ภาควิชาครุศาสตร์วิศวกรรม

คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

ใบรับรองปริญญานิพนธ์

ชื่อหัวข้อ เครื่องจ่ายสายไฟฟ้า

Power Line Distributor

ชื่อนักศึกษา

1. นายคมกริช	เพ็ญเกาะ	รหัสประจำตัว	45035332
2. นายพยนต์	เหนือโท	รหัสประจำตัว	45035347
3. นายสุขสันติ	สุทธิเสน	รหัสประจำตัว	45035364
4. นางสาวอภิรมย์	ภาวี	รหัสประจำตัว	45035369

หลักสูตร ครุศาสตร์อุตสาหกรรมบัณฑิต **สาขาวิชา** อิเล็กทรอนิกส์และคอมพิวเตอร์

อาจารย์ที่ปรึกษา อาจารย์อมรชัย ชัยชนะ

อาจารย์ที่ปรึกษาร่วม ผศ.วิสุทธิ์ อธิพรธรรม

คณะกรรมการสอบปริญญานิพนธ์	ลายมือชื่อ
1. อาจารย์ปิยะ ศุภวราสุวัฒน์	
2. อาจารย์อมรชัย ชัยชนะ	
3. อาจารย์พงษ์เกียรติ เชษฐพิทักษ์สกุล	
4. ผศ.พีระวุฒิ สุวรรณจันทร์	
5. อาจารย์ประเสริฐ เคนพันค้อ	

วัน/เดือน/ปีที่สอบ วันเสาร์ที่ 15 พฤศจิกายน พ.ศ. 2546 เวลา 15:00 น.

สถานที่สอบ ห้อง ค.311 คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม สจล.

ภาควิชารับรองแล้ว

ลงนาม.....

(นายสุรสิทธิ์ ราตรี)

หัวหน้าภาควิชาครุศาสตร์วิศวกรรม

วันที่ 31 เดือน ม.ค. พ.ศ. ๒๙

<BT4610072>

เครื่องจ่ายสายไฟฟ้า

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สำนักหอสมุดกลาง พระจอมเกล้าลาดกระบัง

ปริญญานิพนธ์

เครื่องจ่ายสายไฟฟ้า

POWER LINE DISTRIBUTOR

นายคมกริช เพ็ญเกาะ
นายพยนต์ เหนือโท
นายสุขสันติ สุทธิเสน
นางสาวอภิรมย์ กาวี

ปริญญานิพนธ์ฉบับนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรครุศาสตร์อุตสาหกรรมบัณฑิต
สาขาวิชาอิเล็กทรอนิกส์และคอมพิวเตอร์
ภาควิชาครุศาสตร์วิศวกรรม คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
ปีการศึกษา 2546

เลขหมู่.....
เลขทะเบียน 51847
วัน,เดือน,ปี 3 ต.ค. 2547
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้
b.....
i.....

ปริญญานิพนธ์

เรื่อง เครื่องจ่ายสายไฟฟ้า

Power Line Distributor

วัตถุประสงค์

1. เพื่อศึกษาทฤษฎี และหลักการทำงาน ส่วนประกอบต่างๆ ของเครื่องจ่ายสายไฟฟ้า
2. เพื่อออกแบบภาคต่างๆ ของเครื่องจ่ายสายไฟฟ้า
3. เพื่อสร้างเครื่องจ่ายสายไฟฟ้า และเขียนโปรแกรมควบคุมการทำงานของเครื่องจ่ายสายไฟฟ้า
4. เพื่อทดลองและทดสอบการทำงานของเครื่องจ่ายสายไฟฟ้า
5. เพื่อนำเครื่องจ่ายสายไฟฟ้าไปทดลองใช้งาน

ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1. ได้รับความรู้ความเข้าใจทฤษฎี และหลักการทำงานภาคต่างๆ ของเครื่องจ่ายสายไฟฟ้า
2. ได้แบบวงจรภาคต่างๆ ของเครื่องจ่ายสายไฟฟ้า
3. ได้เครื่องจ่ายสายไฟฟ้าและโปรแกรมที่ใช้ในการควบคุมการทำงานของเครื่องจ่ายสายไฟฟ้า
4. ได้ผลการทดลองและทดสอบการทำงานของเครื่องจ่ายสายไฟฟ้า
5. สามารถนำเครื่องจ่ายสายไฟฟ้าไปใช้ได้งานจริง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ชื่อหัวข้อ	เครื่องจ่ายสายไฟฟ้า	
นักศึกษา	นายคมกริช	เพ็ญเกาะ
	นายพยนต์	เหนือโท
	นายสุขสันติ	สุทธิเสน
	นางสาวอภิรมย์	กาวี
อาจารย์ที่ปรึกษา	อาจารย์อมรชัย	ชัยชนะ
อาจารย์ที่ปรึกษาร่วม	ผศ.วิสุทธิ์	อธิพรธรรม
หลักสูตร	ครุศาสตร์อุตสาหกรรมบัณฑิต	
สาขาวิชา	อิเล็กทรอนิกส์และคอมพิวเตอร์	
ปีการศึกษา	2546	

บทคัดย่อ

ปริญญานิพนธ์ฉบับนี้เสนอโครงงานเรื่อง เครื่องจ่ายสายไฟฟ้า โดยมีส่วนประกอบ คือ ส่วนของไมโครคอนโทรลเลอร์ วงจรวัดระยะความยาว และส่วนกลไกในการดึงสาย เก็บสาย และตัดสาย เพื่อใช้ในการจ่ายสายไฟฟ้า โดยประกอบไปด้วย ม้วนเก็บสาย 3 ชุด ซึ่งเก็บสายต่างกัน 3 ชนิด โดยคาดว่ามีค่าผิดพลาดไม่เกิน 2 เซนติเมตร ในการตัดสายแต่ละครั้ง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Thesis Title	Power Line Distributor	
Students	Mr. Khomkrit	Phenkok
	Mr. Phayon	Nuatho
	Mr. Suksanti	Sutisen
	Miss Apirom	Kawee
Advisor	Mr. Amornchai	Chaichana
Co-Advisor	Asst. Prof. Wisuit	Atiporntum
Education Level	Bachelor of Science in Industrial Education	
Program in	Electronics and Computer	
Academic Year	2003	

ABSTRACT

This thesis presents the power-line distributor. This project consists of two main parts, microcontroller unit and power-line unit. This projects has three line rolls for each type. Those line rolls can feed power-line about two centimeters in each time.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กิตติกรรมประกาศ

ปริญญานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยดี เนื่องจากความร่วมมือของสมาชิกภายในกลุ่มทุกท่าน ขอขอบคุณ อาจารย์อมรชัย ชัยชนะ และ ผศ. วิสุทธิ์ อธิพรธรรม ที่ได้สละเวลาให้คำปรึกษาในการดำเนินงานและให้คำแนะนำในการแก้ปัญหาด้วยดีเสมอมา รวมทั้งอาจารย์ประจำภาควิชาครุศาสตร์วิศวกรรมทุกๆ ท่านที่ได้อำนวยความสะดวกในการติดต่อประสานงานการใช้สถานที่ เครื่องมือ และวัสดุอุปกรณ์ที่จำเป็นในการจัดทำปริญญานิพนธ์

คณะผู้จัดทำใคร่ขอขอบคุณทุกท่าน ที่มีส่วนช่วยให้ปริญญานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยดี ขอขอบพระคุณ บิดา มารดา ผู้ให้การสนับสนุนด้านการศึกษามาโดยตลอด นอกจากนี้ขอขอบคุณกลุ่มโครงงานเครื่องจ่ายสายนำสัญญาณแบบเคเบิลแถนร่วม และขอบใจเพื่อนๆ ทุกคนที่เป็นกำลังใจรวมทั้งบุคคลอื่นที่มีส่วนเกี่ยวข้อง ที่ได้ช่วยให้คำปรึกษาแนะนำวิธีการแก้ไขปัญหาจัดหาเครื่องมือต่างๆ รวมทั้งให้คำเสนอแนะด้านอื่นๆ จนกระทั่งปริญญานิพนธ์สำเร็จลุล่วงไปด้วยดี

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

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	1
บทที่ 2 ทฤษฎีและหลักการ	3
2.1 ลักษณะทั่วไปของสายไฟฟ้า	3
2.1.1 ชนิดของสายไฟหุ้มฉนวน	3
2.1.2 สีของฉนวนหุ้มสายไฟฟ้า	4
2.2 ขนาดของสายไฟฟ้า	5
2.2.1 พื้นที่หน้าตัดในหน่วย Circular Mil.	5
2.2.2 พื้นที่หน้าตัดตารางมิลลิเมตร	7
2.3 มอเตอร์กระแสตรง	7
2.3.1 หลักการทำงาน	7
2.3.2 คุณสมบัติของมอเตอร์	9
2.4 อุปกรณ์ตรวจจับและกำเนิดแสง	11
2.4.1 โฟโตทรานซิสเตอร์	12
2.4.2 อินฟราเรด แอลอีดี	13
2.4.3 ออปโต้คัปเปอร์	13
2.5 ไมโครคอนโทรลเลอร์ตระกูล MCS-51	15
2.5.1 คุณสมบัติของไมโครคอนโทรลเลอร์ MCS-51	15

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ (ต่อ)

เรื่อง	หน้า
2.5.2 โครงสร้างภายในของไมโครคอนโทรลเลอร์ MCS-51	16
2.6 อุปกรณ์จอแสดงผลแบบผลึกเหลว	18
2.6.1 ความรู้ทั่วไปเกี่ยวกับจอแสดงผลแบบผลึกเหลว	18
2.6.2 เทคโนโลยีของจอแสดงผลแบบผลึกเหลว	18
2.6.3 การจ่ายไฟสำหรับจอแสดงผลแบบผลึกเหลว	20
2.6.4 คอนโทรลเลอร์และการควบคุม	20
2.6.5 การอ่าน และการเขียน	21
2.6.6 การเชื่อมต่อ	22
บทที่ 3 การออกแบบ การสร้าง และการทำงาน	24
3.1 โครงสร้างของเครื่องจ่ายสายไฟฟ้า	24
3.1.1 การออกแบบ และการสร้าง	24
3.1.2 การทำงาน	24
3.2 ชุดดึงสาย	25
3.2.1 การออกแบบและการสร้าง	25
3.2.2 การทำงาน	26
3.3 ชุดตัดสาย	27
3.3.1 การออกแบบและการสร้าง	27
3.3.2 การทำงาน	28
3.4 ชุดตรวจวัดความยาว	28
3.4.1 การออกแบบและการสร้าง	28
3.4.2 การทำงาน	29
3.5 หลักการทำงานของวงจรขับมอเตอร์	30
3.6 หลักการทำงานของวงจรชุดตัด	30
3.7 ผังการทำงานของเครื่องจ่ายสายไฟฟ้า	31
บทที่ 4 การทดลอง และผลการทดลอง	34
4.1 การทดลองการวัดความเร็วในการป้อนสาย	34

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ (ต่อ)

เรื่อง	หน้า
4.2 การทดลองวัดความเร็วในการดึงสาย	35
4.3 การทดลองความเที่ยงตรงในการวัดความยาวของสาย	37
บทที่ 5 บทสรุป	39
5.1 บทสรุป	39
5.2 ปัญหาและแนวทางแก้ไข	39
5.3 แนวทางการพัฒนา	39
บรรณานุกรม	41
ภาคผนวก ก เครื่องต้นแบบ	42
ภาคผนวก ข วงจรและแผ่นวงจรพิมพ์	47
ภาคผนวก ค รายการอุปกรณ์	53
ภาคผนวก ง ผังการทำงานและโปรแกรม	58
ภาคผนวก จ คู่มือการใช้งาน	72
ภาคผนวก ฉ รายละเอียดและคุณสมบัติของอุปกรณ์	76
ประวัติผู้แต่ง	90

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญตาราง

ตารางที่	หน้า
2.1 สาย VAF สองแกน 250 โวลต์	5
2.2 ขาสัญญาณต่างๆ ที่ใช้ในการติดต่อกับไมโครคอนโทรลเลอร์	25
4.1 ผลการทดลองการวัดความเร็วในการป้อนสาย	35
4.2 ผลการทดลองการทดลองความเร็วในการดึงสาย	36
4.2 (ต่อ)ผลการทดลองการทดลองความเร็วในการดึงสาย	37
4.3 ผลการทดลองความเที่ยงตรงในการวัดความยาวของสาย	38
ค.1 รายการอุปกรณ์ของวงจรแหล่งจ่ายไฟ	54
ค.2 รายการอุปกรณ์ของวงจรชุดดึงสายไฟฟ้า	54
ค.3 รายการอุปกรณ์ของวงจรชุดตัดสายไฟฟ้า	55
ค.4 รายการอุปกรณ์ของวงจรชุดตรวจวัดความยาว	55
ค.5 รายการอุปกรณ์ของวงจรชุดเก็บสายไฟฟ้า	56
ค.6 รายการอุปกรณ์ของวงจรชุดขับมอเตอร์	56
ค.7 รายการอุปกรณ์ของวงจรควบคุม	57

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญรูป

รูปที่	หน้า
2.1 ส่วนประกอบของมอเตอร์กระแสตรง	8
2.2 แผนภาพคุณสมบัติของมอเตอร์	9
2.3 วงจรภายในของมอเตอร์กระแสตรง	10
2.4 แผนภาพค่าแรงดันที่เกิดขึ้นในมอเตอร์กระแสตรงกับความเร็วรอบ	11
2.5 วงจรเชื่อมต่อทางแสงโดยใช้ออปโตคัปเปอร์	14
2.6 ตัวเชื่อมโยงทางแสงชนิดต่างๆ	15
2.7 การเชื่อมต่อกับไมโครคอนโทรลเลอร์ MCS-51	22
3.1 โครงเครื่องจ่ายสายไฟฟ้า	24
3.2 การวางอุปกรณ์บนเครื่องจ่ายสายไฟฟ้า	25
3.3 การออกแบบชุดดึงสาย	25
3.4 ส่วนของมอเตอร์ทดเฟืองและโซลินอยล์	26
3.5 ส่วนของมอเตอร์ทดเฟืองและโซลินอยล์	26
3.6 ชุดเก็บสายไฟฟ้า	27
3.7 การออกแบบชุดตัดสาย	27
3.8 ชุดตรวจวัดความยาว	28
3.9 ชุดตัดแสง	29
3.10 ชุดรับแสง	29
3.11 วงจรขับมอเตอร์	30
3.12 วงจรชุดตัด	30
3.13 ผังการทำงานของเครื่องจ่ายสายไฟฟ้า	32
3.13 (ต่อ) ผังการทำงานของเครื่องจ่ายสายไฟฟ้า	33
4.1 การป้อนสายของชุดจ่ายสาย	34
4.2 การดึงสายของชุดดึงสาย	36
4.3 การวัดความยาวสาย	37
ก.1 รูปด้านหน้าของเครื่องจ่ายสายไฟฟ้า	43
ก.2 รูปด้านข้างของเครื่องจ่ายสายไฟฟ้า (ขวา)	43
ก.3 รูปด้านข้างของเครื่องจ่ายสายไฟฟ้า (ซ้าย)	44

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญรูป (ต่อ)

รูปที่	หน้า
ก.4 รูปด้านหลังของเครื่องจ่ายสายไฟฟ้า	44
ก.5 รูปด้านบนของเครื่องจ่ายสายไฟฟ้า	45
ก.6 การติดตั้งวงจรลงกล่อง	45
ก.7 รูปการติดตั้งวงจรในเครื่องจ่ายสายไฟฟ้า	46
ก.8 เครื่องจ่ายสายไฟฟ้า	46
ข.1 วงจรชุดวัดความยาว	48
ข.2 แผ่นวงจรพิมพ์ชุดวัดความยาว	48
ข.3 วงจรภาคจ่ายไฟ	49
ข.4 แผ่นวงจรพิมพ์ภาคจ่ายไฟ	49
ข.5 ตำแหน่งการวางอุปกรณ์ภาคจ่ายไฟ	49
ข.6 วงจรชุดดึงสายไฟฟ้า	50
ข.7 แผ่นวงจรพิมพ์ชุดดึงสายไฟฟ้า	50
ข.8 ตำแหน่งการวางวงจรพิมพ์ชุดดึงสายไฟฟ้า	51
ข.9 วงจรชุดตัด	51
ข.10 แผ่นวงจรพิมพ์ชุดตัด	52
ข.11 ตำแหน่งการลงอุปกรณ์ชุดตัดสายไฟฟ้า	52
ง.1 ผังการทำงานของเครื่องจ่ายสายไฟฟ้า	59
ง.1 (ต่อ) ผังการทำงานของเครื่องจ่ายสายไฟฟ้า	60
ง.2 โปรแกรมของเครื่องจ่ายสายไฟฟ้า	71
จ.1 เครื่องจ่ายสายไฟฟ้า	74

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 1
บทนำ

1.1 ความเป็นมาและความสำคัญ

ในปัจจุบัน มีสายนำไฟฟ้ามากมายหลายชนิด หลายขนาด ซึ่งในการใช้งานนั้นขึ้นอยู่กับผู้ใช้ว่าจะนำสายนำไฟฟ้าชนิดนั้นไปใช้งานประเภทอะไร และเนื่องจากในการใช้งานนั้นผู้ใช้ต้องการสายนำไฟฟ้าที่มีขนาดความยาวแตกต่างกันไป ทำให้ผู้ใช้ต้องเสียเวลาในการดึงสายและวัดความยาวสายนำไฟฟ้าออกจากม้วนเก็บสาย ดังนั้น ถ้ามีเครื่องที่สามารถช่วยในการวัดความยาวของสายนำไฟฟ้า ที่ต้องการที่จะนำไปใช้งานแล้ว จะทำให้เกิดความสะดวก ประหยัดเวลา และความรวดเร็วต่อผู้นำไปใช้งานต่อไป ทั้งเกิดความถูกต้องแม่นยำด้วย กลุ่มผู้เสนอโครงงานนี้จึงเห็นความจำเป็นและความสำคัญ เพื่อแก้ปัญหาดังกล่าวจึงเสนอโครงงานนี้

1.2 ขีดความสามารถของโครงงาน

โครงงานนี้มีขีดความสามารถดังต่อไปนี้

1. สามารถกำหนดความยาวของสายได้ไม่ต่ำกว่า 1 เมตรและไม่เกิน 100 เมตร
2. สามารถคำนวณราคาของสาย ตามเบอร์ต่างๆ ที่เครื่องจ่ายสายไฟฟ้าได้กำหนดไว้
3. สามารถเลือกตัดสายได้ทั้งแบบเป็นชุด และแบบเป็นจำนวนเส้นได้ตามความต้องการ
4. สามารถตัดสายไฟฟ้าที่มีอยู่ทั้ง 3 ชนิดได้ โดยมีความผิดพลาดไม่เกิน 2 เซนติเมตร

1.3 เนื้อหาโดยสังเขป

เนื้อหาภายในปริญญานิพนธ์ฉบับนี้แบ่งออกเป็นบทต่างๆ เพื่อสะดวกต่อการศึกษาค้นคว้าและทำความเข้าใจ ในแต่ละบทจะประกอบไปด้วยเนื้อหาดังต่อไปนี้

บทที่ 1 ความเป็นมาและความสำคัญ ขีดความสามารถของโครงงาน และเนื้อหาโดยสังเขป

บทที่ 2 ทฤษฎีและหลักการ ประกอบไปด้วยทฤษฎีเกี่ยวกับสายนำไฟฟ้า มอเตอร์กระแสตรง อุปกรณ์ตรวจจับ อุปกรณ์แสดงผลแบบดิจิตอล และไมโครคอนโทรลเลอร์ตระกูล MCS-51

บทที่ 3 การออกแบบ การสร้าง และการทำงาน กล่าวถึงการออกแบบ การสร้าง และการทำงานในส่วนต่างๆ ที่ใช้ในโครงงาน โดยจะแบ่งออกเป็น 2 ส่วน คือ ส่วนที่หนึ่งเป็นการออกแบบ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

วงจร ได้แก่ ภาคตรวจสอบสายไฟฟ้า ภาคสวิตช์ควบคุมการเลือกสาย ภาคขับมอเตอร์กระแสตรง ภาคแสดงผลแบบผลึกเหลว ภาคประมวลผล และภาคจ่ายไฟ ในส่วนที่สองเป็นการออกแบบระบบกลไก ได้แก่ การออกแบบม้วนเก็บสาย การออกแบบส่วนการจ่ายสายและส่วนการรับสาย การออกแบบชุดตัดสาย และการออกแบบช่องเก็บสาย

บทที่ 4 การทดลองและผลการทดลอง ประกอบด้วย การทดลองการทำงานของเครื่องจ่ายสายไฟฟ้า แบ่งออกเป็นภาคต่างๆ

บทที่ 5 บทสรุป ปัญหา แนวทางแก้ไข และพัฒนา เป็นการสรุปผลในการจัดทำโครงงาน ปัญหาที่เกิดขึ้น และได้เสนอแนะแนวทางแก้ไขปัญหา รวมทั้งแนวทางในการพัฒนาให้มีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้น

ภาคผนวก ก แสดงภาพเครื่องต้นแบบ การติดตั้ง การเชื่อมต่อกับอุปกรณ์อื่นๆ ขณะใช้งานจริง

ภาคผนวก ข ประกอบด้วยผังรายละเอียดวงจรและแผ่นวงจรพิมพ์

ภาคผนวก ค แสดงรายการอุปกรณ์ที่ใช้งานในแต่ละวงจร

ภาคผนวก ง แสดงผังการทำงานและโปรแกรมทั้งหมดที่สร้างขึ้นเพื่อประกอบการทำงานในโครงงาน

ภาคผนวก จ คู่มือการใช้งาน

ภาคผนวก ฉ แสดงรายละเอียดและคุณสมบัติของอุปกรณ์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 2
ทฤษฎีและหลักการ

2.1 ลักษณะทั่วไปของสายไฟฟ้า

สายไฟฟ้ามี 2 แบบด้วยกัน คือ สายแข็ง (Solid Wire) และสายตีเกลียว (Stranded Wire) ลักษณะของสายแข็งและสายตีเกลียว วัตถุที่นำมาทำเป็นสายไฟฟ้ามีทั้งอลูมิเนียมและทองแดง สายไฟฟ้าที่ทำด้วยอลูมิเนียมมักจะทำเป็นสายไฟฟ้าแรงสูงในระบบสายส่งและเป็นสายเปลือยมากกว่าที่จะใช้เป็นสายไฟฟ้าแรงต่ำ สายไฟฟ้าที่ทำด้วยทองแดงมีใช้งานไฟฟ้าทั่วไป และสายไฟแบ่งออกได้ 2 ชนิดด้วยกัน คือ สายเปลือย (Base Wire) และสายหุ้มฉนวน (Insulated Wire) สายไฟฟ้าที่ทำด้วยทองแดงไม่น้อยกว่า 98% และสายไฟฟ้าที่ทำด้วยอลูมิเนียมจะต้องมีอลูมิเนียมไม่น้อยกว่า 99.3 %

สายเปลือย แบ่งออกเป็น 2 ชนิด คือ ชนิดที่ใช้เกี่ยวกับงานเครื่องจักรกลไฟฟ้า ในการพันขดลวดสนามแม่เหล็กต่างๆ สายเปลือยชนิดนี้ผิวด้านนอกจะอาบด้วยน้ำยาที่เป็นฉนวนไฟฟ้า เช่น น้ำยาวานิช (Vanish) สายเปลือยอีกชนิดหนึ่งคือสายไฟฟ้าที่ใช้ในระบบสายส่งแรงสูง สายไฟฟ้าชนิดนี้อาจจะทำด้วยทองแดงหรืออลูมิเนียมขนาดของสายเปลือยที่ใช้ในระบบสายส่งจะใช้ตารางขนาดสายเดียวกับกรณีแรก

สายหุ้มฉนวน หมายถึงสายไฟฟ้าที่ทำด้วยทองแดงหรืออลูมิเนียม แล้วหุ้มผิวนอกด้วยวัตถุที่เป็นฉนวนไฟฟ้า

2.1.1 ชนิดของสายไฟหุ้มฉนวน

สายไฟหุ้มฉนวนมีหลายชนิดด้วยกัน ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับการจะนำไปใช้งาน ฉนวนที่ใช้หุ้มสายไฟฟ้าแต่ละชนิดไม่เหมือนกัน บางชนิดเหมาะกำหรับติดตั้งในบ้านพัก บางชนิดเหมาะสำหรับติดตั้งนอกอาคาร บางชนิดเหมาะสำหรับติดตั้งในที่อุณหภูมิสูงๆ หรือในที่มีสภาพเปียกชื้น ดังนั้นสายไฟฟ้าแต่ละชนิดจึงแบ่งตามชนิดของฉนวนที่นำมาหุ้มเพื่อให้เหมาะสมในแต่ละสภาพที่จะนำไปติดตั้ง ฉนวนที่หุ้ม เช่น เทอร์โมพลาสติก ได้แก่ พี.วี.ซี. (Polyvinyl Chrolide) โพลีทีน (Polythene) โพลีเอทีลีน (Polyethylene) หรือนีโอพรีน (Neoprene) เป็นต้น สายหุ้มฉนวนบางชนิดอาจจะมีฉนวนหุ้มหนึ่งชั้นหรือสองชั้น หรือสามชั้นก็มี ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับสถานที่ที่จะนำไปติดตั้ง ในที่นี้จะกล่าวถึงเฉพาะสายหุ้มฉนวนที่มักจะต้องใช้ในงานติดตั้งไฟฟ้าในบ้านพัก – ในโรงงานเท่านั้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ซึ่งสายไฟที่นิยมใช้ในปัจจุบันมีดังต่อไปนี้

1) ชนิด IV สายไฟฟ้าชนิดนี้ตัวนำไฟฟ้าทำด้วยทองแดงหุ้มด้วยฉนวนพี.วี.ซี. ใช้ติดตั้งในบ้านพักอาศัยทั่วไปทนอุณหภูมิได้สูงถึง 60°C ใช้กับแรงดันไฟฟ้าได้ 250 โวลต์ และใช้เป็นสายเมนจากวัตต์อาวร์มีเตอร์ เข้าบ้านได้

2) ชนิด VCT ตัวนำไฟฟ้าทำด้วยทองแดงหุ้มด้วยฉนวนพี.วี.ซี. ใช้ติดตั้งในงานเครื่องจักรกลต่าง ๆ ทนอุณหภูมิได้สูงถึง 60°C ใช้กับแรงดันไฟฟ้าได้ 750 โวลต์

3) ชนิด VAF ตัวนำไฟฟ้าทำด้วยทองแดงหุ้มด้วยฉนวนพี.วี.ซี. ใช้ติดตั้งในบ้านพักอาศัยทั่วไป ทนอุณหภูมิได้สูงถึง 60°C ใช้กับแรงดันไฟฟ้าได้ 250 โวลต์

4) ชนิด TW ตัวนำไฟฟ้าทำด้วยทองแดงหุ้มด้วยฉนวนพี.วี.ซี. ใช้ติดตั้งในบ้านพักอาศัยสำนักงานและงานอุตสาหกรรมทั่วไป ทนอุณหภูมิได้สูงถึง 60°C ใช้กับแรงดันไฟฟ้าได้ 750 โวลต์

5) ชนิด THW ตัวนำไฟฟ้าทำด้วยทองแดงหุ้มด้วยฉนวนพี.วี.ซี. ใช้งานได้เช่นเดียวกับกรณีของชนิด TW แต่ทนอุณหภูมิได้สูงถึง 75°C และใช้กับแรงดันไฟฟ้าได้ 750 โวลต์

6) ชนิด NYY ตัวนำไฟฟ้าทำด้วยทองแดง หุ้มด้วยฉนวนพี.วี.ซี. ใช้ติดตั้งใต้พื้นดิน ทนอุณหภูมิได้สูงถึง 60°C และใช้กับแรงดันไฟฟ้า 750 โวลต์

7) ชนิด VFF ตัวนำไฟฟ้าด้วยทองแดงชนิดงอได้ (flexible copper wire) หุ้มด้วยฉนวนพี.วี.ซี. ใช้กับเครื่องใช้ไฟฟ้าที่เคลื่อนที่ได้ทนอุณหภูมิได้สูงถึง 60°C ใช้กับแรงดันไฟฟ้า 250 โวลต์

8) ชนิด AV ตัวนำไฟฟ้าทำด้วยทองแดงหุ้มด้วยฉนวนพี.วี.ซี. ใช้ติดตั้งกับงานไฟฟ้ารถยนต์ ทนอุณหภูมิได้สูงถึง 60°C ใช้กับแรงดันไฟฟ้าต่ำๆ (แรงดันที่ใช้ในรถยนต์) ชนิดต่างๆ ของสายไฟหุ้มฉนวน

2.1.2 สีของฉนวนหุ้มสายไฟฟ้า

เพื่อให้เกิดความสะดวกในการที่ต้องนำเอาสายไฟฟ้าต่อเข้าด้วยกันหรือในการตรวจวงจรไฟฟ้าที่เดินด้วยสายไฟฟ้าหลายๆ เส้น บริษัทผู้ผลิตจึงให้สีกับฉนวนที่ใช้หุ้มสายไฟฟ้า ซึ่งการกำหนดสีนี้ต้องเป็นไปตามข้อกำหนดสากลดังนี้

1) สายหุ้มฉนวนชนิด 2 แกน (Core) จะต้องมีสีเทาอ่อนกับสีดำหรือสีขาวกับสีดำ

2) สายหุ้มฉนวนชนิด 3 แกน ต้องประกอบด้วยสีเทาอ่อน (ขาว) สีดำ และสีแดง

3) สายหุ้มฉนวนชนิด 4 แกน ต้องประกอบด้วยสีเทาอ่อน (ขาว) สีดำ สีแดง และสีน้ำเงิน

4) สายหุ้มฉนวนชนิด 5 แกน ต้องประกอบด้วยสีเทาอ่อน (ขาว) สีดำ สีแดง สีน้ำเงิน และสีเหลือง

5) สายหุ้มฉนวนที่มีสายกราวด์ (Ground) สีของสายกราวด์ จะใช้สีเขียว

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 2.1 สาย VAF สองแกน 250 โวลต์

พื้นที่โดยปกติของตัวนำ	จำนวนและเส้นผ่าศูนย์กลางของเส้นลวด	ความหนาของฉนวน	ความหนาของชีลด์	ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางทั้งหมดที่สูงที่สุด	ความต้านทานของฉนวนสูงสุดที่อุณหภูมิ 60 °C	อัตรากระแสในอากาศ	
						60 °C	75 °C
mm^2	mm	mm	mm	mm	MΩ/km	A	A
0.5	1/0.08	0.6	0.9	5.06x7.26	0.073	6	8
1	1/1.13	0.6	0.9	5.39x7.92	0.057	10	13
1.5	1/1.37	0.6	1.2	6.27x9.13	0.050	13	17
2.5	1/1.78	0.7	1.2	6.93x10.45	0.046	18	23

2.2 ขนาดของสายไฟฟ้า

ขนาดของสายไฟฟ้าคิดเป็นพื้นที่หน้าตัด มีหน่วยเป็นเซอร์คูลามิล (Circular mil.) หรือตารางมิลลิเมตร (Square mm.) หรือตารางนิ้ว (Square in.) เป็นต้น สายเปลือยนั้นลักษณะของสายไฟฟ้าเป็นสายเส้นเดียวล้วนๆ ซึ่งจัดว่าเป็นสายแข็ง (Solid Wire) เหมือนกัน โดยมีพื้นที่หน้าตัดกลม

2.2.1 พื้นที่หน้าตัดในหน่วย Circular Mil.

