V_R	-	-	3	V
เอาต์พุต	I_C	-	-	100	mA
	$V_{(BR)\ CBO}$	70	-	-	V
	$V_{(BR)\ ECO}$	30	-	-	V
	$V_{(BR)\ CEO}$	7	-	-	V
ตัวแปรเชื่อมโยง	I_C (I_F = 10 mA, V_{CE} = 10 V)	20	-	-	%
	$V_{CE\ (sat)}$ (I_F = 8 mA, I_C = 2 mA)	-	0.1	0.5	V

ตารางที่ 2.2 ตัวอย่างคุณสมบัติทางเอาต์พุตของโฟโตทรานซิสเตอร์ดาร์ลิงตันเบอร์ 4N33

	พารามิเตอร์	ค่าต่ำสุด	ค่าปกติ	ค่าสูงสุด	หน่วย
อินพุต	I_F	-	-	80	mA
	V_F (I_F = 10 mA)	-	1.2	1.5	V
	V_R	-	-	3	V
เอาต์พุต	I_C	30	-	100	mA
	$V_{(BR)\ CBO}$	30	-	-	V
	$V_{(BR)\ ECO}$	30	-	-	V
	$V_{(BR)\ CEO}$	30	-	-	V
ตัวแปร	I_C (I_F = 10 mA, V_{CE} = 10 V)	20	-	-	%
เชื่อมโยง	$V_{CE\ (sat)}$ (I_F = 8 mA, I_C = 2 mA)	-	-	1.0	V

1) คุณสมบัติทางเอาต์พุตของอุปกรณ์เชื่อมโยงทางแสง ชนิดเอสซีอาร์ ไตรแอกไดเวอร์ และซีโร่ครอสซิ่ง

ตัวเชื่อมโยงทางแสงทั้ง 3 ชนิด ถูกออกแบบมาสำหรับใช้งานที่ต้องการแยกกันทางไฟฟ้าที่มีค่าสูงระหว่างวงจรด้านแรงดันต่ำ (ซึ่งใช้ไอซี) และทางด้านไฟฟ้ากระแสสลับแรงดันสูง ตัวแปรที่สำคัญสำหรับอุปกรณ์ประเภทนี้ คือ

$I_{T\ (RMS)}$ (Forward RMS Current) คือ เป็นค่ากระแส RMS สูงสุด เมื่ออยู่ในสถานะที่ทำงาน

V_{DM} (Peak Forward Voltage) คือ เป็นค่าแรงดันตกคร่อมที่เอสซีอาร์สูงสุดแบบไบอัสตรง ก่อนที่จะทำให้เอสซีอาร์นำกระแสขึ้นมา

V_{RM} (Peak Reverse Voltage) คือ เป็นค่าแรงดันตกคร่อมที่เอสซีอาร์สูงสุดแบบไบอัสกลับ ก่อนที่จะทำให้เอสซีอาร์นำกระแสขึ้นลง

I_{TSM} (Non-Repetitive Surge On-State Current) คือ ค่ากระแสกระชากสูงสุดที่เกิดขึ้นไม่ซ้ำในช่วงเวลาสั้นๆ ที่ยอมให้ไหลผ่านเอสซีอาร์ ขณะนำกระแส

I_{DM} (Peak Forward Current) คือ ค่ากระแสที่รั่วไหลผ่านเอสซีอาร์ เมื่อได้รับไบอัสตรง

I_{RM} (Peak Reverse Current) คือ ค่ากระแสรั่วที่ไหลผ่านเอสซีอาร์ เมื่อได้รับไบอัสกลับ

V_{TM} (Maximum On-State Voltage) คือ ค่าแรงดันสูงสุดชั่วครู่คร่อมเอสซีอาร์ขณะนำกระแสที่ค่ากระแสสูงๆ ตามที่กำหนด ณ อุณหภูมิ 25 ^{o}C ค่านี้เป็นตัวบอกประสิทธิภาพของเอสซีอาร์

C_J (Junction Capacitance) คือ ค่าความจุที่รอยต่อ

V_{GR} (Peak Reverse Gate Voltage) คือ แรงดันจุดชนวนเกตย้อนกลับสูงสุดที่จ่ายให้ขาเกตของเอสซีอาร์ได้โดยที่เกตไม่เสียหาย

I_G (PK) (Peak Gate Input Current) คือ กระแสจุดชนวนเกตสูงสุด ในการที่จะทำให้เอสซีอาร์เข้าสู่ภาวะนำกระแสได้โดยที่ไม่เสียหาย

I_H (Holding Current) คือ ค่าของกระแสแอโนดต่ำสุดที่เอสซีอาร์ยังคงนำกระแสอยู่ ถ้าแอโนดต่ำกว่านี้เอสซีอาร์จะหยุดนำกระแสทันที

dv/dt (Rate Of Change Of On-State Current) คือ อัตราการเพิ่มขึ้นสูงสุดของกระแสที่ไหลผ่านเอสซีอาร์ หลังจากถูกทำให้นำกระแส โดยไม่ทำให้เอสซีอาร์เสียหายหรือทำงานผิดพลาด

ตารางที่ 2.3 ตัวอย่างคุณสมบัติทางเอาต์พุตของโฟโตไตรแอกเบอร์ MOC3010

	พารามิเตอร์	ค่าต่ำสุด	ค่าปกติ	ค่าสูงสุด	หน่วย
อินพุต	I_F	-	-	50	mA
	V_F (I_F = 10 mA)	-	1.2	1.5	V
	V_R	-	-	3	V
เอาต์พุต	I_C (RMS)	-	-	100	mA
	V_{DRM}	-	-	250	V
	V_{TM} (I_T = 100 mA)	-	-	3.0	V
ตัวแปรเชื่อมโยง	I_C (I_F = 10 mA, V_{CE} = 10 V)	-	8.0	15	mA
	$V_{CE\ (sat)}$(I_F = 8 mA, I_C = 2 mA)	-	100	-	μA

2) คุณสมบัติทางเอาต์พุตของอุปกรณ์เชื่อมโยงทางแสงชนิดลอจิก

อุปกรณ์เชื่อมโยงทางแสงชนิดนี้ใช้ทำงานร่วมกับอุปกรณ์ประเภทไอซี ทีทีแอลหรือวงจรลอจิกต่างๆ เมื่อมีแสงมากระตุ้นที่เอาต์พุตนั้นออกแบบมาเปลี่ยนสภาวะลอจิก 1 เป็น 0 สำหรับอุปกรณ์ชนิดนี้ มีตัวแปรที่สำคัญดังนี้ คือ

V_O (Output Voltage Range) คือ ย่านแรงดันเอาต์พุตที่สภาวะเป็น 1 ซึ่งจะเท่าแรงดันไฟฟ้าที่ป้อนให้กับลอจิกเกต

V_{CC} (Supply Voltage Range) คือ ย่านแรงดันที่สามารถป้อนเลี้ยงลอจิกเกต

I_O (Output Current) คือ กระแสที่ลอจิกเกตจ่ายให้สูงสุด

$I_{CC\ (off)}$ (Supply Current) คือ กระแสเอาต์พุต เมื่อเอาต์พุตอยู่ในสภาวะไม่ทำงาน

I_{CC} (on) (Supply Current) คือ กระแสเอาต์พุต เมื่อเอาต์พุตอยู่ในสภาวะทำงาน

I_{OH} (Output Current High) คือ กระแสเอาต์พุต เมื่อเอาต์พุตอยู่ในสภาวะเป็น 1

V_{OL} (Output Voltage Low) คือ แรงดันเอาต์พุต เมื่อเอาต์พุตอยู่ในสภาวะเป็น 0

2.6.3 คุณสมบัติทั่วๆ ไปของอุปกรณ์เชื่อมโยงทางแสง

เป็นตัวแปรของอุปกรณ์เชื่อมโยงทางแสงทั่วๆ ไป ซึ่งมีคุณสมบัติเหมือนกันในอุปกรณ์เชื่อมโยงทางแสงทุกชนิด ได้แก่

P_D (Photo Detector Power Dissipation) คือ อัตราทนกำลังไฟฟ้าสูงสุดของตัวตรวจรับแสง เมื่อแรงดันไฟฟ้าตกคร่อมและมีกระแสไหลผ่านตัวมันไม่ควรเกินเท่าไร

t_r (Rise Time) คือ ช่วงระยะเวลาที่พัลส์มีขนาดจาก 10% เพิ่มขึ้นเป็น 90% ของขนาดสูงสุดของพัลส์

t_f (Fall Time) คือ ช่วงระยะเวลาที่พัลส์มีขนาดจาก 90% ลดลงเป็น 10% ของขนาดสูงสุดของพัลส์

t_{on} คือ ช่วงระยะเวลาที่พัลส์เริ่มต้นจาก 0 ไปจนถึงจุดสูงสุดของพัลส์

t_{off} คือ ช่วงระยะเวลาที่พัลส์เริ่มต้นจาก จุดสูงสุดของพัลส์ไปจนถึงจุด 0

V_{ISO} (Isolation Voltage) คือ ค่าแรงดันสูงสุดที่ยังไม่สามารถกระโดดข้ามระหว่างอินพุตไปยังเอาต์พุต

R_{ISO} (Isolation Resistance) คือ ค่าความต้านทานระหว่างอินพุตกับเอาต์พุต

C_{ISO} (Isolation Capacitance) คือ ค่าความจุระหว่างอินพุตและเอาต์พุต

2.7 ระบบโฟโตอิเล็กตริกในงานอุตสาหกรรม

ความก้าวหน้าทางเทคโนโลยีของสารกึ่งตัวนำช่วยให้ระบบโฟโตอิเล็กตริกทำงานได้เร็วขึ้น สะดวก และดีขึ้นกว่าเดิมมาก แหล่งกำเนิดแสงชนิดใหม่พวกโฟโตทรานซิสเตอร์ วงจรขยายดีๆ และสวิตช์สารกึ่งตัวนำเหล่านี้ช่วยให้การใช้งานระบบโฟโตอิเล็กตริกมีอายุการใช้งานยืนนานขึ้น ลดผลรบกวนจากแสงสว่างภายนอก และเหมาะสำหรับการใช้งานในโรงงานอุตสาหกรรม

ถึงแม้ว่าระบบโฟโตอิเล็กตริกสมัยใหม่จะมีข้อดีขึ้นหลายประการก็ตาม แต่ยังคงอาศัยหลักการเหมือนระบบเดิม คือ ใช้แสงจากแหล่งกำเนิดแสงมายังตัวรับแสง ซึ่งตัวรับแสงจะเปลี่ยนพลังงานแสงเป็นแรงดันไฟฟ้าส่งต่อไปยังวงจรขยาย เพื่อทำให้ค่าแรงดันสูงขึ้นไปส่งต่อให้กับอุปกรณ์ด้านเอาต์พุต ซึ่งอาจเป็นรีเลย์หรือสวิตช์ โดยรีเลย์หรือสวิตช์จะไปควบคุมอุปกรณ์ส่วนอื่นต่อไป เมื่อมีวัตถุใดๆ มากันทางเดินของแสงไม่ให้ผ่านหรือสะท้อนแสงหรือลดความเข้มของแสงที่ส่งไปยังตัวรับจะทำให้สภาพการทำงานของตัวรับแสงเปลี่ยนไป แล้วมีผลให้การควบคุมรีเลย์

เปลี่ยนแปลงไปด้วย อุปกรณ์สมัยใหม่ในระบบโฟโตอิเล็กตริกมีให้เลือกใช้ได้หลายอย่าง เช่น ตัวรับแสงก็มีทั้งชนิดเป็นโฟโตเซล โฟโตไอโอดหรือโฟโตทรานซิสเตอร์ โฟโตเซลจะให้สัญญาณไฟฟ้า เมื่อมีแสงมากระทบถูกส่วนรับแสงของมัน โฟโตไดโอดจะยอมให้กระแสไหลผ่านมากขึ้น เมื่อมีแสงมาตกกระทบตัวมัน โฟโตทรานซิสเตอร์จะนำกระแสมากขึ้น เมื่อมีแสงมากระทบถูกตัวมัน ส่วนแหล่งกำเนิดแสงก็มีอยู่หลายชนิดขึ้นอยู่กับชนิดของวัตถุที่จะตรวจจับ ความเร็วในการตรวจจับ ลักษณะของพื้นผิวของวัตถุที่จะตรวจจับ และสภาพการใช้งานแตกต่างกันไป

2.7.1 ส่วนประกอบของระบบโฟโตอิเล็กตริก

ระบบโฟโตอิเล็กตริก ประกอบด้วยส่วนต่างๆ จำนวน 4 ส่วนหลักๆ คือ แหล่งกำเนิดแสง ตัวรับแสง วงจรขยาย และอุปกรณ์ทางเอาต์พุต ระบบโฟโตอิเล็กตริกจะดีได้ก็ขึ้นอยู่กับส่วนประกอบทั้ง 4 นี้ว่าดีเพียงใด

1) แหล่งกำเนิดแสง

เป็นตัวส่งพลังงานแสงไปยังตัวรับแสง แหล่งกำเนิดแสงอาจเป็นหลอดไฟหรือแอลอีดีก็ได้ แอลอีดีที่ใช้ในระบบควบคุมจะเป็นชนิดแกลเลียมอาร์เซไนด์ ซึ่งให้แสงออกมาในย่านความถี่ใกล้ๆ กับความถี่ของอินฟาเรด (แสงใต้แดง) แหล่งกำเนิดแสงแบบแอลอีดีมีข้อดีเหนือกว่าหลอดไฟแบบไส้ (Incandescent Lamp) คือ แอลอีดีไม่มีไส้หลอด สามารถทนแรงสั่นสะเทือนได้สูง อายุการใช้งานนานกว่า คือ 100,000 ชั่วโมง นอกจากนี้ความยาวคลื่นของแสงที่แอลอีดีส่งแสงออกมาเป็น 0.9 นาโนเมตร ซึ่งเป็นช่วงที่โฟโตทรานซิสเตอร์ชนิดซิลิกอนทำงานได้ดีมาก ยิ่งกว่านั้นแอลอีดีที่ให้แสงซึ่งมองไม่เห็นด้วยตาคน ยังทำให้การควบคุมมีเสถียรภาพดีและมีการรบกวนจากแสงภายนอกน้อยมาก

ระบบโฟโตอิเล็กตริกที่ใช้แอลอีดีจะสามารถป้องกันการรบกวนจากแสงภายนอกได้ เพราะเราให้แอลอีดีส่งแสงมาในลักษณะเป็นพัลส์ เพื่อให้ได้ความเข้มของแสงในการส่งสูง โดยไม่ทำให้อายุใช้งานของแสงสั้นลง วงจรของตัวรับแสงจะต้องซิงโครไนซ์กับพัลส์ที่แอลอีดีส่งมา ดังนั้นไม่ว่าแสงภายนอกจะแรงเพียงใดก็ไม่รบกวนสัญญาณ ส่วนหลอดไฟแบบไส้เหมาะกับการใช้งานที่ต้องการความเร็วสูง เพราะหลอดไฟแบบไส้มีการตอบสนองเร็วกว่าแอลอีดี สำหรับการใช้งานที่ต้องการความเร็วสูงกว่า 600 ครั้งต่อวินาที ควรใช้หลอดไฟแบบไส้

2) ตัวรับแสง

เป็นส่วนแปลงพลังงานแสงเป็นสัญญาณไฟฟ้า ตัวรับแสงมีอยู่หลายชนิด

2.1) โฟโตเซลแบบแคดเมียมซัลไฟต์ เป็นตัวรับแสงที่ง่ายที่สุด มันจะเปลี่ยนลักษณะสมบัติทางไฟฟ้าเมื่อได้รับแสง แต่มีผลตอบสนองช้ากว่าตัวรับแสงชนิดอื่นมาก โฟโตเซลชนิดนี้เหมาะกับงานที่ต้องการความไวสูง

2.2) โฟโตไดโอดให้การตอบสนองเร็วสูงกว่าโฟโตเซลมาก แต่ความไวต่อแสงน้อยกว่า

สำนักหอสมุดกลาง พระจอมเกล้าลาดกระบัง

2.3) โฟโตทรานซิสเตอร์ เป็นตัวรับแสงที่ให้การตอบสนองเร็วมากพอที่จะตรวจจับสัญญาณพัลส์ของแสงที่เป็นช่วงสั้นมากๆ ได้ และมีความไวต่อแสงมากกว่าโฟโตไดโอดมาก

3) วงจรขยาย

ทำหน้าที่ขยายสัญญาณจากตัวรับแสงให้แรงขึ้นแล้วส่งไปยังภาคเอาต์พุต นอกจากนี้ในบางกรณีที่ต้องการหน่วงเวลาของสัญญาณไว้ช่วงหนึ่งก่อนที่จะส่งไปยังภาคเอาต์พุต ก็สามารถหน่วงให้ช้าลงได้ด้วยวงจรขยาย วิธีการหน่วงเวลาที่ใช้กันบ่อยๆ ก็มีดีเลย์ ดรอป (Delay-Drop) วันช็อต (One-Shot) และดีเลย์ วันช็อต (Delayed One-Shot)

3.1) ดีเลย์ ดรอป เป็นวิธีการหนึ่งที่จะให้เอาต์พุตไปควบคุมอุปกรณ์พวกรีเลย์หรือสวิตช์ให้ทำงานได้ เมื่อมีวัตถุมากั้นลำแสงอยู่นานช่วงเวลาหนึ่ง วิธีการนี้ใช้ในการจับตาดูเหตุการณ์ที่เกิดขึ้นเป็นช่วงเวลาเท่าๆ กัน เช่น ในการทำงานผิดพลาดของสายพานส่งเกิดติดขึ้นมา วัตถุบนสายพานจะมาออรวมกัน และตัดลำแสงไว้นานผิดปกติ เช่นนี้ระบบก็จะทำงานได้

3.2) วันช็อต อุปกรณ์ด้านเอาต์พุตจะยังคงการทำงานอยู่เป็นช่วงเวลาหนึ่งหลังจากที่ตัวรับแสงได้รับการทริก หลังจากนั้นเอาต์พุตจะหยุดการทำงาน เมื่อครบรอบของเวลาไทมิ่ง (Timing Cycle) ลักษณะการทำงานเช่นนี้มีประโยชน์มาก เช่น ในกรณีที่มีวัตถุวิ่งตัดแสงเร็วมากจนไม่สามารถทำให้เอาต์พุตทำงานบางอย่าง ประเภทการสตาร์ทมอเตอร์ การหยุดหรือทำให้อุปกรณ์ที่นับทำงาน ตัววันช็อตจะเป็นตัวตั้งเวลาหลังจากสัญญาณมาทริก (ขณะที่วัตถุวิ่งตัดแสง) วันช็อตจะยืดเวลาให้เอาต์พุตทำงานนานขึ้นจนพอเพียงที่จะทำงานตามต้องการได้

3.3) ดีเลย์ วันช็อต มีการทำงานคล้ายกับวันช็อต เพียงแต่จะมีช่วงหน่วงเวลาหนึ่งหลังจากมีวัตถุวิ่งตัดแสงเอาต์พุตจึงจะทำงานได้ ตัวอย่างการใช้งานนี้ใช้กับงานที่ต้องการให้ช่วงเวลาที่ลำแสงถูกตัดอยู่นานกว่าช่วงเริ่มทำงานของเอาต์พุต เช่นบางระบบต้องการให้อุปกรณ์ที่เกิดหยุดทำงานกะทันหันจะเริ่มสตาร์ทมอเตอร์หรือควบคุมโซลินอยด์ใหม่ทันทีไม่ได้ ต้องหน่วงไว้ช่วงเวลาหนึ่งก่อนจึงจะสตาร์ททำงานใหม่ได้ก็ใช้วิธีดีเลย์ วันช็อต

นอกจากจะเป็นส่วนหน่วงเวลาแล้ว วงจรขยายยังทำหน้าที่อื่นได้อีกด้วยวงจรขยายบางชนิดมีการปรับอัตราการขยายได้ เพื่อทำให้ปริมาณแสงที่ได้มีความสม่ำเสมอ สำหรับการตรวจจับดูว่าลำแสงที่ตัวรับแสงได้รับมานั้นเป็นลำแสงที่ผ่านมาเต็มที่หรือมีวัตถุกรองแสงบางอย่างกั้นไว้ (ซึ่งยอมให้แสงผ่านได้) คุณสมบัติข้อนี้มีประโยชน์ในการตรวจจับเกี่ยวกับสีหรือวัตถุโปร่งแสง ซึ่งวงจรขยายแบบอื่น จะทำหน้าที่เป็นสวิตช์ปิด-เปิดไป เมื่อมีแสงมาถูกตัวรับแสงเต็มที่กับเมื่อแสงกระจายไปบางส่วน (วัตถุกรองแสงมากั้น)

4) ภาคเอาต์พุต

ทำหน้าที่เป็นสวิตช์เมื่อได้รับสัญญาณจากวงจรขยาย ส่วนนี้ถือว่าเป็นอุปกรณ์ต่างหากของ

51044

ระบบโฟโตอิเล็กตริกก็ได้ แต่ส่วนใหญ่จะพบว่ามักติดอยู่ใกล้ๆ กับวงจรขยายอุปกรณ์ใช้ภาคเอาต์พุตที่พบเห็นได้ทั่วไปมีรีเลย์ธรรมดา ไฮบริดจ์สวิตช์ และเอาต์พุตที่เป็นระดับสัญญาณทางตรรก (Logic Level Output)

4.1) รีเลย์ เป็นอุปกรณ์เอาต์พุตที่ใช้กันมากในปัจจุบันและสามารถทำงานด้วยค่ากระแสโหลดสูงๆได้ อย่างไรก็ตาม รีเลย์มีอายุการใช้งานสั้นและให้ผลตอบสนองช้าอยู่ในช่วงเวลาประมาณจาก 0.01 ถึง 0.025 วินาที ดังนั้นการใช้งานกับวัตถุที่เคลื่อนที่เร็วมากหรือการนับด้วยอัตราเร็วมากจึงใช้รีเลย์ไม่ได้ การใช้งานที่เหมาะสมคือ การสตาร์ทมอเตอร์ การเบรค การควบคุมโซลินอยด์ และกระดิ่งไฟฟ้าเหล่านี้เป็นต้น

4.2) ไฮบริดจ์สวิตช์ เป็นสวิตช์ที่ประกอบด้วยอุปกรณ์สวิตช์สารกึ่งตัวนำ (ไตรแอกนั่นเอง) และหรีดสวิตช์ขนาดเล็กหรือออปโตไอโซเลเตอร์ (Opto-Isolator) หน้าที่การทำงานคล้ายกับรีเลย์ธรรมดา แต่จะเป็นสวิตช์สำหรับไฟสลับเท่านั้น ไฮบริดสวิตช์มีอายุการใช้งานยาวนานกว่าให้ความเชื่อถือได้มากกว่า และให้การตอบสนองเร็วกว่ารีเลย์ธรรมดา โดยทั่วไปผลการตอบสนองของไฮบริดจ์สวิตช์อยู่ในช่วง 0.001 ถึง 0.01 วินาที โดยที่ไฮบริดสวิตช์สามารถทำงานด้วยกระแสน้อยเพียง 2 ถึง 5 แอมป์ และตามธรรมดาใช้เป็นสวิตช์เดี่ยวตัวเดียวเท่านั้น โหลดทั่วๆ ไปที่ใช้แก่ตัวนับแบบไฟฟ้ากล รีเลย์ และโซลินอยด์

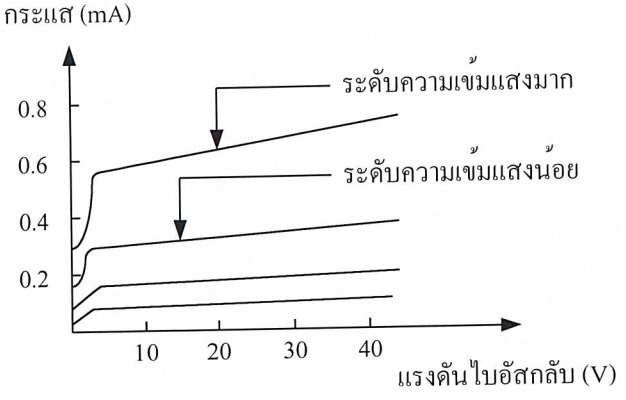
4.3) เอาต์พุตเป็นระดับสัญญาณตรรก มีทั้งชนิดที่ให้เอาต์พุตเป็นแรงดัน ทำหน้าที่จ่ายกระแสหรือให้เอาต์พุตเป็นสวิตช์ (ทำหน้าที่ดึงกระแสจากภายนอก) อุปกรณ์พวกนี้เป็นสารกึ่งตัวนำที่มีอายุการใช้งานยาวนานและให้ผลตอบสนองเกือบทันทีที่มีสัญญาณเข้ามักใช้กับเครื่องคอมพิวเตอร์และหน่วยควบคุมต่างๆ ชนิดเป็นแหล่งจ่ายกระแสจะให้แรงดันไฟตรงเอาต์พุต 12 หรือ 24 โวลต์ ที่กระแส 0.03 ถึง 0.06 แอมป์ อุปกรณ์ที่เป็นแบบดึงกระแสจะทำหน้าที่เป็นสวิตช์แทนที่จะให้เอาต์พุตเป็นแรงดันซึ่งให้แรงดันต่ำก็ทำหน้าที่เป็นสวิตช์กระแสต่ำแทน (0.05 ถึง 0.25 แอมป์ ที่ 30 โวลต์) อุปกรณ์นี้ใช้เป็นสวิตช์สำหรับโหลดทางอิเล็กทรอนิกส์

2.7.2 ชนิดตัวรับแสงของระบบโฟโตอิเล็กตริก

1) โฟโตไดโอด

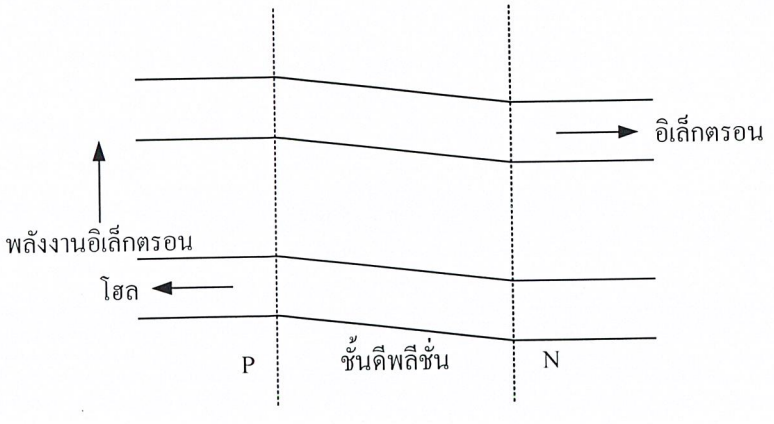
เป็นไดโอดรอยต่อ P-N ซึ่งรอยต่อ P-N สามารถรับแสงได้สะดวก ปกติสร้างจากผลึกเยอรมันเนียมหรือซิลิกอน แต่เพื่อให้ได้กระแสรั่วสูงๆ จึงมักใช้ผลึกเยอรมันเนียม ในขณะที่ไดโอดได้รับไบอัสกลับและรอยต่อไม่ได้รับแสงกระแสที่ไหลผ่านรอยต่อ ก็คือ กระแสรั่วของรอยต่อ P-N ซึ่งในที่นี้เรียกว่า “กระแสรั่วไหล (Dark Current : I_d)” ถ้าเป็นเยอรมันเนียมอาจมีค่าสูงถึง 10 มิลลิแอมป์ แต่สำหรับซิลิกอนจะมีค่าต่ำมากอาจเป็น 20 นาโนแอมป์ ในขณะนี้ถ้าหากรอยต่อ P-N ได้รับแสงกระตุ้นจากภายนอกจะมีผลทำให้เกิดอิเล็กตรอนอิสระและโฮลเกิดขึ้น พาหะส่วนน้อยนี้

จะได้รับอิทธิพลจากสนามไฟฟ้าที่รอยต่อสามารถทำให้เคลื่อนที่ผ่านรอยต่อได้ จึงเกิดเป็นกระแสไหลผ่านรอยต่อ ซึ่งเรียกว่า “กระแสโฟโต(Photo Current : I_p)” ดังนั้นขณะที่ไดโอดได้รับแรงดันย้อนกลับและถูกแสงจะมีกระแสไหลผ่านไดโอดประมาณ I_d+I_p ค่ากระแสโฟโตจะเพิ่มขึ้นหากรอยต่อได้รับแสงที่มีความเข้มมากขึ้น ในกรณีที่จะนำไปใช้งานที่ความถี่สูง ก็สามารถปรับปรุงโครงสร้างให้เป็นแบบ PIN ไดโอดได้ เพราะโครงสร้างของ PIN จะช่วยลดค่าประจุไฟฟ้าที่รอยต่อและในกรณีที่ต้องการให้ไดโอดมีความไวต่อแสงก็ควรมีเลนส์รวมแสงให้ตกกระทบที่รอยต่ออย่างเต็มที่



รูปที่ 2.5 คุณลักษณะทางเอาต์พุตโดยปกติของโฟโตไดโอด

เมื่อสารกึ่งตัวนำได้รับสารโฟตอนจะทำให้เกิดคู่อิเล็กตรอน-โฮล ซึ่งจะทำให้เกิดการเคลื่อนที่ของอิเล็กตรอนทำให้เกิดกระแสไหลขึ้น นั่นคือเมื่อเกิดการแตกตัวของคู่อิเล็กตรอน-โฮล การแตกตัวจะเกิดบริเวณที่มีสนามแม่เหล็กไฟฟ้าหรือบริเวณที่แสงตกกระทบมากๆ ดังรูปที่ 2.6



รูปที่ 2.6 การกระจายของสนามแม่เหล็กไฟฟ้า

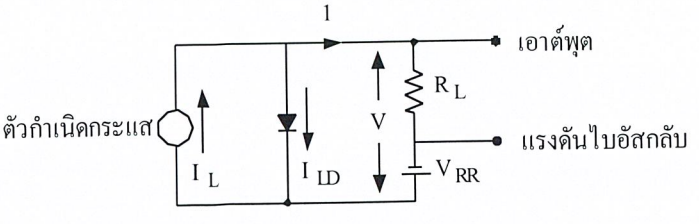
จะเห็นได้ว่า การกระจายของแสงหรือสนามไฟฟ้าในสารตัวนำไดโอดมีลักษณะไม่สม่ำเสมอในบริเวณรอยต่อ P-N ที่บริเวณดีพลีชั่นโดยทั่วไปเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพการทำงานต่อตัวโฟโตไดโอดซึ่งควรจัดให้โฟตอนส่วนใหญ่ถูกดูดซับบริเวณรอยต่อหรือดีพลีชั่นให้มากที่สุดตรงความลึกที่โฟตอนจะผ่านไปได้ก่อนจะดูดซับพลังงานแสงที่บริเวณผิวหน้าไป

ส่วนความยาวคลื่นที่ยาวขึ้นจะสามารถผ่านผลึกได้ลึกกว่า ดังนั้นเพื่อให้โฟโตไดโอดสามารถตอบสนองต่อช่วงความยาวคลื่นที่กว้างอยู่ควรจะมีชั้น P ที่บาง เพื่อให้ความยาวคลื่นสั้นจะเจาะผ่านเข้ามาได้ และมีบริเวณดีพลีชั่นที่หนาแน่นมากๆ เพื่อให้ได้รับแสงของโฟตอนสูงสุดจากโฟตอนที่มีความยาวคลื่นยาวผ่านความหนาแน่นของบริเวณดีพลีชั่นขึ้นอยู่กับไบอัสกลับและค่าความต้านทานของบริเวณที่มีการแยกตัวของอิเล็กตรอน-โฮล

โดยปกติไม่มีการไบอัสกลับก็สามารถเกิดพื้นที่ดีพลีชั่นได้ ซึ่งสนามที่เกิดจากการแพร่พาหะรอยต่อระหว่าง P-N การไบอัสกลับจะช่วยเพิ่มสนามและขยายบริเวณดีพลีชั่นให้มากขึ้นไปอีก

2) แบบจำลองของวงจรโฟโตไดโอด

แบบจำลองของโฟโตไดโอดแสดงได้ดังรูปที่ 2.7 ค่ากระแส I_L จะขึ้นอยู่กับบริเวณแสงที่ตัวไดโอดได้รับ ในกรณีไม่มีการให้ไบอัสโฟโตไดโอด กระแส I_L จะทำให้ขั้วแอโนดเป็นบวกเมื่อเทียบกับแคโถด กระแส I_L ส่วนหนึ่งจะไหลกลับผ่านตัวไดโอด การทำงานโดยไม่ให้การไบอัสเรียกว่า “โหมดโฟโตโวตาอิก (Photo Votaic Mode)” การทำงานในโหมดโฟโตโวตาอิกสามารถทำงานได้ทั้งแบบเชิงเส้นและแบบลอกาลิธึมขึ้นอยู่กับค่าโหลดตัวต้านทานการทำงานของโหมดลอกาลิธึมจะเกิดขึ้นเมื่อโหลดมีค่าสูงมากๆ ส่วนการทำงานแบบเชิงเส้นจะเกิดขึ้นเมื่อโหลดมีความต้านทาน เมื่อเทียบกับความต้านทานไดนามิกของโฟโตไดโอด ค่าศักดาสูงสุดในการทำงานแบบไม่ให้ไบอัส คือ V_L ประมาณ 100 มิลลิโวลต์ ขึ้นอยู่กับความละเอียดที่ต้องการ ถ้าค่า R_L สูงกว่าจะทำให้มีความไวมากกว่าแต่ช่วงการตอบสนองเชิงเส้นจะลดลง ค่า R_L สูงสุดจะอยู่ในช่วง 5 เมกะโอห์ม ถึง 550 เมกะโอห์ม



รูปที่ 2.7 วงจรจำลองของโฟโตไดโอดและหารขยายบริเวณดีพลีชั่นให้มากขึ้น

การทำงานแบบให้ไบอัสกลับ เรียกว่า โฟโตเคอเรนท์โหมด (Photocurrent Mode) ซึ่งมีข้อดีกว่าโฟโตโวตาอิก คือ

2.1) มีความเร็วสูง

2.2) เสถียรภาพดี

2.3) ช่วงไดนามิกส์สูงกว่า

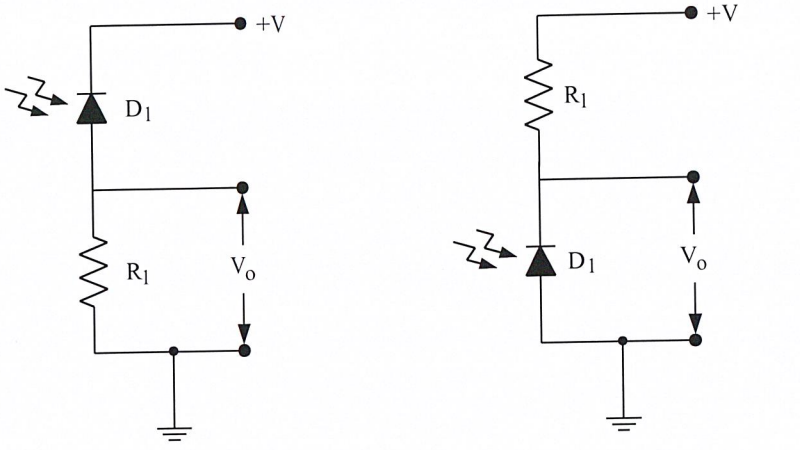
2.4) สัมประสิทธิ์ทางอุณหภูมิสูงกว่า

จากลักษณะของโฟโตไดโอดเป็นสารกึ่งตัวนำที่มีคุณสมบัติไวต่อแสง โปตอนจากแสงจะทำให้เกิดอิเล็กตรอนอิสระขึ้น เป็นผลทำให้เกิดการไหลของกระแสไฟฟ้า ดังนั้น โฟโตไดโอดเป็นตัวตรวจจับแสงชนิดหนึ่ง ซึ่งถูกออกแบบขึ้นมาจากการเกิดปรากฏการณ์อย่างหนึ่งของสารกึ่งตัวนำที่กล่าวมาแล้วจะเห็นว่าเมื่อใดที่รอยต่อ P-N ได้รับการไบอัสกลับ จะเกิดกระแสรั่วไหลย้อนกลับและอิมพีแดนซ์ต่อ P-N นี้มีความไวต่อแสงมากเป็นพิเศษ คือ จะมีอิมพีแดนซ์สูงเมื่ออยู่ในที่มืดและมีอิมพีแดนซ์ต่ำเมื่ออยู่ในที่สว่าง ไดโอดทั่วไปนั้นจะถูกหุ้มรอยต่อนี้ไว้ด้วยวัตถุทึบแสงเพื่อป้องกันไม่ให้เกิดปรากฏการณ์นี้ขึ้น แต่โฟโตไดโอดซึ่งถูกผลิตขึ้นมาเพื่อปรากฏการณ์นี้โดยเฉพาะ ดังนั้นรอยต่อจึงจะต้องหุ้มด้วยวัสดุที่แสงสามารถผ่านได้ดีที่สุดไดโอดชนิดนี้มีสองแบบ คือ ชนิดที่ตอบสนองต่อแสงผ่านอินฟราเรด ในการนำไปใช้งานโฟโตไดโอดจะถูกต่อในลักษณะได้รับการไบอัสกลับสำหรับแรงดันเอาต์พุต เป็นแรงดันที่ตกคร่อมตัวต้านทานโหลดที่ต่ออนุกรมกับโฟโตไดโอดและกราวด์ ดังรูปที่ 2.8 โฟโตไดโอดจะถูกนำมาประยุกต์ใช้งานที่เกี่ยวกับสัญญาณไฟสลับที่มีการเปลี่ยนแปลงเร็ว สำหรับการประยุกต์ใช้งานโฟโตไดโอดที่ตอบสนองต่อแสงอินฟราเรด เช่น การใช้ในวงจรควบคุมระยะไกล วงจรสัญญาณเตือนต่างๆ ที่ใช้แสงอินฟราเรดในการควบคุม

