สำนักหอสมุดกลาง พระจอมเกล้าลาดกระบัง

ปริญญานิพนธ์

อุปกรณ์ช่วยเดินอัตโนมัติ

AUTOMATIC WALKER AID

นายบุญญฤทธิ์ เจียมรัตนศรี
นางสาวศุภลักษณ์ ทศไกร
นายอนุชา ชินวุฒิ
นายอัสนี ปิ่นแก้วน้อย

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

เลขหมู่.....
เลขทะเบียน 51035
วัน,เดือน,ปี 29 มิ.ย. 2547

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

ปริญญานิพนธ์ฉบับนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรครุศาสตร์อุตสาหกรรมบัณฑิต
สาขาวิชาวิศวกรรมโทรคมนาคม
ภาควิชาครุศาสตร์วิศวกรรม คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
ปีการศึกษา 2546

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาควิชาครุศาสตร์วิศวกรรม

คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

ใบรับรองปริญญานิพนธ์

ชื่อหัวข้อ อุปกรณ์ช่วยเดินอัตโนมัติ

Automatic Walker Aid

ชื่อนักศึกษา

1. นายบุญญฤทธิ์ เจียมรัตนศรี	รหัสประจำตัว	45035266
2. นางสาวศุภลักษณ์ ทศไกร	รหัสประจำตัว	45035278
3. นายอนุชา ชินวุฒิ	รหัสประจำตัว	45035284
4. นายอัสนี ปิ่นแก้วน้อย	รหัสประจำตัว	45035288

หลักสูตร ครุศาสตร์อุตสาหกรรมบัณฑิต **สาขาวิชา** วิศวกรรมโทรคมนาคม

อาจารย์ที่ปรึกษา อาจารย์ปิยะ ศุภวราสุวัฒน์

อาจารย์ที่ปรึกษาร่วม 1. อาจารย์อมรชัย ชัยชนะ

2. อาจารย์อำพล ทองระอา

คณะกรรมการสอบปริญญานิพนธ์	ลายมือชื่อ
1. ผศ.พีระวุฒิ สุวรรณจันทร์	
2. อาจารย์โกศล ตราชู	
3. อาจารย์ปิยะ ศุภวราสุวัฒน์	
4. อาจารย์อมรชัย ชัยชนะ	
5. อาจารย์อำพล ทองระอา	

วัน/เดือน/ปีที่สอบ วันพฤหัสบดีที่ 1 เมษายน พ.ศ. 2547 เวลา 15.00 น.

สถานที่สอบ ห้อง ค.311 คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม สจล.

ภาควิชารับรองแล้ว

ลงนาม.....

(ผศ.สุรสิทธิ์ ราตรี)

หัวหน้าภาควิชาครุศาสตร์วิศวกรรม

วันที่.....เดือน.....พ.ศ.....

ภาควิชาครุศาสตร์วิศวกรรม คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม สจล.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารนี้ทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ปริญญานิพนธ์

เรื่อง อุปกรณ์ช่วยเดินอัตโนมัติ

Automatic Walker Aid

จุดประสงค์

1. เพื่อศึกษาการทำงานของอุปกรณ์ช่วยเดิน ไมโครคอนโทรลเลอร์ มอเตอร์และอุปกรณ์อินฟราเรด
2. เพื่อออกแบบโครงสร้างของอุปกรณ์ช่วยเดินอัตโนมัติ โปรแกรมการทำงาน และวงจรควบคุมการทำงาน
3. เพื่อสร้างอุปกรณ์ช่วยเดินอัตโนมัติ
4. เพื่อทดลองและทดสอบอุปกรณ์ช่วยเดินอัตโนมัติ
5. เพื่อนำอุปกรณ์ช่วยเดินอัตโนมัติไปใช้งานจริงได้

ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1. ได้รับความรู้เรื่องการทำงานของอุปกรณ์ช่วยเดินอัตโนมัติ การเขียนโปรแกรมควบคุมการทำงาน
2. ได้โครงสร้างของอุปกรณ์ช่วยเดินอัตโนมัติ โปรแกรมการทำงาน และวงจรควบคุมการทำงาน
3. ได้อุปกรณ์ช่วยเดินอัตโนมัติ
4. ได้ผลการทดลองและทดสอบอุปกรณ์ช่วยเดินอัตโนมัติ
5. นำอุปกรณ์ช่วยเดินอัตโนมัติไปใช้งานกับผู้ป่วยได้จริง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ชื่อหัวข้อ	อุปกรณ์ช่วยเดินอัตโนมัติ	
นักศึกษา	นายบุญญฤทธิ์	เจียมรัตนศรี
	นางสาวศุภลักษณ์	ทศไกร
	นายอนุชา	ชินวุฒิ
	นายอัสนี	ปิ่นแก้วน้อย
อาจารย์ที่ปรึกษา	อาจารย์ปิยะ	ศุภวราสุวัฒน์
อาจารย์ที่ปรึกษาร่วม	อาจารย์อมรชัย	ชัยชนะ
	อาจารย์อำพล	ทองระอา
หลักสูตร	ครุศาสตร์อุตสาหกรรมบัณฑิต	
สาขาวิชา	วิศวกรรมโทรคมนาคม	
ปีการศึกษา	2546	

บทคัดย่อ

ปริญญานิพนธ์ฉบับนี้เสนอ อุปกรณ์ช่วยเดินอัตโนมัติ ซึ่งเป็นอุปกรณ์ที่ใช้ในการทำกายภาพบำบัดผู้ที่ประสบอุบัติเหตุบริเวณส่วนล่างของร่างกาย สามารถปรับระดับความสูงได้ 5 ระดับแสดงผลจำนวนการก้าวขาของผู้ใช้ และข้อมูลการใช้งานผ่านจอแสดงผลแบบผลึกเหลว บันทึกข้อมูลการใช้งานย้อนหลังได้ 10 ครั้ง ปรับความเร็วและระยะทางในการเคลื่อนที่ สามารถบังคับอุปกรณ์ช่วยเดินให้เลี้ยวได้ หลักการทำงานของอุปกรณ์ช่วยเดินอัตโนมัติ คือ เมื่อเริ่มต้นการทำงานในการบำบัดตัวอุปกรณ์อินฟราเรดจะคอยตรวจจับการก้าวขาของผู้รับการบำบัด เมื่อผู้รับการบำบัดก้าวขาที่ละขาจนครบทั้งสองขาแล้ว จะทำให้หน่วยประมวลผลกลาง สั่งการทำงานไปยังชุดขับมอเตอร์ให้เคลื่อนที่ จากนั้นก็จะสั่งให้หน่วยแสดงผลทำการนับจำนวนการก้าวขาด้วย ในกรณีที่ต้องการบังคับการเลี้ยวก็สามารถที่จะทำการกดสวิตช์ที่อยู่บริเวณมือจับก็จะสามารถเลี้ยวซ้ายหรือขวาได้ตามต้องการ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Thesis Title	Automatic Walker Aid
Student	Mr.Boonyarit Jiemrutanasri
	Miss Supaluk Tosgai
	Mr.Anuchar Chinnawut
	Mr.Asanee Pingrewnoy
Advisor	Mr.Piya Supavarasuwat
Co-Advisors	Mr.Amornchai Chaichana
	Mr.Amphon Thongra-ar
Education Level	Bachelor of Science in Industrial Education
Program in	Telecommunication Engineering
Academic Year	2003

ABSTRACT

This thesis presents the Automatic Walker Aid. It is used for helping patients who have an accident in their bodies. The Automatic Walker Aid can be adjusted in five levels of height. It displays the number of patient's walking step and the using information though Liquid Crystal Display (LCD). It can be recorded the previously data in ten times, adjusted the speed and distance of moving, and controlled turning. The principle concept of the Automatic Walker Aid is using the infrared sensor to check the walking step of a patient. The central control unit of the Automatic Walker Aid sends the moving command to drive the motor when the patient has two walking steps and the counting command to count the walking step on LCD. In additional, for turning control, the patient can use the turning switch on the hand bar.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กิตติกรรมประกาศ

ปริญญานิพนธ์ฉบับนี้สามารถสำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยดีนั้น เนื่องด้วยความช่วยเหลือจากอาจารย์ที่ปรึกษา อาจารย์ปิยะ ศุภวราสุวัฒน์ อาจารย์อมรชัย ชัยชนะ และอาจารย์อำพล ทองระอา ที่ให้ความช่วยเหลือในด้านการให้คำปรึกษา การดำเนินงาน และคำแนะนำในการแก้ปัญหาด้วยดีเสมอมา รวมทั้งคณาจารย์ ตลอดจนเจ้าหน้าที่ประจำภาควิชาครุศาสตร์วิศวกรรมทุกท่าน ที่ได้อำนวยความสะดวกในการติดต่อประสานงานการใช้อาคารสถานที่ตลอดจนเครื่องมือและอุปกรณ์ที่จำเป็นต่อการทำปริญญานิพนธ์

คณะผู้จัดทำขอขอบคุณรุ่นพี่ เพื่อนๆ ภาควิชาครุศาสตร์วิศวกรรมทุกคนที่ให้ความช่วยเหลือเรื่องอุปกรณ์เครื่องมือ คำแนะนำข้อคิดเห็นจนสามารถแก้ปัญหาต่างๆ ได้จนลุล่วง ที่สำคัญที่สุดขอขอบพระคุณบิดา-มารดา ที่ให้โอกาสที่ดีที่สุดมาทั้งชีวิต ให้การส่งเสริมทางด้านการศึกษาเป็นอย่างดี ให้ความสนับสนุนทั้งกำลังใจและทุนทรัพย์ จนกระทั่งโครงงานนี้สำเร็จลุล่วงไปด้วยดี คณะผู้จัดทำขอระลึกถึงด้วยหัวใจทั้งหมดไว้ ณ ที่นี้

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	2
บทที่ 2 ทฤษฎีและหลักการ	3
2.1 อุปกรณ์กายภาพบำบัด	3
2.1.1 อุปกรณ์ราวเหล็กคู่ขนาน	3
2.1.2 อุปกรณ์ช่วยเดิน	4
2.2 หลักการของมอเตอร์ดีซี	4
2.2.1 ชนิดของมอเตอร์ดีซี	4
2.2.2 คุณสมบัติของมอเตอร์ดีซี	5
2.2.3 การรักษาระดับความเร็ว	8
2.2.4 แรงดึง	8
2.3 ระบบการควบคุมความเร็วมอเตอร์	9
2.3.1 ระบบการควบคุมความเร็วมอเตอร์แบบเปิดลูป	9
2.3.2 ระบบการควบคุมความเร็วมอเตอร์แบบปิดลูป	12
2.3.3 การควบคุมความเร็วที่สามารถกลับทิศทางได้	14
2.4 ไมโครคอนโทรลเลอร์ตระกูล MCS-51	15
2.4.1 คุณสมบัติของไมโครคอนโทรลเลอร์ตระกูล MCS-51	15
2.4.2 โครงสร้างภายในของไมโครคอนโทรลเลอร์ตระกูล MCS-51	15
2.5 ไอซีฐานเวลา	17

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ (ต่อ)

เรื่อง	หน้า
2.6 คุณสมบัติของอุปกรณ์เชื่อมโยงทางแสง	19
2.6.1 คุณสมบัติทางอินพุตของอุปกรณ์เชื่อมโยงทางแสง	19
2.6.2 คุณสมบัติทางเอาต์พุตของอุปกรณ์เชื่อมโยงทางแสง	20
2.6.3 คุณสมบัติทั่วๆ ไปของอุปกรณ์เชื่อมโยงทางแสง	23
2.7 ระบบโฟโตอิเล็กตริกในงานอุตสาหกรรม	24
2.7.1 ส่วนประกอบของระบบโฟโตอิเล็กตริก	25
2.7.2 ชนิดตัวรับแสงของระบบโฟโตอิเล็กตริก	27
2.7.3 วิธีการตรวจจับของระบบโฟโตอิเล็กตริก	33
2.7.4 วิธีการพิจารณาเป้าวัตถุ	34
บทที่ 3 การออกแบบ การสร้าง และการทำงาน	37
3.1 กล่าวนำ	37
3.2 การออกแบบ	37
3.3 วงจรแหล่งจ่ายไฟ	38
3.3.1 การออกแบบและการสร้าง	38
3.3.2 การทำงาน	38
3.4 วงจรขับมอเตอร์	39
3.4.1 การออกแบบและการสร้าง	39
3.4.2 การทำงาน	39
3.5 วงจรตรวจจับด้วยอินฟราเรด	40
3.5.1 การออกแบบและการสร้าง	40
3.5.2 การทำงาน	40
3.6 วงจรควบคุมการทำงานด้วยไมโครคอนโทรลเลอร์ส่วนบน	41
3.6.1 การออกแบบและการสร้าง	41
3.6.2 การทำงาน	42
3.7 วงจรควบคุมการทำงานด้วยไมโครคอนโทรลเลอร์ส่วนล่าง	42
3.7.1 การออกแบบและการสร้าง	42

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ (ต่อ)

เรื่อง	หน้า
3.7.2 การทำงาน	43
3.8 วงจรหน่วงเวลา	43
3.8.1 การออกแบบและการสร้าง	43
3.8.2 การทำงาน	43
3.9 การออกแบบทางด้านเครื่องกล	44
3.9.1 การออกแบบชุดโครงอุปกรณ์ช่วยเดินอัตโนมัติ	44
3.9.2 การออกแบบชุดปรับระดับ	45
3.9.3 การออกแบบชุดเพลาล้อหน้า	46
3.9.4 การออกแบบชุดยึดล้อหน้า	46
3.9.5 การออกแบบชุดยึดล้อหลัง	48
3.9.6 โครงสร้างภายนอกของอุปกรณ์ช่วยเดินอัตโนมัติ	49
3.10 แผนผังการทำงานของโปรแกรมหลัก	51
3.10.1 แผนผังโปรแกรมการทำงานเริ่มแรกของอุปกรณ์ช่วยเดินอัตโนมัติ	51
3.10.2 แผนผังโปรแกรมการทำงานของชุดควบคุมอัตโนมัติ	51
3.10.3 แผนผังโปรแกรมการทำงานของชุดควบคุมกึ่งอัตโนมัติ	52
บทที่ 4 การทดลองและผลการทดลอง	54
4.1 กล่าวนำ	54
4.2 วงจรขับมอเตอร์	54
4.2.1 การทดลอง	54
4.2.2 ผลการทดลอง	55
4.3 วงจรตรวจจับแบบอินฟราเรด	55
4.3.1 การทดลอง	55
4.3.2 ผลการทดลอง	57
4.4 การทดลองควบคุมการทำงานของอุปกรณ์ช่วยเดินอัตโนมัติ ด้วยไมโครคอนโทลเลอร์	57
4.4.1 การทดลองวงจรควบคุมด้วยไมโครคอนโทรลเลอร์	57
4.4.2 การทดลองการสั่งงานของโปรแกรม	57

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ (ต่อ)

เรื่อง	หน้า
4.4.3 การทดลองแสดงนาฬิกา	58
4.5 การทดลองการทำงานของอุปกรณ์ช่วยเดินอัตโนมัติ	58
บทที่ 5 บทสรุป	63
5.1 สรุป	63
5.2 ปัญหาและแนวทางแก้ไข	64
5.3 แนวทางการพัฒนา	65
บรรณานุกรม	66
ภาคผนวก ก เครื่องต้นแบบ	67
ภาคผนวก ข วงจรและแผ่นวงจรพิมพ์	77
ภาคผนวก ค รายการอุปกรณ์	86
ภาคผนวก ง แผนผังและรหัสต้นฉบับโปรแกรม	92
ภาคผนวก จ คู่มือการใช้งาน	145
ภาคผนวก ฉ รายละเอียดและคุณสมบัติของอุปกรณ์	151
ประวัติผู้แต่ง	154

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญตาราง

ตารางที่	หน้า
2.1 ตัวอย่างคุณสมบัติทางเอาต์พุตของโฟโตทรานซิสเตอร์เบอร์ 4N26	21
2.2 ตัวอย่างคุณสมบัติทางเอาต์พุตของโฟโตทรานซิสเตอร์ดาร์ลิงตันเบอร์ 4N33	21
2.3 ตัวอย่างคุณสมบัติทางเอาต์พุตของโฟโตไตรแอกเบอร์ MOC3010	23
4.1 ผลการทดลองการทำงานของวงจรขับมอเตอร์	55
4.2 ผลการทดลองการทำงานของวงจรขับตรวจจับแบบอินฟราเรด	56
ค.1 รายการอุปกรณ์วงจรแหล่งจ่ายไฟ	87
ค. 2 รายการอุปกรณ์วงจรขับมอเตอร์	87
ค. 3 รายการอุปกรณ์วงจรตรวจจับด้วยอินฟราเรด	88
ค.4 รายการอุปกรณ์วงจรควบคุมการทำงานด้วยไมโครคอนโทรลเลอร์ส่วนบน	89
ค.5 รายการอุปกรณ์วงจรควบคุมการทำงานด้วยไมโครคอนโทรลเลอร์ส่วนล่าง	90
ค.6 รายการอุปกรณ์วงจรหน่วงเวลา	91
จ.1 อาการ สาเหตุและวิธีแก้ไข	149
จ.2 คุณสมบัติ รายละเอียด	150

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญรูป

รูปที่	หน้า
2.1 อุปกรณ์ราวเหล็กคู่ขนาน	1
2.2 อุปกรณ์ช่วยเดิน	2
2.3 เส้นโค้งความสัมพันธ์ระหว่างแรงดึงและความเร็วรอบกับกระแสไฟฟ้าจากแหล่งจ่ายของมอเตอร์ดีซีแบบขนาน	6
2.4 เส้นโค้งความสัมพันธ์ระหว่างแรงดึงและความเร็วรอบกับกระแสไฟฟ้าจากแหล่งจ่ายของมอเตอร์ดีซีแบบอนุกรม	7
2.5 โมเมนต์ซึ่งลวดตัวนำอาร์เมเจอร์กระทำรอบจุดศูนย์กลาง	9
2.6 วงจรการควบคุมความเร็วของมอเตอร์แบบอนุกรมความต้านทานและกราฟแสดงคุณสมบัติระหว่างความเร็วกับแรงบิด	10
2.7 ทรานสฟอร์เมอร์ควบคุมแรงดันของอาร์เมเจอร์ของมอเตอร์แบบขนาน	10
2.8 ตัวอย่างการควบคุมมอเตอร์แบบขนานด้วย SCR แบบครึ่งคลื่นและแบบเต็มคลื่น	11
2.9 ระบบการควบคุมแบบลูปเปิดโดยใช้วิธีการควบคุมโวลต์เตจของอาร์เมเจอร์	12
2.10 ระบบการควบคุมความเร็วของมอเตอร์แบบเปิดลูป	13
2.11 การทำงานเพียงส่วนแรกของระบบควบคุมความเร็วแบบทิศทางเดียว	13
2.12 การทำงานได้ถึง 4 ส่วนของระบบควบคุมความเร็วแบบเซอร์โว	14
2.13 โครงสร้างภายในของไมโครคอนโทรลเลอร์	16
2.14 ลักษณะตัวถังและการจัดขาของไอซี DS1307	18
2.15 ผังการทำงานภายในของไอซี DS1307	18
2.16 คุณลักษณะทางเอาต์พุตโดยปกติของโฟโตไดโอด	28
2.17 การกระจายของสนามแม่เหล็กไฟฟ้า	28
2.18 วงจรจำลองของโฟโตไดโอดและหารขยายบริเวณดีพลีชั่นให้มากขึ้น	29
2.19 การต่อโฟโตไดโอดในการนำไปใช้งาน	30
2.20 การใช้งานของโฟโตทรานซิสเตอร์ในลักษณะต่างๆ	31
2.21 โครงสร้างโฟโตเซนเซอร์แบบส่องแสงโดยตรง	32
2.22 โครงสร้างโฟโตเซนเซอร์แบบสะท้อน	33
3.1 แผนผังการทำงานของอุปกรณ์ช่วยเดินอัตโนมัติ	37

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญรูป (ต่อ)

รูปที่	หน้า
3.2 วงจรแหล่งจ่ายไฟ	38
3.3 วงจรขับมอเตอร์	39
3.4 วงจรตรวจจับด้วยอินฟราเรด	40
3.5 วงจรควบคุมการทำงานด้วยไมโครคอนโทรลเลอร์ส่วนบน	41
3.6 วงจรควบคุมการทำงานด้วยไมโรคอนโทรลเลอร์ส่วนล่าง	42
3.7 วงจรหน่วงเวลา	43
3.8 โครงร่างของอุปกรณ์ช่วยเดินอัตโนมัติ	44
3.9 ชุดปรับระดับ	45
3.10 ชุดเพลาล้อ	46
3.11 ชุดยึดล้อหน้า	47
3.12 ชุดยึดล้อหลัง	48
3.13 โครงสร้างของอุปกรณ์ช่วยเดินอัตโนมัติ	49
3.14 ลักษณะของชุดแสดงผลและแป้นกด	50
3.15 แผนผังโปรแกรมการทำงานเริ่มแรกของอุปกรณ์ช่วยเดินอัตโนมัติ	51
3.16 แผนผังโปรแกรมการทำงานของชุดควบคุมอัตโนมัติ	52
3.17 แผนผังโปรแกรมการทำงานของชุดควบคุมกึ่งอัตโนมัติ	53
4.1 วงจรขับมอเตอร์	54
4.2 วงจรตรวจจับด้วยอินฟราเรด	56
4.3 จอแสดงผลหลักของอุปกรณ์ช่วยเดินอัตโนมัติ	59
4.4 จอแสดงผลโหมดย่อยของการทำงานแบบ Automatic Mode	59
4.5 จอแสดงผลการทำงานโหมด 1 ของ Automatic Mode	60
4.6 จอแสดงผลเมื่อออกจากการทำงานโหมดย่อยของ Automatic Mode	60
4.7 จอแสดงผลเมื่อออกจากการทำงานโหมดหลักของ Automatic Mode	60
4.8 จอแสดงผลเมื่อเข้าโหมดหลักของการทำงานแบบ Manual Mode	61
4.9 จอแสดงผลเมื่อออกจากโหมดหลักของการทำงานแบบ Manual Mode	61
4.10 จอแสดงผลข้อมูลที่ถูกเก็บบันทึกไว้	61
4.11 จอแสดงผลเมื่อออกจากโหมดการทำงานของ Memory Mode	62

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญรูป (ต่อ)

รูปที่	หน้า
4.12 จอแสดงผลเมื่อออกจากโหมดการทำงานของ Memory Mode	62
4.13 จอแสดงผลเมื่อเข้าโหมดการทำงาน Set Date & Time	62
ก.1 ภาพด้านข้างของอุปกรณ์ช่วยเดินอัตโนมัติ	68
ก.2 ภาพด้านหน้าของอุปกรณ์ช่วยเดินอัตโนมัติ	68
ก.3 ภาพชุดล้อหน้าของอุปกรณ์ช่วยเดินอัตโนมัติ	69
ก.4 ภาพชุดหลังของอุปกรณ์ช่วยเดินอัตโนมัติ	69
ก.5 ภาพชุดปรับระดับของอุปกรณ์ช่วยเดินอัตโนมัติ	90
ก.6 ภาพชุดตรวจจับด้วยอินฟราเรด	90
ก.7 ภาพหน้ากล่องชุดจอแสดงผลและแป้นกดของอุปกรณ์ช่วยเดินอัตโนมัติ	71
ก.8 ภาพภายในกล่องชุดจอแสดงผลและแป้นกดของอุปกรณ์ช้วยเดินอัตโนมัติ	71
ก.9 ภาพด้านหน้าของกล่องควบคุมอุปกรณ์ช่วยเดินอัตโนมัติ	72
ก.10 ภาพภายในของกล่องควบคุมอุปกรณ์ช่วยเดินอัตโนมัติ	72
ก.11 วงจรแหล่งจ่ายไฟ	73
ก.12 วงจรขับมอเตอร์	73
ก.13 วงจรตรวจจับแบบอินฟราเรด	74
ก.14 วงจรควบคุมการทำงานด้วยไมโครคอนโทรลเลอร์ส่วนบน	74
ก.15 วงจรควบคุมการทำงานด้วยไมโครคอนโทรลเลอร์ส่วนล่าง	75
ก.16 วงจรควบคุมการทำงานด้วยไมโครคอนโทรลเลอร์เชื่อมต่อส่วนบนและส่วนล่าง	75
ก.17 วงจรควบคุมการทำงานด้วยไมโครคอนโทรลเลอร์เชื่อมต่อส่วนล่างกับวงจรขับมอเตอร์	76
ก.18 วงจรหน่วงเวลา	76
ข.1 วงจรแหล่งจ่ายไฟ	78
ข.2 แผ่นวงจรพิมพ์วงจรแหล่งจ่ายไฟ	78
ข.3 การวางอุปกรณ์วงจรแหล่งจ่ายไฟ	78
ข.4 วงจรขับมอเตอร์	79
ข.5 แผ่นวงจรพิมพ์วงจรขับมอเตอร์	79
ข.6 การวางอุปกรณ์วงจรขับมอเตอร์	80

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญรูป (ต่อ)

รูปที่	หน้า
ข.7 วงจรตรวจจับด้วยอินฟราเรด	80
ข.8 แผ่นวงจรพิมพ์วงจรตรวจจับด้วยอินฟราเรด	81
ข.9 การวางอุปกรณ์วงจรตรวจจับด้วยอินฟราเรด	81
ข.10 วงจรควบคุมการทำงานด้วยไมโครคอนโทรลเลอร์ส่วนบน	82
ข.11 แผ่นวงจรพิมพ์วงจรควบคุมการทำงานด้วยไมโครคอนโทรลเลอร์ส่วนบน	82
ข.12 การวางอุปกรณ์วงจรควบคุมการทำงานด้วยไมโครคอนโทรลเลอร์ส่วนบน	83
ข.13 วงจรควบคุมการทำงานด้วยไมโครคอนโทรลเลอร์ส่วนล่าง	83
ข.14 แผ่นวงจรพิมพ์วงจรควบคุมการทำงานด้วยไมโครคอนโทรลเลอร์ส่วนล่าง	84
ข.15 การวางอุปกรณ์วงจรควบคุมการทำงานด้วยไมโครคอนโทรลเลอร์ส่วนล่าง	84
ข.16 วงจรหน่วงเวลา	85
ข.17 แผ่นวงจรพิมพ์วงจรหน่วงเวลา	85
ข.18 การวางอุปกรณ์วงจรหน่วงเวลา	85
ง.1 แผนผังการทำงานของโปรแกรมควบคุมอุปกรณ์ช่วยเดินอัตโนมัติ	93
ง.1 (ต่อ) แผนผังการทำงานของโปรแกรมควบคุมอุปกรณ์ช่วยเดินอัตโนมัติ	94
ง.1 (ต่อ) แผนผังการทำงานของโปรแกรมควบคุมอุปกรณ์ช่วยเดินอัตโนมัติ	95
ง.1 (ต่อ) แผนผังการทำงานของโปรแกรมควบคุมอุปกรณ์ช่วยเดินอัตโนมัติ	96
ง.1 (ต่อ) แผนผังการทำงานของโปรแกรมควบคุมอุปกรณ์ช่วยเดินอัตโนมัติ	97
ง.1 (ต่อ) แผนผังการทำงานของโปรแกรมควบคุมอุปกรณ์ช่วยเดินอัตโนมัติ	98
ง.1 (ต่อ) แผนผังการทำงานของโปรแกรมควบคุมอุปกรณ์ช่วยเดินอัตโนมัติ	99
ง.1 (ต่อ) แผนผังการทำงานของโปรแกรมควบคุมอุปกรณ์ช่วยเดินอัตโนมัติ	100
ง.1 (ต่อ) แผนผังการทำงานของโปรแกรมควบคุมอุปกรณ์ช่วยเดินอัตโนมัติ	101
จ.1 รูปส่วนประกอบและปุ่มควบคุมของอุปกรณ์ช่วยเดินอัตโนมัติ	147
จ.2 รูปส่วนประกอบและปุ่มควบคุมของอุปกรณ์ช่วยเดินอัตโนมัติ	148

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 1
บทนำ

1.1 ความเป็นมาและความสำคัญ

ผู้ป่วยที่ประสบอุบัติเหตุบริเวณส่วนล่างของร่างกาย กรณีที่ร้ายแรงจนถึงขั้นต้องเข้าเฝือก เพื่อทำการรักษาอาการบาดเจ็บช่วงเวลาหนึ่ง เมื่อถอดเฝือกออกแล้วผู้ป่วยจะต้องทำกายภาพบำบัด เพื่อเสริมสร้างความแข็งแรงให้กับกระดูกและปรับสภาพของการเดินให้เป็นปกติ

ในกรณีที่ผู้ป่วยเป็นผู้ที่เพิ่งเริ่มต้นทำกายภาพบำบัด จำเป็นต้องใช้ราวเหล็กคู่ขนานเท่านั้น ไม่สามารถที่จะใช้อุปกรณ์ช่วยเดินได้ เนื่องจากผู้ป่วยยังไม่แข็งแรงพอ จึงเป็นการไม่สะดวกที่จะต้องย้ายผู้ป่วยที่กำลังบาดเจ็บมาทำกายภาพบำบัด และในบางครั้งที่ตัวผู้ป่วยอยู่ห่างไกลจากสถานที่ทำกายภาพบำบัดจึงเป็นการไม่สะดวกอย่างยิ่ง

อุปกรณ์ที่ใช้ในการทำกายภาพบำบัดผู้ที่ประสบอุบัติเหตุบริเวณส่วนล่างของร่างกาย มีอยู่ 2 ชนิด คือ

1. อุปกรณ์ราวเหล็กคู่ขนาน (Parallelbar) เป็นอุปกรณ์ที่ยึดติดอยู่กับที่ซึ่งไม่สามารถที่จะเคลื่อนย้ายได้

2. อุปกรณ์ช่วยเดิน (Walker Aids) เป็นอุปกรณ์ที่สามารถเคลื่อนที่ได้ แต่ต้องอาศัยการยกตัวอุปกรณ์จากผู้ที่ทำกายภาพบำบัด

เนื่องจากอุปกรณ์ราวเหล็กคู่ขนาน (Parallelbar) เป็นอุปกรณ์ที่ไม่สามารถเคลื่อนที่ได้ทำให้ไม่สะดวกในการทำกายภาพบำบัด ดังนั้นจึงจำเป็นที่จะต้องทำให้อุปกรณ์ช่วยเดินสามารถใช้งานแทนอุปกรณ์ราวเหล็กคู่ขนานได้ โดยการทำให้อุปกรณ์ช่วยเดินสามารถเคลื่อนที่ไปตามจังหวะการทำกายภาพบำบัดของผู้ป่วย อุปกรณ์ช่วยเดิน (Walker aids) จะสามารถเคลื่อนที่ได้อัตโนมัติโดยการควบคุมของไมโครคอนโทรลเลอร์ ที่จะคอยสั่งงานให้มอเตอร์เป็นตัวขับเคลื่อนโดยอาศัยการตรวจจับการก้าวขาของผู้ทำกายภาพบำบัดด้วยอุปกรณ์อินฟราเรด ถ้าไม่มีการก้าวขาอุปกรณ์ช่วยเดินอัตโนมัติจะไม่เคลื่อนที่ และจะรอจนกว่าจะมีการก้าวขา