ถ้าในความยาว 1 นิ้วแบ่งออกเป็น 1000 ส่วนเท่าๆ กัน แต่ละส่วนเรียกว่ามีความยาว 1 มิล (Mil.) ดังนั้น 1 มิล = $\frac{1}{1000}$ นิ้ว สายไฟฟ้าที่มีพื้นที่หน้าตัด 1 เซอร์คูลามิล หมายความว่า สายไฟฟ้าเส้นนั้นจะต้องมีเส้นผ่าศูนย์กลาง 1 มิล หรือ $\frac{1}{1000}$ นิ้ว หรือ 0.001 นิ้ว

∴ พื้นที่หน้าตัดของสายไฟฟ้าหาได้จากสมการที่ (2.1)

$$A = \frac{\pi D_1^2}{4} \qquad (2.1)$$

$$A = \frac{\pi(1)^2}{4}$$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

$$A = 0.7854 \text{ ตารางนิ้ว}$$

สายไฟฟ้ามีเส้นผ่าศูนย์กลาง 0.001 นิ้ว (1 มิล)

∴ พื้นที่หน้าตัดของสายไฟฟ้าเส้นนี้

$$a = \frac{\pi D_1^2}{4}$$

$$= \frac{\pi(0.001)^2}{4}$$

$$= 7.854 \times 10^{-7} \text{ ตารางนิ้ว}$$

$$\therefore \quad \frac{A}{a} = \frac{0.7854}{7.854x10^{-7}}$$

หรือ

$$A = 1{,}000{,}000 \times a$$

$$= 1{,}000{,}000 \times 1 \text{ เซอร์มิล}$$

$$A = 1{,}000{,}000 \text{ เซอร์มิล}$$

สายไฟฟ้าดังกล่าวมีเส้นผ่าศูนย์กลาง 1 นิ้ว จะมีพื้นที่หน้าตัดมากกว่าสายไฟฟ้าที่มีเส้นผ่าศูนย์กลางเพียง 0.001 นิ้ว หรือ 1 มิล ถึง 1,000,000 เท่า

ความสัมพันธ์ระหว่างสายไฟฟ้าทั้งสองขนาดเขียนใหม่ได้ว่า

$$\frac{A}{a} = \frac{\frac{\pi D_1^2}{4}}{\frac{\pi D^2}{4}} = \frac{D_1^2}{D^2} \qquad (2.2)$$

$$= \frac{D_1^2}{(0.001)^2} = 1{,}000{,}000\, D^2_1 \text{ (ไม่มีหน่วย)}$$

$$= (1{,}000\, D_1)\,(1{,}000\, D_1)$$

$$A = (1{,}000\, D_1)\,(1{,}000\, D_1) \times a$$

A มีค่าเท่ากับ 1 เซอร์มิล

ดังนั้น $A = d^2$ เซอร์มิล

เมื่อ $d = 1{,}000\, D_1$

เมื่อต้องการทราบว่า สายไฟฟ้าเส้นใดมีพื้นที่หน้าตัดกี่เซอร์คูลาร์มิล ให้นำเส้นผ่าศูนย์กลางของสายไฟฟ้าที่มีหน่วยเป็นนิ้วคูณด้วย 1,000 แล้วยกกำลังสอง ก็จะได้พื้นที่หน้าตัดเป็นเซอร์คูลามิลทันที

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ถ้าสายไฟฟ้ามีเส้นผ่าศูนย์กลาง 500 มิล (0.5 นิ้ว) เมื่อยกกำลังสองจะได้พื้นที่หน้าตัด 250,000 เซอร์คูลาร์มิล เป็นต้น

2.2.2 พื้นที่หน้าตัด ตารางมิลลิเมตร

ซึ่งอาจจะเขียนได้ว่า $mm.^2$ หรือ $มม.^2$ พื้นที่หน้าตัดของสายไฟฟ้าแบบนี้ คำนวณได้จากเส้นผ่าศูนย์กลางของสายไฟฟ้าที่มีหน่วยเป็นมิลลิเมตร

นอกจากนี้พื้นที่หน้าตัดของสายไฟฟ้า คิดเป็นตารางนิ้ว ซึ่งใช้วิธีคำนวณเช่นเดียวกับการคิดพื้นที่หน้าตัดในหน่วยตารางมิลลิเมตร

หน่วยที่ใช้เปรียบเทียบมีดังนี้

1 เซอร์คูลามิล $= 7.854 \times 10^{-7}$ ตารางนิ้ว

1 เซอร์คูลามิล $= 5.0671 \times 10^{-4}$ ตารางมิลลิเมตร

2.3 มอเตอร์กระแสตรง

2.3.1 หลักการทำงาน

มอเตอร์กระแสตรงมีหลายชนิด และมีขอบเขตการใช้งานกว้างขวาง แต่มอเตอร์กระแสตรงทุกชนิดมีหลักการในการทำงานเหมือนกัน คือ การผ่านกระแสไฟฟ้าให้ขดลวดในสนามแม่เหล็ก ซึ่งจะทำให้เกิดแรงแม่เหล็ก สัดส่วนของแรงนี้ขึ้นอยู่กับกระแส และกำลังของสนามแม่เหล็ก แรงจะเกิดขึ้นเป็นมุมฉากกับกระแส และสนามแม่เหล็กขณะที่ทิศทางของแรงจะกลับตรงกันข้ามถ้ากระแสของสนามแม่เหล็กไหลย้อนกลับ การเปลี่ยนแปลงของสนามแม่เหล็กและกระแสจะเป็นผลทำให้ทิศทางของแรงเปลี่ยนแปลงเช่นกัน ด้วยคุณสมบัติเช่นนี้ทำให้มอเตอร์กระแสตรงกลับทิศทางการหมุนได้

พิจารณาถึงส่วนของแท่งแม่เหล็กถาวร สนามแม่เหล็กของมอเตอร์ที่เกิดขึ้นส่วนหนึ่งจะขึ้นอยู่กับจำนวนของแท่งแม่เหล็กถาวร ซึ่งจะถูกยึดติดกับแผ่นแม่เหล็ก หรือชิ้นส่วนที่เป็นเหล็กกล้า และบางแบบที่ทำตัวถังเป็นแม่เหล็ก โดยปกติส่วนนี้จะเป็นส่วนที่อยู่กับที่ของมอเตอร์ ขดลวดเหนี่ยวนำจะถูกพันอยู่บนส่วนที่เป็นแกนหมุนของมอเตอร์

โครงสร้างทั่วๆ ไปของมอเตอร์กระแสตรงแยกเป็น 3 ส่วน แสดงให้เห็นถึงโครงสร้างของมอเตอร์รุ่นเล็กๆ ทางเดินของฟลั๊กซ์แม่เหล็ก และสนามแม่เหล็กซึ่งเกิดจากแท่งแม่เหล็กเฟอร์ไรต์สองชิ้นขึ้นรูป เป็นแบบโค้งยึดติดกับตัวถังได้พอดี เพื่อที่จะให้เส้นแรงแม่เหล็กวิ่งเข้าสู่ใจกลางของมอเตอร์ ความเข้มของสนามแม่เหล็กจะขึ้นอยู่กับความหนาของแม่เหล็กด้วย ฟลั๊กซ์แม่เหล็กจะวิ่งไปบนตัวถัง กระแสไฟฟ้าในขดลวดที่พันอยู่กับทุ่นโรเตอร์จะทำให้เกิดสนามแม่เหล็กไฟฟ้าต้าน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กับแม่เหล็กถาวร เกิดเป็นแรงบิดหมุนแท่งโรเตอร์ไปตามทิศทางเดียวกับทิศทางของสนามแม่เหล็กที่มีแรงมากกว่า

กระแสจะไหลผ่านไปยังทุ่นโรเตอร์ โดยผ่านแปลงถ่าน ซึ่งสัมผัสกับ แหวนตัวนำบนแท่งโรเตอร์ แหวน(คอมมิวเตเตอร์) ถูกแบ่งเป็น 3 ส่วน ทำหน้าที่นำกระแสเข้าขดลวด

การทำงานของมอเตอร์ กระแสในขดลวด B จะมีทิศทางตรงข้ามกับกระแสในขดลวด A และ C โดยที่ขดลวดทั้ง 3 ต่อกันในลักษณะอนุกรม

ทิศทางการไหลของกระแสในขดลวด B ทำให้ขั้วแม่เหล็ก B มีสภาพเป็นขั้วเหนือถูกดูดไปทางขั้วใต้ของแม่เหล็กสถิตย์ ส่วนขดลวด A และ C มีสภาพเป็นขั้วใต้ จึงถูกดูดไปทางขั้วเหนือ แรงดูดแบบนี้ทำให้ทุ่นโรเตอร์เกิดแรงบิดมีทิศทางตามเข็มนาฬิกาเมื่อโรเตอร์หมุนไปได้เล็กน้อย แปรงถ่านจะสัมผัสของส่วนของ Z ของคอมมิวเตเตอร์เป็นผลให้กระแสในขดลวด A มีทิศทางตรงข้ามกับตอนแรก ส่วนทิศทางของกระแสในขดลวดที่เหลืออีก 2 ขดไหลทิศทางเดิม ขั้ว A ก็จะกลายเป็นขั้วเหนือ และถูกหักออกจากขั้วเหนือของแม่เหล็กสถิตย์ไปยังขั้วใต้แทน ในลักษณะที่กล่าวมา จึงทำให้มอเตอร์หมุนต่อไปได้ เมื่อขั้ว B อยู่ตรงกับขั้วใต้ของแม่เหล็กสถิตย์ แปรงถ่านขั้วลบจะเปลี่ยนจากอาเมเจอร์ส่วนของ Y และส่วนของ Z กระแสในขดลวด B มีทิศทางตรงข้ามกับทิศทางเดิม และขั้ว B ซึ่งเป็นขั้วใต้จะถูกผลักออกจากขั้วใต้ของแม่เหล็กสถิตย์ การหมุนจะเป็นวัฏจักรในทิศทางนี้ตลอดไปเรื่อยๆ จนกว่ากระแสภายนอกจะกลับทิศทาง

(ก) สเตเตอร์ (ข) โรเตอร์

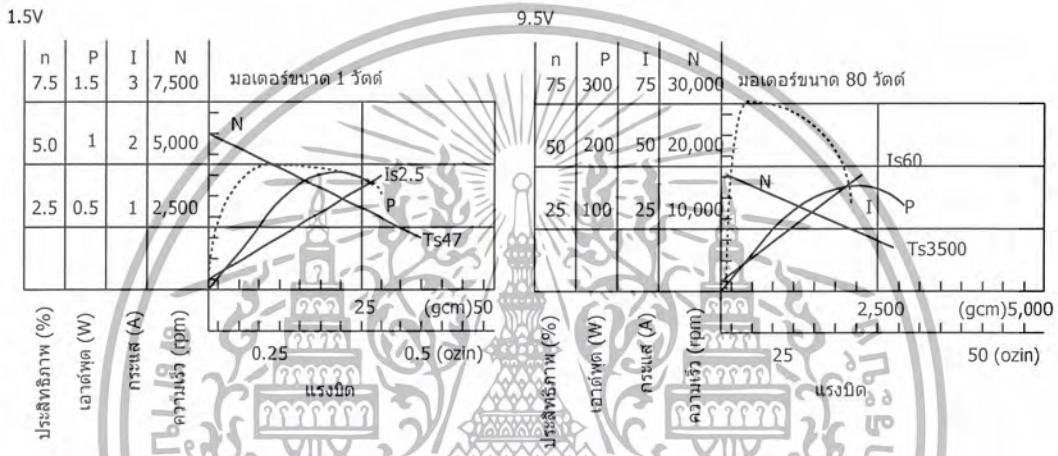
รูปที่ 2.1 ส่วนประกอบของมอเตอร์กระแสตรง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.3.2 คุณสมบัติของมอเตอร์

แรงที่เกิดจากกระแสที่ผ่านตัวนำเข้าไปยังสนามแม่เหล็กต้องมีสภาวะที่เหมาะสมนั้นทำให้เกิดข้อจำกัดของแรงบิดในตัวมอเตอร์

รูปที่ 2.2 แสดงแผนภาพคุณสมบัติของมอเตอร์ขนาดเล็กที่มีขนาดกำลังประมาณ 1 วัตต์ และอีกรูปหนึ่งแสดงแผนภาพของมอเตอร์ขนาดใหญ่มีกำลังประมาณ 80 วัตต์ เปรียบเทียบโดยให้แรงดันคงที่



(ก) มอเตอร์ขนาด 1 วัตต์ (ข) มอเตอร์ขนาด 80 วัตต์

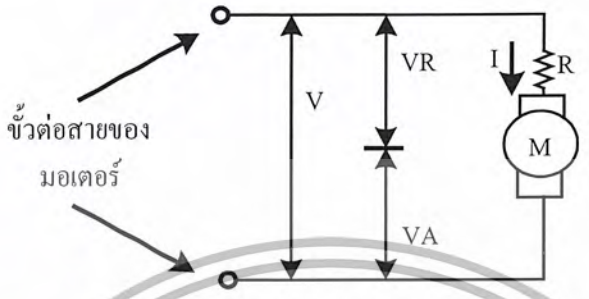
รูปที่ 2.2 แผนภาพคุณสมบัติของมอเตอร์

สังเกตได้ว่าความสัมพันธ์ระหว่างกระแสกับแรงบิดเป็นเส้นตรงถ้าไม่คำนึงถึงแรงดันที่ป้อนให้ และความเร็วในการหมุน จะพบว่าอัตราส่วนแรงบิด และกระแส (T/I) ทุกจุดจะเท่ากัน ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับความเร็วรอบ กำลังของแม่เหล็ก ชนิด และจำนวนของแผ่นเหล็กในทุ่น โรเตอร์ สเตเตอร์ และช่องว่างระหว่างโรเตอร์กับสเตเตอร์

ความสัมพันธ์ที่สองที่ได้จากแผนภาพ คือ ความเร็วเปรียบเทียบกับแรงบิด ซึ่งความเร็วขณะไม่มีโหลดจะมีแผนภาพเป็นเส้นตรง เพื่อที่จะอธิบายคุณสมบัติของมอเตอร์ให้ละเอียดมากยิ่งขึ้น ต้องพิจารณาแรงดันที่ป้อน และความต้านทานของโรเตอร์ด้วย วงจรภายในมอเตอร์เขียนได้ดังรูปที่ 2.3 โดยสมมติให้ทุ่นโรเตอร์ไม่มีความต้านทานอยู่เลย อนุกรมกับความต้านทาน ซึ่งก็คือความต้านทานของขดลวดนั่นเอง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

แรงดันที่ขั้วต่อสายของมอเตอร์ คือ ผลบวกระหว่างแรงดันที่ทุ่นโรเตอร์ (V_A) และแรงดันตกคร่อมความต้านทานขดลวด (V_R)



รูปที่ 2.3 วงจรภายในของมอเตอร์กระแสตรง

แรงดัน V_A ถูกเรียกว่าแรงเคลื่อนเหนี่ยวนำป้อนกลับ (Back Emf) ซึ่งเกิดขึ้นในขดลวดโรเตอร์ขณะที่หมุน แรงดันที่เกิดขึ้นนี้เป็นไปตามกฎของการเหนี่ยวนำแม่เหล็กไฟฟ้าจากการเคลื่อนที่ของตัวนำ ในสนามแม่เหล็กสัมพันธ์กับแรงเคลื่อนเหนี่ยวนำแม่เหล็ก และความเร็วในการเคลื่อนที่ของตัวนำ แรงดันที่เกิดขึ้นจะมีขั้วตรงข้ามกับแรงดันที่ป้อนให้มอเตอร์ และแปรผันตรงกับความเร็วของการหมุนของผลบวกของแรงดันที่ทุ่นโรเตอร์ (V_A) และแรงดันตกคร่อมขดลวด (V_R) ต้องเท่ากับแรงดันที่ป้อนให้กับมอเตอร์ (V)

$$V = V_A + V_R \quad \text{(V)} \tag{2.3}$$

พิจารณาตั้งแต่มอเตอร์หยุดนิ่ง ความเร็วมีค่าเป็นศูนย์ ดังนั้น กระแสที่ไหลในมอเตอร์หาได้จาก

$$I = \frac{V_R}{R} \quad \text{(A)} \tag{2.4}$$

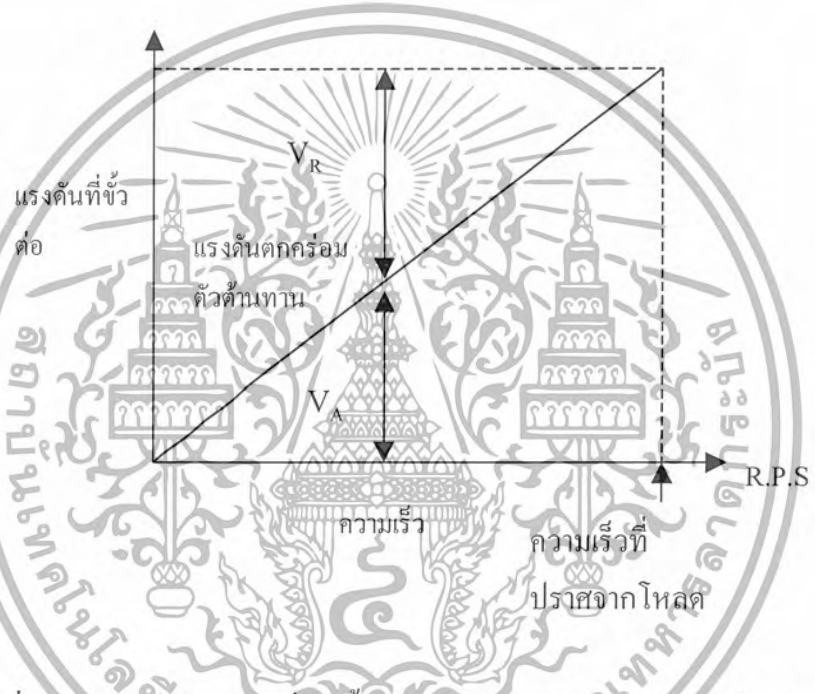
เมื่อมอเตอร์เริ่มหมุนจะมีความเร็ว และ V_A เพิ่มขึ้นเป็นเส้นตรงตามความเร็ว V_R ซึ่งมีค่าเท่ากับ ความแตกต่างระหว่าง V_A และ V จะเริ่มลดลง กระแส (I) จะเริ่มลดลง เช่นกันขณะที่มอเตอร์ยังมีความเร่งอยู่ความเร็วจะเพิ่มขึ้น แรงบิดจะลดลงจนกว่าจะถึงจุดซึ่งแรงบิดของมอเตอร์รับภาระ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

โหลดได้สมดุลย์พอดี ขณะที่มอเตอร์ไม่มีโหลด และหมุนได้อย่างอิสระจะมีเพียงแต่ค่าความฝืดของลูกปืน และแรงต้านของอากาศ ทำให้ค่า V_A เกือบจะเท่ากับค่า V

ในรูปที่ 2.4 แรงดันที่ป้อนให้ของมอเตอร์ก็คือผลบวกของ V_A และ V_R ที่ทุกๆ ความเร็ว ส่วนกระแส และแรงบิดจะแปรผันตรงกับ V_R ความสัมพันธ์ระหว่างแรงบิด และความเร็วเมื่อเทียบกับเปอร์เซ็นต์ ขณะที่แรงดันจากภายนอกคงที่จะเป็นเส้นตรงเช่นกันสามารถสรุปได้ว่า

ความเร็ว = 1 - แรงบิด (2.5)



รูปที่ 2.4 แผนภาพค่าแรงดันที่เกิดขึ้นในมอเตอร์กระแสตรงกับความเร็วรอบ

2.4 อุปกรณ์ตรวจจับและกำเนิดแสง

ในวงจรอิเล็กทรอนิกส์ในส่วนนำสัญญาณเข้าที่ทำหน้าที่เป็นส่วนรับรู้ความรู้สึกต่างๆ เรียกว่า ตัวตรวจจับ (Sensor) ซึ่งจะทำการเปลี่ยนแปลงความรู้สึกต่างๆ ที่ได้รับเป็นสัญญาณทางไฟฟ้าซึ่งอาจจะเป็นแรงดัน หรือกระแสก็ได้ และส่งให้กับวงจรอิเล็กทรอนิกส์เพื่อตีความหมายและเอาผลดังกล่าวไปใช้งานได้ตามต้องการ

ตัวตรวจจับแบบพื้นฐานที่นิยมใช้ทั่วไป เช่น สวิตช์กลไก โฟโตทรานซิสเตอร์ สวิตช์แม่เหล็ก เซลล์รับแสง ออปโตคัปเปอร์ ตัวตรวจจับตำแหน่ง ตัวตรวจจับแรงดัน ตัวตรวจจับอุณหภูมิ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตัวตรวจจับเสียง เป็นต้น ตัวตรวจจับต่างๆ เหล่านี้ จะทำหน้าที่เปลี่ยนสถานภาพทางฟิสิกส์ให้เป็นสัญญาณไฟฟ้า เพื่อนำไปประยุกต์ใช้งานในวงจรอิเล็กทรอนิกส์ให้สามารถทำงานได้ตามต้องการ

2.4.1 โฟโตทรานซิสเตอร์

โดยภาวะปกติสารกึ่งตัวนำจะมีคุณสมบัติที่ไวต่อแสงเมื่อมีการนำเอาสารกึ่งตัวนำมาสร้างเป็นโฟโตทรานซิสเตอร์โปรตอนจากแสงจะทำให้เกิดอิเล็กตรอนอิสระขึ้น เป็นผลทำให้เกิดการไหลของกระแสไฟฟ้าขึ้นได้ ดังนั้นโฟโตทรานซิสเตอร์เป็นตรวจจับแสงชนิดหนึ่งซึ่งถูกออกแบบขึ้นมาจากการเกิดประสบการณ์อย่างหนึ่งของสารกึ่งตัวนำ และมีรอยต่อ P-N ระหว่างสารสองชนิดของโฟโตทรานซิสเตอร์ ซึ่งรอยต่อนี้มีขนาดใหญ่กว่ารอยต่อ P-N ของทรานซิสเตอร์โดยทั่วไป ความแตกต่างจากทรานซิสเตอร์ทั่วไป คือ ที่ตัวถังด้านบนของโฟโตทรานซิสเตอร์จะมีช่องสำหรับรับแสงเพื่อส่งไปยังรอยต่อ P-N โดยช่องรับแสงนี้จะมีวัสดุเคลียร์ไมก้า (Clear Mica) หรือควอตซ์เลนซ์ (Quartz Lenz) ติดอยู่บนช่องรับแสง

วงจรสมมูลย์ของโฟโตทรานซิสเตอร์ ซึ่งก็คือการนำทรานซิสเตอร์มาต่อร่วมกับโฟโตไดโอด โดยตัวโฟโตไดโอดจะเป็นตัวควบคุมการจัดแรงดันให้ทรานซิสเตอร์ทำงาน เมื่อเกิดแสงมาตกกระทบที่ตัวโฟโตไดโอด จะทำให้เกิดแรงดันไปยังขาเบสของทรานซิสเตอร์ก่อให้เกิดกระแสเบสขึ้น ส่งผลให้ทรานซิสเตอร์ทำงานในที่สุด

ตามปกติการคำนวณหาค่าของกระแสอิมิตเตอร์จะใช้ความสัมพันธ์ดังนี้

$$I_E = I_B \cdot (h_{FE} + 1) \tag{2.6}$$

แต่ในกรณีของโฟโตทรานซิสเตอร์ และเนื่องจากที่ขาเบส และคอลเลคเตอร์ของโฟโตไดโอดคร่อมอยู่ดังนั้นเมื่อโฟโตทรานซิสเตอร์ทำงานกระแสที่ไหลผ่านตัวโฟโตไดโอดต้องพิจารณาเป็นกระแสไหลเข้าร่วมกับกระแสเบสจะทำให้สมการของกระแสที่ขาอิมิตเตอร์ของโฟโตทรานซิสเตอร์จึงกลายเป็น

$$I_E = (I_P + I_B) \cdot (h_{FE} + 1) \tag{2.7}$$

โดยที่ h_{FE} คือ อัตราการขยายกระแสของตัวโฟโต้ทรานซิสเตอร์

I_P คือ กระแสที่ไหลผ่านตัวโฟโต้ไดโอด

I_B คือ กระแสเบสของโฟโต้ทรานซิสเตอร์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สำหรับเครื่องหมายบวก และลบของ I_B ในสมการเป็นตัวบ่งบอกถึงชนิดของทรานซิสเตอร์ หากเป็นโฟโตทรานซิสเตอร์ชนิดเอ็นพีเอ็นค่า I_B จะเป็นบวก แต่ถ้าเป็นชนิดพีเอ็นพีค่าของ I_B จะเป็นลบ

สำหรับความต้านทานด้านไฟฟ้ากระแสสลับของส่วนรับของโฟโตทรานซิสเตอร์จะมีค่าเท่ากับ Rin x h_{FE} ในภาวะที่โฟโตทรานซิสเตอร์ยังไม่ทำงานค่าความต้านทานภายใน (Rin) ของโฟโตทรานซิสเตอร์จะสูงมาก เนื่องจากการที่โฟโตไดโอดภายในโฟโตทรานซิสเตอร์ถูกไบแอสกลับไว้ ทำให้เกิดค่าความต้านทานสูงมากขึ้น ซึ่งค่าความต้านทานอินพุทนี้เองจะเป็นตัวที่กำหนดความเร็วในการทำงานของตัวโฟโตทรานซิสเตอร์ ดังนั้นหากต้องการนำโฟโตทรานซิสเตอร์ไปใช้งานที่มีการสวิตช์ความเร็วสูงต้องพิจารณาถึงพารามิเตอร์ตัวนี้ด้วย