เนื่องจากไดโอดชนิดนี้มีความเร็วสูง จึงถูกนำไปใช้งานเป็น High Speed Tape Reader ในอุปกรณ์ Character Recognition นอกจากนี้ยังสามารถนำไปใช้งานอื่นๆ ได้อีกมากมาย เช่น ใช้เป็นตัวนำแสง โดยการให้แรงดันไบอัสตรง อุปกรณ์ชนิดนี้จะทำหน้าที่เปลี่ยนสถานะภาพทางฟิสิกส์ให้เป็นสัญญาณทางไฟฟ้า ซึ่งค่าความนำไฟฟ้าในขณะที่รอยต่อได้รับแสงจะมีค่าสูงกว่าปกติ

3) โฟโตทรานซิสเตอร์

เป็นไบโพลาร์ทรานซิสเตอร์ชนิดหนึ่ง ประกอบด้วยชั้นของสารกึ่งตัวนำ 3 ชั้นเหมือนทรานซิสเตอร์ทั่วไป แต่ขาเบสจะสามารถรับแสงได้ง่าย โฟโตทรานซิสเตอร์มีทั้งชนิด NPN และ PNP ปกตินิยมนำไปประกอบวงจรแบบอิมิเตอร์ร่วมโดยที่ขั้วของเบสอาจจะถูกทิ้งไว้หรือต่อกับอิมิตเตอร์โดยผ่านความต้านทานก็ได้ หลักการทำงานเบื้องต้นจะเหมือนกับทรานซิสเตอร์ทั่วไปแต่โฟโตทรานซิสเตอร์จะไม่มีขาเบส ซึ่งกระแสเบสจะได้จากการเปลี่ยนแปลงที่ตกกระทบบริเวณรอยต่อสาร P-N ตามที่กล่าวมาแล้ว



(ก) การต่อแรงดันเอาต์พุตที่โหลด (ข) การต่อแรงดันเอาต์พุตที่ไดโอด

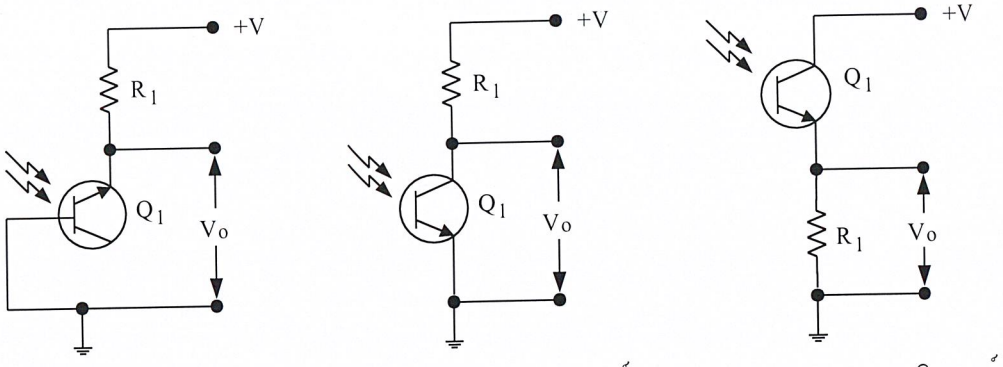
รูปที่ 2.8 การต่อโฟโตไดโอดในการนำไปใช้งาน

การใช้งานโฟโตทรานซิสเตอร์มีอยู่ด้วยกันดังนี้ การต่อใช้งานพื้นฐานแสดงในรูปที่ 2.9 โดยรูปที่ 2.9 (ก) ขาเบสของทรานซิสเตอร์ถูกต่อลงกราวด์ ดังนั้นทรานซิสเตอร์จะทำงานเหมือนกับการทำงานเหมือนกับโฟไดโอดทุกประการ ส่วนรูปที่ 2.9 (ข) และ 2.9 (ค) ขาเบสของทรานซิสเตอร์จะถูกปล่อยลอยไว้และเมื่อใดที่ทรานซิสเตอร์ได้รับแสงก็จะมีกระแสไหลผ่านรอยต่อเบส-คอลเลคเตอร์ของทรานซิสเตอร์ ซึ่งจะทำให้กระแสที่ผ่านจากคอลเลคเตอร์มายังอิมิตเตอร์ของทรานซิสเตอร์มีปริมาณเพิ่มขึ้นอย่างมาก กระแสนี้จะทำให้ได้แรงดันเอาต์พุตที่ตกคร่อมตัวต้านทานที่ต่ออนุกรมอยู่มีค่าเพิ่มขึ้น

เมื่อเปรียบเทียบโฟโตไดโอดกับโฟโตทรานซิสเตอร์มีความไวต่อแสงมากกว่าประมาณ 100 เท่า แต่ในด้านความถี่ใช้งานสูงสุดสำหรับโฟโตทรานซิสเตอร์จะใช้งานที่ความถี่ต่ำกว่าโฟโตไดโอดหลายเท่า ในการใช้งานอาจจะต่อตัวต้านทานปรับค่าได้ระหว่างขาเบสและขาอิมิตเตอร์ของโฟโตทรานซิสเตอร์ เพื่อให้สามารถเลือกได้ว่าต้องการใช้งานที่มีความไวต่อแสงมากๆ หรือต้องการใช้ความถี่สูงๆ โดยเมื่อค่าความต้านทานปรับค่าได้ลัดวงจรก็จะทำหน้าที่เป็นโฟโตไดโอด

4) โฟโตเซนเซอร์

โฟโตเซนเซอร์หรือบางครั้งเรียกว่า โฟโตอินเตอร์รัพเตอร์ เป็นอุปกรณ์ที่มีทั้งตัวกำเนิดแสงและตัวรับแสงเหมือนกัน ต่างกับโฟโตคัปเปอร์ตรงที่ตัวกำเนิดแสงจะจ่ายแสงออกมาภายนอกและแสงนั้นจะรับด้วยตัวรับแสงที่บรรจุอยู่ในอุปกรณ์ตัวเดียวกัน โฟโตเซนเซอร์มี 2 แบบ คือ แบบส่องแสงโดยตรงและแบบสะท้อนแสง



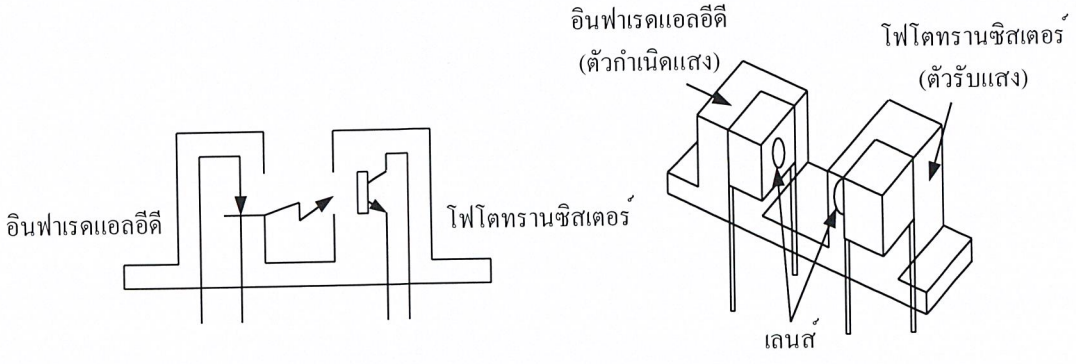
(ก) ขาเบสของทรานซิสเตอร์ถูกต่อลงกราวด์ (ข) ขาเบสของทรานซิสเตอร์จะถูกปล่อยลอยไว้ (ค) ขาเบสของทรานซิสเตอร์จะถูกปล่อยลอยเช่นกัน

รูปที่ 2.9 การใช้งานของโฟโตทรานซิสเตอร์ในลักษณะต่างๆ

4.1) โฟโตเซนเซอร์แบบส่องแสงโดยตรง

โฟโตเซนเซอร์แบบส่องแสงโดยตรงตัวกำเนิดแสงและตัวรับแสงจะวางห่างกัน 1 มิลลิเมตร ถึง 10 มิลลิเมตรหันหน้าเข้าหากัน แสงจะวิ่งจากตัวกำเนิดแสงผ่านช่องว่างนี้ไปยังตัวรับแสง ถ้ามีสิ่งกีดขวางมากั้นการเดินของแสง ตัวรับแสงจะรับแสงและส่งสัญญาณออกมาต่างจากปกติ

ตัวกำเนิดแสงจะใช้อินฟราเรดแอลอีดี ส่วนตัวรับแสงจะใช้โฟโตทรานซิสเตอร์หรือดาร์ลิงตันโฟโตทรานซิสเตอร์ ดังรูปที่ 2.10 ในกรณีที่ใช้ในบริเวณที่มีแสงโดยรวมมากจะติดฟิลเตอร์กรองแสงธรรมชาติที่บริเวณตัวรับแสงด้วย

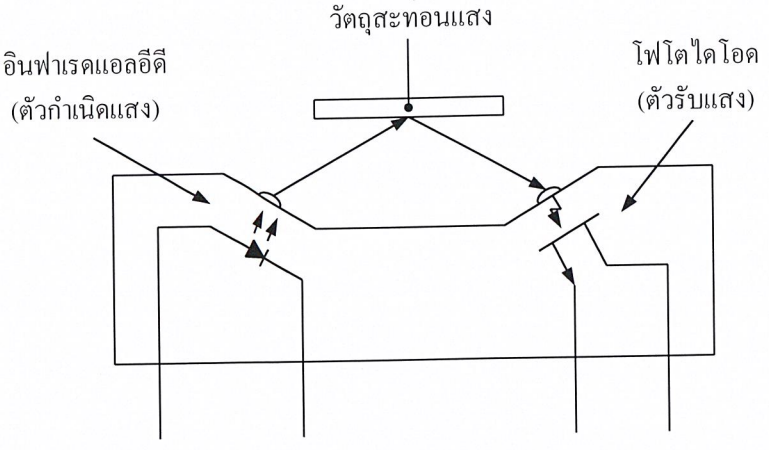


รูปที่ 2.10 โครงสร้างโฟโตเซนเซอร์แบบส่องแสงโดยตรง

4.2) โฟโตเซนเซอร์แบบสะท้อน

บางครั้งเรียกว่า “โฟโตอินเตอร์รัพเตอร์แบบสะท้อน” มีทั้งตัวกำเนิดแสงเหมือนกับ

แบบแรก เพียงแต่ทั้ง 2 ตัวไม่หันหน้าเข้าหากัน แต่เรียงอยู่ด้านเดียวกัน แสงจากตัวกำเนิดแสงจะส่องออกไปด้านนอกและจะไม่เข้าตัวรับเลย แต่ถ้ามีวัตถุเคลื่อนที่เข้ารับแสงที่ส่องออกมาจะสะท้อนกับวัตถุและสะท้อนกลับไปที่ตัวรับแสง จะทำให้ได้สัญญาณออกมา



รูปที่ 2.11 โครงสร้างโฟโตเซนเซอร์แบบสะท้อน

ตัวกำเนิดแสงจะใช้อินฟราเรดแอลอีดี ตัวรับแสงจะเป็นโฟโตทรานซิสเตอร์ จากโครงสร้าง โฟโตเซนเซอร์แบบสะท้อน จะเห็นว่าผลของแสงโดยรอบจะมีผลต่อการทำงานมาก ดังนั้นที่ตัวรับจะติดตั้งฟิลเตอร์เพื่อกรองแสงธรรมชาติออกไปที่ตัวกำเนิดแสงและตัวรับแสง บางครั้งจะมีเลนส์ติดตั้งไว้ ถ้ามีเลนส์จะสามารถตรวจจับการเข้ามาใกล้ของวัตถุตั้งแต่ 1 มิลลิเมตร ขึ้นไปจนถึงหลายมิลลิเมตร แต่แบบนี้จะไม่ไวเท่ากับแบบแรก

2.7.3 วิธีการตรวจจับของระบบโฟโตอิเล็กตริก

วิธีการตรวจจับมีง่ายๆ อยู่ 5 แบบ เป็นชนิดของการส่งแสงจากแหล่งกำเนิดแสงไปยังตัวรับแสง วิธีการเหล่านี้ขึ้นอยู่กับวัสดุของวัตถุ ขนาด และระยะห่างระหว่างวัตถุกับแหล่งกำเนิดแสง

1) วิธีส่องสว่างโดยตรง (Through-Beam Method)

เป็นวิธีที่ใช้ตัวรับแสงที่ส่งมาจากแหล่งกำเนิดแสงโดยตรง และทำงานเมื่อมีวัตถุมาบังหรือกั้นแสงไว้ โดยทั่วไปวัตถุนั้นต้องบังแสงไว้ให้ได้หมด ระบบจึงจะทำงานแต่บางระบบก็อาจออกแบบให้ทำงานเมื่อวัตถุบังแสงไว้เพียงบางส่วนก็ได้ เนื่องจากระบบนี้ใช้แสงจากแหล่งกำเนิดแสงส่องตรงมายังตัวรับแสง จึงสามารถตรวจจับวัตถุได้ในระยะไกลถึง 50 ฟุตหรือมากกว่า วัตถุที่จะตรวจจับได้ต้องเป็นวัตถุทึบไม่โปร่งแสง ระบบนี้สามารถตรวจจับได้แม้วัตถุที่มีเส้นผ่าศูนย์กลางน้อยกว่า 0.1 นิ้ว

2) วิธีแพร่สะท้อนแสง (Diffuse Reflection)

ใช้แสงส่องไปยังพื้นผิวที่เรียบหรือไม่เป็นมัน ซึ่งแสงจะสะท้อนไปยังตัวรับแสง แสงที่สะท้อนจะลดความเข้มลงแต่ยังคงแรงพอที่จะส่งไปให้ตัวรับแสงได้ แม้ว่าแหล่งกำเนิดแสงและตัวรับแสงจะอยู่กล่องเดียวกันก็ตาม แต่ทิศทางการส่งแสงและสะท้อนรับแสงจะไม่เกี่ยวกัน ระยะทางที่ไกลที่สุดที่จะใช้ได้ผลตามปกติไม่เกิน 4 หรือ 5 ฟุต และเป้าวัตถุที่จะตรวจจับจะต้องมีเส้นผ่าศูนย์กลางไม่ต่ำกว่า 4 ถึง 6 นิ้ว วิธีการนี้ใช้งานได้ดีที่สุดสำหรับวัตถุเรียบและมีสีอ่อน

3) วิธีสะท้อนผิวมัน (Specular Reflection)

เป็นวิธีการส่งแสงไปยังพื้นผิวที่จะทำให้แสงจะสะท้อนเป็นมุมกลับเข้าตัวรับแสง เนื่องจากมุมที่จะจัดต้องพอดีตรงกับตัวรับแสง ดังนั้นตำแหน่งของเป้าวัตถุที่จะตรวจจับต้องเที่ยงตรงมาก จึงใช้ได้ในระยะใกล้ คือ ไม่เกิน 6 นิ้ว ขนาดของเป้าวัตถุไม่จำกัด แต่บางครั้งเนื่องจากตำแหน่งของพื้นผิวที่จะสะท้อนแสงให้ตรงกับตัวรับแสงมีผลให้ต้องจำกัดขนาดของเป้าวัตถุอยู่บ้าง ซึ่งขึ้นอยู่กับการใช้งาน

4) วิธีสะท้อนย้อนกลับ (Retroreflectoin)

เป็นวิธีการส่งแสงไปยังตัวสะท้อนแสงพิเศษ (พื้นที่ใช้ปกติมักเป็นพลาสติก ของเหลว และสีที่ทาก็ใช้แทนได้ พื้นผิวที่สะท้อนจะประกอบด้วยส่วนเล็กๆ ภายในเป็นมุมต่างๆ ซึ่งจะช่วยสะท้อนแสงกลับไปยังที่เดิมได้) แหล่งกำเนิดแสงและตัวรับแสงจะอยู่ใกล้กันมาก ใช้งานได้ไกลสูงสุดประมาณ 30 ฟุต หรือมากกว่า เป้าวัตถุที่ตรวจได้มีขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 0.75 นิ้ว เป็นอย่างน้อยแผ่นพื้นผิวที่เป็นตัวสะท้อนจะติดอยู่ทางด้านหนึ่งบนเป้าวัตถุที่จะตรวจจับซึ่งมีแสงส่งไปถูกได้ หรือให้เป้าวัตถุอยู่กลางระหว่างแหล่งกำเนิดแสงกับตัวสะท้อนก็ได้ การตรวจจับวัตถุผ้าต้องให้วัตถุอยู่กลางแหล่งกำเนิดแสงกับตัวสะท้อนจึงจะตรวจจับได้ แต่ควรใช้ระบบที่ปรับความไวได้ด้วย เพราะความเข้มของแสงจะลดลงเมื่อวัตถุผ้ามากั้นไว้ (แสงผ่านวัตถุผ้า 2 ครั้งจึงลดลงมาก)

5) วิธีลำแสงตัดกัน

ใช้กับวัตถุขนาดเล็ก การควบคุมที่เที่ยงตรง และการทำงานความไวสูง โดยไม่ต้องใช้เลนส์ช่วย

2.7.4 วิธีการพิจารณาเป้าวัตถุ

การเลือกใช้ระบบโฟโตอิเล็กตริกให้เหมาะสมกับการใช้งานต้องพิจารณาถึงเป้าวัตถุที่จะมากั้นลำแสงด้วย สิ่งที่ต้องคำนึงถึง คือ ขนาดของเป้าวัตถุ ความเร็วในการเคลื่อนที่ของเป้าวัตถุ ชนิดของเป้าวัตถุ ระยะห่างระหว่างเป้าวัตถุกับแหล่งกำเนิดแสง นอกจากนี้ยังต้องคำนึงถึงความสว่างของสภาพแวดล้อมช่วยในการตัดสินใจด้วย

1) ขนาดของเป้าวัตถุ

ดูจากขนาดพื้นที่หน้าตัดที่มาคั่นลำแสง โดยทั่วไปจะคิดพื้นที่ซึ่งตัดตั้งฉากกับลำแสง ขนาดของวัตถุนี้จะเป็นตัวกำหนดขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางของลำแสงที่จะใช้ด้วย บางครั้งการตรวจจับจะใช้วิธีการตรวจจับลักษณะบางอย่างบนพื้นผิวที่กั้นแสง เช่น ตรวจจับรูดโหว่ ช่องว่าง หรือส่วนที่นูนขึ้นมาของชิ้นส่วน เครื่องจักร ตัวอย่างเช่น การวัดปริมาณ จะใช้การตรวจจับพื้นผิวของเป้าวัตถุทั้งชิ้นที่ผ่านมาตามสายพานมากั้นลำแสง แต่สำหรับการตรวจจับชิ้นส่วนเครื่องจักรที่ประกอบสำเร็จด้วยเครื่องอัตโนมัติว่าประกอบเรียบร้อยดีหรือไม่ ต้องใช้วิธีการตรวจดูรูเล็กในตำแหน่งที่กำหนดไว้แน่นอนว่าถูกต้องหรือไม่ ถ้าไม่ถูกต้องแสดงว่าชิ้นส่วนนั้นใช้ไม่ได้ โดยทั่วไปแล้วยิ่งเป้าวัตถุอยู่ใกล้แหล่งกำเนิดแสงมากก็จะลดขนาดวัตถุที่จะตรวจจับลงได้มาก สำหรับวิธีการส่องแสงไปยังตัวรับแสงโดยตรงและวิธีสะท้อนย้อนกลับนั้น การลดอัตราขยายของวงจรที่ใช้ให้น้อย (ตามธรรมดาจะมีปุ่มปรับอัตราขยายอยู่ในตัว) ก็สามารถลดขนาดของเป้าวัตถุที่จะตรวจจับลงได้ ส่วนวิธีแพร่สะท้อนลำแสงและวิธีสะท้อนผิวมันจะกลับกันกับวิธีข้างต้น

2) ความเร็วในการเคลื่อนที่ของเป้าวัตถุ

ใช้พิจารณาประกอบกับขนาดของเป้าวัตถุและผลตอบสนองของวงจรขยาย ในการใช้งานส่วนใหญ่มักจะไม่ต้องคำนึงถึงผลตอบสนองของวงจรขยาย เพราะวัตถุจะกั้นลำแสงไว้นานกว่า 1 วินาที ซึ่งเพียงพอต่อการทำงานของวงจรขยาย อย่างไรก็ตาม ในการใช้งานที่มีอัตราการเคลื่อนที่ของเป้าวัตถุเร็วมาก ก็ต้องพิจารณาผลตอบสนองของวงจรขยายไว้ด้วย วงจรขยายทั่วไปมีผลตอบสนองในช่วง 50 ไมโครวินาที ถึง 2 มิลลิวินาที ถ้าแหล่งกำเนิดแสงเป็นแอลอีดีวงจรขยายที่ใช้จะมีผลตอบสนองช้าลงเล็กน้อย เพราะวงจรขยายทำงานจากสัญญาณพัลส์

วงจรที่มีผลตอบสนองเร็วมากต้องมีความไวสูงมาก เพื่อให้สามารถทำงานได้ แม้ว่าลำแสงที่โฟโตทรานซิสเตอร์รับมาจะเปลี่ยนไปเพียงเล็กน้อย ในวงการอุตสาหกรรมส่วนใหญ่ไม่ต้องการผลตอบสนองที่เร็วเป็นพิเศษหรือไวสูงมาก ดังนั้นจึงปรับวงจรขยายให้คลาดไปได้บาง เพื่อเพิ่มเสถียรภาพให้ดีขึ้น

3) ชนิดของเป้าวัตถุ

ลักษณะของพื้นผิววัตถุว่าเรียบด้านหรือเป็นมัน และคุณสมบัติในการกั้นกรองลำแสงว่าทึบ ฝ้าหรือโปร่งแสง ตัวอย่างเช่น แผ่นแก้วเป็นวัตถุมันที่โปร่งแสง พลาสติกเป็นแผ่นมันและฝ้า เหล็กกล้าของเครื่องจักรเป็นมันและทึบ กระดาษมีลักษณะเรียบและฝ้า ผ้าเป็นวัตถุด้านและเป็นฝ้า ลักษณะต่างๆ ของเป้าวัตถุเป็นปัจจัยในการเลือกระบบโฟโตอิเล็กตริก โดยทั่วไปแล้วระบบโฟโตอิเล็กตริกแบบหนึ่งก็เหมาะสมการตรวจจับเป้าวัตถุเฉพาะอย่างหนึ่ง ตัวอย่างเช่น ระบบส่องลำแสงโดยตรงใช้ในการตรวจจับแผ่นแก้วใสหน้า 1/8 นิ้วย่อมไม่ได้ผล การใช้วิธี

สะท้อนผิวมันจะดีกว่า เป้าวัตถุที่เป็นฝ้าต้องการระบบโฟโตอิเล็กตริกแบบสะท้อนแสงจึงจะทำงานได้ดี แต่ถ้าแหล่งกำเนิดแสงไม่แรงนัก และสามารถลดอัตราขยายของวงจรขยายลงได้ก็สามารถใช้วิธีให้วัตถุฝ้ากั้นลำแสงในการใช้งานก็ได้ ซึ่งระบบส่องลำแสงตรงก็ยังพอใช้ได้ ถ้าต้องการใช้งานโดยให้วัตถุฝ้าตัดลำแสง วิธีที่ดีที่สุดคือวิธีสะท้อนย้อนกลับ เพราะลำแสงที่ผ่านวัตถุฝ้าแล้วกลับมาเข้าตัวรับแสงจะถูกลดความเข้มลงไปอีก 2 ครั้ง จึงตรวจจับได้ง่าย สำหรับวัตถุที่ผิวเป็นมันต้องระวังในการใช้ระบบสะท้อนย้อนกลับ เพราะว่าวัตถุจะสามารถจะสะท้อนแสงย้อนกลับมายังตัวรับแสงทำให้สัญญาณที่ได้รับผิดพลาดมาก ทางที่ดีควรใช้ระบบส่องลำแสงตรงสำหรับวัตถุที่ผิวเป็นมัน

4) ระยะห่างระหว่างเป้าวัตถุกับแหล่งกำเนิดแสง

ระยะห่างที่เหมาะสมขึ้นอยู่กับองค์ประกอบอื่นหลายอย่าง เช่น ความสกปรกของสภาพแวดล้อมจะกั้นลำแสงกระจายหรือลดความเข้มของลำแสงได้ ระยะห่างนี้ขึ้นอยู่กับความเข้มของลำแสงมาก การจะหาระยะห่างสำหรับการใช้งาน ต้องหาระยะห่างที่สุดที่ระบบจะทำงานได้ในสภาวะที่สภาพแวดล้อมไม่สกปรก แล้วก็ระยะห่างที่สุดในสภาวะที่สภาพแวดล้อมสกปรกที่สุดที่อุณหภูมิและแรงดันให้ได้เท่ากัน ซึ่งระยะทั้งสองจะเป็นตัวกำหนดขีดจำกัดของระบบนี้เอง การควบคุมระบบโฟโตอิเล็กตริกจะมีระยะห่างที่สุด 30 ฟุต ซึ่งสภาพแวดล้อมต้องสะอาดมาก ถ้าสภาพแวดล้อมสกปรกก็จะต้องปรับระยะห่างให้น้อยลง

เมื่อรู้ระยะห่างที่สุดในการทำงานสำหรับสภาพแวดล้อมที่สะอาดมากแล้ว การเลือกระยะห่างในการใช้งานจริงๆ ก็คิดเปรียบเป็นเปอร์เซ็นต์ของระยะห่างนั้น สำหรับโรงงานที่สะอาดควรเลือกระยะห่าง 75% ของค่าระยะห่างที่สุดที่ทดลองได้ในสภาพแวดล้อมที่สะอาดมาก ถ้าสภาพแวดล้อมที่สกปรกเล็กน้อยมีฝุ่นสีอ่อนๆ ก็ลดระยะเหลือ 50% และลดลงเหลือ 25% สำหรับสภาพแวดล้อมที่สกปรกมากขึ้นที่มีฝุ่นดำ หรือละอองของเหลวกระจายในสภาพแวดล้อมนั้น และสภาพแวดล้อมที่สกปรกมากก็ลดลงเหลือ 10%

5) แสงสว่างของสภาพแวดล้อม

การสะท้อนแสงจากที่อื่นอาจก่อให้เกิดสัญญาณที่ผิดพลาดได้ โดยเฉพาะแหล่งกำเนิดแสงที่เป็นหลอดไฟแบบไส้ที่ใช้ในสถานที่ เช่น โรงหล่อ โรงงานเหล็กกล้า บริเวณที่ทำการเชื่อมโลหะ บริเวณที่มีแดดจ้าการใช้งานต้องปรับแหล่งกำเนิดแสงและตัวรับแสงด้วยเลนส์และกระจกพิเศษ เพื่อบีบลำแสงให้พุ่งตรงจากแหล่งกำเนิดไปเข้าตัวรับแสงจริงๆ และลดผลของแสงสว่างจากภายนอกลง โดยคุณสมบัติต่างๆ ยังดีเหมือนเดิม แต่ถ้าใช้แอลอีดีเป็นแหล่งกำเนิดแสงจะขจัดผลของแสงสว่างภายนอกลงไปได้ เพราะแอลอีดีส่งแสงเป็นพัลส์ไปยังตัวรับแสง แสงอื่นๆ จะไม่มีผล

2.8 สวิตช์แม่เหล็กไฟฟ้าหรือรีเลย์

รีเลย์เป็นสวิตช์ที่มีการทำงานด้วยไฟฟ้า และมีการใช้งานกันอย่างกว้างขวางในอุตสาหกรรม รีเลย์ที่ใช้กันอยู่ในปัจจุบันมีอยู่ 3 ประเภทคือ

1. แบบกลไกไฟฟ้า (Eletromachanical Relay : EMR) ที่มีขั้วต่อของขดลวดสองขั้วต่อเพื่อเป็นตัวสร้างสนามแม่เหล็กไฟฟ้าให้เกิดการดูดแขนของหน้าสัมผัสของจุดต่อออกไปใช้งาน

2. แบบโซลิดเสตด (Solid-State Relay : SSR) เป็นการใช้อุปกรณ์ทางอิเล็กทรอนิกส์ควบคุมการทำงาน เช่น SCR เป็นต้น

3. แบบออปโตคัปเปิล (Optocouple Relay) เป็นอุปกรณ์ทางอิเล็กทรอนิกส์ที่ใช้การเชื่อมโยงทางแสงทำให้มีประสิทธิภาพในการแยกกันอย่างเด็ดขาดของวงจรควบคุมกับวงจรทางเอาท์พุตของรีเลย์

ตารางที่ 2.4 คุณสมบัติที่แตกต่างกันของรีเลย์

พารามิเตอร์	ออปโตคัปเปิล	กลไกไฟฟ้า	โซลิดเสตด
ความเชื่อถือได้สูง	✓		✓
ข้อจำกัดอายุการใช้งาน	✓		✓
ความเร็วในการทำงาน	✓		✓
เสถียรภาพหน้าสัมผัส 100เปอร์เซ็นต์	✓		✓
เงียบไม่มีเสียงรบกวน	✓		✓
ไม่มีสัญญาณรบกวนแม่เหล็กไฟฟ้า	✓		✓
ความเข้มสนามแม่เหล็ก	✓		✓
ขนาดเล็กความหนาแน่นสูง	✓		✓
ตำแหน่งในการติดตั้งได้กว้างขวาง	✓		✓
คุณสมบัติในการแยกอินพุทและเอาท์พุตสูง (5000 โวลต์ ขึ้นไป)	✓	✓	
เลือกสัญญาณอนาลอก/ดิจิตอลได้	✓	✓	
ปัญหาในการทำงานกระโดดข้ามเป็นศูนย์	✓	✓	
ตัวถังบรรจุแบบ SO	✓		
การทำงานแบบขนาน	✓		
ควบคุมขอบขาขึ้นและขอบขาลงของเวลา	✓		
สวิตซ์กระแสได้ประมาณ 4 แอมป์	✓	✓	✓

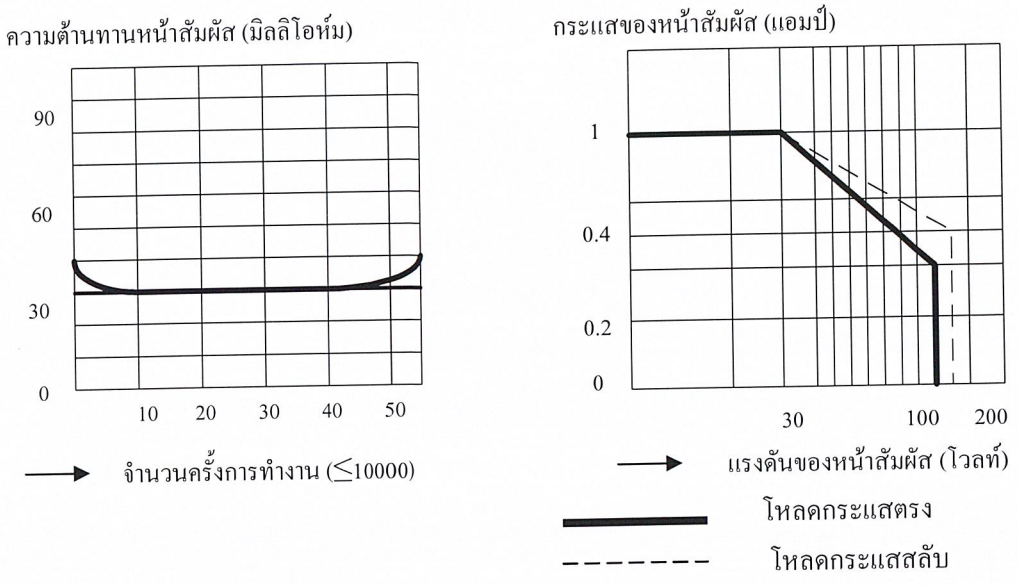
จากตารางที่ 2.4 จะสังเกตเห็นได้ว่าอุปกรณ์ที่ทำหน้าที่เป็นรีเลย์สมัยใหม่ เช่น โฟโต้มอสเฟสรีเลย์นั้น มีประสิทธิภาพการทำงาน และเป็นที่นิยมค่อนข้างมากกว่ารีเลย์แบบ โซลิดเสตด และแบบกลไฟฟ้า แต่กระนั้นก็ยังคงใช้งานกันอยู่มากเช่นกัน เนื่องจากรีเลย์แบบเก่านั้นสามารถรองรับโหลดที่ต่ออยู่กับหน้าสัมผัสได้ค่อนข้างสูงกว่าโฟโต้มอสเฟตรีเลย์ เพราะรีเลย์สมัยใหม่นั้นจะสามารถรองรับโหลดได้ประมาณ 1 แอมป์ ก็ถือว่ามากแล้ว และหาซื้อได้ง่าย แต่อย่างไรก็ตามปัจจุบันได้มีการสร้างให้รองรับโหลดทางเอาท์พุทได้มากขึ้น เช่นขนาด 4 แอมป์ 60โวลต์ดีซี

คุณลักษณะของรีเลย์ (แบบกลไกไฟฟ้า)

กล่าวถึงรีเลย์อันดับแรกควรพิจารณาถึงคุณลักษณะของหน้าสัมผัสโดยแรกเริ่มก่อนการใช้งานนั้น ค่าความต้านทานของหน้าสัมผัสรีเลย์ จะมีค่าสูงสุดซึ่งค่าความต้านทานแรกเริ่มของหน้าสัมผัสรีเลย์ (initial-resistance) คือค่าที่วัดโดยที่รีเลย์ตัวนั้นยังไม่ถูกใช้งานเลยหรือยังไม่เคยต่อใช้งานในวงจรเลย โดยปกติค่าความต้านทานของหน้าสัมผัสนี้ จะสามารถวัดได้ด้วยการจ่ายกระแสผ่านเข้าไปยังหน้าสัมผัสแรกเริ่มนี้ จะต้องไม่มีค่าแรงดันตกคร่อมหน้าสัมผัส

โดยรูปที่ 2.12 (ก) จะแสดงให้เห็นความแตกต่างอย่างเด่นชัดของค่าความต้านทานหน้าสัมผัสของรีเลย์ที่ยังไม่ใช้งาน กับรีเลย์ที่ผ่านการใช้งานมาแล้วประมาณ 100,000 ครั้งค่าความต้านทานนี้จะลดลงตามจำนวนครั้งของการทำงานของหน้าสัมผัส อันเป็นสาเหตุเนื่องจากหน้าสัมผัสของรีเลย์ จะถูกทำให้ราบเรียบตามอายุการใช้งาน และจะทำให้มีค่าความต้านทานของหน้าสัมผัสลดลงไปด้วย ลักษณะการเสียหายของหน้าสัมผัสนี้จะพบมากในรีเลย์ที่มีหน้าสัมผัสเป็นแผ่นทอง การใช้งานเริ่มต้นของหน้าสัมผัสรีเลย์นั้น ในทางปฏิบัติหากไม่มีการป้องกันที่เหมาะสมแล้วก็หมายถึงสัญญาณอันตรายต่อหน้าสัมผัสที่อาจจะเกิดการอาร์กหรือสปาร์กของหน้าสัมผัสขณะทำงานได้ ดังนั้นลักษณะของกราฟในรูปที่ 2.12 (ก) ก็จะแสดงออกมาเป็นเส้นโค้ง และจะค่อยๆ โค้งเพิ่มขึ้นเรื่อยๆ ตลอดอายุการใช้งานของรีเลย์ ค่าความต้านทานของหน้าสัมผัสก็จะยิ่งสูงขึ้นเรื่อยๆ ซึ่งไม่ได้ผลดีเลย ดังนั้นก่อนเวลานั้นมาถึงก็ต้องเปลี่ยนรีเลย์ใหม่มาแทนที่ สำหรับรีเลย์แบบโซลิดเสตด และโฟโต้มอสเฟตรีเลย์แล้วจะมีรูปกราฟที่ราบเรียบตลอดอายุการใช้งานนั้น คือจะไม่มีผลที่เกิดจากหน้าสัมผัส