1.2 ขีดความสามารถของโครงงาน

โครงงานนี้มีขีดความสามารถดังนี้

1. แสดงผลจำนวนการก้าวขาของผู้ใช้ และข้อมูลการใช้งานผ่านจอแสดงผลแบบ LCD

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2. ปรับความเร็ว และระยะทางในการเคลื่อนที่ของมอเตอร์ขับเคลื่อนได้

3. ใช้อินฟราเรดในการตรวจจับการก้าวขาของผู้ใช้

4. สามารถปรับระดับความสูงได้ 5 ระดับ ระดับละ 2 เซนติเมตร

5. บันทึกข้อมูลการใช้งานย้อนหลังได้ 10 ครั้ง

6. สามารถบังคับอุปกรณ์ช่วยเดินอัตโนมัติให้เลี้ยวได้

7. สามารถนำอุปกรณ์ช่วยเดินที่มีอยู่แล้วมาปรับปรุงให้เป็นอุปกรณ์ช่วยเดินอัตโนมัติได้

1.3 เนื้อหาโดยสังเขป

เนื้อหาภายในปริญญานิพนธ์ฉบับนี้แบ่งออกเป็นบทต่างๆ เพื่อสะดวกต่อการศึกษาและทำความเข้าใจ ในแต่ละบทจะประกอบด้วยเนื้อหาดังต่อไปนี้

บทที่ 1 กล่าวถึงความเป็นมาและความสำคัญ ขีดความสามารถของโครงงาน และเนื้อหาในบทต่างๆ โดยสังเขป

บทที่ 2 กล่าวถึงทฤษฎีต่างๆ เกี่ยวกับโครงงานของอุปกรณ์ช่วยเดินอัตโนมัติ อุปกรณ์ช่วยเดินชนิดต่างๆ ส่วนประกอบของเครื่องช่วยเดินอัตโนมัติ หลักการทำงานของมอเตอร์ หลักการทำงานของอินฟราเรด ไมโครคอนโทรเลอร์ตระกูล MCS-51 และจอแสดงผลแบบ LCD

บทที่ 3 กล่าวถึงเนื้อหาที่เกี่ยวกับ แผนผังการทำงานของโครงงาน ผังวงจรต่างๆ ที่ใช้ในโครงงาน ตลอดจนการออกแบบ และการสร้างส่วนประกอบต่างๆ เช่น วงจรควบคุมมอเตอร์ วงจรแสดงผลแบบ LCD โครงสร้างของชิ้นงาน พร้อมทั้งการทำงานของส่วนประกอบต่างๆ โดยละเอียด

บทที่ 4 กล่าวถึงการทดลองและทดสอบ ผลที่ได้จากการทดลองและทดสอบการทำงานในส่วนต่างๆ ของอุปกรณ์ช่วยเดินอัตโนมัติ

บทที่ 5 กล่าวถึงการสรุปผลการจัดทำโครงงาน ปัญหาที่เกิดขึ้นและแนวทางในการแก้ไข รวมทั้งแนวทางในการพัฒนา

ภาคผนวก ก แสดงภาพเครื่องต้นแบบ การติดตั้ง

ภาคผนวก ข ประกอบด้วยผังรายละเอียดวงจรและแผ่นวงจรพิมพ์

ภาคผนวก ค แสดงรายการอุปกรณ์ที่ใช้งานในแต่ละวงจร

ภาคผนวก ง แสดงแผนผังการทำงานและรหัสต้นฉบับของโปรแกรมทั้งหมดที่สร้างขึ้นเพื่อประกอบการทำงานของโปรแกรม

ภาคผนวก จ เป็นคู่มือการใช้งานอุปกรณ์ช่วยเดินอัตโนมัติ

ภาคผนวก ฉ แสดงรายละเอียดและคุณสมบัติของอุปกรณ์สำคัญที่ใช้ใน โครงงาน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

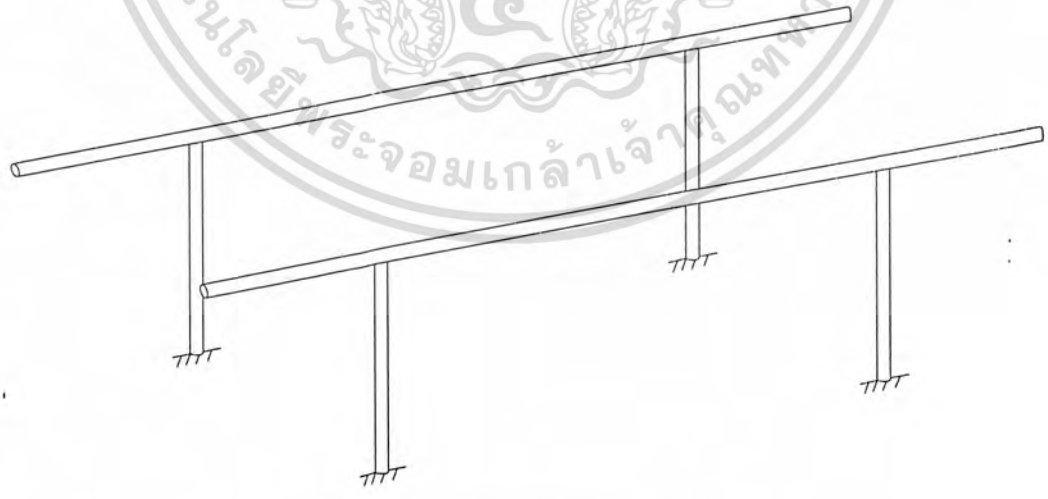
บทที่ 2
ทฤษฎีและหลักการ

2.1 อุปกรณ์กายภาพบำบัด

การทำกายภาพบำบัดมีความจำเป็นอย่างยิ่งในกรณีที่ผู้ป่วยจำเป็นต้องฟื้นฟูสมรรถภาพของอวัยวะต่างๆ ซึ่งต้องอาศัยอุปกรณ์ช่วยในการทำกายภาพบำบัด โดยอุปกรณ์แต่ละชนิดก็มีคุณสมบัติและวิธีการใช้แตกต่างกันไปตามลักษณะของการใช้งาน ในที่นี้จะกล่าวถึงอุปกรณ์กายภาพบำบัดสำหรับผู้ป่วยที่ต้องการทำกายภาพบำบัดบริเวณส่วนล่างของร่างกายโดยการหัดเดินเท่านั้น อุปกรณ์กายภาพบำบัดการเดินของผู้ป่วยสามารถแบ่งได้ 2 ลักษณะ คือ

2.1.1 อุปกรณ์ราวเหล็กคู่ขนาน

เป็นอุปกรณ์ที่ใช้ในการบำบัดผู้ที่ได้รับบาดเจ็บในบริเวณส่วนล่างของร่างกาย เป็นอุปกรณ์ที่ติดอยู่กับที่ไม่สามารถทำการเคลื่อนย้ายได้ จะเป็นอุปกรณ์ที่ผู้รับการบำบัดจะต้องมาทำการบำบัดในจุดที่มีอุปกรณ์ราวเหล็กคู่ขนานเท่านั้น ทำให้ไม่เกิดความสะดวกต่อผู้รับการบำบัด จึงใช้ในการบำบัดแต่เฉพาะในกรณีที่มีอาการบาดเจ็บอย่างหนักหรือเพิ่งทำการเริ่มต้นบำบัดและต้องได้รับการดูแลจากแพทย์อย่างใกล้ชิด ดังรูปที่ 2.1

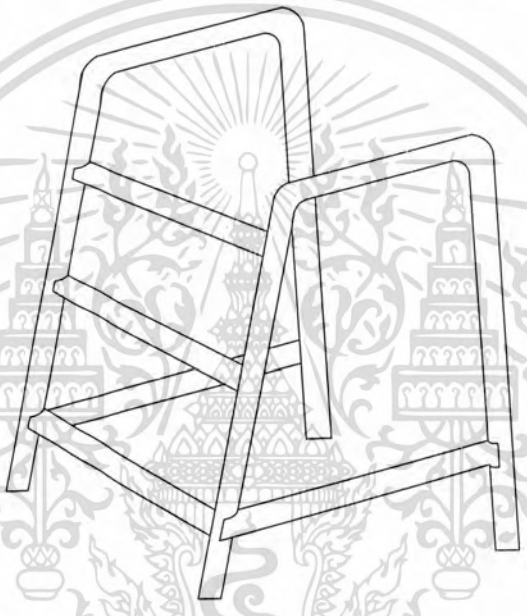


รูปที่ 2.1 อุปกรณ์ราวเหล็กคู่ขนาน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.1.2 อุปกรณ์ช่วยเดิน

เป็นอุปกรณ์ที่สามารถเคลื่อนที่ได้โดยจะต้องได้รับการเคลื่อนจากผู้ที่ทำการบำบัด จะใช้ในกรณีที่ผู้รับการบำบัดสามารถทรงตัวได้พอสมควรแล้ว อุปกรณ์ช่วยเดินนี้จะสามารถทำการบำบัดได้ทุกที่ทุกเวลา อาจจะอยู่ในการควบคุมดูแลของแพทย์หรือไม่ก็ได้ แต่ในอุปกรณ์ช่วยเดินนี้จะไม่สามารถใช้ในการบำบัดผู้ที่เริ่มต้นทำการบำบัดได้เนื่องจากผู้ที่เริ่มการบำบัดจะไม่สามารถทรงตัวได้อาจจะทำให้ล้มและเกิดอันตราย ดังรูปที่ 2.2



รูปที่ 2.2 อุปกรณ์ช่วยเดิน

2.2 หลักการของมอเตอร์ดีซี

มอเตอร์เป็นอุปกรณ์ซึ่งทำหน้าที่เปลี่ยนพลังงานไฟฟ้าเป็นพลังงานกล และมอเตอร์ที่ขับเคลื่อนด้วยไฟฟ้ากระแสตรงเรียกว่า มอเตอร์ดีซี และที่ขับเคลื่อนด้วยกระแสไฟสลับเรียกว่า มอเตอร์เอซี นอกจากนั้นยังมีมอเตอร์ขนาดเล็กซึ่งอาจขับเคลื่อนได้ทั้งกระแสไฟสลับและกระแสไฟตรง ทิศทางการหมุนของมอเตอร์ดีซีจะตรงข้ามกับเครื่องกำเนิดไฟฟ้าโดยสิ้นเชิง แต่สำหรับโครงสร้างแล้วจะเหมือนกันทุกประการ จึงสามารถนำเครื่องกำเนิดไฟฟ้ากระแสตรงมาใช้ทำหน้าที่ของมอเตอร์ดีซีได้

2.2.1 ชนิดของมอเตอร์ดีซี

การแบ่งชนิดของมอเตอร์ดีซีตามลักษณะการกระตุ้นด้วยตัวเอง จะเหมือนกับกรณีของเครื่องกำเนิดไฟฟ้ากระแสตรง โดยแบ่งออกเป็น 3 ชนิด ดังนี้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1) มอเตอร์ดีซีแบบขนาน

2) มอเตอร์ดีซีแบบอนุกรม

3) มอเตอร์ดีซีแบบผสม

มอเตอร์ดีซีแบบกระตุ้นแยกนั้นกระแสที่ป้อนให้ชุดขดลวดสนาม และขดลวดอาร์เมเจอร์จะมาจากแหล่งจ่ายไฟกระแสตรงซึ่งแยกชุดกัน ส่วนแบบกระตุ้นตัวเองนั้นจะมาจากแหล่งจ่ายไฟกระแสตรงชุดเดียวกัน ในกรณีที่ต้องการปรับความเร็วรอบของมอเตอร์ดีซีโดยการปรับระดับแรงดันที่ป้อนให้กับมอเตอร์ดีซี จะใช้มอเตอร์ดีซีแบบกระตุ้นแยกเป็นกรณีพิเศษเท่านั้นแต่โดยทั่วไปจะใช้แบบกระตุ้นตัวเองเป็นส่วนมาก ในโครงงานปริญญานิพนธ์จะเลือกใช้มอเตอร์ดีซีแบบผสมในการทำชิ้นงาน

2.2.2 คุณสมบัติของมอเตอร์ดีซี

1) มอเตอร์ดีซีแบบขนาน

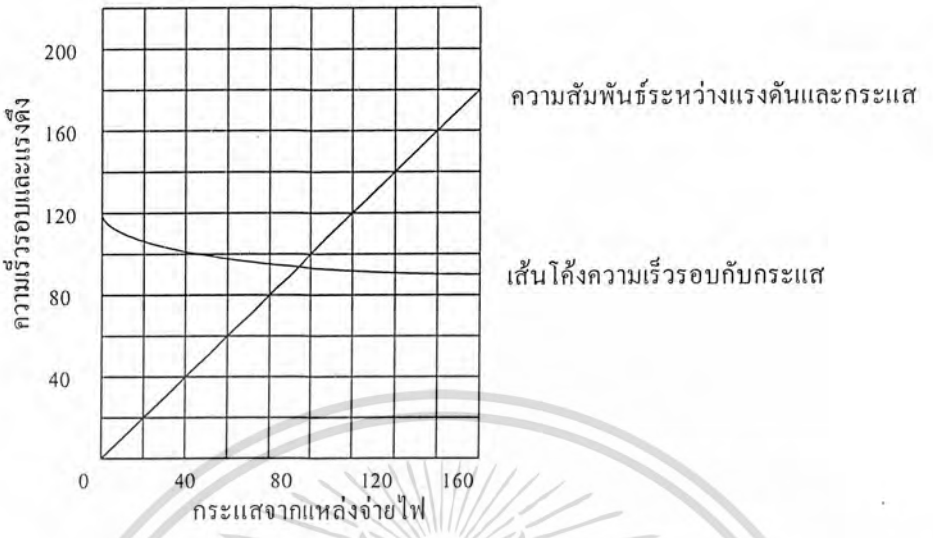
สำหรับกรณีของมอเตอร์แบบขนาน เนื่องจากวงจรขนาน และวงจรอาร์เมเจอร์ซึ่งต่อขนานกันได้รับไฟกระแสตรงจากแหล่งจ่ายไฟฟ้าชุดเดียวกัน เมื่อแรงดันของแหล่งจ่ายและความต้านทานสนามที่ค่าคงที่ ถึงแม้ว่าโหลดจะมีค่าที่เปลี่ยนแปลงก็ตามจะได้ฟลักซ์แม่เหล็กมีค่าคงที่

เส้นโค้งแสดงความสัมพันธ์ระหว่างทอร์ก และกระแสจะมีลักษณะเป็นเส้นตรงดังรูปที่ 2.3

ขณะมอเตอร์ทำงานถ้าทำการลดโหลดให้มีค่าต่ำลง กระแสจากแหล่งจ่ายไฟจะมีค่าต่ำลงด้วย แต่เนื่องจาก Φ มีค่าเกือบคงที่ เมื่อ V คงที่ ดังนั้นความเร็วรอบจะลดลงน้อยมาก นั่นคือ การรักษาระดับความเร็วมีค่าน้อยมาก ดังแสดงด้วยเส้นโค้งในรูปที่ 2.3 และเส้นโค้งนี้เรียกว่า เส้นโค้งความเร็วรอบกับกระแสซึ่งมีลักษณะเกือบเป็นเส้นตรงในระดับแนวนอน

ดังที่ได้กล่าวไว้แล้วนั้น เป็นกรณีที่ไม่ได้คำนึงถึงเรื่องปฏิกิริยาของขดลวดอาร์เมเจอร์ ถ้าคำนึงถึงเรื่องปฏิกิริยาของขดลวดอาร์เมเจอร์ด้วยแล้ว สำหรับกรณีที่ I_a มีค่าน้อยๆ Φ จะมีค่าเพิ่มขึ้นเล็กน้อยกรณีที่ I_a มีค่ามากๆ Φ จะมีค่าลดลงบ้างเล็กน้อยทำให้การรักษาระดับความเร็วในภาวะการเปลี่ยนแปลงของโหลด มีค่าน้อยกว่ากรณีที่ไม่ได้คำนึงถึงเรื่องปฏิกิริยาของขดลวดอาร์เมเจอร์ จากคุณสมบัติอันนี้จะเห็นว่ามอเตอร์แบบขนานจะเหมาะกับงานที่ต้องการลักษณะการรักษาระดับความเร็วน้อยๆ เป็นอย่างยิ่ง เช่น งานด้านเครื่องมือเครื่องจักร เป็นต้น แต่ไม่เหมาะกับงานที่ต้องการแรงดึงสูงๆ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.3 เส้นโค้งความสัมพันธ์ระหว่างแรงดึง และความเร็วรอบกับกระแสไฟฟ้าจากแหล่งจ่ายของดีซีมอเตอร์แบบขนาน

2) มอเตอร์ดีซีแบบอนุกรม

มอเตอร์แบบอนุกรมจัดอยู่ในประเภทที่สามารถเปลี่ยนความเร็วรอบได้ แสดงในรูปที่ 2.4

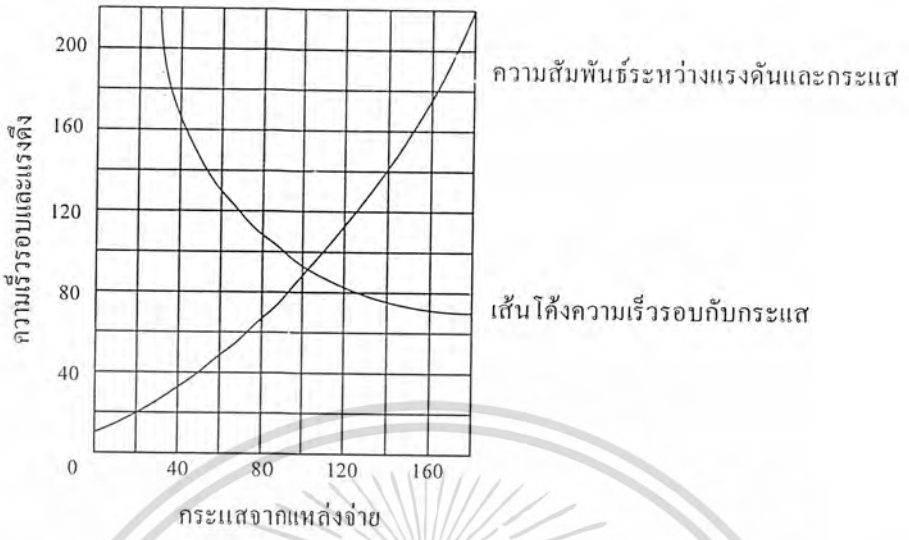
มอเตอร์ดีซีแบบอนุกรมจะต่างกับแบบขนานตรงที่ว่า Φ จะไม่คงที่ แต่จะมีค่าเพิ่มลดตามกระแส I_a และในบริเวณเส้นตรง ที่อยู่ต่ำกว่าส่วนโค้งงอของเส้นโค้งแมกเนไตเซชั่นลงมา

โดยทั่วไปมอเตอร์จะใช้กระแส 1.3–1.7 เท่า ของกระแสพิกัดในการขับเคลื่อนให้หมุน ดังนั้น แรงดึงที่ใช้ในการขับเคลื่อนมอเตอร์ให้หมุนจะมีค่ามากกว่าแรงดึงที่กระแสพิกัดมาก ยิ่งให้กระแสขับเคลื่อนมีค่ามากแรงดึงขับเคลื่อนจะยิ่งมีค่ามากขึ้นเช่นกัน นั่นคือ ถ้าใช้กระแสขับเคลื่อนในอัตราส่วนที่เท่าๆ กัน มอเตอร์อนุกรมจะใช้แรงดึงขับเคลื่อนได้มากกว่า

มอเตอร์แบบขนานจัดอยู่ในประเภทความเร็วรอบคงที่ ขณะที่มอเตอร์แบบอนุกรมจัดอยู่ในประเภทที่สามารถเปลี่ยนค่าความเร็วรอบได้ ดังแสดงในรูปที่ 2.4

จากเส้นโค้ง ซึ่งแสดงความสัมพันธ์ระหว่างความเร็วรอบกับกระแสไฟฟ้า มอเตอร์แบบอนุกรมนี้ จะเห็นว่าไม่ว่าจะทำการขับเคลื่อนมอเตอร์ขณะที่ไม่มีโหลดหรือมีโหลดต่ออยู่น้อยมาก โดยการป้อนกระแสไฟฟ้าที่แรงดันพิกัดหรือจะทำการปลดโหลดออกหมด หรือเพียงบางส่วน ในขณะมอเตอร์ทำงานก็ตาม ความเร็วรอบของมอเตอร์จะมีค่าเพิ่มสูงขึ้นมากอย่างรวดเร็ว ดังนั้นในกรณีของมอเตอร์ดีซีแบบอนุกรมจึงตั้งเป็นกฎห้ามไม่ให้ใช้สายพานในการหมุนขับเคลื่อนระหว่างตัวมอเตอร์กับโหลด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.4 เส้นโค้งความสัมพันธ์ระหว่างแรงดึง และความเร็วรอบกับกระแสไฟฟ้าจากแหล่งจ่ายของดีซีมอเตอร์แบบอนุกรม

3) มอเตอร์ดีซีแบบผสม

มอเตอร์ดีซีที่อาศัยคุณสมบัติการทำงานร่วมกันของขดลวดอนุกรม (ให้แรงดึงขณะเริ่มเดินเครื่องสูง) และขดลวดแบบขนาน (ให้ความเร็วรอบเกือบคงที่) ในอัตราส่วนที่เหมาะสม คือ มอเตอร์ดีซีแบบผสม มอเตอร์ชนิดนี้จะให้กระแสจำนวนมากไหลผ่านขดลวดอนุกรมในช่วงเริ่มเดินเครื่องจึงให้คุณสมบัติของมอเตอร์ดีซีแบบอนุกรมในช่วงนี้ กล่าวคือ ให้แรงดึงขณะเริ่มเดินเครื่องที่สูงกว่ามอเตอร์ดีซีแบบขนานในปริมาณของกระแสเริ่มเดินเดียวกัน หลังจากนั้นมีความเร็วรอบ n สูงขึ้นเรื่อยๆ กระแส I_a ซึ่งไหลผ่านขดลวดอนุกรมจะน้อยลงเรื่อยๆ ทำให้คุณสมบัติของขดลวดอนุกรมที่แสดงออกลดน้อยลง ช่วงการทำงานของมอเตอร์ชนิดนี้จะแสดงคุณสมบัติที่ใกล้เคียงกับมอเตอร์ดีซีแบบขนาน คือ ให้ความเร็วรอบที่เกือบคงที่มอเตอร์ดีซีแบบผสมนี้เหมาะที่จะนำไปขับเคลื่อนโหลดในลักษณะเช่น ลิฟต์ เป็นอย่างยิ่ง

ในอุตสาหกรรมการผลิตบางชนิด ต้องการความเร็วรอบคงที่ตลอดไม่ว่าโหลดจะเปลี่ยนแปลงอย่างไรก็ตามนั้น แม้จะเลือกใช้มอเตอร์ดีซีแบบขนานก็ไม่สามารถตอบสนองความต้องการได้ทั้งหมด ทั้งนี้เพราะจากคุณสมบัติทางด้านความเร็วรอบของมอเตอร์แบบขนานนี้จะเห็นว่า เมื่อโหลดมีค่าเปลี่ยนแปลงไปอัตราการเปลี่ยนแปลงของจำนวนเศษและส่วนความเร็วรอบจะมีค่าไม่เท่ากัน

ปัญหานี้สามารถแก้ไขได้ด้วยการใช้มอเตอร์ดีซีแบบดิฟเฟอเรนเชียลคอมปาวด์ และในช่วงการเปลี่ยนแปลงของโหลดจากสภาวะไร้โหลดจนถึงโหลดเต็มที่นั้น จะให้อัตราการเปลี่ยนแปลง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ของจำนวนเศษและส่วนในสมการความเร็วรอบเท่ากัน ดังนั้นการรักษาระดับความเร็วของมอเตอร์ชนิดนี้จะมีค่าประมาณศูนย์

เนื่องจากมอเตอร์แบบดิฟเฟอเรนเชียลคอมปาวด์นั้นมีข้อเสียมาก จึงไม่นิยมใช้ในกรณีที่ต้องใช้มอเตอร์ที่ให้ความเร็วรอบที่คงที่จะหันไปใช้มอเตอร์เอซีชนิดอื่นแทน

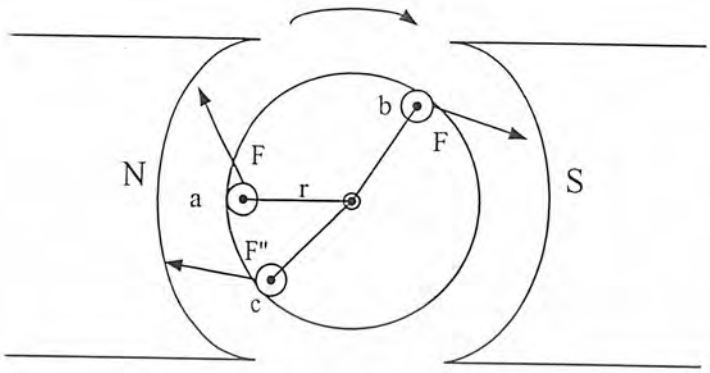
2.2.3 การรักษาระดับความเร็ว

การรักษาระดับความเร็ว คือ ค่าซึ่งแสดงขนาดการเปลี่ยนแปลงของความเร็วรอบอันเนื่องจากการเปลี่ยนแปลงของโหลดในมอเตอร์ที่ให้ความเร็วรอบคงที่ และหมายถึงอัตราการเปลี่ยนแปลงของจำนวนรอบหมุนจากสภาวะโหลดเต็มที่มาเป็นสภาวะไร้โหลดภายใต้เงื่อนไขที่กำหนดไว้ และอัตราการเปลี่ยนแปลงจะอยู่ในรูปเปอร์เซนต์ของความเร็วรอบในสภาวะโหลดเต็มที่ คำจำกัดความนี้คล้ายกับการรักษาระดับแรงดัน ในกรณีของเครื่องกำเนิดไฟฟ้าวิธีการทดลองเพื่อหาค่าระดับความเร็ว คือ ให้เดินเครื่องมอเตอร์ดีซีขนานหรือแบบดิฟเฟอเรนเชียลคอมปาวด์อย่างใดอย่างหนึ่ง โดยการป้อนแรงดันพิกัดเข้าขั้วอินพุตของมอเตอร์จากนั้นให้เพิ่มโหลดของมอเตอร์ขึ้นเรื่อยๆ จนมีค่าโหลดเต็มที่หลังจากที่อุณหภูมิตามส่วนต่างๆ ของมอเตอร์ได้เพิ่มขึ้นจนถึงจุดอิ่มตัวแล้ว ให้ทำการวัดจำนวนรอบหมุนของมอเตอร์ขณะนั้น สมมติให้มีค่าเป็น n จากนั้นให้ปลดโหลดของมอเตอร์ออกให้หมดแล้วจึงวัดความเร็วรอบ แรงดันระหว่างขั้วที่ป้อนให้มอเตอร์นั้นจะต้องปรับไว้ที่ค่าคงที่เสมอตลอดการทดลอง สำหรับค่าความต้านทานในวงจร สนามนั้นต้องมีค่าคงที่เช่นกันโดยไม่มีการปรับซึ่งในเรื่องนี้จะใช้ไมโครคอนโทรลเลอร์ MCS-51 เข้ามาช่วยในการรักษาระดับความเร็วและความเร่งของมอเตอร์เพื่อให้มีความเที่ยงตรงมากที่สุด

2.2.4 แรงดึง

ในรูปที่ 2.5 แสดงแรงที่กระทำบนลวดตัวนำ (a) ซึ่งห่างจากจุดศูนย์กลาง (O) เป็นระยะ r เมตร ในทิศทางสัมผัสกับเส้นรอบวงของแกนเหล็กอาร์เมเจอร์ แรงที่กระทำบนลวดตัวนำนี้จะมีโมเมนต์เท่ากับ Fxr ซึ่งจะพยายามขับเคลื่อนแกนเหล็กอาร์เมเจอร์ให้หมุนเคลื่อนที่ไป แต่เนื่องจากในแกนเหล็กอาร์เมเจอร์มีช่องเป็นจำนวนมาก และแต่ละช่องก็มีลวดตัวนำจำนวนมากเช่นกัน ดังนั้น แรงที่กระทำบนขดลวดตัวนำทั้งหมดจะมีโมเมนต์ ซึ่งพยายามขับเคลื่อนแกนเหล็กให้หมุนไปในทิศทางเดียวกัน เมื่อรวมโมเมนต์ทั้งหมดนี้เข้าด้วยกันจะได้เป็นผลรวมของโมเมนต์โดยที่ T_a คือ แรงดึงที่เกิดขึ้น มีหน่วยเป็น m-N ดังนั้นแรงดึง คือ ผลรวมของโมเมนต์ของแรงที่กระทำต่อลวดตัวนำรอบจุดศูนย์กลาง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.5 โมเมนต์ซึ่งลวดตัวนำอาร์เมเจอร์กระทำรอบจุดศูนย์กลาง

2.3 ระบบการควบคุมความเร็วมอเตอร์

ระบบการควบคุมความเร็วของมอเตอร์ คือ ระบบที่สามารถกำหนดความเร็วให้คงที่หรือแปรค่าไปได้ตามที่เราต้องการด้วยการกำหนดค่าสัญญาณอินพุต โดยในโครงงานนี้จะใช้ระบบการควบคุมความเร็วมอเตอร์ที่สามารถกลับทิศทางได้ ซึ่งจะใช้ไมโครคอนโทรลเลอร์ MCS-51 เข้ามาช่วยในการควบคุมระดับความเร็วและความเร่งตลอดจนในเรื่องของการกลับทิศทางการหมุนของมอเตอร์เพื่อให้มีความเที่ยงตรงมากที่สุด

ในรูปที่ 2.5 โมเมนต์ซึ่งลวดตัวนำอาร์เมเจอร์กระตุ้นรอบจุดศูนย์กลางของระบบโดยที่การแปรค่าไปของความเร็วจะต้องอยู่ภายในย่านของระบบ ซึ่งมีอยู่ด้วยกัน 2 ระบบ คือ การควบคุมแบบเปิดลูป และการควบคุมแบบปิดลูป