พารามิเตอร์อีกตัวหนึ่งที่ต้องให้ความสำคัญคือ ค่าของกระแสรั่วไหลที่เกิดขึ้นภายในตัว โฟโตทรานซิสเตอร์ในขณะที่ยังไม่ทำงาน นั่นคือกระแสรั่วไหลระหว่างขาคอลเล็กเตอร์ และอิมิตเตอร์ที่จะเกิดขึ้นในขณะที่โฟโตทรานซิสเตอร์ยังไม่มีแสงมากระทบให้ตัวมันทำงาน หรือ I_{CEO}(dark) ซึ่งสามารถคำนวณได้จากสมการ

$$I_{CEO}(dark) = h_{FE} \times I_{CBO} \tag{2.8}$$

โดยที่ I_{CBO} คือ ค่าของกระแสรั่วไหลที่ขาคอลเล็กเตอร์ และเบส ซึ่งก็คือกระแสรั่วไหลของตัวโฟโต้ไดโอดนั่นเองปกติในโฟโต้ทรานซิสเตอร์ทั่วๆ ไปค่าของกระแสรั่วไหลนี้จะต่ำมากๆ อยู่ระหว่าง 4-8 ไมโครแอมป์แปร์ที่อุณหภูมิห้อง

2.4.2 อินฟาเรด แอลอีดี

อินฟาเรด แอลอีดี (Infrared LED) ถูกสร้างขึ้นมาเพื่อกำเนิดแสงในย่านอินฟาเรด เมื่อตัวมันนำกระแสอิเล็กตรอนจะเคลื่อนที่ผ่านสารกึ่งตัวนำชนิดพิเศษ และเกิดพลังงานจากโฟตอน การเกิดพลังงานดังกล่าวเป็นไปในทันที ที่มีกระแสไหลผ่าน อินฟาเรด แอลอีดี สามารถกำเนิดแสงอินฟาเรดได้ในช่วงสองความยาวคลื่น ดังนี้คือ อินฟาเรด แอลอีดีที่สร้างจากสารแกลเลี่ยมอาเซไนต์ (Gallium Arsenide : GaAs) จะให้ความยาวคลื่นประมาณ 940 นาโนเมตร และอินฟาเรดแอลอีดีที่สามารถสร้างจากสารอีกชนิดหนึ่งที่เรียกว่า แกลเลี่ยมอลูมินั่มอาเซไนต์ (Gallium Aluminum Arsenied : GaAlAs) ซึ่งจะกำเนิดแสงอินฟาเรดที่มีความยาวคลื่นประมาณ 880 นาโนเมตร

2.4.3 ออปโต้คัปเปอร์

ออปโต้คัปเปอร์ (Opto-Coupler) เป็นอุปกรณ์เชื่อมต่อทางแสง โดยตัวส่งแสงและรับแสงจะอยู่ในตัวถังเดียวกันซึ่งจะใช้หลักการเปลี่ยนสัญญาณทางไฟฟ้าเป็นสัญญาณแสง แล้วตัวรับแสง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

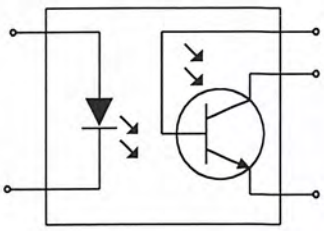
จะเปลี่ยนเป็นสัญญาณแสงมาเป็นสัญญาณไฟฟ้าเหมือนเดิม จุดประสงค์ในการเชื่อมต่อวิธีนี้ก็เพื่อป้องกันการรบกวนซึ่งกันและกัน และต้องการให้เกิดการแยกกันของวงจรโดยเด็ดขาด แรงดันระหว่างอุปกรณ์ทั้งสองด้าน คืออุปกรณ์ทางด้านปล่อยแสงและทางด้านรับแสงจะใช้แรงดันมากหรือน้อยจะขึ้นอยู่กับระยะห่างระหว่างตัวปล่อยแสงและตัวรับแสงถ้าระยะยิ่งห่างมาก แรงดันที่ป้อนให้ก็ต้องมากตามไปด้วยแต่มีข้อจำกัดตรงทนแรงดันของอุปกรณ์

อุปกรณ์ตัวกำเนิดแสงจะเป็นพวกแอลอีดี ส่วนมากจะเป็นชนิดอินฟาเรด และอุปกรณ์รับแสงจะเป็นพวกโฟโตดีเทคเตอร์ (Photo Detector) ที่นำมาใช้งานมีหลายชนิดคือ โฟโตไดโอด โฟโตทรานซิสเตอร์ ทั้งแบบธรรมดา และดาลิงตัน หรืออาจจะเป็นโฟโตเอสซีอาร์ เป็นต้น

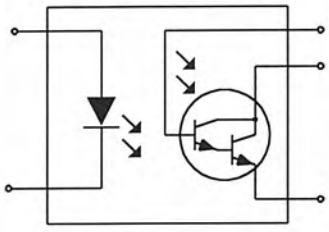
รูปที่ 2.5 วงจรเชื่อมต่อทางแสงโดยใช้ออปโตคัปเปอร์

การเชื่อมโยงทางแสง สามารถใช้ในงานที่ต้องการแยกระบบไฟฟ้าของทั้งสองวงจรออกจากกัน เช่น เมื่อใช้เอาต์พุตที่เป็นแรงดันต่ำของวงจรทางดิจิตอลไปควบคุมการทำงานของมอเตอร์ไฟสลับทั้งนี้เนื่องจากวงจรดิจิตอล ไม่สามารถส่งเอาต์พุตออกเป็นแรงดันไฟสลับได้ นอกจากนี้กระแสไฟฟ้าสลับที่เหนี่ยวนำขึ้นในวงจรทางดิจิตอลนั้น สามารถทำให้เกิดข้อยุ่งยากต่างๆ ได้ ดังนั้นมอเตอร์และวงจรทางดิจิตอลจึงต้องแยกกันทางไฟฟ้าซึ่งเป็นหน้าหลักของตัวเชื่อมโยงทางแสงที่สำคัญ ตัวเชื่อมโยงทางแสงมักถูกใช้ในงานอุตสาหกรรมขนาดใหญ่ เช่น ในสายการผลิตที่ใช้หุ่นยนต์

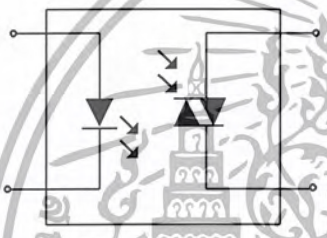
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



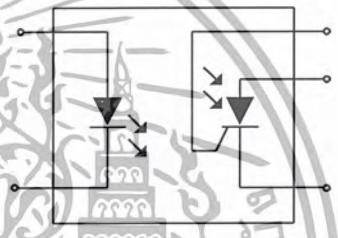
(ก) มีเอาต์พุตเป็นโฟโตทรานซิสเตอร์



(ข) มีเอาต์พุตเป็นโฟโตทรานซิสเตอร์ที่ต่อแบบดาลิงตัน



(ค) มีเอาต์พุตเป็นโฟโตไตรแอค



(ง) มีเอาต์พุตเป็นโฟโตเอสซีอาร์

รูปที่ 2.6 ตัวเชื่อมโยงทางแสงชนิดต่าง ๆ

2.5 ไมโครคอนโทรลเลอร์ตระกูล MCS-51

ไมโครคอนโทรลเลอร์ตระกูล MCS-51 ผลิตโดยบริษัทอินเทล มีการนำมาใช้ประโยชน์กันอย่างมากมายในปี ค.ศ. 1980 ต่อมาบริษัทฟิลลิปส์ และซีเมนต์ ได้รับลิขสิทธิ์ในการผลิตจำหน่ายและได้มีการเพิ่มประสิทธิภาพมากขึ้น

ไมโครคอนโทรลเลอร์ตระกูล MCS-51 ประกอบด้วยไมโครคอนโทรลเลอร์หลายรุ่น ซึ่งจะมีสถาปัตยกรรมพื้นฐานที่เหมือนกัน เพียงแต่มีขนาดของหน่วยความจำภายใน และหน่วยทำงานภายในที่แตกต่างกัน

2.5.1 คุณสมบัติของไมโครคอนโทรลเลอร์ MCS-51

1) หน่วยประมวลผลกลางขนาด 8 บิต

2) หน่วยความจำโปรแกรมภายใน (Program Memory) ขนาด 4 กิโลไบต์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3) หน่วยความจำข้อมูลภายใน (Data Memory) ขนาด 128 ไบต์

4) อ้างตำแหน่งของหน่วยความจำโปรแกรมได้ถึง 64 กิโลไบต์

5) อ้างตำแหน่งของหน่วยความจำข้อมูลได้ถึง 64 กิโลไบต์

6) หน่วยความจำโปรแกรม และข้อมูลที่อยู่ภายนอกชิพแยกจากกันอย่างละ 64 กิโลไบต์

7) มีพอร์ตอินพุต/เอาต์พุต แบบขนานจำนวน 4 พอร์ต (32 บิต) แยกกันอย่างอิสระ

8) มีวงจรนับ/จับเวลา ขนาด 16 บิต 2 ชุด ทำงานได้ 4 โหมด

9) มีพอร์ตการสื่อสารอนุกรม (Universal Asynchronous Receiver Transmitter : UART) รับส่งข้อมูลได้ในเวลาเดียวกัน (Full Duplex) สามารถเลือกรูปแบบการส่งได้ 4 รูปแบบ

10) รับสัญญาณอินเตอร์รัพต์ได้ 6 แหล่ง กระโดดไปทำงานตอบสนองได้ 5 ตำแหน่ง

11) มีวงจรออสซิลเลอร์เตอร์ภายใน

12) นำข้อมูลมา AND, OR หรือทำ Complement ได้ทั้งแบบ 8 บิต และ 1 บิต

2.5.2 โครงสร้างภายในของไมโครคอนโทรลเลอร์ MCS-51

ภายในไมโครคอนโทรลเลอร์ จะประกอบขึ้นด้วยเกตชนิดต่างๆ เช่น AND OR NOT ซึ่งเกตเหล่านี้ จะนำเอามาออกแบบให้มีหน้าที่การทำงานต่างๆ เช่น วงจรถอดรหัสคำสั่ง วงจรสร้างสัญญาณนาฬิกา เป็นต้น

โครงสร้างของไมโครคอนโทรลเลอร์ จะประกอบด้วย 3 ส่วนหลักๆ

1) หน่วยประมวลผลกลาง (Central Processing Unit: CPU)

ส่วนนี้จะทำหน้าที่สร้างสัญญาณควบคุม ในการติดต่อกับส่วนอื่นๆ เรียกว่า วงจรควบคุม (Control Unit) สัญญาณที่สร้างจากวงจรควบคุม ได้แก่ สัญญาณสำหรับการติดต่อกับหน่วยความจำ อุปกรณ์รับข้อมูลเข้า หรือส่งข้อมูลออก ซึ่งส่วนควบคุมการขัดจังหวะ และส่วนควบคุมบัสก็เป็นส่วนหนึ่งของวงจรควบคุมด้วย การสร้างสัญญาณจากวงจรควบคุมจากหน่วยประมวลผลกลางนี้จะทำการสร้างสัญญาณ โดยการถอดรหัสจากคำสั่งที่มีการกำหนดไว้ และสัญญาณที่สร้างขึ้นมาจะอ้างอิงกับสัญญาณนาฬิกาที่สร้างจากวงจรออสซิสเลเตอร์ เพื่อให้ทุกๆ ส่วน ทำงานประสานกันอย่างถูกต้อง ในหน่วยประมวลผลกลางยังประกอบด้วยส่วนประมวลผล (Arithmetic Logic Unit) ทำหน้าที่ประมวลผลข้อมูล เช่น การลบ บวก คูณ หรือหารข้อมูล แล้วนำผลลัพธ์ไปเก็บไว้ในหน่วยความจำที่ต้องการ

2) หน่วยความจำ (Memory)

หน่วยความจำมีไว้สำหรับจดจำข้อมูล ซึ่งในการนำข้อมูลเข้าและออกจากหน่วยความจำจำเป็นต้องรู้ตำแหน่ง (Address) ของหน่วยความจำ ในการนำข้อมูลเข้าไปเก็บในหน่วยความจำเรียกว่า การเขียนข้อมูล และการนำข้อมูลออกจากหน่วยความจำ เรียกว่า การอ่านข้อมูลใน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สำนักหอสมุดกลาง พระจอมเกล้าลาดกระบัง

ไมโครคอนโทรลเลอร์ MCS-51 ข้อมูลในแต่ละตำแหน่งจะมีขนาด 8 บิต ดังนั้น แต่ละตำแหน่งของหน่วยความจำจะสามารถเก็บข้อมูลมีค่าได้ระหว่าง 000000002 ถึง 111111112 หรือ 00H ถึง 0FFH ในการติดต่อกับหน่วยความจำจะต้องมีสัญญาณ 3 กลุ่ม คือ

2.1) ตำแหน่งที่ต้องการติดต่อกับหน่วยความจำ ซึ่ง MCS-51 สามารถติดต่อกับหน่วยความจำโปรแกรม และหน่วยความจำข้อมูลที่มีขนาดสูงสุดชนิดละ 65,536 ตำแหน่ง (64 กิโลไบต์) ดังนั้น การอ้างตำแหน่งของหน่วยความจำจะต้องใช้เส้นแสดงตำแหน่งในเลขฐานสองทั้งหมด 16 เส้น (216 เท่ากับ 65,536)

2.2) ข้อมูลที่อ่าน หรือเขียนกับหน่วยความจำในตำแหน่งที่ต้องการ

2.3) สัญญาณควบคุมที่จะส่งไปยังหน่วยความจำ เพื่อบอกกับหน่วยความจำว่าต้องการอ่านหรือเขียนข้อมูล โดยวงจรถอดรหัสคำสั่งทำการสร้างสัญญาณควบคุมจากคำสั่งที่อ่านเข้ามาจากหน่วยความจำโปรแกรม

3) อุปกรณ์อินพุต/เอาต์พุต (Input/Output Device)

อุปกรณ์อินพุต/เอาต์พุตเป็นส่วนที่ใช้ส่งข้อมูลเข้า หรือนำข้อมูลออกจาก MCS-51 ทำให้สามารถติดต่อกับอุปกรณ์ภายนอกได้ อุปกรณ์อินพุต/เอาต์พุต ได้แก่ 4 I/O Port, Timer/Counter 0, Timer/Counter 1, Serial Port

3.1) 4 อินพุต/เอาต์พุตพอร์ต (4 I/O Port) หรือพอร์ตแบบขนาน เป็นที่สำหรับใช้รับส่งข้อมูล ซึ่งเป็นสัญญาณดิจิตอลเข้า หรือออกจากตัว MCS-51 มีทั้งหมด 4 พอร์ต โดยแต่ละพอร์ตจะรับส่งข้อมูลได้ 8 บิต มีพอร์ต P0, P1, P2 และ P3 บางพอร์ตจะใช้งานมากกว่า 1 อย่างก็ได้

3.2) ไทม์เมอร์/เคาน์เตอร์ 0 (Timer/Counte 0) และไทม์เมอร์/เคาน์เตอร์ 1 (Timer/Counter 1) เป็นวงจรนับที่สามารถทำการนับจำนวนไซเคิลของสัญญาณที่ต่อจากภายนอก MCS-51หรือจำนวนของสัญญาณนาฬิกาภายใน MCS-51 ได้ สามารถตั้งค่าเริ่มต้นของการนับและอ่านค่าการนับได้โดยหน่วยประมวลผลกลาง

3.3) พอร์ตอนุกรม (Serial Port) หน่วยประมวลผลกลางจะอ่าน และเขียนข้อมูลกับพอร์ตอนุกรมเป็นแบบ 8 บิต แต่ข้อมูลจะถูกส่งออกจาก MCS-51 เรียงไปทีละบิตออกจากขา TXD และในการรับข้อมูลจะรับเข้ามาทีละบิตทางขา RXD แล้วจัดเรียงใหม่เป็น 8 บิต เพื่อให้หน่วยประมวลผลกลางไปใช้งานต่อไป

ใน MCS-51 มีพอร์ตให้ใช้งานได้หลายแบบ ทำได้สะดวกแก่การนำไปใช้งานต่างๆ ได้มากมาย การจะนำพอร์ตไปใช้งานได้จะต้องเขียนโปรแกรมขึ้นมาควบคุม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

51847

2.6 อุปกรณ์แสดงผลแบบผลึกเหลว

อุปกรณ์ในปัจจุบันมักมีส่วนแสดงผลเพื่อติดต่อกับผู้ใช้ให้สามารถควบคุม และใช้งานได้สะดวกขึ้น เช่น ใช้บอกสถานะการทำงาน บอกข้อผิดพลาดที่เกิดขึ้นระหว่างการทำงาน ส่วนแสดงผลอาจจะเป็นไฟบอกสถานะอย่างง่ายๆ หรืออาจเป็นจอแสดงผล แสดงข้อความเป็นตัวอักษรได้ จอแสดงผลแบบหลังมีด้วยกันหลายประเภทขึ้นกับเทคโนโลยีที่ใช้ เช่น ใช้ไดโอดเปล่งแสง (Light Emitting Diode : LED) หรือจอแสดงผลแบบผลึกเหลว (Liquid Crystal Display : LCD) จอแสดงผลประเภทที่กำลังเป็นที่นิยมมากที่สุดในปัจจุบัน ได้แก่ แบบที่ใช้จอแสดงผลแบบผลึกเหลว เนื่องจากใช้พลังงานน้อย และมีความละเอียดสูง สามารถแสดงตัวอักษร และรูปภาพได้หลายแบบ

2.6.1 ความรู้ทั่วไปเกี่ยวกับจอแสดงผลแบบผลึกเหลว

จอแสดงผลแบบผลึกเหลว เป็นจอแสดงผลที่สามารถแสดงข้อความที่เป็นตัวเลข ตัวอักษร และสัญลักษณ์อื่นๆ ซึ่งเคยพบการใช้งานอยู่บ้างในเครื่องมือวัด เครื่องพิมพ์เลเซอร์ และงานด้านอิเล็กทรอนิกส์อื่นๆ สาเหตุที่มีการนำจอแสดงผลแบบผลึกเหลวไปใช้งานกันมาก เนื่องจากความสะดวกความสมบูรณ์ของข้อความ

คอนโทรลเลอร์เบอร์ HD44780 เป็นคอนโทรลเลอร์แบบยึดติดผิวหน้าขนาด 80 ขา ทำหน้าที่ควบคุมการทำงานต่างๆ ให้จอแสดงผลแบบผลึกเหลว ซึ่งได้รับความนิยมเป็นอย่างมาก HD44780 มีสัญญาณติดต่อกับภายนอกเพียง 14 เส้น การใช้งาน HD44780 หรือไอซีเบอร์อื่นๆ ที่มีการทำงานคล้ายๆ กัน

2.6.2 เทคโนโลยีของจอแสดงผลแบบผลึกเหลว

แผงของจอแสดงผลแบบผลึกเหลว จะประกอบด้วยเซกเมนต์แสดงผลขนาดเล็กจำนวนมาก ในเซกเมนต์จะบรรจุชั้นของเหลวเป็นแผ่นบางๆ อยู่ระหว่างชั้นของแก้ว ของเหลวนี้เป็นสารประกอบ ทำงานโดยอาศัยพลังงานไฟฟ้ามาควบคุมการทำงาน หรือการแสดงผลของจอแสดงผลแบบผลึกเหลวเกิดขึ้น เนื่องจากการควบคุมแรงดันที่ตกคร่อมตัวมัน เช่น ถ้าให้แรงดันตกคร่อมเซกเมนต์ จะเกิดสีดำ หรือทึบแสง แต่ถ้าเอาแรงดันนั้นออก เซกเมนต์นั้นจะสว่าง หรือโปร่งแสง ด้วยวิธีการจ่ายแรงดัน และงดจ่ายแรงดันนี้ เพียงพอที่จะควบคุมการแสดงตัวเลข, ตัวอักษร และสัญลักษณ์ต่างๆ ได้ และจากสาเหตุที่จอแสดงผลแบบผลึกเหลวใช้แรงดันควบคุม ดังนั้นจึงกินกำลังงานต่ำ และขนาดเล็กแบนราบ

โมดูลของจอแสดงผลแบบผลึกเหลว บางรุ่นอาจมี 1 แถว หรือมากกว่า การแสดงผลของจอแสดงผลแบบผลึกเหลวจะอยู่ในรูปเมตริกซ์ เช่น บางรุ่นแสดงเมตริกซ์ที่มีขนาดกว้าง 5 เซกเมนต์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สูง 8 เซกเมนต์ และสำหรับรุ่น HD44780 สามารถควบคุมการแสดงผลได้สูงถึง 11 เซกเมนต์ ซึ่งเป็นผลดีกับการแสดงตัวอักษรบางตัว เช่น g, p และ q

ตัวอักษรจะถูกสร้างโดยการปรับตำแหน่งแต่ละเซกเมนต์ให้เหมาะสม เช่น ตัวอักษร L จะสร้างจากแนวตั้ง 1 แถว และแนวนอน 1 แถว

ตารางที่ 2.2 แสดงขาสัญญาณต่างๆ ที่ใช้ในการเชื่อมต่อกับไมโครคอนโทรลเลอร์ เนื่องจากว่าการควบคุมจอแสดงผลแบบผลึกเหลว ต้องการเวลาเพื่อรอทำงานตามคำสั่ง หรือรอรับสัญญาณ

ตารางที่ 2.2 ขาสัญญาณต่างๆ ที่ใช้ในการติดต่อกับไมโครคอนโทรลเลอร์

ขา	สัญลักษณ์	หน้าที่
1	Vss	กราวด์
2	Vdd	+5 โวลต์
3	Vo	ปรับความสว่างด้วยแรงดัน (0-5 โวลต์)
4	RS	เลือกรีจิสเตอร์ (0=รีจิสเตอร์คำสั่ง หรือแฟลกแสดงสถานะการทำงาน และตัวนับแอดเดรส; 1=รีจิสเตอร์ข้อมูล)
5	R/W	เลือกการอ่าน หรือเขียน (0=อ่าน; 1=เขียน)
6	E	อีนาเบิลการอ่าน หรือเขียน LCD
7	D0	ข้อมูลอินพุต/เอาต์พุตบิตน้อยที่สุด
8	D1	ข้อมูลอินพุต/เอาต์พุตบิตที่ 2
9	D2	ข้อมูลอินพุต/เอาต์พุตบิตที่ 3
10	D3	ข้อมูลอินพุต/เอาต์พุตบิตที่ 4
11	D4	ข้อมูลอินพุต/เอาต์พุตบิตที่ 5
12	D5	ข้อมูลอินพุต/เอาต์พุตบิตที่ 6
13	D6	ข้อมูลอินพุต/เอาต์พุตบิตที่ 7
14	D7	ข้อมูลอินพุต/เอาต์พุตบิตที่สูงสุด

จอแสดงผลแบบผลึกเหลวนั้น มีให้เลือกใช้หลายขนาด แต่ที่นิยมใช้กันมากเป็นแบบ 1×16 (1 แถว 16 ตัวอักษร), 2×16 (2 แถว 16 ตัวอักษร) และ 2×20 (2 แถว 20 ตัวอักษร) ส่วนถ้าเป็น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จอแสดงผลขนาดใหญ่สามารถแสดงตัวอักษรได้ถึง 80 ตัวอักษร ซึ่งอาจต้องมีวงจรขับ หรือชิพคอนโทรลเลอร์เพิ่มขึ้น เพื่อใช้ร่วมกับ HD44780 ที่ต่อสายสัญญาณ 14 เส้นได้

2.6.3 การจ่ายไฟสำหรับจอแสดงผลแบบผลึกเหลว

จอแสดงผลแบบผลึกเหลวจะใช้ไฟเลี้ยง +5 โวลต์ ป้อนให้ที่ขา 2 ซึ่งตัวมันกินกระแสเพียงไม่กี่มิลลิแอมป์ ส่วนขา 3 ต่อเพื่อปรับมุมมองการแสดงผลให้เหมาะสม ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับผลของแสงในขณะนั้นด้วย รวมไปถึงการติดตั้ง และอุณหภูมิ

เมื่อเปรียบเทียบคุณสมบัติระหว่างไดโอดเปล่งแสง กับจอแสดงผลแบบผลึกเหลว พบว่าในที่ที่มีแสงสว่างค่อนข้างสูง ไดโอดเปล่งแสงเกือบจะมองไม่เห็น ส่วนจอแสดงผลแบบผลึกเหลวสามารถอ่านได้ในที่ที่มีแสงสว่างได้ เนื่องจากว่าการทำงานของไดโอดเปล่งแสงนั้น จะปล่อยพลังงานแสงออกมา ส่วนจอแสดงผลแบบผลึกเหลวนั้น จะใช้การหักเหของแสง โดยใช้แสงส่งผ่านตัวมัน ซึ่งบางสภาวะในที่มีแสงสว่างน้อยไม่สามารถอ่านค่าจอแสดงผลแบบผลึกเหลว วิธีการแก้ไขคือการใช้จอแสดงผลแบบผลึกเหลวที่มีแบ็คไลต์ (Black Light) จึงเป็นการใช้ฉากอิเล็กโทรลูมายน์ (Electrolumine หรือ EL) ซึ่งมีความสามารถในการเรืองแสงได้นำไปติดตั้งไว้ด้านหลัง ทำให้จอแสดงผลแบบผลึกเหลวมีความสว่าง และทำให้เรามองเห็นได้

การที่จะนำสารเรืองแสงอิเล็กโทรลูมายน์มาใช้งานนั้น ที่ชุดโมดูลที่จอแสดงผลแบบผลึกเหลวต้องมีแผงอิเล็กโทรลูมายน์ และชุดแปลงแรงดันเป็นสัญญาณไฟสลับแรงดันสูง ซึ่งเป็นอุปกรณ์แรงดันไฟดีซี 5 โวลต์ เป็น 100 โวลต์ ที่ความถี่ 400 เฮิรตซ์ อุปกรณ์แปลงแรงดันที่ต้องใช้กระแสหลายมิลลิแอมป์ในการทำงาน จึงทำให้เป็นข้อเสียเปรียบของอุปกรณ์ตัวนี้

โมดูลของจอแสดงผลแบบผลึกเหลว แบ่งออกเป็นแบบสะท้อนกลับ (Reflective) แบบนี้จะไม่ใช้แหล่งกำเนิดแสงทางด้านหลัง หรือไม่ใช้ก็ได้ โดยสามารถต่อสวิตซ์เข้ากับแหล่งกำเนิดแสง เวลาจะใช้แหล่งกำเนิดแสงก็เปิด ถ้าไม่ต้องการใช้ก็ปิดตามต้องการ

2.6.4 คอนโทรลเลอร์ และการควบคุม

การที่จะใช้โมดูลของจอแสดงผลแบบผลึกเหลวในงานหนึ่งงานใดนั้น จะต้องทำความเข้าใจกับตัวควบคุมก่อน HD44780 เป็นตัวควบคุมขนาดเล็กที่คล้ายกับคอมพิวเตอร์โดยจะทำงานทั้งหมด 11 เพื่อควบคุมการทำงานต่างๆ เช่น เคลียร์หน้าจอแสดงผล เขียนตัวอักษร เลือกตำแหน่ง และอ่านข้อมูลจากจอแสดงผล หน่วยความจำภายใน HD44780 มี 2 ชนิด คือ Character (CG) ROM และ Character-Generator (CG) RAM

CGROM ใช้สำหรับเก็บตัวอักษรเกือบ 200 รูปแบบ เช่น ตัวอักษรภาษาอังกฤษ ตัวเลข เครื่องหมายทางคณิตศาสตร์ สัญลักษณ์พิเศษ และอักษรญี่ปุ่น ซึ่งไม่สามารถแก้ไข หรือเปลี่ยนแปลงได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

CGRAM ใช้เก็บตัวอักษรที่ผู้ใช้สามารถออกแบบขึ้นเองได้ เช่น โลโก้, สัญลักษณ์พิเศษ, อักษรกราฟฟิกง่ายๆ ที่สามรถออกแบบบนเมตริกซ์ขนาด 5×8 ได้ อักษรที่เขียนขึ้นนี้จะเขียนครั้งละ 5 บิต หลายๆ คำ แต่ละคำจะแทนรูปแบบเซกเมนต์ 1 แถว แล้วเก็บไว้ใน CGRAM รูปแบบอักษรนี้จะหายไปเมื่อปิดเครื่อง และเมื่อจะใช้งานต้องเรียกข้อมูลมาใหม่หลังจากเปิดเครื่อง

อักษรใน CGROM และ CGRAM เป็นอักษรขนาด 8 บิต (0 ถึง FFH) ซึ่งบางตำแหน่งก็ไม่ได้ใช้ ตำแหน่งแอดเดรสที่ใช้กันมากจากช่วง 21H ถึง 7DH ซึ่งจะตรงกับตำแหน่งรหัสแอสกี้บนคอมพิวเตอร์ เช่น "A" จะถูกเก็บไว้ตำแหน่ง 41H และ "B" จะเก็บไว้ที่ตำแหน่ง 42H เป็นต้น โดยตำแหน่งแอดเดรสจะถูกเก็บอยู่ในเลขฐาน 16