รูปที่ 2.12 (ข) จะแสดงถึงค่ากำลังงานของหน้าสัมผัสที่คิดตามผลของกระแส และแรงดันอันเป็นตัวกำหนดค่าจำกัดสูงสุดทางไฟตรง และค่าจำกัดสูงสุดทางแรงดันไฟสลับ สังเกตว่าเมื่อรีเลย์ถูกจำกัดกระแสที่หน้าสัมผัสสูงสุดไว้ที่ 1 แอมป์ทั้งไฟตรงและไฟสลับก็หมายความว่าหน้าสัมผัสขณะนั้นจะผ่านกระแสสูงสุดได้ 1 แอมป์ ที่ค่าแรงดันสูงสุด 30 โวลต์ เมื่อคิดออกมาแล้วข้อจำกัดทางกำลังงานที่หน้าสัมผัสจะเท่ากับ 30 วัตต์ ดังนั้นก็สรุปได้ว่า หน้าสัมผัสรีเลย์จะทนต่อกระแสต่ำลง เมื่อค่าแรงดันที่หน้าสัมผัสเพิ่มขึ้น และกราฟตามรูปที่ 2.12 (ข) นี้จะแสดงให้เห็นถึงข้อจำกัดทางกำลังงานที่หน้าสัมผัสสามารถทน หรือรองรับได้โดยไม่เกิดความเสียหาย



(ก) ความต้านทานหน้าสัมผัส (ข) อัตราทนกระแสและแรงดัน

รูปที่ 2.12 คุณสมบัติของรีเลย์แบบกลไกไฟฟ้า

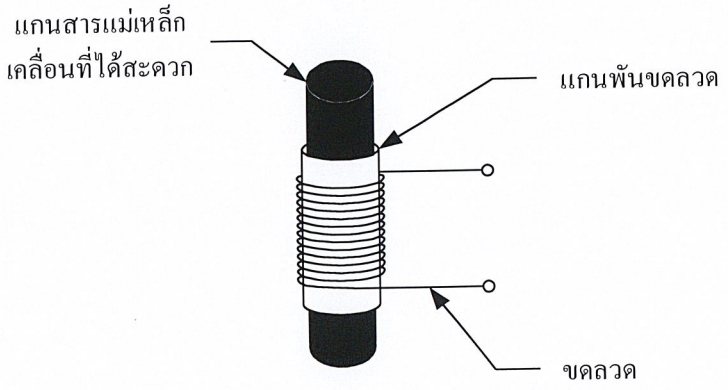
การคาดการณ์ หรือกำหนดคุณสมบัติด้านอายุการใช้งานของรีเลย์ทางกลไกในลักษณะทำงาน และไม่ทำงานโดยปราศจากโหลดที่หน้าสัมผัสเป็นอุปกรณ์ไฟฟ้า หรือกระแสไฟฟ้าไม่ว่าจะเป็นไฟตรง หรือไฟสลับนั้น สามารถประมาณอายุ หรือกำหนดอายุการใช้งานของรีเลย์ได้ง่ายกว่าการกำหนดอายุการใช้งานทางไฟฟ้า เนื่องจากการกำหนดอายุการใช้งานทางไฟฟ้านั้นต้องอาศัยองค์ประกอบ หรือต้องทำการทดสอบภายใต้โหลดที่ต่ออยู่ทางหน้าสัมผัสและโหลดทางไฟฟ้าที่จะนำมาทดสอบนั้นก็มีมากมายหลายชนิด เช่น ขดลวดเหนี่ยวนำ มอเตอร์ ค่าความจุ หลอดไฟฟ้าและอื่นๆ อีกมากมาย ซึ่งโหลดเหล่านี้จะมีความต้องการทางกำลังงานไม่เท่ากันเมื่อคิดตามชนิดของโหลดที่ต่อกับหน้าสัมผัส ดังนั้นการกำหนดอายุการใช้งานทางไฟฟ้าจึงไม่สามารถกำหนดค่าที่แน่นอนได้

อย่างไรก็ตามการทดสอบอายุการใช้งานทางไฟฟ้าก็ยังสามารถทดสอบได้ เพื่อแสดงถึงประสิทธิภาพของอายุการใช้งานของรีเลย์ ด้วยการทดสอบทางไฟฟ้ากับโหลดที่เป็นตัวต้านทานบริสุทธิ์จะไม่เปลี่ยนแปลงของค่านอกจากจะมีการกำหนดค่าใหม่ แต่ตัวต้านทานนี้ก็ต้องใช้แบบไวร์วาล์ว ดังนั้นก็จะสามารถกำหนดอายุการใช้งานทางไฟฟ้าได้ภายใต้ ค่าความต้านทานที่กำหนด เพราะฉะนั้นอายุการใช้งานจะขึ้นอยู่กับชนิดของโหลดที่นำมาทดสอบและกำหนดไว้เป็นชนิดไป แต่ก็เป็นการยากที่ผู้ใช้จะทดสอบด้วยตนเอง ดังนั้นข้อมูลการทดสอบเหล่านี้จะถูกระบุหรือถูกทดสอบออกมาจากโรงงานผู้ผลิตเรียบร้อยแล้ว

คุณสมบัติของค่าเวลาในการทำงานของรีเลย์ โดยมาตรฐานแล้วค่าเวลาในการทำงานของรีเลย์จะอยู่ในหน่วยของมิลลิวินาที เนื่องจากว่าขณะที่รีเลย์ทำงานนั้น หน้าสัมผัสจะสั่นสะเทือนหรือกระโดด ช่วงจังหวะนี้เอง จึงเป็นช่วงเวลาที่คลุมเครืออยู่ว่าจะกำหนดค่าเวลาการทำงานรีเลย์จริงๆที่ช่วงเวลาใด หรือสภาวะหน้าสัมผัสขณะทำงาน ก่อนเริ่มทำงานได้อย่างต่อเนื่อง มากกว่ารีเลย์แบบโซลิดเสตด เพราะแบบหลังนี้จะไม่มีส่วนกลไกที่เคลื่อนไหวเลย ดังนั้นค่าระยะเวลาในการทำงานของโซลิดเสตดรีเลย์แบบกลไกไฟฟ้า ค่าเวลาในการทำงานของรีเลย์ที่เป็นมาตรฐานระบุไว้คือ 30 มิลลิวินาที

2.9 โซลินอยด์

โซลินอยด์มีรากศัพท์มาจากคำว่า โซเลน (Solen) ซึ่งมีความหมายทางการแพทย์คล้ายๆ เฝือกหุ้มอวัยวะที่ได้รับบาดเจ็บ ซึ่งก็อาจจะอยู่ในลักษณะของปลอกแขนหรือปลอกขา โครงสร้างพื้นฐานของโซลินอยด์ก็คือขดลวดพันรอบๆ แกนสารแม่เหล็ก ลักษณะก็เป็นคล้ายๆ ทรงกระบอก ดังแสดงในรูปที่ 2.13



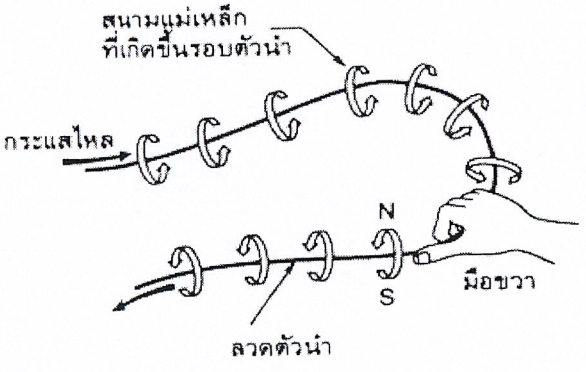
รูปที่ 2.13 โครงสร้างพื้นฐานของโซลินอยด์

เราใช้โซลินอยด์มาประยุกต์ใช้กับงานที่ต้องการเชื่อมโยงพลังงานไฟฟ้ามาเป็นพลังงานกลโดยตรง โดยสัญญาณไฟฟ้าที่ป้อนให้เข้ามาทางขดลวด จะทำให้แกนสารแม่เหล็กของโซลินอยด์เกิดการเคลื่อนที่ขึ้น การเคลื่อนที่นี้เองที่นำไปใช้ประโยชน์ เช่น ขัดกลอนประตู เอาไว้ไปถีบกระเดื่องทำให้กลไกทำงานหรือหยุดทำงาน โดยโซลินอยด์ที่มีใช้กันมีทั้งชนิดที่ใช้กับไฟฟ้ากระแสสลับ และไฟฟ้ากระแสตรง

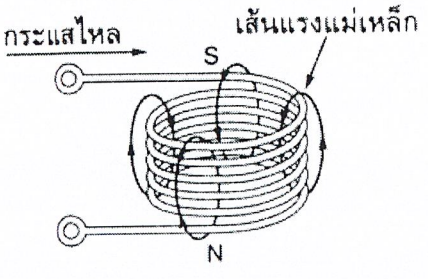
2.9.1 หลักการทำงานของโซลินอยด์

โดยเออร์สเตดเป็นผู้ตั้งกฎว่า (ตามหลักความเป็นจริงที่ค้นพบ) เมื่อมีกระแสไฟฟ้าไหลในลวดตัวนำใดๆ ก็ตาม จะเกิดสนามแม่เหล็กขึ้นรอบๆ ตัวนำนั้น ดังแสดงในรูปที่ 2.14 โดย เออร์สเตดยังออกกฎมือขวามาให้ดูทิศทางเส้นแรงแม่เหล็ก คือ ถ้าเอามือขวากำรอบเส้นลวด โดยให้นิ้วโป้งแทนทิศทางกระแสไหล ส่วนนิ้วที่เหลือทั้งหมด (ซึ่งมี 4 นิ้ว และจะหันไปทางเดียวกัน) จะแสดงทิศทางเส้นแรงแม่เหล็กจากขั้วใต้ไปขั้วเหนือ

เมื่อเรานำเส้นลวดที่ยาวมาขดเป็นวงๆ หลายๆ วง ก็จะเกิดลักษณะของขดลวดขึ้น ดังแสดงในรูปที่ 2.15 สนามแม่เหล็กที่เกิดจากขดลวดแต่ละขดจะอยู่ในทิศทางเสริมกัน และเกิดเป็นเส้นแรงของสนามแม่เหล็กรวม มีทิศทางเหนือใต้ดังรูป ซึ่งขณะนี้ขดลวดจะทำหน้าที่เช่นเดียวกับแม่เหล็กถาวรแท่งหนึ่ง ซึ่งพร้อมที่จะดูดสารแม่เหล็กทันที แต่เนื่องจากสภาพรอบๆ ขดลวดเป็นอากาศ เส้นแรงแม่เหล็กจึงไม่เข้มข้นมากนัก

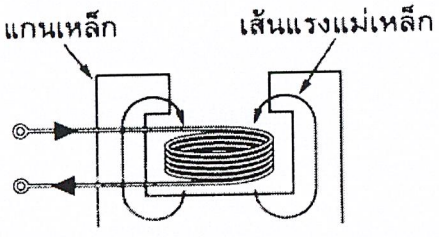


รูปที่ 2.14 ทิศทางของสนามแม่เหล็กที่เกิดขึ้นเมื่อมีกระแสไหลผ่านขดลวด

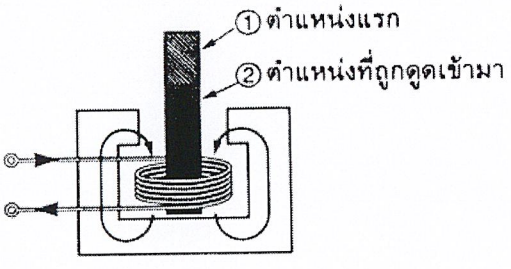


รูปที่ 2.15 ทิศทางของสนามแม่เหล็กที่เกิดขึ้นในขดลวดที่มีกระแสไหล

เพื่อที่จะไม่ให้สนามแม่เหล็กที่เกิดขึ้นกระจัดกระจาย จึงใส่แกนเหล็กอ่อนรูปตัว C เข้ามารอบๆ ขดลวดเพื่อให้สนามแม่เหล็กมากขึ้น ดังแสดงในรูปที่ 2.16 ถ้านำแกนกระทุ้ง (Plunger) มาใส่เข้าไปตรงกลางขดลวดในตำแหน่งที่ 1 แกนกระทุ้งจะถูกดูดให้ลึกเข้ามาจนสนิทในตำแหน่งที่ 2 ดังรูปที่ 2.17 ยิ่งระยะทางใกล้เข้ามากเท่าไร แรงดึงดูดก็จะมากขึ้นเท่านั้น



รูปที่ 2.16 การเพิ่มเหล็กอ่อนเข้ามาเพื่อเพิ่มความเข้มของสนามแม่เหล็ก



รูปที่ 2.17 การเคลื่อนที่ของแกนกระทุ้ง

ข้อแตกต่างระหว่างโซลินอยด์ไฟตรง และโซลินอยด์ไฟสลับ คือ ในโซลินอยด์ไฟตรงกระแสที่ไหลในขดลวดจะค่อนข้างคงที่ไม่เปลี่ยนแปลง ไม่ว่าแกนกระทุ้งจะอยู่ในตำแหน่งใดก็ตาม แต่ในโซลินอยด์ไฟสลับ กระแสในขณะที่แกนกระทุ้งอยู่นอกขดลวดจะมีค่าสูง และเมื่อแกนกระทุ้งถูกดูดเข้ามาจนสุดขดลวดกระแสจะลดต่ำลง ลักษณะแบบนี้นี่เองที่ทำให้ต้องระวังอย่าให้เกิดการติดขัดของแกนกระทุ้งในโซลินอยด์ไฟสลับ เพราะจะทำให้เกิดกระแสมากๆ ไหลค้างอยู่ทำให้ขดลวดร้อนขึ้น และอาจจะไหม้เสียหายได้

โดยโครงสร้างของโซลินอยด์แบบไฟสลับ จะต้องพันขดลวด Shaded Coil หรือแหวน (Ring) ซึ่งเป็นลวดพันรอบแกนเหล็กเพียงรอบเดียว หรือไม่กี่รอบลัดวงจรเอาไว้เลย จุดประสงค์ที่พันไว้เพราะในไฟสลับ กระแสจะลดลงมาเป็นศูนย์ 2 ครั้งทุกๆ ไซเกิล ช่วงที่กระแสเป็นศูนย์นี้เอง

ทำให้แรงดึงดูดแม่เหล็กลดลง และทำให้เกิดเสียงหึ่งๆ ขึ้น และการดูดก็ไม่แน่นแฟ้น ขดลวดแหวนที่เพิ่มเติมเข้าไปจะทำให้วงจรแม่เหล็กเกิดเป็นสภาพ 2 เฟส คือ แม้ในขณะที่กระแสเป็นศูนย์ก็ตาม ขดลวดแหวนซึ่งมีกระแสที่เกิดจากการเหนี่ยวนำกับสนามแม่เหล็ก จะยังคงมีแรงแม่เหล็กมาเสริมการดูดในช่วงนี้ได้ แต่ก็จะทำให้เกิดการสูญเสียของความร้อนในขดลวดบ้างเป็นข้อแลกเปลี่ยน

2.9.2 ขั้นตอนการเลือกใช้โซลินอยด์

จะต้องคำนึงถึงหลักใหญ่ๆ คือ

1) แรงดันใช้งาน ไม่ว่าจะเป็นไฟตรงหรือไฟสลับ ถ้าเป็นไฟสลับก็ต้องดูความถี่ใช้งานให้ตรงตามต้องการด้วย

2) ช่วงชักใช้งาน (Operating Stroke) ของโซลินอยด์จะต้องเคลื่อนที่เป็นระยะทางเท่าใด (จะกำหนดเป็นมิลลิเมตร)

3) ขนาดของโหลดว่าต้องใช้แรงขนาดเท่าใด มักจะบอกเป็นกรัม

4) ใช้งานต่อเนื่องหรือไม่ การใช้งานต่อเนื่อง (Continuous) หมายถึงเราอาจจะใส่แรงดันไฟเข้าขดลวดค้างไว้ได้เลย โดยขดลวดไม่ไหม้ หรือเป็นแบบจังหวะๆ (Intermittent Duty)

2.9.3 แนวความคิดในการนำเอาโซลินอยด์ไปประยุกต์ใช้

1) สำหรับโซลินอยด์ที่แรงดึงไม่มากนัก

1.1) ทำเป็นกลอนล็อคประตู เมื่อมีแรงดึงมาที่ขดลวด โซลินอยด์จะดึงแกนกระทุ้งกลับเป็นการปลดล็อค

1.2) ชูป้ายโฆษณา (Display) ในกรณีนี้ถ้าโซลินอยด์ยังไม่ทำงาน สปริงจะดึงป้ายให้ตั้งฉากกับหน้าต่างป้ายทำให้เราไม่เห็นตัวหนังสือ แต่ถ้าโซลินอยด์ได้รับแรงดันเข้ามา แกนกระทุ้งจะถูกดูดทำให้คานดีดงัดหน้าป้ายโฆษณาออกมาให้เห็นได้

1.3) ใช้กับกลไกของเล่นที่ทำด้วยอิเล็กทรอนิกส์ต่างๆ เช่น หุ่นยนต์ รถยนต์เด็กเล่น และอื่นๆ อีกมาก

2) สำหรับโซลินอยด์ที่แรงดึงมาก (ใช้ในงานอุตสาหกรรม)

2.1) กลไกอินเตอร์ล็อค ใช้กับพวกเครื่องหยอดเหรียญต่างๆ กระเดื่องทริปของเซอร์กิตเบรคเกอร์ เครื่องเล่นทางอิเล็กทรอนิกส์ เป็นต้น

2.2) ควบคุมลิ้นของไหล พวกลิ้นเปิดปิดทางเดินของลมหรือน้ำมันในระบบนิวแมติกและไฮดรอลิกส์ ควบคุมลิ้นน้ำทิ้งของเครื่องซักผ้า เป็นต้น

2.3) ช่วยในการนับจำนวนสินค้า โดยวงจรนับจะส่งแรงดันมาที่โซลินอยด์เป็นช่วงเวลาที่จะได้จำนวนตามต้องการ โซลินอยด์จะดูดและเบนทิศทางสินค้าไปลงหีบห่อตามจำนวนที่ถูกต้อง

2.4) ระบบเบรก ใช้ควบคุมระบบเบรกในเครื่องจักรกล เครื่องมือช่างไม้ ลิฟต์ รอก เป็นต้น

2.5) ควบคุมการทำงานของคลัตช์ โดยการดึงให้หน้าคลัตช์เข้ามาแตะกัน เป็นการถ่ายทอดกำลังผ่านไปได้

2.6) ควบคุมกลไกคานงัดแรง ในเครื่องมือสำนักงาน เครื่องเล่นอิเล็กทรอนิกส์ เครื่องบันทึกสัญญาณ

2.7) ควบคุมการเจาะและพิมพ์ของเครื่องจักร ก็โดยการดัดแปลงติดตั้งหัวเจาะและพิมพ์เข้าบนแกนของโซลินอยด์

2.8) ควบคุมการเปิดปิดของฮอปเปอร์ (Hopper คล้ายกับปากกรวย มีหน้าที่เป็นทางไหลของวัตถุที่อยู่ในโซโล)

2.9.4 ข้อระวังในการใช้โซลินอยด์เพื่อให้อายุยืนยาว

1) โซลินอยด์ไฟสลับจะต้องทำกลไกให้มั่นใจได้ว่า โซลินอยด์จะดูดแกนกระทุ้งเข้ามาหาสุดตัวเต็มที่ ถ้าไม่เช่นนั้นกระแสในโซลินอยด์จะสูง และเกิดความร้อน และขดลวดอาจจะไหม้ได้ การดัดแปลงแก้ไข โดยถ้าเกิดมีการติดขัดด้านโหลด ใช้สปริงเชื่อมต่อ (Joint Spring) เพิ่มเติมจะยืดตัวให้แกนเคลื่อนที่เข้าไปสุดได้

2) ควรระวังให้แนวการเคลื่อนที่ของแกนกระทุ้งอยู่ในแนวแกนเสมอในกรณีที่การเคลื่อนที่จะเป็นส่วนโค้ง ก็อาจเพิ่มข้อต่อเข้ามา เพื่อช่วยให้การเคลื่อนที่ของแกนกระทุ้งอยู่ในแนวแกนมากขึ้น

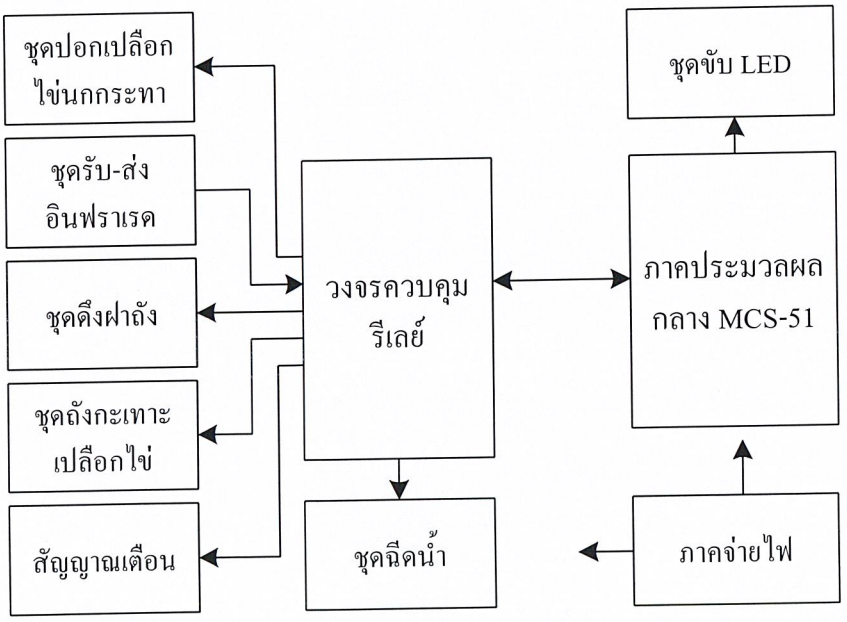
3) พยายามอย่าวางตำแหน่งโซลินอยด์อยู่ใกล้หรือติดกับสารแม่เหล็ก เพราะอาจจะมีสนามแม่เหล็กส่วนหนึ่งรั่วไหลออกไปได้ อันจะเป็นเหตุให้แรงดึงดูดลดลง ควรแก้ไขโดยเพิ่มฉนวนแม่เหล็กแทรกเข้าไปด้วย

4) ต้องติดตั้งตัวถังโซลินอยด์ให้แน่นหนา เนื่องจากโซลินอยด์เป็นตัวส่งกำลังทางกล ฉะนั้นเมื่อมีแรงกริยาออกมา ก็ย่อมต้องมีแรงปฏิกิริยาเกิดขึ้นกับตัวถังของโซลินอยด์ ถ้ายึดไม่แน่นพอในระยะยาวอาจจะทำให้เกิดการสั่น หลุด หรือหลวมได้

บทที่ 3
การออกแบบ การสร้าง และการทำงาน

3.1 กล่าวนำ

การออกแบบและการสร้างเครื่องปอกเปลือกไข่นกกระทาอัตโนมัติได้แบ่งออกเป็น 3 ส่วนใหญ่ๆ ด้วยกันคือ ส่วนที่ 1 เป็นส่วนของการออกแบบวงจรประมวลผลโดยใช้ไมโครคอนโทรลเลอร์ ส่วนที่ 2 คือ ส่วนของการออกแบบโปรแกรมควบคุมในส่วนต่างๆ และส่วนที่ 3 คือ ส่วนของการออกแบบโครงสร้างของเครื่องปอกเปลือกไข่นกกระทาอัตโนมัติ ผังการทำงานรวมของเครื่องปอกเปลือกไข่นกกระทา อัตโนมัติดังแสดงในรูปที่ 3.1



รูปที่ 3.1 ผังการทำงานของเครื่องปอกเปลือกไข่นกกระทาอัตโนมัติ

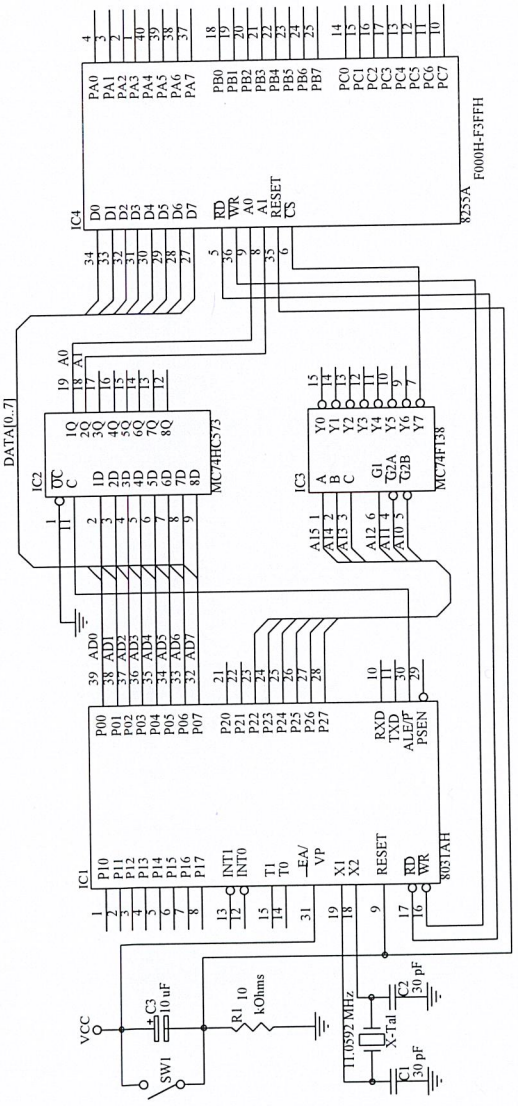
โดยเครื่องปอกเปลือกไข่นกกระทาอัตโนมัติประกอบด้วยส่วนของวงจรต่างๆ ดังนี้ คือ ส่วนของวงจรแหล่งจ่ายแรงดัน ส่วนของวงจรไมโครคอนโทรลเลอร์ MCS-51 วงจรควบคุมรีเลย์ วงจรชุดส่งและชุดรับอินฟราเรด ชุดปอกเปลือกไข่นกกระทา ชุดถังกะเทาะเปลือกไข่นกกระทา ซึ่งมีการออกแบบ การสร้าง และการทำงานดังนี้

3.2 การออกแบบวงจร

3.2.1 วงจรควบคุมหลัก

1) การออกแบบและการสร้าง

จากวงจรจะเป็นการต่อพอร์ตของไมโครคอนโทรลเลอร์ออกไปใช้งาน ทั้งการควบคุมการทำงานของอุปกรณ์ภายนอก และรับสัญญาณจากภายนอกเข้ามาประมวลผล ซึ่งสามารถอธิบายได้ดังรูปที่ 3.2



รูปที่ 3.2 วงจรควบคุมหลัก

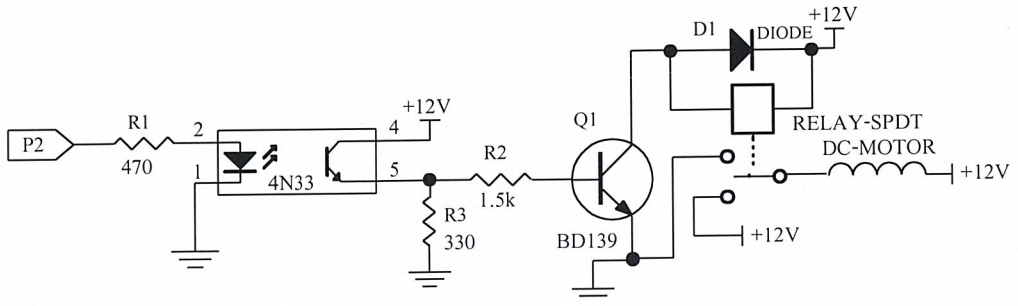
2) การทำงาน

จากวงจรดังรูปที่ 3.2 จะมีไมโครคอนโทรลเลอร์ MCS-51 เบอร์ 89C51 เป็นตัวประมวลผล กล่าวคือ ทำหน้าที่รับสัญญาณภายนอกจากพอร์ตอินพุต มาทำการประมวลผลและส่งสัญญาณข้อมูลหรือสัญญาณควบคุมออกทางพอร์ตเอาต์พุต โดยพอร์ตที่ทำหน้าที่เป็นพอร์ตอินพุตได้แก่ พอร์ต P1.0-P1.1 ซึ่งจะรับสัญญาณจากสวิตซ์เริ่มต้น เข้ามาทำการประมวลผล ส่วนทางด้านพอร์ต P0.0-P0.7 และ P2.0-P2.7 เป็นพอร์ตเอาต์พุต ใช้สำหรับส่งสัญญาณไปควบคุมการทำงาน ในการเปิด-ปิดอุปกรณ์ต่างๆ ของเครื่อง ได้แก่ มอเตอร์ โซลินอยด์ ปั๊มน้ำ และชุดฉีดน้ำ

3.2.2 วงจรควบคุมรีเลย์

1) การออกแบบและการสร้าง

วงจรควบคุมรีเลย์เป็นวงจรในส่วนที่รับคำสั่งจากวงจรประมวลผลกลาง เพื่อทำหน้าที่ในการควบคุมการทำงานของอุปกรณ์ต่างๆ ได้แก่ ถังกะเทาะเปลือกไข่ ชุดดึงผาถัง ตัวตรวจจับการตัดผ่านด้วยแสงอินฟราเรด ชุดปอกเปลือกไข่ ชุดฉีดน้ำ และเสียงเตือน แสดงดังรูปที่ 3.3 ซึ่งมีการทำงานดังนี้



รูปที่ 3.3 วงจรควบคุมรีเลย์

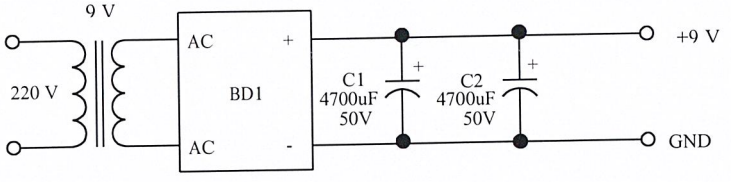
2) การทำงาน

วงจรขับมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรงจะได้รับอินพุตมาจากไมโครคอนโทรลเลอร์ MCS-51 โดยถ้าอินพุตที่ได้เป็น “1” จะทำให้ออปโตไอโซเลเตอร์ทำงาน ซึ่งจะส่งผลให้ทรานซิสเตอร์ Q_1 ทำงาน ขดลวดรีเลย์เหนี่ยวนำหน้าสัมผัสให้มาต่อกับกราวน์ มอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรงจะได้รับแรงดัน 12 โวลต์ด้านหนึ่ง และได้รับกราวน์อีกด้านหนึ่งทำให้มอเตอร์หมุน แต่ถ้าอินพุตที่ได้จากไมโครคอนโทรลเลอร์เป็น “0” ออปโตไอโซเลเตอร์จะไม่ทำงาน ทรานซิสเตอร์ Q_1 ไม่ทำงานด้วยเช่นกัน ขดลวดในรีเลย์จึงไม่เกิดการเหนี่ยวนำหน้าสัมผัส ทำให้หน้าสัมผัสรีเลย์ต่อกับแรงดัน 12 โวลต์ ดังนั้นมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรงจะได้รับแรงดัน 12 โวลต์ทั้งสองด้านมอเตอร์จะไม่หมุน

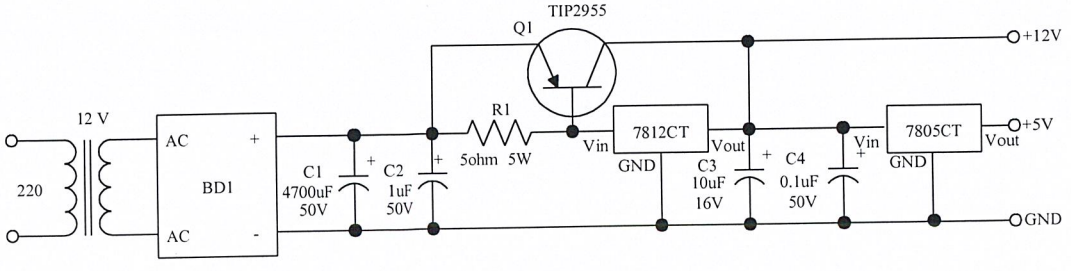
3.2.3 วงจรภาคจ่ายไฟ

1) การออกแบบและการสร้าง

การออกแบบวงจรภาคจ่ายไฟ ที่ทำหน้าที่จ่ายแรงดันให้กับวงจรในส่วนต่างๆ ของเครื่องปอกเปลือกไข่นกกระทาอัตโนมัตินี้ ได้มีการออกแบบแบ่งเป็น 3 วงจร ได้แก่ ส่วนแรกเป็นวงจรแหล่งจ่ายแรงดันคงที่ 9 โวลต์ ทำหน้าที่จ่ายแรงดันให้ชุดตรวจจับการตัดผ่านของแสงอินฟราเรด ส่วนที่สองเป็นวงจรแหล่งจ่ายแรงดันคงที่ 5, 12 โวลต์ ทำหน้าที่จ่ายแรงดันให้วงจรประมวลผลกลาง วงจรควบคุมรีเลย์ วงจรชุดขับแอลอีดี ส่วนของถังกะเทาะเปลือกไข่ โซลินอยด์ และชุดฉีดน้ำ ส่วนสุดท้ายจะเป็นวงจรแหล่งจ่ายแรงดันแบบปรับระดับ 0-30โวลต์ ทำหน้าที่จ่ายแรงดันให้กับชุดปอกเปลือกไข่เพื่อปรับระดับแรงดันที่ไปควบคุมความเร็วในการหมุนของชุดปอกเปลือกไข่ ดังรูปที่ 3.4, รูปที่ 3.5 และรูปที่ 3.6 ซึ่งมีการทำงานของแต่ละวงจรดังนี้



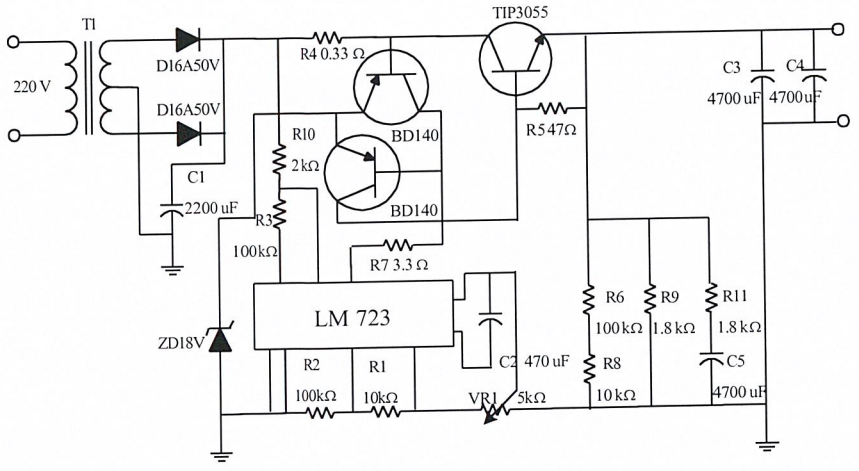
รูปที่ 3.4 วงจรแหล่งจ่ายแรงดันคงที่ 9 โวลต์



รูปที่ 3.5 วงจรแหล่งจ่ายแรงดันคงที่ 5, 12 โวลต์

2) การทำงาน

จากรูปที่ 3.4 เป็นวงจรแหล่งจ่ายแรงดันคงที่ 9 โวลต์ ซึ่งมีการทำงานดังนี้คือ เมื่อมีแรงดันไฟฟ้ากระแสสลับ 220 โวลต์เข้ามาทางด้านขดปฐมภูมิ หม้อแปลงจะเกิดการเหนี่ยวนำ ทำให้มีแรงดันออกทางขดทุติยภูมิของหม้อแปลง เป็นแรงดันไฟฟ้ากระแสสลับค่า 12-0 โวลต์ เพื่อป้อนให้กับชุดตรวจจับการตัดผ่านของแสงอินฟราเรด