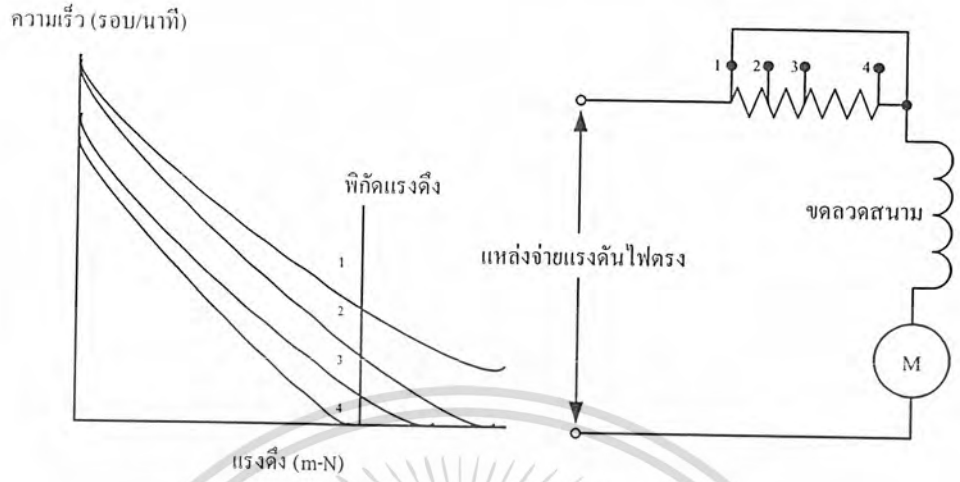
2.3.1 ระบบการควบคุมความเร็วมอเตอร์แบบเปิดลูป

ระบบการควบคุมความเร็วชนิดนี้ยังสามารถแยกได้ดังนี้ คือ

1) ตัวควบคุมแบบความต้านทานที่ปรับค่าได้

การควบคุมแบบนี้เป็นวิธีการควบคุมที่ง่ายที่สุด และใช้ในยุคแรกๆ มีประสิทธิภาพ การควบคุมความเร็วอยู่ในพิสัย 4:1 และให้การรักษาระดับความเร็วของมอเตอร์ไม่ดีต่อการเปลี่ยนแปลงโหลด และแรงดันไฟฟ้าของสายส่ง การควบคุมแบบนี้ไม่มีประสิทธิภาพเพราะว่ากำลังไฟฟ้าสูญเสียไปในตัวความต้านทาน รูปที่ 2.6 แสดงถึงตัวอย่างการควบคุมความเร็วของมอเตอร์อนุกรมด้วยตัวควบคุมแบบความต้านทานที่ปรับค่าได้ ซึ่งเป็นที่นิยมใช้กับมอเตอร์ขนาดเล็กๆ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

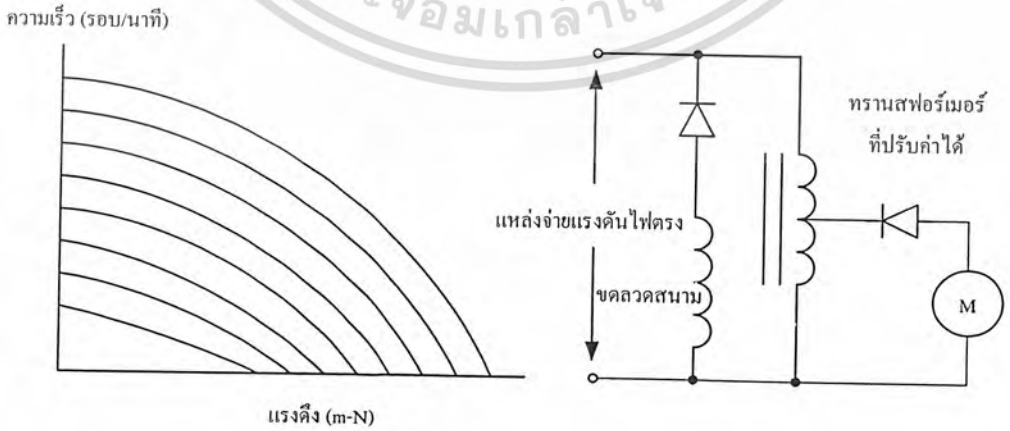


รูปที่ 2.6 วงจรการควบคุมความเร็วของมอเตอร์แบบอนุกรมด้วยตัวความต้านทาน และกราฟแสดงคุณสมบัติระหว่างความเร็วต่อแรงบิด

การควบคุมแบบนี้ให้คุณสมบัติการเริ่มเคลื่อนที่ที่ดี (ให้แรงบิดสูงที่ความเร็วต่ำ) แต่จะให้ความเร็วสูงจัดมากในขณะที่มีโหลดน้อย การควบคุมแบบนี้จะเป็นประโยชน์เฉพาะในภาวะที่เป็นแรงต้านคงที่ และการควบคุมแบบนี้จะให้การรักษาระดับความเร็วลดลงเมื่อความเร็วลดลง ทำให้เป็นการยากที่จะทำให้พิสัยการควบคุมกว้าง

2) การควบคุมแบบทรานสฟอร์เมอร์ที่ปรับค่าได้กับตัวเรียงกระแส

การควบคุมนี้สามารถขับมอเตอร์กระแสตรงได้พิสัยความเร็ว 10:1 และให้การรักษาระดับประสิทธิภาพที่ดีกว่า



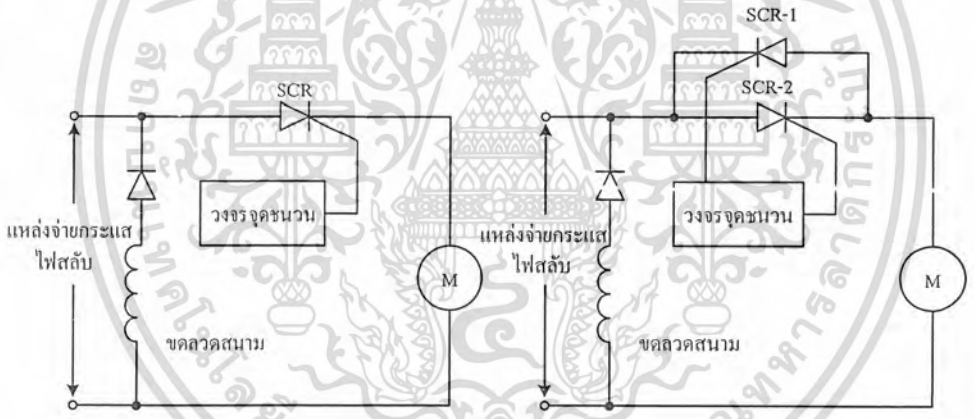
รูปที่ 2.7 ทรานสฟอร์เมอร์ควบคุมแรงดันของอาร์เมเจอร์ของมอเตอร์แบบขนาน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รูปที่ 2.7 แสดงถึงการควบคุมโดยใช้วาริแอกบังคับแรงดันไฟฟ้าของมอเตอร์แบบขนาน โดยการปล่อยกระแสไฟฟ้าให้ขดลวดสนามคงที่ ผลของคุณสมบัติความเร็วแรงบิดได้รับการปรับปรุงดีขึ้นกว่าการควบคุมด้วยความต้านทานที่ปรับค่าได้ และให้การรักษาระดับความเร็วคงที่ได้ดีขึ้นตลอดพิสัยความเร็วที่กว้างกว่า

3) ตัวควบคุมแบบไทริสเตอร์

การทำงานเป็นแบบครึ่งคลื่นจะให้คุณสมบัติคล้ายกับการควบคุมด้วยวาริแอก อย่างไรก็ตามระบบของ SCR ที่ทำงานแบบเต็มคลื่น สามารถให้พิสัยการควบคุมความเร็วได้ถึง 20:1 เมื่อใช้เทคนิคการชดเชย IR (หมายถึง เทคนิคการรับรู้กระแสและป้อนกลับเป็นระบบปิดลูป) ด้วยวิธีการชดเชยการควบคุมความเร็วนี้ สามารถให้การรักษาระดับความเร็วได้ถึง 3% จากไม่มีโหลดถึงสภาวะที่มีโหลดเต็มที่ รูปที่ 2.8 แสดงตัวอย่างการควบคุมมอเตอร์แบบขนานด้วย SCR แบบครึ่งคลื่น และแบบเต็มคลื่น



รูปที่ 2.8 ตัวอย่างการควบคุมมอเตอร์แบบขนานด้วย SCR แบบครึ่งคลื่นและแบบเต็มคลื่น

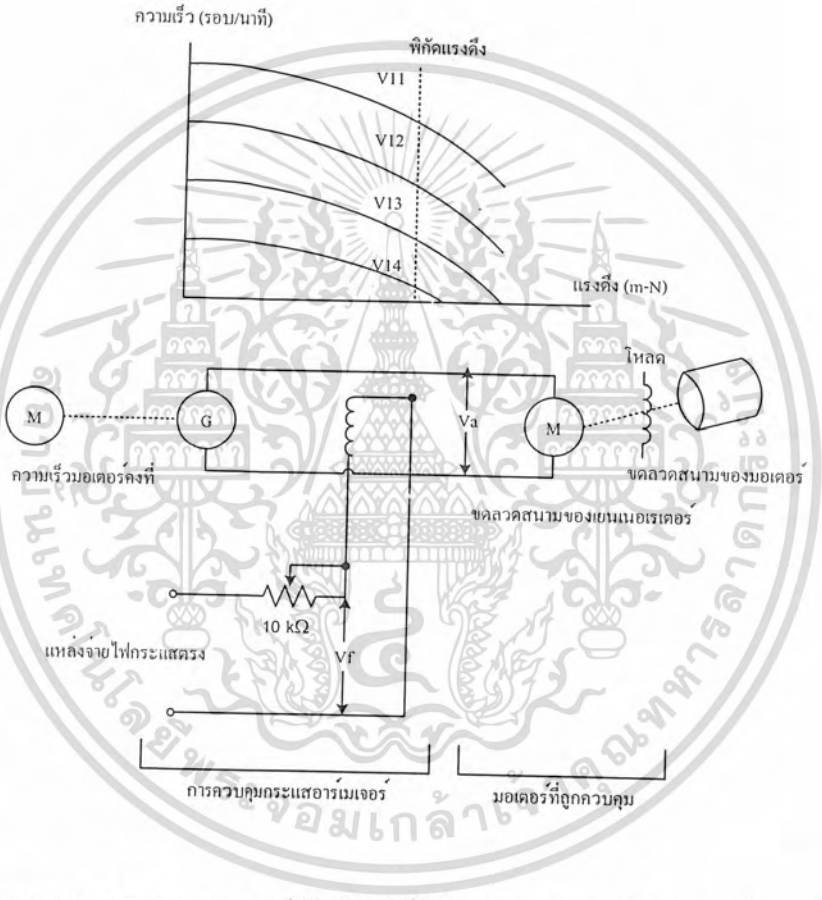
4) การควบคุมความเร็วแบบควบคุมอาร์เมเจอร์ของมอเตอร์ด้วยเยนเนอเรเตอร์

เป็นวิธีการควบคุมความเร็วแบบเปิดลูป ดังรูปที่ 2.9 มอเตอร์ที่มีความเร็วคงที่จะใช้เป็นตัวขับเคลื่อนเยนเนอเรเตอร์ที่มีแรงดันไฟฟ้าของขดลวดสนามสูงควบคุมให้แปรค่าได้ ดังนั้น เยนเนอเรเตอร์จะเป็นตัวผลิตแรงดันไฟฟ้าที่ปรับค่าได้ จ่ายให้กับอาร์เมเจอร์ของมอเตอร์ และผลที่ได้เรื่องคุณสมบัติแรงบิดความเร็วที่ดีกว่าเนื่องจากการควบคุมแบบนี้ให้การรักษาความเร็วที่เป็นอิสระต่อความเร็วที่ตั้งไว้

ผลรับที่ได้ของการควบคุมแบบนี้ ให้คุณสมบัติที่เหนือกว่าการควบคุมวิธีต่างๆ ที่กล่าวมาทั้งหมด อย่างไรก็ตามเนื่องจากราคาที่แพงของชุดมอเตอร์เยนเนอเรเตอร์ และส่วนการควบคุม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ขดลวดสนามของเยนเนอเรเตอร์ ทำให้การควบคุมความเร็ววิธีนี้ใช้ไม่ได้ผลดีกับการควบคุมมอเตอร์ขนาดเล็กๆ การใช้งานส่วนใหญ่จะใช้ในงานอุตสาหกรรมที่ต้องการควบคุมมอเตอร์ขนาดใหญ่ๆ ตั้งแต่ 1 แรงม้าขึ้นไป เพราะว่าคุณสมบัติขยายกำลังไฟฟ้าของชุดมอเตอร์เยนเนอเรเตอร์เหมาะสมที่จะใช้ในการควบคุมลูปปิด ในยุคแรกๆ เมื่อหลอดสูญญากาศกำลังสูงและเครื่องขยายแบบแม่เหล็กเริ่มนำมาใช้ในการควบคุม

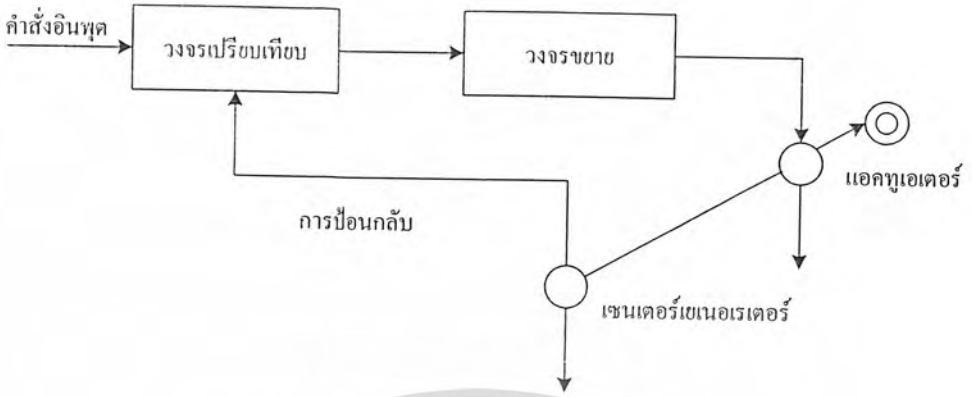


รูปที่ 2.9 ระบบการควบคุมแบบลูปเปิดโดยใช้วิธีการควบคุมแรงดันของอาร์เมเจอร์

2.3.2 ระบบการควบคุมความเร็วของมอเตอร์แบบปิดลูป

ระบบนี้แสดงในรูปที่ 2.10 แบ่งออกได้เป็น 2 แบบ คือ การควบคุมความเร็วแบบรักษาระดับและการควบคุมความเร็วแบบเซอร์โว

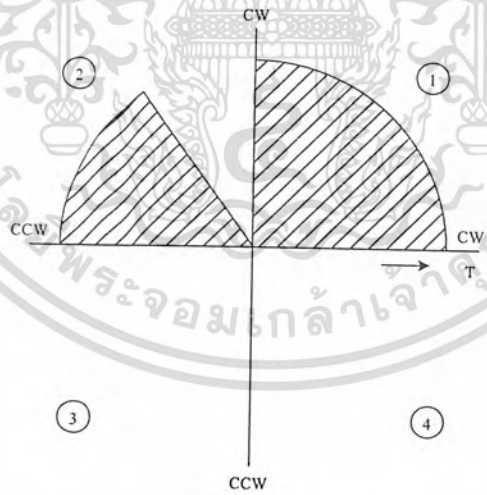
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.10 ระบบการควบคุมความเร็วของมอเตอร์แบบปิดลูป

1) การควบคุมความเร็วแบบเร็คกูเลเตอร์

จะเป็นการบังคับความเร็วแบบทิศทางเดียว โดยทำงานในควอดแดรนซ์แรกเท่านั้น ดังแสดงในรูปที่ 2.11 ระบบนี้ไม่สามารถจะให้แรงบิดของดีซีมอเตอร์ที่มีค่าเป็นลบ และไม่สามารถกลับทิศทางของความเร็วได้



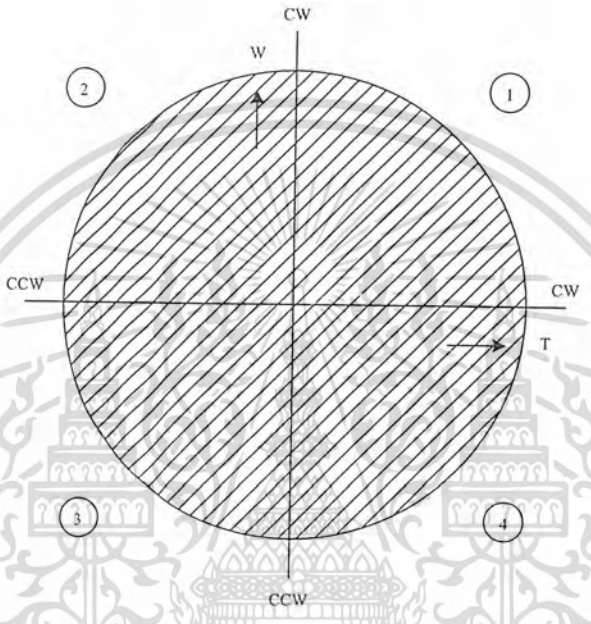
รูปที่ 2.11 การทำงานเพียงส่วนแรกของระบบควบคุมความเร็วแบบทิศทางเดียว

ระบบการควบคุมความเร็วแบบทิศทางเดียวนี้ เราสามารถจะเพิ่มไดนามิคเบรคเข้าไปในระบบได้ทำให้เราสามารถจำกัดแรงบิดลบของควอดแดรนซ์ที่ 2 ได้ แต่เนื่องจากการบังคับใน ควอดแดรนซ์ที่ 2 น้อยู่ในพื้นที่การควบคุมให้มอเตอร์หยุดหมุน ดังนั้น เราถือได้ว่าการควบคุมความเร็วแบบเร็กกูเลเตอร์เป็นการควบคุมแบบด้านเดียว

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2) การควบคุมความเร็วแบบเซอร์โว

จะเป็นการบังคับความเร็วได้ 2 ทิศทางนอกจากนี้ยังสามารถให้ความเร็ว และแรงบิดของมอเตอร์ได้ทั้งในทิศทางลบและบวก ดังแสดงในรูปที่ 2.12 แสดงถึงพื้นที่การควบคุมแบบเซอร์โว คือ สามารถทำงานได้แบบ 2 ทิศทางหรือเป็นการควบคุมได้ 4 ด้าน



รูปที่ 2.12 การทำงานได้ถึง 4 ส่วนของระบบควบคุมความเร็วแบบเซอร์โว

2.3.3 การควบคุมความเร็วที่สามารถกลับทิศทางได้

โครงงานนี้จะใช้การควบคุมความเร็วของมอเตอร์ที่สามารถกลับทิศทางได้และใช้ไมโครคอนโทรลเลอร์เข้ามาช่วยในการควบคุม ซึ่งให้การควบคุมความเร็วของมอเตอร์แบบใช้แหล่งจ่ายไฟแบบขั้วเดียวและสามารถกลับทิศทางการหมุนได้

การใช้สวิตช์ที่กลับทิศทางได้นี้ให้อยู่ที่ตำแหน่งกลาง (B) ก็จะให้สภาวะการควบคุมแบบไดนามิคแบบ เพื่อเป็นการลดไม่ให้สวิตช์กลับทิศทางของแหล่งจ่ายไฟฟ้าจ่ายให้กับมอเตอร์รวดเร็วเกินไปในเมื่อมอเตอร์ยังหมุนอยู่ในทิศทางเดิมซึ่งอาจเป็นเหตุให้ทรานซิสเตอร์พังวงจรกลับทิศทางซึ่งอาจทำงานได้ด้วยรีเลย์แทนที่จะใช้สวิตช์ ที่ทำงานด้วยมือจึงทำให้ระบบการควบคุมความเร็วที่มีคุณสมบัติควบคุมได้สองทิศทาง สำหรับการบังคับในระยะทางไกล วิธีการควบคุมแบบนี้ปกติใช้งานไม่ได้ผลดีในระบบการควบคุมตำแหน่งแบบปิดลูปหรือในระบบเซอร์โวควบคุมความเร็ว ระบบเซอร์โวปกติจะมีการเปลี่ยนกลับทิศทางอยู่ตลอดเวลารอบๆ จุดสมดุล ดังนั้นหน้าสัมผัสของรีเลย์จะสึกกร่อนอย่างรวดเร็ว

เอกสารนี้สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.4 ไมโครคอนโทรลเลอร์ตระกูล MCS-51

ไมโครคอนโทรลเลอร์ตระกูล MCS-51 ผลิตโดยบริษัทอินเทล มีการนำมาใช้ประโยชน์กันอย่างแพร่หลายในปี ค.ศ. 1980 ต่อมาบริษัทฟิลลิปส์และซีเมนต์ ได้รับลิขสิทธิ์ในการผลิตจำหน่ายและได้มีการเพิ่มประสิทธิภาพมากขึ้น

MCS-51 ประกอบด้วยไมโครคอนโทรลเลอร์หลายรุ่นซึ่งจะมีสถาปัตยกรรมพื้นฐานที่เหมือนกัน เพียงแต่มีขนาดของหน่วยความจำภายในและหน่วยทำงานภายในที่แตกต่างกัน

2.4.1 คุณสมบัติของไมโครคอนโทรลเลอร์ตระกูล MCS-51

1) หน่วยประมวลผลกลางขนาด 8 บิต

2) หน่วยความจำโปรแกรมภายใน (Program Memory) ขนาด 4 กิโลไบต์

3) หน่วยความจำข้อมูลภายใน (Data Memory) ขนาด 128 กิโลไบต์

4) อ้างตำแหน่งของหน่วยความจำโปรแกรมได้ถึง 64 กิโลไบต์

5) อ้างตำแหน่งของหน่วยความจำข้อมูลได้ถึง 64 กิโลไบต์

6) หน่วยความจำโปรแกรมและข้อมูลที่อยู่ภายนอกชิพแยกจากกันอย่างละ 64 กิโลไบต์ พอร์ตอินพุต/เอาต์พุต แบบขนานจำนวน 4 พอร์ต (32 บิต) แยกกันอย่างอิสระ

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

8) มีพอร์ตการสื่อสารอนุกรมรับส่งข้อมูลได้ในเวลาเดียวกัน (Full Duplex) สามารถเลือกรูปแบบการส่งได้ 4 รูปแบบ

9) รับสัญญาณอินเตอร์รัพต์ได้ 6 แหล่ง กระโดดไปทำงานตอบสนองได้ 5 ตำแหน่ง

10) มีวงจรออสซิลเลเตอร์ภายใน

11) นำข้อมูลมาทำงาน AND, OR หรือ Complement ได้ทั้งแบบ 8 บิต และ 1 บิต

2.4.2 โครงสร้างภายในของไมโครคอนโทรลเลอร์ตระกูล MCS-51

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

1) หน่วยประมวลผลกลาง (Central Processing Unit : CPU)

ส่วนนี้จะทำหน้าที่สร้างสัญญาณควบคุมในการติดต่อกับส่วนอื่นๆ เรียกว่า วงจรควบคุม (Control Unit) สัญญาณที่สร้างจากวงจรควบคุม ได้แก่ สัญญาณสำหรับการติดต่อกับหน่วยความจำ อุปกรณ์รับข้อมูลหรือส่งข้อมูลออก ซึ่งส่วนควบคุมการขัดจังหวะและส่วนควบคุมบัสก็เป็นส่วนหนึ่งของวงจรควบคุมด้วย การสร้างสัญญาณจากวงจรควบคุมจากหน่วยประมวลผลกลางนี้ทำการสร้างสัญญาณนาฬิกาที่สร้างจากวงจรออสซิลเลเตอร์ เพื่อให้ทุกๆ ส่วนทำงานประสานกันอย่าง

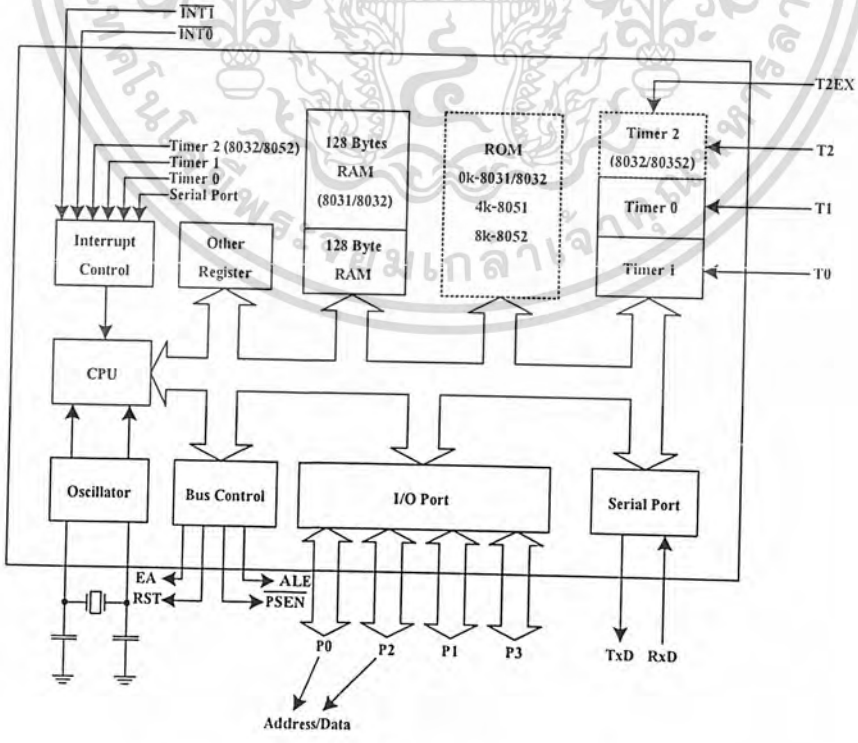
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ถูกต้อง ในหน่วยประมวลผลกลางยังประกอบด้วยส่วนประมวลผล (Arithmetic Logic Unit) ที่ทำหน้าที่ประมวลผลข้อมูล เช่น การลบ บวก คูณ หรือ หารข้อมูล แล้วนำผลลัพธ์ไปเก็บไว้ในหน่วยความจำที่ต้องการ

2) หน่วยความจำ (Memory)

หน่วยความจำมีไว้สำหรับจดจำข้อมูล ในการนำข้อมูลเข้าและออกจากหน่วยความจำจำเป็นต้องรู้ตำแหน่ง (Address) ของหน่วยความจำ ในการนำข้อมูลเข้าไปเก็บในหน่วยความจำเรียกว่าการเขียนข้อมูลและการนำข้อมูลออกจากหน่วยความจำ เรียกว่า การอ่านข้อมูล ในไมโครคอนโทรลเลอร์ MCS-51 ข้อมูลในแต่ละตำแหน่งจะมีขนาด 8 บิต ดังนั้น แต่ละตำแหน่งของหน่วยความจำจะสามารถเก็บข้อมูลมีค่าได้ระหว่าง 00000000_2 ถึง 11111111_2 หรือ 00H ถึง 0FFH ในการติดต่อกับหน่วยความจำจะต้องมีสัญญาณ 3 กลุ่ม คือ

ตำแหน่งที่ต้องการติดต่อกับหน่วยความจำ ซึ่ง MCS-51 สามารถติดต่อกับหน่วยความจำโปรแกรมและหน่วยความจำข้อมูลที่มีขนาดสูงสุดชนิดละ 65,536 ตำแหน่ง (64 กิโลไบต์) ดังนั้นการอ้างตำแหน่งของหน่วยความจำเป็นจะต้องใช้เส้นแสดงตำแหน่งในเลขฐานสองทั้งหมด 16 เส้น (2^{16} เท่ากับ 65,536) ข้อมูลที่อ่านหรือเขียนกับหน่วยความจำในตำแหน่งที่เราต้องการโครงสร้างของไมโครคอนโทรลเลอร์ จะประกอบด้วย 3 ส่วนหลักๆ ดังรูปที่ 2.13



รูปที่ 2.13 โครงสร้างภายในของไมโครคอนโทรลเลอร์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สำนักหอสมุดกลาง พระจอมเกล้าลาดกระบัง

สัญญาณควบคุมที่จะส่งไปยังหน่วยความจำเพื่อบอกกับหน่วยความจำว่าต้องการอ่านหรือเขียนข้อมูล โดยวงจรถอดรหัสคำสั่งทำการสร้างสัญญาณควบคุมจากคำสั่งที่อ่านเข้ามาจากหน่วยความจำโปรแกรม

3) อุปกรณ์อินพุต/เอาต์พุต (Input/Output Device)

อุปกรณ์อินพุต/เอาต์พุตเป็นส่วนที่ใช้ส่งข้อมูลเข้าหรือนำข้อมูลออกจาก MCS-51 ทำให้สามารถติดต่อกับอุปกรณ์ภายนอกได้ อุปกรณ์อินพุต/เอาต์พุตได้แก่ 4 I/O Port, Time/Counter 0, Time/Counter 1 และ Serial Port

3.1) 4 อินพุต/เอาต์พุต (4 I/O Port) หรือพอร์ตแบบขนาน เป็นที่สำหรับใช้รับส่งข้อมูลซึ่งเป็นสัญญาณดิจิตอลเข้าหรือออกจากตัว MCS-51 มีทั้งหมด 4 พอร์ต โดยแต่ละพอร์ตจะรับส่งข้อมูลได้ 8 บิต มีพอร์ตจะใช้งานมากกว่า 1 อย่างก็ได้

3.2) ไทม์เมอร์/เคาน์เตอร์ 0 (Time/Counter) ซึ่งเป็นวงจรนับที่สามารถทำการนับจำนวนไซเคิลของสัญญาณที่ต่อจากภายนอก MCS-51 ก็ได้ สามารถตั้งค่าเริ่มต้นของการนับและอ่านค่าการนับได้โดยหน่วยประมวลผลกลาง

3.3) พอร์ตอนุกรม (Serial Port) หน่วยประมวลผลกลางจะอ่านและเขียนข้อมูลกับพอร์ตอนุกรมเป็นแบบ 8 บิต แต่ข้อมูลจะถูกส่งออกจาก MCS-51 เรียงไปที่ละบิตออกจากขา Tx และในการรับข้อมูลจะรับเข้ามาที่ละบิตทางขา Rx แล้วจึงจัดเรียงใหม่เป็น 8 บิต เพื่อให้หน่วยประมวลผลกลางอ่านไปใช้งานต่อไป

ใน MCS-51 มีพอร์ตให้ใช้งานได้หลายแบบ ทำให้สะดวกแก่การนำไปใช้งานต่างๆ ได้มากมาย การจะนำพอร์ตไปใช้งานได้จะต้องเขียนโปรแกรมขึ้นมาควบคุม