ไอซี HD44780 มีรีจิสเตอร์ 2 ตัวคือ Instruction Register (IR) ใช้สำหรับเก็บรหัสของคำสั่งและ Data Register (DR) ซึ่งใช้สำหรับเก็บรหัสตัวอักษรเมื่อต้องการเขียน หรืออ่านข้อมูลจากไอซีจะต้องเลือกใช้รีจิสเตอร์ให้เหมาะสมเพื่อนำไปต่อกับขา 4 ของ จอแสดงผลแบบผลึกเหลว ตามหน้าที่การทำงานที่ต้องการ

ในกรณีที่จอแสดงผลแบบผลึกเหลว มี 2 แถว (ถ้าต้องการลบแถวแรก) การทำงานของมันจะทำการเลื่อนตำแหน่งซ้ายสุดของแถวบนซึ่งเป็นตำแหน่งแอดเดรสสูงก่อน และตำแหน่งต่อไปก็จะเลื่อนตามมา ตามลำดับจนกว่าจะหมดแถวที่ 1 แล้วแถวที่ 2 จะตามมา เช่น สมมุติว่าแถวที่ 1 มีตำแหน่งแอดเดรสเริ่มต้นที่ 0-39H พอหมดแถวที่ 1 แล้วแถวที่ 2 จะถูกลบต่อไปเป็น 40H, 41H, 42H, 43H และต่อๆ ไปจนครบ

แต่ละครั้งที่ทำการเขียนอักษรลงในแอดเดรสของ DDRAM แต่ละตำแหน่งแอดเดรสจะเพิ่มตำแหน่งขึ้นโดยอัตโนมัติตามลำดับของการเขียนตัวอักษร ยกเว้นกรณีที่ผู้ใช้กำหนดตำแหน่งของแอดเดรสที่จะเขียนข้อมูลเองในบางครั้ง

อย่างไรก็ตามเนื่องจากแถวที่สอง เริ่มที่ตำแหน่งแอดเดรส 40H ดังนั้นถ้าหากผู้ใช้ต้องการให้แสดงที่แถวที่สอง จะต้องอ้างตำแหน่งแอดเดรส ให้ถูกต้องด้วย เช่น ถ้าจอแสดงผลมี 16 ตำแหน่ง แถวที่ 1 จะสิ้นสุดที่ตำแหน่ง 0FH และแถวที่ 2 จะเริ่มต้นที่ 40H ดังนั้นถ้าต้องการย้ายอักษรจากตำแหน่งขวาสุดของแถวที่ 1 ไปยังตำแหน่งซ้ายสุดของแถวที่ 2 ผู้ใช้จะต้องอ้างตำแหน่งไปที่ 40H นอกจากนี้จอแสดงผลบางรุ่นจะมีแถวแสดงอักษรเป็นแบบฟิสิคอล 1 แถว และแบบลอจิคอลอีก 2 แถว

2.7.5 การอ่านและการเขียน

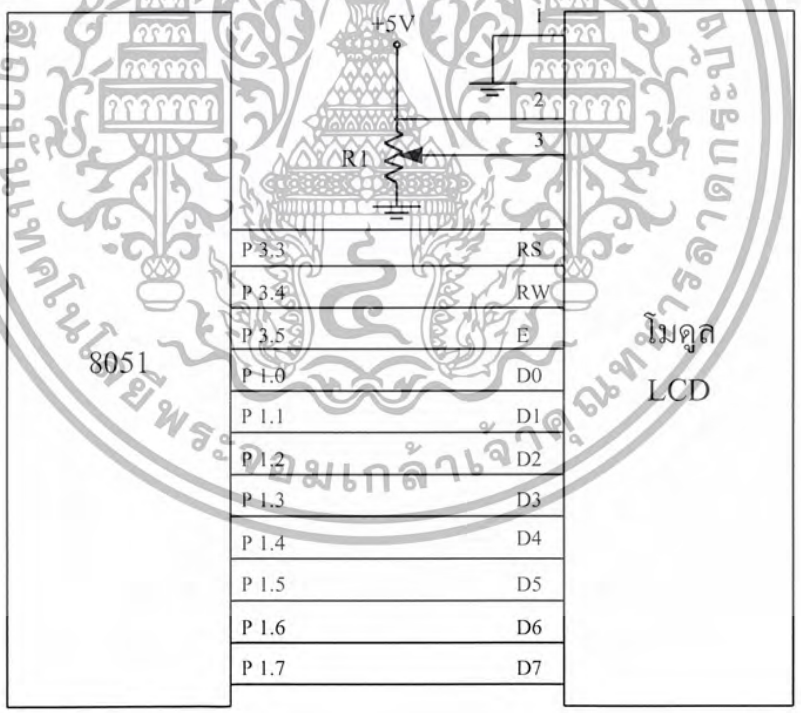
การประมวลผลคำสั่งในการอ่าน และเขียนข้อมูลกับจอแสดงผลแบบผลึกเหลว ขั้นตอนของการเขียนเริ่มจากมีสัญญาณรีเซ็ตเข้ามา และให้สัญญาณอ่าน/เขียนมีสถานะเป็นต่ำ หลังจากนั้นประมาณ 140 นาโนวินาที สัญญาณอีนาเบิลจะมีสถานะเป็นสูง และคงสถานะอยู่อย่างน้อย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

450 นาโนวินาที เพื่อที่จะให้ขาข้อมูล D0-D7 ส่งข้อมูลอย่างน้อย 195 นาโนวินาที ก่อนที่สัญญาณอีนาเบิลจะเป็นต่ำอีกครั้ง

ส่วนขั้นตอนในการอ่านข้อมูลจะคล้ายกับการเขียน แต่สัญญาณอ่าน/เขียนจะเป็นสูง ส่วนสัญญาณข้อมูล D0-D7 จะทำงานหลังจากสัญญาณอีนาเบิลเป็นสูง แล้วประมาณ 320 นาโนวินาที ไอซี HD44780 จะไม่ทำคำสั่งใหม่ที่เข้ามาจนกว่าจะทำคำสั่งที่ทำงานอยู่ขณะนั้นเสร็จก่อน ซึ่งในกรอบแยกที่ 1 จะแสดงเวลาที่มากที่สุดที่แต่ละคำสั่งใช้ในการประมวลผล แต่ถ้าใช้ภาษาเบสิก หรือภาษาระดับสูงในการโปรแกรม ค่าเวลาเหล่านี้อาจไม่ต้องใส่ใจกับมันมากนัก เพราะว่าตัวโปรแกรมจะเข้าถึงคำสั่งโดยอัตโนมัติอยู่แล้ว ถ้าหากต้องการใช้ชุดโมดูลของจอแสดงผลแบบผลึกเหลวรับคำสั่งต่อมา อาจทำได้โดยเขียนโปรแกรมหน่วงเวลา หลังจากทำคำสั่งเหล่านั้น หรืออาจจะอ่านแฟล็กว่าง (บิต 7 ก็ได้)

2.6.6 การเชื่อมต่อ



รูปที่ 2.7 การเชื่อมต่อกับไมโครคอนโทรลเลอร์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

โมดูลของจอแสดงผลแบบผลึกเหลว สามารถที่เชื่อมต่อกับไมโครคอนโทรลเลอร์ได้หลายเบอร์ รูปที่ 2.7 แสดงการเชื่อมต่อโมดูลของจอแสดงผลแบบผลึกเหลวเข้ากับไมโครคอนโทรลเลอร์เบอร์ 8051 โดยมีหน้าที่การทำงานของแต่ละขาดังนี้ คือ ขา 1 ต่อกราวด์ ขา 2 ต่อแรงดันไฟฟ้า 5 โวลต์ ขา 3 ต่อกับตัวความต้านทานปรับค่าได้ แบบโพเทนชิโอมห์มิเตอร์เพื่อปรับความเข้ม และความสว่าง ขา 4, 5 และ 6 ใช้ต่อสัญญาณควบคุม ส่วนบัสข้อมูล ที่ขา 7 – 14 จะต่อเข้ากับพอร์ต 1 ของ 8051 เพื่ออ่าน และเขียนข้อมูลลงไปบนโมดูลของจอแสดงผลแบบผลึกเหลว

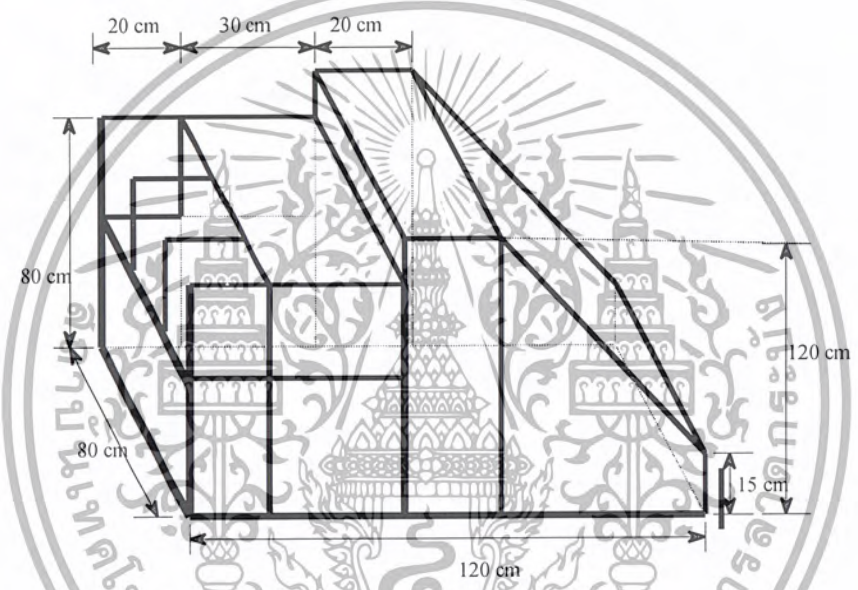
การต่อโมดูลด้วยไมโครคอนโทรลเลอร์เบอร์ 8051 สามารถเขียนโปรแกรมควบคุมเป็นภาษา แอสเซมบลีได้ ซึ่งใช้กับโมดูลของจอแสดงผลแบบผลึกเหลวขนาด 16 ตัวอักษร 2 แถว และโปรแกรมจะแสดงข้อความที่จอแสดงผลการทำงานของแต่ละคำสั่ง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 3
การออกแบบ การสร้าง และการทำงาน

3.1 โครงสร้างของเครื่องจ่ายสายไฟฟ้า

3.1.1 การออกแบบและการสร้าง



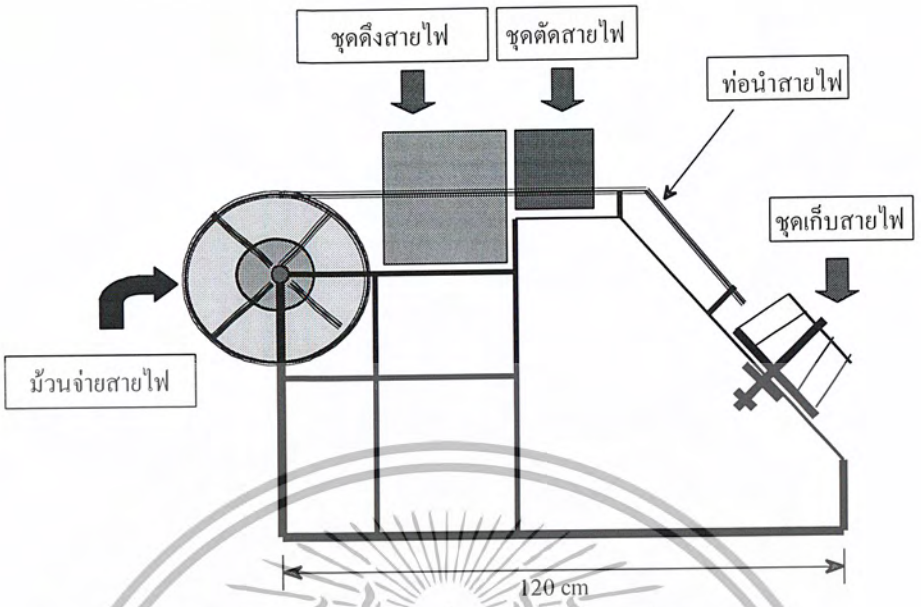
รูปที่ 3.1 โครงเครื่องจ่ายสายไฟฟ้า

จากรูปที่ 3.1 โครงของเครื่องจ่ายสายไฟฟ้า มีขนาดความกว้าง 80 ซม. ความยาว 120 ซม. และมีความสูง 120 ซม. จะต้องสามารถรับน้ำหนักของอุปกรณ์ทั้งหมดของเครื่องได้ รวมทั้งต้องมีความแข็งแรง สามารถถอดและติดตั้งอุปกรณ์ได้โดยสะดวก

3.1.2 การทำงาน

ลักษณะการวางอุปกรณ์บนโครงเครื่องจ่ายสายไฟฟ้ามีการวางอุปกรณ์ดังรูปที่ 3.2 การวางอุปกรณ์บนโครงเครื่องจ่ายสายไฟฟ้า โดยเริ่มจากม้วนจ่ายสายไฟฟ้า ชุดดึงสายไฟฟ้า ชุดตัดสายไฟฟ้า ท่อนำสายไฟฟ้า และชุดเก็บสายไฟฟ้า

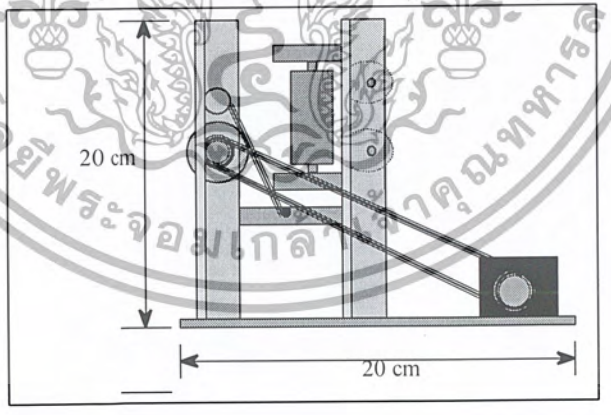
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3.2 การวางอุปกรณ์บนโครงเครื่องจ่ายสายไฟฟ้า

3.2 ชุดดึงสาย

3.2.1 การออกแบบ และการสร้าง



รูปที่ 3.3 การออกแบบชุดดึงสาย

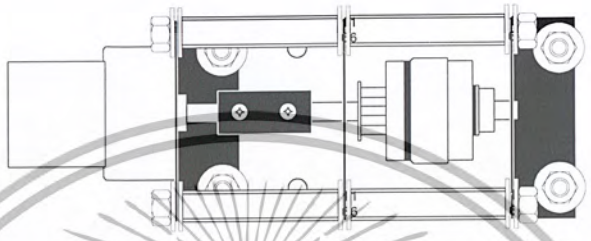
ในส่วนของชุดดึงสายไฟฟ้ามีขนาดกว้าง 20 ซม. ยาว 20 ซม. และสูง 20 ซม. ประกอบด้วย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

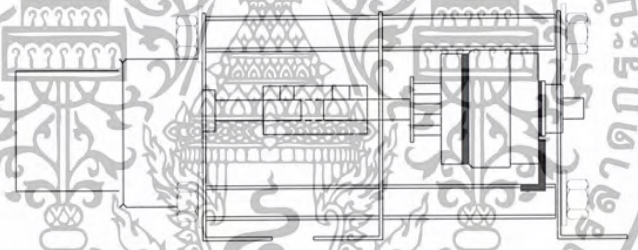
1) วงจรขับชุดดึงสายไฟฟ้า

2) มอเตอร์ทดเฟืองรอบต่ำ

นำอุปกรณ์สองตัว คือ มอเตอร์ทดเฟืองรอบต่ำและชุดโซลินอยส์ ประกอบเข้าด้วยกัน ดังรูปที่ 3.4 และ 3.5



รูปที่ 3.4 ส่วนของมอเตอร์ทดเฟืองและโซลินอยส์

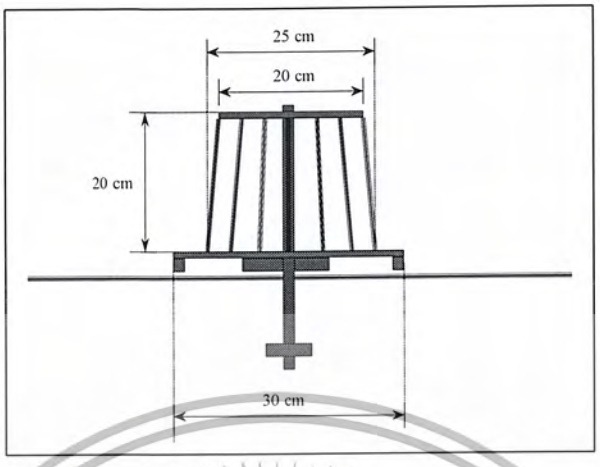


รูปที่ 3.5 ส่วนของมอเตอร์ทดเฟืองและโซลินอยส์

3.2.2 การทำงาน

ชุดดึงสายนี้มีหน้าที่ดึงสายออกจากม้วนจ่ายสายไฟฟ้าก่อนในระยะเริ่มแรก เมื่อสายไฟฟ้าเข้าไปในชุดเก็บสายแล้วจะทำการหยุดดึง โดยสัญญาณที่ใช้ในการควบคุมนั้นมาจากส่วนควบคุม เมื่อส่วนควบคุมมีสัญญาณ “1” เข้ามายังวงจรขับ วงจรขับจะทำการจ่ายกระแสไฟไปยังมอเตอร์ชุดดึง เพื่อดึงสายไฟฟ้าออกมา

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

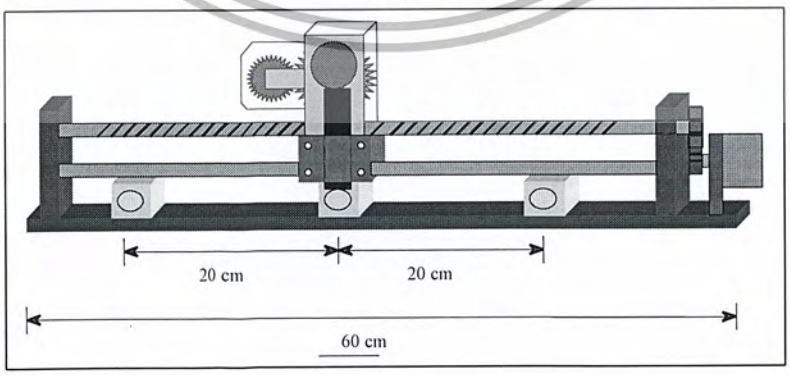


รูปที่ 3.6 ชุดเก็บสายไฟฟ้า

จากรูปที่ 3.6 ชุดเก็บสายไฟฟ้าจะทำหน้าที่ในการม้วนเก็บสายไฟฟ้า โดยสัญญาณที่ใช้ในการควบคุมนั้นมาจากส่วนควบคุม เมื่อส่วนควบคุมมีสัญญาณ "1" เข้ามายังวงจรขับ วงจรขับจะทำการจ่ายกระแสไฟไปยังมอเตอร์ชุดดึง เพื่อดึงเก็บสายไฟฟ้ายังชุดเก็บสายไฟฟ้า โดยปลายของสายไฟฟ้าจะสอดผ่านเข้ามาภายในชุดเก็บสาย ชุดเก็บสายจะทำการม้วนเก็บสายไปจนกระทั่งได้ความยาวที่ต้องการ

3.3 ชุดตัดสาย

3.3.1 การออกแบบและการสร้าง



รูปที่ 3.7 การออกแบบชุดตัดสายไฟฟ้า

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากรูปที่ 3.7 การออกแบบชุดตัดสายไฟฟ้า มีขนาดความกว้างของชุดตัดสาย 60 ซม. ประกอบด้วย 2 ส่วน คือ

1)มอเตอร์ชุดตัดกับใบมีดตัดสายไฟฟ้า มีมอเตอร์จะติดอยู่กับแกนเกลียวซึ่งมีเฟืองขบหมุนลูกเบี้ยว ทำให้ใบมีดพร้อมทำงานในลักษณะขึ้นลง

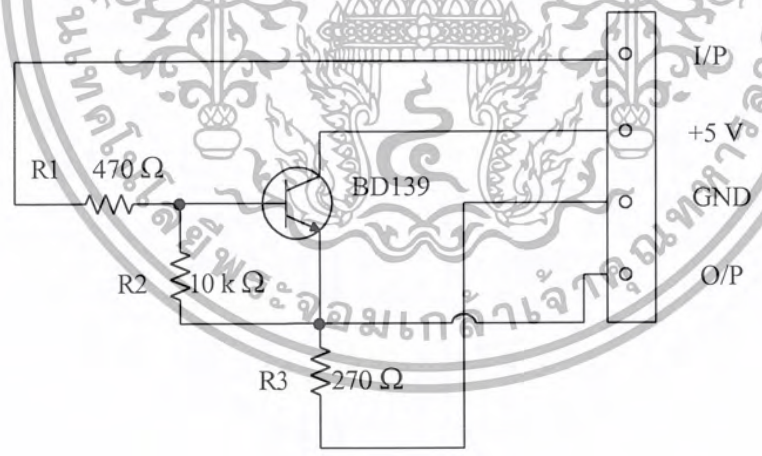
2) ดีซีมอเตอร์ ทำหน้าที่หมุนหาตำแหน่งของสายไฟฟ้าที่จะทำการตัดสายไฟฟ้า

3.3.2 การทำงาน

เมื่อส่วนควบคุมมีสัญญาณ “1” วงจรส่วนควบคุมจะส่งสัญญาณไปยังชุดควบคุมดีซีมอเตอร์ เพื่อเลื่อนหาตำแหน่งของชุดตัดไปยังจุดที่ต้องการ หลังจากนั้นส่วนควบคุมก็จะส่งสัญญาณ “1” ไปยังวงจรชุดตัดสายไฟฟ้า วงจรก็จะจ่ายกระแสไฟไปเลี้ยงมอเตอร์ เพื่อมอเตอร์จะหมุนเฟืองทำให้ใบมีดพร้อมที่จะทำการตัดสายไฟฟ้า ชุดตัดสายนี้ จะทำการตัดสายไฟฟ้าเมื่อได้ความยาวของสายตามที่กำหนด

3.4 ชุดตรวจวัดความยาว

3.4.1 การออกแบบและการสร้าง



รูปที่ 3.8 ชุดตรวจวัดความยาว

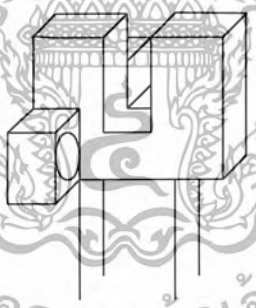
ชุดตรวจวัดความยาว ประกอบไปด้วย 2 ส่วน คือ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1) ชุดตัดแสง ประกอบติดอยู่กับส่วนของชุดดึงสายเมื่อมีการดึงสายเกิดขึ้น จะมีผลให้ชุดตัดแสงเคลื่อนที่ตาม ชุดตัดแสงจะมีเส้นผ่านศูนย์กลาง 14 เซนติเมตร มีจำนวนช่องตัดแสงทั้งหมด 30 ช่อง มีระยะห่างระหว่างช่องตัดแสง 2 มิลลิเมตร

2) ชุดรับแสง ใช้แสงอินฟราเรดเป็นตัวส่งแสงและโฟโต้ทรานซิสเตอร์เป็นตัวรับ และทำการส่งสัญญาณไปยังส่วนควบคุม

รูปที่ 3.9 ชุดตัดแสง



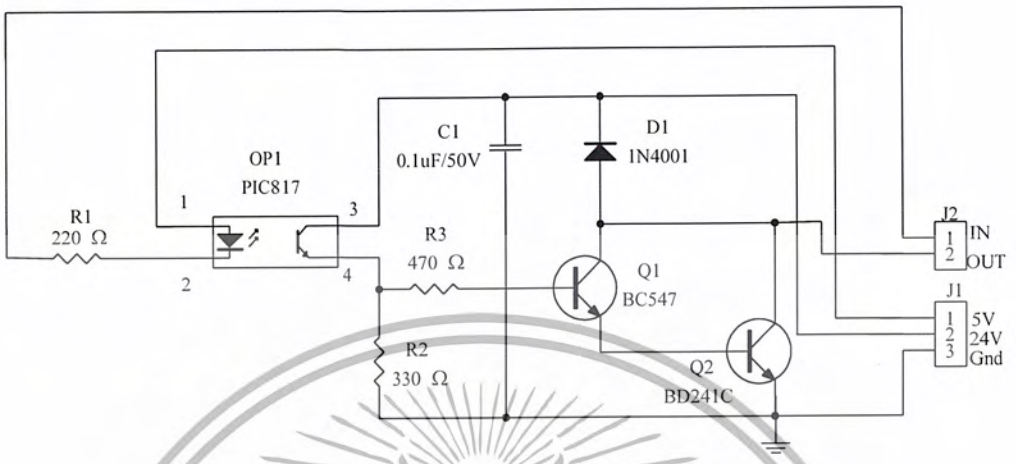
รูปที่ 3.10 ชุดรับแสง

3.4.2 การทำงาน

ทำหน้าที่ในการตรวจสอบระยะการเคลื่อนที่ที่ชุดดึงได้ดึงออกมา แล้วทำการส่งค่าที่ได้ไปยังวงจรส่วนควบคุมเพื่อคำนวนและสั่งการ เมื่อส่วนควบคุมมีสัญญาณ “1” เข้ามายังวงจรขับชุดตัดสายไฟฟ้าวงจรจะจ่ายกระแสไฟไปเลี้ยงมอเตอร์ เมื่อมอเตอร์หมุนใบมีดพร้อมที่จะทำการตัดสายไฟฟ้า หลังจากนั้นวงจรส่วนควบคุมจะส่งสัญญาณไปยังชุดควบคุมดีซีมอเตอร์ เพื่อเลื่อนหาตำแหน่งของชุดตัดไปยังจุดที่ต้องการ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

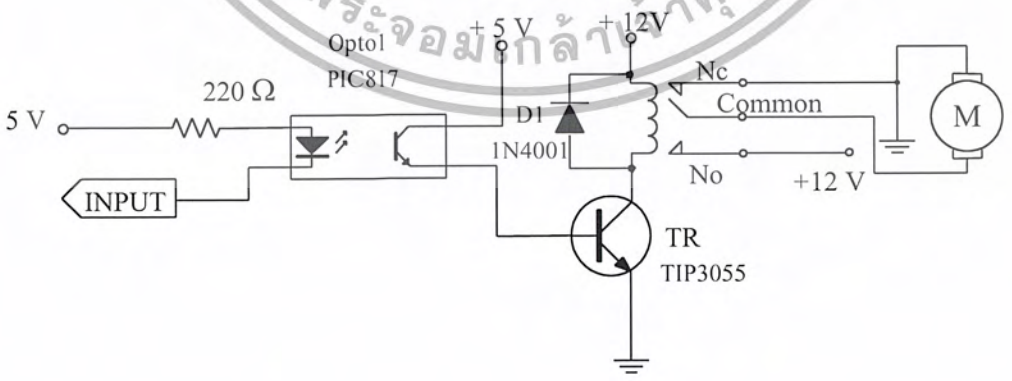
3.5 หลักการทำงานของวงจรขับมอเตอร์



รูปที่ 3.11 วงจรขับมอเตอร์

จากรูปที่ 3.11 วงจรของส่วนขับมอเตอร์นั้นใช้ Isotator เป็นตัวแยกสัญญาณระหว่างส่วนควบคุมกับ Power Transistor ไม่ให้มีการรบกวนซึ่งกัน โดยทรานซิสเตอร์ที่ใช้ในวงจรสามารถทนกระแสได้ 3 A

3.6 หลักการทำงานของวงจรชุดตัด



รูปที่ 3.12 วงจรชุดตัด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

วงจรชุดตัด เป็นวงที่ทำหน้าที่ควบคุมการทำงานของมอเตอร์เอซี 110 โวลต์ ซึ่งเป็นมอเตอร์ที่ทำหน้าที่ในการตัดสายไฟโดยเมื่อมีสัญญาณ “0” เข้ามาที่ขาอินพุต จะทำให้ LED ใน IC PC817 ติดสว่าง โฟโตทรานซิสเตอร์ภายใน IC PC817 จะได้รับแสง ทำให้มีกระแสไหลเข้าขาเบสของทรานซิสเตอร์ TIP3055 ทำให้รีเลย์ที่ต่ออยู่กับขาคอลเลคเตอร์ทำงาน โดยขา Common ของรีเลย์จะสัมผัสกับขา No ที่ต่ออยู่กับไฟ 12 โวลต์ เป็นผลทำให้ มอเตอร์เอซี 110 โวลต์ ทำงาน