รูปที่ 3.6 วงจรแหล่งจ่ายแรงดันแบบปรับระดับ 0-30โวลต์

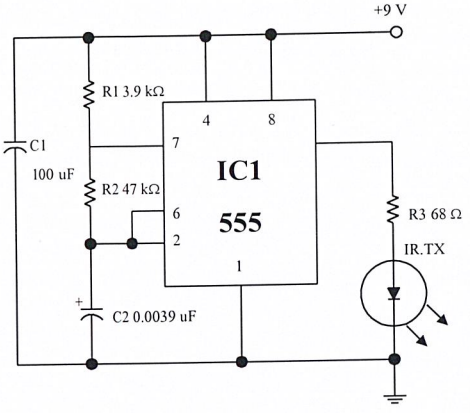
จากรูปที่ 3.5 เป็นวงจรแหล่งจ่ายแรงดันคงที่ 5, 12 โวลต์ ซึ่งมีการทำงานดังนี้คือ เมื่อมีแรงดันไฟฟ้ากระแสสลับ 220 โวลต์เข้ามาทางด้านขดปฐมภูมิ หม้อแปลงจะเกิดการเหนี่ยวนำทำให้มีแรงดันออกทางขดทุติยภูมิของหม้อแปลง เป็นแรงดันไฟฟ้ากระแสสลับค่า 12-0 โวลต์ เมื่อผ่านวงจรเร็กกูเลเตอร์ โดยใช้ไอซีเร็กกูเลเตอร์เบอร์ 7812 จะได้แรงดันไฟตรงค่า +12 โวลต์ ซึ่งในกระแสสูงสุด 1 แอมป์ สามารถทำการขยายให้มีกระแสสูงขึ้นได้ โดยทำการต่อทรานซิสเตอร์เบอร์ TIP2955 เพื่อขยายกระแส เพื่อป้อนให้กับวงจรควบคุมรีเลย์และส่วนต่างๆ และกระแสอีกส่วนหนึ่งจะผ่านวงจรเร็กกูเลเตอร์โดยใช้ไอซีเร็กกูเลเตอร์เบอร์ 7805 จะได้แรงดันไฟตรงค่า +5 โวลต์ เพื่อป้อนให้กับไมโครคอนโทรลเลอร์

จากรูปที่ 3.6 เป็นวงจรแหล่งจ่ายแรงดันแบบปรับระดับ 0-30โวลต์ ซึ่งวงจรชุดนี้ออกแบบโดยใช้ไอซี LM723 เป็นตัวควบคุมการรักษาระดับแรงไฟให้คงที่ และใช้เพาเวอร์ทรานซิสเตอร์เป็นทางผ่านของกระแสไฟให้สามารถใช้งานได้แอมป์สูงขึ้นตามต้องการ นอกจากนี้ วงจรยังได้ออกแบบให้มีวงจรป้องกันการโอเวอร์โหลดหรือการลัดวงจรทางภาคเอาต์พุตไว้ด้วย โดยใช้ R_4 เป็นตัวตรวจสอบปริมาณการไหลของกระแสไม่ให้สูงกว่าค่าที่กำหนด หากกระแสที่ไหลผ่านจนทำให้แรงไฟตกคร่อม R_4 สูงถึง 0.6 โวลต์ ก็จะทำให้ Q_3 ทำงานและชอร์ตแรงไฟไบอัสระหว่าง เบส-อีมิเตอร์ Q_2 ทำให้ Q_2 ทำงาน จึงไม่มีแรงไฟไบอัสจ่ายให้กับเบสของ Q_1 ยังผลให้ Q_1 หยุดทำงานด้วย แรงไฟเอาต์พุตที่ได้ก็จะเป็นศูนย์ หรือลดลงใกล้ๆ ศูนย์ วอลลุม VR_1 ทำหน้าที่เป็นตัวปรับแรงไฟที่ป้อนมายังไอซี 723 เพื่อให้วงจรทำงานจนได้แรงไฟเอาต์พุตที่ต้องการ ทั้งนี้วงจรสามารถปรับแรงดันไฟเอาต์พุตได้ตั้งแต่ 0-30 โวลต์

3.2.4 วงจรชุดส่งอินฟราเรด

1) การออกแบบและการสร้าง

วงจรชุดส่งอินฟราเรดนี้ออกแบบโดยใช้ IC 555 เป็นตัวกำเนิดความถี่ 5 kH_z ให้กับอินฟราเรดไดโอด ซึ่งวงจรชุดส่งอินฟราเรดนี้จะทำงานร่วมกับวงจรชุดรับอินฟราเรดทำหน้าที่เป็นตัวตรวจจับการตัดผ่านของแสงอินฟราเรด



รูปที่ 3.7 วงจรชุดส่งอินฟราเรด

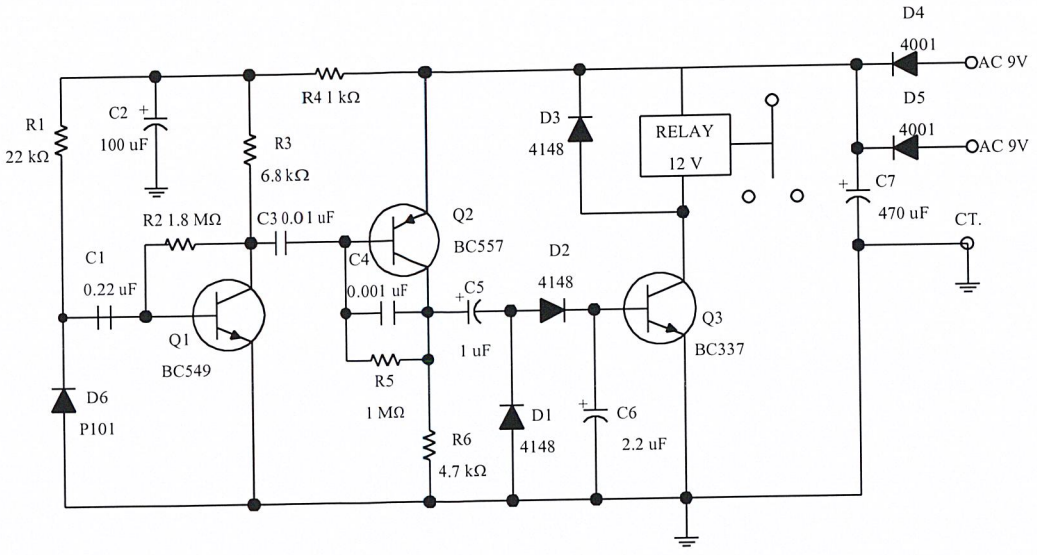
2) การทำงาน

โดยปกติแล้วเมื่อเราป้อนแรงไฟให้กับอินฟราเรดไดโอด ก็จะทำให้ได้แสงอินฟราเรดซึ่งไม่สามารถมองเห็นได้ด้วยตาเปล่าออกมา แต่ในการใช้งานจริง เราจำเป็นที่จะป้อนสัญญาณพัลซ์ที่มีความถี่ประมาณ 5kH_z ให้กับอินฟราเรดไดโอดเพื่อขจัดผลจากสัญญาณรบกวนต่างๆและลดพลังงานที่ป้อนให้กับไดโอดลงด้วย จากรูปที่ 3.7 แสดงวงจรสำหรับส่งสัญญาณอินฟราเรด โดยอาศัยไอซี 555 เป็นตัวกำเนิดความถี่ 5kH_z ทั้งนี้ในวงจรค่าความถี่จะถูกกำหนดด้วยค่า R_1,R_2 และ C_2 โดยที่สัญญาณเอาต์พุตจะมีช่วงสัญญาณ ออน- ออฟ 1:1 รีซิสเตอร์ R_3 เป็นตัวจำกัดปริมาณการไหลของกระแสไฟที่ไหลผ่านอินฟราเรดไดโอด มิให้มีค่าเกิน 50 มิลลิแอมป์ จากวงจรจะเห็นว่า ไอซี 555 ทำหน้าที่เป็นตัวกำเนิดความถี่ 5000H_z เช่นกัน ค่าความถี่ของวงจรกำหนดโดยค่า VR_1,R_1,R_2 และ C_1 ทั้งนี้เราสามารถปรับแต่งความถี่ได้ด้วยการปรับค่า VR_1 เอาต์พุตของไอซีจะป้อนให้กับทรานซีสเตอร์TR_1 เพื่อให้สามารถขับอินฟราเรดไดโอดด้วยกระแสสูงถึง 100 มิลลิแอมป์ รีซีสเตอร์ R_3 ในวงจรไม่ควรใช้ค่าต่ำกว่า 3.9 โอห์ม เพราะอาจทำให้ TR_1 ชำรุดเสียหายได้ R_4 และ LED D_4 ต่อไว้เพื่อแสดงให้รู้ว่าวงจรได้รับแรงซัพพลายแล้ว

3.2.5 วงจรชุดรับอินฟราเรด

1) การออกแบบและการสร้าง

วงจรชุดรับอินฟราเรดนี้จะทำงานร่วมกับวงจรชุดส่งอินฟราเรดทำหน้าที่เป็นตัวตรวจจับการตัดผ่านของแสงอินฟราเรด เมื่อมีแสงอินฟราเรดส่องมากระทบ จะทำให้เกิดกระแสไหลผ่านไดโอดอย่างมาก ทำให้เกิดแรงไฟสัญญาณเปลี่ยนแปลงตามความถี่ของชุดส่งสัญญาณ



รูปที่ 3.8 วงจรชุดรับอินฟราเรด

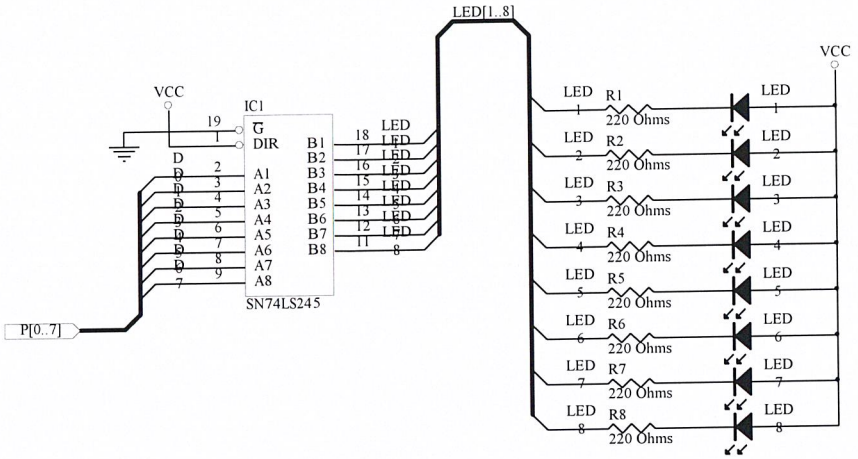
2) การทำงาน

จากรูปที่ 3.8 จะเห็นได้ว่าโฟโต้โอด จะต่อแบบรีเวิสไบอัส ดังนั้นในขณะที่ไม่มีแสงอินฟราเรดส่องมากระทบตัวมัน จะมีกระแสไหนผ่านตัวมันน้อยมาก ต่อเมื่อมีแสงอินฟราเรดส่องมากระทบ จะทำให้เกิดกระแสไหลผ่านไดโอดอย่างมาก ทำให้เกิดแรงไฟสัญญาณเปลี่ยนแปลงตามความถี่ของชุดส่งสัญญาณ ป้อนให้กับทรานซิสเตอร์ TR_1 ซึ่งต่อรวมกับTR_2 เป็นวงจรขยายประมาณ 100 เท่า C_2 และC_3 เป็นวงจรไฮพาสฟิลเตอร์ ไดโอด D_2 และD_3 ทำหน้าที่เป็นวงจรแปลงแรงไฟสัญญาณให้เป็นแรงไฟตรง โดยมี C_5 เป็นตัวกรองกระแสให้เรียบแรงไฟเอาต์พุตที่ได้จะนำไปขับทรานซิสเตอร์ TR_3 ให้รีเลย์ทำงาน วงจรนี้รีเลย์เมื่อมีแสงอินฟราเรดส่องจากชุดส่งมายังชุดรับ ถ้าลำแสงถูกตัดตอนหรือบังไว้รีเลย์ก็จะหยุดทำงาน

3.2.6 วงจรชุดขับแอลอีดี

1) การออกแบบและการสร้าง

จากวงจรจะเป็นการนำค่าจากพอร์ตของไมโครคอนโทรลเลอร์มาแสดงผลที่ LED ซึ่งสามารถอธิบายได้ดังรูปที่ 3.9



รูปที่ 3.9 วงจรชุดขับแอลอีดี

2) การทำงาน

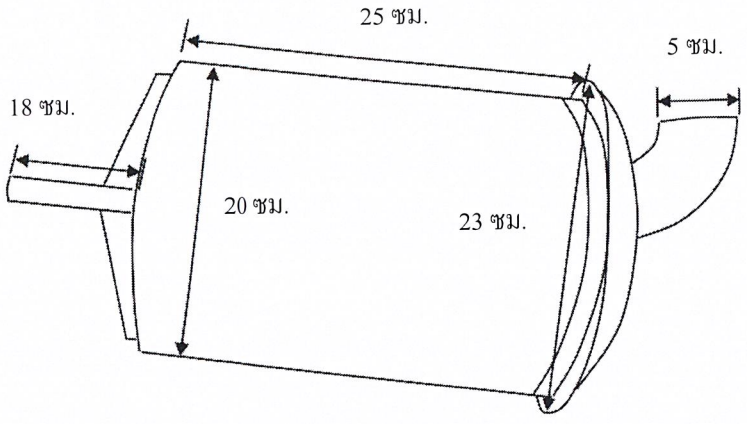
จากวงจรในรูปที่ 3.9 จะมี IC Buffer เบอร์ 74LS245 เพื่อเป็นตัวจ่ายกระแสให้ LED แสดงผล คือทำหน้าที่รับสัญญาณจากพอร์ต P2.0-P2.7 ของไมโครคอนโทรลเลอร์ และเอาต์พุตจะไปจ่ายกระแสให้ LED แสดงผลแทนไมโครคอนโทรลเลอร์เนื่องจากไมโครคอนโทรลเลอร์จ่ายกระแสได้ต่ำ

3.3 การออกแบบระบบกลไก

3.3.1 ถังกะเทาะเปลือกไข่นกกระทา

ถังกะเทาะเปลือกไข่นกกระทาถูกออกแบบและจัดทำขึ้นเพื่อทำหน้าที่ในการกะเทาะเปลือกไข่ให้แตก เพื่อให้ง่ายต่อการปอกเปลือก โดยใช้วัสดุที่เป็นสแตนเลส เนื่องจากสแตนเลสมีคุณสมบัติไม่เกิดสนิม เพราะในขณะที่มีการกะเทาะเปลือกไข่นั้นอาจจะมีน้ำอยู่ในเปลือกไข่ในขั้นตอนของการต้มไข่ได้ จึงเลือกใช้วัสดุที่เป็นสแตนเลสในการทำถังกะเทาะเปลือกไข่นกกระทา ในส่วนของฝาถังกะเทาะเปลือกไข่นั้นออกแบบให้มีรูปทรงคล้ายกระทะและมีช่องสำหรับที่จะให้ไข่ไหลลงไปในถังได้ โดยฝาถังนี้จะออกแบบมาให้มีขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางใหญ่กว่า

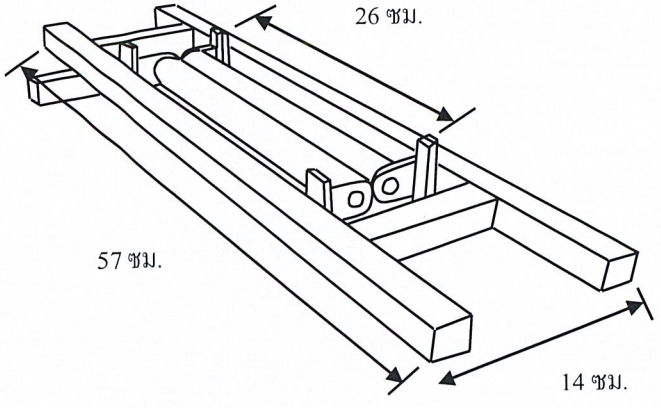
เส้นผ่าศูนย์กลางของถังเล็กน้อย เพื่อให้สามารถปิดตัวถังได้สนิทในขณะที่มีการกะเทาะเปลือกไข่ เพื่อป้องกันไข่จะหลุดออกมาในขณะที่มีการกะเทาะเปลือกไข่



รูปที่ 3.10 ถังกะเทาะเปลือกไข่นกกระทา

3.3.2 ชุดปอกเปลือกไข่นกกระทา

ชุดปอกเปลือกไข่นกกระทานี้ ออกแบบโดยใช้แกนเหล็กหล่อด้วยยางพารา เพื่อใช้ในการดึงเปลือกไข่ เนื่องจากยางพารามีความหนืดสูง สามารถที่จะดึงเปลือกไข่ให้แยกออกจากไข่ได้ โดยจะออกแบบเป็นสองอันวางชิดกันและมีทิศทางการหมุนเข้าหากัน เพื่อที่จะดึงเปลือกไข่แยกออกจากเนื้อไข่ได้

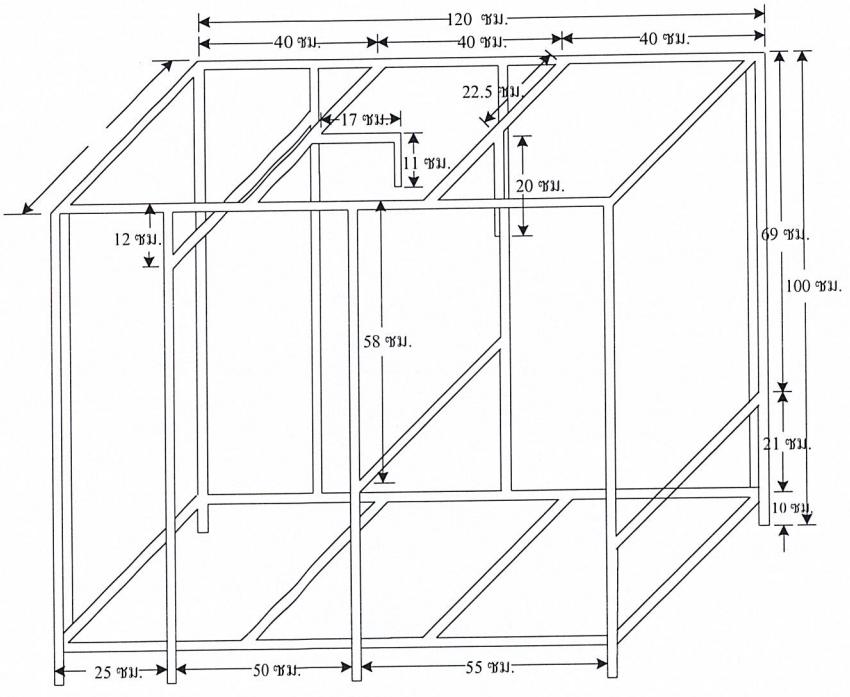


รูปที่ 3.11 ชุดปอกเปลือกไข่นกกระทา

3.4 การออกแบบโครงสร้างของเครื่อง

3.4.1 การออกแบบโครงที่ใช้ในการติดตั้งอุปกรณ์

การออกแบบและจัดทำโครงที่ใช้ในการติดตั้งอุปกรณ์ จะเลือกใช้วัสดุและออกแบบให้สามารถรองรับอุปกรณ์ทั้งหมดที่จะนำมาทำการติดตั้งบนตัวโครงได้เป็นอย่างดี มีความคงทนและแข็งแรง เนื่องจากอุปกรณ์บางอย่างมีน้ำหนักมาก ซึ่งเครื่องปอกเปลือกไข่นกกระทาอัตโนมัตินี้ได้เลือกใช้วัสดุที่เป็นเหล็ก มาเป็นวัสดุในการทำโครงเนื่องจากมีคุณสมบัติที่แข็งแรง คงทน และรับน้ำหนักได้ดี ซึ่งลักษณะและขนาดของการออกแบบเป็นดังรูปที่ 3.12

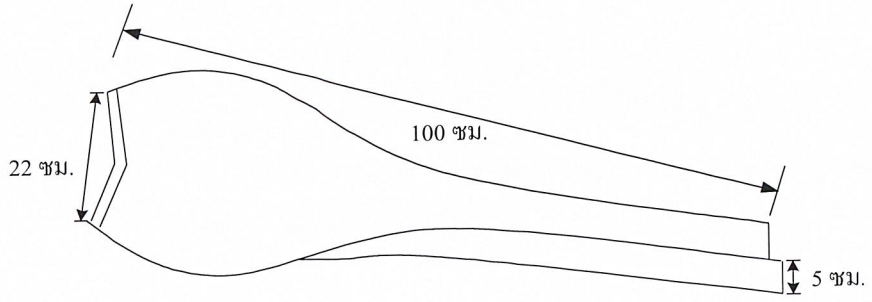


รูปที่ 3.12 โครงที่ใช้ในการติดตั้งอุปกรณ์

3.4.2 การออกแบบรางลำเลียงไข่นกกระทา

รางลำเลียงไข่นกกระทาถูกออกแบบและจัดทำขึ้นเพื่อทำหน้าที่ในการทำให้ไข่เกิดการเรียงตัวและลำเลียงไข่ไปยังชุดปอกเปลือกไข่ จากนั้นก็จะลำเลียงไข่ที่ปอกเปลือกเรียบร้อยแล้วออกจากเครื่องปอกเปลือกไข่นกกระทานี้ โดยใช้วัสดุที่เป็นสแตนเลส เนื่องจากสามารถขึ้นรูปได้ง่ายกว่าพลาสติก เพราะการขึ้นรูปโดยใช้พลาสติกจะต้องมีการสร้างแบบและฉีดพลาสติกและต้องทำโดยผู้ชำนาญการ นอกจากนี้สแตนเลสมีผิวเรียบและเป็นมัน ซึ่งจะช่วยในการ

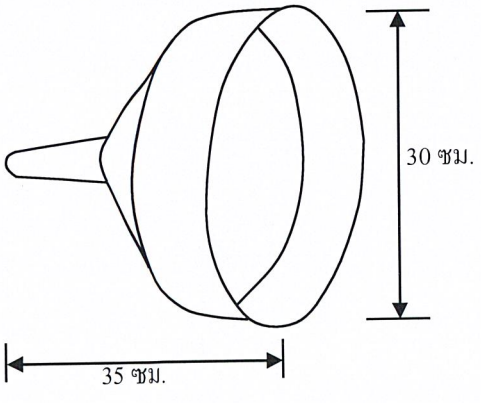
เคลื่อนที่ของไข่ให้มีการเคลื่อนที่ได้ดียิ่งขึ้น อีกทั้งยังมีคุณสมบัติไม่เกิดสนิมเมื่อสัมผัสกับน้ำอีกด้วย



รูปที่ 3.13 รางลำเลียงไข่นกกระทา

3.4.3 การออกแบบกรวยบรรจุไข่

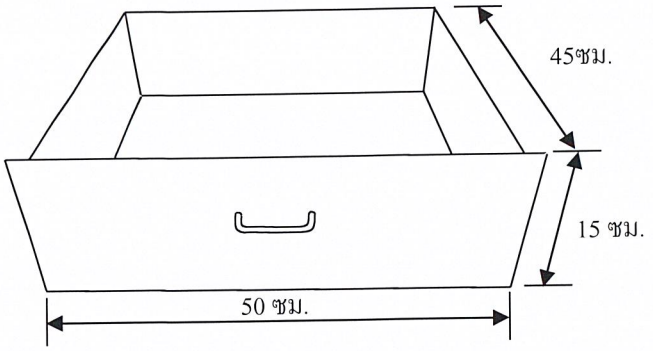
กรวยบรรจุไข่ถูกออกแบบมาเพื่อใช้ในการบรรจุไข่ที่ต้มสุกแล้ว ลงสู่ถังกะเทาะเปลือกไข่ โดยในการออกแบบจะใช้กรวยที่ผลิตจากสังกะสีที่มีขายอยู่ในท้องตลาดทั่วไป



รูปที่ 3.14 กรวยบรรจุไข่

3.4.4 การออกแบบถาดเก็บเปลือกไข่

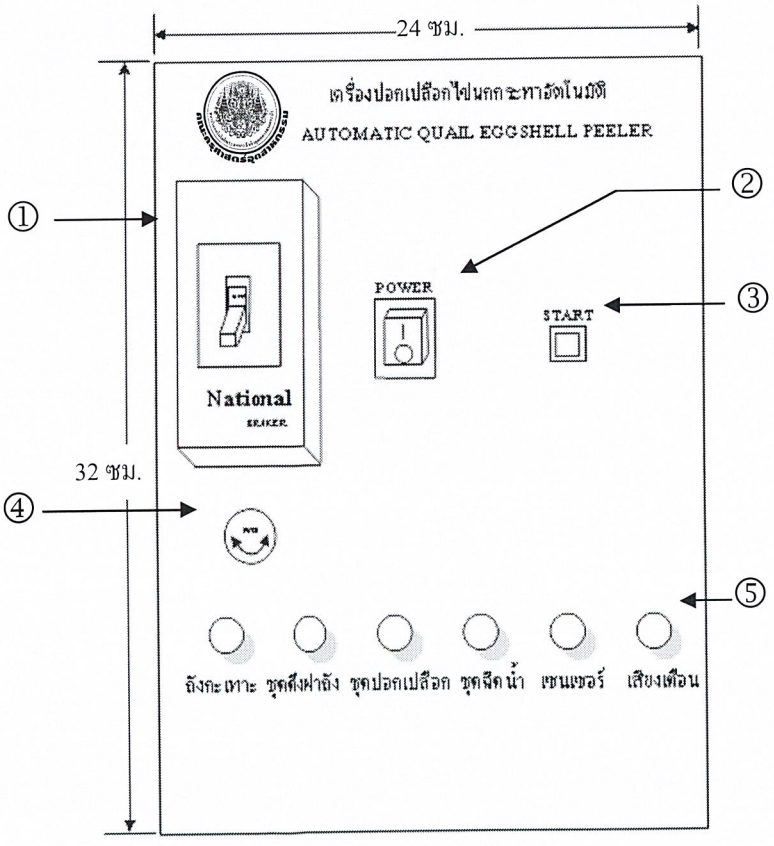
ถาดเก็บเปลือกไข่ถูกออกแบบมาเพื่อใช้สำหรับเก็บเปลือกไข่นกกระทาที่ผ่านการปอกเปลือกแล้ว โดยวัสดุที่ใช้ทำเป็นอะครีลิก ทำให้มีน้ำหนักเบาสามารถที่จะนำเปลือกไข่ไปทิ้งได้สะดวก และทำความสะอาดได้ง่าย



รูปที่ 3.15 ถาดเก็บเปลือกไข่นกกระทา

3.4.5 การออกแบบแผงควบคุม

การออกแบบแผงควบคุมการทำงานของเครื่องปอกเปลือกไข่นกกระทาอัตโนมัตินี้มีลักษณะและขนาดของการออกแบบดังรูปที่ 3.16



รูปที่ 3.16 แผงควบคุม

ส่วนประกอบและหน้าที่ของปุ่มควบคุมการทำงานบนแผงควบคุมมีดังนี้

① สวิตช์เบรคเกอร์ (BREAKER) หน้าที่ ควบคุมการเปิด-ปิด การจ่ายกำลังไฟฟ้าทั้งหมด

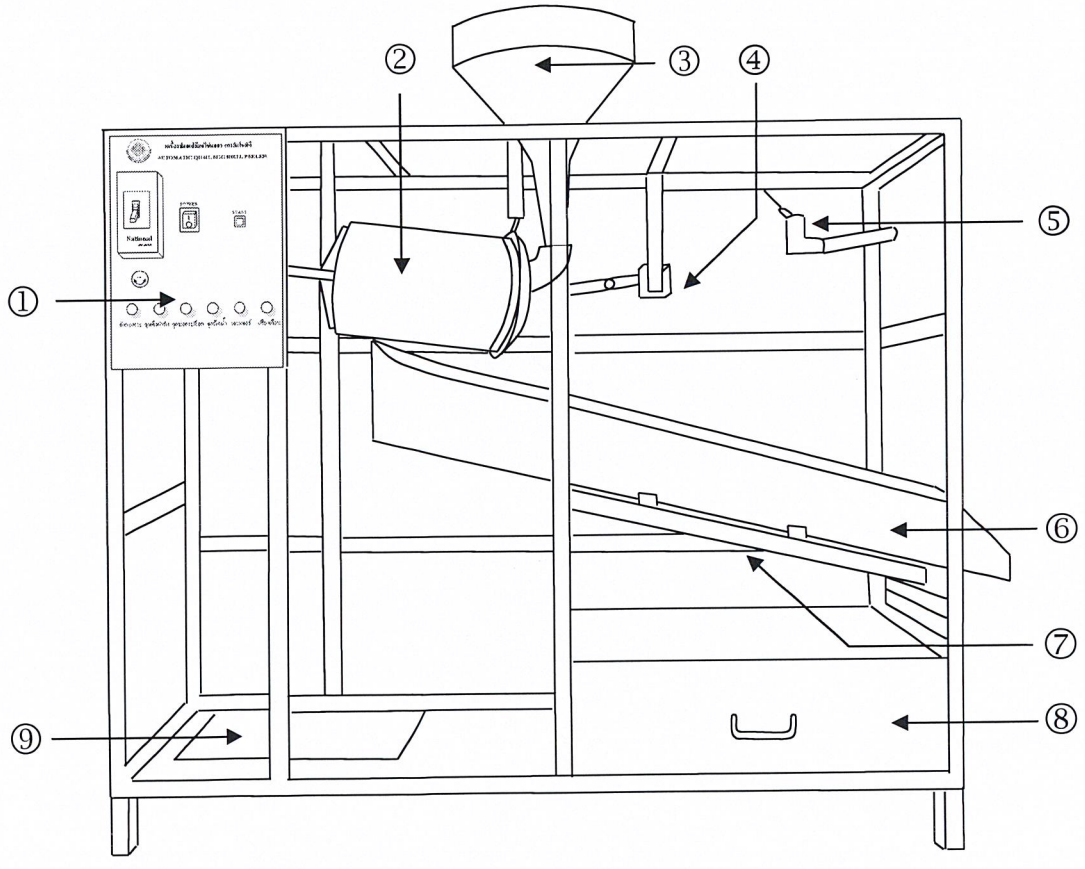
② สวิตช์กำลัง (POWER) หน้าที่ ควบคุมการเปิด-ปิด การจ่ายกำลังไฟฟ้า

③ สวิตช์เริ่มต้น (START) หน้าที่ เริ่มต้นการทำงานของเครื่อง

④ ฟิวส์ (FUSE) หน้าที่ ป้องกันกระแสไหลเกินจากความผิดพลาดของการทำงาน

⑤ แอลอีดี (LED) หน้าที่ แสดงสภาวะการทำงานของเครื่อง

3.4.6 การติดตั้งอุปกรณ์ต่างๆ บนโครง



รูปที่ 3.17 อุปกรณ์ที่ได้นำมาติดตั้งบนโครง

จากรูปที่ 3.17 อุปกรณ์ที่ได้นำมาติดตั้งบนโครงที่ได้ออกแบบและจัดทำ ประกอบด้วย

① แผงควบคุมการทำงาน

② ถังกะเทาะเปลือกไข่นกกระทา

③ กรวยบรรจุไข่นกกระทา

④ โซลินอยด์ดึงฝาถัง

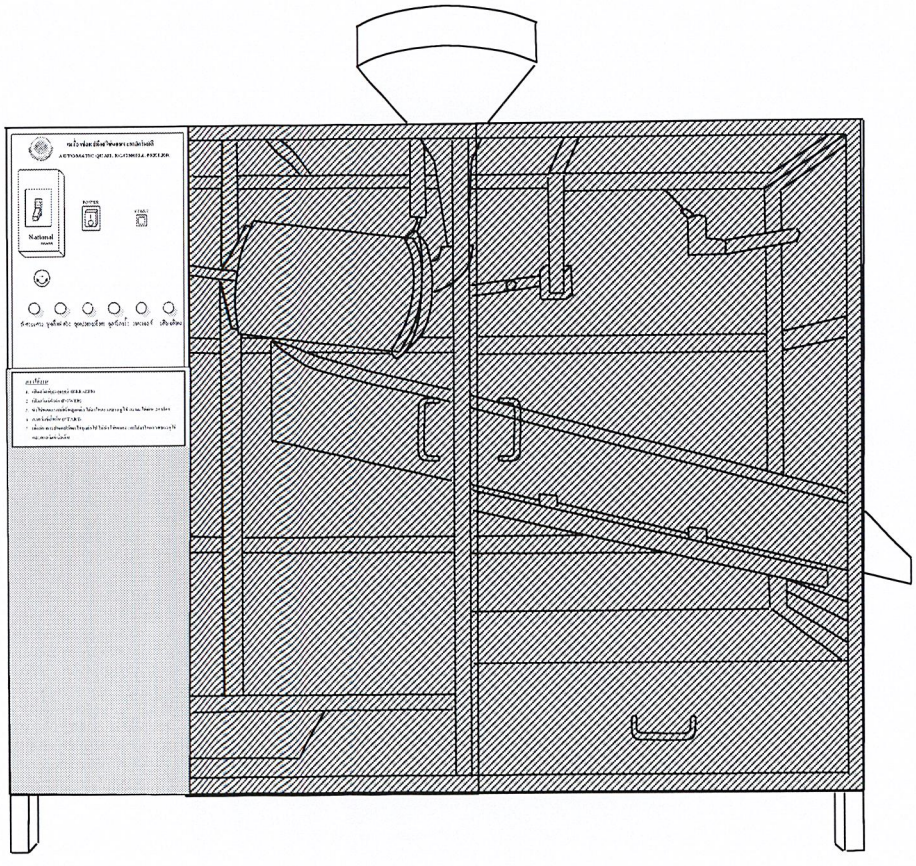
⑤ ปั๊มน้ำ

⑥ รางลำเลียงไข่นกกระทา

⑦ ชุดปอกเปลือกไข่นกกระทา

⑧ ถาดเก็บเปลือกไข่ที่ปอกเปลือกแล้ว

⑨ วงจรควบคุมการทำงานต่างๆ ได้แก่ วงจรควบคุมหลัก, วงจรควบคุมรีเลย์, วงจรภาคจ่ายไฟ, วงจรชุดขับแอลอีดี และวงจรตรวจจับการตัดผ่านของแสงอินฟราเรด



รูปที่ 3.18 เครื่องปอกเปลือกไข่นกกระทาอัตโนมัติ

บทที่ 4

การทดลองและผลการทดลอง

4.1 กล่าวนำ

ในบทนี้จะกล่าวถึงการทดลองและผลการทดลองของวงจรในส่วนต่างๆ ของโครงงานเครื่องปอกเปลือกไข่นกกระทาอัตโนมัติที่ได้ออกแบบและจัดสร้างขึ้นนี้ว่าสามารถทำงานได้ตามที่ออกแบบไว้ในตอนต้นหรือไม่ เนื่องจากการทดลองเป็นสิ่งที่ทำให้มองเห็นภาพการทำงานอย่างชัดเจน ซึ่งจะทำให้ทราบถึงปัญหาที่เกิดขึ้นรวมทั้งได้ทราบผลที่ได้จากการทดลองว่าตรงตามเงื่อนไขและขอบเขตที่กำหนดหรือไม่ สามารถทำการแก้ไขก่อนที่จะนำไปประกอบเป็นตัวเครื่อง ซึ่งจะทำให้หาสาเหตุของปัญหาได้ยาก โดยในการทดลองจะแบ่งการทดลองวงจรออกเป็นส่วนๆ ทีละวงจร ได้แก่ วงจรควบคุมหลัก วงจรควบคุมรีเลย์ และวงจรตรวจจับด้วยแสงอินฟราเรด

4.2 การทดลองการทำงานของวงจร

4.2.1 วงจรควบคุมหลัก

การทดลองนี้เป็นการทดลองการควบคุมอุปกรณ์ต่างๆ โดยใช้ไมโครคอนโทรลเลอร์ MCS-51 เป็นตัวควบคุมและติดต่อกับระบบการทำงานต่างๆ คือ เมื่อกดสวิตช์เริ่มต้น ที่แผงควบคุมหน้าตัวเครื่อง โดยไมโครคอนโทรลเลอร์ จะรับค่าจากสวิตช์เริ่มต้นเข้าที่พอร์ต P1 จากนั้นทำการส่งสัญญาณเอาต์พุตที่พอร์ต P2 ไปยังวงจรควบคุมรีเลย์ เป็นแรงดัน 4.6 โวลต์ เพื่อสั่งการไปยังวงจรควบคุมรีเลย์เพื่อควบคุมการทำงานของอุปกรณ์ต่างๆ โดยวงจรควบคุมรีเลย์นี้จะใช้รีเลย์ในการตัดต่อแรงดันไฟ 12 โวลต์ จ่ายให้กับอุปกรณ์ต่างๆ ตามคำสั่งของไมโครคอนโทรลเลอร์ โดยมีลำดับขั้นการทดลองดังนี้