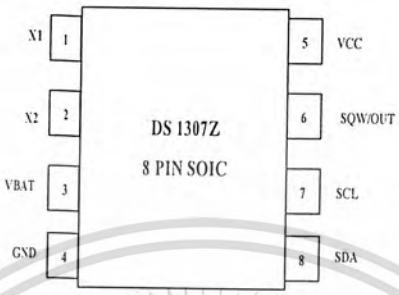
2.5 ไอซีฐานเวลา

ไอซี DS1307 เป็นไอซีฐานเวลาแบบเรียลไทม์ที่มีอัตรากินกำลังงานต่ำมากพร้อมกับปฏิทินเวลาแบบบีซีดี (BCD) เต็มรูปแบบ ภายในยังประกอบด้วยหน่วยความจำสแตติกแรม แบบนอนโวลาไทล์ (Nonvolatile) ขนาด 56 ไบต์ อีกด้วย การส่งผ่านข้อมูลและแอดเดรสจะส่งผ่านในรูปของบัสอนุกรม 2 สายแบบ Bi-Directional การแสดงผลเป็นทั้งแบบฐานเวลา และปฏิทินที่มีการแสดงผลตั้งแต่เวลาเป็นวินาที นาที ชั่วโมง วัน วันที่ เดือนและปี โดยมีการปรับเปลี่ยนวันที่เป็นวันสุดท้ายของแต่ละเดือนอย่างอัตโนมัติในแต่ละเดือน ซึ่งมีการแสดงที่สูงสุดไม่เกิน 31 วัน และมีการแก้ไขความถูกต้องเมื่อครบปีอย่างอัตโนมัติเช่นกัน ส่วนการทำงานในการแสดงเวลานั้นจะกำหนดได้ทั้งแบบ 24 ชั่วโมงหรือ 12 ชั่วโมง ในรูปแบบการแสดงผลเป็น PM และ AM นอกจากนั้นแล้วไอซี DS1307 ยังมีวงจรตรวจสอบความผิดปกติของแรงดันร่วมอยู่ภายใน หากมีความผิดพลาดของ

เอกสารนี้มีลิขสิทธิ์ ห้ามนำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

51035

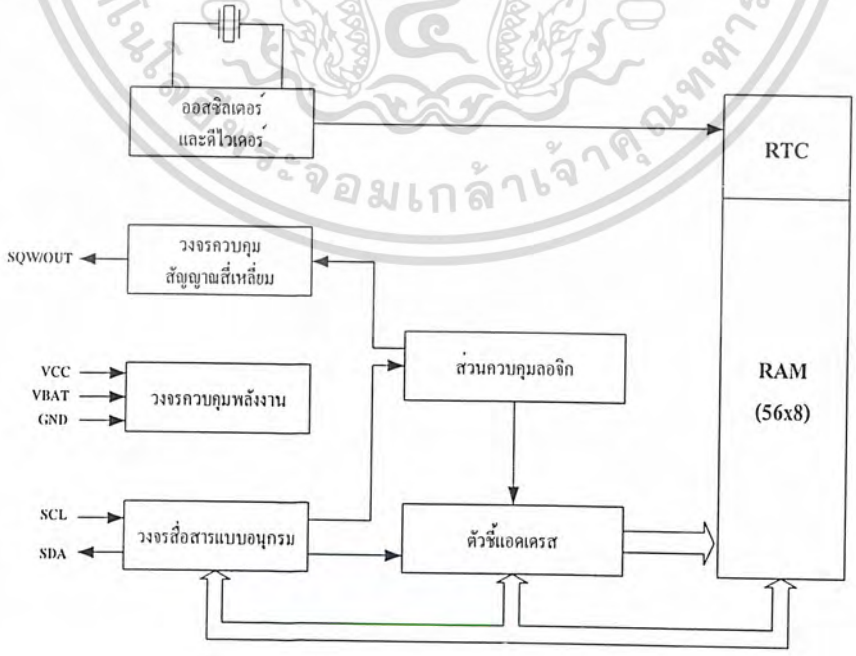
แหล่งจ่ายไฟหลักก็จะทำการเลือกสวิตช์ไปยังแหล่งจ่ายที่เป็นแบตเตอรี่สำรองแทนทันที เพื่อการสำรองข้อมูลไม่ให้เกิดความเสียหายหรือเกิดความผิดพลาดขึ้นภายในตัวไอซี DS1307



รูปที่ 2.14 ลักษณะตัวถังและการจัดขาของไอซี DS1307

2.5.1 การทำงานเบื้องต้น

ไอซี DS1307 จะทำงานเป็นอุปกรณ์เสริมเข้าไปในบัสอนุกรม การเข้าถึงข้อมูลภายหน่วยความจำของไอซีสามารถกระทำได้โดยการเซตให้อยู่ในสภาวะเริ่มต้น (Start) และตามด้วยรหัสประจำตัวของอุปกรณ์จากรีจิสเตอร์แอดเดรส การเข้าถึงลำดับของรีจิสเตอร์ย่อยก็สามารถกระทำและเข้าถึงได้อย่างเป็นลำดับจนกระทั่งเลือกการทำงานอยู่ในตำแหน่งหยุด (Stop)



รูปที่ 2.15 ผังการทำงานภายในของไอซี DS1307

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากรูปที่ 2.15 แสดงส่วนการทำงานต่างๆ ภายในตัวไอซีพิจารณาดูส่วนตัวตรวจจับแรงดันไฟเลี้ยงผิดพลาดเมื่อแรงดัน V_{cc} ต่ำลงเมื่อต่ำกว่า 1.25 x V_{bat} ไอซีจะหยุดการทำงานลงแต่การเข้าถึงต่างๆ ภายในยังคงดำเนินการต่อไป และจะเกิดการรีเซตการนับแอดเดรสของอุปกรณ์ไว้เป็นอันดับสุดท้าย สัญญาณต่างๆ ที่ป้อนเข้าสู่อินพุตของไอซีจะไม่มีการบันทึกใดๆ ไว้ทั้งสิ้น หรืออินพุตของไอซีจะไม่รับสัญญาณใดๆ ทั้งสิ้นในขณะนั้น เพื่อเป็นการป้องกันความผิดพลาดของข้อมูลจากการที่เริ่มเขียนเพื่อบันทึกไว้ภายในไอซีและนอกเหนือจากการยอมรับได้ของระบบในขณะที่แรงดัน V_{cc} ตกลงต่ำกว่าค่าแรงดัน V_{bat} ไอซีจะทำการสวิตช์เลือกจากไปสู่โหมดแบตเตอรี่สำรองที่จะกินกำลังต่ำกว่ามากทันที ในทำนองเดียวกันไอซีก็จะทำการสวิตช์เลือกกลับจากแบตเตอรี่สำรองไปสู่แหล่งจ่ายหลัก V_{cc} อีกครั้งก็ต่อเมื่อแรงดันไฟเลี้ยง V_{cc} มีค่าสูงกว่า V_{bat} +0.2 โวลต์ จะเริ่มรับรู้สัญญาณข้อมูลต่างๆ ทางอินพุตได้เมื่อค่าแรงดัน V_{cc} มีค่าสูงกว่า 1.25 x V_{bat} ซึ่งการสวิตช์เลือกแหล่งแรงดันไฟเลี้ยงนี้จะเป็นไปโดยอัตโนมัติ จึงมั่นใจได้ว่าข้อมูลต่างๆ ที่ตัวไอซีจะไม่มีการผิดพลาดอย่างแน่นอน

2.6 คุณสมบัติของอุปกรณ์เชื่อมโยงทางแสง

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

อัตราส่วนของการส่งผ่านกระแสหรือ CTR เป็นอัตราส่วนระหว่างกระแสอินพุตต่อกระแสเอาต์พุตของอุปกรณ์เชื่อมโยงทางแสง ส่วนใหญ่จะแทนด้วยตัวอักษรกรีก คือ อีต้า (η) ซึ่งค่านี้ จะขึ้นอยู่กับประสิทธิภาพของไดโอดเปล่งแสงอินฟราเรดและช่องว่างระหว่างชิ้นส่วนทางอินพุตและเอาต์พุต โดยที่พื้นที่ ความไว และอัตราขยายของตัวตรวจรับที่มีบทบาทที่สำคัญเช่นกัน

2.6.1 คุณสมบัติทางอินพุตของอุปกรณ์เชื่อมโยงทางแสง

เป็นตัวกำหนดคุณสมบัติทางด้านไฟฟ้าของไดโอดเปล่งแสงในอุปกรณ์เชื่อมโยงทางแสง ซึ่ง เป็นคุณสมบัติเฉพาะด้านไฟฟ้ากระแสตรง โดยคุณสมบัติทางอินพุตของอุปกรณ์เชื่อมโยงทางแสงทุกชนิดจะเหมือนกัน ซึ่งมีข้อกำหนดคุณสมบัติดังนี้

1) IF (Forward Current) คือ กระแสสูงสุดของไดโอดเปล่งแสง เมื่อได้รับไบอัสตรง

2) VR (Reverse Voltage) คือ แรงดันตกคร่อมไดโอดเปล่งแสงสูงสุดที่ไดโอดเปล่งแสงทนได้เมื่อได้รับไบอัสกลับ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3) PD (Power Dissipation) คือ อัตราทนกำลังไฟฟ้าสูงสุดของไดโอดเปล่งแสง เมื่อมีแรงดันไฟฟ้าตกคร่อมและมีกระแสไหลผ่านตัวมันไม่ควรเกินเท่าไร

4) VF (Forward Voltage) คือ แรงดันตกคร่อมไดโอดเปล่งแสงเมื่อได้รับไบอัสตรง

คุณสมบัติต่างๆ ทางอินพุตที่กล่าวมาเป็นค่าสูงสุดที่ไดโอดเปล่งแสงยังคงทำงานได้โดยไม่เสียหาย ถ้าให้ค่าสูงกว่าที่กำหนดนี้จะก่อให้เกิดความเสียหายแก่ไดโอดเปล่งแสงทันที ดังนั้นในการใช้งานจะต้องไม่ให้ใช้งานเกินขีดจำกัดนี้ เพื่อหลีกเลี่ยงความเสียหายของอุปกรณ์

2.6.2 คุณสมบัติทางเอาต์พุตของอุปกรณ์เชื่อมโยงทางแสง

เนื่องจากตัวแปรเอาต์พุตทางด้านไฟฟ้ากระแสตรงและตัวแปรส่งถ่าย (Transfer Parameter) นั้นจะแตกต่างกัน โดยขึ้นอยู่กับชนิดของชิ้นส่วนที่เป็นตัวตรวจรับที่ใช้ในอุปกรณ์เชื่อมโยงทางแสง ในที่นี้จะแจกแจงรายละเอียดและกำหนดความหมายของมันต่างหาก ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับตัวตรวจรับนั้นๆ ดังนี้

คุณสมบัติทางเอาต์พุตของอุปกรณ์เชื่อมโยงทางแสง ชนิดทรานซิสเตอร์ ดาร์ลิงตันทรานซิสเตอร์ และเอซีอินพุตทรานซิสเตอร์เอาต์พุต

อุปกรณ์เชื่อมโยงทางแสงที่ใช้โฟโตทรานซิสเตอร์และโฟโตดาร์ลิงตันนั้น มีหลักการทำงานเหมือนกับรอยต่อระหว่างขาคอลเลคเตอร์กับขาเบสถูกทำให้กว้างขึ้น แสงที่ตกกระทบรอยต่อจะทำให้เกิดคู่ของอิเล็กตรอนและโฮลขึ้นมาเกิดการนำกระแสได้ตัวแปรสำหรับอุปกรณ์เชื่อมโยงทางแสงชนิดโฟโตดาร์ลิงตันและโฟโตทรานซิสเตอร์ ที่สำคัญมีดังนี้

I_C (Collector Current) คือ เป็นกระแสสูงสุดที่ไหลต่อเนื่องผ่านขาคอลเลคเตอร์

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

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

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

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

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

hfe คือ อัตราการขยายกระแสตรง

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

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

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

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

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

$V_{CE\ (sat)}$ เป็นแรงดันอิ่มตัวระหว่างขาคอลเลคเตอร์และขาอิมิตเตอร์

ตารางที่ 2.1 ตัวอย่างคุณสมบัติทางเอาต์พุตของโฟโตทรานซิสเตอร์เบอร์ 4N26

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

ตารางที่ 2.2 ตัวอย่างคุณสมบัติทางเอาต์พุตของโฟโตทรานซิสเตอร์ดาร์ลิงตันเบอร์ 4N33

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

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1) คุณสมบัติทางเอาต์พุตของอุปกรณ์เชื่อมโยงทางแสง ชนิดเอสซีอาร์ ไตรแอกไดเวอร์ และซีโร่ครอสซิ่ง

ตัวเชื่อมโยงทางแสงทั้ง 3 ชนิด ถูกออกแบบมาสำหรับใช้งานที่ต้องการแยกกันทางไฟฟ้าที่มีค่าสูงระหว่างวงจรด้านแรงดันต่ำ (ซึ่งใช้ไอซี) และทางด้านไฟฟ้ากระแสสลับแรงดันสูง ตัวแปรที่สำคัญสำหรับอุปกรณ์ประเภทนี้ คือ

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

V_{DM} (Peak Forward Voltage) คือ เป็นค่าแรงดันตกคร่อมที่เอสซีอาร์สูงสุดแบบไบอัสตรงก่อนที่จะทำให้เอสซีอาร์นำกระแสขึ้นมา

V_{RM} (Peak Reverse Voltage) คือ เป็นค่าแรงดันตกคร่อมที่เอสซีอาร์สูงสุดแบบไบอัสกลับก่อนที่จะทำให้เอสซีอาร์นำกระแสขึ้นลง

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

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

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

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

C_J (Junction Capacitance) คือ ค่าความจุที่รอยต่อ

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

I_G (PK) (Peak Gate Input Current) คือ กระแสจุดชนวนเกตสูงสุด ในการที่จะทำให้อุปกรณ์ เอสซีอาร์เข้าสู่ภาวะนำกระแสได้โดยที่ไม่เสียหาย

I_H (Holding Current) คือ ค่าของกระแสแอโนดต่ำสุดที่เอสซีอาร์ยังคงนำกระแสอยู่ ถ้าแอโนดต่ำกว่านี้เอสซีอาร์จะหยุดนำกระแสทันที

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

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 2.3 ตัวอย่างคุณสมบัติทางเอาต์พุตของโฟโตไตรแอกเบอร์ MOC3010

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

2) คุณสมบัติทางเอาต์พุตของอุปกรณ์เชื่อมโยงทางแสงชนิดลอจิก

อุปกรณ์เชื่อมโยงทางแสงชนิดนี้ใช้ทำงานร่วมกับอุปกรณ์ประเภทไอซี ทีทีแอลหรือวงจรลอจิกต่างๆ เมื่อมีแสงมากระตุ้นที่เอาต์พุตนั้นออกแบบมาเปลี่ยนสภาวะลอจิก 1 เป็น 0 สำหรับอุปกรณ์ชนิดนี้ มีตัวแปรที่สำคัญดังนี้ คือ

V_O (Output Voltage Range) คือ ย่านแรงดันเอาต์พุตที่สภาวะเป็น 1 ซึ่งจะเท่าแรงดันไฟฟ้าที่ป้อนให้กับลอจิกเกต

V_{CC} (Supply Voltage Range) คือ ย่านแรงดันที่สามารถป้อนเลี้ยงลอจิกเกต

I_O (Output Current) คือ กระแสที่ลอจิกเกตจ่ายให้สูงสุด

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

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

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

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

2.6.3 คุณสมบัติทั่วๆ ไปของอุปกรณ์เชื่อมโยงทางแสง

เป็นตัวแปรของอุปกรณ์เชื่อมโยงทางแสงทั่วๆ ไป ซึ่งมีคุณสมบัติเหมือนกันในอุปกรณ์เชื่อมโยงทางแสงทุกชนิด ได้แก่

P_D (Photo Detector Power Dissipation) คือ อัตราทนกำลังไฟฟ้าสูงสุดของตัวตรวจรับแสง เมื่อแรงดันไฟฟ้าตกคร่อมและมีกระแสไหลผ่านตัวมันไม่ควรเกินเท่าไร

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

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

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

t_{on} คือ ช่วงระยะเวลาที่พัลส์เริ่มต้นจาก 0 ไปจนถึงจุดสูงสุดของพัลส์

t_{off} คือ ช่วงระยะเวลาที่พัลส์เริ่มต้นจาก จุดสูงสุดของพัลส์ไปจนถึงจุด 0

V_{ISO} (Isolation Voltage) คือ ค่าแรงดันสูงสุดที่ยังไม่สามารถกระโดดข้ามระหว่างอินพุตไปยังเอาต์พุต

R_{ISO} (Isolation Resistance) คือ ค่าความต้านทานระหว่างอินพุตกับเอาต์พุต

C_{ISO} (Isolation Capacitance) คือ ค่าความจุระหว่างอินพุตและเอาต์พุต

2.7 ระบบโฟโตอิเล็กตริกในงานอุตสาหกรรม

ความก้าวหน้าทางเทคโนโลยีของสารกึ่งตัวนำช่วยให้ระบบโฟโตอิเล็กตริกทำงานได้เร็วขึ้น สะดวก และดีขึ้นกว่าเดิมมาก แหล่งกำเนิดแสงชนิดใหม่พวกโฟโตทรานซิสเตอร์ วงจรขยายดีๆ และสวิตช์สารกึ่งตัวนำเหล่านี้ช่วยให้การใช้งานระบบโฟโตอิเล็กตริกมีอายุการใช้งานยืนนานขึ้น ลดผลรบกวนจากแสงสว่างภายนอก และเหมาะสำหรับการใช้งานในโรงงานอุตสาหกรรม

ถึงแม้ว่าระบบโฟโตอิเล็กตริกสมัยใหม่จะมีข้อดีขึ้นหลายประการก็ตาม แต่ยังคงอาศัยหลักการเหมือนระบบเดิม คือ ใช้แสงจากแหล่งกำเนิดแสงมายังตัวรับแสง ซึ่งตัวรับแสงจะเปลี่ยนพลังงานแสงเป็นแรงดันไฟฟ้าส่งต่อไปยังวงจรขยาย เพื่อทำให้ค่าแรงดันสูงขึ้นไปส่งต่อให้กับอุปกรณ์ด้านเอาต์พุต ซึ่งอาจเป็นรีเลย์หรือสวิตช์ โดยรีเลย์หรือสวิตช์จะไปควบคุมอุปกรณ์ส่วนอื่นต่อไป เมื่อมีวัตถุใดๆ มากันทางเดินของแสงไม่ให้ผ่านหรือสะท้อนแสงหรือลดความเข้มของแสงที่ส่งไปยังตัวรับจะทำให้สภาพการทำงานของตัวรับแสงเปลี่ยนไป แล้วมีผลให้การควบคุมรีเลย์เปลี่ยนแปลงไปด้วย อุปกรณ์สมัยใหม่ในระบบโฟโตอิเล็กตริกมีให้เลือกใช้ได้หลายอย่าง เช่น ตัวรับแสงก็มีทั้งชนิดเป็นโฟโตเซล โฟโตไอโอดหรือโฟโตทรานซิสเตอร์ โฟโตเซลจะให้สัญญาณไฟฟ้า เมื่อมีแสงมากระทบถูกส่วนรับแสงของมัน โฟโตไดโอดจะยอมให้กระแสไหลผ่านมากขึ้น เมื่อมีแสงมาตกกระทบตัวมัน โฟโตทรานซิสเตอร์จะนำกระแสมากขึ้น เมื่อมีแสงมากระทบถูกตัวมัน ส่วนแหล่งกำเนิดแสงก็มีอยู่หลายชนิดขึ้นอยู่กับชนิดของวัตถุที่จะตรวจจับ ความเร็วในการตรวจจับ ลักษณะของพื้นผิวของวัตถุที่จะตรวจจับ และสภาพการใช้งานแตกต่างกันไป

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.7.1 ส่วนประกอบของระบบโฟโตอิเล็กตริก

ระบบโฟโตอิเล็กตริก ประกอบด้วยส่วนต่างๆ จำนวน 4 ส่วนหลักๆ คือ แหล่งกำเนิดแสง ตัวรับแสง วงจรขยาย และอุปกรณ์ทางเอาต์พุต ระบบโฟโตอิเล็กตริกจะดีได้ก็ขึ้นอยู่กับส่วนประกอบ 4 ส่วน คือ

1) แหล่งกำเนิดแสง

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

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

2) ตัวรับแสง

เป็นส่วนแปลงพลังงานแสงเป็นสัญญาณไฟฟ้า ตัวรับแสงมีอยู่หลายชนิด

2.1) โฟโตเซลแบบแคดเมียมซัลไฟต์ เป็นตัวรับแสงที่ง่ายที่สุด มันจะเปลี่ยนลักษณะสมบัติทางไฟฟ้าเมื่อได้รับแสง แต่มีผลตอบสนองช้ากว่าตัวรับแสงชนิดอื่นมาก โฟโตเซลชนิดนี้เหมาะกับงานที่ต้องการความไวสูง

2.2) โฟโตไดโอดให้การตอบสนองเร็วสูงกว่าโฟโตเซลมาก แต่ความไวต่อแสงน้อยกว่า

2.3) โฟโตทรานซิสเตอร์ เป็นตัวรับแสงที่ให้การตอบสนองเร็วมากพอที่จะตรวจจับสัญญาณพัลส์ของแสงที่เป็นช่วงสั้นมากๆ ได้ และมีความไวต่อแสงมากกว่าโฟโตไดโอดมาก

3) วงจรขยาย

ทำหน้าที่ขยายสัญญาณจากตัวรับแสงให้แรงขึ้นแล้วส่งไปยังภาคเอาต์พุต นอกจากนี้ในบางกรณีที่ต้องการหน่วงเวลาของสัญญาณไว้ช่วงหนึ่งก่อนที่จะส่งไปยังภาคเอาต์พุต ก็สามารถ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หน่วงให้ช้าลงได้ด้วยวงจรขยาย วิธีการหน่วงเวลาที่ใช้กันบ่อยๆ ก็มีดีเลย์ ดรอป (Delay-Drop) วันช็อต (One-Shot) และดีเลย์ วันช็อต (Delayed One-Shot)

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

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

3.3) ดีเลย์ วันช็อต มีการทำงานคล้ายกับวันช็อต เพียงแต่จะมีช่วงหน่วงเวลาหนึ่งหลังจากมีวัตถุวิ่งตัดแสงเอาต์พุตจึงจะทำงานได้ ตัวอย่างการใช้งานนี้ใช้กับงานที่ต้องการให้ช่วงเวลาที่ลำแสงถูกตัดอยู่นานกว่าช่วงเริ่มทำงานของเอาต์พุต เช่นบางระบบต้องการให้อุปกรณ์ที่เกิดหยุดทำงานกะทันหันจะเริ่มสตาร์ทมอเตอร์หรือควบคุมโซลินอยด์ใหม่ทันทีไม่ได้ ต้องหน่วงไว้ช่วงเวลาหนึ่งก่อนจึงจะสตาร์ททำงานใหม่ได้ก็ใช้วิธีดีเลย์ วันช็อต

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

4) ภาคเอาต์พุต

ทำหน้าที่เป็นสวิตช์เมื่อได้รับสัญญาณจากวงจรขยาย ส่วนนี้ถือว่าเป็นอุปกรณ์ต่างหากของระบบโฟโตอิเล็กตริกก็ได้ แต่ส่วนใหญ่จะพบว่ามักติดอยู่ใกล้ๆ กับวงจรขยายอุปกรณ์ใช้ภาคเอาต์พุตที่พบเห็นได้ทั่วไปมีรีเลย์ธรรมดา ไฮบริดจ์สวิตช์ และเอาต์พุตที่เป็นระดับสัญญาณทางตรรก (Logic Level Output)

4.1) รีเลย์ เป็นอุปกรณ์เอาต์พุตที่ใช้กันมากในปัจจุบันและสามารถทำงานด้วยค่ากระแสโหลดสูงๆได้ อย่างไรก็ตาม รีเลย์มีอายุการใช้งานสั้นและให้ผลตอบสนองช้าอยู่ใน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ช่วงเวลาประมาณจาก 0.01 ถึง 0.025 วินาที ดังนั้นการใช้งานกับวัตถุที่เคลื่อนที่เร็วมากหรือการนับด้วยอัตราเร็วมากจึงใช้รีเลย์ไม่ได้ การใช้งานที่เหมาะสมคือ การสตาร์ทมอเตอร์ การเบรค การควบคุมโซลินอยด์ และกระดิ่งไฟฟ้าเหล่านี้เป็นต้น

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

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

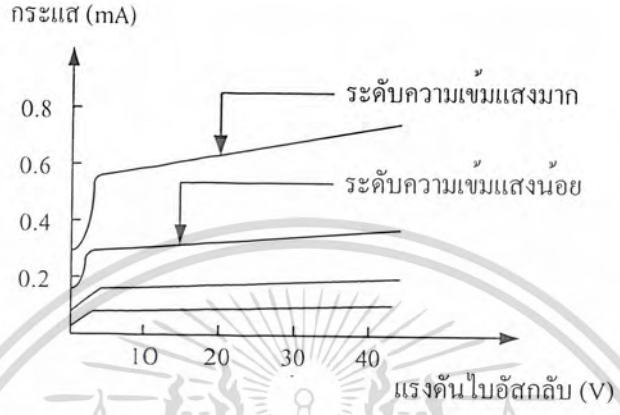
2.7.2 ชนิดตัวรับแสงของระบบโฟโตอิเล็กตริก

1) โฟโตไดโอด

เป็นไดโอดรอยต่อ PN ซึ่งรอยต่อ PN สามารถรับแสงได้สะดวก ปกติสร้างจากผลึกเยอรมันเนียมหรือซิลิกอน แต่เพื่อให้ได้กระแสรั่วสูงๆ จึงมักใช้ผลึกเยอรมันเนียม ในขณะที่ไดโอดได้รับไบอัสกลับและรอยต่อไม่ได้รับแสงกระแสที่ไหลผ่านรอยต่อ ก็คือ กระแสรั่วของรอยต่อ PN ซึ่งในที่นี้เรียกว่า “กระแสรั่วไหล (Dark Current : I_d)” ถ้าเป็นเยอรมันเนียมอาจมีค่าสูงถึง 10 มิลลิแอมป์ แต่สำหรับซิลิกอนจะมีค่าต่ำมากอาจเป็น 20 นาโนแอมป์ ในขณะนี้ถ้าหากรอยต่อ PN ได้รับแสงกระตุ้นจากภายนอกจะมีผลทำให้เกิดอิเล็กตรอนอิสระและโฮลเกิดขึ้น พาหะส่วนน้อยนี้จะได้รับอิทธิพลจากสนามไฟฟ้าที่รอยต่อสามารถทำให้เคลื่อนที่ผ่านรอยต่อได้ จึงเกิดเป็นกระแสไหลผ่านรอยต่อ ซึ่งเรียกว่า “กระแสโฟโต(Photo Current : I_p)” ดังนั้นขณะที่ไดโอดได้รับแรงดันย้อนกลับและถูกแสงจะมีกระแสไหลผ่านไดโอดประมาณ I_d+I_p ค่ากระแสโฟโตจะเพิ่มขึ้นหากรอยต่อได้รับแสงที่มีความเข้มมากขึ้น ในกรณีที่จะนำไปใช้งานที่ความถี่สูง ก็สามารถปรับปรุงโครงสร้างให้เป็น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

แบบ P-I-N ไดโอดได้ เพราะโครงสร้างของ P-I-N จะช่วยลดค่าประจุไฟฟ้าที่รอยต่อและในกรณีที่ต้องการให้ไดโอดมีความไวต่อแสงก็ควรมีเลนส์รวมแสงให้ตกกระทบที่รอยต่ออย่างเต็มที่



รูปที่ 2.16 คุณลักษณะทางเอาต์พุตโดยปกติของโฟโตไดโอด

เมื่อสารกึ่งตัวนำได้รับสารโฟตอนจะทำให้เกิดคู่อิเล็กตรอน-โฮล ซึ่งจะทำให้เกิดการเคลื่อนที่ของอิเล็กตรอนทำให้เกิดกระแสไหลขึ้นนั่น คือ เมื่อเกิดการแตกตัวของคู่อิเล็กตรอน-โฮล การแตกตัวจะเกิดบริเวณที่มีสนามแม่เหล็กไฟฟ้าหรือบริเวณที่แสงตกกระทบมากๆ ดังรูปที่ 2.17

รูปที่ 2.17 การกระจายของสนามแม่เหล็กไฟฟ้า

จะเห็นได้ว่า การกระจายของแสงหรือสนามไฟฟ้าในสารตัวนำไดโอดมีลักษณะไม่สม่ำเสมอในบริเวณรอยต่อ PN ที่บริเวณดิพลีชั่นโดยทั่วไปเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพการทำงานต่อ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

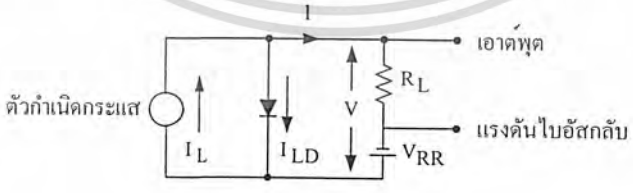
ตัวโฟโตไดโอดซึ่งควรจัดให้โฟตอนส่วนใหญ่ถูกดูดซับบริเวณรอยต่อหรือดีพลีชั่นให้มากที่สุดตรงความลึกที่โฟตอนจะผ่านไปได้ก่อนจะดูดซับพลังงานแสงที่บริเวณผิวหน้าไป

ส่วนความยาวคลื่นที่ยาวขึ้นจะสามารถผ่านผลึกได้ลึกกว่า ดังนั้นเพื่อให้โฟโตไดโอดสามารถตอบสนองต่อช่วงความยาวคลื่นที่กว้างอยู่ควรจะมีชั้น P ที่บาง เพื่อให้ความยาวคลื่นสั้นจะเจาะผ่านเข้ามาได้ และมีบริเวณดีพลีชั่นที่หนาแน่นมากๆ เพื่อให้ได้รับแสงของโฟตอนสูงสุดจากโฟตอนที่มีความยาวคลื่นยาวผ่านความหนาแน่นของบริเวณดีพลีชั่นขึ้นอยู่กับไบอัสกลับและค่าความต้านทานของบริเวณที่มีการแยกตัวของอิเล็กตรอน-โฮล

โดยปกติไม่มีการไบอัสกลับก็สามารถเกิดพื้นที่ดีพลีชั่นได้ ซึ่งสนามที่เกิดจากการแพร่พาหะรอยต่อระหว่าง PN การไบอัสกลับจะช่วยเพิ่มสนามและขยายบริเวณดีพลีชั่นให้มากขึ้นไปอีก

2) แบบจำลองของวงจรโฟโตไดโอด

แบบจำลองของโฟโตไดโอดแสดงได้ดังรูปที่ 2.18 ค่ากระแส I_L จะขึ้นอยู่กับบริเวณแสงที่ตัวไดโอดได้รับ ในกรณีไม่มีการให้ไบอัสโฟโตไดโอด กระแส I_L จะทำให้ขั้วแอโนดเป็นบวกเมื่อเทียบกับแคโถด กระแส I_L ส่วนหนึ่งจะไหลกลับผ่านตัวไดโอด การทำงานโดยไม่ให้การไบอัสเรียกว่า "โหมดโฟโตโวตาอิก (Photo Votaic Mode)" การทำงานในโหมดโฟโตโวตาอิกสามารถทำงานได้ทั้งแบบเชิงเส้นและแบบลอกาลิธึมขึ้นอยู่กับค่าโหลดตัวต้านทานการทำงานของโหมดลอกาลิธึมจะเกิดขึ้นเมื่อโหลดมีค่าสูงมากๆ ส่วนการทำงานแบบเชิงเส้นจะเกิดขึ้นเมื่อโหลดมีความต้านทาน เมื่อเทียบกับความต้านทานไดนามิกของโฟโตไดโอด ค่าศักดาสูงสุดในการทำงานแบบไม่ให้ไบอัส คือ V_L ประมาณ 100 มิลลิโวลต์ ขึ้นอยู่กับความละเอียดที่ต้องการ ถ้าค่า R_L สูงกว่าจะทำให้มีความไวมากกว่าแต่ช่วงการตอบสนองเชิงเส้นจะลดลง ค่า R_L สูงสุดจะอยู่ในช่วง 5 เมกะโอห์ม ถึง 550 เมกะโอห์ม