3.7 ผังการทำงานหลักของเครื่องจ่ายสายไฟฟ้า

จากผังการรูปที่ 3.13 ทำงานของเครื่องจ่ายสายไฟฟ้า

1) เมื่อเริ่มต้นการทำงานจะทำการกำหนดค่าคงที่ต่างๆ

2) แสดงเมนูการทำงานพร้อมทั้งรอรับการกดคีย์

3) ตรวจสอบการกดคีย์ มีการเลือกไปยังฟังก์ชั่นใด

3.1) กรณีเลือกการจ่ายสาย

3.1.1) แสดงตัวเลือก ตัดเส้นเดียวหรือตัดเป็นชุด

3.1.2) รับค่าชนิดของสายและความยาว

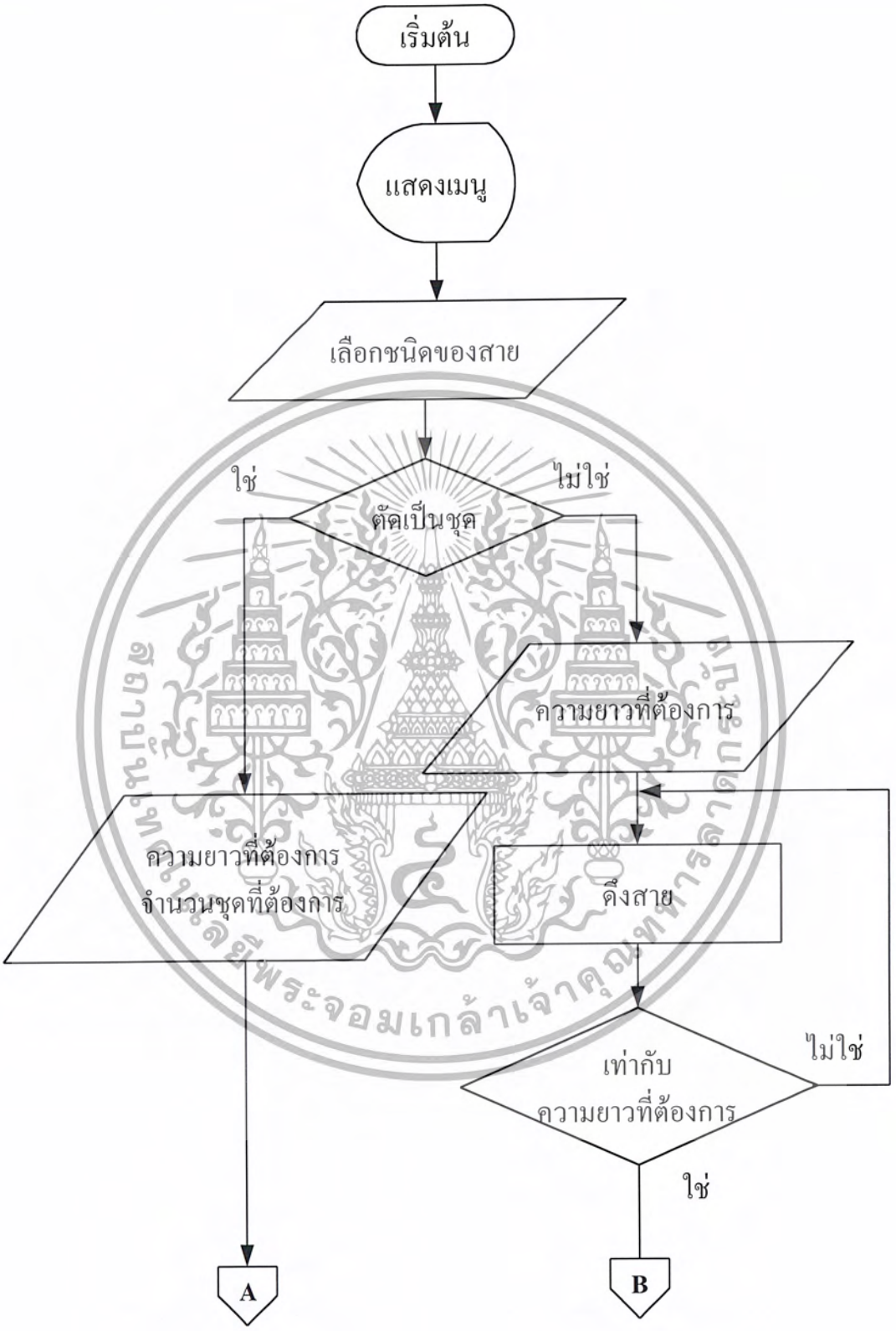
3.1.3) เมื่อได้ความยาวตามต้องการสั่ง ให้เครื่องตัดสาย

3.1.4) เครื่องจะทำการคำนวณราคาและแสดงราคาที่ต้องจ่าย

3.1.5) กลับสู่หน้าจอหลัก

4) ถ้าเลือกเมนูอื่นนอกเหนือจากนี้ให้แสดงเมนูหลักซ้ำ เพื่อรอรับค่าต่อไป

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3.13 ผังการทำงานของเครื่องจ่ายสายไฟฟ้า

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รูปที่ 3.13 (ต่อ) ผังการทำงานของเครื่องจ่ายสายไฟฟ้า

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 4

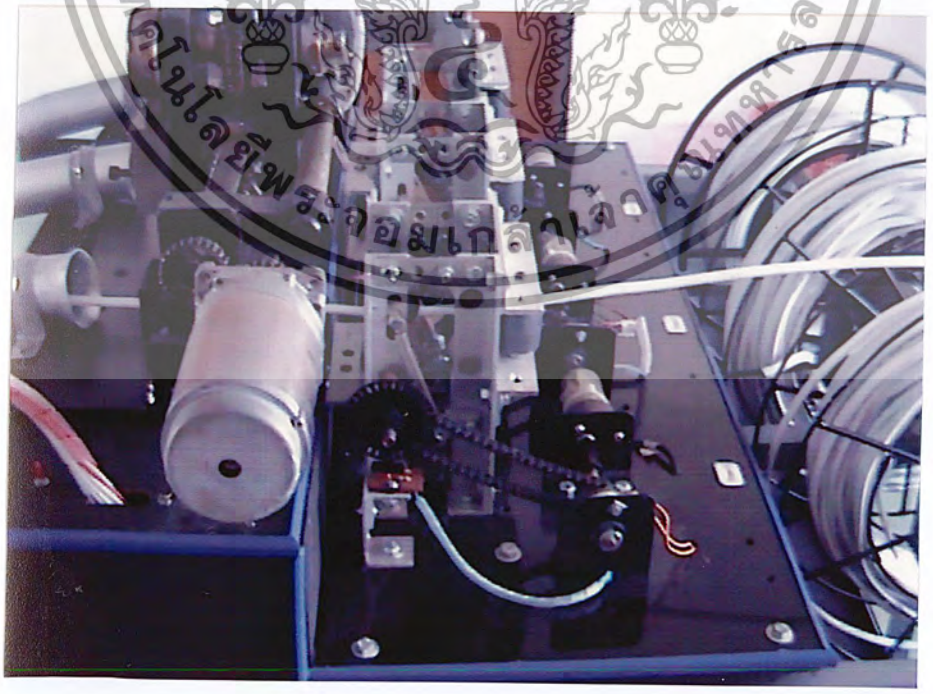
การทดลองและผลการทดลอง

เครื่องจ่ายสายไฟฟ้าจัดสร้างขึ้น โดยใช้อุปกรณ์ประกอบในการทดลอง คือ สายไฟฟ้า ที่มีขนาดต่างกัน 3 ชนิด โดยแบ่งการทดลองเป็น 3 การทดลอง โดยได้ค่าการทดลองตามรายการดังต่อไปนี้

4.1 การทดลองการวัดความเร็วในการป้อนสาย

4.1.1) ลำดับขั้นการทดลอง

1) นำสายไฟฟ้า 3 ชนิด ประกอบเข้าในที่ม้วนจ่ายสายไฟฟ้า แต่ละชุด
2) จ่ายไฟเลี้ยงไปยังชุดดึงตัวที่ 1
3) จับเวลาในการป้อนสายที่ความยาว 1 เมตร
4) บันทึกผลการทดลองในตารางที่ 4.1
5) ทำซ้ำข้อ 3, 4, 5 โดยจ่ายไฟเลี้ยงไปยังชุดดึงตัวที่ 2 และ 3 แทน



รูปที่ 4.1 การป้อนสายของชุดจ่ายสาย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.1.2) ผลการทดลอง

ตารางที่ 4.1 ผลการทดลองการวัดความเร็วในการป้อนสาย

ครั้งที่	เวลาที่ใช้ในการดึงสายยาว 1 เมตร		
	สายชนิดที่ 1(วินาที)	สายชนิดที่ 2 (วินาที)	สายชนิดที่ 3 (วินาที)
1	7.00	7.63	7.35
2	6.90	7.18	7.33
3	6.93	7.43	7.12
4	7.20	7.63	7.10
5	7.23	7.33	7.39
6	7.58	7.28	7.23
7	7.15	7.54	6.75
8	6.82	7.54	7.11
9	7.05	7.39	6.89
10	7.02	7.33	7.19
เฉลี่ย	7.088	7.428	7.146

4.2 การทดลองความเร็วในการดึงสาย

4.2.1) ลำดับขั้นการทดลอง

1) ป้อนสายไฟฟ้าชนิดที่ 1 เข้ามายังม้วนจ่ายสายไฟฟ้า

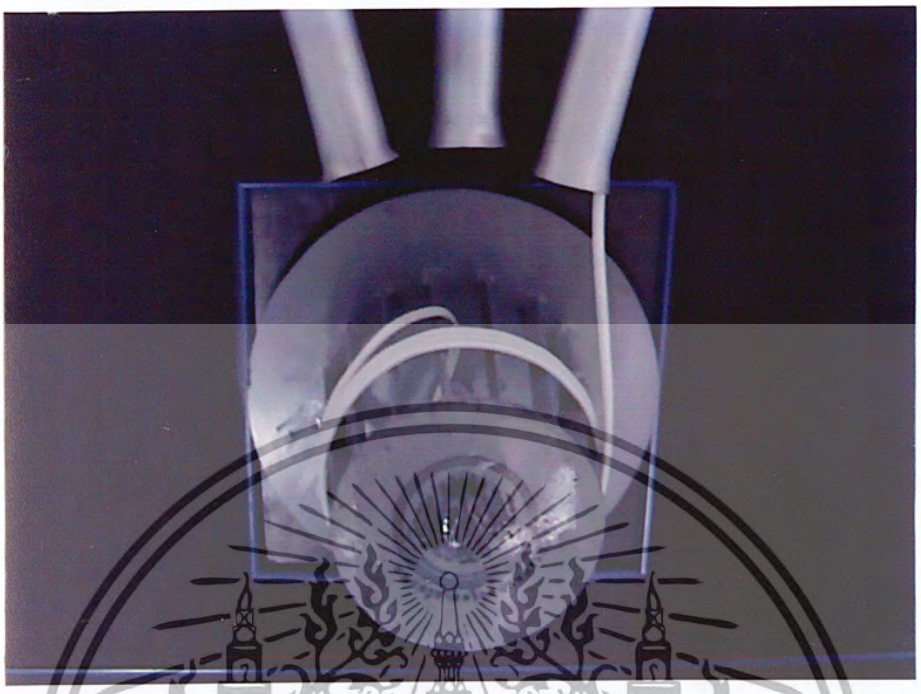
2) จ่ายไฟเลี้ยงไปยังมอเตอร์ชุดม้วนสาย

3) จับเวลาในการดึงสายความยาวขนาด 2 เมตร, 5 เมตร และ 7 เมตร ตามลำดับ

4) บันทึกผลการทดลองในตารางที่ 4.2

5) ทำซ้ำข้อ 1-4 และเปลี่ยนสายเป็นชนิดที่ 2 และ 3

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.2 การดึงสายของชุดดึงสาย

4.2.2) ผลการทดลอง

ตารางที่ 4.2 การทดลองความเร็วในการดึงสาย

ครั้งที่	เวลา (วินาที)								
	สายชนิดที่ 1 / ความยาว (เมตร)			สายชนิดที่ 2 / ความยาว (เมตร)			สายชนิดที่ 3 / ความยาว (เมตร)		
	2	5	7	2	5	7	2	5	7
1	10.97	21.10	28.82	11.27	22.29	27.95	11.86	21.85	28.42
2	11.17	21.08	28.75	11.72	22.03	27.45	11.89	22.13	28.72
3	10.73	22.26	28.59	11.89	22.05	28.28	11.75	22.10	28.15
4	11.64	22.02	29.13	11.27	21.45	28.56	11.43	21.26	28.50
5	11.56	21.93	29.03	11.83	21.52	28.46	11.23	22.23	28.41
6	11.92	21.81	28.95	11.57	21.38	28.10	11.98	21.56	28.52

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.2 (ต่อ) ผลการทดลองการทดลองความเร็วในการดึงสาย

ครั้งที่	เวลา (วินาที)								
	สายชนิดที่ 1 / ความยาว			สายชนิดที่ 2 / ความยาว			สายชิดที่ 3 / ความยาว		
	2	5	7	2	5	7	2	5	7
7	11.56	21.72	28.72	11.73	21.97	28.45	11.68	21.84	28.67
8	11.73	21.69	28.98	11.84	21.11	28.14	11.79	21.71	28.88
9	11.45	21.74	29.02	11.59	21.07	28.05	11.72	22.13	28.54
10	11.32	21.36	28.61	11.65	21.87	28.23	11.86	21.65	28.34
เฉลี่ย	11.405	21.671	28.86	11.636	21.674	28.15	11.719	21.846	28.515

4.3 การทดลองความเที่ยงตรงในการวัดความยาวของสาย

4.3.1) ลำดับขั้นการทดลอง

1) ป้อนคำสั่งตัดสายความยาว 1 เมตร
2) วัดความยาวของสายไฟฟ้าที่เครื่องตัดออกมา
3) บันทึกผลการทดลองในตารางที่ 4.3

รูปที่ 4.3 การวัดความยาวสาย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.3.2) ผลการทดลอง

ตารางที่ 4.3 ผลการทดลองความเที่ยงตรงในการวัดความยาวของสาย

ครั้งที่	ความยาว (เซนติเมตร)		
	สายชนิดที่ 1	สายชนิดที่ 2	สายชนิดที่ 3
1	102	104	98
2	101	98	102
3	102	103	103
4	99	101	98
5	101	102	102
6	98	99	101
7	101	103	102
8	103	101	99
9	102	98	102
10	101	102	101
เฉลี่ย	101	101.1	100.8

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 5
บทสรุป

5.1 บทสรุป

เครื่องจ่ายสายไฟฟ้า ควบคุมการทำงานด้วยไมโครคอนโทรลเลอร์ MCS-51 ใช้ชุดตัดและชุดรับแสงเป็นตัววัดความยาว ประสิทธิภาพของเครื่องขึ้นอยู่กับการวัดความยาวที่แม่นยำ และการตัดสายไฟฟ้า ที่ทำงานโดยใช้หลักการของแรงกดของมอเตอร์ กดลูกเบี้ยวทำให้สามารถตัดสายไฟฟ้าให้ขาดได้โดยทันที และระบบกลไกของส่วนต่างๆ ของเครื่องจ่ายสายไฟฟ้าที่ต้องทำงานต่อเนื่องและสอดคล้องกันอย่างมีระบบ จึงสามารถทำให้เครื่องมีประสิทธิภาพดี มีความแม่นยำและมีความน่าเชื่อถือ ในการทำงาน

5.2 ปัญหา และแนวทางแก้ไข

1) ปัญหา ม้วนเก็บสายไฟฟ้ามีน้ำหนักมากเพราะใช้เหล็กเส้นใหญ่

แนวทางแก้ไข เปลี่ยนขนาดเหล็กให้เส้นเล็กลง ทำให้มีน้ำหนักเบาขึ้น

2) ปัญหา ชุดตัดสายไฟฟ้ามีขนาดใหญ่และหนักเกินไปทำให้ไม่สะดวกเวลาติดตั้ง

แนวทางการแก้ไข ออกแบบและเปลี่ยนแปลงวัสดุอุปกรณ์ใหม่ให้มีขนาดเล็กลง

3) ปัญหา ชุดตรวจวัดความยาว มีความแม่นยำน้อยไป ทำให้การตรวจวัดความยาวมีความผิดพลาดสูง

แนวทางการแก้ไข เลือกใช้ชุดตรวจวัดความยาวที่มีชุดตัดแสงและชุดรับแสงเป็นตัวตรวจวัดความยาวทำให้ประสิทธิภาพในการวัดความยาวมากขึ้น

4) ปัญหา เครื่องมีเสียงดังเวลาทำงาน เพราะใช้สายพานในการดึงสายไฟฟ้า

แนวทางการแก้ไข ออกแบบระบบกลไกการทำงาน โดยเปลี่ยนจากสายพานเป็นโซ่

5.3 แนวทางการพัฒนา

เครื่องจ่ายสายไฟฟ้าสามารถทำงานได้อย่างมีประสิทธิภาพตามที่กำหนดเอาไว้ และยังสามารถที่จะนำไปพัฒนาได้ดังต่อไปนี้

1) สร้างให้มีการรองรับสายไฟฟ้าได้มากขึ้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2) การพัฒนาให้เครื่องจ่ายสายไฟฟ้ามีน้ำหนักเบา และเวลาเครื่องทำงานให้มีเสียงเบา

3) การพัฒนาให้เครื่องจ่ายสายไฟฟ้ามีขนาดเล็กลง โดยจัดวางอุปกรณ์ให้เหมาะสม และสามารถลดความสูงของเครื่องได้

4) การพัฒนาให้ใช้นิวเมติกในการตัดสายไฟฟ้า เพื่อลดน้ำหนักของชุดตัด

5) พัฒนาโดยออกแบบให้จ่ายสายไฟฟ้าได้หลายชนิด

6) พัฒนาโดยออกแบบให้สามารถจ่ายสายนำสัญญาณชนิดอื่นๆ ได้ เช่น สายนำสัญญาณ, สายโคแอกเชียล เป็นต้น

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บรรณานุกรม

กาญจนสิทธิ์ โภคพลู. **เครื่องจำหน่ายบุหรี่อัตโนมัติควบคุมด้วยไมโครคอนโทรลเลอร์**. ปริญญานิพนธ์วิศวกรรมศาสตร์บัณฑิต สาขาวิชาวิศวกรรมโทรคมนาคม. กรุงเทพฯ : สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง. 2540

ไกรวุฒิ โรจน์ประเสริฐสุด. **เข้าใจ/ สร้าง/ เล่น ไมโครโปรเซสเซอร์ 2**. กรุงเทพฯ : ซีเอ็ดยูเคชั่น จำกัด. 2539

ดุสิต เครืองาม. **สิ่งประดิษฐ์ออปโตอิเล็กทรอนิกส์**. พิมพ์ครั้งที่ 1. กรุงเทพฯ : สำนักพิมพ์จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย. 2542

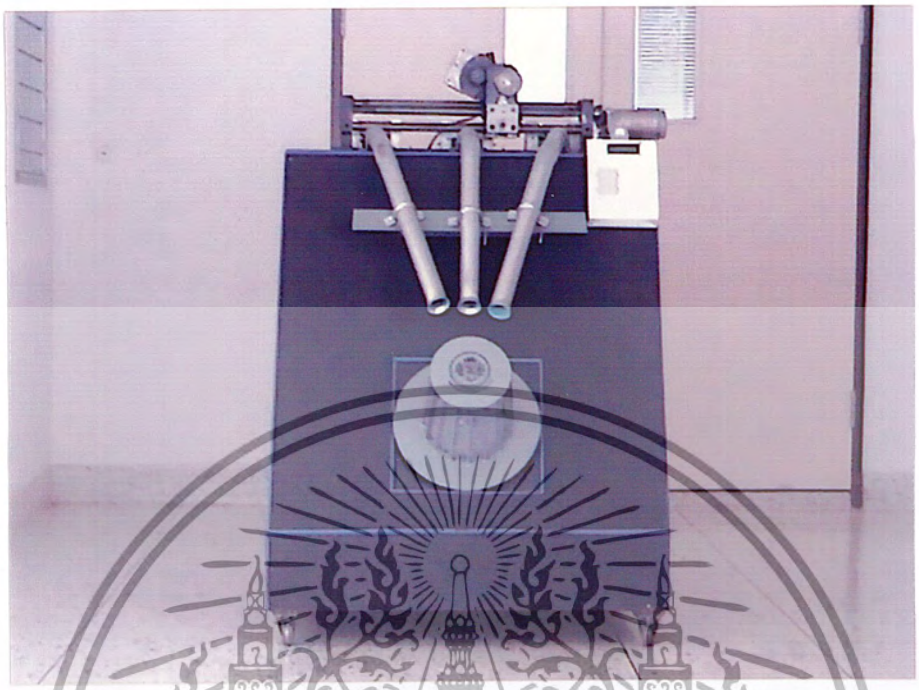
สุนทร ตรีนุภาพ. **เทคนิคการเดินสายไฟและการออกแบบติดตั้งไฟฟ้า**. พิมพ์ครั้งที่ 2. กรุงเทพฯ : สำนักพิมพ์กิตติพงศ์การพิมพ์. 2530

สมยศ จุณณะปิยะ. **การประยุกต์ใช้งานไมโครคอนโทรลเลอร์ MCS-51**. พิมพ์ครั้งที่ 3. กรุงเทพฯ : สำนักพิมพ์สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง. 2543

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ก
เครื่องต้นแบบ

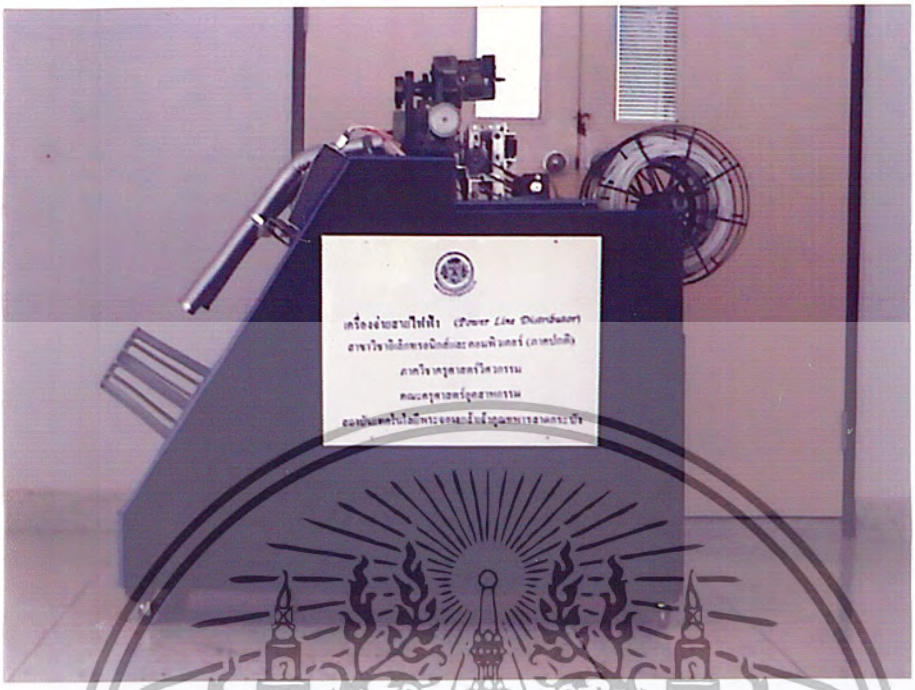
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ ก.1 รูปด้านหน้าของเครื่องจ่ายสายไฟฟ้า

รูปที่ ก.2 รูปด้านข้างของเครื่องจ่ายสายไฟฟ้า (ขวา)

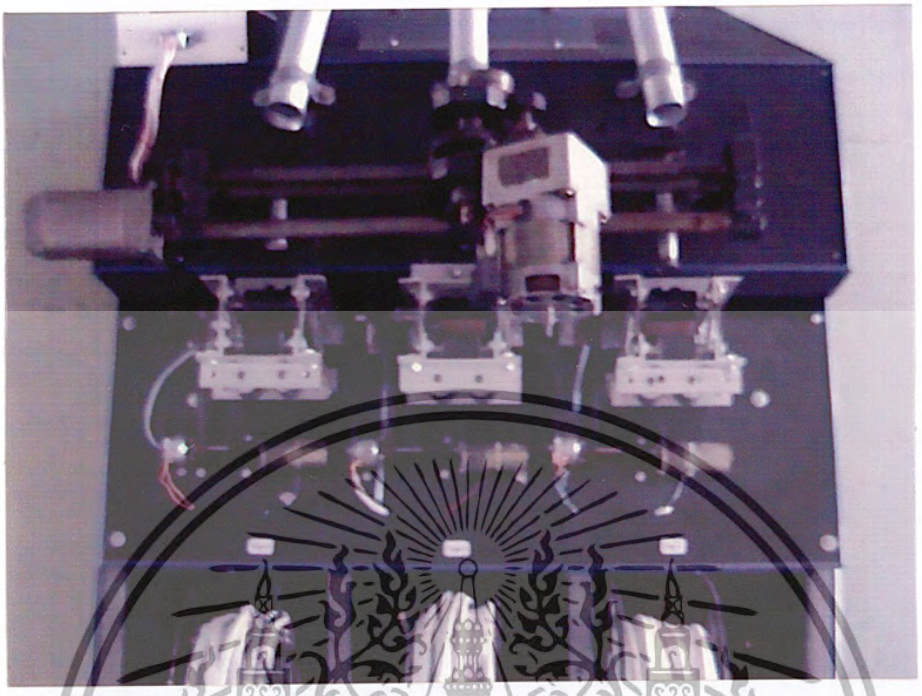
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



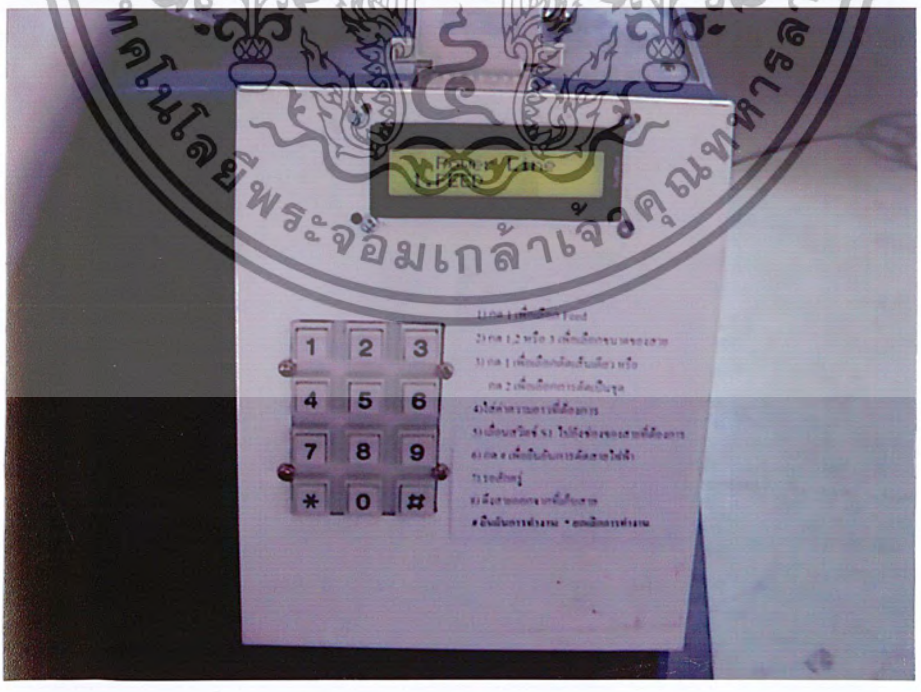
รูปที่ ก.3 รูปด้านข้างของเครื่องจ่ายสายไฟฟ้า (ซ้าย)

รูปที่ ก.4 รูปด้านหลังของเครื่องจ่ายสายไฟฟ้า

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

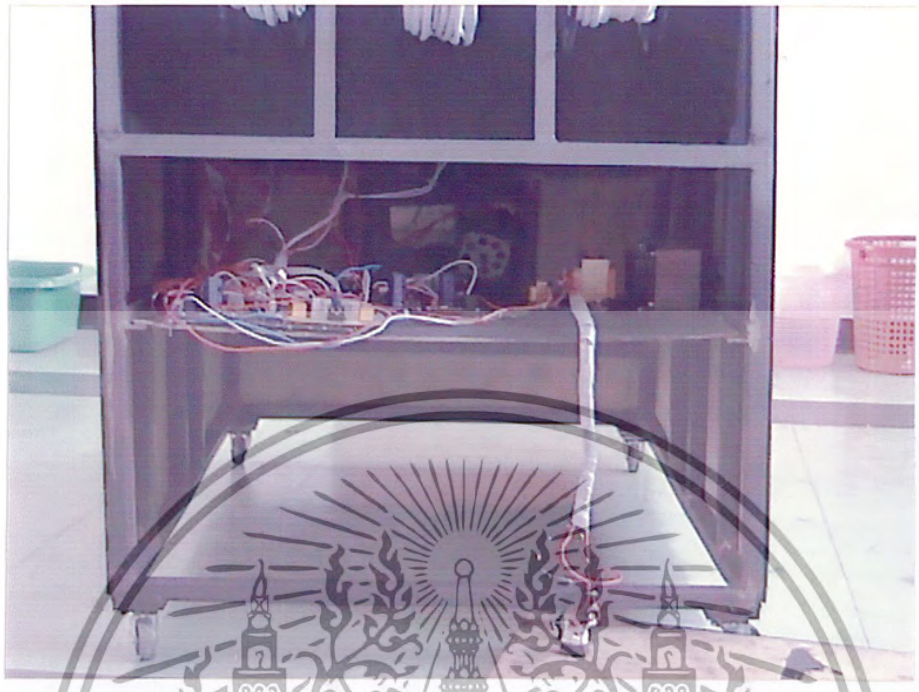


รูปที่ ก.5 รูปด้านบนของเครื่องจ่ายสายไฟฟ้า



รูปที่ ก.6 การติดตั้งวงจรลงกล่อง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ ก.7 รูปการติดตั้งวงจรในเครื่องจ่ายสายไฟฟ้า