1) ประกอบวงจรตามรูปที่ 3.2

2) ทำการต่อสวิตช์เข้าที่พอร์ต P1.0-P1.1 ของไมโครคอนโทรลเลอร์ MCS-51

3) ต่อแรงดันไฟตรง 5 โวลต์ ให้กับวงจรควบคุมหลัก

4) วัดแรงดันไฟที่พอร์ต P2 ของไมโครคอนโทรลเลอร์ MCS-51 บันทึกผลที่ได้

5) กดสวิตช์เริ่มต้น วัดแรงดันไฟที่พอร์ต P2 ของไมโครคอนโทรลเลอร์ MCS-51 และบันทึกผลที่ได้

ตารางที่ 4.1 การทดลองวงจรควบคุมหลัก

สถานะของสวิตช์ที่พอร์ต P1	แรงดันเอาต์พุตที่พอร์ต P2
ไม่มีการกดสวิตช์	0 โวลต์
มีการกดสวิตช์	4.6 โวลต์

จากการทดลองเมื่อทำการกดสวิตช์เริ่มต้น ไมโครคอนโทรลเลอร์ก็จะส่งสัญญาณเอาต์พุตไปจ่ายให้แก่วงจรควบคุมรีเลย์ เป็นแรงดันไฟ 4.6 โวลต์ ทำให้วงจรควบคุมรีเลย์สามารถทำงานได้ โดยใช้สัญญาณเอาต์พุตไปทริกให้รีเลย์ตัดต่อแรงดันไฟ 12 โวลต์ที่จ่ายให้กับอุปกรณ์ต่างๆ ให้ทำงานตามที่ได้ตั้งโปรแกรมไว้

4.2.2 วงจรควบคุมรีเลย์

การทดลองนี้เป็นการทดลองการทำงานของวงจรควบคุมรีเลย์ โดยวงจรควบคุมรีเลย์นี้จะทำหน้าที่ในการควบคุมการทำงานของอุปกรณ์ต่างๆ เพื่อที่จะนำค่าที่ได้นี้ไปใช้งานในการเขียนโปรแกรมเพื่อให้ไมโครคอนโทรลเลอร์ควบคุมการทำงานของอุปกรณ์ต่างๆ เพื่อใช้ในการปอกเปลือกไข่ โดยมีลำดับขั้นในการทดลองดังนี้

1) ประกอบวงจรตามรูปที่ 3.3

2) ต่อแรงดันไฟตรง 12 โวลต์ ให้กับวงจรควบคุมรีเลย์

3) วัดแรงดันไฟด้านเอาต์พุตของรีเลย์ และบันทึกผลที่ได้

4) ทำการป้อนแรงดันไฟ 5โวลต์ (แทนการจ่ายแรงดันไฟจากไมโครคอนโทรลเลอร์)ให้กับอินพุตของวงจรควบคุมรีเลย์

5) วัดแรงดันไฟด้านเอาต์พุตของรีเลย์ และบันทึกผลที่ได้

ตารางที่ 4.2 การทดลองวงจรควบคุมรีเลย์

สัญญาณอินพุต	แรงดันไฟด้านเอาต์พุต
ลอจิก “0”	0 โวลต์
ลอจิก “1”	12โวลต์

จากการทดลอง เมื่อทำการป้อนสัญญาณอินพุต ลอจิก “1” ให้กับวงจรควบคุมรีเลย์นี้ จะทำให้วงวงควบคุมรีเลย์ทำงาน โดยรีเลย์จะทำหน้าที่ตัดต่อแรงดันไฟ 12 โวลต์ เพื่อจ่ายให้กับอุปกรณ์

ต่างๆ ได้แก่ ถังกะเทาะ โซลินอยด์ดึงฝาถัง ชุดลูกกลิ้งปอกเปลือกไข่ ปั๊มน้ำ เซนเซอร์ และเสียงเตือน โดยการทำงานของอุปกรณ์นี้จะขึ้นอยู่กับสัญญาณอินพุตที่มาทริกจะต้องเป็น ลอจิก “1” เท่านั้น อุปกรณ์จึงจะสามารถทำงาน

4.2.3 วงจรตรวจจับการตัดผ่านด้วยแสงอินฟราเรด

การทดลองในส่วนนี้ เป็นการทดลองการทำงานของตัวตรวจจับการตัดผ่านด้วยแสงอินฟราเรด ซึ่งเป็นตัวที่ใช้ในการตรวจสอบการเคลื่อนตัวไข่นกกระทาที่ออกมาจากถังกะเทาะโดยมีลำดับขั้นการทดลองดังนี้

1) ประกอบวงจรตามรูปที่ 3.7 และรูปที่ 3.8

2) วางอุปกรณ์ตัวรับและตัวส่งแสงอินฟราเรดให้ตรงกัน จากนั้นต่อแหล่งจ่ายไฟ 9 โวลต์ให้กับตัวตรวจจับด้วยแสงอินฟราเรดทางด้านอินพุต

3) สังเกตไฟแสดงสถานะการทำงานของตัวตรวจจับด้วยแสงอินฟราเรด ในกรณีที่ไม่มีวัตถุมากั้นลำแสง นำมัลติมิเตอร์ไปวัดทางด้านเอาต์พุตของตัวตรวจจับด้วยแสง บันทึกผลลงในตารางที่ 4.3

4) นำวัตถุมากั้นลำแสงของตัวตรวจจับด้วยแสงอินฟราเรด สังเกตการเปลี่ยนแปลงของไฟแสดงสถานะการทำงาน นำมัลติมิเตอร์ไปวัดทางด้านเอาต์พุตของตัวตรวจจับด้วยแสง และบันทึกผลลงในตารางที่ 4.3

ตารางที่ 4.3 การทำงานของตัวตรวจจับด้วยแสงอินฟราเรด

การทดลอง	แรงดันไฟทางด้านเอาต์พุต
ไม่มีวัตถุกั้น	0 โวลต์
มีวัตถุกั้น	5 โวลต์

จากการทดลองพบว่าเมื่อมีวัตถุมากั้นลำแสงอินฟราเรดของตัวตรวจจับ จะมีแรงดันทางด้านเอาต์พุต 5โวลต์ แสดงว่าเมื่อมีวัตถุตัดผ่านลำแสงตัวตรวจจับจะส่งสัญญาณไปให้กับไมโครคอนโทรลเลอร์ เทียบเท่ากับว่าส่งลอจิก “1” แต่ในกรณีที่ไม่มีวัตถุมากั้นลำแสงอินฟราเรด ไฟแสดงสถานะการทำงานของตัวตรวจจับจะติดเฉพาะสีแดง และไม่มีแรงดันออกมาที่ด้านเอาต์พุต แสดงว่าถ้าไม่มีวัตถุมาตัดลำแสง ไมโครคอนโทรลเลอร์จะได้รับระดับลอจิกเป็น “0” ซึ่งผลที่ได้จากการทดลองนี้สามารถนำไปใช้เป็นข้อมูลในการเขียนโปรแกรมควบคุมการทำงานส่วนต่างๆ

4.3 การทดสอบระบบกลไกของเครื่องปอกเปลือกไข่นกกระทาอัตโนมัติ

4.3.1 การทดสอบการทำงานของถังกะเทาะเปลือกไข่นกกระทา

ในส่วนของการทดสอบการทำงานของถังกะเทาะเปลือกไข่นกกระทานี้จะเป็นการทดสอบความเร็วรอบในการหมุนของถังกะเทาะเปลือกไข่นกกระทาและระยะเวลาที่ใช้ในการหมุนถังกะเทาะเปลือกไข่ว่าเป็นเท่าใดจึงจะเหมาะสมและทำให้เครื่องปอกเปลือกไข่นกกระทานี้มีประสิทธิภาพสูงสุด

จากการทดสอบพบว่าความเร็วรอบของถังกะเทาะเปลือกไข่และเวลาในการหมุนของถังกะเทาะที่เหมาะสมที่สุดคือ ความเร็วรอบของถังกะเทาะอยู่ที่ 120 รอบ ต่อ นาที ใช้เวลาในการกะเทาะเปลือกไข่เป็นเวลา 30 วินาทีจึงจะทำให้เปลือกไข่มีความละเอียดเพียงพอที่จะทำการปอกเปลือกได้อย่างมีประสิทธิภาพ โดยถ้าถังกะเทาะมีความเร็วรอบน้อยกว่านี้ก็จะทำให้เปลือกไข่ที่กะเทาะมีความละเอียดไม่เพียงพอที่จะทำการปอกเปลือกได้ หรือจะต้องใช้เวลาในการกะเทาะให้มากขึ้น แต่ถ้าถังกะเทาะมีความเร็วรอบในการหมุนมากกว่านี้จะมีผลทำให้ไข่ที่อยู่ภายในถังกะเทาะเปลือกไข่เกิดแรงเหวี่ยงสูง มีผลทำให้มีไข่บางส่วนกระเด็นหลุดออกมาจากถังกะเทาะเปลือกไข่ในขณะที่ทำการกะเทาะเปลือกอยู่

4.3.2 การทดสอบชุดลูกกลิ้งปอกเปลือกไข่นกกระทา

ในส่วนของการทดสอบวัสดุที่นำมาทำเป็นลูกกลิ้งที่ใช้ในการปอกเปลือกไข่นั้นวัสดุที่ใช้จะต้องมีความหนืดพอที่จะสามารถดึงเปลือกไข่นกกระทาให้แยกออกจากเนื้อไข่ได้ อีกทั้งยังต้องคำนึงถึงความสะอาดและความปลอดภัยอีกด้วย จากการทดลองนำลูกยางชนิดต่างๆ มาใช้เป็นวัสดุในการทำชุดลูกกลิ้งปอกเปลือกไข่ ซึ่งได้แก่ ลูกยางที่ทำจากโฟม ลูกยางที่ทำจากพลาสติก และลูกยางที่ทำจากยางพารา พบว่าลูกยางที่ทำจากยางพารามีความหนืดสูงที่สุด สามารถที่จะดึงเปลือกไข่นกกระทาให้แยกออกจากเนื้อไข่ได้ และมีความปลอดภัยคือเนื้อของยางพาราจะติดกันแน่นแม้ว่าจะถูกเปลือกไข่ซึ่งมีความแข็งขูดขีด ก็จะไม่หลุดติดออกไปกับเนื้อไข่ที่ทำการปอกเปลือกแล้ว จึงเริ่มทำการหล่อยางพาราทำเป็นลูกกลิ้งที่ใช้ในการปอกเปลือกไข่จำนวน 2 แกน แล้วนำไปติดตั้งที่ชุดปอกเปลือกไข่นกกระทาโดยในครั้งแรกจะให้ลูกกลิ้งหมุนเพียงอันเดียว โดยอีกอันจะยึดติดอยู่กับที่ ทำให้ต้องวางลูกกลิ้งสองอันห่างกันระดับหนึ่ง เพื่อให้ลูกกลิ้งสามารถหมุนได้โดยไม่ติดขัด ทำให้ในขณะที่ไข่ไหลผ่านลูกกลิ้ง ลูกกลิ้งจะดึงเอาเนื้อไข่ขาวลงมาด้วยเนื่องจากช่องว่างมีขนาดใหญ่กว่าความหนาของเปลือกไข่มาก จากนั้นก็ได้ทำการทดลองออกแบบระบบการหมุนของลูกกลิ้งใหม่ โดยทำให้ลูกกลิ้งทั้งสองอันหมุนเข้าหากัน ทำให้ลูกกลิ้งสามารถที่จะวางชิดกันได้มากขึ้นและหมุนได้โดยไม่ติดขัด ทำให้เกิดช่องว่างระหว่างลูกกลิ้งทั้งสองอันน้อยลงกว่าชุดลูกกลิ้งที่ได้สร้างในแบบแรก ส่งผลให้ชุดลูกกลิ้งปอกเปลือกเปลือกไข่สามารถปอกเปลือกไข่ได้มีประสิทธิภาพมากขึ้นกว่าเดิม

4.4 การทดสอบการทำงานของเครื่องปอกเปลือกไข่นกกระทาอัตโนมัติ

ในส่วนนี้เป็นการทดลองการทำงานของเครื่องปอกเปลือกไข่นกกระทาอัตโนมัติ หลังจากที่ได้ทำการติดตั้งส่วนของกลไก วงจร และอุปกรณ์ต่างๆ บนตัวโครงเหล็กที่ได้ออกแบบและจัดทำขึ้น เพื่อทดสอบว่าเครื่องปอกเปลือกไข่นกกระทาอัตโนมัตินี้สามารถทำงานได้จริงตรงตามวัตถุประสงค์ที่ได้ตั้งไว้ในตอนต้นของโครงงานหรือไม่ ซึ่งในการทดลองนี้จะทำการทดลองปอกเปลือกไข่นกกระทาเป็นชุดๆ ชุดละ 10, 20, 30, 40 และ50 ฟอง และดูความสามารถในการปอกเปลือกไข่ของเครื่องว่ามีประสิทธิภาพมากน้อยเพียงใด นอกจากนี้ยังทดลองจับเวลาในการปอกเปลือกไข่ด้วย เพื่อนำผลที่ได้มาหาค่าเฉลี่ยของการปอกเปลือกไข่นกกระทาว่าสามารถปอกเปลือกไข่นกกระทาได้มีประสิทธิภาพเพียงใด และใช้เวลาในการปอกเปลือกไข่มากน้อยเพียงใด ซึ่งมีลำดับขั้นการทดลองดังหัวข้อที่ 4.4.1

4.4.1 ลำดับขั้นการทดลอง

1) นำไข่นกกระทาที่ต้มสุกแล้วใส่ลงในกรวยบรรจุไข่นกกระทาเป็นชุดๆ ชุดละ 10, 20, 30, 40 และ50 ฟอง ตามลำดับ โดยทำการทดลองชุดละ 5 ครั้ง

2) กดสวิตช์เริ่มต้นให้เครื่องเริ่มทำงาน และเริ่มจับเวลา

3) สังเกตไข่นกกระทาที่ผ่านการปอกเปลือกแล้วว่าผลการปอกเปลือกของไข่นกกระทาที่ได้เป็นอย่างไร บันทึกผลที่ได้ลงในตารางบันทึกผล

4) สังเกตไข่ที่ผ่านการปอกเปลือกทีละใบจนกระทั่งเครื่องทำการปอกเปลือกไข่เสร็จแล้วหยุดจับเวลา และบันทึกผลที่ได้

5) นำผลที่ได้ของแต่ละชุดมาหาค่าเฉลี่ย

6) เปรียบเทียบผลการปอกเปลือกไข่นกกระทาในแต่ละชุดว่ามีแบบใดมีประสิทธิภาพในการปอกเปลือกไข่สูงสุด

ตารางที่ 4.4 การทดลองเครื่องปอกเปลือกไข่นกกระทาอัตโนมัติ จำนวน 10 ฟอง

ครั้งที่	ผลการทดลอง (ฟอง)			เวลาที่ใช้ในการทดลอง (นาที)
	สามารถปอกเปลือกได้	ไม่สามารถปอกเปลือกได้	ไข่ชำรุดเสียหาย	
1	7	3	-	0.40
2	8	1	1	0.44
3	7	1	2	0.42

ตารางที่ 4.4 (ต่อ) การทดลองเครื่องปอกเปลือกไข่นกกระทาอัตโนมัติ จำนวน 10ฟอง

ครั้งที่	ผลการทดลอง (ฟอง)			เวลาที่ใช้ในการทดลอง (นาที)
	สามารถปอกเปลือกได้	ไม่สามารถปอกเปลือกได้	ไข่ชำรุดเสียหาย	
4	7	2	1	0.40
5	7	2	1	0.41
สรุป	คิดเป็นร้อยละ 72	คิดเป็นร้อยละ 18	คิดเป็นร้อยละ 10	เวลาเฉลี่ย = 0.414

ตารางที่ 4.5 การทดลองเครื่องปอกเปลือกไข่นกกระทาอัตโนมัติ จำนวน 20 ฟอง

ครั้งที่	ผลการทดลอง (ฟอง)			เวลาที่ใช้ในการทดลอง (นาที)
	สามารถปอกเปลือกได้	ไม่สามารถปอกเปลือกได้	ไข่ชำรุดเสียหาย	
1	16	2	2	1.02
2	15	4	1	1.00
3	14	3	3	1.04
4	15	4	1	1.03
5	15	2	3	1.01
สรุป	คิดเป็นร้อยละ 75	คิดเป็นร้อยละ 15	คิดเป็นร้อยละ 10	เวลาเฉลี่ย = 1.02

ตารางที่ 4.6 การทดลองเครื่องปอกเปลือกไข่นกกระทาอัตโนมัติ จำนวน 30 ฟอง

ครั้งที่	ผลการทดลอง (ฟอง)			เวลาที่ใช้ในการทดลอง (นาที)
	สามารถปอกเปลือกได้	ไม่สามารถปอกเปลือกได้	ไข่ชำรุดเสียหาย	
1	22	5	3	1.36
2	23	4	3	1.34
3	22	4	4	1.35
4	21	5	4	1.37
5	23	5	2	1.35
สรุป	คิดเป็นร้อยละ 74	คิดเป็นร้อยละ 15.33	คิดเป็นร้อยละ 10.66	เวลาเฉลี่ย = 1.354

ตารางที่ 4.7 การทดลองเครื่องปอกเปลือกไข่นกกระทาอัตโนมัติ จำนวน 40 ฟอง

ครั้งที่	ผลการทดลอง (ฟอง)			เวลาที่ใช้ในการทดลอง (นาที)
	สามารถปอกเปลือกได้	ไม่สามารถปอกเปลือกได้	ไข่ชำรุดเสียหาย	
1	29	8	3	1.57
2	28	8	4	2.00
3	28	7	5	1.58
4	27	9	4	1.57
5	28	7	5	1.58
สรุป	คิดเป็นร้อยละ 70	คิดเป็นร้อยละ 19.5	คิดเป็นร้อยละ 10.5	เวลาเฉลี่ย = 1.58

ตารางที่ 4.8 การทดลองเครื่องปอกเปลือกไข่นกกระทาอัตโนมัติ จำนวน 50 ฟอง

ครั้งที่	ผลการทดลอง (ฟอง)			เวลาที่ใช้ในการทดลอง (นาที)
	สามารถปอกเปลือกได้	ไม่สามารถปอกเปลือกได้	ไข่ชำรุดเสียหาย	
1	32	12	6	2.31
2	34	11	5	2.34
3	30	14	6	2.34
4	32	15	3	2.41
5	31	13	6	2.35
สรุป	คิดเป็นร้อยละ 63.6	คิดเป็นร้อยละ 26	คิดเป็นร้อยละ 10.4	เวลาเฉลี่ย = 2.35

ตารางที่ 4.9 การเปรียบเทียบผลการทดลองของไข่นกกระทาแต่ละชุด

จำนวนไข่ (ฟอง)	ประสิทธิภาพในการปอกเปลือกไข่ (คิดเป็นร้อยละ)	จำนวนไข่ที่สามารถปอกเปลือกได้ (ฟอง ต่อ นาที)
10	72	14.49
20	75	19.67
30	74	18.86

ตารางที่ 4.9 (ต่อ) การเปรียบเทียบผลการทดลองของไข่นกกระทาแต่ละชุด

จำนวนไข่ (ฟอง)	ประสิทธิภาพในการปอกเปลือกไข่ (คิดเป็นร้อยละ)	จำนวนไข่ที่สามารถปอกเปลือกได้ (ฟอง ต่อ นาที)
40	70	20.33
50	63.6	19.35

4.4.2 สรุปผลการทดลอง

จากตารางการเปรียบเทียบผลการทดลองของไข่นกกระทาแต่ละชุด พบว่าจำนวนไข่นกกระทาที่นำมาทำการปอกเปลือกที่จำนวน 20 ฟอง มีประสิทธิภาพในการปอกเปลือกสูงที่สุด คือคิดเป็นร้อยละ 75 ของไข่ทั้งหมดที่นำมาทำการปอกเปลือก รองลงมาคือที่จำนวน 30 ฟอง คิดเป็นร้อยละ 74 ของไข่ทั้งหมดที่นำมาทำการปอกเปลือก และเวลาเฉลี่ยที่ใช้ในการปอกเปลือกไข่ที่ดีที่สุด คือ ที่จำนวนไข่ 40 ฟอง โดยใช้เวลาในการปอกเปลือก 20.33 ฟอง ต่อ นาที รองลงมาคือที่จำนวนไข่ 20 ฟอง ใช้เวลาในการปอกเปลือก 19.67 ฟอง ต่อ นาที ซึ่งถึงแม้ว่าที่จำนวนไข่ 40 ฟอง จะมีเวลาเฉลี่ยที่ใช้ในการปอกเปลือกไข่ที่ดีกว่า แต่ว่ามีประสิทธิภาพในการปอกเปลือกไข่น้อยกว่าที่จำนวนไข่ 20 ฟอง เป็นจำนวนร้อยละ 5 จึงสามารถสรุปได้ว่า เครื่องปอกเปลือกไข่นกกระทาอัตโนมัตินี้มีประสิทธิภาพในการปอกเปลือกไข่ดีที่สุดอยู่ที่จำนวนไข่ที่นำมาทำการปอกเปลือกครั้งละ 20 ฟอง ซึ่งมีประสิทธิภาพในการปอกเปลือกไข่คิดเป็นร้อยละ 75 ของไข่ทั้งหมดที่นำมาทำการปอกเปลือก โดยเฉลี่ยใช้เวลาในการปอกเปลือก 19.67 ฟอง ต่อ นาที หรือประมาณ 20 ฟอง ต่อ นาที และมีค่าความผิดพลาดอยู่ที่ 1 ฟอง ต่อ 4 ฟอง

บทที่ 5
บทสรุป

5.1 สรุป

ปริญญานิพนธ์ฉบับนี้ได้เสนอเครื่องปอกเปลือกไข่นกกระทา เพื่ออำนวยความสะดวกในการปอกเปลือกไข่นกกระทาที่ต้มสุกแล้ว ซึ่งใช้ไมโครคอนโทรลเลอร์ MCS-51 เป็นตัวควบคุมการทำงาน มีหลักการทำงานคือ เมื่อผู้ใช้งานเปิดสวิตช์ และนำไข่นกกระทาต้มสุกที่ต้องการปอกเปลือกใส่ลงในกรวยบรรจุไข่ โดยในหนึ่งครั้งจะบรรจุไข่ได้ไม่เกิน 50 ฟอง ไข่ก็จะไหลลงมาสู่ถังกะเทาะเปลือกไข่ซึ่งทำหน้าที่กะเทาะเปลือกไข่ให้แตกเสียก่อน จากนั้นก็จะไหลผ่านไปตามรางลำเลียงไข่เข้าสู่ชุดลูกกลิ้งปอกเปลือกไข่ ซึ่งจะทำหน้าที่ดึงเปลือกไข่ให้หลุดออกจากเนื้อไข่ จากนั้นก็จะผ่านรางลำเลียงไข่ออกสู่ภายนอกเครื่องและไหลลงสู่ภาชนะรองรับที่เตรียมไว้

อย่างไรก็ตาม เครื่องปอกเปลือกไข่นกกระทาที่ได้จัดทำขึ้นมานี้ยังมีข้อบกพร่องอยู่บ้าง คณะผู้จัดทำได้รวบรวมปัญหาที่เกิดขึ้น แนวทางแก้ไข และแนวทางการพัฒนา โดยมีรายละเอียดดังต่อไปนี้

5.2 ปัญหาและแนวทางแก้ไข

จากการดำเนินการสร้างและทดสอบโครงงานพบว่ามีปัญหาเกิดขึ้นหลายประการ ซึ่งสรุปได้ดังนี้

1. ปัญหา กระแสไฟฟ้าที่จ่ายเลี้ยงให้กับวงจรมีไม่เพียงพอ จากภาคจ่ายไฟเดิมที่ถูกออกแบบโดยใช้ทรานซิสเตอร์ เบอร์ MJE 2955 ซึ่งมีกระแสไหลผ่านน้อย ส่งผลให้มอเตอร์และโซลินอยด์ไม่ทำงาน

แนวทางการแก้ไข จากวงจรภาคจ่ายไฟเดิมที่ใช้ทรานซิสเตอร์ เบอร์ MJE 2955 ทำการเปลี่ยนมาเป็นเบอร์ TIP 2955 ซึ่งกระแสสามารถไหลผ่านได้มากกว่าเดิม ทำให้เครื่องสามารถทำงานได้ตามปกติ

2. ปัญหา เกิดการรบกวนกันระหว่างโซลินอยด์กับวงจรตรวจจับด้วยแสงอินฟราเรด เนื่องจากโซลินอยด์เป็นขดลวดในขณะทำงานจึงสร้างความถี่ขึ้นมาหนึ่งความถี่ ออกไปยังสายไฟที่จ่ายเลี้ยงให้กับวงจร เข้าไปยังภาคควบคุม ส่งผลให้วงจรตรวจจับด้วยแสงอินฟราเรด ทำงานไม่เสถียรภาพ จึงส่งผลให้ ไมโครคอนโทรลเลอร์ MCS-51 ทำงานผิดพลาดในการรับค่าที่ได้

แนวทางการแก้ไข นำคาปาซิเตอร์ต่อคร่อมกับโซลินอยด์ และทำการแยกวงจรภาคจ่ายไฟให้กับวงจรตรวจจับด้วยแสงอินฟราเรดออกจากภาคจ่ายไฟที่จ่ายให้กับโซลินอยด์ ทำให้วงจรตรวจจับด้วยแสงอินฟราเรดสามารถทำงานได้ตามปกติ

3. ปัญหา ไฟ LED แสดงสภาวะการทำงานไม่สว่าง เนื่องจากกระแสที่จ่ายให้ LED แสดงผล ขณะที่เครื่องทำงานในขั้นตอนต่างๆ นั้น เป็นการจ่ายกระแสจากพอร์ตของไมโครคอนโทรลเลอร์ MCS-51 โดยตรง และเนื่องจากกระแสที่จ่ายออกมาจากพอร์ตของไมโครคอนโทรลเลอร์ MCS-51 มีไม่เพียงพอที่จะทำให้ LED สว่างได้

แนวทางการแก้ไข นำวงจรขับ LED มาใส่คั่นกลางระหว่างพอร์ตไมโครคอนโทรลเลอร์ MCS-51 กับ LED แสดงผล เนื่องจากวงจรขับ LED จะทำหน้าที่จ่ายกระแสให้กับ LED แทนการจ่ายกระแสจากพอร์ตของไมโครคอนโทรลเลอร์ MCS-51 โดยตรง วงจรขับ LED จะอาศัยกระแสจากพอร์ตมาทริกให้วงจรทำงาน ซึ่งวงจรขับ LED จะสามารถจ่ายกระแสได้มากกว่ากระแสที่ออกมาจากพอร์ตของไมโครคอนโทรลเลอร์ MCS-51 ส่งผลให้ LED แสดงสภาวะการทำงานของเครื่องสว่างได้

4. ปัญหา ขณะที่ฝาถังกะเทาะเปลือกไข่เปิดออกจะมีไข่กระเด็นออกมานอกรางบ้าง เนื่องจากโปรแกรมที่เขียนไว้เดิม พอถังหยุดหมุนก็ให้ฝาถังเปิดออกทันที โดยที่ไข่ยังมีแรงเหวี่ยงอยู่ ทำให้ในขณะที่ฝาถังเปิดมีไข่กระเด็นออกมานอกนอกรางลำเลียงไข่

แนวทางการแก้ไข ทำการเขียนโปรแกรมใหม่ โดยหน่วงเวลาให้ถังหยุดสนิท ก่อนที่ฝาถังจะเปิดออกให้ไข่ไหลออกมาสู่รางลำเลียงไข่ โดยในโปรแกรมจะทำการหน่วงเป็นเวลา 2 วินาที

5. ปัญหา ชุดลูกกลิ้งปอกเปลือกไข่ในขณะที่ทำงานจะดึงเนื้อไข่ขาวในขณะที่ปอกเปลือกออกไปด้วย เนื่องจากชุดปอกเปลือกไข่เดิม ลูกกลิ้งจะหมุนเพียงอันเดียว โดยอีกอันจะยึดติดอยู่กับที่ ทำให้ต้องวางลูกกลิ้งสองอันห่างกันระดับหนึ่ง เพื่อให้ลูกกลิ้งสามารถหมุนได้โดยไม่ติดขัด ทำให้ในขณะที่ไข่ไหลผ่านลูกกลิ้ง ลูกกลิ้งจะดึงเอาเนื้อไข่ขาวลงมาด้วยเนื่องจากช่องว่างมีขนาดใหญ่กว่าความหนาของเปลือกไข่มาก

แนวทางการแก้ไข ทำการสร้างชุดลูกกลิ้งปอกเปลือกไข่ใหม่ โดยทำให้ลูกกลิ้งทั้งสองอันหมุนเข้าหากัน ทำให้ลูกกลิ้งสามารถที่จะวางชิดกันได้มากขึ้นและหมุนได้โดยไม่ติดขัด ทำให้เกิดช่องว่างระหว่างลูกกลิ้งทั้งสองอันน้อยลงกว่าชุดลูกกลิ้งที่ได้สร้างในแบบแรก ส่งผลให้ชุดลูกกลิ้งปอกเปลือกเปลือกไข่สามารถปอกเปลือกไข่ได้มีประสิทธิภาพมากกว่าเดิม

6. ปัญหา การติดตั้งรางลำเลียงไข่ มีความลาดเอียงน้อย ทำให้ไข่ไม่สามารถที่จะเคลื่อนตัวผ่านไปได้

แนวทางการแก้ไข ทำการติดตั้งรางลำเลียงไข่ใหม่ โดยให้มีความลาดเอียงมากกว่าเดิม ทำให้ไข่สามารถเคลื่อนตัวผ่านไปได้

7. ปัญหา ในขณะที่ไข่เคลื่อนตัวออกมาจากถังกะเทาะ ไข่มีจำนวนมากเกินไปทำให้ไม่สามารถที่จะเคลื่อนตัวผ่านรางลำเลียงไข่ไปได้ จะเกิดการค้างอยู่บริเวณรางลำเลียงไข่ทำให้ไม่สามารถที่จะผ่านไปสู่ชุดลูกกลิ้งปอกเปลือกไข่ได้

แนวทางการแก้ไข ทำการเขียนโปรแกรมใหม่โดยให้ฝาถังเปิดให้ไข่เคลื่อนตัวออกมาจากถังกะเทาะเปลือกไข่เป็นช่วงๆ เพื่อให้ไข่สามารถทยอยลงมาสู่รางลำเลียงไข่ได้ดียิ่งขึ้น โดยไม่เกิดการค้างอยู่ที่บริเวณรางลำเลียงไข่

5.3 แนวทางการพัฒนา

1. เครื่องปอกเปลือกไข่นกกระทาอัตโนมัติที่ถูกออกแบบมานี้ ยังมีน้ำหนักมาก เคลื่อนย้ายลำบาก ควรพัฒนาตัวเครื่องให้มีขนาดเล็กลง และน้ำหนักเบา สามารถเคลื่อนย้ายได้สะดวก

2. ออกแบบให้สามารถบรรจุไข่ลงในเครื่องปอกเปลือกไข่ได้อย่างต่อเนื่อง โดยไม่ต้องรอให้ไข่นกกระทาที่ใส่ลงไปชุดแรกปอกเปลือกเสร็จก่อน

3. ออกแบบชุดลำเลียงไข่ให้สามารถลำเลียงไข่จากถังกะเทาะผ่านไปสู่ชุดลูกกลิ้งปอกเปลือกไข่ได้จำนวนมากและต่อเนื่องโดยที่ไม่เกิดการติดขัด

4. พัฒนาเป็นเครื่องปอกเปลือกไข่ไก่ โดยออกแบบรางลำเลียงไข่และชุดลูกกลิ้งปอกเปลือกไข่ให้มีขนาดใหญ่กว่าเดิม

บรรณานุกรม

ไชยา อุ้ยสูงเนิน. **นกกระทา.** พิมพ์ครั้งที่ 2. กรุงเทพฯ : ศูนย์ผลิตตำราเกษตรเพื่อชนบท. 2534

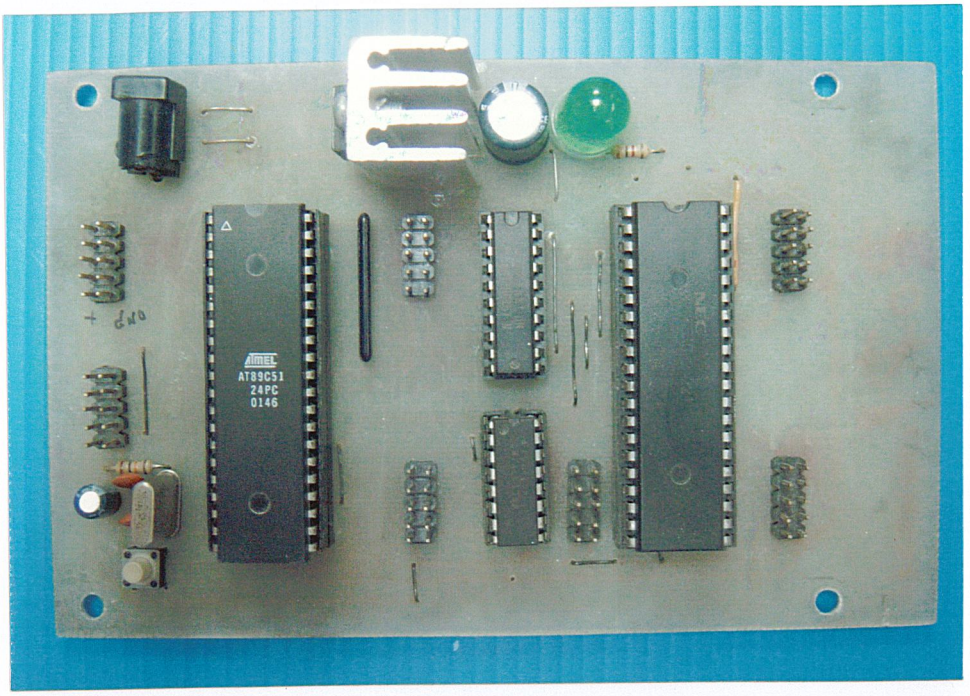
ประกิต อ่องสร้อย. **เซอคิท 2001.** พิมพ์ครั้งที่ 1. กรุงเทพฯ : เอส แอนด์ จี กราฟฟิค. 2544

สมยศ จุณณะปิยะ. **การประยุกต์ใช้งานไมโครคอนโทรลเลอร์ตระกูล MCS-51.** กรุงเทพฯ : คณะวิศวกรรมศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง. 2539

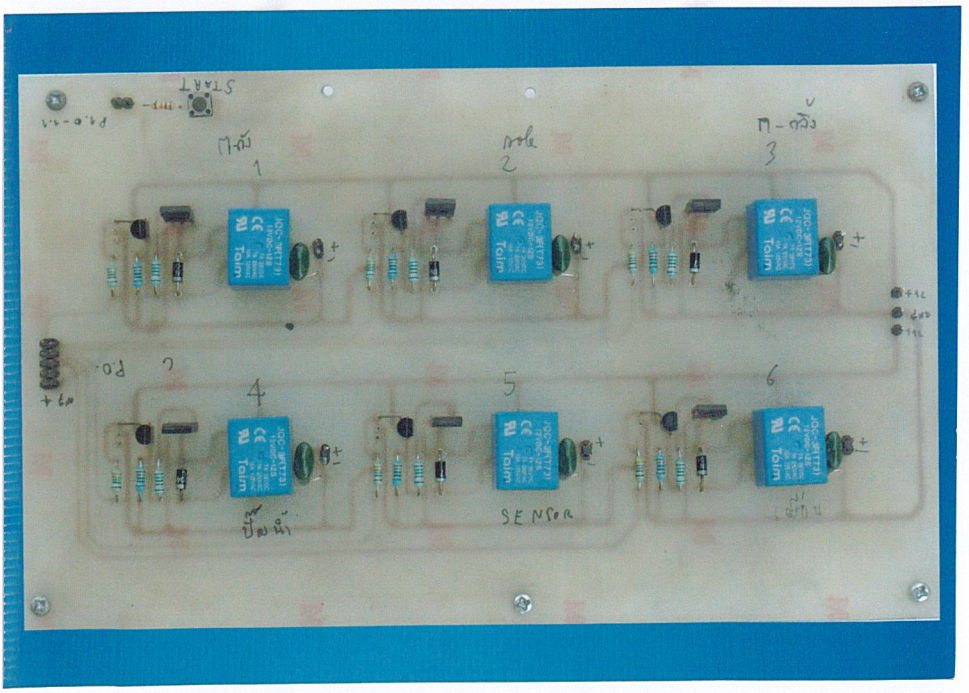
สุนทร วิทูสุรพจน์. **การใช้งานไมโครคอนโทรลเลอร์ตระกูล 8051.** กรุงเทพฯ : ซีเอ็ดยูเคชั่น. 2537