รูปที่ 2.18 วงจรจำลองของโฟโตไดโอดและหารขยายบริเวณดีพลีชั่นให้มากขึ้น

การทำงานแบบให้ไบอัสกลับ เรียกว่า โฟโตเคอเรนท์โหมด (Photocurrent Mode) ซึ่งมีข้อดีกว่าโฟโตโวตาอิก คือ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.1) มีความเร็วสูง

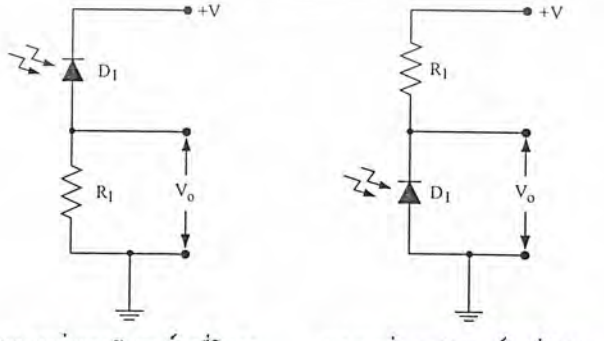
2.2) เสถียรภาพดี

2.3) ช่วงไดนามิกส์สูงกว่า

2.4) สัมประสิทธิ์ทางอุณหภูมิสูงกว่า

จากลักษณะของโฟโตไดโอดเป็นสารกึ่งตัวนำที่มีคุณสมบัติไวต่อแสง โปตอนจากแสงจะทำให้เกิดอิเล็กตรอนอิสระขึ้น เป็นผลทำให้เกิดการไหลของกระแสไฟฟ้า ดังนั้น โฟโตไดโอดเป็นตัวตรวจจับแสงชนิดหนึ่ง ซึ่งถูกออกแบบขึ้นมาจากการเกิดปรากฏการณ์อย่างหนึ่งของสารกึ่งตัวนำที่กล่าวมาแล้วจะเห็นว่าเมื่อใดที่รอยต่อ PN ได้รับการไบอัสกลับ จะเกิดกระแสรั่วไหลย้อนกลับและอิมพีแดนซ์ต่อ PN นี้มีความไวต่อแสงมากเป็นพิเศษ คือ จะมีอิมพีแดนซ์สูงเมื่ออยู่ในที่มืดและมีอิมพีแดนซ์ต่ำเมื่ออยู่ในที่สว่าง ไดโอดทั่วไปนั้นจะถูกหุ้มรอยต่อนี้ไว้ด้วยวัตถุทึบแสงเพื่อป้องกันไม่ให้เกิดปรากฏการณ์นี้ขึ้น แต่โฟโตไดโอดซึ่งถูกผลิตขึ้นมาเพื่อปรากฏการณ์นี้โดยเฉพาะ ดังนั้นรอยต่อจึงจะต้องหุ้มด้วยวัสดุที่แสงสามารถผ่านได้ดีที่สุด ไดโอดชนิดนี้มีสองแบบ คือ ชนิดที่ตอบสนองต่อแสงผ่านอินฟราเรด ในการนำไปใช้งานโฟโตไดโอดจะถูกต่อในลักษณะได้รับการไบอัสกลับสำหรับแรงดันเอาต์พุต เป็นแรงดันที่ตกคร่อมตัวต้านทานโหลดที่ต่ออนุกรมกับโฟโตไดโอดและกราวด์ ดังรูปที่ 2.19 โฟโตไดโอดจะถูกนำมาประยุกต์ใช้งานที่เกี่ยวกับสัญญาณไฟสลับที่มีการเปลี่ยนแปลงเร็ว สำหรับการประยุกต์ใช้งานโฟโตไดโอดที่ตอบสนองต่อแสงอินฟราเรด เช่น การใช้ในวงจรควบคุมระยะไกล วงจรสัญญาณเตือนต่างๆ ที่ใช้แสงอินฟราเรดในการควบคุม

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



(ก) การต่อแรงดันเอาต์พุตที่โหลด (ข) การต่อแรงดันเอาต์พุตที่ไดโอด

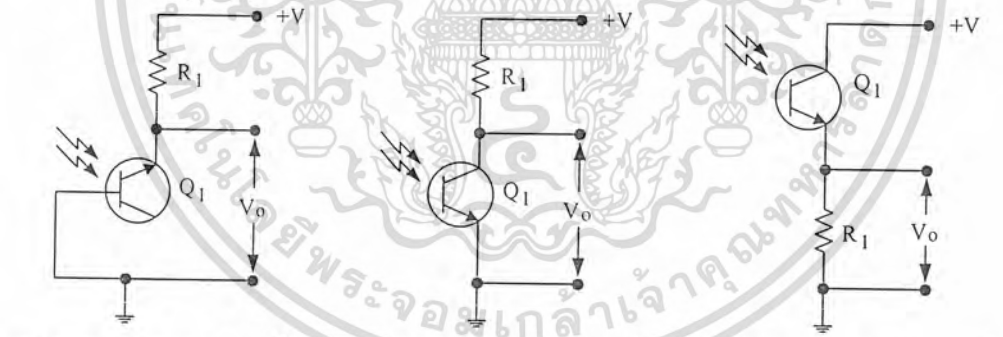
รูปที่ 2.19 การต่อโฟโตไดโอดในการนำไปใช้งาน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3) โฟโตทรานซิสเตอร์

เป็นไบโพลาร์ทรานซิสเตอร์ชนิดหนึ่ง ประกอบด้วยชั้นของสารกึ่งตัวนำ 3 ชั้นเหมือนทรานซิสเตอร์ทั่วไป แต่ขาเบสจะสามารถรับแสงได้ง่าย โฟโตทรานซิสเตอร์มีทั้งชนิด NPN และ PNP ปกตินิยมนำไปประกอบวงจรแบบอิมิเตอร์ร่วมโดยที่ขั้วของเบสอาจจะถูกทิ้งไว้หรือต่อกับอิมิตเตอร์โดยผ่านความต้านทานก็ได้ หลักการทำงานเบื้องต้นจะเหมือนกับทรานซิสเตอร์ทั่วไปแต่โฟโตทรานซิสเตอร์จะไม่มีขาเบส ซึ่งกระแสเบสจะได้จากการเปลี่ยนแปลงที่ตกกระทบบริเวณรอยต่อสาร PN ตามที่กล่าวมาแล้ว

การใช้งานโฟโตทรานซิสเตอร์มีอยู่ด้วยกันดังนี้ การต่อใช้งานพื้นฐานแสดงในรูปที่ 2.20 โดยรูปที่ 2.20 (ก) ขาเบสของทรานซิสเตอร์ถูกต่อลงกราวด์ ดังนั้นทรานซิสเตอร์จะทำงานเหมือนกับการทำงานเหมือนกับโฟไดโอดทุกประการ ส่วนรูปที่ 2.20 (ข) และ 2.20 (ค) ขาเบสของทรานซิสเตอร์จะถูกปล่อยลอยไว้และเมื่อใดที่ทรานซิสเตอร์ได้รับแสงก็จะมีกระแสไหลผ่านรอยต่อเบส-คอลเลคเตอร์ของทรานซิสเตอร์ ซึ่งจะทำให้กระแสที่ผ่านจากคอลเลคเตอร์มายังอิมิตเตอร์ของทรานซิสเตอร์มีปริมาณเพิ่มขึ้นอย่างมาก กระแสนี้จะทำให้ได้แรงดันเอาต์พุตที่ตกคร่อมตัวต้านทานที่ต่ออนุกรมอยู่มีค่าเพิ่มขึ้น



(ก) ขาเบสของทรานซิสเตอร์ถูกต่อลงกราวด์

(ข) ขาเบสของทรานซิสเตอร์จะถูกปล่อยลอยไว้

(ค) ขาเบสของทรานซิสเตอร์จะถูกปล่อยลอยเช่นกัน

รูปที่ 2.20 การใช้งานของโฟโตทรานซิสเตอร์ในลักษณะต่างๆ

เมื่อเปรียบเทียบโฟโตไดโอดกับโฟโตทรานซิสเตอร์มีความไวต่อแสงมากกว่าประมาณ 100 เท่า แต่ในด้านความถี่ใช้งานสูงสุดสำหรับโฟโตทรานซิสเตอร์จะใช้งานที่ความถี่ต่ำกว่าโฟโตไดโอดหลายเท่า ในการใช้งานอาจจะต่อตัวต้านทานปรับค่าได้ระหว่างขาเบสและขาอิมิตเตอร์ของโฟโตทรานซิสเตอร์ เพื่อให้สามารถเลือกได้ว่าต้องการใช้งานที่มีความไวต่อแสงมากๆ หรือต้องการใช้ความถี่สูงๆ โดยเมื่อค่าความต้านทานปรับค่าได้ลัดวงจรก็จะทำหน้าที่เป็นโฟโตไดโอด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

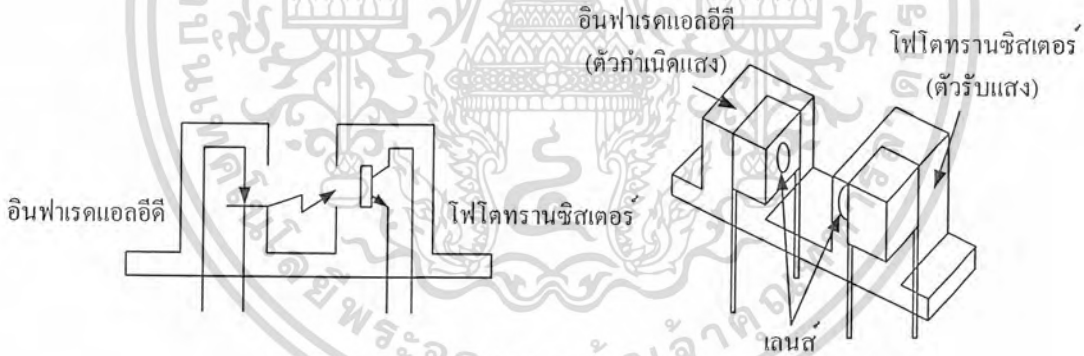
4) โฟโตเซนเซอร์

โฟโตเซนเซอร์หรือบางครั้งเรียกว่า โฟโตอินเตอร์รัพเตอร์ เป็นอุปกรณ์ที่มีทั้งตัวกำเนิดแสงและตัวรับแสงเหมือนกัน ต่างกับโฟโตคัปเปอร์ตรงที่ตัวกำเนิดแสงจะจ่ายแสงออกมาภายนอกและแสงนั้นจะรับด้วยตัวรับแสงที่บรรจุอยู่ในอุปกรณ์ตัวเดียวกัน โฟโตเซนเซอร์มี 2 แบบ คือ แบบส่องแสงโดยตรงและแบบสะท้อนแสง

4.1) โฟโตเซนเซอร์แบบส่องแสงโดยตรง

โฟโตเซนเซอร์แบบส่องแสงโดยตรงตัวกำเนิดแสงและตัวรับแสงจะวางห่างกัน 1 มิลลิเมตร ถึง 10 มิลลิเมตรหันหน้าเข้าหากัน แสงจะวิ่งจากตัวกำเนิดแสงผ่านช่องว่างนี้ไปยังตัวรับแสง ถ้ามีสิ่งกีดขวางมากั้นการเดินของแสง ตัวรับแสงจะรับแสงและส่งสัญญาณออกมาต่างจากปกติ

ตัวกำเนิดแสงจะใช้อินฟราเรดแอลอีดี ส่วนตัวรับแสงจะใช้โฟโตทรานซิสเตอร์หรือดาร์ลิงตันโฟโตทรานซิสเตอร์ ดังรูปที่ 2.21 ในกรณีที่ใช้ในบริเวณที่มีแสงโดยรวมมากจะติดฟิลเตอร์กรองแสงธรรมชาติที่บริเวณตัวรับแสงด้วย

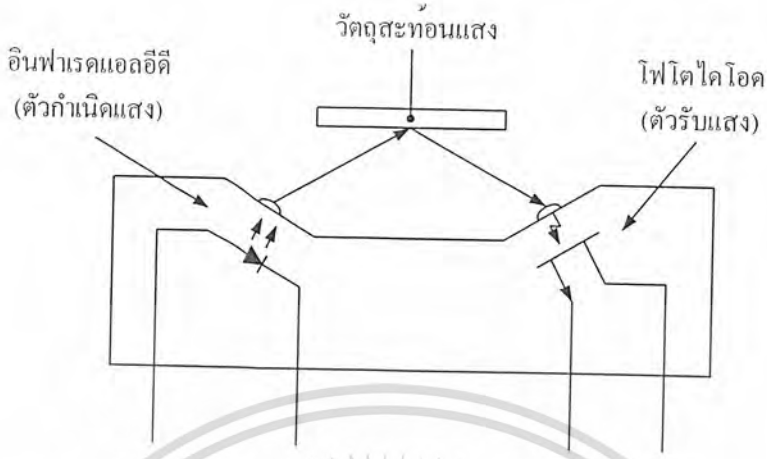


รูปที่ 2.21 โครงสร้างโฟโตเซนเซอร์แบบส่องแสงโดยตรง

4.2) โฟโตเซนเซอร์แบบสะท้อน

บางครั้งเรียกว่า "โฟโตอินเตอร์รัพเตอร์แบบสะท้อน" มีทั้งตัวกำเนิดแสงเหมือนกับแบบแรก เพียงแต่ทั้ง 2 ตัวไม่หันหน้าเข้าหากัน แต่เรียงอยู่ด้านเดียวกัน แสงจากตัวกำเนิดแสงจะส่องออกไปด้านนอกและจะไม่เข้าตัวรับเลย แต่ถ้ามีวัตถุเคลื่อนที่เข้ารับแสงที่ส่องออกมาจะสะท้อนกับวัตถุและสะท้อนกลับไปที่ตัวรับแสง จะทำให้ได้สัญญาณออกมา ดังแสดงในรูปที่ 2.22

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.22 โครงสร้างโฟโตเซนเซอร์แบบสะท้อน

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

2.7.3 วิธีการตรวจจับของระบบโฟโตอิเล็กตริก

วิธีการตรวจจับมีง่ายๆ อยู่ 5 แบบ เป็นชนิดของการส่งแสงจากแหล่งกำเนิดแสงไปยังตัวรับแสง วิธีการเหล่านี้ขึ้นอยู่กับวัสดุของวัตถุ ขนาด และระยะห่างระหว่างวัตถุกับแหล่งกำเนิดแสง

1) วิธีส่องสว่างโดยตรง (Through-Beam Method)

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

2) วิธีแพร่สะท้อนแสง (Diffuse Reflection)

ใช้แสงส่องไปยังพื้นผิวที่เรียบหรือไม่เป็นมัน ซึ่งแสงจะสะท้อนไปยังตัวรับแสง แสงที่สะท้อนจะลดความเข้มลงแต่ยังคงแรงพอที่จะส่งไปให้ตัวรับแสงได้ แม้ว่าแหล่งกำเนิดแสงและตัวรับแสงจะอยู่กล่องเดียวกันก็ตาม แต่ทิศทางการส่งแสงและสะท้อนรับแสงจะไม่เกี่ยวกัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ระยะทางที่ไกลที่สุดที่จะใช้ได้ผลตามปกติไม่เกิน 4 หรือ 5 ฟุต และเป้าวัตถุที่จะตรวจจับจะต้องมีเส้นผ่าศูนย์กลางไม่ต่ำกว่า 4 ถึง 6 นิ้ว วิธีการนี้ใช้งานได้ดีที่สุดสำหรับวัตถุเรียบและมีสีอ่อน

3) วิธีสะท้อนผิวมัน (Specular Reflection)

เป็นวิธีการส่งแสงไปยังพื้นผิวที่จะทำให้แสงจะสะท้อนเป็นมุมกลับเข้าตัวรับแสง เนื่องจากมุมที่จะจัดต้องพอดีตรงกับตัวรับแสง ดังนั้นตำแหน่งของเป้าวัตถุที่จะตรวจจับต้องเที่ยงตรงมาก จึงใช้ได้ในระยะใกล้ คือ ไม่เกิน 6 นิ้ว ขนาดของเป้าวัตถุไม่จำกัด แต่บางครั้งเนื่องจากตำแหน่งของพื้นผิวที่จะสะท้อนแสงให้ตรงกับตัวรับแสงมีผลให้ต้องจำกัดขนาดของเป้าวัตถุอยู่บ้าง ซึ่งขึ้นอยู่กับการใช้งาน

4) วิธีสะท้อนย้อนกลับ (Retroreflectoin)

เป็นวิธีการส่งแสงไปยังตัวสะท้อนแสงพิเศษ (พื้นที่ใช้ปกติมักเป็นพลาสติก ของเหลว และสีที่ทาก็ใช้แทนได้ พื้นผิวที่สะท้อนจะประกอบด้วยส่วนเล็กๆ ภายในเป็นมุมต่างๆ ซึ่งจะช่วยสะท้อนแสงกลับไปยังที่เดิมได้) แหล่งกำเนิดแสงและตัวรับแสงจะอยู่ใกล้กันมาก ใช้งานได้ไกลสูงสุดประมาณ 30 ฟุต หรือมากกว่า เป้าวัตถุที่ตรวจได้มีขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 0.75 นิ้ว เป็นอย่างน้อยแผ่นพื้นผิวที่เป็นตัวสะท้อนจะติดอยู่ทางด้านหนึ่งบนเป้าวัตถุที่จะตรวจจับซึ่งมีแสงส่งไปถูกได้ หรือให้เป้าวัตถุอยู่กลางระหว่างแหล่งกำเนิดแสงกับตัวสะท้อนก็ได้ การตรวจจับวัตถุผ่าต้องให้วัตถุอยู่กลางแหล่งกำเนิดแสงกับตัวสะท้อนจึงจะตรวจจับได้ แต่ควรใช้ระบบที่ปรับความไวได้ด้วย เพราะความเข้มของแสงจะลดลงเมื่อวัตถุผ่ามากั้นไว้ (แสงผ่านวัตถุผ่า 2 ครั้งจึงลดลงมาก)

5) วิธีลำแสงตัดกัน

ใช้กับวัตถุขนาดเล็ก การควบคุมที่เที่ยงตรง และการทำงานความไวสูง โดยไม่ต้องใช้เลนส์ช่วย

2.7.4 วิธีการพิจารณาเป้าวัตถุ

การเลือกใช้ระบบโฟโตอิเล็กตริกให้เหมาะสมกับการใช้งานต้องพิจารณาถึงเป้าวัตถุที่จะมากั้นลำแสงด้วย สิ่งที่ต้องคำนึงถึง คือ ขนาดของเป้าวัตถุ ความเร็วในการเคลื่อนที่ของเป้าวัตถุ ชนิดของเป้าวัตถุ ระยะห่างระหว่างเป้าวัตถุกับแหล่งกำเนิดแสง นอกจากนี้ยังต้องคำนึงถึงความสว่างของสภาพแวดล้อมช่วยในการตัดสินใจด้วย

1) ขนาดของเป้าวัตถุ

ดูจากขนาดพื้นที่หน้าตัดที่มาคั่นลำแสง โดยทั่วไปจะคิดพื้นที่ซึ่งตัดตั้งฉากกับลำแสง ขนาดของวัตถุนี้จะเป็นตัวกำหนดขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางของลำแสงที่จะใช้ด้วย บางครั้งการตรวจจับจะใช้วิธีการตรวจจับลักษณะบางอย่างบนพื้นผิวที่กั้นแสง เช่น ตรวจจับรูดโหว่ ช่องว่าง หรือส่วนที่นูนขึ้นมาของชิ้นส่วน เครื่องจักร ตัวอย่างเช่น การวัดปริมาณ จะใช้การตรวจจับพื้นผิวของเป้าวัตถุ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ทั้งชิ้นที่ผ่านมาตามสายพานมากั้นลำแสง แต่สำหรับการตรวจจับชิ้นส่วนเครื่องจักรที่ประกอบสำเร็จด้วยเครื่องอัตโนมัติว่าประกอบเรียบร้อยดีหรือไม่ ต้องใช้วิธีการตรวจดูรูเล็กในตำแหน่งที่กำหนดไว้แน่นอนว่าถูกต้องหรือไม่ ถ้าไม่ถูกต้องแสดงว่าชิ้นส่วนนั้นใช้ไม่ได้ โดยทั่วไปแล้วยิ่งเป้าวัตถุอยู่ใกล้แหล่งกำเนิดแสงมากก็จะลดขนาดวัตถุที่จะตรวจจับลงได้มาก สำหรับวิธีการส่องแสงไปยังตัวรับแสงโดยตรงและวิธีสะท้อนย้อนกลับนั้น การลดอัตราขยายของวงจรที่ใช้ให้น้อย (ตามธรรมดาจะมีปุ่มปรับอัตราขยายอยู่ในตัว) ก็สามารถลดขนาดของเป้าวัตถุที่จะตรวจจับลงได้ ส่วนวิธีแพร่สะท้อนลำแสงและวิธีสะท้อนผิวมันจะกลับกันกับวิธีข้างต้น

2) ความเร็วในการเคลื่อนที่ของเป้าวัตถุ

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

วงจรที่มีผลตอบสนองเร็วมากต้องมีความไวสูงมาก เพื่อให้สามารถทำงานได้ แม้ว่าลำแสงที่โฟโตทรานซิสเตอร์รับมาจะเปลี่ยนไปเพียงเล็กน้อย ในวงการอุตสาหกรรมส่วนใหญ่ไม่ต้องการผลตอบสนองที่เร็วเป็นพิเศษหรือไวสูงมาก ดังนั้นจึงปรับวงจรขยายให้คลาดไปได้บาง เพื่อเพิ่มเสถียรภาพให้ดีขึ้น

3) ชนิดของเป้าวัตถุ

ลักษณะของพื้นผิววัตถุว่าเรียบด้านหรือเป็นมัน และคุณสมบัติในการกั้นกรองลำแสงว่าทึบฝ้าหรือโปร่งแสง ตัวอย่างเช่น แผ่นแก้วเป็นวัตถุมันที่โปร่งแสง พลาสติกเป็นแผ่นมันและฝ้า เหล็กกล้าของเครื่องจักรเป็นมันและทึบ กระดาษมีลักษณะเรียบและฝ้า ผ้าเป็นวัตถุด้านและเป็นฝ้า ลักษณะต่างๆ ของเป้าวัตถุซึ่งเป็นปัจจัยในการเลือกระบบโฟโตอิเล็กตริก โดยทั่วไปแล้วระบบโฟโต อิเล็กตริกแบบหนึ่งก็เหมาะสมการตรวจจับเป้าวัตถุเฉพาะอย่างหนึ่ง ตัวอย่างเช่น ระบบส่องลำแสงโดยตรงใช้ในการตรวจจับแผ่นแก้วใสหน้า 1/8 นิ้วย่อมไม่ได้ผล การใช้วิธีสะท้อนผิวมันจะดีกว่า เป้าวัตถุที่เป็นฝ้าต้องการระบบโฟโตอิเล็กตริกแบบสะท้อนแสงจึงจะทำงานได้ดี แต่ถ้าแหล่งกำเนิดแสงไม่แรงนัก และสามารถลดอัตราขยายของวงจรขยายลงได้ก็สามารถใช้วิธีให้วัตถุฝ้ากั้นลำแสงในการใช้งานก็ได้ ซึ่งระบบส่องลำแสงตรงก็ยังพอใช้ได้ ถ้าต้องการใช้งานโดยให้วัตถุฝ้าตัดลำแสง วิธีที่ดีที่สุด คือ วิธีสะท้อนย้อนกลับ เพราะลำแสงที่ผ่านวัตถุฝ้าแล้วกลับมาเข้าตัวรับแสงจะถูกลดความเข้มลงไปอีก 2 ครั้ง จึงตรวจจับได้ง่าย สำหรับวัตถุที่ผิวเป็นมันต้องระวังในการ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ใช้ระบบสะท้อนย้อนกลับ เพราะว่าวัตถุจะสามารถจะสะท้อนแสงย้อนกลับมายังตัวรับแสงทำให้สัญญาณที่ได้รับผิดพลาดมาก ทางที่ดีควรใช้ระบบส่องลำแสงตรงสำหรับวัตถุที่ผิวเป็นมัน

4) ระยะห่างระหว่างเป้าวัตถุกับแหล่งกำเนิดแสง

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

เมื่อรู้ระยะห่างที่สุดในการทำงานสำหรับสภาพแวดล้อมที่สะอาดมากแล้ว การเลือกระยะห่างในการใช้งานจริงๆ ก็คิดเปรียบเป็นเปอร์เซ็นต์ของระยะห่างนั้น สำหรับโรงงานที่สะอาดควรเลือกระยะห่าง 75% ของค่าระยะห่างที่สุดที่ทดลองได้ในสภาพแวดล้อมที่สะอาดมาก ถ้าสภาพแวดล้อมที่สกปรกเล็กน้อยมีฝุ่นสีอ่อนๆ ก็ลดระยะเหลือ 50% และลดลงเหลือ 25% สำหรับสภาพแวดล้อมที่สกปรกมากขึ้นที่มีฝุ่นลำ หรือละอองของแก๊สกระจายในสภาพแวดล้อมนั้น และสภาพแวดล้อมที่สกปรกมากก็ลดลงเหลือ 10%

5) แสงสว่างของสภาพแวดล้อม

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

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

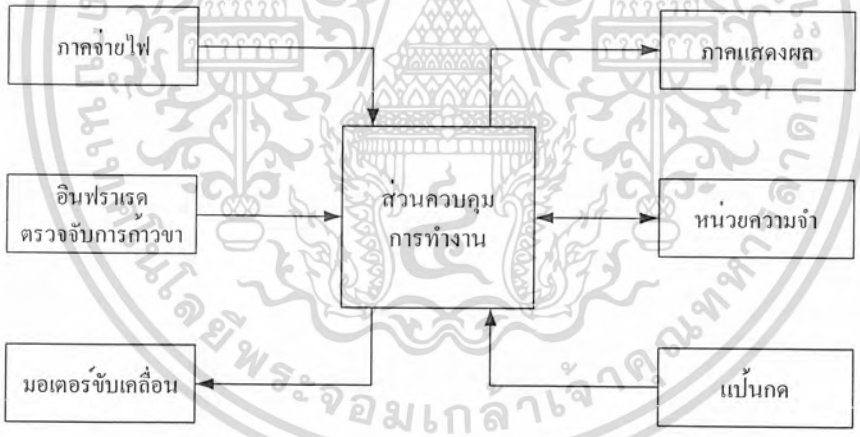
บทที่ 3
การออกแบบ การสร้าง และการทำงาน

3.1 กล่าวนำ

จากหลักการ และทฤษฎีต่างๆ ที่เกี่ยวข้องกับหลักการทำงานของอุปกรณ์ช่วยเดินอัตโนมัติ สามารถทำการออกแบบ และสร้างวงจรการทำงานของอุปกรณ์ช่วยเดินอัตโนมัติในแต่ละส่วน โดยมีขั้นตอนเริ่มตั้งแต่การออกแบบ ไปจนถึงการสร้าง และการทำงาน ดังต่อไปนี้

3.2 การออกแบบวงจร

การออกแบบวงจรอุปกรณ์ช่วยเดินอัตโนมัติตามขั้นตอนการทำงานในแต่ละภาคดังนี้



รูปที่ 3.1 แผนผังการทำงานของอุปกรณ์ช่วยเดินอัตโนมัติ

จากการออกแบบแผนผังการทำงานของอุปกรณ์ช่วยเดินอัตโนมัติ ในรูปที่ 3.1 สามารถแยกโครงสร้างการทำงานในแต่ละส่วนของอุปกรณ์ช่วยเดินอัตโนมัติได้ดังนี้

1) วงจรแหล่งจ่ายไฟ

2) วงจรขับมอเตอร์

3) วงจรตรวจจับแบบอินฟราเรด

4) วงจรควบคุมการทำงานด้วยไมโครคอนโทรลเลอร์

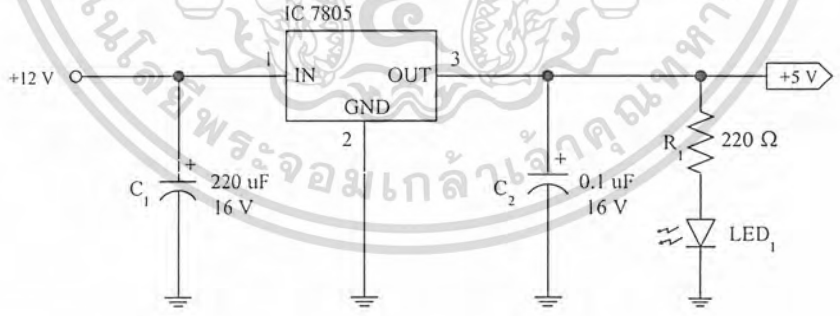
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ในการออกแบบวงจรของอุปกรณ์ช่วยเดินอัตโนมัติ สามารถกำหนดหลักการทำงานเป็นแผนผังการทำงานดังรูปที่ 3.1 การทำงานของอุปกรณ์ช่วยเดินอัตโนมัติจะเริ่มเมื่อผู้ใช้งานทำการเปิดสวิตช์เพื่อให้เครื่องทำงาน จากนั้นส่วนควบคุมการทำงานจะสั่งให้อินฟราเรดทั้งสองชุดคอยตรวจจับการก้าวขาของผู้รับการบำบัด เมื่อผู้รับการบำบัดทำการก้าวขาทั้งสองข้างจนครบข้อมูลจะถูกส่งไปยังไมโครคอนโทรลเลอร์เพื่อทำการประมวลผลและส่งไปควบคุมวงจรขับมอเตอร์ให้เคลื่อนที่ จากนั้นก็จะสั่งงานให้จอแสดงผลแสดงจำนวนการก้าวขาของผู้รับการบำบัดซึ่งในการบำบัดแต่ละครั้งจะถูกบันทึกไว้ในหน่วยความจำของไมโครคอนโทรลเลอร์และผู้รับการบำบัดสามารถเรียกดูย้อนหลังได้ 10 ครั้ง ในกรณีที่ต้องการให้อุปกรณ์ช่วยเดินอัตโนมัติเลี้ยวซ้ายหรือขวาผู้รับการบำบัดทำได้โดยการกดสวิตช์บริเวณมือจับของอุปกรณ์ก็จะสามารถเลี้ยวซ้ายหรือขวาได้ตามต้องการ