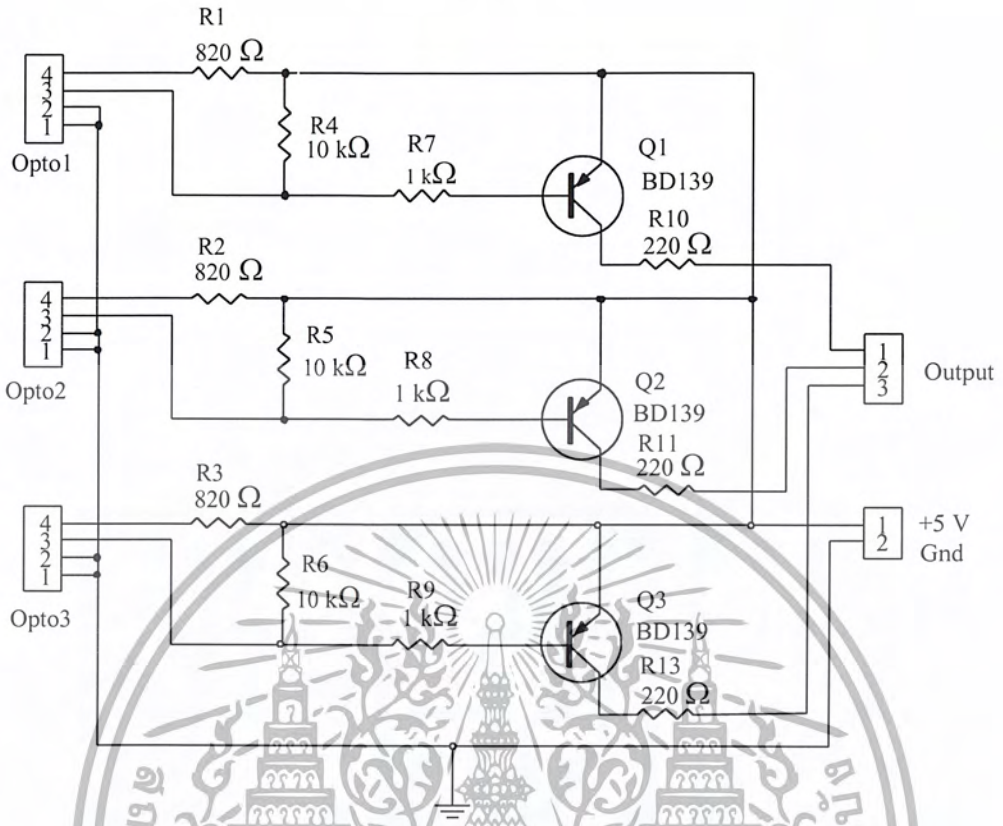
รูปที่ ก.8 เครื่องจ่ายสายไฟฟ้า

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

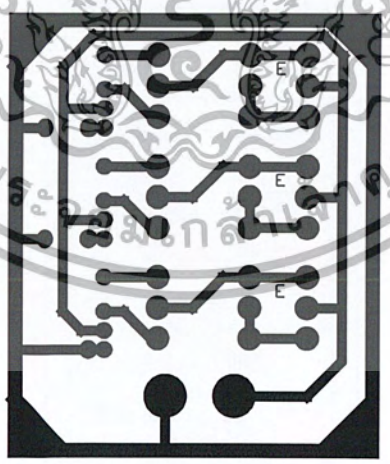
ภาคผนวก ข

วงจรและแผ่นวงจรพิมพ์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

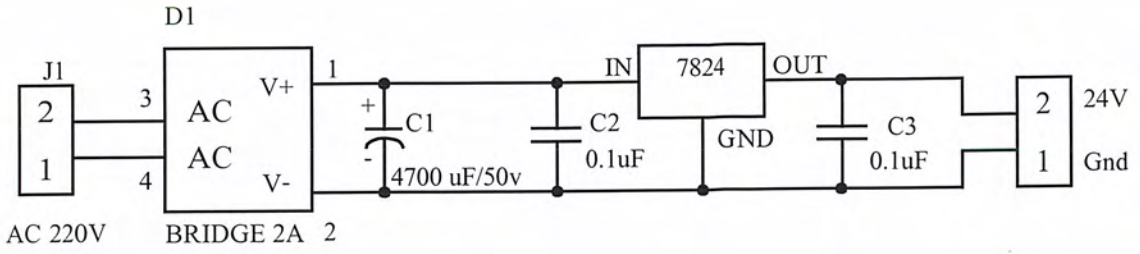


รูปที่ ข.1 วงจรชุดวัดความยาว

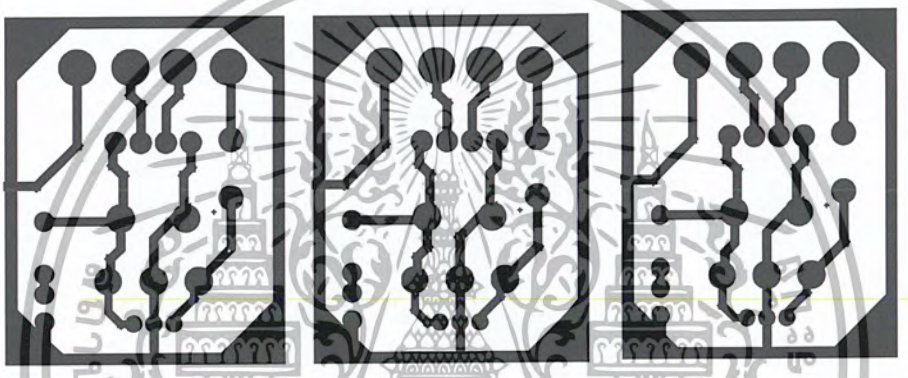


รูปที่ ข.2 แผ่นวงจรพิมพ์ชุดวัดความยาว

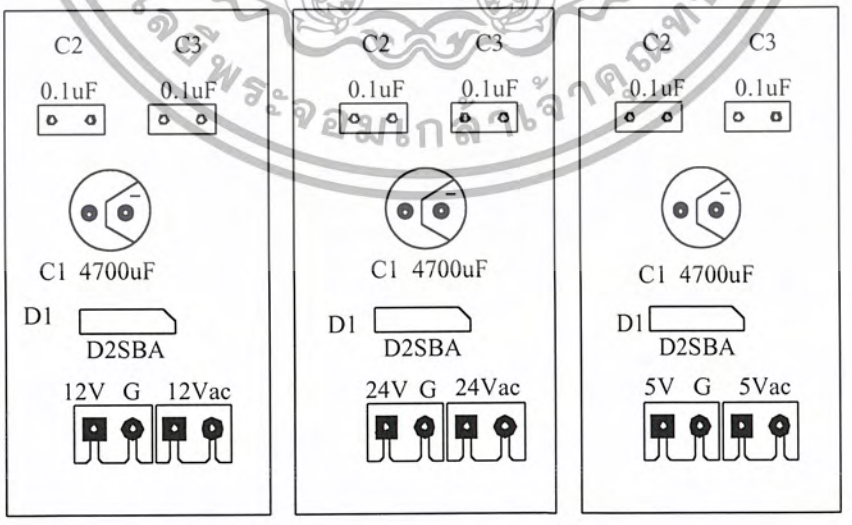
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ ข.3 วงจรภาคจ่ายไฟ

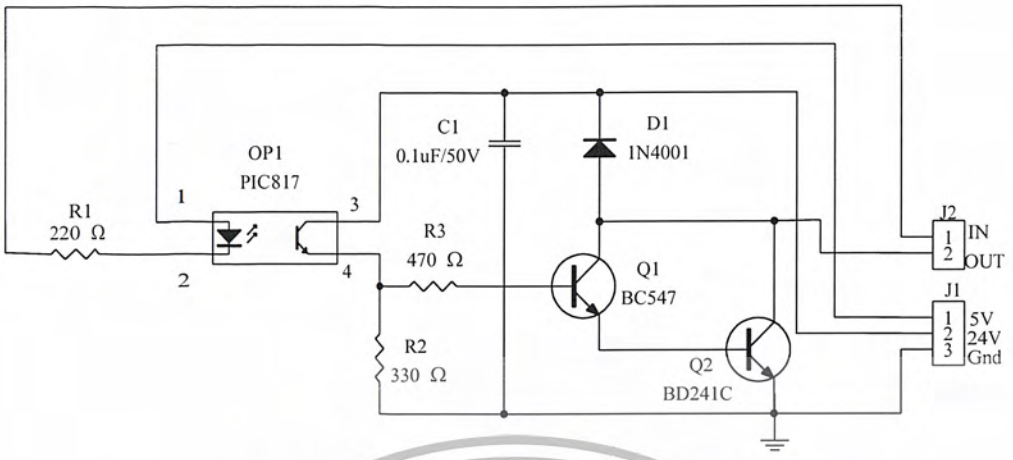


รูปที่ ข.4 แผ่นวงจรพิมพ์ภาคจ่ายไฟ

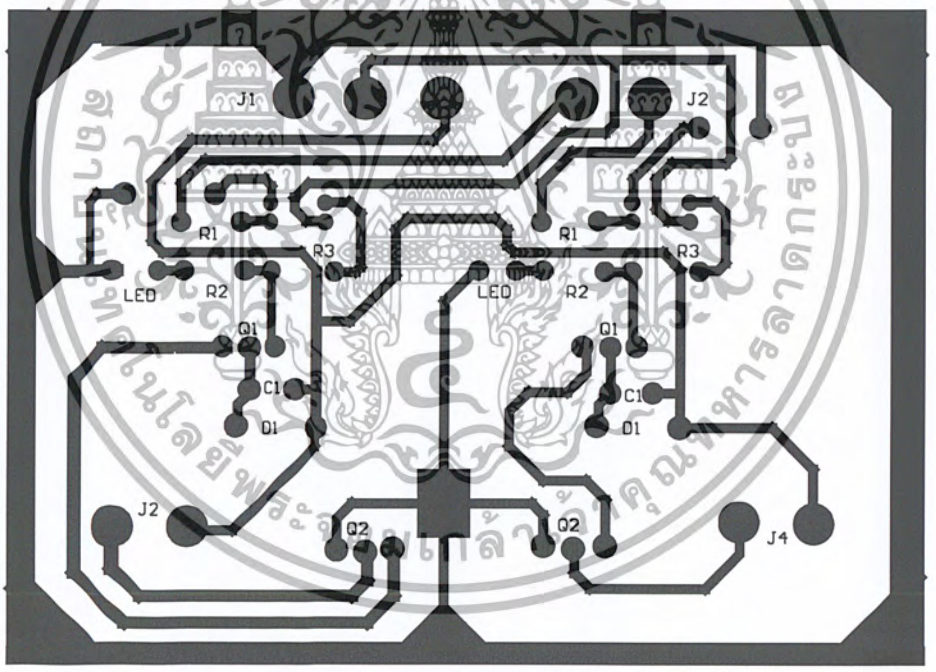


รูปที่ ข.5 ตำแหน่งการวางอุปกรณ์ภาคจ่ายไฟ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

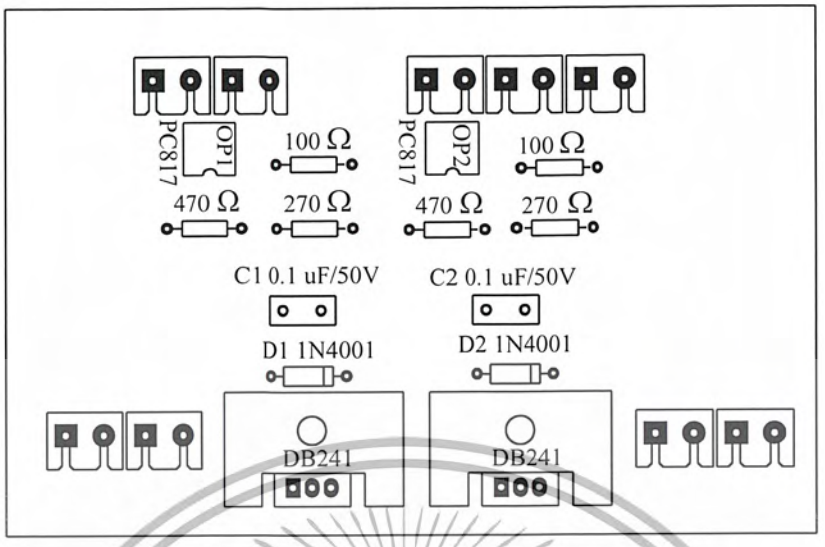


รูปที่ ข.6 วงจรชุดดึงสายไฟฟ้า

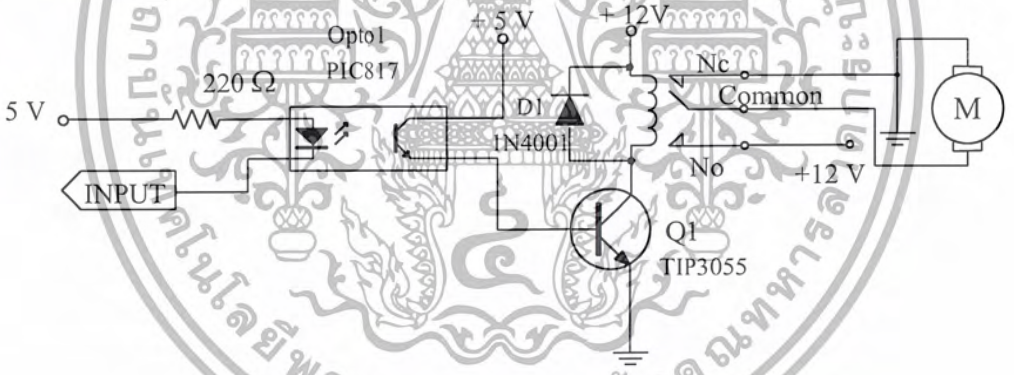


รูปที่ ข.7 แผ่นวงจรพิมพ์ชุดดึงสายไฟฟ้า

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

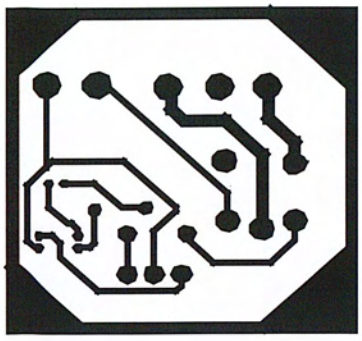


รูปที่ ข.8 ตำแหน่งการวางวงจรพิมพ์ชุดดึงสายไฟฟ้า

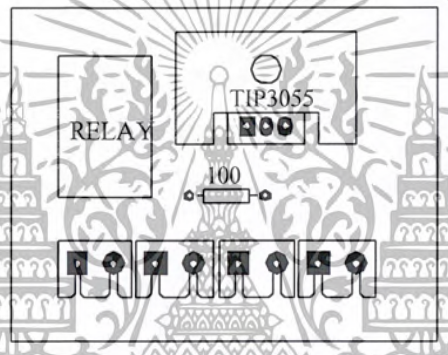


รูปที่ ข.9 วงจรชุดตัด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ ข.10 แผ่นวงจรพิมพ์ชุดตัด



รูปที่ ข.11 ตำแหน่งการลงอุปกรณ์ชุดตัดสายไฟฟ้า

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ค
รายการอุปกรณ์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ ค.1 รายการอุปกรณ์ของวงจรแหล่งจ่ายไฟ

ชื่ออุปกรณ์	รายละเอียด	จำนวน
อุปกรณ์สารกึ่งตัวนำ		
D1-D3	D2SBA	3 ตัว
ตัวเก็บประจุ		
C1-C3	4700 µF 50V	3 ตัว
C4-C9	0.1 µF 50V	6 ตัว

ตารางที่ ค.2 รายการอุปกรณ์ของวงจรชุดดึงสายไฟฟ้า

ชื่ออุปกรณ์	รายละเอียด	จำนวน
วงจรรวม		
IC1-IC2	PC817	2 ตัว
อุปกรณ์สารกึ่งตัวนำ		
Q1,Q2	DB139	2 ตัว
Q3,Q4	BD241	2 ตัว
D1	1N4001	2 ตัว
ตัวเก็บประจุ		
C1,C2	0.1µF 50V	2 ตัว
ตัวต้านทาน		
R1,R2	100 Ω	2 ตัว
R3,R4	270 Ω	2 ตัว
R5,R6	470 Ω	2 ตัว

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ ค.3 รายการอุปกรณ์ของวงจรชุดตัดสายไฟฟ้า

ชื่ออุปกรณ์	รายละเอียด	จำนวน
วงจรรวม		
IC	PC817	1 ตัว
อุปกรณ์สารกึ่งตัวนำ		
TR	TIP3055	1 ตัว
ตัวต้านทาน		
R1	100 Ω	1 ตัว
อุปกรณ์อื่นๆ		
RELAY	HRS4H-S-DC 12V	1 ตัว

ตารางที่ ค.4 รายการอุปกรณ์ของวงจรชุดตรวจวัดความยาว

ชื่ออุปกรณ์	รายละเอียด	จำนวน
อุปกรณ์สารกึ่งตัวนำ		
Q1	DB139	1 ตัว
Q2	2N3055	1 ตัว
ตัวต้านทาน		
R1-R3	820 Ω	3 ตัว
R4-R6	10 kΩ	3 ตัว
R7-R9	1 kΩ	3 ตัว
อุปกรณ์อื่นๆ		
Opto	TP805	3 ตัว

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ ค.5 รายการอุปกรณ์ของวงจรชุดเก็บสายไฟฟ้า

ชื่ออุปกรณ์	รายละเอียด	จำนวน
วงจรรวม		
IC	PC817	1 ตัว
อุปกรณ์สารกึ่งตัวนำ		
TR	TIP3055	1 ตัว
ตัวต้านทาน		
R1	100 Ω	1 ตัว
อุปกรณ์อื่นๆ		
RELAY	HRS4H-S-DC 12V	1 ตัว

ตารางที่ ค.6 รายการอุปกรณ์ของวงจรชุดขับดีซีมอเตอร์

ชื่ออุปกรณ์	รายละเอียด	จำนวน
วงจรรวม		
IC	PC 817	1 ตัว
อุปกรณ์สารกึ่งตัวนำ		
Q1	TIP3055	2 ตัว
ตัวเก็บประจุ		
C1	0.1μF 50V	1 ตัว
ตัวต้านทาน		
R1-R4	240 Ω	4 ตัว
R5,R6	470 Ω	2 ตัว
อุปกรณ์อื่นๆ		
RELAY	HRS4H-S-DC 12V	2 ตัว

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

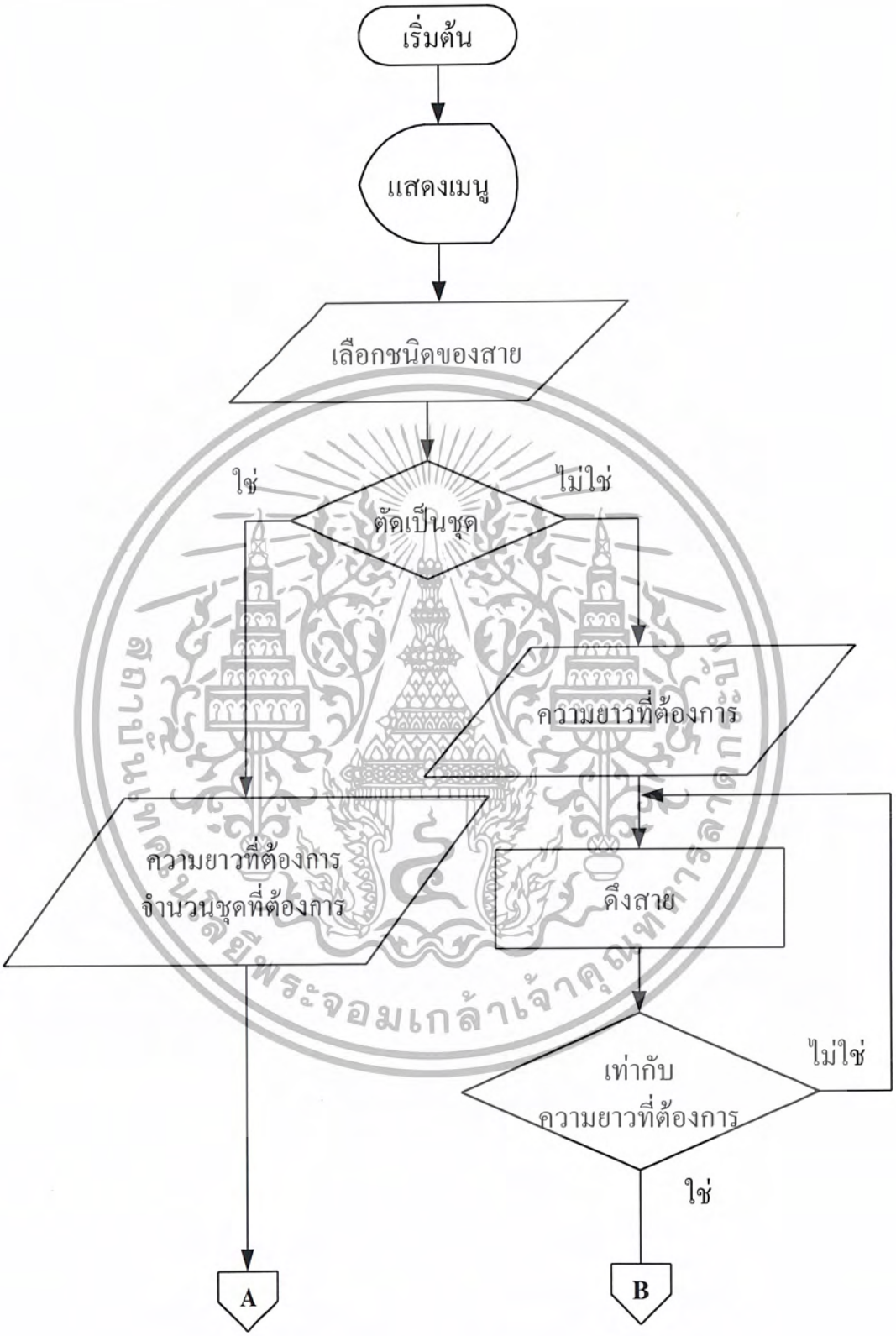
ตารางที่ ค.7 รายการอุปกรณ์ของวงจรควบคุม

ชื่ออุปกรณ์	รายละเอียด	จำนวน
วงจรรวม		
IC1	AT89C52	1 ตัว
IC2	74LS541	1 ตัว
IC3	74HC573	1 ตัว
อุปกรณ์สารกึ่งตัวนำ		
D1	DB1046	1 ตัว
ตัวเก็บประจุ		
C1	1 μF 50V	1 ตัว
C2-C7	0.1 μF 50V	6 ตัว
C8	1000 μF 50V	1 ตัว
ตัวต้านทาน		
R1	100 Ω	1 ตัว
R2	360 Ω	1 ตัว
R3	470 Ω	1 ตัว

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

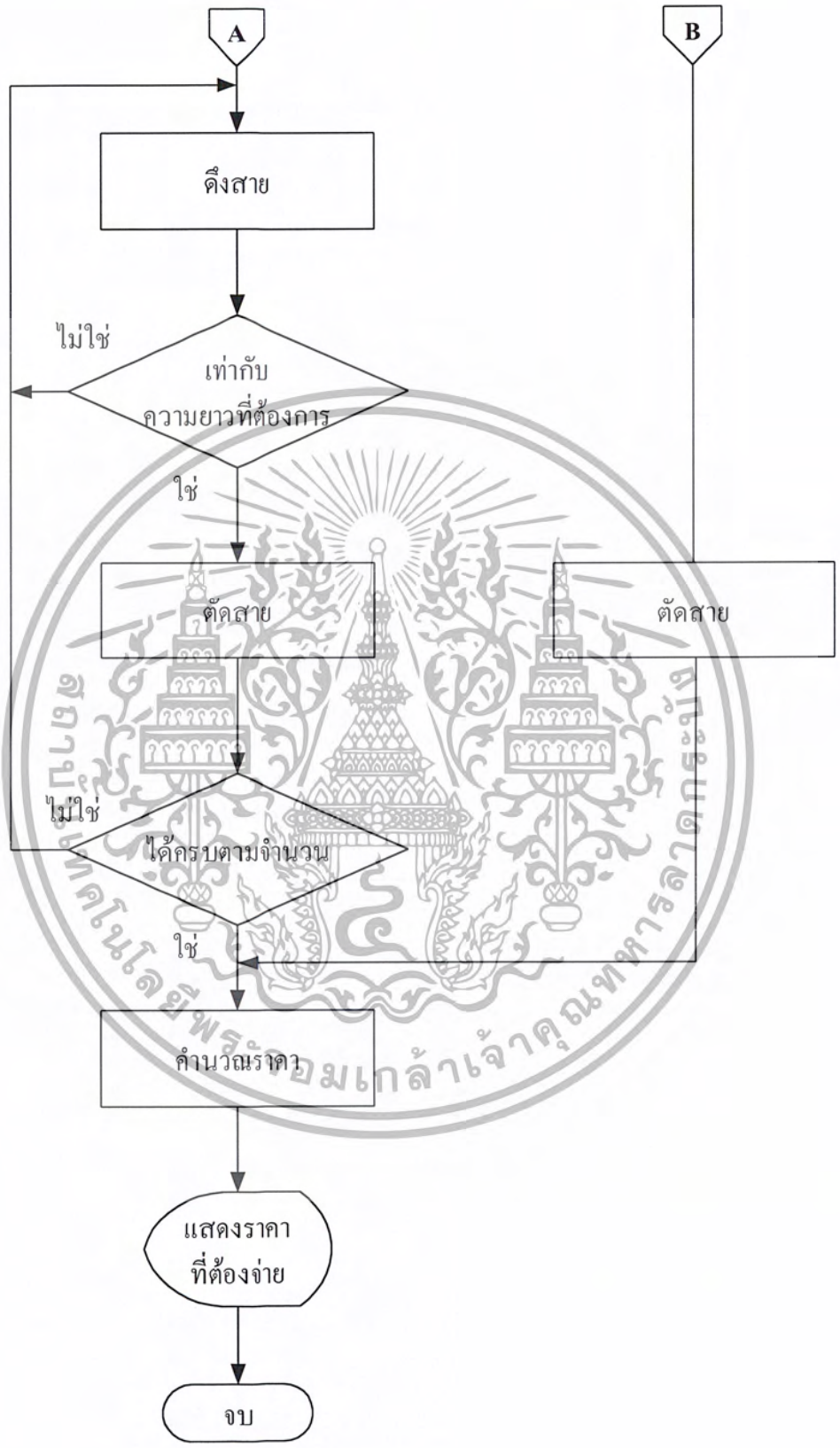
ภาคผนวก ง
ผังการทำงานและโปรแกรม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ ง.1 ผังการทำงานของเครื่องจ่ายสายไฟฟ้า

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ ง.1 (ต่อ) ผังการทำงานของเครื่องจ่ายสายไฟฟ้า

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
;*********************************************************************

;***************          PROGRAM CONTROL PROJECT          ***************

;*********************************************************************

#include <at89x52.h>
#include <stdio.h>
#include <absacc.h>
#include <ctype.h>
#include <stdlib.h>
#include <intrins.h>
#include <string.h>

extern   void  feedout  (char x);
extern   void  feedout2 (char x);
extern   void  feedout3 (char x);

#define     BUFSIZE     16        /* ASCII buffer size */
#define     FALSE       0
#define     TRUE        1
#define     LF          10        /* line feed chr */
#define     CR          13        /* return chr */

#define     k_cancel    10
#define     k_ent       11

sbit        lcdrs       =   P3^7;
sbit        lcden       =   P3^6;

char readkbd (void);

/* Gobal variable */

            char   data    counter,a,aa,bb, b,cc, c, d,idx, k_a, k_b;
            char   data    ASCBUF[BUFSIZE];
            char   code    scankey[]={0xef, 0xdf, 0xbf};
            char   code    keycode[]={1, 4, 7, 10, 2, 5, 8, 0, 3, 6,
9, 11};


            bit     data    TimeFlag;