ฤทธิ์ ธีระโกเมน. **รวมบทความทฤษฎีและการประยุกต์ใช้งานอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์.** กรุงเทพฯ : บริษัท ซีเอ็ดยูเคชั่น จำกัด (มหาชน). 2538

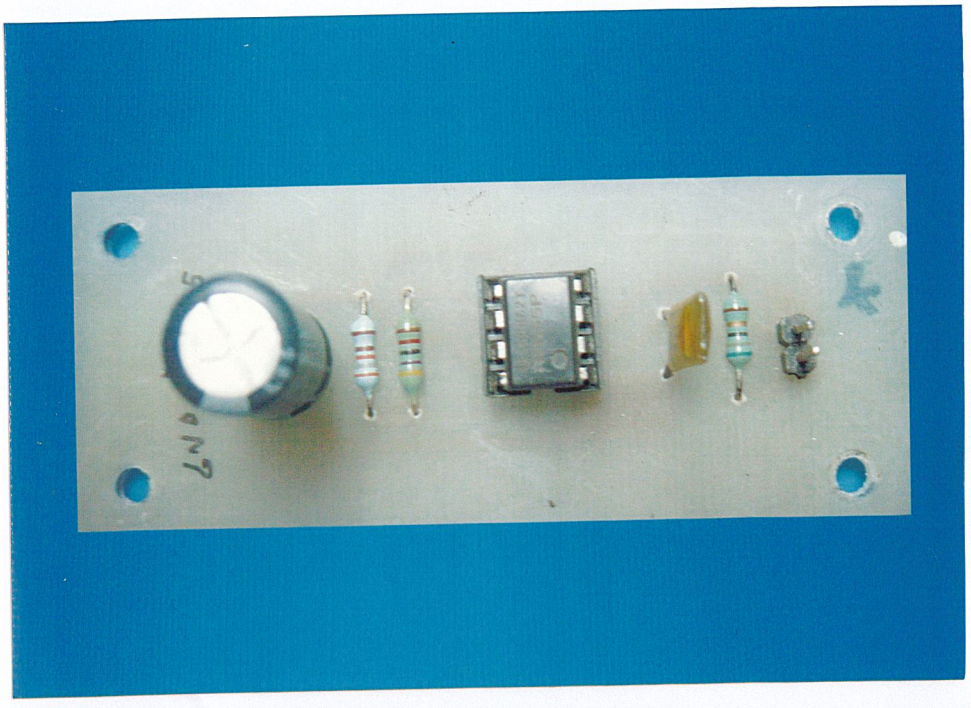
ภาคผนวก ก
เครื่องต้นแบบ



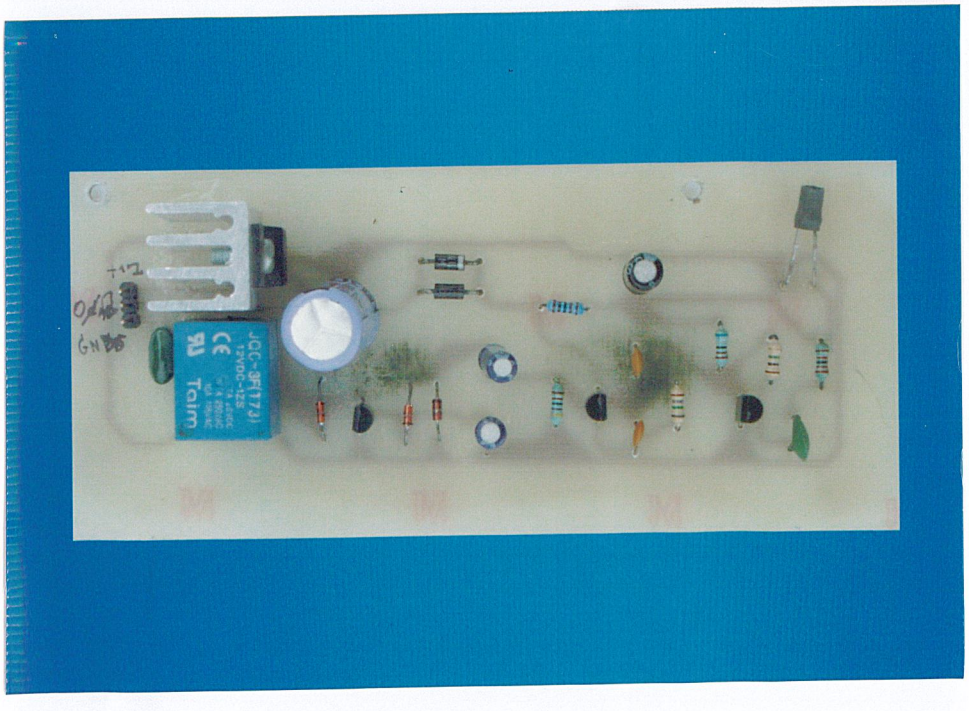
รูปที่ ก.1 วงจรควบคุมหลัก



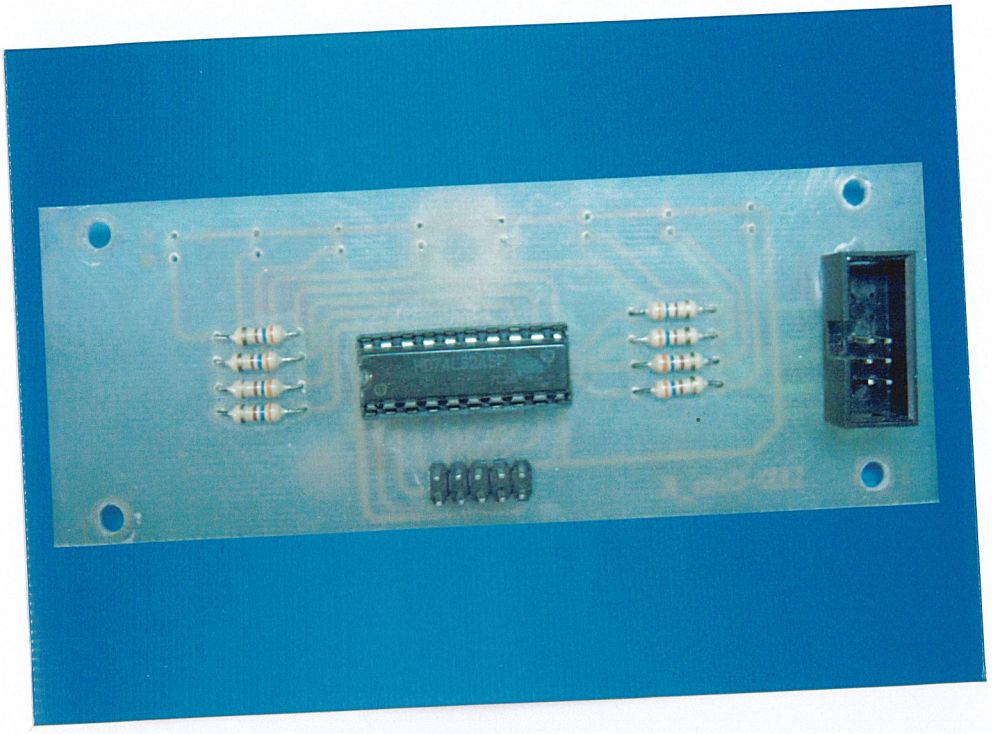
รูปที่ ก.2 วงจรควบคุมรีเลย์



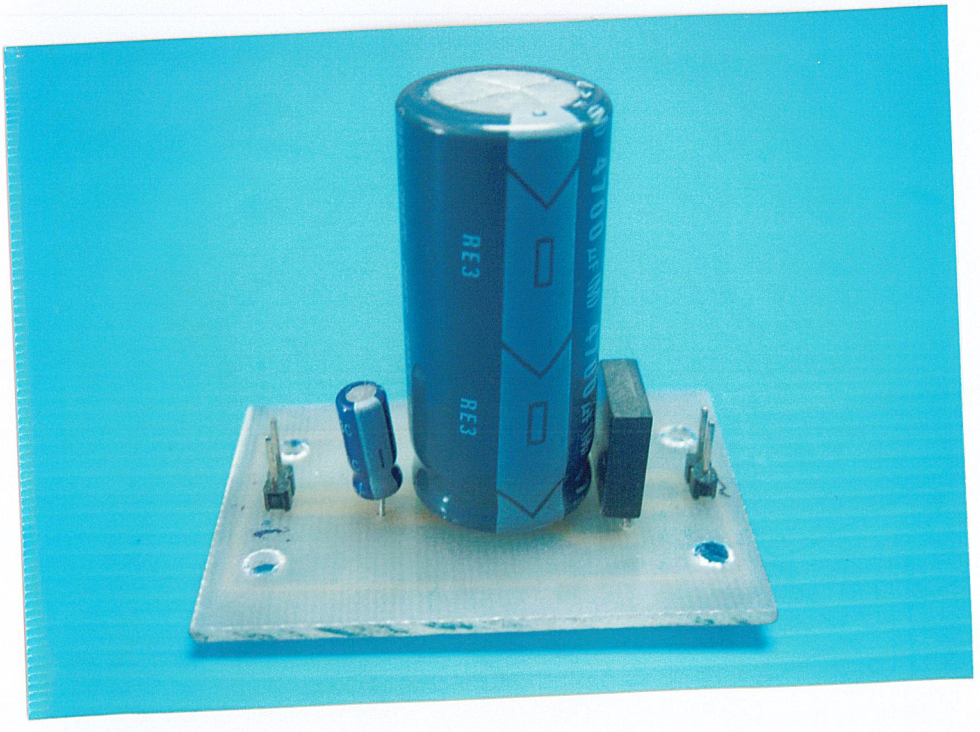
รูปที่ ก.3 วงจรชุดส่งอินฟราเรด



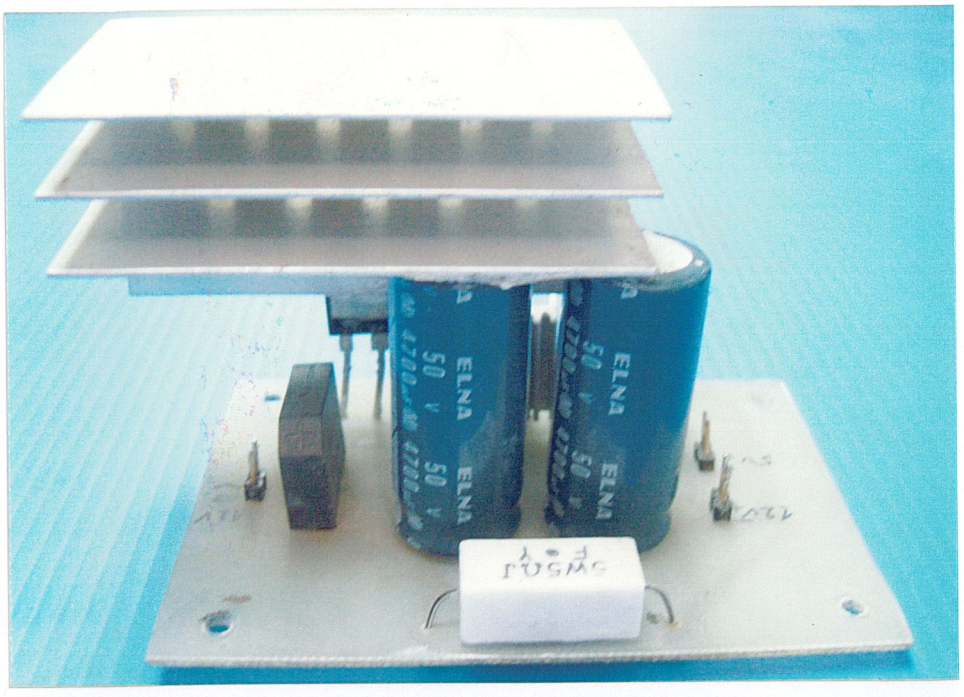
รูปที่ ก.4 วงจรชุดรับอินฟราเรด



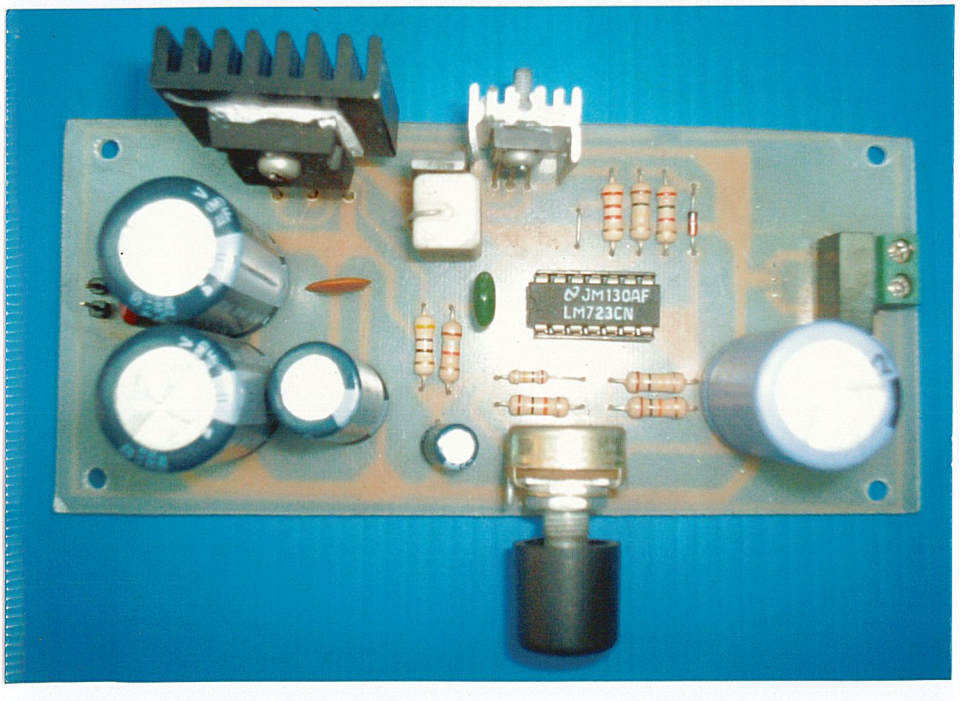
รูปที่ ก.5 วงจรชุดขับแอลอีดี



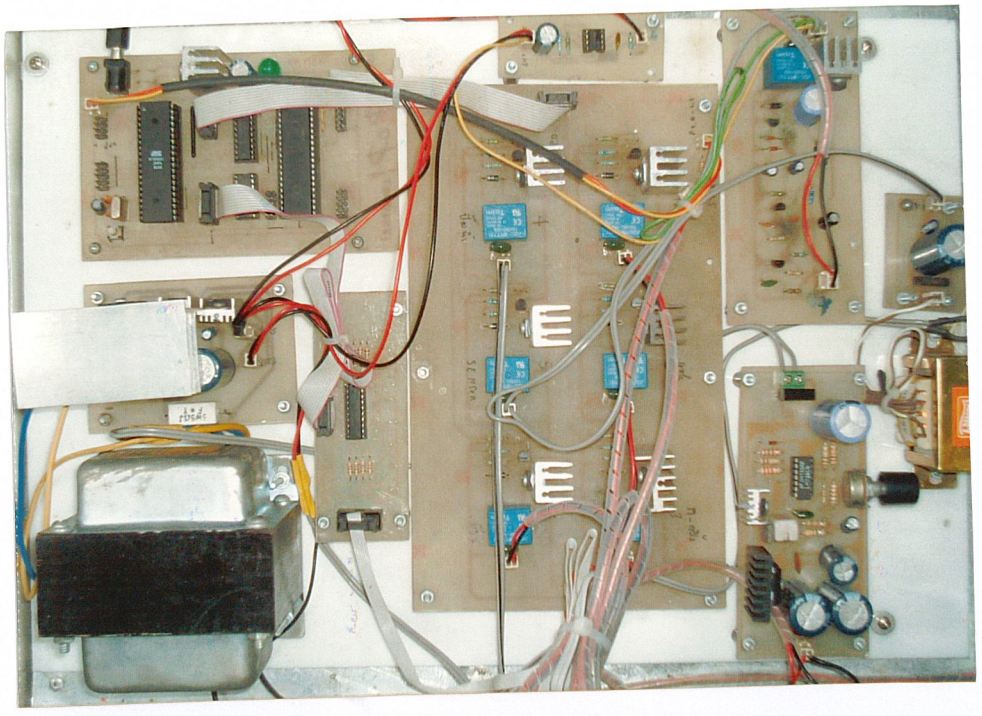
รูปที่ ก.6 วงจรแหล่งจ่ายแรงดันคงที่ 9 โวลต์



รูปที่ ก.7 วงจรแหล่งจ่ายแรงดันคงที่ 5, 12 โวลต์



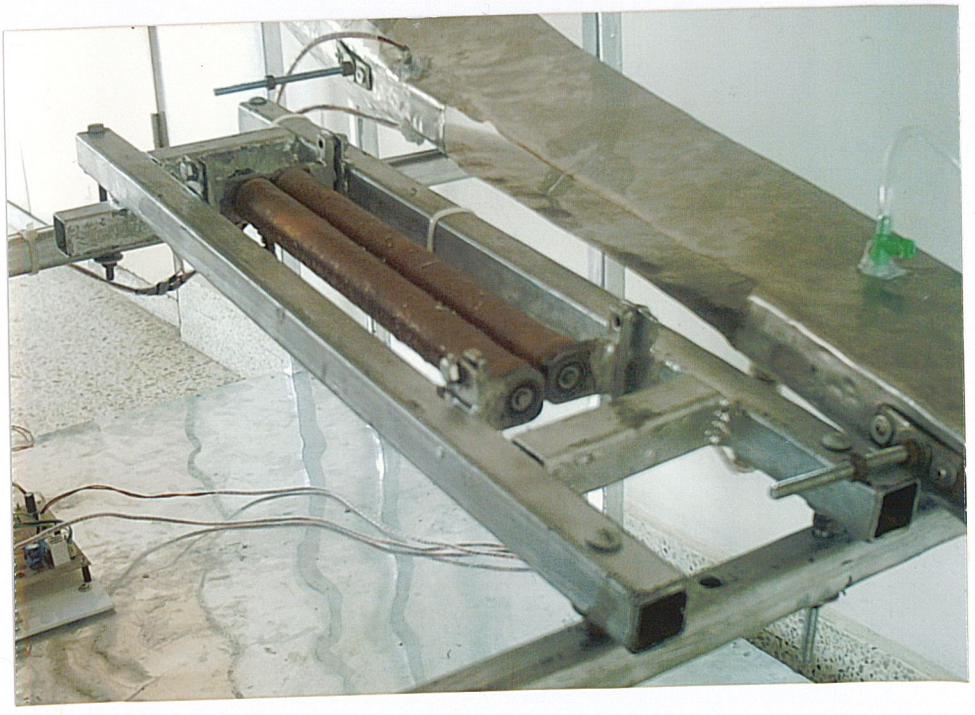
รูปที่ ก.8 วงจรแหล่งจ่ายแรงดันแบบปรับระดับ 0-30 โวลต์



รูปที่ ก.9 การเชื่อมต่อวงจรต่างๆ เข้าด้วยกัน

รูปที่ ก.10 แผงหน้าปัดควบคุมการทำงาน

รูปที่ ก.11 ถังกะเทาะเปลือกไข่



รูปที่ ก.12 ชุดปอกเปลือกไข่

รูปที่ ก.13 รางลำเลียงไข่

รูปที่ ก.14 กรวยบรรจุไข่

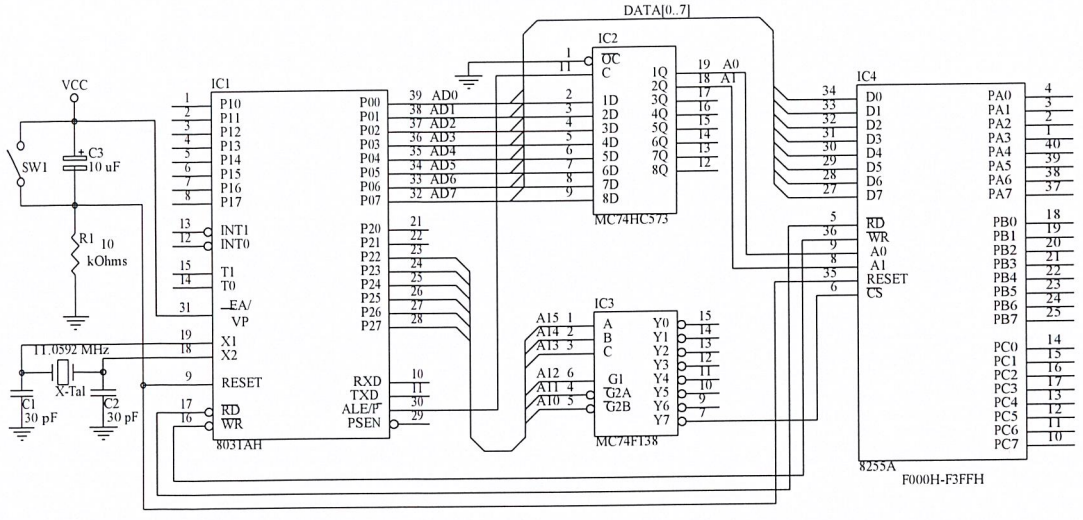
รูปที่ ก.15 ถาดเก็บเปลือกไข่

รูปที่ ก.16 เครื่องปอกเปลือกไข่นกกระทาอัตโนมัติด้านหน้า

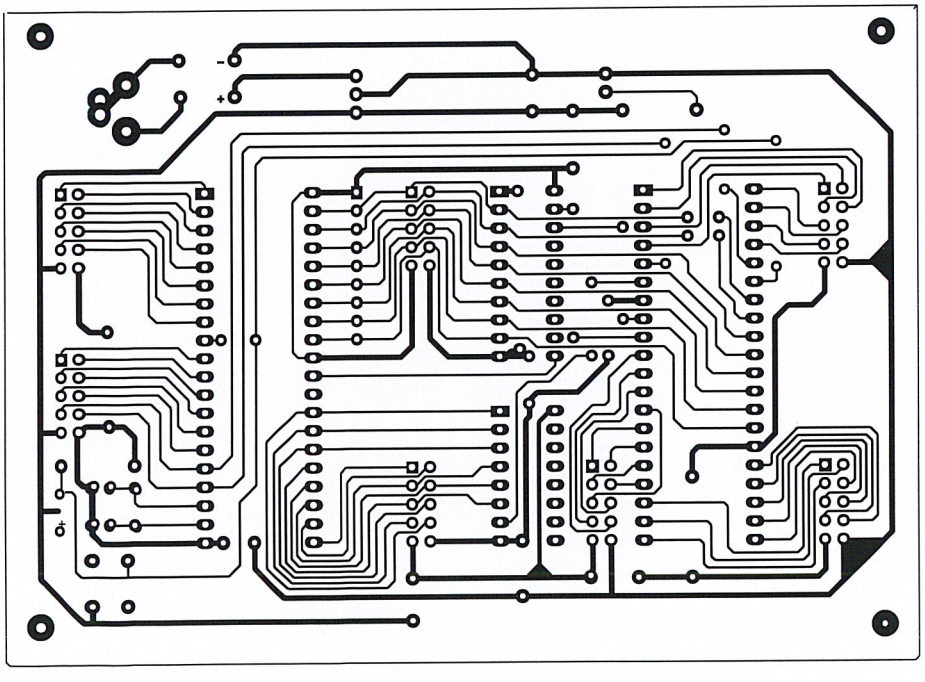
รูปที่ ก.17 เครื่องปอกเปลือกไข่นกกระทาอัตโนมัติด้านบน

ภาคผนวก ข

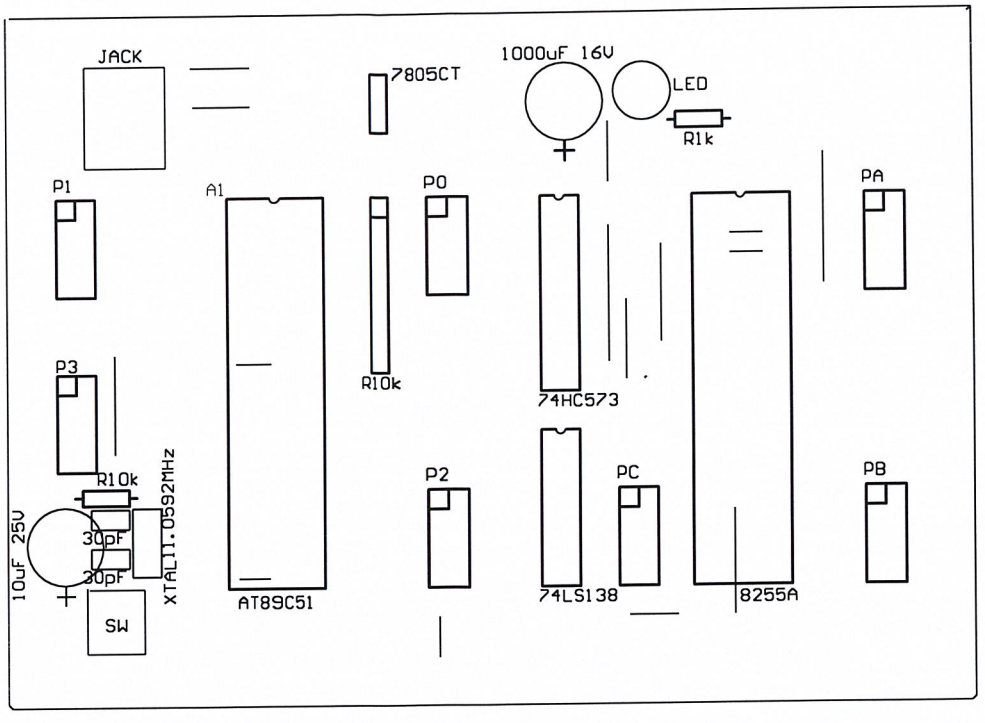
วงจรและแผ่นวงจรพิมพ์



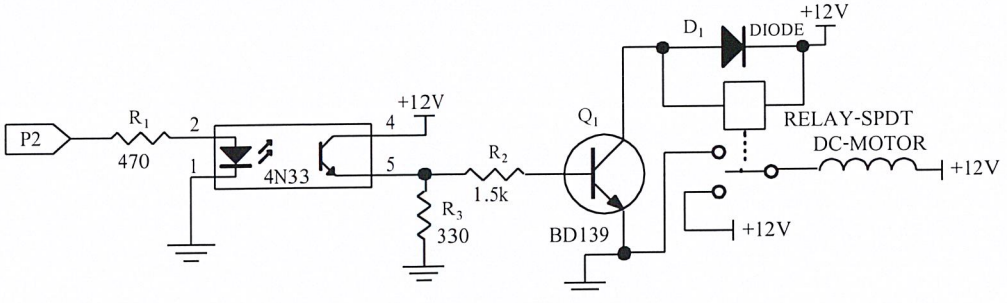
รูปที่ ข.1 วงจรควบคุมหลัก



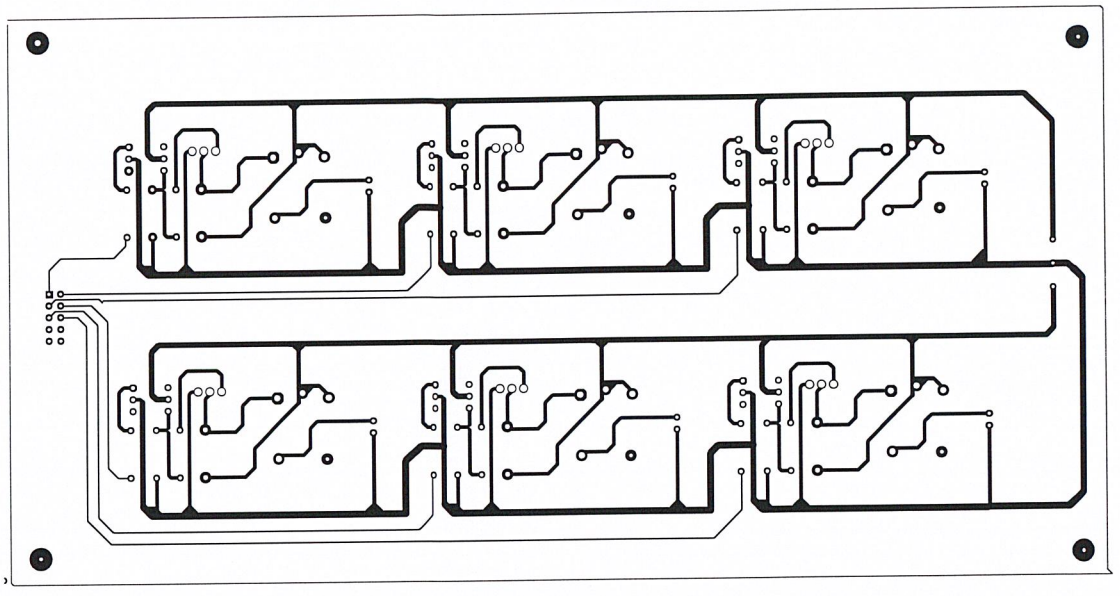
รูปที่ ข.2 แผ่นวงจรพิมพ์ควบคุมหลัก



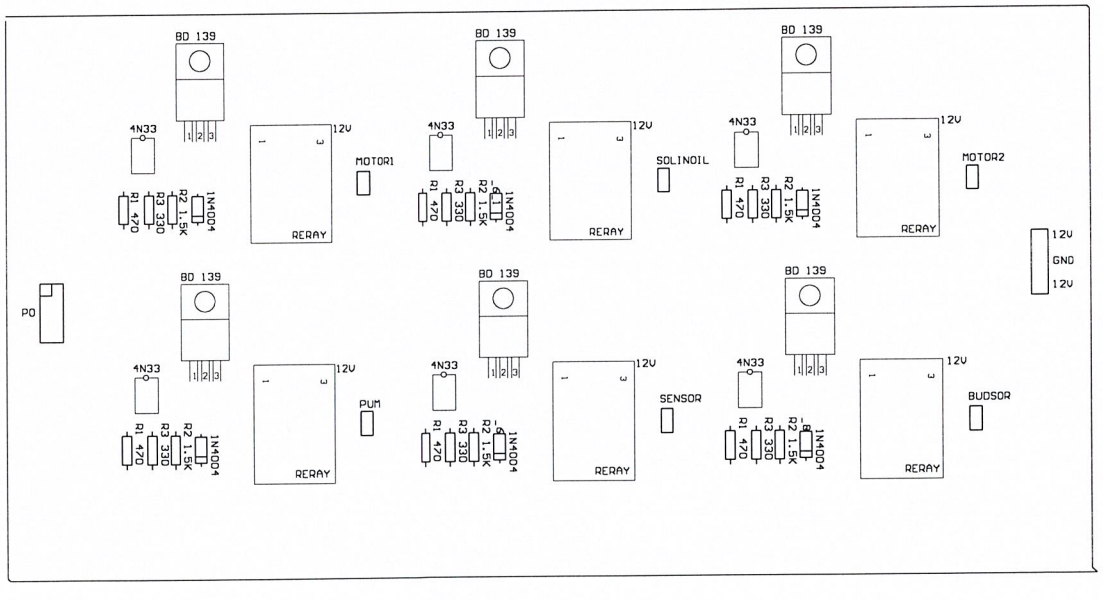
รูปที่ ข.3 ตำแหน่งการวางอุปกรณ์แผ่นวงจรพิมพ์ควบคุมหลัก



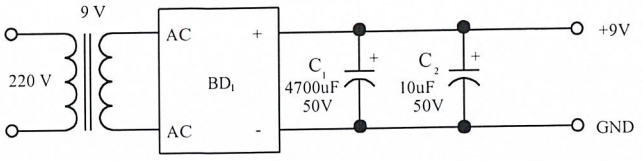
รูปที่ ข.4 วงจรควบคุมรีเลย์



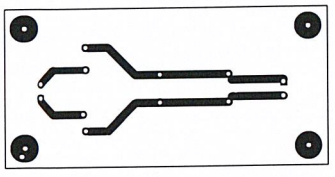
รูปที่ ข.5 แผ่นวงจรพิมพ์ควบคุมรีเลย์



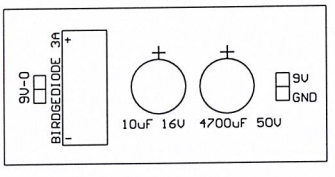
รูปที่ ข.6 ตำแหน่งการวางอุปกรณ์แผ่นวงจรพิมพ์ควบคุมรีเลย์



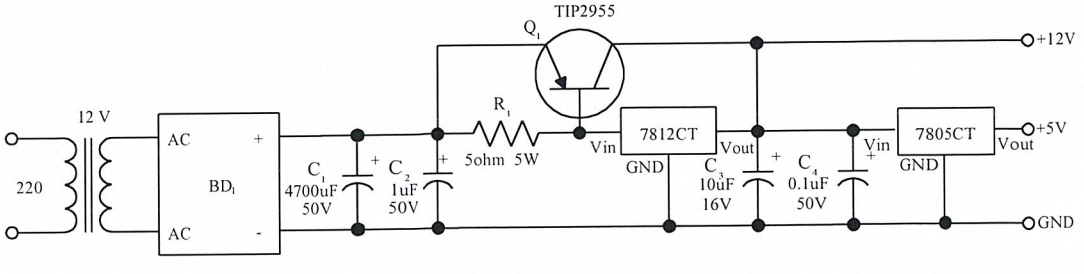
รูปที่ ข.7 วงจรแหล่งจ่ายแรงดันคงที่ 9 โวลต์



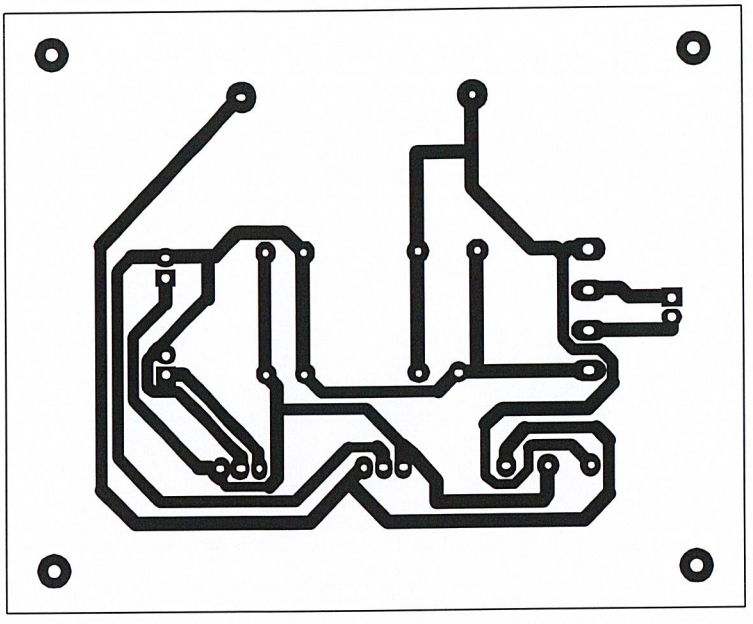
รูปที่ ข.8 แผ่นวงจรพิมพ์แหล่งจ่ายแรงดันคงที่ 9 โวลต์



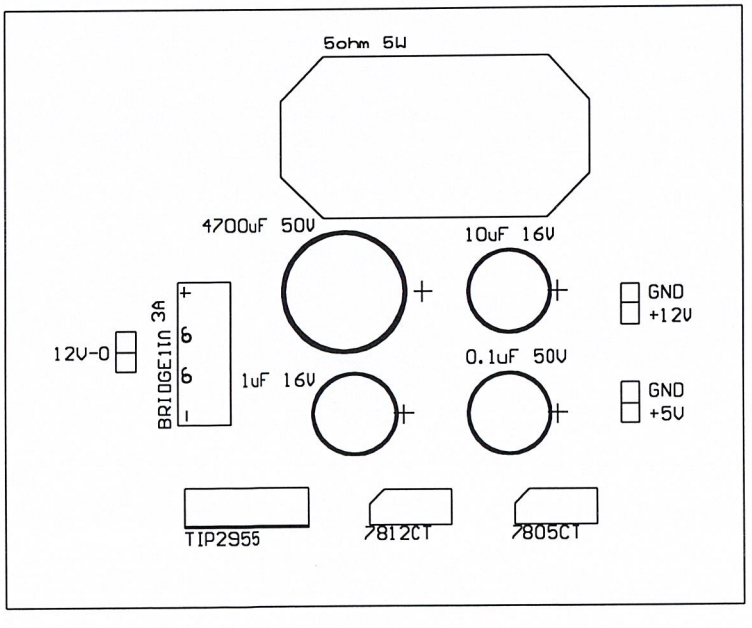
รูปที่ ข.9 ตำแหน่งการวางอุปกรณ์แผ่นวงจรพิมพ์แหล่งจ่ายแรงดันคงที่ 9 โวลต์