3.3 วงจรแหล่งจ่ายไฟ

3.3.1 การออกแบบและการสร้าง

วงจรแหล่งจ่ายไฟทำหน้าที่จ่ายแรงดันให้กับทุกส่วนของวงจร ประกอบไปด้วยแหล่งจ่ายแรงดันจำนวน 2 ชุด คือ แหล่งจ่ายแรงดันขนาด 12 โวลต์และแหล่งจ่ายแรงดันขนาด 5 โวลต์ ดังแสดงในรูปที่ 3.2



รูปที่ 3.2 วงจรแหล่งจ่ายไฟ

3.3.2 การทำงาน

วงจรแหล่งจ่ายไฟมีลักษณะการทำงานของวงจร คือ ทำหน้าที่แปลงไฟฟ้ากระแสสลับเป็นไฟฟ้ากระแสตรง หรือลดแรงดันไฟฟ้ากระแสตรงให้ได้แรงดันตามต้องการ ดังรูปที่ 3.2 เป็นการลดแรงดันไฟฟ้ากระแสตรงขนาด 12 โวลต์ ให้เป็นแรงดันไฟฟ้ากระแสตรงขนาด 5 โวลต์ โดยใช้ไอซี

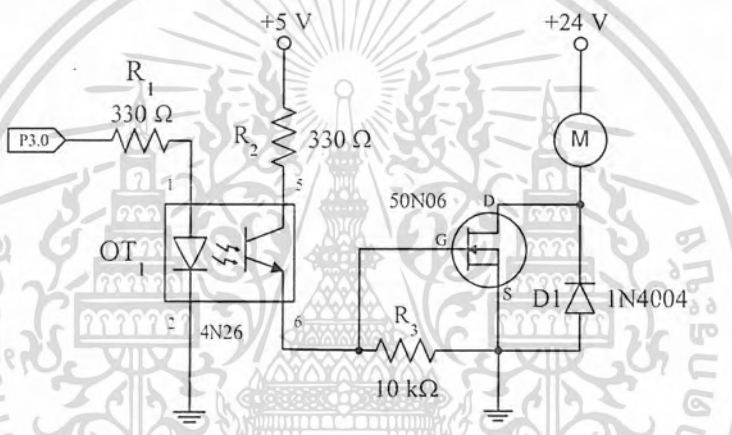
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เบอร์ 7805 เพื่อจ่ายแรงดันให้กับวงจร ส่วนแรงดันขนาด 12 โวลต์จากแบตเตอรี่สามารถนำมาใช้กับวงจรได้โดยตรง

3.4 วงจรขับมอเตอร์

3.4.1 การออกแบบและการสร้าง

การออกแบบวงจรขับมอเตอร์ เพื่อให้มอเตอร์สามารถหมุนได้ และมีกระแสเพียงพอสำหรับการขับให้มอเตอร์สามารถทำงาน ดังแสดงในรูปที่ 3.3



รูปที่ 3.3 วงจรขับมอเตอร์

3.4.2 การทำงาน

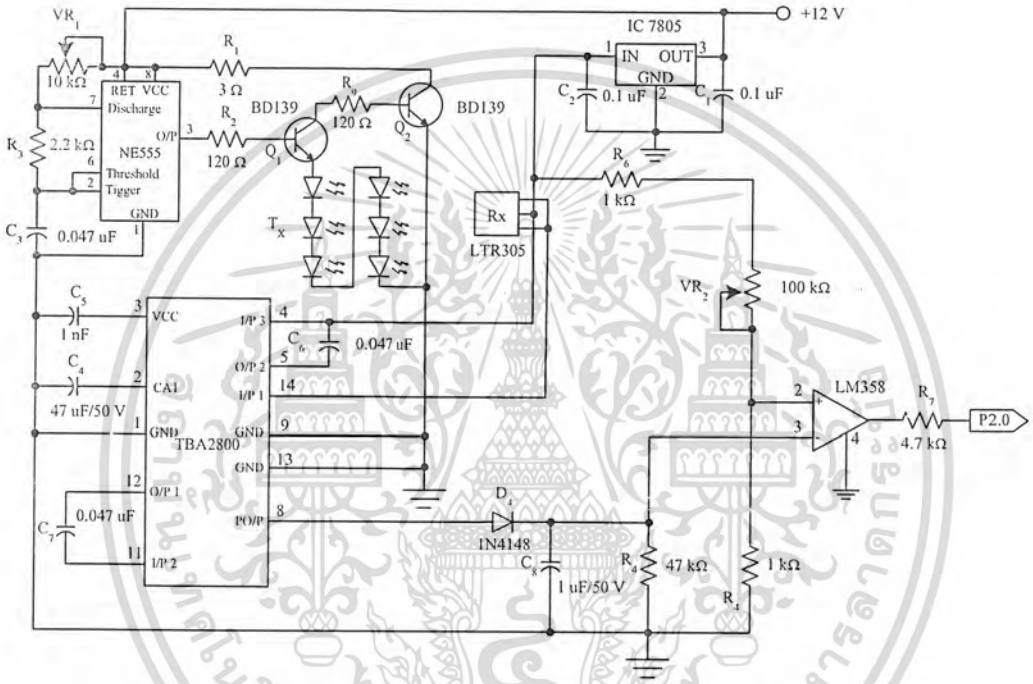
การทำงานของอุปกรณ์ช่วยเดินอัตโนมัติจะใช้มอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรงเป็นตัวหมุนล้อให้เคลื่อนที่ โดยการทำงานของมอเตอร์ต้องสัมพันธ์กับไมโครคอนโทรลเลอร์ หลักการทำงานของวงจรขับมอเตอร์ ซึ่งจะอาศัยคำสั่งของไมโครคอนโทรลเลอร์ โดยลอจิกที่สามารถทำให้ชุดขับมอเตอร์ทำงาน คือ ลอจิก 0 เมื่อมีคำสั่งส่งให้ไมโครคอนโทรลเลอร์มีลอจิกเป็น 0 ไดโอดเปล่งแสงภายในตัวออปโตไอโซเลเตอร์ เบอร์ 4N26 จะนำกระแสโดยมีค่าความต้านทาน 330 โอห์ม ทำหน้าที่จำกัดกระแสเมื่อทรานซิสเตอร์ที่อยู่ภายในออปโต้ไอโซเลเตอร์นำกระแส จะมีกระแสไหลไปยังตัวต้านทาน 10 กิโลโอห์ม ไปไบอัสให้กับมอสเฟต เบอร์ 50N06 ซึ่งสามารถขับกระแสได้สูงสุด 50 แอมป์ ทนแรงดันได้สูงสุด 600 โวลต์ เมื่อมอสเฟตนำกระแส ทำให้กระแสจากแหล่งจ่ายไฟไหลผ่านไปยังขดลวดของมอเตอร์ครบวงจร ส่วนไดโอด เบอร์ 1N4004 ทำหน้าที่ป้องกันกระแสไหลย้อนกลับในขณะที่มอเตอร์หยุดทำงาน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.5 วงจรตรวจจับด้วยอินฟราเรด

3.5.1 การออกแบบและการสร้าง

เป็นชุดที่ใช้ตรวจจับการก้าวขาของผู้ใช้งาน ซึ่งมีระยะในการตรวจจับเพียง 15 เซนติเมตร เพื่อให้วงจรที่ใช้ในการตรวจจับไม่สามารถส่งสัญญาณถึงกันได้ ดังแสดงในรูปที่ 3.4



รูปที่ 3.4 วงจรตรวจจับด้วยอินฟราเรด

3.5.2 การทำงาน

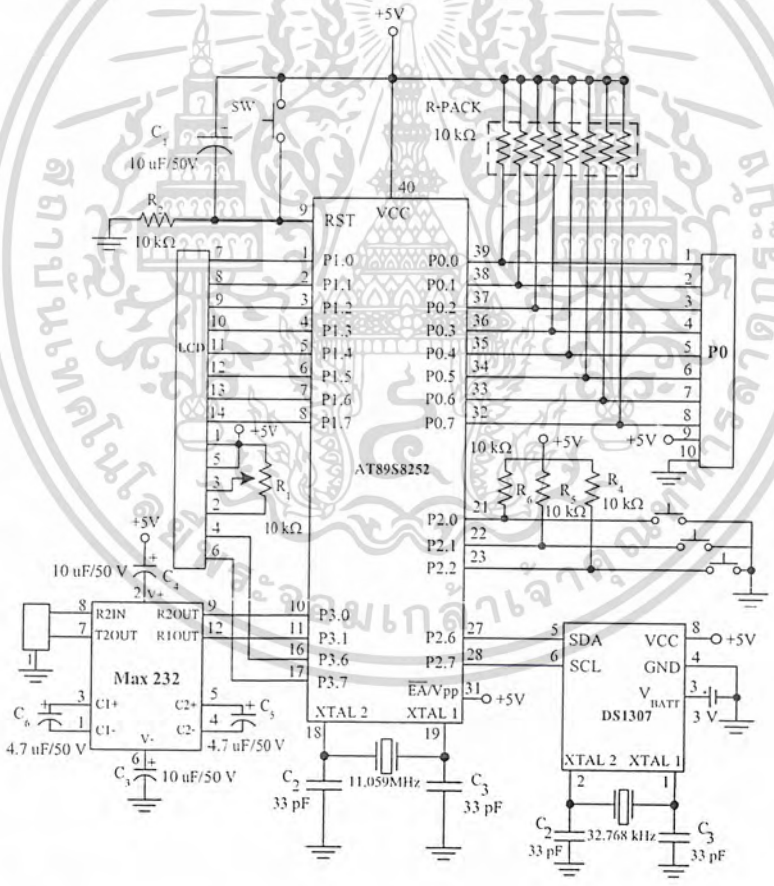
การทำงานของวงจรเริ่มจากภาคส่งอินฟราเรด ใช้ IC ตัวหลักเบอร์ NE555 ออกแบบเป็นวงจรอะสเตเบิลมัลติไวเบรเตอร์ ใช้เป็นวงจรสร้างสัญญาณสี่เหลี่ยมโดยมีตัวความต้านทานปรับค่าได้ 10 กิโลโอห์ม เป็นตัวปรับเปลี่ยนความถี่ เอาต์พุตที่ได้จะออกมาที่ขา 3 ของ IC และผ่านมาที่ขาเบสของทรานซิสเตอร์เบอร์ BD139 ส่งต่อมายังขาอิมิสเตอร์ของทรานซิสเตอร์ผ่านอินฟราเรดส่งออกไป เมื่อมีความถี่ส่งมาจากตัวส่งอินฟราเรด ผ่านเข้ามายังตัวรับอินฟราเรด ก็ยังไม่สามารถนำมาใช้งานได้โดยตรงเนื่องจากตัวรับอินฟราเรด มีความสามารถรับแสงได้หลายแบบ โดยเฉพาะแสงที่มาจากหลอดไฟฟ้า หรือแสงทั่วไป ซึ่งมีความไวมากจึงจำเป็นที่จะต้องมีวงจรกรองความถี่ที่ต้องการใช้งาน โดยในวงจรนี้ได้ใช้ IC เบอร์ TBA2800 เนื่องจากมีการใช้งานง่ายเพียงแค่ปรับเปลี่ยนค่า C ที่ต่อระหว่างขา 10,11 และขา 3,4 ของ IC ก็สามารถได้ความถี่ที่ต้องการใช้งาน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สัญญาณจะผ่านวงจรเรียงกระแสแบบครึ่งคลื่น สัญญาณที่ได้จะถูกเปลี่ยนโดย C ค่า 1μF จากสัญญาณพัลส์ที่ผ่านการดีมอดูเลตแล้วมาเป็นระดับแรงดันซึ่งระดับแรงดันจะมีค่ามากหรือน้อยก็จะขึ้นอยู่กับระยะของวัตถุที่สะท้อนตามระยะห่างจากอินฟราเรด แรงดันที่ได้จะส่งไปยัง IC ออปแอมป์เบอร์ LM358 เมื่อเปรียบเทียบแรงดันระหว่างขาอินพุตทั้ง 2 ของออปแอมป์ ตัวความต้านทานปรับค่าได้จะเป็นตัวกำหนดแรงดันอ้างอิง ที่เราต้องการ เมื่อค่าแรงดันขา 3 มากกว่าที่ขา 2 เอาต์พุตออกเป็นแรงดันไฟฟ้าประมาณ 4 โวลต์ เพื่อทำให้ทรานซิสเตอร์เบอร์ 2N3904 ทำงาน

3.6 วงจรควบคุมการทำงานด้วยไมโครคอนโทรลเลอร์ส่วนบน

3.6.1 การออกแบบและการสร้าง



รูปที่ 3.5 วงจรควบคุมการทำงานด้วยไมโครคอนโทรลเลอร์ส่วนบน

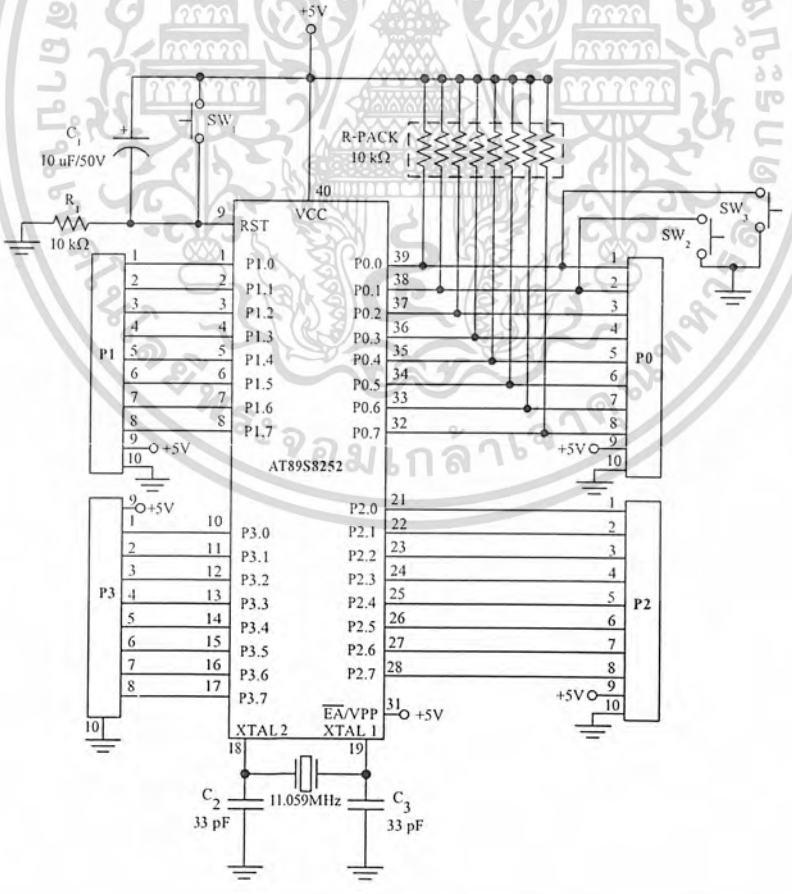
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.6.2 การทำงาน

จากรูปที่ 3.5 เป็นวงจรที่ใช้ในการควบคุมการทำงานของอุปกรณ์ช่วยเดินอัตโนมัติ โดยใช้ไมโครคอนโทรลเลอร์ เบอร์ AT89S8252 ในการควบคุมการทำงานของอุปกรณ์ช่วยเดินอัตโนมัติ เพื่อให้ไมโครคอนโทรลเลอร์ รับข้อมูลทางพอร์ต P0 และจัดเก็บข้อมูลของการใช้งานลงใน EEPROM ในส่วนของไมโครคอนโทรลเลอร์ เบอร์ AT89S8252 จะรับสัญญาณจากการกดสวิตช์เข้ามาที่พอร์ต P2 เพื่อทำการประมวลผลจากการกดสวิตช์ในส่วนที่อยู่บริเวณจอแสดงผลซึ่งเป็นส่วนที่ใช้เลือกโหมดการทำงาน นอกจากนี้วงจรยังสามารถเชื่อมต่อเข้ากับคอมพิวเตอร์ได้โดยผ่านพอร์ต RS-232 เพื่อเก็บข้อมูลการใช้งานของอุปกรณ์ช่วยเดินอัตโนมัติ

3.7 วงจรควบคุมการทำงานด้วยไมโครคอนโทรลเลอร์ส่วนล่าง

3.7.1 การออกแบบและการสร้าง



รูปที่ 3.6 วงจรควบคุมการทำงานด้วยไมโครคอนโทรลเลอร์ส่วนล่าง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

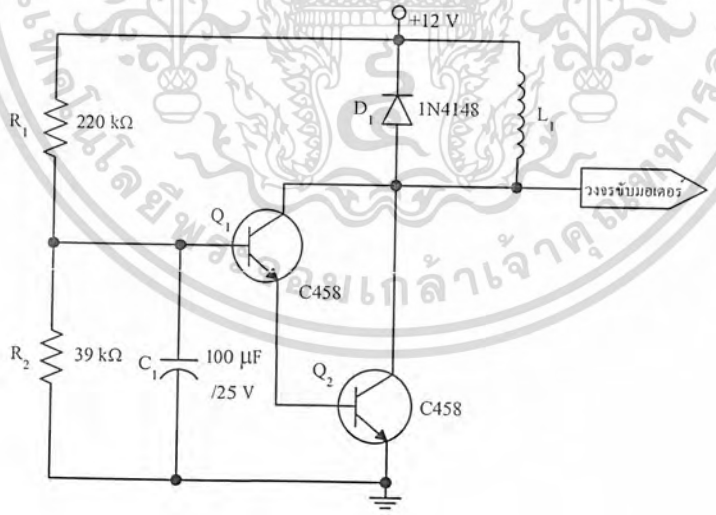
3.7.2 การทำงาน

จากรูปที่ 3.6 เป็นวงจรที่ใช้ในการควบคุมการทำงานของอุปกรณ์ช่วยเดินอัตโนมัติ โดยใช้ไมโครคอนโทรลเลอร์ เบอร์ AT89C51 ในการควบคุมการทำงานของอุปกรณ์ช่วยเดินอัตโนมัติ ซึ่งจะบรรจุโปรแกรมที่ทำงานในโหมดอัตโนมัติและกึ่งอัตโนมัติ ซึ่งจะรับสัญญาณการก้าวขาจากตัวตรวจจับอินฟราเรดเข้ามาที่พอร์ต P2 หรือจากสวิตช์ SW_2 และ SW_3 ที่พอร์ต P0 เพื่อทำการประมวลผล และผลที่ได้จากการประมวลผลจะส่งออกทางพอร์ต P3 เพื่อควบคุมการทำงานของมอเตอร์ให้สามารถเคลื่อนที่ไปข้างหน้า เลี้ยวซ้ายหรือขวาได้ ส่วนพอร์ต P1 ใช้สำหรับส่งข้อมูลไปยัง ไมโครคอนโทรลเลอร์ เบอร์ AT89S8252 เพื่อควบคุมจอแสดงผลตามลำดับ

3.8 วงจรหน่วงเวลา

3.8.1 การออกแบบและการสร้าง

วงจรหน่วงเวลาทำหน้าที่ป้องกันการกระชากของมอเตอร์ในขณะเริ่มต้นการทำงานของอุปกรณ์ช่วยเดินอัตโนมัติ โดยใช้รีเลย์ในการตัดต่อกระแสไฟฟ้าที่ไหลเข้าสู่วงจรขับมอเตอร์ และอาศัยคุณสมบัติของตัวเก็บประจุในการหน่วงเวลา ดังแสดงในรูปที่ 3.7



รูปที่ 3.7 วงจรหน่วงเวลา

3.8.2 การทำงาน

เมื่อป้อนแรงดันไฟฟ้าให้กับวงจรหน่วงเวลา จะมีกระแสไฟฟ้าไหลผ่านตัวความต้านทาน R_1, R_2 และตัวเก็บประจุ C_1 ซึ่งในขณะนี้ทรานซิสเตอร์ Q_1 และ Q_2 จะยังไม่ทำงาน ตัวความต้านทาน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

R_1 และ R_2 ถูกจัดวงจรแบบแบ่งแรงดันเพื่อไบอัสให้ทรานซิสเตอร์ Q_1 ส่วนตัวเก็บประจุ C_1 จะทำหน้าที่เป็นตัวหน่วงเวลาการทำงานของทรานซิสเตอร์ Q_1 โดยจะสะสมประจุจนมีแรงดันตกคร่อมเพิ่มขึ้นจนสามารถไบอัสให้ทรานซิสเตอร์ Q_1 ทำงานได้ เมื่อทรานซิสเตอร์ Q_1 ทำงานจะมีกระแสไหลผ่านไปไบอัสให้ทรานซิสเตอร์ Q_2 ทำงาน ซึ่งทำให้มีกระแสไหลผ่านขดลวดของรีเลย์ผ่านทรานซิสเตอร์ Q_2 ลงกราวด์ ทำให้รีเลย์ทำงานเชื่อมต่อกระแสไฟฟ้าเข้าสู่วงจรขับมอเตอร์ต่อไป

3.9 การออกแบบทางด้านเครื่องกล

ในการออกแบบทางด้านเครื่องกลของโครงงานอุปกรณ์ช่วยเดินอัตโนมัติมีความยุ่งยากพอสมควร เพราะในการออกแบบชุดขับเคลื่อนด้วยมอเตอร์ต้องทดสอบให้สามารถรับน้ำหนักได้ประมาณ 80 กิโลกรัม และต้องทำให้มอเตอร์เคลื่อนที่ในระยะที่ต้องการ โดยที่มอเตอร์จะต้องไม่ช้าหรือเร็วจนเกินไป จึงเลือกมอเตอร์กระแสตรงที่มีเกียร์ทดในตัว ซึ่งจะสามารถลดความเร็วในการขับเคลื่อนและเพิ่มกำลังขับเคลื่อนให้สูงขึ้น และเป็นคุณสมบัติเฉพาะของมอเตอร์ชนิดนี้

การออกแบบทางด้านเครื่องกลของอุปกรณ์ช่วยเดินอัตโนมัติสามารถแยกออกเป็นส่วนต่างๆ ดังต่อไปนี้

3.9.1 การออกแบบชุดโครงของอุปกรณ์ช่วยเดินอัตโนมัติ

รูปที่ 3.8 โครงร่างเดิมของอุปกรณ์ช่วยเดินอัตโนมัติ

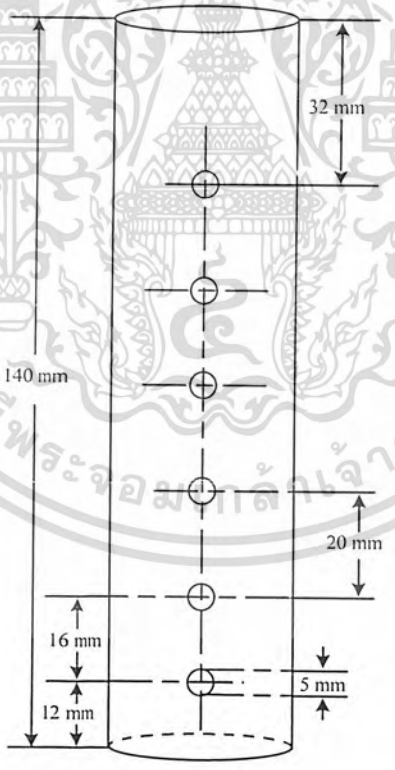
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ในการออกแบบส่วนของโครงนั้นเป็นการนำโครงที่ใช้อยู่ในปัจจุบันมาทำการพัฒนาให้เข้ากับโครงงานอุปกรณ์ช่วยเดินอัตโนมัติ

โดยการนำเอาชุดขับเคลื่อนด้วยมอเตอร์รวมทั้งชุดคอนโทรลเลอร์ทั้งหมดที่สร้างขึ้นไปทำการติดตั้งบนตัวโครง และยังต้องทำให้ตัวโครงสามารถปรับระดับได้ตามต้องการ ซึ่งจะต้องไม่ทำให้ตัวโครงสร้างแบบเดิมผิดเพี้ยนไป ดังรูปที่ 3.8 แสดงโครงร่างเดิมของอุปกรณ์ช่วยเดินอัตโนมัติ

3.9.2 การออกแบบชุดปรับระดับ

ชุดปรับระดับจะต้องสามารถปรับระดับได้ทั้งหมด 5 ระดับ ระดับละ 2 เซนติเมตร โดยที่ชุดปรับระดับจะถูกติดตั้งด้วยการสวมเข้ากับตัวอุปกรณ์ช่วยเดิน และทำการจับยึดด้วยนอตขนาด 10 มิลลิเมตร ที่ด้านนอกเพราะชุดปรับระดับจะต้องรับน้ำหนักของผู้ที่ทำการบำบัด โดยเลือกใช้ท่อเหล็กที่มีขนาดใหญ่กว่าตัวอุปกรณ์ช่วยเดินเล็กน้อย ซึ่งในการออกแบบชุดปรับระดับของโครงร่างที่มีอยู่เดิมเราสามารถออกแบบได้ดังรูปที่ 3.9



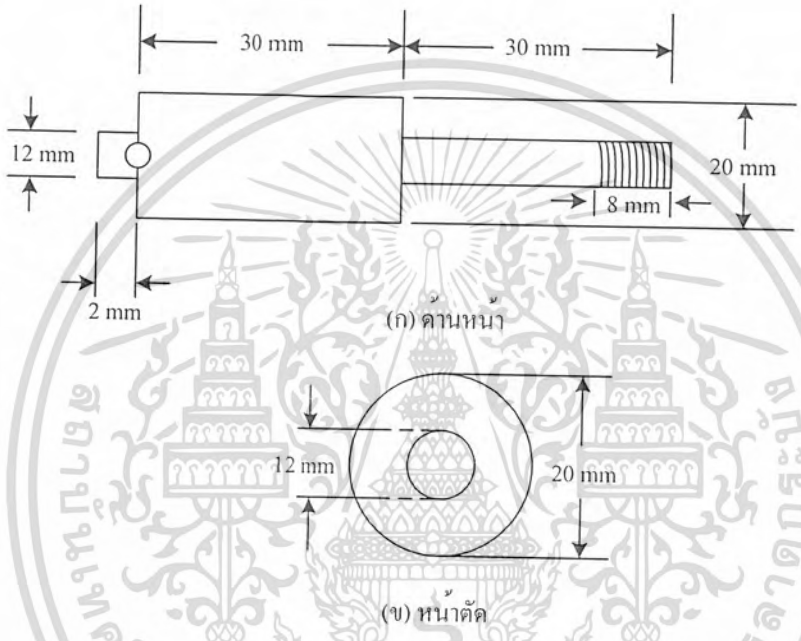
ชุดปรับระดับ

รูปที่ 3.9 ชุดปรับระดับ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.9.3 การออกแบบชุดเพลาล้อหน้า

ชุดเพลาล้อมีหน้าที่แบกรับน้ำหนักของอุปกรณ์ช่วยเดินอัตโนมัติและน้ำหนักของผู้รับการบำบัดด้วยพร้อมกันจึงถือว่าเป็นส่วนที่สำคัญมาก การออกแบบนั้นทำได้โดยการนำเอาแท่งเหล็กมาทำการกลึงให้ได้ขนาดตามต้องการ ที่ปลายด้านหนึ่งทำการสลักเกลียวสิ่งสำคัญ คือ เมื่อทำการติดตั้งเข้ากับมอเตอร์แล้วตัวล้อจะสามารถหมุนได้ก็ต่อเมื่อมอเตอร์ทำงานเท่านั้น ดังรูปที่ 3.10

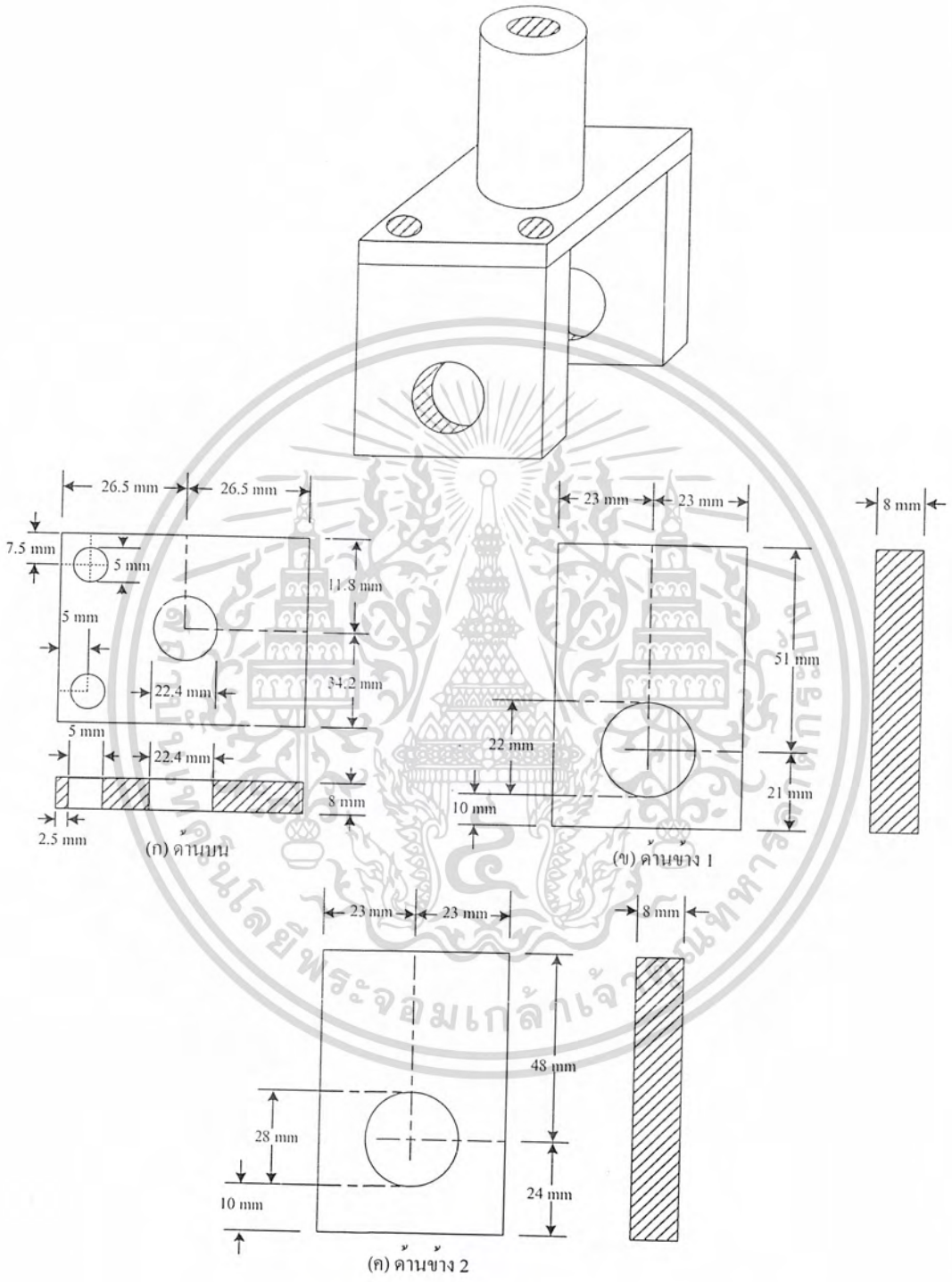


รูปที่ 3.10 ชุดเพลาล้อ

3.9.4 การออกแบบชุดยึดล้อหน้า

ในการออกแบบชุดล้อจะทำการออกแบบเป็นลักษณะตัวยู โดยที่ด้านหนึ่งใช้ในการติดตั้งตัวมอเตอร์และอีกด้านหนึ่งใช้ในการติดตั้งตลับลูกปืน ด้านบนทำการต่อแท่งเหล็กไว้สำหรับติดตั้งเข้ากับตัวโครง ชุดยึดล้อที่ทำการออกแบบสามารถถอดประกอบได้เพื่อให้ง่ายต่อการติดตั้งและซ่อมบำรุง ซึ่งจะทำด้วยกันทั้งหมด 2 ชุด ดังรูปที่ 3.11