                    /*********************************/
                    /*        Delay function         */
                    /*    input : int loop counter   */
                    /*********************************/

void delay (unsigned int count)

{
    for (; count; count--)      /* Loop Delay */
    {
        if  (RI==1)      /* Check Serial port recieve bit */
            break;
    }
}
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
                    /*******************************/
                    /*     Check Keyboard hit      */
                    /*******************************/
bit kbhit (void)

{
    P2=0x0f;
    if  ((P2&0x0f)!=0x0f)   /* Key hit return true */
        return (TRUE);
    else
        return (FALSE);     /* Non return false */
}

                    /*************************/
                    /*    Read keyboard      */
                    /*************************/

char readKbd (void)
{
    while (1)
    {
        for (k_a=0; k_a<3; k_a++)    /* Loop scan 4 bit */
        {
            P2=scankey[k_a];     /* Check key press */

            k_b=P2&0x0f;
            if  (k_b==0x0f)
                continue;
            else
            {
                delay (3000);     /* Key debouce */
                k_b=P2&0x0f;
                if  (k_b==0x0f)
                    continue;

                if  (k_b==0x0e)      /* bit 1 */
                    k_b=0;
                if  (k_b==0x0d)      /* bit 2 */
                    k_b=1;
                if  (k_b==0x0b)      /* bit 3 */
                    k_b=2;
                if  (k_b==0x07)      /* bit 4 */
                    k_b=3;
                k_a*=4;
                k_b+=k_a;
                k_b=keycode[k_b];   /* Key encode */

                while ((P2&0x0f)!=0x0f);     /* Loop while depress */
                return (k_b);   /* return key */
            }
        }
    }
}
                    /*********************/
                    /* Write Instruction */
                    /*********************/
void lcdwi (char cmd)
{
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
    P0=cmd;
    lcdrs=0;
    lcden=0;
    lcden=1;
    _nop_ ();
    _nop_ ();
    lcden=0;
    delay (128);
}
                        /**************/
                        /* Write Data */
                        /**************/

void lcdwd (char dta)
{
    P0=dta;
    lcdrs=1;
    lcden=0;
    _nop_ ();
    _nop_ ();
    lcden=1;
    lcden=0;
    delay (128);

}
                        /****************/
                        /* Initial LCD */
                        /****************/

void initlcd (void)
{
    lcdwi (0x38);
    lcdwi (0x0C);
    lcdwi (1);
    lcdwi (0x80);
}
                        /******************/
                        /* Outtext to LCD */
                        /******************/

void text (char *msg)
{
    while (*msg!=0L)
    {
        lcdwd (*msg);
        msg++;
    }
}

/************************************************/
/* Convert text to floating point function      */
/*  input :                                     */
/*    - char count (limit of char)              */
/*  output :                                    */
/*    - error code return float (-1)            */
/*    - successfull return floating point number */
/************************************************/
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
float textnum (char count, char add)
{
    char    a, b;

    a=0;
    ASCBUF[0]=0;
    lcdwi (add);

    while (1)
    {
        b=readkbd ();           /* Waiting for key press */

        if  (b==10)             /* Esc key press */
            break;              /* Breake the loop and return (-1) */

        if  (b==11)                     /* Enter key press */
        {
            if  (a!=0)                  /* If the key was pressed */
                return (atof (ASCBUF)); /* Return the keyboard value */
            else
                return ((float)-1);     /* The other return error (2) */
        }

//          if  (b==k_up)               /* Clear key press */
//          {
//              if  (a==0)              /* Clear of key  press first */
//              {                       /* Put the 0 to buffer */
//                  ASCBUF[0]=0;
//                  continue;
//              }
//              a--;
//              ASCBUF[a]=0;
//              lcdwi (add+a);
//              text (" ");
//              lcdwi (add+a);
//              lcdwi (add);
//              text (ASCBUF);
//          }

        if  (a==count)
            continue;

        if  (b<=9)                  /* The  numeric and dot key press */
        {
            ASCBUF[a]=b+0x30;       /* put numeric value */
            a++;                    /* and convert to ASCII */
            ASCBUF[a]=0;            /* both to display to 7 segment */
            lcdwi (add);
            text (ASCBUF);
        }
    }

    return ((float)-1);             /* Not successfull return (-1) */
}
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
                                /********************/
                                /*      Setwrie1     */
                                /********************/

void Setwrie1 (void)
{
    char  d;

    initlcd ();
    text ("   How mach __  ");
    lcdwi (0xc0);
    text ("#. O.K   *Cancle");
    lcdwi (0x0f);   /* on cursor */

    d=(char) textnum (1,0xcd);
    if  (d==-1)
        return;
    b=0;
    while (1)
    {
     a=readkbd ();
     if(a==11)
       {
        initlcd ();
        text ("  #.Cut     ");
        lcdwi (0xc0);
        text ("  *Cancle   ");
        lcdwi (0x0f);   /* on cursor */
        feedout (d);
       }
        if( a==10)
        return;

    }
}
                                /*********************/
                                /*      Setwrie2     */
                                /*********************/

void Setwrie2 (void)
{
    char  d;

    initlcd ();
    text ("   How Long __  ");
    lcdwi (0xc0);
    text ("#. O.K   *Cancle");
    lcdwi (0x0f);   /* on cursor */

    d=(char) textnum (1,0xcd);
    text ("");
    lcdwi (0x0f);
    if  (d==-1)
        return;
    b=0;
    while (1)
    {
     a=readkbd ();
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
     if(a==11)
       {
        initlcd ();
        text ("  #.Cut    ");
        lcdwi (0xc0);
        text ("  *Cancle  ");
        lcdwi (0x0f);   /* on cursor */
        feedout2 (d);
       }
        if( a==10)
        return;


    }
}
                          /*********************/
                          /*      Setwrie3     */
                          /*********************/

void Setwrie3 (void)
{
    char  d;

    initlcd ();
    text ("    How mach ___ ");
    lcdwi (0xc0);
    text ("#. O.K    *Cancle");
    lcdwi (0x0f);    /* on cursor */

//    d=(char) textnum (1,0xcd);
    text ("    How mach __  ");
    d=(char) textnum (1,0xcd);
    lcdwi (0xc0);
    text ("");
    lcdwi (0x0f);
    if  (d==-1)
        return;
    b=0;
    while (1)
    {
     a=readkbd ();
     if(a==11)
       {
        initlcd ();
        text ("  #.Cut    ");
        lcdwi (0xc0);
        text ("  *Cancle  ");
        lcdwi (0x0f);   /* on cursor */
        feedout3 (d);
       }
        if( a==10)
        return;


    }
}
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
                                /*********************/
                                /*     Setmotor1     */
                                /*********************/

void Setmotor1 (void)

{
    initlcd ();
    text (" 1. Single  ");
    lcdwi (0xc0);
    text (" 2. Double  ");
    lcdwi (0x0f);   /* on cursor */

    b=0;
    while (1)
    {
        a=readkbd ();
        switch (a)
      {
        case    1:
        Setwrie1 ();
        break;

        case    2:
//        Setwrie2 ();
        break;

        case    k_cancel:
        initlcd ();
        return;
      }
    }
}
                                /*********************/
                                /*     Setmotor2     */
                                /*********************/

void Setmotor2 (void)

{
    initlcd ();
    text (" 1. Single  ");
    lcdwi (0xc0);
    text (" 2. Double  ");
    lcdwi (0x0f);   /* on cursor */

    b=0;
    while (1)
    {
        a=readkbd ();
        switch (a)
        {
        case    1:
        Setwrie2 ();
        break;

        case    2:
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
//          Setwrie2 ();
          break;

          case    k_cancel:
          initlcd ();
          return;
          }
     }
}
                              /*********************/
                              /*    Setmotor3      */
                              /*********************/

void  Setmotor3  (void)

{
     initlcd ();
     text (" 1. Single  ");
     lcdwi (0xc0);
     text (" 2. Double  ");
     lcdwi (0x0f);   /* on cursor */

     b=0;
     while (1)
     {
          a=readkbd ();
          switch (a)
          {
          case    1:
          Setwrie3 ();
          break;

          case    2:
//          Setwrie2 ();
          break;

          case    k_cancel:
          initlcd ();
          return;
          }
     }
}
                              /****************/
                              /*    CSet      */
                              /****************/

void CSet (void)

{
     while (1)
     {
          initlcd ();
          text ("1. 1      2. 1.5 ");
          lcdwi (0xc0);
          text ("3. 2.5    *cancle");

          a=readkbd ();
          switch (a)
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
        {
            case    1:
            Setmotor1 ();
            break;

            case    2:
            Setmotor2 ();
            break;

            case    3:
            Setmotor3 ();
            break;

            case    k_cancel:
            initlcd ();
            return;

        }
    }
}
                        /*********************/
                        /*     main program  */
                        /*********************/
void main (void)
{
    lcden=1;          /* LCD set */
    delay (256);

    initlcd ();
    P2=0;
    text ("   Power Line   ");
    lcdwi (0xc0);
    text (" 1.FEED         ");
    delay (60000);
    delay (60000);

        if  (kbhit()==TRUE)     /* If key press */
        {
            a=readKbd ();       /* Get keyboard */
            if  (a==1)
                CSet ();

            initlcd ();
        }

}

                        /*********************/
                        /*       Long 1      */
                        /*********************/

      ORG 0000H

START:          SETB  P3.0
            CLR   P3.1
            LCALL DELAY
            LCALL DELAY
            LCALL DELAY
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
                CLR   P3.0
                SETB  P3.1
                LCALL DELAY
                LCALL DELAY
                LCALL DELAY
                SJMP  START

DELAY:          MOV   R6,#0FFH
DEL1:           MOV   R7,#0FFH
DEL2:           NOP
                DJNZ  R7,DEL2
                DJNZ  R6,DEL1
                RET

                END

;CLUTH1:        EQU   P1.2
;MOTOR1:        EQU   P1.3
;SENSOR1:       EQU   P3.4
;COUNT_1:       EQU   30H
;CUTTER         EQU   P3.0
;ROLL           EQU   P1.1

                /*********************/
                /*      Long 2       */
                /*********************/

                ORG 0000H

CLEAR:          SETB  P3.0
                MOV   R2,#00H
                ;MOV  R4,#1
                MOV   A,R4
                LCALL LOOK_TAB
                MOV   31H,A
START:
START1:         LCALL FEED_ON
                LCALL DELAY
                JNB   P3.4,START1
                INC   R2
                MOV   A,R2
                CJNE  A,#1FH,START2
                CLR   P1.1
                LCALL FEED_OFF
START2:         CJNE  A,31H,START1
                LCALL FEED_OFF
                LCALL DELAY
                LCALL DELAY
                LCALL DELAY
                CLR   P3.0
                LCALL DELAY
                LCALL DELAY
                LCALL DELAY
                LCALL DELAY
                SETB  P3.0
                RET

FEED_ON:        CLR   P1.2
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
            CLR   P1.3
            RET

FEED_OFF:   SETB  P1.2
            SETB  P1.3
            RET

DELAY:      MOV   R6,#0FFH
DEL1:       MOV   R7,#0FFH
DEL2:       NOP
            DJNZ  R7,DEL2
            DJNZ  R6,DEL1
            RET

LOOK_TAB:   INC   A
            MOVC  A,@A+PC
            RET
            DB    00H
            DB    1FH
            DB    3FH
            DB    5EH
            DB    7FH
            DB    9FH
            DB    0BFH
            DB    0DFH
            DB    0FFH