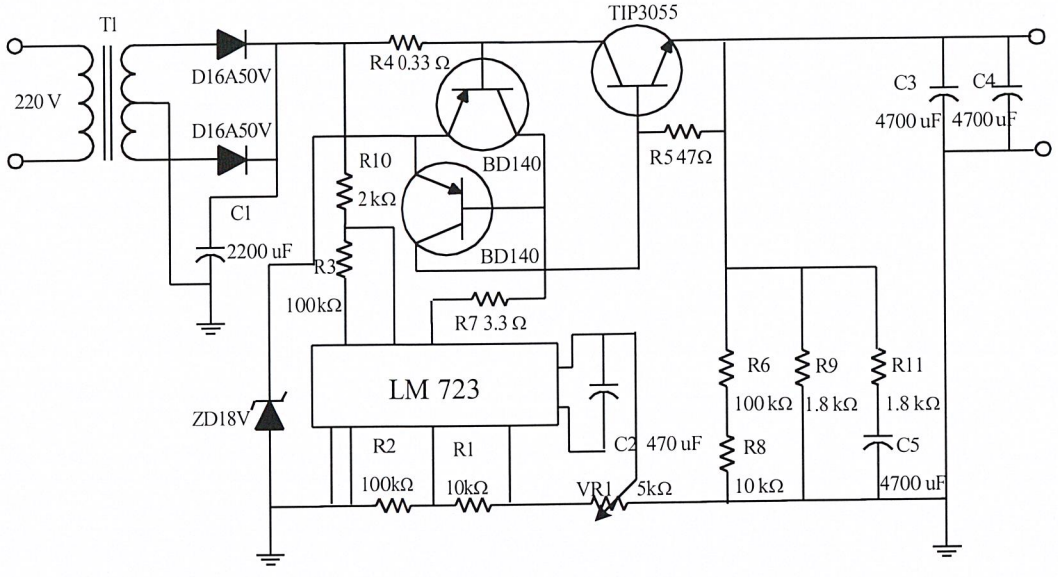
รูปที่ ข.10 วงจรแหล่งจ่ายแรงดันคงที่ 5,12 โวลต์



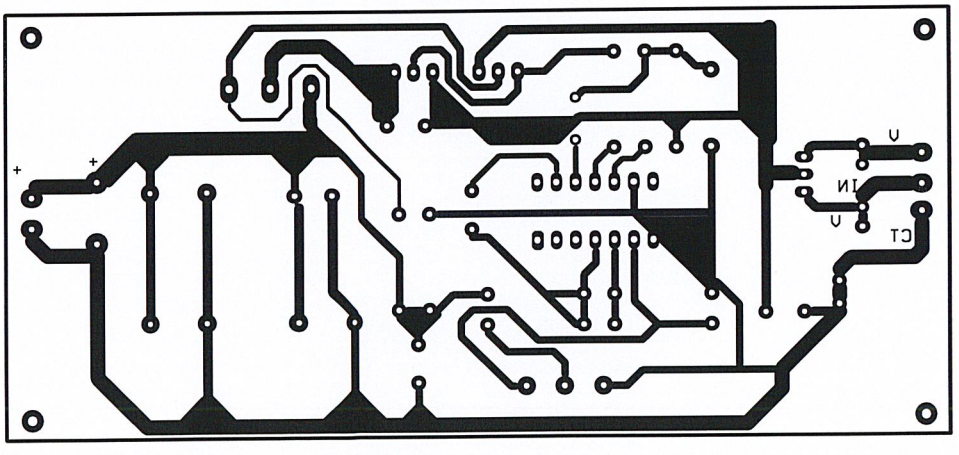
รูปที่ ข.11 แผ่นวงจรพิมพ์แหล่งจ่ายแรงดันคงที่ 5,12 โวลต์



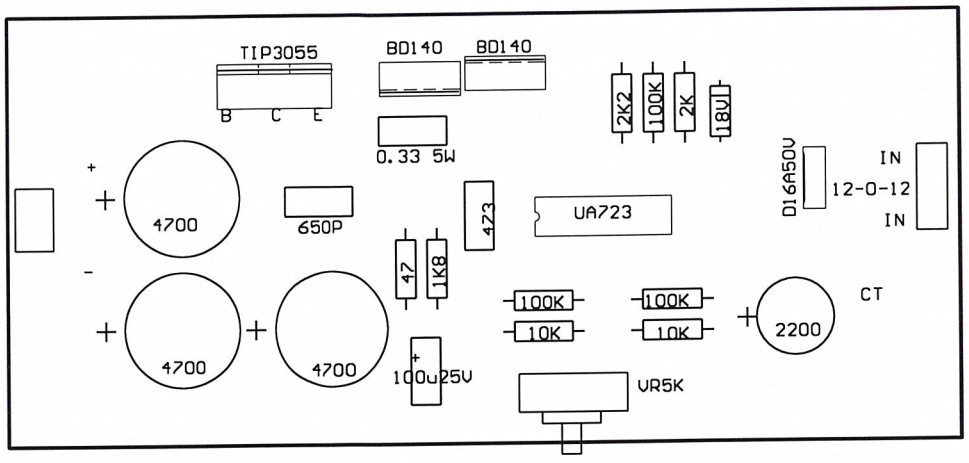
รูปที่ ข.12 ตำแหน่งการวางอุปกรณ์แผ่นวงจรพิมพ์แหล่งจ่ายแรงดันคงที่ 5,12 โวลต์



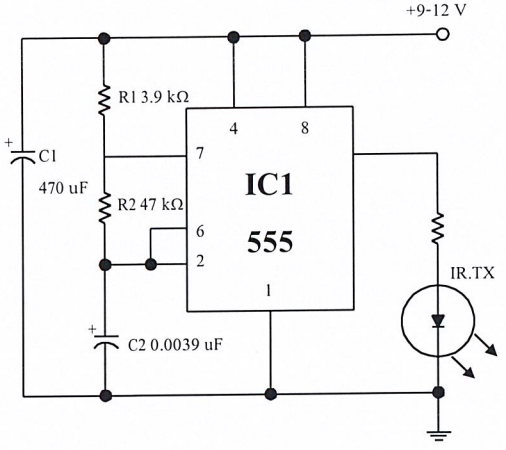
รูปที่ ข.13 วงจรแหล่งจ่ายแรงดันแบบปรับระดับ 0-30โวลต์



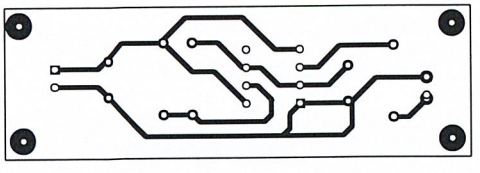
รูปที่ ข.14 แผ่นวงจรพิมพ์แหล่งจ่ายแรงดันแบบปรับระดับ 0-30โวลต์



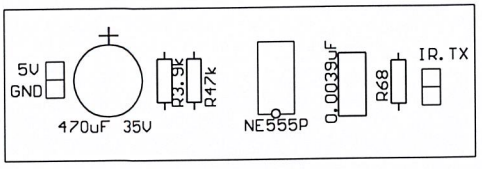
รูปที่ ข.15 ตำแหน่งการวางอุปกรณ์แผ่นวงจรพิมพ์แหล่งจ่ายแรงดันแบบปรับระดับ 0-30โวลต์



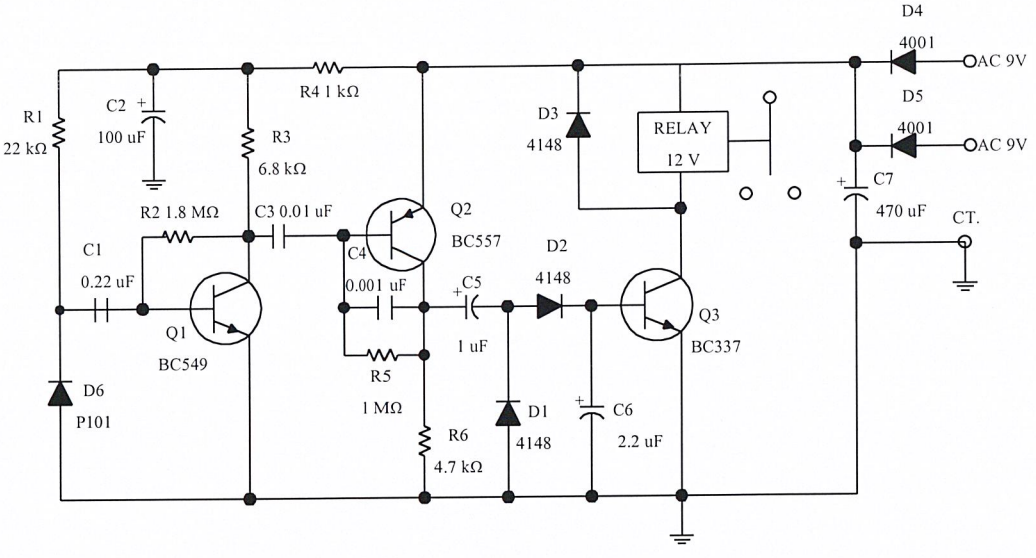
รูปที่ ข.16 วงจรชุดส่งอินฟราเรด



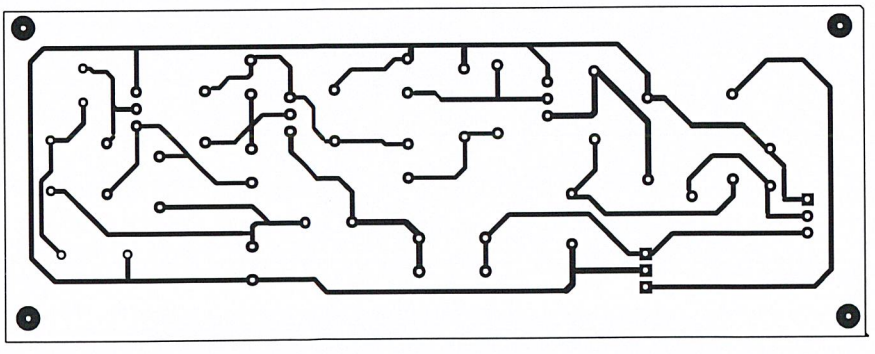
รูปที่ ข.17 แผ่นวงจรพิมพ์ชุดส่งอินฟราเรด



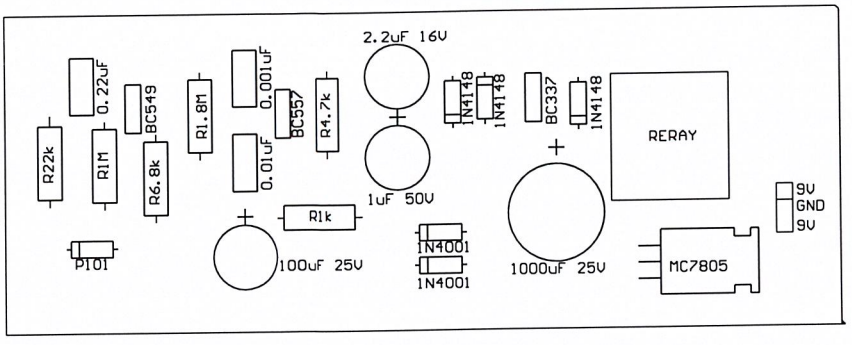
รูปที่ ข.18 ตำแหน่งการวางอุปกรณ์แผ่นวงจรพิมพ์ชุดส่งอินฟราเรด



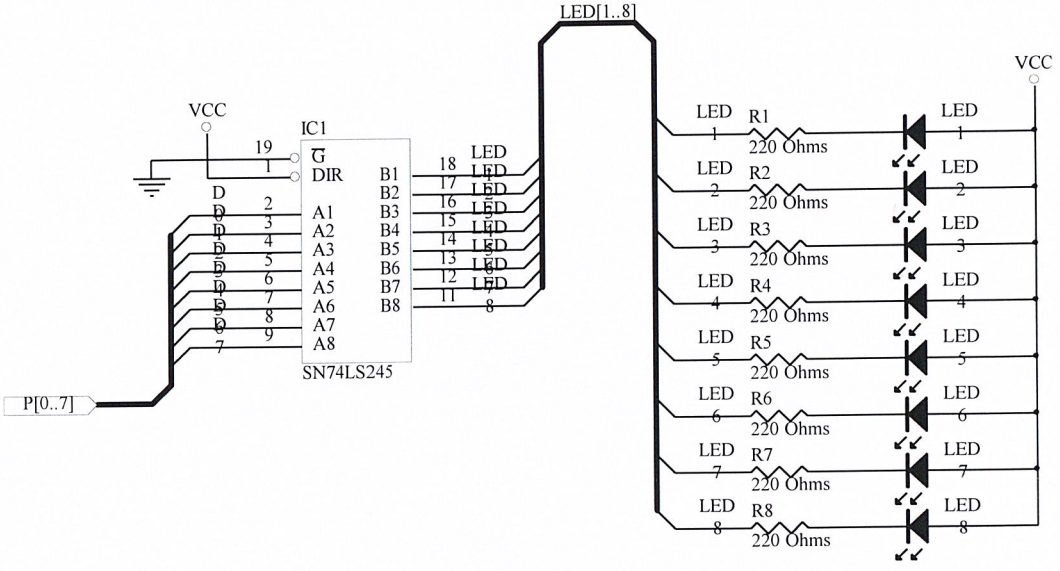
รูปที่ ข.19 วงจรชุดรับอินฟราเรด



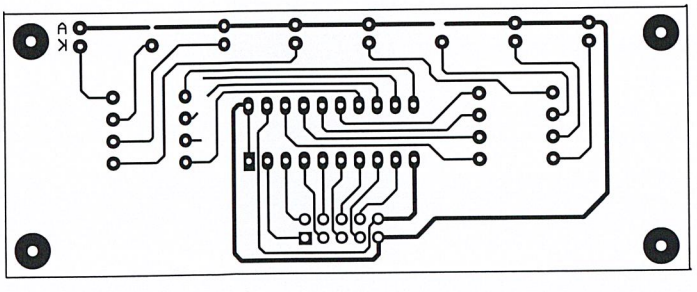
รูปที่ ข.20 แผ่นวงจรพิมพ์ชุดรับอินฟราเรด



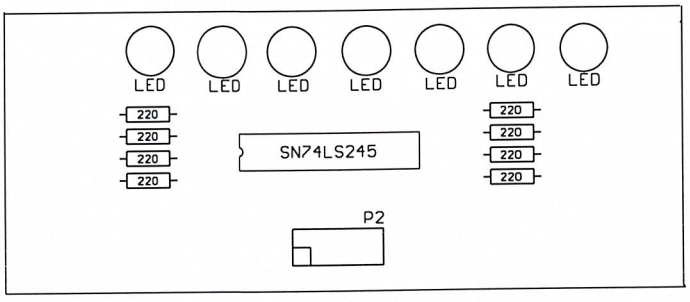
รูปที่ ข.21 ตำแหน่งการวางอุปกรณ์แผ่นวงจรพิมพ์ชุดรับอินฟราเรด



รูปที่ ข.22 วงจรชุดขับแอลอีดี



รูปที่ ข.23 แผ่นวงจรพิมพ์ชุดขับแอลอีดี



รูปที่ ข.24 ตำแหน่งการวางอุปกรณ์แผ่นวงจรพิมพ์ชุดขับแอลอีดี

ภาคผนวก ค
รายการอุปกรณ์

ตารางที่ ค.1 รายการอุปกรณ์ของวงจรควบคุมหลัก

ชื่ออุปกรณ์	รายละเอียด	จำนวน
วงจรรวม		
IC_1	AT89C51	1 ตัว
IC_2	8255A	1 ตัว
IC_3	74HC573	1 ตัว
IC_4	74LS138	1 ตัว
IC_5	7805CT	1 ตัว
อุปกรณ์สารกึ่งตัวนำ		
LED	สีเขียว	1 ตัว
ตัวเก็บประจุ		
C_1	10 µF 25 V	1 ตัว
C_2, C_3	30 pF เซรามิค	2 ตัว
C_4	1000 µF 16 V	1 ตัว
ตัวความต้านทาน		
R_1	1 kΩ ¼ W	1 ตัว
R Pack	10 kΩ	1 ตัว
อุปกรณ์อื่นๆ		
SW_1	สวิตช์กดติดปล่อยดับ	1 ตัว
XTAL	คริสตอล 11.0592 MHz	1 ตัว
J_1 - J_6	คอนเน็คเตอร์ 8 pin	6 ตัว

ตารางที่ ค.2 รายการอุปกรณ์ของวงจรควบคุมรีเลย์

ชื่ออุปกรณ์	รายละเอียด	จำนวน
อุปกรณ์สารกึ่งตัวนำ		
Opto Isolator	4N33	6 ตัว
D_1 - D_6	1N4001	6 ตัว

ตารางที่ ค.2 (ต่อ) รายการอุปกรณ์ของวงจรควบคุมรีเลย์

อุปกรณ์สารกึ่งตัวนำ		
Q_1 - Q_6	BD139	6 ตัว
ตัวความต้านทาน		
R_1, R_4, R_7, R_{10}, R_{13}, R_{16}	330 Ω ¼ W	6 ตัว
R_2, R_5, R_8, R_{11}, R_{14}, R_{17}	470 Ω ¼ W	6 ตัว
R_3, R_6, R_9, R_{12}, R_{15}, R_{18}	1.5 kΩ ¼ W	6 ตัว
อุปกรณ์อื่นๆ		
RY_1 - RY_6	รีเลย์ 12 V	6 ตัว
Connector	คอนเน็คเตอร์ 2 ขา	6 ตัว

ตารางที่ ค.3 รายการอุปกรณ์ของวงจรแหล่งจ่ายแรงดันคงที่ 9 โวลต์

ชื่ออุปกรณ์	รายละเอียด	จำนวน
อุปกรณ์สารกึ่งตัวนำ		
DB_1	ไดโอดบริดจ์	1 ตัว
ตัวเก็บประจุ		
C_1	4700 µF 50 V	1 ตัว
C_2	10 µF 16 V	1 ตัว
อุปกรณ์อื่นๆ		
T_1	หม้อแปลง 220/9-0-9V 2A	1 ตัว
Connector	คอนเน็คเตอร์ 2 ขา	2 ตัว

ตารางที่ ค.4 รายการอุปกรณ์ของวงจรแหล่งจ่ายแรงดันคงที่ 5, 12 โวลต์

ชื่ออุปกรณ์	รายละเอียด	จำนวน
วงจรรวม		
IC_1	7805CT	1 ตัว

ตารางที่ ค.4 (ต่อ) รายการอุปกรณ์ของวงจรแหล่งจ่ายแรงดันคงที่ 5, 12 โวลต์

ชื่ออุปกรณ์	รายละเอียด	จำนวน
วงจรรวม		
IC_2	7812 CT	1 ตัว
อุปกรณ์สารกึ่งตัวนำ		
DB_1	ไดโอดบริดจ์	1 ตัว
Q_1	TIP2955	1 ตัว
ตัวเก็บประจุ		
C_1	4700 µF 50 V	1 ตัว
C_2	1 µF 50 V	1 ตัว
C_3	10 µF 16 V	1 ตัว
C_4	0.1 µF 50 V	1 ตัว
ตัวความต้านทาน		
R_1	50 Ω 5 W	1 ตัว
อุปกรณ์อื่นๆ		
T_1	หม้อแปลง 220/12-0-12V 3A	1 ตัว
Connector	คอนเน็คเตอร์ 2 ขา	3 ตัว

ตารางที่ ค.5 รายการอุปกรณ์ของวงจรแหล่งจ่ายแรงดันแบบปรับระดับ 0-30โวลต์

ชื่ออุปกรณ์	รายละเอียด	จำนวน
วงจรรวม		
IC_1	LM723	1 ตัว
อุปกรณ์สารกึ่งตัวนำ		
Q_1	2N3055	1 ตัว
Q_2, Q_3	BD140	1 ตัว
D_1, D_2	1N5402	1 ตัว

ตารางที่ ค.5 (ต่อ) รายการอุปกรณ์ของวงจรแหล่งจ่ายแรงดันแบบปรับระดับ 0-30โวลต์

ชื่ออุปกรณ์	รายละเอียด	จำนวน
ตัวเก็บประจุ		
C_1	2200 µF 50 V	1 ตัว
C_2	470 pF 50 V	1 ตัว
C_3	100 µF 50 V	1 ตัว
ตัวความต้านทาน		
R_1, R_8	10 kΩ ¼ W	2 ตัว
R_2, R_3, R_6	100 kΩ ¼ W	3 ตัว
R_4	0.3 Ω 5 W	1 ตัว
R_5	47 Ω ¼ W	1 ตัว
R_7	2.2 kΩ ¼ W	1 ตัว
R_9	1.8 kΩ ¼ W	1 ตัว
VR_1	5 kΩ	1 ตัว
อุปกรณ์อื่นๆ		
T_1	หม้อแปลง 220/24-0-24V 3A	1 ตัว
Connector	คอนเน็คเตอร์ 2 ขา	2 ตัว

ตารางที่ ค.6 รายการอุปกรณ์ของวงจรชุดส่งอินฟราเรด

ชื่ออุปกรณ์	รายละเอียด	จำนวน
วงจรรวม		
IC_1	NE555P	1 ตัว
อุปกรณ์สารกึ่งตัวนำ		
IR.TX	อินฟราเรด ไดโอด	1 ตัว
ตัวเก็บประจุ		
C_1	100 µF 16 V	1 ตัว
C_2	4.7 µF 16 V	1 ตัว

ตารางที่ ค.6 (ต่อ) รายการอุปกรณ์ของวงจรชุดส่งอินฟราเรด

ชื่ออุปกรณ์	รายละเอียด	จำนวน
ตัวความต้านทาน		
R_1	3.9 kΩ ¼ W	1 ตัว
R_2	47 kΩ ¼ W	1 ตัว
R_3	68 Ω ¼ W	1 ตัว

ตารางที่ ค.7 รายการอุปกรณ์ของวงจรชุดรับอินฟราเรด

ชื่ออุปกรณ์	รายละเอียด	จำนวน
อุปกรณ์สารกึ่งตัวนำ		
Q_1	BC549	1 ตัว
Q_2	BC557	1 ตัว
Q_3	BC337	1 ตัว
D_1, D_2, D_3	1N4148	3 ตัว
D_4, D_5	1N4001	1 ตัว
D_6	IR.RX P1D1	1 ตัว
ตัวเก็บประจุ		
C_1	0.022 μF 50 V	1 ตัว
C_2	100 μF 16 V	1 ตัว
C_3	0.01 μF 50 V	1 ตัว
C_4	0.001 μF 50 V	1 ตัว
C_5	1 μF 50 V	1 ตัว
C_6	2.2 μF 16 V	1 ตัว
ตัวความต้านทาน		
R_1	22 kΩ ¼ W	1 ตัว
R_2	1.8 MΩ ¼ W	1 ตัว
R_3	6.8 kΩ 5 W	1 ตัว
R_4	1k Ω ¼ W	1 ตัว

ตารางที่ ค.7 (ต่อ) รายการอุปกรณ์ของวงจรชุดรับอินฟราเรด

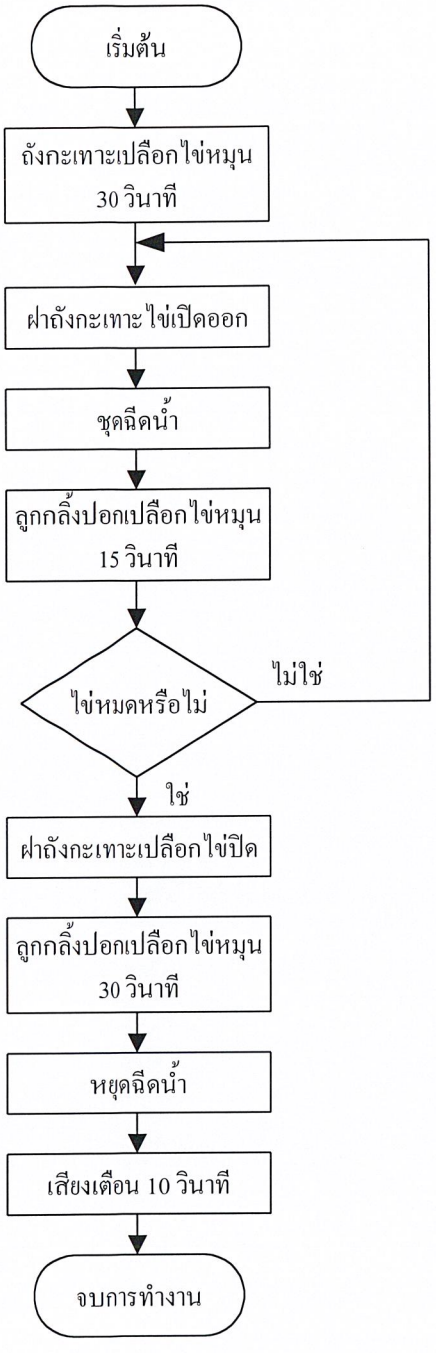
ตัวความต้านทาน		
R_5	1 MΩ ¼ W	1 ตัว
R_6	4.7 kΩ ¼ W	1 ตัว
อุปกรณ์อื่นๆ		
RY_1	รีเลย์ 12 V	1 ตัว

ตารางที่ ค.8 รายการอุปกรณ์ของวงจรชุดขับแอลอีดี

ชื่ออุปกรณ์	รายละเอียด	จำนวน
วงจรรวม		
IC_1	SN74LS245	1 ตัว
อุปกรณ์สารกึ่งตัวนำ		
LED	สีเขียว, สีเหลือง, สีแดง	6 ตัว
ตัวความต้านทาน		
R_1 - R_8	220 Ω ¼ W	1 ตัว
อุปกรณ์อื่นๆ		
J_1	คอนเน็คเตอร์ 8 pin	1 ตัว

ภาคผนวก ง

แผนผังการทำงานและรหัสต้นฉบับของโปรแกรม



รูปที่ ง.1 ผังการทำงานโปรแกรมเครื่องปอกเปลือกไข่นกกระทาอัตโนมัติ

โปรแกรมควบคุมหลักเครื่องปอกเปลือกไข่นกกระทาอัตโนมัติ

```
      ORG   0000H
      ACALL DELAY_500MS
NKEY  EQU   080H
START:
      CLR   A
      MOV   P0,A
      MOV   P1,A
      MOV   P2,A
      MOV   P3,A
LP:
      MOV   A,P1
      CJNZ  A,#000H,KEEP
      SJMP  LP
KEEP:
      MOV   NKEY,A
      MOV   A,#011H
      MOV   P2,A
      MOV   P0,A
      ACALL DELAY_15S
      ACALL DELAY_15S
      MOV   A,#000H
      MOV   P2,A
      MOV   P0,A
      ACALL DELAY_500MS
      ACALL DELAY_500MS
      ACALL DELAY_500MS
      MOV   A,#01EH
      MOV   P2,A
      MOV   P0,A
      ACALL DELAY_500MS
      MOV   A,#01DH
      MOV   P2,A
      MOV   P0,A
      ACALL DELAY_15S
      MOV   A,#000H
      MOV   P2,A
      MOV   P0,A
      ACALL DELAY_500MS
      ACALL DELAY_500MS
      ACALL DELAY_500MS
      MOV   A,#01EH
      MOV   P2,A
      MOV   P0,A
      ACALL DELAY_500MS
      MOV   A,#01DH
      MOV   P2,A
      MOV   P0,A
      ACALL DELAY_15S
      MOV   A,#000H
      MOV   P2,A
      MOV   P0,A
      ACALL DELAY_500MS
      ACALL DELAY_500MS
```

```
      ACALL DELAY_500MS
      MOV   A,#01EH
      MOV   P2,A
      MOV   P0,A
      ACALL DELAY_500MS
      MOV   A,#01DH
      MOV   P2,A
      MOV   P0,A
      ACALL DELAY_15S
      MOV   A,#000H
      MOV   P2,A
      MOV   P0,A
      ACALL DELAY_500MS
      ACALL DELAY_500MS
      ACALL DELAY_500MS
LP1:
      MOV   A,#01EH
      MOV   P2,A
      MOV   P0,A
      ACALL DELAY_500MS
      MOV   A,P1
      CJNZ  A,#000H,LP1
KEEP1:
      MOV   A,#01EH
      MOV   P2,A
      MOV   P0,A
      ACALL DELAY_15S
      MOV   A,P1
      CJNZ  A,#002H,KEEP1
      MOV   A,#01CH
      MOV   P2,A
      MOV   P0,A
      ACALL DELAY_15S
      ACALL DELAY_15S
      ACALL DELAY_15S
      MOV   A,#020H
      MOV   P2,A
      MOV   P0,A
      ACALL DELAY_15S
      CLR   A
      MOV   P2,A
      MOV   P0,A
      ACALL DELAY_500MS
      JMP   START

DELAY_15S:
      MOV   R7,#500
LOOP:
      MOV   TMOD,#01H
      MOV   TH0,#094H
      MOV   TL0,#000H
      SETB  TR00
WAIT:
      JNB   TF0,WAIT
      CLR   TR0
      CLR   TF0
      DJNZ  R7,LOOP
      RET
```

```
DELAY_500MS:
      MOV   R7,#30H
LOOP1:
      MOV   TMOD,#01H
      MOV   TH1,#04BH
      MOV   TL1,#0FDH
      SETB  TR1
WAIT1:
      JNB   TF1,WAIT1
      CLR   TR1
      CLR   TF1
      DJNZ  R7,LOOP1

END
```

ภาคผนวก จ
คู่มือการใช้งาน

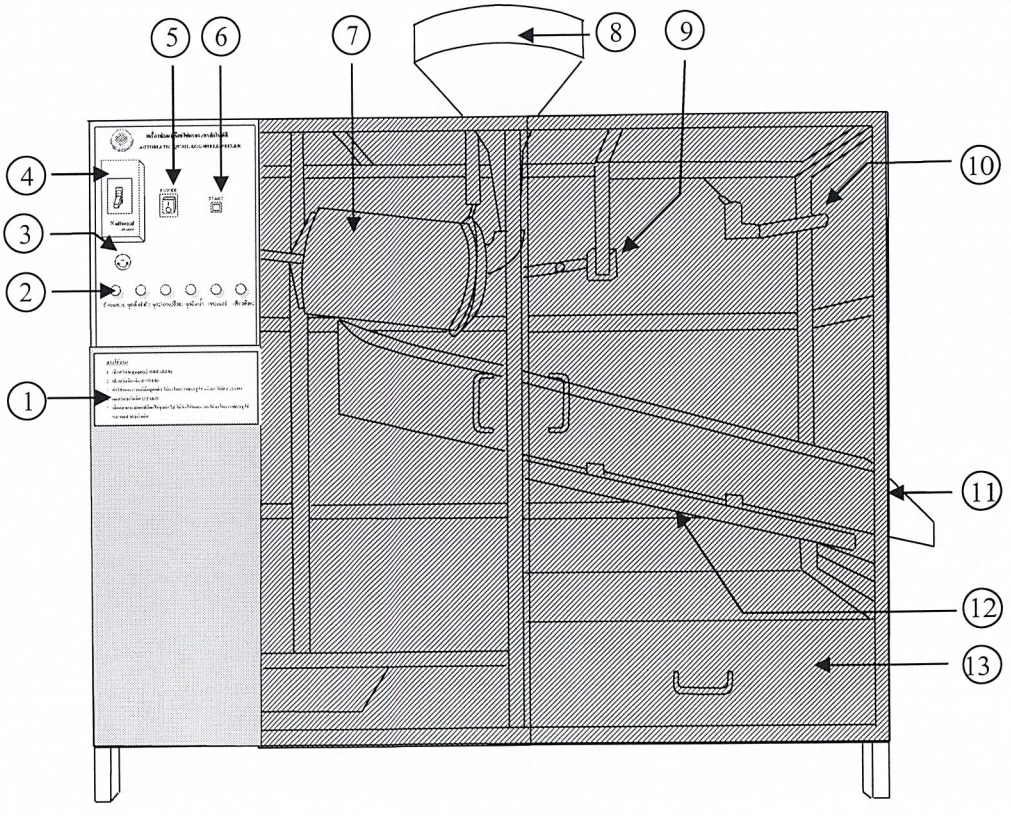
คู่มือการใช้งาน
เครื่องปอกเปลือกไข่นกกระทาอัตโนมัติ

ภาควิชาครุศาสตร์วิศวกรรม
คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
ปีการศึกษา 2546

1. คำแนะนำเบื้องต้น

ก่อนที่จะใช้งานเครื่องปอกเปลือกไข่นกกระทาอัตโนมัติ ควรทำการศึกษาการใช้งานจากคู่มือหรือการใช้งานเบื้องต้นด้านหน้าเครื่องปอกเปลือกไข่นกกระทาให้เข้าใจเพื่อการใช้งานที่ถูกต้อง และเป็นการป้องกันการเสียหายที่อาจเกิดขึ้นกับเครื่องปอกเปลือกไข่นกกระทาอัตโนมัติหรือทรัพย์สินผู้ใช้งาน

2. ส่วนประกอบและปุ่มควบคุม



รูปที่ จ.1 ส่วนประกอบและปุ่มควบคุมของเครื่องปอกเปลือกไข่นกกระทาอัตโนมัติ

จากรูปที่ จ.1 มีรายละเอียดต่างๆ ดังนี้

(1) การใช้งานเบื้องต้น

(2) แอลอีดีแสดงสภาวะการทำงาน

(3) ฟิวส์ (FUSE)

(4) สวิตช์เบรคเกอร์ (BREAKER)

(5) สวิตช์กำลัง (POWER)

(6) สวิตช์เริ่มต้น (START)

(7) ถังกะเทาะเปลือกไข่นกกระทา

(8) กรวยบรรจุไข่นกกระทา

(9) โซลินอยด์ดึงฝาถัง

(10) ช่องต่อสายยาง

(11) รางลำเลียงไข่นกกระทา

(12) ชุดปอกเปลือกไข่นกกระทา

(13) ถาดเก็บเปลือกไข่นกกระทา

3. การติดตั้งและการใช้งาน

3.1 การติดตั้งควรเลือกสถานที่ที่ใกล้ก๊อกน้ำ หรือสายยางสามารถไปถึงได้

3.2 ก่อนการทำงานติดตั้งสายยางเข้าที่ช่องเสียบสายยาง (10) ให้เรียบร้อย

3.3 นำภาชนะที่ต้องการใส่ไข่นกกระทาที่ปอกเปลือกแล้ววางตรงปลายรางลำเลียงไข่นกกระทา (11)

3.4 เสียบปลั๊กไฟฟ้ากระแสสลับ 220 โวลต์

3.5 เปิดสวิตช์เบรกเกอร์ (4) ของเครื่องที่แผงควบคุมการทำงาน

3.6 เปิดสวิตช์กำลัง (5) ที่แผงควบคุมการทำงาน

3.7 นำไข่นกกระทาที่ต้มสุกแล้ว จำนวนครั้งละไม่เกิน 50 ฟอง ใส่ลงในกรวยบรรจุไข่นกกระทา (8)

3.8 กดสวิตช์เริ่ม (6) ที่แผงควบคุมการทำงาน

3.9 เครื่องปอกเปลือกไข่นกกระทาอัตโนมัติจะเริ่มทำการปอกเปลือกไข่ และไข่นกกระทาที่ผ่านการปอกเปลือกแล้ว จะไหลมาตามรางลำเลียงไข่ (11) และตกลงสู่ภาชนะรองรับที่ได้เตรียมไว้แล้ว

3.10 หลังจากเครื่องปอกเปลือกไข่นกกระทาหมดแล้วจะมีเสียงเตือน 10 วินาที และเครื่องจะหยุดทำงานโดยอัตโนมัติ

3.11 เมื่อต้องการปอกเปลือกไข่นกกระทาชุดต่อไป ให้นำไข่นกกระทาใส่ลงในกรวยบรรจุไข่ (8) เช่นเดิม หลังจากนั้นกดสวิตช์เริ่มต้น (6) ที่แผงควบคุมการทำงานเพื่อเริ่มการทำงานอีกครั้ง

3.12 เมื่อทำการปอกเปลือกไข่นกกระทาหมดแล้ว ปิดสวิตช์กำลัง (5) ปิดสวิตช์เบรกเกอร์ (4) และดึงปลั๊กไฟฟ้าออกทุกครั้ง หลังการใช้งาน เพื่อป้องกันอุบัติเหตุที่อาจจะเกิดขึ้นได้

3.13 นำเปลือกไข่ในถาดเก็บเปลือกไข่ (13) ไปทิ้ง และนำถาดเก็บเปลือกไข่มาเก็บไว้ที่ตำแหน่งเดิม

4. การแก้ปัญหาเบื้องต้น

เมื่อท่านประสบปัญหาในการใช้งานเครื่องปอกเปลือกไข่นกกระทาอัตโนมัติ สามารถตรวจสอบแนวทางการแก้ไขปัญหาเบื้องต้นได้จากตารางข้างล่างนี้

อาการ	สาเหตุและ/หรือวิธีแก้ไข
ไฟที่สวิตช์กำลังไม่ติด	ตรวจสอบปลั๊กไฟ, ฟิวส์, ไม่ได้เปิดสวิตช์เบรกเกอร์
ฝาถังกะเทาะเปลือกไข่ไม่ทำงาน	ตรวจสอบนอตที่ยึดโซลินอยด์ว่าแน่นหรือหลวมเกินไปหรือไม่
ชุดลูกกลิ้งปอกเปลือกไข่ไม่ทำงาน	ตรวจสอบดูว่ามีสิ่งแปลกปลอมเข้าไปติดหรือขวางอยู่ในลูกกลิ้งหรือไม่

5. การดูแลรักษาและข้อควรระวัง

5.1 การดูแลรักษา

- สามารถนำกรวยบรรจุไข่และถาดเก็บเปลือกไข่ออกมาทำความสะอาดได้
- ทำความสะอาดลูกกลิ้งปอกเปลือกไข่ด้วยผ้าแห้งหรือชุบน้ำหมาดๆ และควรทำความสะอาดทุกวันหลังใช้งาน
- ตรวจสอบลำแสงและตัวตรวจจับด้วยแสงอินฟราเรด ที่ใช้ในการตรวจนับเม็ดยาให้สะอาดและปราศจากฝุ่น
- ตรวจสอบสายไฟและปลั๊กไฟให้อยู่ในสภาพสมบูรณ์ พร้อมที่จะใช้งานอยู่เสมอ เพื่อความปลอดภัย

- ควรเช็ดทำความสะอาดตัวเครื่องเป็นระยะ

- เมื่อไม่ใช้งาน ควรใช้ผ้าหรือพลาสติกคลุมที่ตัวเครื่อง เพื่อป้องกันฝุ่นละอองเข้าไปภายใน

5.2 ข้อควรระวัง

- ระวังมิให้มีสิ่งแปลกปลอมตกลงไปในกรวยบรรจุไข่นกกระทา เพราะอาจทำให้ตัวเครื่องได้รับความเสียหายได้

- เพื่อป้องกันอุบัติเหตุหรือการบาดเจ็บที่อาจจะเกิดขึ้น ควรปิดสวิตช์เบรกเกอร์ทุกครั้งที่ต้องการปรับ ถอดชิ้นส่วน ตรวจเช็คเครื่องหรือทำความสะอาดเครื่อง

- อย่าสอดมือหรือปลายไขควงเข้าขวางชิ้นส่วนที่มีการเคลื่อนไหว

- เพื่อป้องกันกระแสรั่วไหลที่อาจเกิดอันตรายกับผู้ใช้งานได้ ควรต่อสายดินให้กับตัวเครื่องด้วย

6. ข้อมูลจำเพาะ

คุณสมบัติ	รายละเอียด
การบรรจุไข่ที่จะทำการปอกเปลือก	สามารถบรรจุได้สูงสุด 50 ฟอง
ชุดปอกเปลือกไข่	ใช้แกนเหล็กหล่อด้วยยางพารา
ชุดฉีดน้ำ	ประยุกต์ใช้จากชุดฉีดน้ำกระจกหน้ารถยนต์
ความกว้าง	45 เซนติเมตร
ความยาว	120 เซนติเมตร
ความสูง	100 เซนติเมตร
ประสิทธิภาพในการปอกเปลือกไข่	คิดเป็นร้อยละ 75
ความเร็วเฉลี่ยในการปอกเปลือกไข่	20 ฟอง ต่อ นาที
ค่าความผิดพลาด	1 ฟอง ต่อ 4 ฟอง
แหล่งจ่ายพลังงาน	ไฟฟ้ากระแสสลับ 220 โวลต์ ความถี่ 50 เฮริตซ์

ภาคผนวก ฉ

รายละเอียดและคุณสมบัติของอุปกรณ์

MOTOROLA

OCTAL BUS TRANSCEIVER

SN54/74LS245

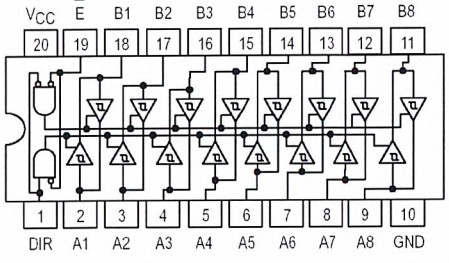
The SN54/74LS245 is an Octal Bus Transmitter/Receiver designed for 8-line asynchronous 2-way data communication between data buses. Direction Input (DR) controls transmission of Data from bus A to bus B or bus B to bus A depending upon its logic level. The Enable input ($\overline{E}$) can be used to isolate the buses.