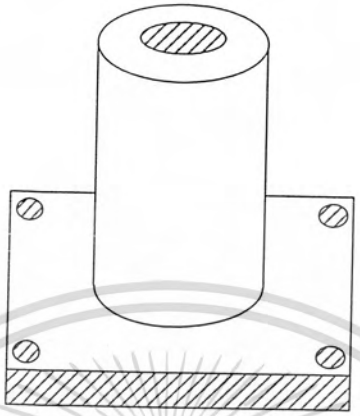
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



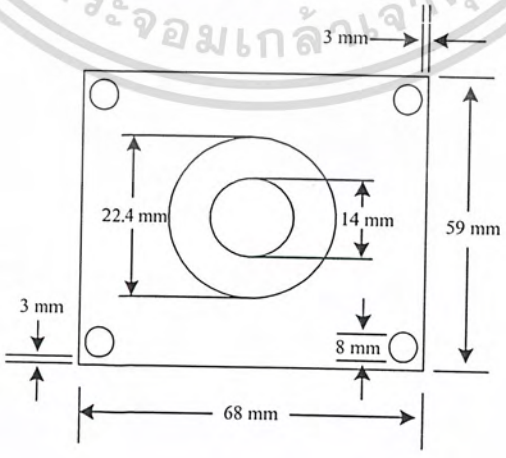
รูปที่ 3.11 ชุดยึดล้อหน้า

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.9.5 การออกแบบชุดยึดล้อหลัง



(ก) ด้านหน้า



(ข) ด้านบน

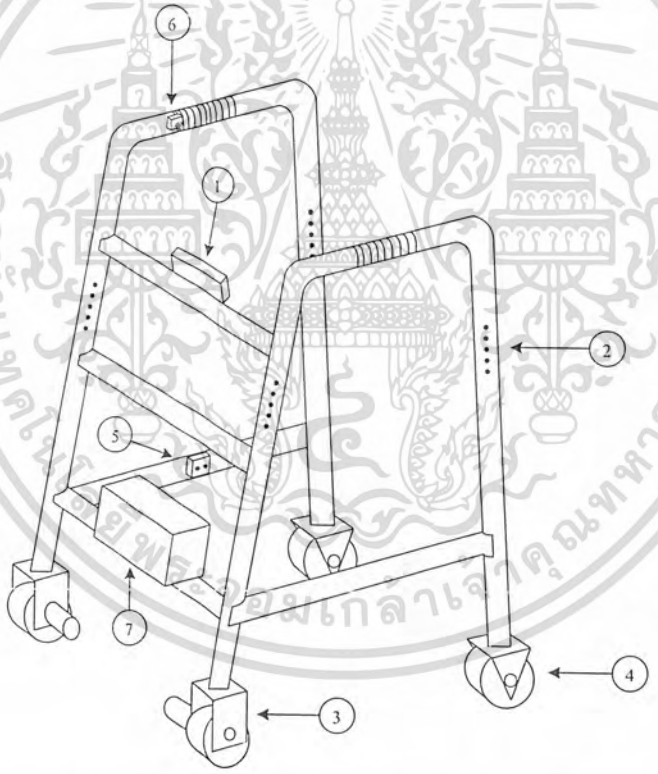
รูปที่ 3.12 ชุดยึดล้อหลัง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ส่วนนี้เป็นส่วนที่ทำหน้าที่เป็นตัวยึดระหว่างชุดยึดล้อหลังกับส่วนของโครง โดยจะทำการออกแบบให้สามารถหมุนได้อิสระ 360 องศา ที่ด้านบนจะทำการติดแท่งเหล็กเพื่อใช้ในการติดตั้งเข้ากับตัวโครง ซึ่งจะทำทั้งหมด 2 ชุดด้วยกัน ดังรูปที่ 3.12

3.9.6 โครงสร้างภายนอกของอุปกรณ์ช่วยเดินอัตโนมัติ

ส่วนนี้เป็นอุปกรณ์ที่เรานำมาประกอบเข้าเป็นอุปกรณ์ช่วยเดินอัตโนมัติ เพื่อให้สามารถวางวงจรและอุปกรณ์ควบคุมการทำงานของอุปกรณ์ช่วยเดินอัตโนมัติได้ วงจรจะถูกออกแบบมาติดตั้งไว้ภายในกล่องวงจรควบคุมการทำงาน ภายในกล่องควบคุมการทำงานจะประกอบด้วยวงจรควบคุมการทำงานด้วยไมโครคอนโทรลเลอร์ วงจรขับมอเตอร์ วงจรแหล่งจ่ายไฟและแบตเตอรี่ ส่วนโครงสร้างของอุปกรณ์ช่วยเดินอัตโนมัติ แสดงดังรูปที่ 3.13



รูปที่ 3.13 โครงสร้างของอุปกรณ์ช่วยเดินอัตโนมัติ

จากรูปที่ 3.13 ส่วนประกอบต่างๆ ของอุปกรณ์ช่วยเดินอัตโนมัติ

หมายเลข 1 ชุดแสดงผลและแป้นกด

หมายเลข 2 ชุดปรับระดับความสูง

หมายเลข 3 มอเตอร์และล้อขับเคลื่อน

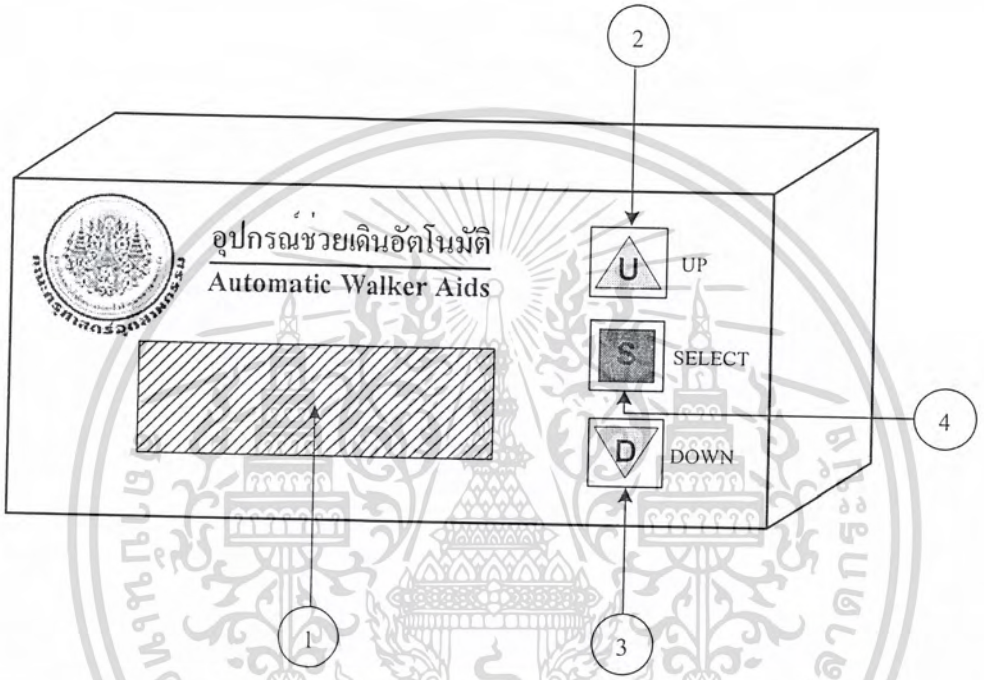
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หมายเลข 4 ล้อเสริม

หมายเลข 5 อินฟราเรด

หมายเลข 6 สวิตช์บังคับทิศทาง

หมายเลข 7 กล่องวงจรควบคุม



รูปที่ 3.14 ลักษณะของชุดแสดงผลและแป้นกด

จากรูปที่ 3.14 ส่วนประกอบต่างๆ ของชุดแสดงผลและแป้นกด

หมายเลข 1 จอ LCD

หมายเลข 2 ปุ่มเลือกดูโหมดการทำงานย้อนหลัง

หมายเลข 3 ปุ่มเลือกดูโหมดการทำงานต่อไป

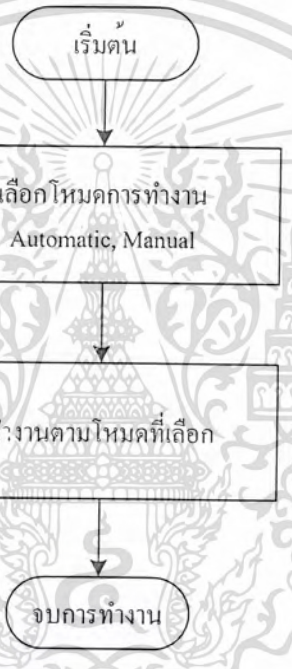
หมายเลข 4 ปุ่มเลือกดูโหมดการทำงานและออกจากดูโหมดการทำงาน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.10 แผนผังการทำงานของโปรแกรมหลัก

3.10.1 แผนผังโปรแกรมการทำงานเริ่มแรกของอุปกรณ์ช่วยเดินอัตโนมัติ

จากรูปเป็นแผนผังการทำงานของโปรแกรมหลัก เมื่อเริ่มต้นการทำงานจะเข้าสู่ขั้นตอนเลือกโหมดการทำงานซึ่งมี 2 โหมดการทำงาน คือ แบบอัตโนมัติและแบบกึ่งอัตโนมัติ เมื่อเลือกโหมดการทำงานแล้วอุปกรณ์ก็จะทำงานตามโหมดที่เลือก แผนผังการทำงานของโปรแกรมหลักแสดงดังรูปที่ 3.15

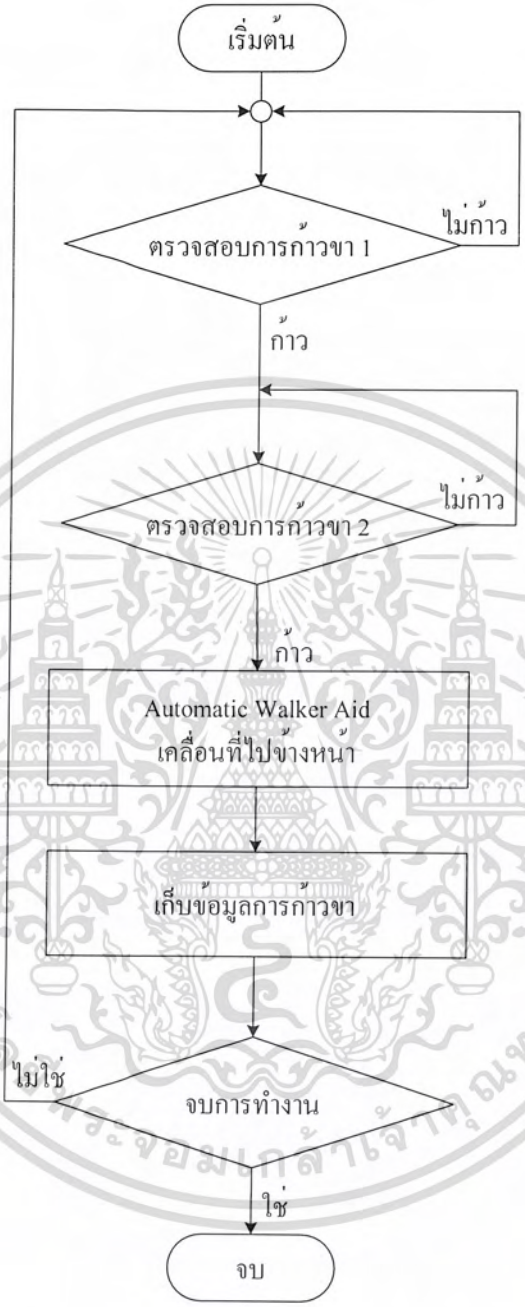


รูปที่ 3.15 แผนผังโปรแกรมการทำงานเริ่มแรกของอุปกรณ์ช่วยเดินอัตโนมัติ

3.10.2 แผนผังโปรแกรมการทำงานของชุดควบคุมอัตโนมัติ

เมื่อเริ่มต้นการทำงานในโหมดการทำงานแบบอัตโนมัติ ตัวอุปกรณ์ตรวจจับการก้าวขาจะคอยตรวจจับว่ามีการก้าวขาหรือไม่ ในกรณีที่ไม่มีการก้าวขาตัวอุปกรณ์ก็จะไม่เคลื่อนที่ เมื่อมีการก้าวขาครั้งที่ 1 และครั้งที่ 2 ตามลำดับ ไมโครคอนโทรลเลอร์จะสั่งงานให้ตัวอุปกรณ์เคลื่อนที่ไปข้างหน้า จากนั้นข้อมูลของการก้าวขาจะถูกทำการบันทึกไว้ และรอการก้าวขาครั้งต่อไป จนกว่าผู้ใช้จะเลิกใช้งาน แผนผังโปรแกรมการทำงานของชุดควบคุมอัตโนมัติ แสดงดังรูปที่ 3.16

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3.16 แผนผังโปรแกรมการทำงานของชุดควบคุมอัตโนมัติ

3.10.3 แผนผังโปรแกรมการทำงานของชุดควบคุมกึ่งอัตโนมัติ

เมื่อเริ่มต้นการทำงานในโหมดการทำงานแบบกึ่งอัตโนมัติ ไมโครคอนโทรลเลอร์จะคอยตรวจจับการกดสวิตช์ โดยจะมี 3 สถานะ คือ

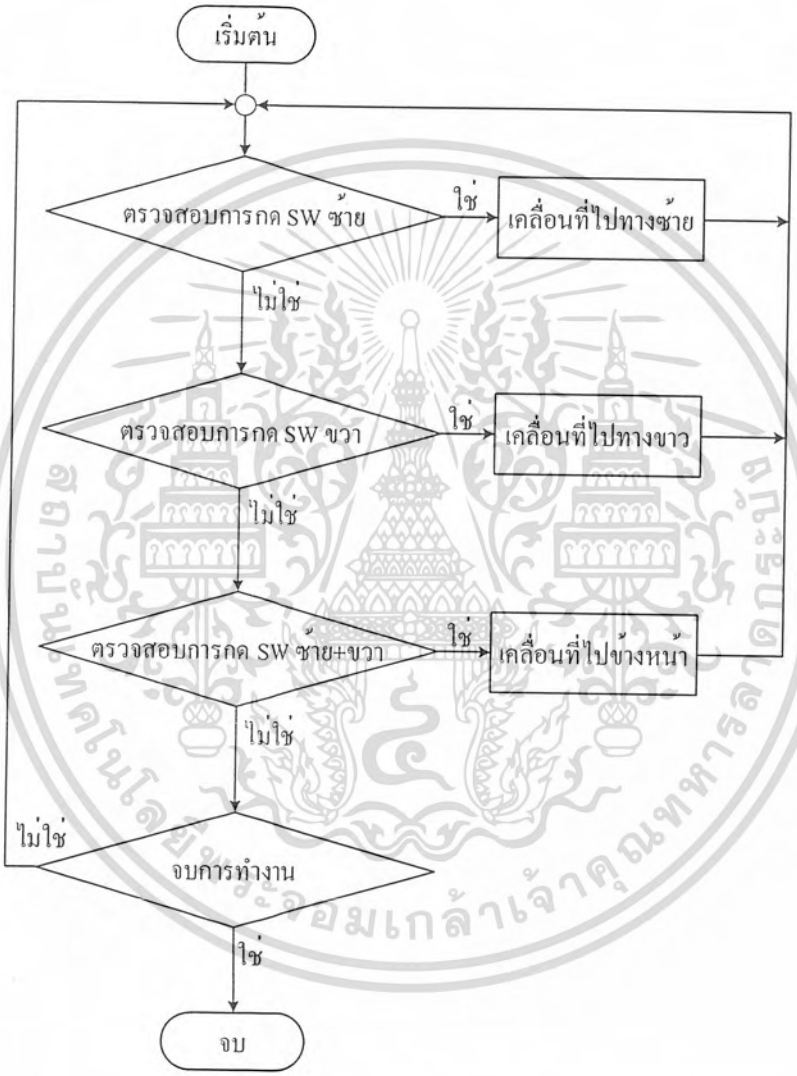
1. กดสวิตช์ทางด้านซ้าย ก็จะสั่งงานให้อุปกรณ์เคลื่อนที่ไปทางซ้าย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2. กดสวิตช์ทางด้านขวา ก็จะสั่งงานให้อุปกรณ์เคลื่อนที่ไปทางขวา

3. กดสวิตช์พร้อมกัน ก็จะสั่งงานให้อุปกรณ์เคลื่อนที่ไปข้างหน้า

หากไม่มีการกดสวิตช์ใดๆ อุปกรณ์ก็จะไม่ทำงาน และอุปกรณ์จะทำงานในสถานะนี้จนกว่าผู้ใช้จะเลิกใช้งาน แผนผังโปรแกรมการทำงานของชุดควบคุมกึ่งอัตโนมัติ ดังรูปที่ 3.17



รูปที่ 3.17 แผนผังโปรแกรมการทำงานของชุดควบคุมกึ่งอัตโนมัติ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 4
การทดลอง และผลการทดลอง

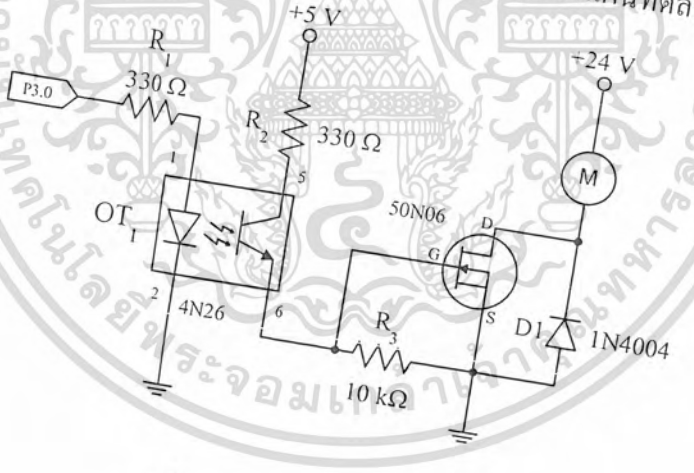
4.1 กล่าวนำ

การทดลองการทำงานของอุปกรณ์ช่วยเดินอัตโนมัติ สามารถแบ่งการทดลองออกเป็นการทดลองย่อยๆ ดังนี้ การทดลองการทำงานของวงจรขับมอเตอร์และควบคุมทิศทาง การทดลองวงจรตรวจจับแบบอินฟราเรด และการทดลองควบคุมการทำงานของอุปกรณ์ช่วยเดินอัตโนมัติด้วยไมโครคอนโทรลเลอร์

4.2 วงจรขับมอเตอร์

4.2.1 การทดลอง

การทดลองวงจรนี้สามารถทำได้โดยการประกอบวงจรลงบนแผ่นทดลองวงจร โดยการต่อวงจรดังรูปที่ 4.1



รูปที่ 4.1 วงจรขับมอเตอร์

การทดลองการทำงานของวงจรขับมอเตอร์และควบคุมทิศทางทำได้ดังนี้

1. ทำการต่อมอเตอร์เข้าไปในวงจร
2. ทดลองป้อนโปรแกรมควบคุมการทำงานให้กับวงจรขับมอเตอร์โดยผ่านออกที่พอร์ต P3 ของวงจรควบคุมด้วยไมโครคอนโทรลเลอร์ เพื่อสั่งให้วงจรขับมอเตอร์ทำงาน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3. พิจารณาแรงดันไฟฟ้าที่ได้จากวงจรและทิศทางการหมุนของมอเตอร์ ได้ผลการทดลองดังตารางที่ 4.1

ตารางที่ 4.1 ผลการทดลองการทำงานของวงจรขับมอเตอร์

ลำดับที่	แรงดันที่อินพุต	การทำงานของมอเตอร์	แรงดันที่เอาต์พุต
1	0 โวลต์	ไม่ทำงาน	0 โวลต์
2	5 โวลต์	ทำงาน	24 โวลต์

4.2.2 ผลการทดลอง

จากการทดลองการทำงานของวงจรขับมอเตอร์ มอเตอร์สามารถทำงานได้ตามโปรแกรมที่ออกแบบไว้

4.3 วงจรตรวจจับแบบอินฟราเรด

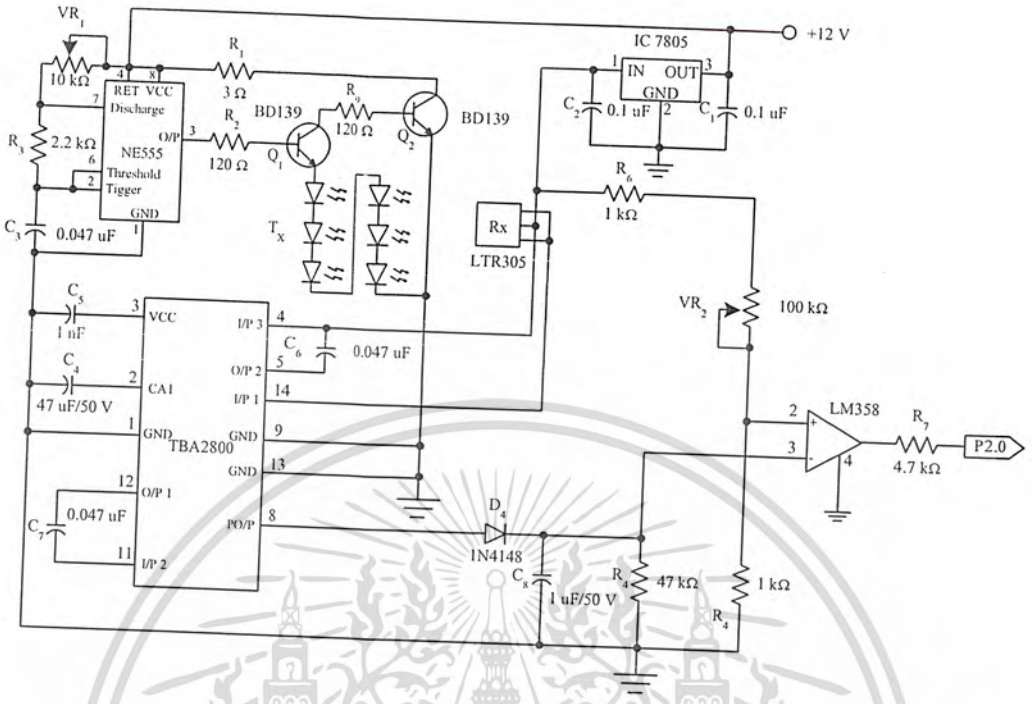
4.3.1 การทดลอง

ในการทดลองวงจรตรวจจับแบบอินฟราเรด ระยะทางในการรับส่งสัญญาณของชุดนี้ คือ ตั้งแต่ 0-15 เซนติเมตร ซึ่งจะขึ้นอยู่กับตัวความต้านทาน 100 kΩ คือ เมื่อเพิ่มหรือลดความต้านทาน จะทำให้ระยะทางในการรับและส่งสัญญาณของตัวอินฟราเรดเปลี่ยนไป ดังแสดงในรูปที่ 4.2

การทดลองวงจรตรวจจับแบบอินฟราเรด สามารถทำได้ดังนี้

1. จ่ายแรงดันไฟฟ้า 12 โวลต์ให้กับวงจร
2. พิจารณาแรงดันเอาต์พุตที่ได้จากขา 1 ของออปแอมป์
3. ทำการปรับค่าของ ความต้านทาน 100 kΩ และวัดระยะทางที่ต้องการ ได้ผลการทดลองดังตารางที่ 4.2

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.2 วงจรตรวจจับด้วยอินฟราเรด

ตารางที่ 4.2 ผลการทดลองการทำงานของวงจรตรวจจับแบบอินฟราเรด

ระยะทาง (เซนติเมตร)	แรงดันเอาต์พุต (โวลต์)
2	4
4	4
6	4
8	4
10	4
12	4
14	4
16	0
18	0
20	0

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.3.2 ผลการทดลอง

จากการทดลองวงจรตรวจจับแบบอินฟราเรด ระยะของการส่งสัญญาณจะขึ้นอยู่กับ ค่าความต้านทานปรับค่าได้ 100 kΩ โดยจากการทดลองแรงดันที่ได้ทางด้านเอาต์พุตมีค่าอยู่ที่ 4 โวลต์ ระยะทางที่สามารถรับได้จะอยู่ที่ประมาณ 0-15 เซนติเมตร ในกรณีที่ไกลกว่านี้จะไม่มีการส่งสัญญาณเกิดขึ้นทำให้ไม่มีแรงดันทางด้านเอาต์พุตออกมา

4.4 การทดลองควบคุมการทำงานของอุปกรณ์ช่วยเดินอัตโนมัติด้วยไมโครคอนโทรลเลอร์

การทดลองการทำงานของอุปกรณ์ช่วยเดินอัตโนมัติ เพื่อตรวจสอบการสั่งงานผ่านไมโครคอนโทรลเลอร์ ซึ่งมีส่วนประกอบ 3 ส่วนใหญ่ๆ คือ การทดลองทางด้านวงจร การทดลองทางด้านโปรแกรม และการทดลองแสดงนาฬิกา

4.4.1 การทดลองวงจรควบคุมด้วยไมโครคอนโทรลเลอร์

จากการทดลองเมื่อทำการต่อวงจรทั้งหมดเข้ากับวงจรของไมโครคอนโทรลเลอร์ เพื่อทำการทดสอบการสั่งงานควบคุมในระบบการทำงานแบบกึ่งอัตโนมัติและระบบการทำงานแบบอัตโนมัติ อุปกรณ์และวงจรต่อร่วมทั้งหมด สามารถทำงานร่วมกันได้เป็นอย่างดี ด้วยโปรแกรมที่ถูกทำการออกแบบไว้

การตรวจสอบทำงานของวงจรว่าสามารถใช้งานได้หรือไม่ ทำได้โดยการป้อนแรงดันไฟฟ้า 5 โวลต์ แทนการจ่ายด้วยสถานะ 1 และกราวด์ แทนสถานะ 0 ที่ได้จากพอร์ตของไมโครคอนโทรลเลอร์เมื่อจ่ายสถานะ 1 ให้ ทางด้านเอาต์พุตของวงจรจะมีสถานะ 1 ซึ่งเป็นไฟบวก 5 โวลต์ ไปทำการขยายกำลังเพิ่มเพื่อขับมอเตอร์ต่อไป และสถานะ 0 สถานะที่เอาต์พุตจะเป็น 0 ไม่มีแรงดันไปขยายออกวงจรขับมอเตอร์ทำให้มอเตอร์ไม่ทำงาน การทดลองของทั้งแบบกึ่งอัตโนมัติและแบบอัตโนมัติเป็นไปในแนวเดียวกัน

4.4.2 การทดลองการสั่งงานของโปรแกรม

การทดลองการสั่งงานของโปรแกรมที่ออกแบบไว้ ซึ่งแยกการทำงานออกเป็น 2 ส่วน คือ การในระบบกึ่งอัตโนมัติและการทำงานในระบบอัตโนมัติ สำหรับการทำงานในระบบกึ่งอัตโนมัติ โปรแกรมการทำงานจะรับค่าจากสวิตช์ เมื่อมีการกดสวิตช์ โดยมี 3 สถานะ คือ เลี้ยวซ้าย เลี้ยวขวา และเคลื่อนที่ไปข้างหน้า ตามโปรแกรมที่ได้ออกแบบไว้จากนั้นไมโครคอนโทรลเลอร์จะสั่งงานไปยังพอร์ตที่ใช้ในการควบคุมมอเตอร์เพื่อให้ทำงานตามสถานะต่างๆ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ในระบบอัตโนมัติไมโครคอนโทรลเลอร์จะรอรับค่าจากอุปกรณ์ตรวจจับแทนการกดสวิตช์ เมื่ออุปกรณ์ตรวจจับส่งค่าข้อมูลมายังพอร์ตที่กำหนดให้รับค่าจากนั้นไมโครคอนโทรลเลอร์จะสั่งงานไปยังพอร์ตที่ใช้ในการควบคุมมอเตอร์เช่นเดียวกับในระบบกึ่งอัตโนมัติ เพียงแต่ในระบบอัตโนมัติจะรอรับค่าจากการตรวจจับ 2 ครั้งก่อนสั่งการทำงานต่อไป

เมื่อมีการทำงานของทั้งสองระบบ ข้อมูลที่ได้จากการทำงานจะถูกบันทึกไว้ภายในไมโครคอนโทรลเลอร์ โดยผ่านพอร์ตที่ถูกกำหนดไว้ด้วยโปรแกรมและยังสามารถนำข้อมูลที่ถูกบันทึกไว้มาแสดงบนจอแสดงผลได้

การทดลองการทำงานด้วยไมโครคอนโทรลเลอร์ทั้งในระบบกึ่งอัตโนมัติและระบบอัตโนมัติเป็นไปตามโปรแกรมที่ได้ทำการออกแบบไว้ทุกประการ

4.4.3 การทดลองแสดงวันที่และเวลาปัจจุบัน

ผลการทดลองการแสดงวันที่และเวลาบนจอแสดงผล จะต้องเข้าไปกำหนดวันที่และเวลาในโหมด Other Mode วันที่และเวลาจะต้องตั้งให้ถูกต้องก่อนการแสดงผล โดยจะต้องทำการกำหนดวันที่ก่อนเมื่อกำหนดเสร็จแล้วโปรแกรมก็จะให้กำหนดเวลา หลังจากกำหนดทั้งวันที่และเวลาเรียบร้อยแล้วจะต้องออกจากโหมดของการตั้งเวลาเพื่อกลับสู่โหมดการทำงานหลัก

วันที่และเวลาจะแสดงบนหน้าจอเมื่อไม่มีการใช้งานเป็นระยะเวลาหนึ่งและจะหายไปเมื่อมีการใช้งานอุปกรณ์หรือมีการปิดการทำงานของเครื่อง

4.5 การทดลองการทำงานของอุปกรณ์ช่วยเดินอัตโนมัติ

อุปกรณ์ช่วยเดินอัตโนมัติ มีการทำงาน 2 โหมดหลัก คือ แบบกึ่งอัตโนมัติและแบบอัตโนมัติซึ่งจะแบ่งผลการทดลองออกเป็น 2 ผลการทดลองดังนี้