            END
```

รูปที่ ง.2 โปรแกรมของเครื่องจ่ายสายไฟฟ้า

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก จ
คู่มือการใช้งาน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

คู่มือการใช้งาน
เครื่องจ่ายสายไฟฟ้า
Power Line Distributor

ภาควิชาครุศาสตร์วิศวกรรม

คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

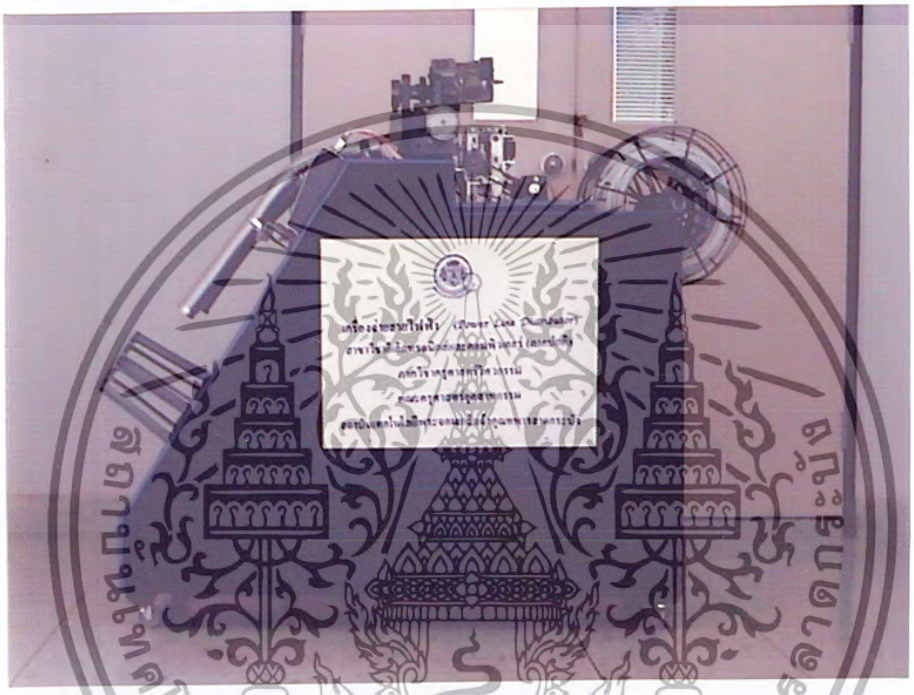
ปีการศึกษา 2546

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1. คำแนะนำเบื้องต้น

ก่อนที่จะลงมือใช้งานเครื่องจ่ายสายนำไฟฟ้า ควรทำการศึกษาการใช้งานจากคู่มือให้เข้าใจ เพื่อผลการทำงานที่ถูกต้อง และป้องกันการเสียหายที่อาจเกิดขึ้นกับเครื่องจ่ายสายไฟฟ้า

2. ส่วนประกอบของเครื่องจ่ายสายนำไฟฟ้า



รูปที่ จ.1 เครื่องจ่ายสายไฟฟ้า

จากรูปที่ จ.1 แสดงส่วนประกอบต่างๆ ของเครื่องจ่ายสายไฟฟ้า ซึ่งมีส่วนประกอบต่างๆ ดังต่อไปนี้

หน้าที่ของส่วนประกอบแต่ละส่วน

1) ม้วนเก็บสาย ทำหน้าที่ ในการเก็บสายไฟฟ้า

2) ชุดตัดสาย ทำหน้าที่ ในการตัดสายไฟฟ้า

3) ชุดดึงสาย ทำหน้าที่ ในการดึงสายไฟฟ้าออกมาจากม้วนจ่ายสายไฟฟ้า

4) ชุดวัดความยาว ทำหน้าที่ ในการวัดระยะความยาวของสายไฟฟ้าที่ถูกดึงออกมา

5) วงจรควบคุม ทำหน้าที่ ในการทำงานต่างๆ ทั้งหมดของเครื่อง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3. ขั้นตอนการใช้งานของเครื่องจ่ายสายไฟฟ้า

โหมดการทำงานของเครื่องสายไฟฟ้า

1) กด1เพื่อเลือก Feed

2) กด 1,2 หรือ 3 เพื่อเลือกขนาดของสายไฟฟ้าที่ต้องการ

3) กด 1 เพื่อเลือกตัดเส้นเดียว หรือกด 2 เพื่อเลือกการตัดเป็นชุด

4)ใส่ค่าความยาวที่ต้องการ

5) เลื่อนสวิตช์มอเตอร์ S1 ไปยังช่องของสายที่ต้องการ

6) กด # เพื่อยืนยันการตัดสายไฟฟ้า

7) รอสักครู่ เพื่อรอการทำงานของเครื่องจ่ายสายไฟฟ้า

8) ดึงสายออกจากที่เก็บสาย

***หมายเหตุ**

1) กดคีย์ # เพื่อยืนยันการทำงาน และกดคีย์ * เพื่อยกเลิกการทำงาน

2) การใส่ค่าความยาวของสายต้องไม่ต่ำกว่า 2 เมตร

3) ค่าความยาวที่ใส่จำเป็นที่จะต้องใส่ค่าเป็นจำนวนเต็ม เช่น 2 เมตร, 5 เมตร เป็นต้น

4. การดูแลรักษาและข้อควรระวัง

4.1 การดูแลรักษา

1) เมื่อเลิกใช้งานควรเก็บกวาดวัสดุด้วย

2) เช็ดทำความสะอาดทุกครั้งหลังการใช้งาน

3) เมื่อไม่ได้ใช้งาน ไม่ควรหมุนชิ้นส่วนกลไกเล่น

4.2 ข้อควรระวัง

1) ควรใช้งานด้วยความระมัดระวัง

2) หลีกเลี่ยงการวางเครื่องในที่เปียกแฉะ

3) ห้ามสัมผัสส่วน ตัดสาย ดึงสาย และม้วนสายขณะทำงาน

4) ระวังเด็กเข้าไปเล่นภายในเครื่อง

5) ก่อนเปิดฝาเครื่องถอดปลั๊กก่อน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ฉ
รายละเอียดและคุณสมบัติของอุปกรณ์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Features

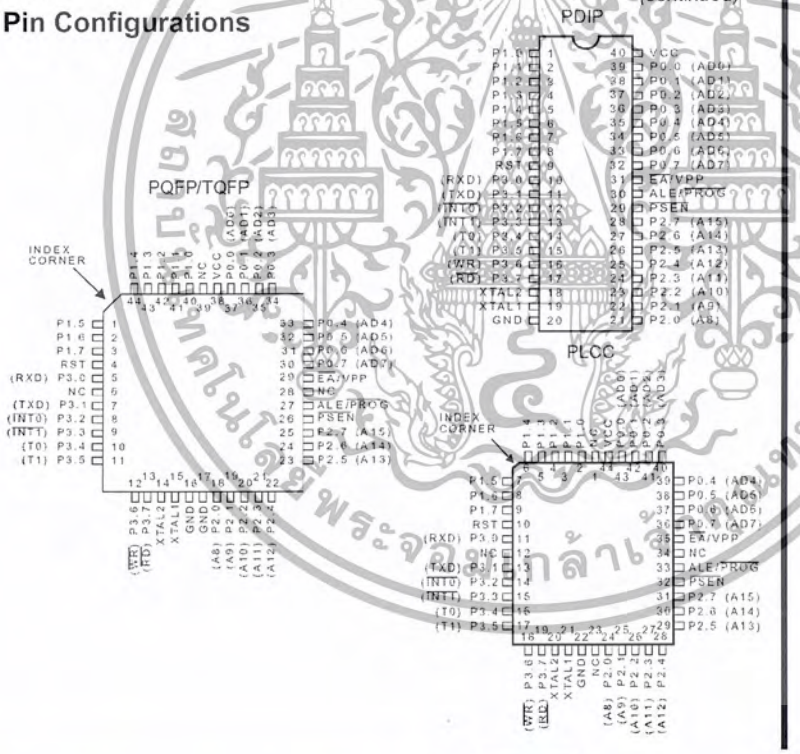
- Compatible with MCS-51™ Products
- 4K Bytes of In-System Reprogrammable Flash Memory
  - Endurance: 1,000 Write/Erase Cycles
- Fully Static Operation: 0 Hz to 24 MHz
- Three-Level Program Memory Lock
- 128 x 8-Bit Internal RAM
- 32 Programmable I/O Lines
- Two 16-Bit Timer/Counters
- Six Interrupt 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.

(continued)

Pin Configurations



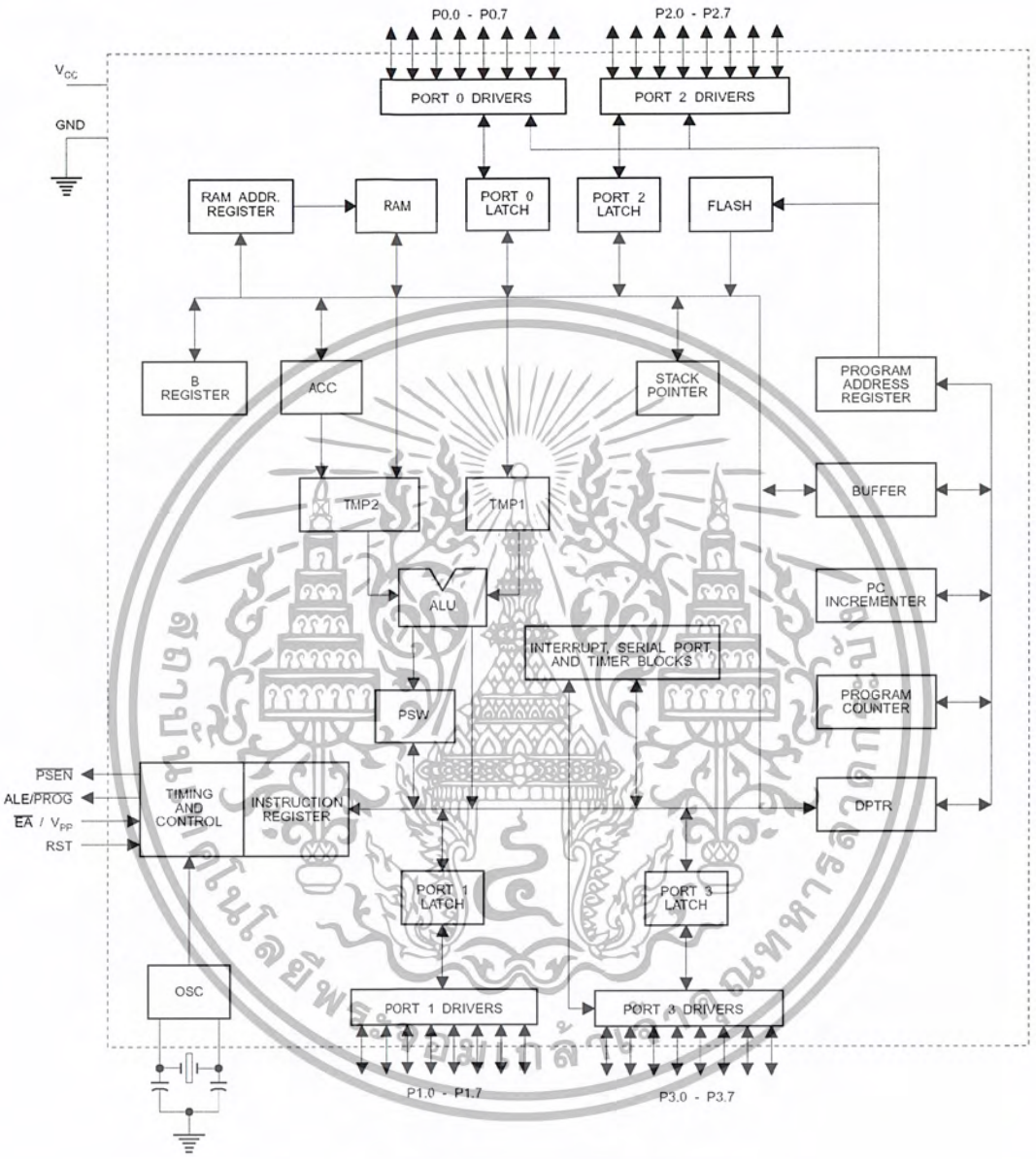
0265F-A-12/97

8-Bit Microcontroller with 4K Bytes Flash

AT89C51

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ock Diagram



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

When the AT89C51 is executing code from external program memory, $\overline{PSEN}$ is activated twice each machine cycle, except that two $\overline{PSEN}$ activations are skipped during each access to external data memory.

$\overline{EA}$/V_{PP}
External Access Enable. $\overline{EA}$ must be strapped to GND in order to enable the device to fetch code from external program memory locations starting at 0000H up to FFFFH. Note, however, that if lock bit 1 is programmed, $\overline{EA}$ will be internally latched on reset.

$\overline{EA}$ should be strapped to V_{CC} for internal program executions.

This pin also receives the 12-volt programming enable voltage (V_{PP}) during Flash programming, for parts that require 12-volt V_{PP}.

XTAL1
Input to the inverting oscillator amplifier and input to the internal clock operating circuit.

XTAL2
Output from the inverting oscillator amplifier.

Oscillator Characteristics

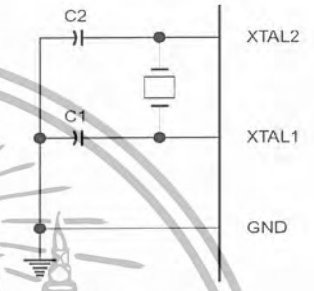
XTAL1 and XTAL2 are the input and output, respectively, of an inverting amplifier which can be configured for use as an on-chip oscillator, as shown in Figure 1. Either a quartz crystal or ceramic resonator may be used. To drive the device from an external clock source, XTAL2 should be left unconnected while XTAL1 is driven as shown in Figure 2. There are no requirements on the duty cycle of the external clock signal, since the input to the internal clocking circuitry is through a divide-by-two flip-flop, but minimum and maximum voltage high and low time specifications must be observed.

Idle Mode

In idle mode, the CPU puts itself to sleep while all the on-chip peripherals remain active. The mode is invoked by software. The content of the on-chip RAM and all the special functions registers remain unchanged during this mode. The idle mode can be terminated by any enabled interrupt or by a hardware reset.

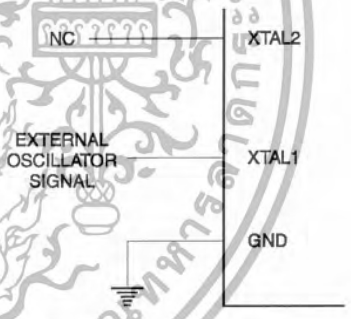
It should be noted that when idle is terminated by a hard ware reset, the device normally resumes program execution, from where it left off, up to two machine cycles before the internal reset algorithm takes control. On-chip hardware inhibits access to internal RAM in this event, but access to the port pins is not inhibited. To eliminate the possibility of an unexpected write to a port pin when Idle is terminated by reset, the instruction following the one that invokes Idle should not be one that writes to a port pin or to external memory.

Figure 1. Oscillator Connections



Note: C1, C2 = 30 pF ± 10 pF for Crystals
= 40 pF ± 10 pF for Ceramic Resonators

Figure 2. External Clock Drive Configuration



Status of External Pins During Idle and Power Down Modes

Mode	Program Memory	ALE	PSEN	PORT0	PORT1	PORT2	PORT3
Idle	Internal	1	1	Data	Data	Data	Data
Idle	External	1	1	Float	Data	Address	Data
Power Down	Internal	0	0	Data	Data	Data	Data
Power Down	External	0	0	Float	Data	Data	Data

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Program Verify: If lock bits LB1 and LB2 have not been programmed, the programmed code data can be read back via the address and data lines for verification. The lock bits cannot be verified directly. Verification of the lock bits is achieved by observing that their features are enabled.

Chip Erase: The entire Flash array is erased electrically by using the proper combination of control signals and by holding ALE/$\overline{PROG}$ low for 10 ms. The code array is written with all "1"s. The chip erase operation must be executed before the code memory can be re-programmed.

Reading the Signature Bytes: The signature bytes are read by the same procedure as a normal verification of locations 030H,

031H, and 032H, except that P3.6 and P3.7 must be pulled to a logic low. The values returned are as follows.

(030H) = 1EH indicates manufactured by Atmel
(031H) = 51H indicates 89C51
(032H) = FFH indicates 12V programming
(032H) = 05H indicates 5V programming

Programming Interface

Every code byte in the Flash array can be written and the entire array can be erased by using the appropriate combination of control signals. The write operation cycle is self-timed and once initiated, will automatically time itself to completion.

All major programming vendors offer worldwide support for the Atmel microcontroller series. Please contact your local programming vendor for the appropriate software revision.

Flash Programming Modes

Mode		RST	$\overline{PSEN}$	ALE/$\overline{PROG}$	$\overline{EA}$/V_{PP}	P2.6	P2.7	P3.6	P3.7
Write Code Data		H	L		H/12V	L	H	H	H
Read Code Data		H	L	H	H	L	L	H	H
Write Lock	Bit - 1	H	L		H/12V	H	H	H	H
	Bit - 2	H	L		H/12V	H	H	L	L
	Bit - 3	H	L		H/12V	H	L	H	L
Chip Erase		H	L	(1)	H/12V	H	L	L	L
Read Signature Byte		H	L	H	H	L	L	L	L

Note: 1. Chip Erase requires a 10-ms PROG pulse.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Figure 3. Programming the Flash

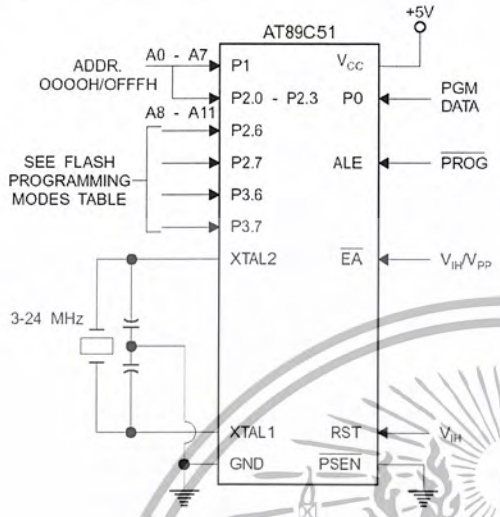
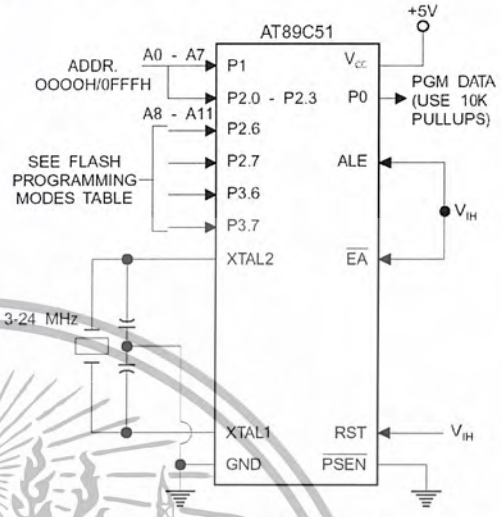


Figure 4. Verifying the Flash



Flash Programming and Verification Characteristics

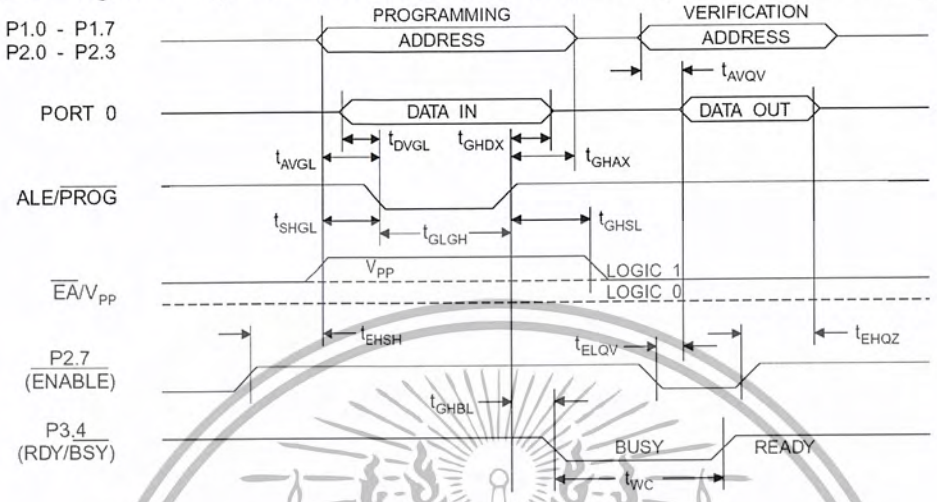
T_A = 0°C to 70°C, V_{CC} = 5.0 ± 10%

Symbol	Parameter	Min	Max	Units
V_{PP}(1)	Programming Enable Voltage	11.5	12.5	V
I_{PP}(1)	Programming Enable Current		1.0	mA
$1/t_{CLCL}$	Oscillator Frequency	3	24	MHz
t_{AVGL}	Address Setup to $\overline{PROG}$ Low	$48t_{CLCL}$		
t_{GHAX}	Address Hold After $\overline{PROG}$	$48t_{CLCL}$		
t_{DVGL}	Data Setup to $\overline{PROG}$ Low	$48t_{CLCL}$		
t_{GHDX}	Data Hold After $\overline{PROG}$	$48t_{CLCL}$		
t_{EHSH}	P2.7 ($\overline{ENABLE}$) High to V_{PP}	$48t_{CLCL}$		
t_{SHGL}	V_{PP} Setup to $\overline{PROG}$ Low	10		µs
t_{GHSL}(1)	V_{PP} Hold After $\overline{PROG}$	10		µs
t_{GLGH}	$\overline{PROG}$ Width	1	110	µs
t_{AVQV}	Address to Data Valid		$48t_{CLCL}$	
t_{ELQV}	$\overline{ENABLE}$ Low to Data Valid		$48t_{CLCL}$	
t_{EHQZ}	Data Float After $\overline{ENABLE}$	0	$48t_{CLCL}$	
t_{GHBL}	$\overline{PROG}$ High to $\overline{BUSY}$ Low		1.0	µs
t_{WC}	Byte Write Cycle Time		2.0	ms

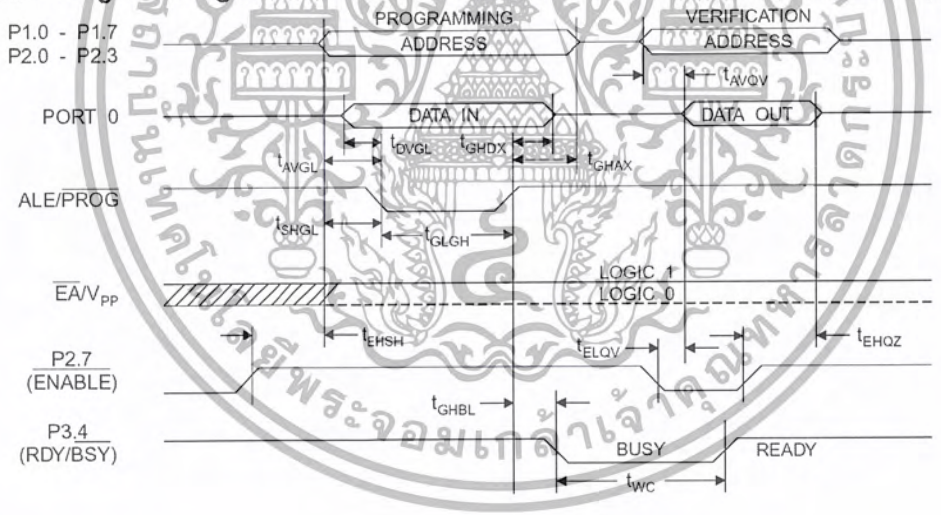
Note: 1. Only used in 12-volt programming mode.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Flash Programming and Verification Waveforms - High Voltage Mode (V_{PP} = 12V)



Flash Programming and Verification Waveforms - Low Voltage Mode (V_{PP} = 5V)



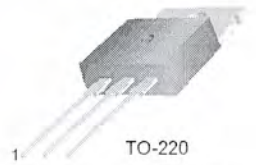
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

FAIRCHILD
SEMICONDUCTOR™

BD241/A/B/C

Medium Power Linear and Switching Applications

- Complement to BD242/A/B/C respectively



TO-220

1.Base 2.Collector 3.Emitter

NPN Epitaxial Silicon Transistor

Absolute Maximum Ratings T_C=25°C unless otherwise noted

Symbol	Parameter	Value	Units
V_{CEO}	Collector-Emitter Voltage		
	: BD241	45	V
	: BD241A	60	V
	: BD241B	80	V
	: BD241C	100	V
V_{CER}	Collector-Emitter Voltage		
	: BD241	55	V
	: BD241A	70	V
	: BD241B	90	V
	: BD241C	115	V
V_{EBO}	Emitter-Base Voltage	5	V
I_C	Collector Current (DC)	3	A
I_{CP}	*Collector Current (Pulse)	5	A
I_B	Base Current	1	A
P_C	Collector Dissipation (T_C=25°C)	40	W
T_J	Junction Temperature	150	°C
T_{STG}	Storage Temperature	- 65 ~ 150	°C

Electrical Characteristics T_C=25°C unless otherwise noted

Symbol	Parameter	Test Condition	Min.	Typ.	Max.	Units
V_{CEO}(sus)	* Collector-Emitter Sustaining Voltage					
	: BD241	I_C = 30mA, I_B = 0	45			V
	: BD241A		60			V
	: BD241B		80			V
	: BD241C		100			V
I_{CEO}	Collector Cut-off Current : BD241/A	V_{CE} = 30V, I_B = 0			0.3	mA
	: BD241B/C	V_{CE} = 60V, I_B = 0			0.3	mA
I_{CES}	Collector Cut-off Current : BD241	V_{CE} = 45V, V_{BE} = 0			0.2	mA
	: BD241A	V_{CE} = 60V, V_{BE} = 0			0.2	mA
	: BD241B	V_{CE} = 80V, V_{BE} = 0			0.2	mA
	: BD241C	V_{CE} = 100V, V_{BE} = 0			0.2	mA
I_{EBO}	Emitter Cut-off Current	V_{EB} = 5V, I_C = 0			1	mA
h_{FE}	* DC Current Gain	V_{CE} = 4V, I_C = 1A	25			
		V_{CE} = 4V, I_C = 3A	10			
V_{CE}(sat)	* Collector-Emitter Saturation Voltage	I_C = 3A, I_B = 0.6A			1.2	V
V_{BE}(on)	* Base-Emitter ON Voltage	V_{CE} = 4V, I_C = 3A			1.8	V

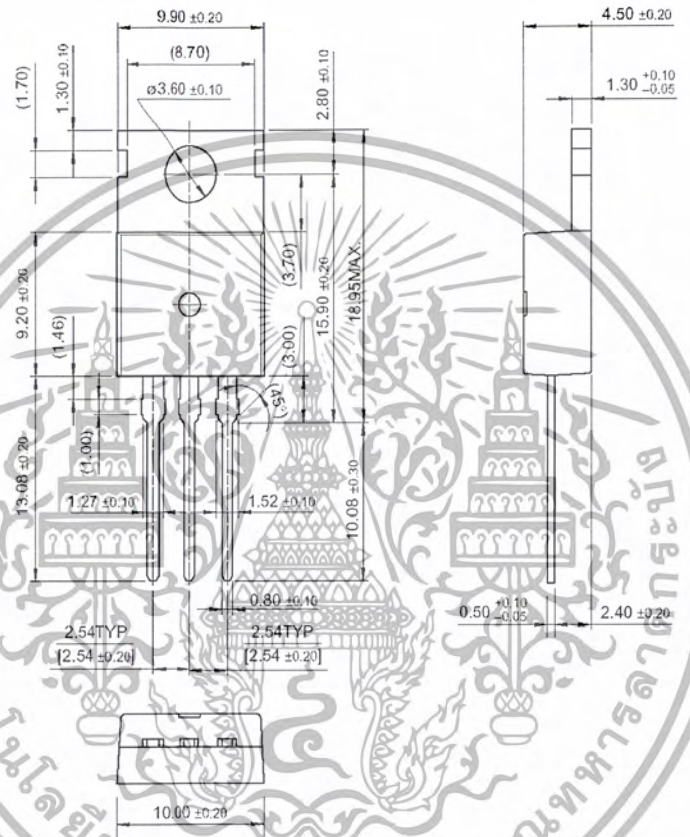
* Pulse Test: PW=350μs, duty Cycle≤2% Pulsed

©2000 Fairchild Semiconductor International

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Package Demensions

TO-220



Dimensions in Millimeters

©2000 Fairchild Semiconductor International

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

TRADEMARKS

The following are registered and unregistered trademarks Fairchild Semiconductor owns or is authorized to use and is not intended to be an exhaustive list of all such trademarks.

ACEx™
Bottomless™
CoolFET™
CROSSVOLT™
E^2CMOS™
FACT™
FACT Quiet Series™
FAST®
FASTr™
GTO™
HiSeC™
ISOPLANAR™
MICROWIRE™
POP™
PowerTrench®
QFET™
QS™
Quiet Series™
SuperSOT™-3
SuperSOT™-6
SuperSOT™-8
SyncFET™
TinyLogic™
UHC™
VCX™

DISCLAIMER

FAIRCHILD SEMICONDUCTOR RESERVES THE RIGHT TO MAKE CHANGES WITHOUT FURTHER NOTICE TO ANY PRODUCTS HEREIN TO IMPROVE RELIABILITY, FUNCTION OR DESIGN. FAIRCHILD DOES NOT ASSUME ANY LIABILITY ARISING OUT OF THE APPLICATION OR USE OF ANY PRODUCT OR CIRCUIT DESCRIBED HEREIN; NEITHER DOES IT CONVEY ANY LICENSE UNDER ITS PATENT RIGHTS, NOR THE RIGHTS OF OTHERS.

LIFE SUPPORT POLICY

FAIRCHILD'S PRODUCTS ARE NOT AUTHORIZED FOR USE AS CRITICAL COMPONENTS IN LIFE SUPPORT DEVICES OR SYSTEMS WITHOUT THE EXPRESS WRITTEN APPROVAL OF FAIRCHILD SEMICONDUCTOR INTERNATIONAL.

As used herein:

1. Life support devices or systems are devices or systems which, (a) are intended for surgical implant into the body, or (b) support or sustain life, or (c) whose failure to perform when properly used in accordance with instructions for use provided in the labeling, can be reasonably expected to result in significant injury to the user.

2. A critical component is any component of a life support device or system whose failure to perform can be reasonably expected to cause the failure of the life support device or system, or to affect its safety or effectiveness.

PRODUCT STATUS DEFINITIONS

Definition of Terms

Datasheet Identification	Product Status	Definition
Advance Information	Formative or In Design	This datasheet contains the design specifications for product development. Specifications may change in any manner without notice.
Preliminary	First Production	This datasheet contains preliminary data, and supplementary data will be published at a later date. Fairchild Semiconductor reserves the right to make changes at any time without notice in order to improve design.
No Identification Needed	Full Production	This datasheet contains final specifications. Fairchild Semiconductor reserves the right to make changes at any time without notice in order to improve design.
Obsolete	Not In Production	This datasheet contains specifications on a product that has been discontinued by Fairchild semiconductor. The datasheet is printed for reference information only.

©2000 Fairchild Semiconductor International

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

FAIRCHILD
SEMICONDUCTOR™

BD135/137/139

Medium Power Linear and Switching Applications

- Complement to BD136, BD138 and BD140 respectively

TO-126

1. Emitter 2.Collector 3.Base

NPN Epitaxial Silicon Transistor

Absolute Maximum Ratings T_C=25°C unless otherwise noted

Symbol	Parameter		Value	Units
V_{CBO}	Collector-Base Voltage	: BD135	45	V
		: BD137	60	V
		: BD139	80	V
V_{CEO}	Collector-Emitter Voltage	: BD135	45	V
		: BD137	60	V
		: BD139	80	V
V_{EBO}	Emitter-Base Voltage		5	V
I_C	Collector Current (DC)		1.5	A
I_{CP}	Collector Current (Pulse)		3.0	A
I_B	Base Current		0.5	A
P_C	Collector Dissipation (T_C=25°C)		12.5	W
P_C	Collector Dissipation (T_a=25°C)		1.25	W
T_J	Junction Temperature		150	°C
T_{STG}	Storage Temperature		- 55 ~ 150	°C

Electrical Characteristics T_C=25°C unless otherwise noted

Symbol	Parameter	Test Condition	Min.	Typ.	Max.	Units
V_{CEO}(sus)	Collector-Emitter Sustaining Voltage					
	: BD135	I_C = 30mA, I_B = 0	45			V
	: BD137		60			V
	: BD139		80			V
I_{CBO}	Collector Cut-off Current	V_{CB} = 30V, I_E = 0			0.1	μA
I_{EBO}	Emitter Cut-off Current	V_{EB} = 5V, I_C = 0			10	μA
h_{FE1}	DC Current Gain : ALL DEVICE	V_{CE} = 2V, I_C = 5mA	25			
h_{FE2}	: ALL DEVICE	V_{CE} = 2V, I_C = 0.5A	25			
h_{FE3}	: BD135	V_{CE} = 2V, I_C = 150mA	40		250	
	: BD137, BD139		40		160	
V_{CE}(sat)	Collector-Emitter Saturation Voltage	I_C = 500mA, I_B = 50mA			0.5	V
V_{BE}(on)	Base-Emitter ON Voltage	V_{CE} = 2V, I_C = 0.5A			1	V

h_{FE} Classification

Classification	6	10	16
h_{FE3}	40 ~ 100	63 ~ 160	100 ~ 250

©2000 Fairchild Semiconductor International

Rev. A, February 2000

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Typical Characteristics

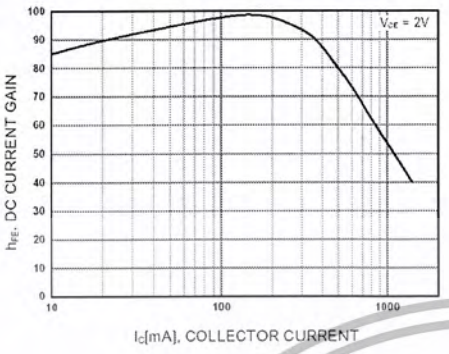


Figure 1. DC current Gain

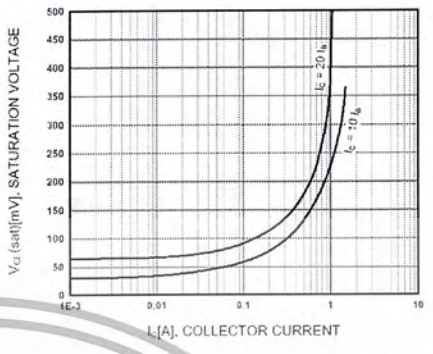


Figure 2. Collector-Emitter Saturation Voltage

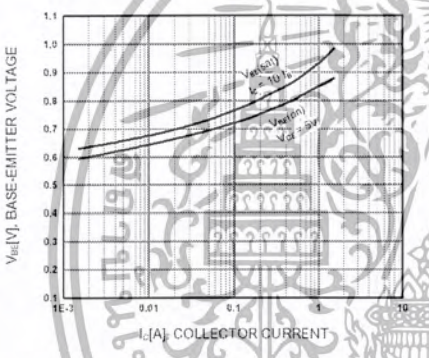


Figure 3. Base-Emitter Voltage

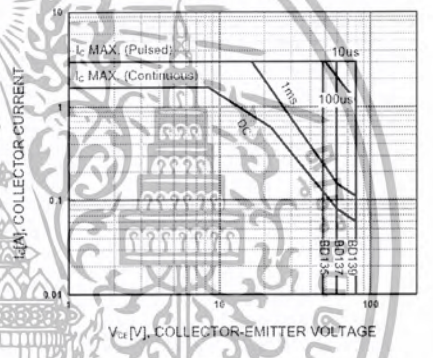


Figure 4. Safe Operating Area

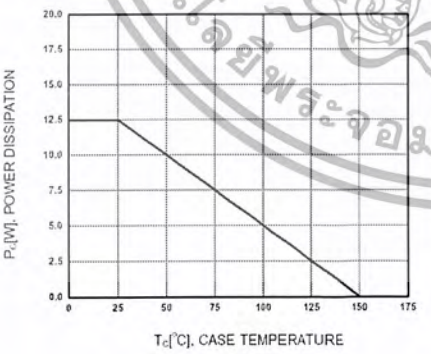


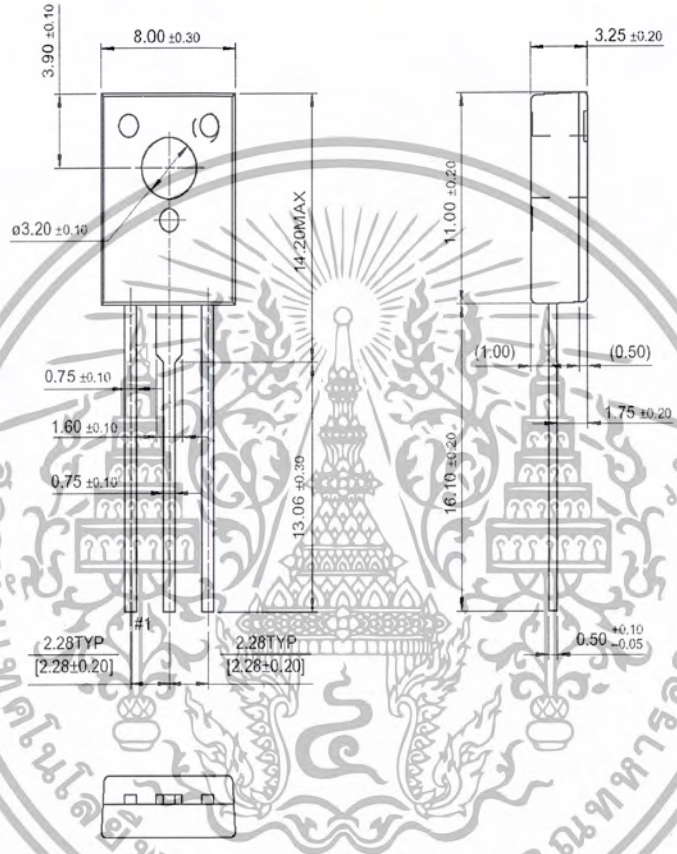
Figure 5. Power Derating

©2000 Fairchild Semiconductor International

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Package Demensions

TO-126



Dimensions in Millimeters

©2000 Fairchild Semiconductor International

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

TRADEMARKS

The following are registered and unregistered trademarks Fairchild Semiconductor owns or is authorized to use and is not intended to be an exhaustive list of all such trademarks.

ACEx™
Bottomless™
CoolFET™
CROSSVOLT™
E^2CMOS™
FACT™
FACT Quiet Series™
FAST®
FASTr™
GTO™
HiSeC™
ISOPLANAR™
MICROWIRE™
POP™
PowerTrench®
QFET™
QS™
Quiet Series™
SuperSOT™-3
SuperSOT™-6
SuperSOT™-8
SyncFET™
TinyLogic™
UHC™
VCX™

DISCLAIMER

FAIRCHILD SEMICONDUCTOR RESERVES THE RIGHT TO MAKE CHANGES WITHOUT FURTHER NOTICE TO ANY PRODUCTS HEREIN TO IMPROVE RELIABILITY, FUNCTION OR DESIGN. FAIRCHILD DOES NOT ASSUME ANY LIABILITY ARISING OUT OF THE APPLICATION OR USE OF ANY PRODUCT OR CIRCUIT DESCRIBED HEREIN; NEITHER DOES IT CONVEY ANY LICENSE UNDER ITS PATENT RIGHTS, NOR THE RIGHTS OF OTHERS.

LIFE SUPPORT POLICY

FAIRCHILD'S PRODUCTS ARE NOT AUTHORIZED FOR USE AS CRITICAL COMPONENTS IN LIFE SUPPORT DEVICES OR SYSTEMS WITHOUT THE EXPRESS WRITTEN APPROVAL OF FAIRCHILD SEMICONDUCTOR INTERNATIONAL.

As used herein:

1. Life support devices or systems are devices or systems which, (a) are intended for surgical implant into the body, or (b) support or sustain life, or (c) whose failure to perform when properly used in accordance with instructions for use provided in the labeling, can be reasonably expected to result in significant injury to the user.

2. A critical component is any component of a life support device or system whose failure to perform can be reasonably expected to cause the failure of the life support device or system, or to affect its safety or effectiveness.

PRODUCT STATUS DEFINITIONS

Definition of Terms

Datasheet Identification	Product Status	Definition
Advance Information	Formative or In Design	This datasheet contains the design specifications for product development. Specifications may change in any manner without notice.
Preliminary	First Production	This datasheet contains preliminary data, and supplementary data will be published at a later date. Fairchild Semiconductor reserves the right to make changes at any time without notice in order to improve design.
No Identification Needed	Full Production	This datasheet contains final specifications. Fairchild Semiconductor reserves the right to make changes at any time without notice in order to improve design.
Obsolete	Not In Production	This datasheet contains specifications on a product that has been discontinued by Fairchild semiconductor. The datasheet is printed for reference information only.

©2000 Fairchild Semiconductor International

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ประวัติผู้แต่ง

ชื่อผู้ทำปริญญานิพนธ์	นายคมกริช เพ็ญเกาะ
วันเดือนปีเกิด	15 มกราคม พ.ศ. 2524
สถานที่เกิด	จังหวัดนครราชสีมา
ภูมิลำเนาเดิม	33 ตำบลในเมือง อำเภอเมือง จังหวัดนครราชสีมา 30000
ที่อยู่ปัจจุบัน	55 หมู่ 1 เขตลาดกระบัง กรุงเทพ 10520
เบอร์โทรศัพท์	0-7027-8674
ประวัติการศึกษา	
ประถมศึกษา	โรงเรียนเมืองนครราชสีมา
มัธยมศึกษาตอนต้น	โรงเรียนบุญเหลือวิทยานุสรณ์
ประกาศนียบัตรวิชาชีพ (ปวช.)	วิทยาลัยเทคนิคนครนายก
ประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง (ปวส.)	วิทยาลัยเทคนิคนครนายก
ปริญญาตรี	สาขาวิชาอิเล็กทรอนิกส์และคอมพิวเตอร์ ภาควิชาครุศาสตร์วิศวกรรม คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
คติพจน์	ประสบการณ์มาจากความชำนาญของงานที่ทำ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ประวัติผู้แต่ง

ชื่อผู้ทำปริญญานิพนธ์	นายพยนต์ เหนือโท
วันเดือนปีเกิด	30 มิถุนายน พ.ศ. 2523
สถานที่เกิด	จังหวัดสระบุรี
ภูมิลำเนาเดิม	437 หมู่ที่ 1 ตำบลซับสนุ่น อำเภอหมวกเหล็ก
	จังหวัดสระบุรี 18220
ที่อยู่ปัจจุบัน	261/31 ซอยโรงเจ เจริญหลวงแพ่ง ถนนหลวงแพ่ง
	แขวงทับยาว เขตลาดกระบัง 10520
เบอร์โทรศัพท์	0-1773-3480

ประวัติการศึกษา

ประถมศึกษา	โรงเรียนบ้านซับสนุน
มัธยมศึกษาตอนต้น	โรงเรียนวังม่วงวิทยาคม
ประกาศนียบัตรวิชาชีพ (ปวช.)	วิทยาลัยเทคนิคลพบุรี
ประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง (ปวส.)	วิทยาลัยเทคนิคลพบุรี
ปริญญาตรี	สาขาวิชาอิเล็กทรอนิกส์และคอมพิวเตอร์
	ภาควิชาครุศาสตร์วิศวกรรม
	คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม
	สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
คติพจน์	ขยันซื่อสัตย์ ประหยัด อดทน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ประวัติผู้แต่ง

ชื่อผู้ทำปริญญานิพนธ์	นายสุขสันติ สุทธิเสน
วันเดือนปีเกิด	21 มีนาคม พ.ศ. 2523
สถานที่เกิด	จังหวัดหนองคาย
ภูมิลำนาเดิม	132 หมู่ที่ 7 บ้านหัวหาด ตำบลบ้านเดื่อ อำเภอเมือง
	จังหวัดหนองคาย 43000
ที่อยู่ปัจจุบัน	55 หมู่ 1 เขตลาดกระบัง กรุงเทพ 10520
เบอร์โทรศัพท์	0-6539-5944
ประวัติการศึกษา	
ประถมศึกษา	โรงเรียนหัวหาดวิทยา
มัธยมศึกษาตอนต้น	โรงเรียนปากสวยพิทยาคม
มัธยมศึกษาตอนปลาย	โรงเรียนปทุมเทพวิทยาคาร
ประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง (ปวส.)	วิทยาลัยเทคนิคหนองคาย
ปริญญาตรี	สาขาวิชาอิเล็กทรอนิกส์และคอมพิวเตอร์
	ภาควิชาครุศาสตร์วิศวกรรม
	คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม
	สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
คติพจน์	ฝันให้ไกลไปให้ถึง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ประวัติผู้แต่ง

ชื่อผู้ทำปริญญานิพนธ์	นางสาวอภิรมย์ กาวี
วันเดือนปีเกิด	11 กันยายน พ.ศ. 2525
สถานที่เกิด	จังหวัดลำปาง
ภูมิลำเนาเดิม	64 / 1 หมู่ 9 ตำบลดอนไฟ อำเภอแม่ทะ
	จังหวัดลำปาง 52150
ที่อยู่ปัจจุบัน	64 / 1 หมู่ 9 ตำบลดอนไฟ อำเภอแม่ทะ
	จังหวัดลำปาง 52150
เบอร์โทรศัพท์	0-66120-736
ประวัติการศึกษา	
ประถมศึกษา	โรงเรียนอรุโณทัยลำปาง
มัธยมศึกษาตอนต้น	โรงเรียนอรุโณทัยลำปาง
ประกาศนียบัตรวิชาชีพ (ปวช.)	วิทยาลัยเทคนิคลำปาง
ประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง (ปวส.)	วิทยาลัยเทคนิคลำปาง
ปริญญาตรี	สาขาวิชาอิเล็กทรอนิกส์และคอมพิวเตอร์
	ภาควิชาครุศาสตร์วิศวกรรม
	คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม
	สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
คติพจน์	ทำวันนี้ให้ดีที่สุด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้