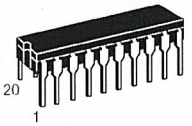
- Hysteresis Inputs to Improve Noise Immunity
- 2-Way Asynchronous Data Bus Communication
- Input Diodes Limit High-Speed Termination Effects
- ESD > 3500 Volts

OCTAL BUS TRANSCEIVER

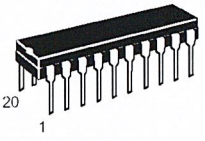
LOW POWER SCHOTTKY

LOGIC AND CONNECTION DIAGRAMS DIP (TOP VIEW)





J SUFFIX
CERAMIC
CASE 732-03



N SUFFIX
PLASTIC
CASE 738-03

DW SUFFIX
SOIC
CASE 751D-03

ORDERING INFORMATION

SN54LSXXXJ	Ceramic
SN74LSXXXN	Plastic
SN74LSXXXDW	SOIC

TRUTH TABLE

INPUTS		OUTPUT
$\overline{E}$	DIR	
L	L	Bus B Data to Bus A
L	H	Bus A Data to Bus B
H	X	Isolation

H = HIGH Voltage Level
L = LOW Voltage Level
X = Immaterial

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			−3.0	mA
		54 74			−12 −15	mA
I_{OL}	Output Current — Low	54 74			12 24	mA

SN54/74LS245

DC CHARACTERISTICS OVER OPERATING TEMPERATURE RANGE (unless otherwise specified)

Symbol	Parameter		Limits Min	Typ	Max	Unit	Test Conditions	
V_{IH}	Input HIGH Voltage		2.0			V	Guaranteed Input HIGH Voltage for All Inputs	
V_{IL}	Input LOW Voltage	54			0.7	V	Guaranteed Input LOW Voltage for All Inputs	
		74			0.8			
$V_{T+}-V_{T-}$	Hysteresis		0.2	0.4		V	V_{CC} = MIN	
V_{IK}	Input Clamp Diode Voltage			−0.65	−1.5	V	V_{CC} = MIN, I_{IN} = −18 mA	
V_{OH}	Output HIGH Voltage	54, 74	2.4	3.4		V	V_{CC} = MIN, I_{OH} = −3.0 mA	
		54, 74	2.0			V	V_{CC} = MIN, I_{OH} = MAX	
V_{OL}	Output LOW Voltage	54, 74		0.25	0.4	V	I_{OL} = 12 mA	V_{CC} = V_{CC} MIN, V_{IN} = V_{IL} or V_{IH} per Truth Table
		74		0.35	0.5	V	I_{OL} = 24 mA	
I_{OZH}	Output Off Current HIGH				20	μA	V_{CC} = MAX, V_{OUT} = 2.7 V	
I_{OZL}	Output Off Current LOW				−200	μA	V_{CC} = MAX, V_{OUT} = 0.4 V	
I_{IH}	Input HIGH Current	A or B, $\overline{DR}$ or $\overline{E}$			20	μA	V_{CC} = MAX, V_{IN} = 2.7 V	
		$\overline{DR}$ or $\overline{E}$			0.1	mA	V_{CC} = MAX, V_{IN} = 7.0 V	
		A or B			0.1	mA	V_{CC} = MAX, V_{IN} = 5.5 V	
I_{IL}	Input LOW Current				−0.2	mA	V_{CC} = MAX, V_{IN} = 0.4 V	
I_{OS}	Output Short Circuit Current (Note 1)		−40		−225	mA	V_{CC} = MAX	
I_{CC}	Power Supply Current Total, Output HIGH				70	mA	V_{CC} = MAX	
	Total, Output LOW				90			
	Total at HIGH Z				95			

Note 1: Not more than one output should be shorted at a time, nor for more than 1 second.

AC CHARACTERISTICS (T_A = 25°C, V_{CC} = 5.0 V, $T_{RISE}/T_{FALL} \leq$ 6.0 ns)

Symbol	Parameter	Limits Min	Typ	Max	Unit	Test Conditions
t_{PLH} t_{PHL}	Propagation Delay, Data to Output		8.0 8.0	12 12	ns	C_L = 45 pF, R_L = 667 Ω
t_{PZH}	Output Enable Time to HIGH Level		25	40	ns	
t_{PZL}	Output Enable Time to LOW Level		27	40	ns	
t_{PLZ}	Output Disable Time from LOW Level		15	25	ns	C_L = 5.0 pF, R_L = 667 Ω
t_{PHZ}	Output Disable Time from HIGH Level		15	25	ns	

National Semiconductor

December 1994

LM723/LM723C Voltage Regulator

General Description

The LM723/LM723C is a voltage regulator designed primarily for series regulator applications. By itself, it will supply output currents up to 150 mA; but external transistors can be added to provide any desired load current. The circuit features extremely low standby current drain, and provision is made for either linear or foldback current limiting.

The LM723/LM723C is also useful in a wide range of other applications such as a shunt regulator, a current regulator or a temperature controller.

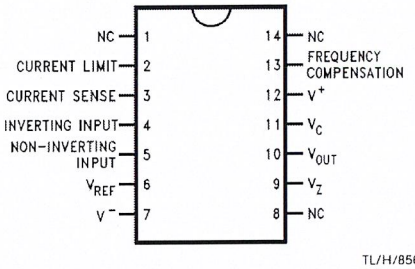
The LM723C is identical to the LM723 except that the LM723C has its performance guaranteed over a 0°C to +70°C temperature range, instead of −55°C to +125°C.

Features

- 150 mA output current without external pass transistor
- Output currents in excess of 10A possible by adding external transistors
- Input voltage 40V max
- Output voltage adjustable from 2V to 37V
- Can be used as either a linear or a switching regulator

Connection Diagrams

Dual-In-Line Package

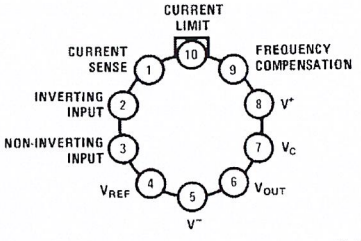


TL/H/8563–2

Top View

Order Number LM723J/883 or LM723CN
See NS Package J14A or N14A

Metal Can Package



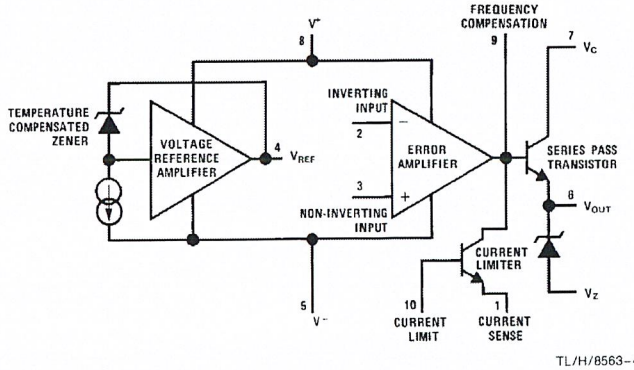
TL/H/8563–3

Note: Pin 5 connected to case.

Top View

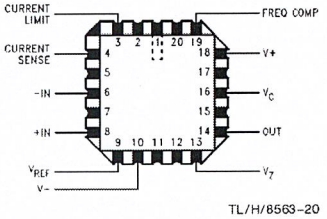
Order Number LM723H, LM723H/883 or LM723CH
See NS Package H10C

Equivalent Circuit*



TL/H/8563–4

*Pin numbers refer to metal can package.



TL/H/8563–20

Top View

Order Number LM723E/883
See NS Package E20A

© 1995 National Semiconductor Corporation

RRD-B30M115/Printed in U. S. A.

Absolute Maximum Ratings

If Military/Aerospace specified devices are required, please contact the National Semiconductor Sales Office/Distributors for availability and specifications. (Note 9)

Pulse Voltage from V^+ to V^- (50 ms)	50V
Continuous Voltage from V^+ to V^-	40V
Input-Output Voltage Differential	40V
Maximum Amplifier Input Voltage (Either Input)	8.5V
Maximum Amplifier Input Voltage (Differential)	5V
Current from V_Z	25 mA
Current from V_{REF}	15 mA

Internal Power Dissipation Metal Can (Note 1)	800 mW
Cavity DIP (Note 1)	900 mW
Molded DIP (Note 1)	660 mW
Operating Temperature Range LM723	−55°C to +150°C
LM723C	0°C to +70°C
Storage Temperature Range Metal Can	−65°C to +150°C
Molded DIP	−55°C to +150°C
Lead Temperature (Soldering, 4 sec. max.)	
Hermetic Package	300°C
Plastic Package	260°C
ESD Tolerance (Human body model, 1.5 kΩ in series with 100 pF)	1200V

Electrical Characteristics (Notes 2, 9)

Parameter	Conditions	LM723			LM723C			Units
		Min	Typ	Max	Min	Typ	Max	
Line Regulation	V_{IN} = 12V to V_{IN} = 15V		0.01	0.1		0.01	0.1	% V_{OUT}
	−55°C ≤ T_A ≤ +125°C			0.3				% V_{OUT}
	0°C ≤ T_A ≤ +70°C						0.3	% V_{OUT}
	V_{IN} = 12V to V_{IN} = 40V		0.02	0.2		0.1	0.5	% V_{OUT}
Load Regulation	I_L = 1 mA to I_L = 50 mA		0.03	0.15		0.03	0.2	% V_{OUT}
	−55°C ≤ T_A ≤ +125°C			0.6				% V_{OUT}
	0°C ≤ T_A ≤ +70°C						0.6	% V_{OUT}
Ripple Rejection	f = 50 Hz to 10 kHz, C_{REF} = 0		74			74		dB
	f = 50 Hz to 10 kHz, C_{REF} = 5 μF		86			86		dB
Average Temperature Coefficient of Output Voltage (Note 8)	−55°C ≤ T_A ≤ +125°C		0.002	0.015				%/°C
	0°C ≤ T_A ≤ +70°C					0.003	0.015	%/°C
Short Circuit Current Limit	R_{SC} = 10Ω, V_{OUT} = 0		65			65		mA
Reference Voltage		6.95	7.15	7.35	6.80	7.15	7.50	V
Output Noise Voltage	BW = 100 Hz to 10 kHz, C_{REF} = 0		86			86		μVrms
	BW = 100 Hz to 10 kHz, C_{REF} = 5 μF		2.5			2.5		μVrms
Long Term Stability			0.05			0.05		%/1000 hrs
Standby Current Drain	I_L = 0, V_{IN} = 30V		1.7	3.5		1.7	4.0	mA
Input Voltage Range		9.5		40	9.5		40	V
Output Voltage Range		2.0		37	2.0		37	V
Input-Output Voltage Differential		3.0		38	3.0		38	V
θ_{JA}	Molded DIP					105		°C/W
θ_{JA}	Cavity DIP		150					°C/W
θ_{JA}	H10C Board Mount in Still Air		165			165		°C/W
θ_{JA}	H10C Board Mount in 400 LF/Min Air Flow		66			66		°C/W
θ_{JC}			22			22		°C/W

Note 1: See derating curves for maximum power rating above 25°C.

Note 2: Unless otherwise specified, T_A = 25°C, V_{IN} = V^+ = V_C = 12V, V^- = 0, V_{OUT} = 5V, I_L = 1 mA, R_{SC} = 0, C_1 = 100 pF, C_{REF} = 0 and divider impedance as seen by error amplifier ≤ 10 kΩ connected as shown in *Figure 1*. Line and load regulation specifications are given for the condition of constant chip temperature. Temperature drifts must be taken into account separately for high dissipation conditions.

Note 3: L_1 is 40 turns of No. 20 enameled copper wire wound on Ferroxcube P36/22-3B7 pot core or equivalent with 0.009 in. air gap.

Note 4: Figures in parentheses may be used if R1/R2 divider is placed on opposite input of error amp.

Note 5: Replace R1/R2 in figures with divider shown in *Figure 13*.

Note 6: V^+ and V_{CC} must be connected to a +3V or greater supply.

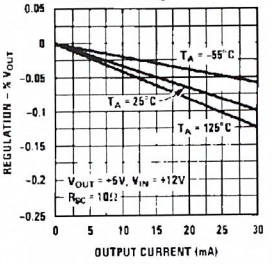
Note 7: For metal can applications where V_Z is required, an external 6.2V zener diode should be connected in series with V_{OUT}.

Note 8: Guaranteed by correlation to other tests.

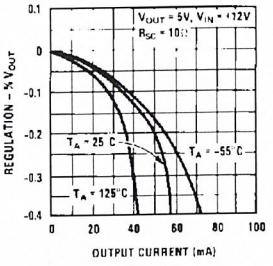
Note 9: A military RETS specification is available on request. At the time of printing, the LM723 RETS specification complied with the Min and Max limits in this table. The LM723E, H, and J may also be procured as a Standard Military Drawing.

Typical Performance Characteristics

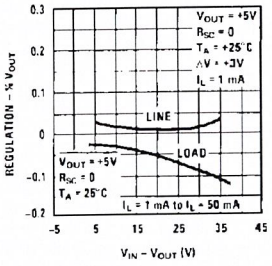
Load Regulation Characteristics with Current Limiting



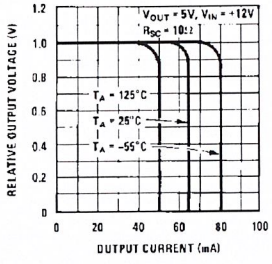
Load Regulation Characteristics with Current Limiting



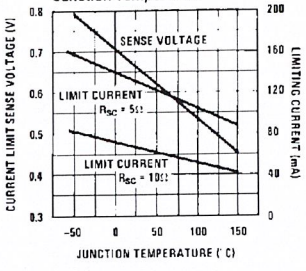
Load & Line Regulation vs Input-Output Voltage Differential



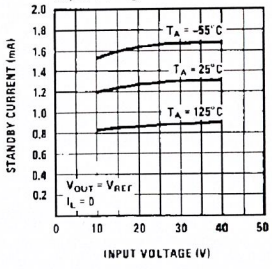
Current Limiting Characteristics



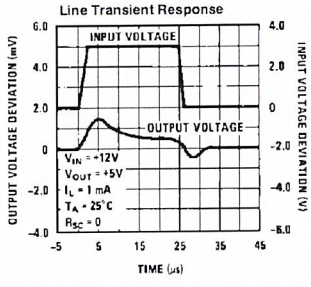
Current Limiting Characteristics vs Junction Temperature



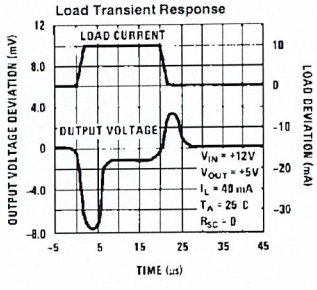
Standby Current Drain vs Input Voltage



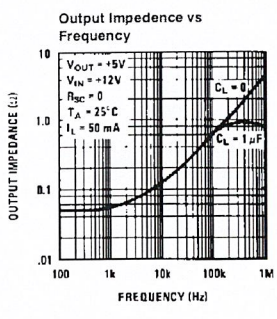
Line Transient Response



Load Transient Response



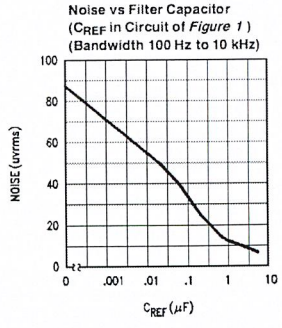
Output Impedence vs Frequency



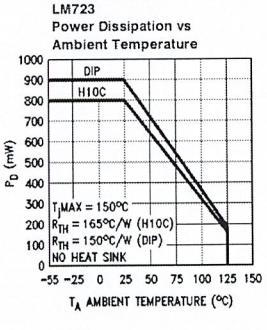
TL/H/8563–6

Maximum Power Ratings

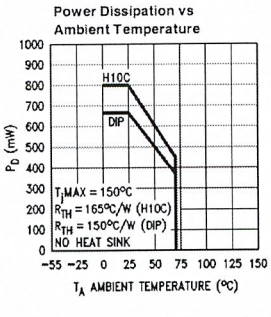
Noise vs Filter Capacitor (C_{REF} in Circuit of *Figure 1*) (Bandwidth 100 Hz to 10 kHz)



LM723 Power Dissipation vs Ambient Temperature



LM723C Power Dissipation vs Ambient Temperature



TL/H/8563–7

TABLE I. Resistor Values (kΩ) for Standard Output Voltage

Positive Output Voltage	Applicable Figures	Fixed Output ±5%		Output Adjustable ±10% (Note 5)			Negative Output Voltage	Applicable Figures	Fixed Output ±5%		5% Output Adjustable ±10%		
	(Note 4)	R1	R2	R1	P1	R2			R1	R2	R1	P1	R2
+3.0	1, 5, 6, 9, 12 (4)	4.12	3.01	1.8	0.5	1.2	+100	7	3.57	102	2.2	10	91
+3.6	1, 5, 6, 9, 12 (4)	3.57	3.65	1.5	0.5	1.5	+250	7	3.57	255	2.2	10	240
+5.0	1, 5, 6, 9, 12 (4)	2.15	4.99	0.75	0.5	2.2	−6 (Note 6)	3, (10)	3.57	2.43	1.2	0.5	0.75
+6.0	1, 5, 6, 9, 12 (4)	1.15	6.04	0.5	0.5	2.7	−9	3, 10	3.48	5.36	1.2	0.5	2.0
+9.0	2, 4, (5, 6, 9, 12)	1.87	7.15	0.75	1.0	2.7	−12	3, 10	3.57	8.45	1.2	0.5	3.3
+12	2, 4, (5, 6, 9, 12)	4.87	7.15	2.0	1.0	3.0	−15	3, 10	3.65	11.5	1.2	0.5	4.3
+15	2, 4, (5, 6, 9, 12)	7.87	7.15	3.3	1.0	3.0	−28	3, 10	3.57	24.3	1.2	0.5	10
+28	2, 4, (5, 6, 9, 12)	21.0	7.15	5.6	1.0	2.0	−45	8	3.57	41.2	2.2	10	33
+45	7	3.57	48.7	2.2	10	39	−100	8	3.57	97.6	2.2	10	91
+75	7	3.57	78.7	2.2	10	68	−250	8	3.57	249	2.2	10	240

TABLE II. Formulae for Intermediate Output Voltages

Outputs from +2 to +7 volts
(*Figures 1, 5, 6, 9, 12, [4]*)

$$V_{OUT} = \left(V_{REF} \times \frac{R2}{R1 + R2}\right)$$

Outputs from +4 to +250 volts
(*Figure 7*)

$$V_{OUT} = \left(\frac{V_{REF}}{2} \times \frac{R2 - R1}{R1}\right); R3 = R4$$

Current Limiting

$$I_{LIMIT} = \frac{V_{SENSE}}{R_{SC}}$$

Outputs from +7 to +37 volts
(*Figures 2, 4, [5, 6, 9, 12]*)

$$V_{OUT} = \left(V_{REF} \times \frac{R1 + R2}{R2}\right)$$

Outputs from −6 to −250 volts
(*Figures 3, 8, 10*)

$$V_{OUT} = \left(\frac{V_{REF}}{2} \times \frac{R1 + R2}{R1}\right); R3 = R4$$

Foldback Current Limiting

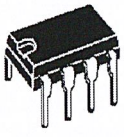
$$I_{KNEE} = \left(\frac{V_{OUT}\,R3}{R_{SC}\,R4} + \frac{V_{SENSE}\,(R3 + R4)}{R_{SC}\,R4}\right)$$

$$I_{SHORT\ CKT} = \left(\frac{V_{SENSE}}{R_{SC}} \times \frac{R3 + R4}{R4}\right)$$

NE555
SA555 - SE555

GENERAL PURPOSE SINGLE BIPOLAR TIMERS

- LOW TURN OFF TIME
- MAXIMUM OPERATING FREQUENCY GREATER THAN 500kHz
- TIMING FROM MICROSECONDS TO HOURS
- OPERATES IN BOTH ASTABLE AND MONOSTABLE MODES
- HIGH OUTPUT CURRENT CAN SOURCE OR SINK 200mA
- ADJUSTABLE DUTY CYCLE
- TTL COMPATIBLE
- TEMPERATURE STABILITY OF 0.005% PER°C



N
DIP8
(Plastic Package)

D
SO8
(Plastic Micropackage)

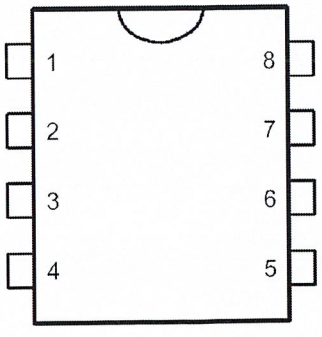
DESCRIPTION

The NE555 monolithic timing circuit is a highly stable controller capable of producing accurate time delays or oscillation. In the time delay mode of operation, the time is precisely controlled by one external resistor and capacitor. For a stable operation as an oscillator, the free running frequency and the duty cycle are both accurately controlled with two external resistors and one capacitor. The circuit may be triggered and reset on falling waveforms, and the output structure can source or sink up to 200mA. The NE555 is available in plastic and ceramic minidip package and in a 8-lead micropackage and in metal can package version.

ORDER CODES

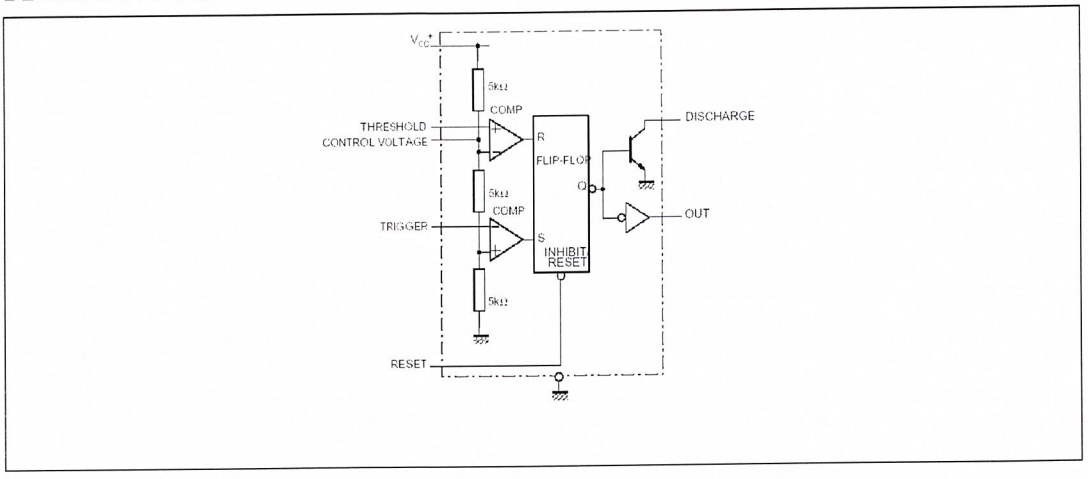
Part Number	Temperature Range	Package	
		N	D
NE555	0°C, 70°C	•	•
SA555	–40°C, 105°C	•	•
SE555	–55°C, 125°C	•	•

PIN CONNECTIONS (top view)

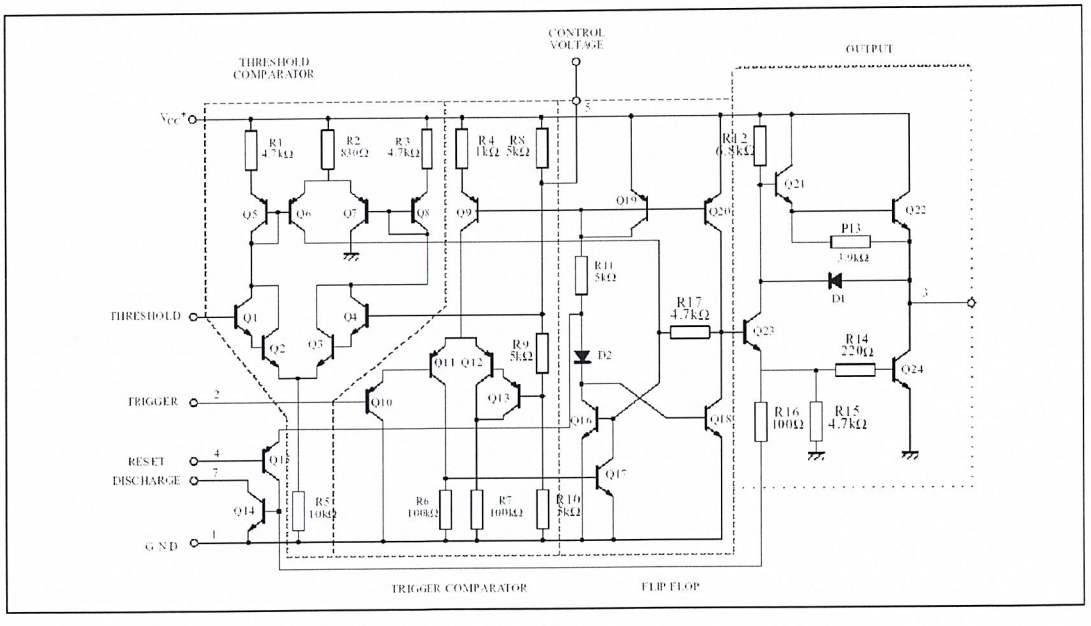


1 - GND
2 - Trigger
3 - Output
4 - Reset
5 - Control voltage
6 - Threshold
7 - Discharge
8 - V_{CC}

BLOCK DIAGRAM



SCHEMATIC DIAGRAM



Features

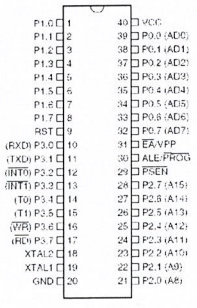
- Compatible with MCS-51™ Products
- 4K Bytes of In-System Reprogrammable Flash Memory
  - Endurance: 1,000 Write/Erase Cycles
- Fully Static Operation: 0 Hz to 24 MHz
- Three-level Program Memory Lock
- 128 x 8-bit Internal RAM
- 32 Programmable I/O Lines
- Two 16-bit Timer/Counters
- Six Interrupt Sources
- Programmable Serial Channel
- Low-power Idle and Power-down Modes

Description

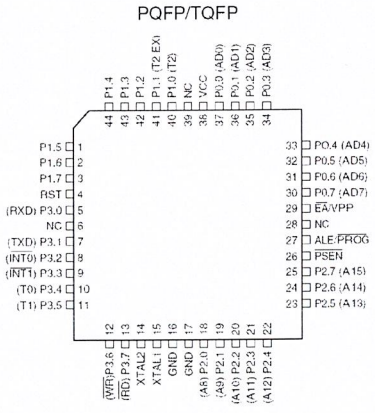
The AT89C51 is a low-power, high-performance CMOS 8-bit microcomputer with 4K bytes of Flash programmable and erasable read only memory (PEROM). The device is manufactured using Atmel's high-density nonvolatile memory technology and is compatible with the industry-standard MCS-51 instruction set and pinout. The on-chip Flash allows the program memory to be reprogrammed in-system or by a conventional nonvolatile memory programmer. By combining a versatile 8-bit CPU with Flash on a monolithic chip, the Atmel AT89C51 is a powerful microcomputer which provides a highly-flexible and cost-effective solution to many embedded control applications.

Pin Configurations

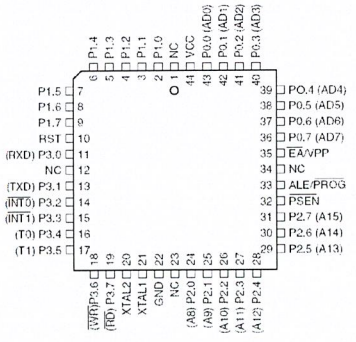
PDIP



PQFP/TQFP



PLCC



8-bit Microcontroller with 4K Bytes Flash

AT89C51

Rev. 0265G–02/00

ประวัติผู้แต่ง

ชื่อ-สกุล	นายกิตติพงษ์ ปัญญา
วัน เดือน ปีเกิด	10 มีนาคม พ.ศ. 2522
ภูมิลำเนา	109/4 ตำบลเมืองจัง กิ่งอำเภอภูเพียง
	จังหวัดน่าน 55000
	โทรศัพท์ 0-5471-0342

ประวัติการศึกษา

ประถมศึกษา	โรงเรียนบ้านหาดเค็ด จังหวัดน่าน
มัธยมศึกษาตอนต้น	โรงเรียนศรีสวัสดิ์วิทยาคาร จังหวัดน่าน
มัธยมศึกษาตอนปลาย	โรงเรียนศรีสวัสดิ์วิทยาคาร จังหวัดน่าน
ประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง	วิทยาลัยเทคนิคน่าน จังหวัดน่าน
ปริญญาตรี	สาขาวิชาวิศวกรรมโทรคมนาคม
	ภาควิชาครุศาสตร์วิศวกรรม
	คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม สจล.
คติพจน์	ทำวันนี้ให้ดีที่สุด

ประวัติผู้แต่ง

ชื่อ-สกุล นายเฉลิมพล วงค์แก้ว

วัน เดือน ปีเกิด 16 พฤศจิกายน พ.ศ. 2524

ภูมิลำเนา 44/2 หมู่ 2 ตำบลสองพี่น้อง อำเภอท่าใหม่
จังหวัดจันทบุรี 22120
โทรศัพท์ 0-3943-7325

ประวัติการศึกษา

ประถมศึกษา	โรงเรียนบ้านหนองคล้า จังหวัดจันทบุรี
มัธยมศึกษาตอนต้น	โรงเรียนท่าใหม่พูลสวัสดิ์ราษฎร์นุกูล จังหวัดจันทบุรี
ประกาศนียบัตรวิชาชีพ	วิทยาลัยเทคนิคจันทบุรี จังหวัดจันทบุรี
ประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง	วิทยาลัยเทคนิคดอนเมือง จังหวัดกรุงเทพมหานคร
ปริญญาตรี	สาขาวิชาวิศวกรรมโทรคมนาคม ภาควิชาครุศาสตร์วิศวกรรม คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม สจล.

คติพจน์ คนเราเลือกเกิดไม่ได้ แต่เลือกที่จะเป็นคนดีได้

ประวัติผู้แต่ง

ชื่อ-สกุล นายธราดล เทพอารีนันท์

วัน เดือน ปีเกิด 26 ตุลาคม พ.ศ. 2525

ภูมิลำเนา 30 หมู่ 3 ถนนสุขประยูร ตำบลหนองตำลึง
อำเภอพานทอง จังหวัดชลบุรี 20160
โทรศัพท์ 0-3878-9319

ประวัติการศึกษา

ประถมศึกษา	โรงเรียนศุทธรัตน์บ้านสวน จังหวัดชลบุรี
มัธยมศึกษาตอนต้น	โรงเรียนชลราษฎรอำรุง จังหวัดชลบุรี
ประกาศนียบัตรวิชาชีพ	วิทยาลัยเทคนิคชลบุรี จังหวัดชลบุรี
ประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง	วิทยาลัยเทคนิคชลบุรี จังหวัดชลบุรี
ปริญญาตรี	สาขาวิชาวิศวกรรมโทรคมนาคม ภาควิชาครุศาสตร์วิศวกรรม คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม สจล.

คติพจน์ อ่านมาก รู้มาก