ผลการทดลองในโหมดของแบบกึ่งอัตโนมัติจะเป็นการทำงานที่อาศัยการบังคับจากผู้ใช้งานโดยตรงด้วยสวิตช์ควบคุมเพียง 2 ตัวที่ตำแหน่งมือจับ ซึ่งจะสามารถสั่งงานให้อุปกรณ์ช่วยเดินเลี้ยว ซ้าย-ขวา ได้ตามต้องการ โดยเมื่อกดสวิตช์ทางด้านซ้ายมืออุปกรณ์จะเคลื่อนที่ไปทางซ้ายและเมื่อกดสวิตช์ทางด้านขวามืออุปกรณ์ก็จะเคลื่อนที่ไปทางขวา ในกรณีที่ต้องการให้เคลื่อนที่ไปข้างหน้าผู้ใช้ต้องกดสวิตช์ทั้งสองข้างพร้อมกันอุปกรณ์ก็จะเคลื่อนที่ไปข้างหน้า

ผลการทดลองในโหมดของแบบอัตโนมัติเราจะต้องเลือกเข้าโหมดการทำงานของแบบอัตโนมัติซึ่งจะมีอยู่ด้วยกัน 4 โหมดการทำงาน ดังนี้

1) Mode 1 อุปกรณ์ช่วยเดินเคลื่อนที่ช้าและระยะทางใกล้

2) Mode 2 อุปกรณ์ช่วยเดินเคลื่อนที่ช้าและระยะทางไกล

3) Mode 3 อุปกรณ์ช่วยเดินเคลื่อนที่เร็วและระยะทางใกล้

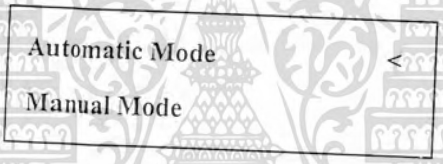
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4) Mode 4 อุปกรณ์ช่วยเดินเคลื่อนที่เร็วและระยะไกล

เมื่อเลือกโหมดการทำงานเรียบร้อยแล้ว อุปกรณ์ก็พร้อมที่จะใช้งาน โดยอุปกรณ์จะรอการก้าวขาของผู้ใช้ให้ตัดผ่านตัวตรวจจับที่ติดตั้งไว้บริเวณส่วนล่างของอุปกรณ์ช่วยเดินอัตโนมัติ เมื่อผู้ใช้ก้าวขาที่ละข้างให้ตัดผ่านตัวตรวจจับทั้งสองจนเมื่อผู้ใช้ก้าวขาทั้งสองขาแล้วจะทำให้อุปกรณ์ช่วยเดินเคลื่อนที่ไปข้างหน้า ในกรณีที่ผู้ใช้ก้าวขาข้างใดข้างหนึ่งไปแล้วไม่ก้าวขาอีกข้างตามไป อุปกรณ์ช่วยเดินก็จะไม่เคลื่อนตัวไปข้างหน้าและจะรอจนกว่ามีการก้าวขาข้างที่เหลือ เมื่อผู้ใช้ต้องการให้อุปกรณ์ช่วยเดินเราเคลื่อนที่ไปทางซ้ายหรือขวาก็สามารถทำได้ ซึ่งการใช้งานก็เหมือนกับแบบกึ่งอัตโนมัติ

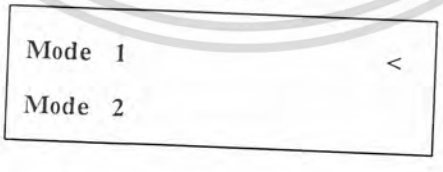
ในการทดลองการทำงานของอุปกรณ์ช่วยเดินอัตโนมัติจอแสดงผลจะแสดงสถานะ การทำงานต่างๆ ตามการใช้งานดังนี้ คือ

1. เมื่อเปิดสวิตช์ของอุปกรณ์ช่วยเดินอัตโนมัติ จอแสดงผลการทำงานจะแสดงดังรูปที่ 4.3



รูปที่ 4.3 จอแสดงผลหลักของอุปกรณ์ช่วยเดินอัตโนมัติ

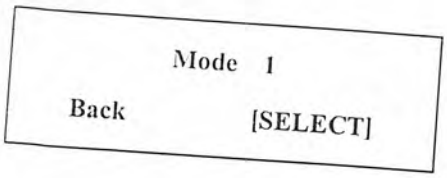
2.เมื่อเลือกการทำงาน แบบ Automatic Mode จอแสดงผลการทำงานจะแสดงโหมดย่อยของการทำงานแบบอัตโนมัติ ซึ่งหน้าจอของการเลือกการทำงานในโหมดย่อยทั้ง 4 โหมดแสดงดังรูปที่ 4.4



รูปที่ 4.4 จอแสดงผลโหมดย่อยของการทำงานแบบ Automatic Mode

3. เมื่อเลือกการทำงานที่โหมดย่อยของการทำงานในแบบ Automatic Mode โหมดใดโหมดหนึ่งในจำนวนทั้งหมด 4 โหมดการทำงานย่อย ในรูปด้านล่างเป็นตัวอย่างที่กำหนดให้เลือกโหมดการทำงานย่อยที่ 1 ซึ่งจอแสดงผลจะแสดงดังรูปที่ 4.5 และผู้ใช้สามารถใช้งานอุปกรณ์ช่วยเดินอัตโนมัติได้ทันที

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

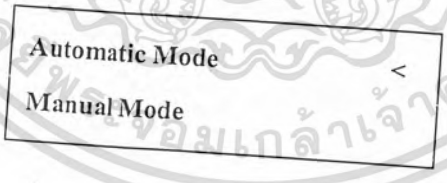


รูปที่ 4.5 จอแสดงผลการทำงานโหมด 1 ของ Automatic Mode

4. ถ้าผู้ใช้ต้องการออกจากโหมดย่อยของการทำงานแบบ Automatic Mode จากรูปที่ 4.5 สามารถกดสวิตช์ SELECT เพื่อออกจากโหมดการทำงานย่อยของการทำงานแบบ Automatic Mode จากนั้นจอแสดงผลจะกลับมาสู่สถานะของการเลือกโหมดย่อยตามเดิม แสดงดังรูปที่ 4.6

รูปที่ 4.6 จอแสดงผลเมื่อออกจากการทำงาน โหมดย่อยของ Automatic Mode

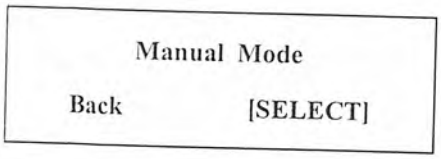
5. เมื่อต้องการออกจากโหมดการทำงานหลักของการทำงานแบบ Automatic Mode ต้องเลื่อนลูกศรมายังตำแหน่ง Back และกดสวิตช์ SELECT ซึ่งหน้าจอแสดงผลจะกลับสู่สถานะของการเลือกโหมดหลัก แสดงดังรูปที่ 4.7



รูปที่ 4.7 จอแสดงผลเมื่อออกจากการทำงาน โหมดหลักของ Automatic Mode

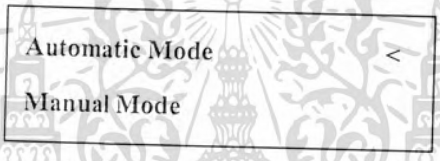
6. ในกรณีผู้ใช้งานต้องการเลือกการทำงานแบบ Manual Mode ต้องทำการเลื่อนลูกศรมายังตำแหน่งของ Manual Mode จากนั้นทำการกดสวิตช์ SELECT ก็จะเข้าสู่การทำงานแบบ Manual Mode หน้าจอแสดงผลจะแสดงดังรูปที่ 4.8

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.8 จอแสดงผลเมื่อเข้าโหมดหลักของการทำงานแบบ Manual Mode

7. ถ้าผู้ใช้ต้องการออกจากการใช้งานในแบบ Manual Mode ในรูปที่ 4.8 สามารถกดสวิตช์ SELECT เพื่อออกจากการทำงานแบบ Manual Mode ซึ่งหน้าจอแสดงผลจะกลับสู่สถานะของการเลือกโหมดหลัก แสดงดังรูปที่ 4.9



รูปที่ 4.9 จอแสดงผลเมื่อออกจากโหมดหลักของการทำงานแบบ Manual Mode

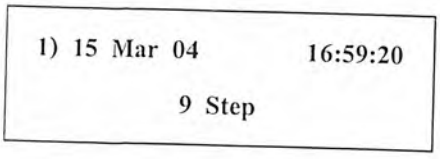
8. จากรูปที่ 4.9 เมื่อผู้ใช้ต้องการที่จะดูข้อมูลที่ทำกายภาพบำบัดเสร็จ ต้องเลื่อนลูกศรมายัง Memory Mode แล้วกด SELECT เพื่อเข้า Memory Mode ซึ่งข้อมูลที่ได้จากการทำการบำบัดทั้งในแบบกึ่งอัตโนมัติและแบบอัตโนมัติจะถูกเก็บบันทึกไว้ และสามารถบันทึกการใช้งานย้อนหลังได้ 10 ครั้ง ในการบันทึกแต่ละครั้งจะแสดงผลในการบำบัดซึ่งประกอบไปด้วย

1) วัน เดือน ปี ที่ทำการบำบัด

2) เวลาที่ทำการบำบัด

3) จำนวนก้าวของผู้ที่ทำการบำบัดแต่ละครั้ง

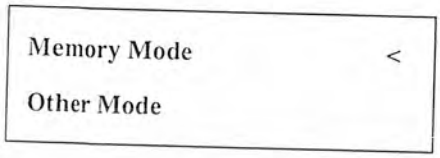
ซึ่งหน้าจอของการเก็บบันทึกข้อมูล แสดงดังรูปที่ 4.10



รูปที่ 4.10 จอแสดงผลข้อมูลที่ถูกเก็บบันทึกไว้

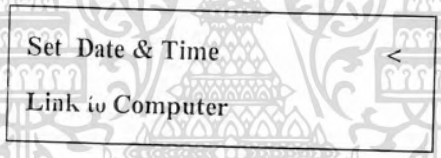
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

9. เมื่อต้องการออกจากโหมดการทำงานของ Memory Mode ต้องเลื่อนลูกศรมายังตำแหน่ง Back และกดสวิตช์ SELECT ซึ่งหน้าจอแสดงผลจะกลับสู่สถานะของการเลือกโหมดหลัก แสดงดังรูปที่ 4.11



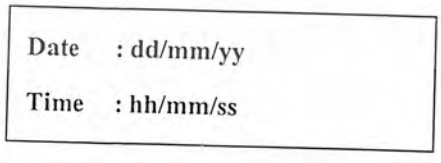
รูปที่ 4.11 จอแสดงผลเมื่อออกจากโหมดการทำงานของ Memory Mode

10. เมื่อผู้ใช้ต้องการที่จะตั้งวันที่และเวลาใหม่หรือต้องการที่จะนำข้อมูลที่ได้จากการทำกายภาพบำบัดไปเก็บไว้ในคอมพิวเตอร์ ต้องเลื่อนลูกศรมายังตำแหน่ง Other Mode และกดสวิตช์ SELECT ซึ่งหน้าจอจะแสดงดังรูปที่ 4.12



รูปที่ 4.12 จอแสดงผลเมื่อออกจากโหมดการทำงานของ Memory Mode

11. เมื่อผู้ใช้กดสวิตช์ SELECT เพื่อเข้ายังเมนู Set Date & Time หน้าจอจะแสดงดังรูปที่ 4.13 เมื่อผู้ใช้ทำการตั้งวันและเวลาเสร็จสิ้นแล้ว หน้าจอจะกลับไปแสดงสถานะหลักของการทำงานโดยอัตโนมัติ



รูปที่ 4.13 จอแสดงผลเมื่อเข้าโหมดการทำงาน Set Date & Time

12. เมื่อต้องการนำข้อมูลที่ได้จากการทำกายภาพบำบัดไปเก็บไว้ในคอมพิวเตอร์ ผู้ใช้ต้องเลื่อนลูกศรมายังตำแหน่ง Link to Computer แล้วกดสวิตช์ SELECT เพื่อที่จะส่งถ่ายข้อมูลไปยังคอมพิวเตอร์ได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 5
บทสรุป

5.1 สรุป

ผู้ป่วยที่ประสบอุบัติเหตุบริเวณส่วนล่างของร่างกาย กรณีที่ร้ายแรงจนถึงขั้นต้องเข้าเฝือกเพื่อทำการรักษาอาการบาดเจ็บช่วงเวลาหนึ่ง เมื่อถอดเฝือกออกแล้วผู้ป่วยจะต้องทำกายภาพบำบัดเพื่อเสริมสร้างความแข็งแรงให้กับกระดูกและปรับสภาพของการเดินให้เป็นปกติ ในกรณีที่ผู้ป่วยเป็นผู้ที่เพิ่งเริ่มต้นทำกายภาพบำบัด จำเป็นต้องใช้ราวเหล็กคู่ขนานเท่านั้น ไม่สามารถที่จะใช้อุปกรณ์ช่วยเดินได้ เนื่องจากผู้ป่วยยังไม่แข็งแรงพอ จึงเป็นการไม่สะดวกที่จะต้องย้ายผู้ป่วยที่กำลังบาดเจ็บมาทำกายภาพบำบัด และในบางครั้งที่ตัวผู้ป่วยอยู่ห่างไกลจากสถานที่ทำกายภาพบำบัดจึงเป็นการไม่สะดวกที่จะต้องเคลื่อนย้ายผู้ป่วยไปทำการบำบัดในสถานที่ทำการบำบัด ซึ่งอุปกรณ์ช่วยเดินที่มีอยู่เดิมเป็นอุปกรณ์ที่สามารถเคลื่อนที่ได้โดยจะต้องได้รับการเคลื่อนจากผู้ที่ทำการบำบัด จะใช้ในกรณีที่ผู้รับการบำบัดสามารถทรงตัวได้พอสมควรแล้ว อุปกรณ์ช่วยเดินนี้จะสามารถทำการบำบัดได้ทุกที่ทุกเวลา อาจจะอยู่ในการควบคุมดูแลของแพทย์หรือไม่ก็ได้ แต่ในอุปกรณ์ช่วยเดินนี้จะไม่สามารถใช้ในการบำบัดผู้ที่เริ่มต้นทำการบำบัดได้เนื่องจากผู้ที่เริ่มการบำบัดจะไม่สามารถทรงตัวได้อาจจะทำให้ล้มและเกิดอันตรายต่อผู้ที่ทำกายภาพบำบัดได้

อุปกรณ์ช่วยเดินอัตโนมัติเป็นการออกแบบเพื่อพัฒนาอุปกรณ์ช่วยเดินที่มีอยู่เดิมให้สามารถเคลื่อนที่ได้โดยไม่ต้องอาศัยผู้ทำการบำบัดในการเคลื่อนที่ ซึ่งอุปกรณ์ช่วยเดินอัตโนมัติจะใช้แบตเตอรี่ขนาด 12 โวลต์ จำนวน 2 ชุด เป็นแหล่งจ่ายพลังงานทั้งหมดให้กับชุดวงจรควบคุมการทำงานของอุปกรณ์ช่วยเดินอัตโนมัติ สามารถปรับระดับตามความสูงของผู้ทำกายภาพบำบัดได้ 5 ระดับ ซึ่งมีส่วนประกอบทั้งหมดดังนี้ คือ ชุดตรวจจับการก้าวขา จอแสดงผลที่แสดงสถานะการทำงานของอุปกรณ์ช่วยเดินอัตโนมัติ ชุดล้อขับเคลื่อน ซึ่งมีการออกแบบดังนี้ คือ ในการออกแบบชุดล้อจะคำนึงถึงการซ่อมบำรุงที่ง่ายโดยชุดล้อขับเคลื่อนทั้งหมดสามารถถอดประกอบได้ ชุดปรับระดับที่ทำการออกแบบให้สามารถปรับระดับได้ถึง 5 ระดับ ระดับละ 2 เซนติเมตร โดยที่ระดับมาตรฐานที่ใช้งานจะอยู่ตรงกลางของชุดปรับระดับและสามารถปรับให้สูงขึ้นได้ 2 ระดับ และต่ำลงได้ 2 ระดับ สำหรับการออกแบบในส่วนของวงจรก็จะแบ่งออกเป็น วงจรขับมอเตอร์ที่ใช้ตัวออปโตไอโซเลเตอร์และเฟตมาสร้างเป็นวงจร ส่วนวงจรตรวจจับด้วยอินฟราเรดที่ใช้ในการตรวจจับการก้าวขาของผู้ทำการบำบัดจะสามารถกำหนดระยะทางในการตรวจจับได้ด้วยการปรับค่าความต้านทานที่มีอยู่ในวงจร จากการทดลองสามารถทำการปรับระยะได้สูงสุดที่ประมาณ 15 เซนติเมตร

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จะสามารถทำงานได้มีประสิทธิภาพที่สุด แต่อินฟราเรดมีข้อจำกัดในเรื่องของการรบกวนจากแสงภายนอกเพราะฉะนั้นในการสร้างหรือใช้งานต้องคำนึงถึงส่วนนี้ด้วย วงจรหน่วงเวลาเป็นวงจรที่สร้างขึ้นด้วยตัวอุปกรณ์รีเลย์เพื่อป้องกันการกระชากของมอเตอร์เมื่อทำการเปิดการทำงานของเครื่องในตอนแรก วงจรควบคุมการทำงานจะใช้ไมโครคอนโทรลเลอร์เป็นตัวหลักในการควบคุมการทำงานทั้งหมด ซึ่งไมโครคอนโทรลเลอร์ถูกออกแบบให้ใช้งานในการควบคุมการทำงานของวงจรต่างๆ ให้ทำงานร่วมกันได้ และยังใช้ในการเก็บข้อมูลของผู้ทำการบำบัดแต่ละครั้ง ซึ่งจะสามารถเก็บข้อมูลได้ทั้งหมด 10 ครั้ง นอกจากนั้นวงจรไมโครคอนโทรลเลอร์ยังถูกออกแบบให้สามารถถ่ายโอนข้อมูลไปยังคอมพิวเตอร์ได้อีกด้วย ไมโครคอนโทรลเลอร์ทั้ง 2 ตัวจะแบ่งหน้าที่การทำงานกันโดยที่วงจรไมโครคอนโทรลเลอร์ส่วนล่างจะใช้เพื่อรับผลการตรวจจับจากอินฟราเรดและส่งผลที่ได้ไปควบคุมการทำงานของวงจรขับมอเตอร์ให้ทำงานตามที่กำหนดในโปรแกรม และยังเป็นตัวส่งข้อมูลไปยังไมโครคอนโทรลเลอร์ส่วนบน สำหรับไมโครคอนโทรลเลอร์ส่วนบนจะเป็นตัวควบคุมการแสดงผลบนจอแสดงผล และเก็บข้อมูลที่ส่งมาจากไมโครคอนโทรลเลอร์ส่วนล่าง เพื่อรอที่จะส่งไปยังคอมพิวเตอร์ต่อไป

อย่างไรก็ตาม อุปกรณ์ช่วยเดินอัตโนมัติก็ยังมีข้อบกพร่องบางประการในการทำงาน ทางคณะผู้จัดทำจึงได้รวบรวมปัญหาที่เกิดขึ้น และแนวทางในการพัฒนาในอนาคต โดยมีรายละเอียดดังในหัวข้อต่อไป

5.2 ปัญหาและแนวทางการแก้ไข

จากการดำเนินการสร้างและทดลองโครงงานพบว่ามีปัญหาเกิดขึ้นหลายประการ ซึ่งสรุปได้ดังนี้

1. ปัญหา เนื่องจากวงจรขับมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรงเกิดความไม่คงที่ในการทำงานอันเนื่องมาจากตัวมอเตอร์ที่นำมาใช้งานมีเกียร์ทดเพราะต้องการให้รับน้ำหนักได้ประมาณ 80 กิโลกรัม ฉะนั้นมอเตอร์จึงนำกระแสใช้งานสูง ทำให้วงจรที่ออกแบบมาเกิดการดึงกระแสไฟฟ้า ทำให้อุปกรณ์บางตัวเกิดความเสียหายรวมทั้งยังทำให้อุณหภูมิในวงจรสูงขึ้นด้วย อันเป็นสาเหตุที่ทำให้วงจรไม่ทำงาน

แนวทางแก้ไข ทำการออกแบบวงจรขับเคลื่อนมอเตอร์ใหม่ โดยเพิ่ม IC เบอร์ 74HCT245N ซึ่งเป็น IC บัฟเฟอร์ เพื่อป้องกันการดึงกระแสในวงจร

2. ปัญหา เกี่ยวกับการปรับระดับของอุปกรณ์ช่วยเดินอัตโนมัติ ซึ่งพบว่าไม่สามารถที่จะทำการปรับได้ 7 ระดับ ระดับละ 5 เซนติเมตร เนื่องจากข้อจำกัดด้วยความยาว สูง และจุดหักงอของอุปกรณ์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

แนวทางแก้ไข เปลี่ยนการปรับระดับมาเป็น 5 ระดับ ระดับละ 2 เซนติเมตร

3. ปัญหา เนื่องจากจุดจับยึดระหว่างแกนของมอเตอร์กับเพลาล้อไม่สามารถจับยึดให้แน่นได้เพราะขณะทดสอบนอตจับยึดเกิดการคลายตัว จึงทำให้ล้อหมุนได้โดยอิสระ

แนวทางแก้ไข ทำการเจาะบริเวณแกนมอเตอร์ลึก 1 มิลลิเมตร และขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 5 มิลลิเมตร เพื่อให้นอตจับยึดสามารถยึดล้อให้แน่นได้ และจะไม่เคลื่อนที่ถ้ามอเตอร์ไม่ทำงาน

4. ปัญหา เนื่องจากตัวตรวจจับแบบอุลตร้าโซนิคไม่สามารถใช้งานได้ เพราะข้อจำกัดในเรื่องของระยะทาง รัศมีของลำคลื่นที่กว้างเกินไป

แนวทางแก้ไข ใช้ตัวตรวจจับแบบอินฟราเรดแทน เพราะมีคุณสมบัติที่ตรงตามความต้องการใช้งานมากกว่าแบบอุลตร้าโซนิค

5.3 แนวทางการพัฒนา

ในการพัฒนาอุปกรณ์ช่วยเดินอัตโนมัติ ให้มีความสามารถในการทำงานได้ดีขึ้นสามารถพัฒนาโครงงานได้ดังนี้

1. พัฒนาด้านการแสดงผลหน้าจอที่เป็นภาษาอังกฤษ ให้เป็นภาษาไทยเพื่อให้สะดวกต่อการใช้งาน
2. พัฒนาล้อ เกี่ยวกับจุดจับยึดมอเตอร์เข้ากับแกนล้อให้สามารถจับยึดได้ดีขึ้น
3. พัฒนาด้านการปรับระดับจากที่เป็นแบบกึ่งอัตโนมัติ ให้เป็นแบบอัตโนมัติ
4. พัฒนาชุดตรวจจับการก้าวขาให้มีเสถียรภาพมากขึ้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บรรณานุกรม

ชัยวัฒน์ ประกอบผล. **การประยุกต์ใช้งานไมโครคอลโทรลเลอร์.** กรุงเทพมหานคร : บริษัท แซทโฟร์ พริ้นติ้ง จำกัด. 5241

ธนาวุฒิ ไกรฤทธิ. **ทฤษฎีและการประยุกต์ใช้งานอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์.** กรุงเทพมหานคร : บริษัทซีเอ็ดยูเคชั่น จำกัด (มหาชน). 2538

วรพจน์ กรแก้ววัฒนกุล. **เรียนรู้และปฏิบัติการไมโครคอลโทรลเลอร์ MCS-51 แบบแฟลช.** กรุงเทพมหานคร : บริษัท อินโนเวดิฟ เอ็กเพอริเมนต์ จำกัด. ม.ป.ป

แผนกหนังสือพิเศษด้านอิเล็กทรอนิกส์,(ผู้เรียบเรียง) **โครงงาน HOBBY ELECTRONICS.** เล่มที่ 10. กรุงเทรพมหานคร : บริษัทซีเอ็ดยูเคชั่น จำกัด (มหาชน). 2543

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

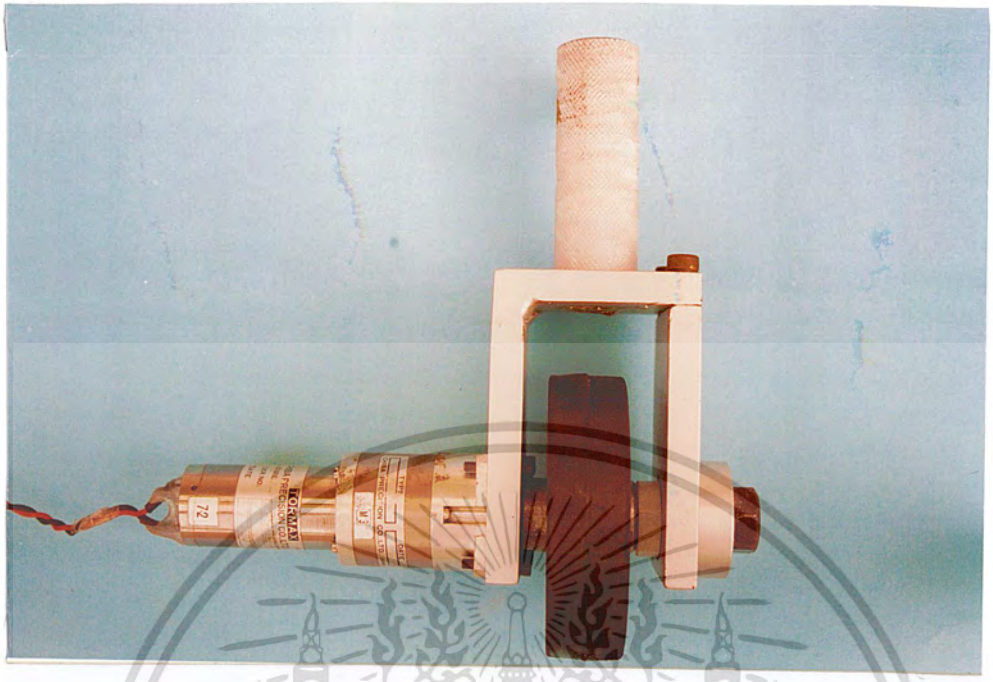
ภาคผนวก ก
เครื่องต้นแบบ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

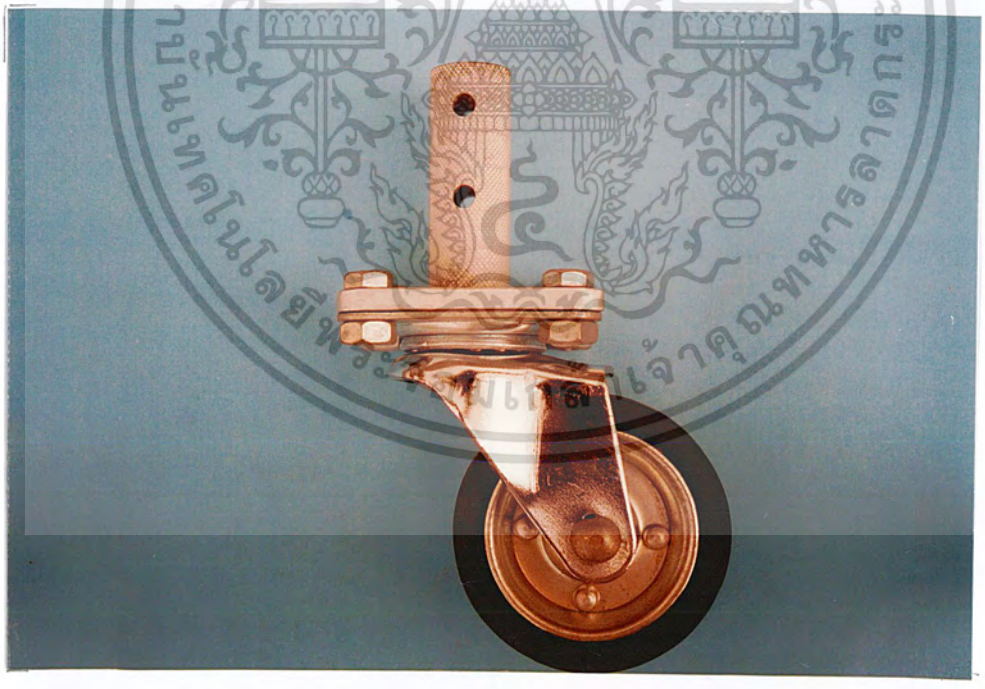
รูปที่ ก.1 ภาพด้านข้างของอุปกรณ์ช่วยเดินอัตโนมัติ

รูปที่ ก.2 ภาพด้านหน้าของอุปกรณ์ช่วยเดินอัตโนมัติ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



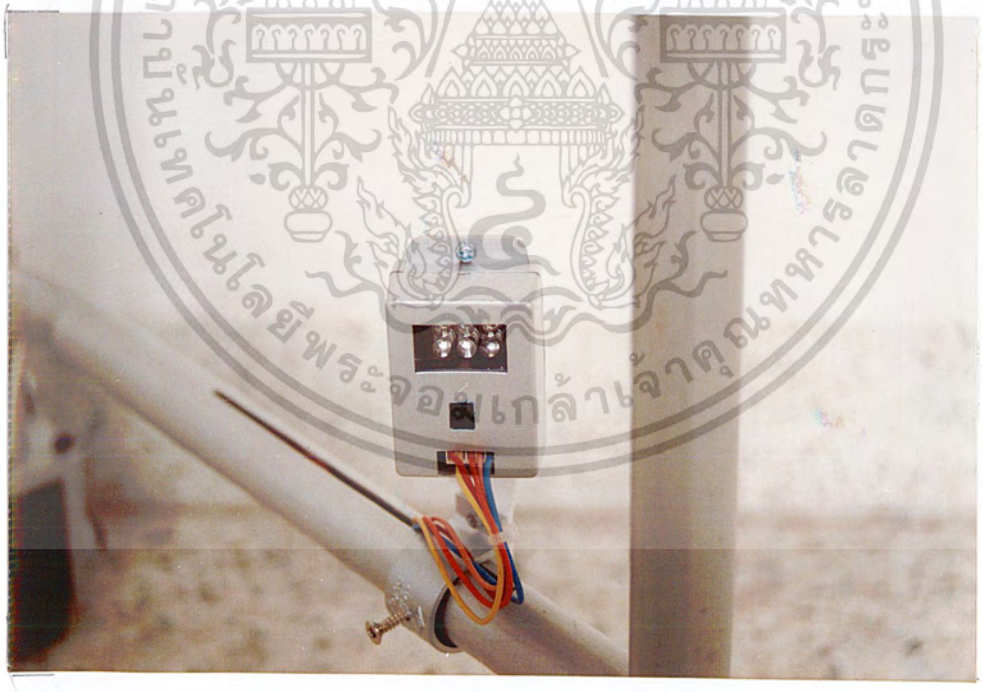
รูปที่ ก.3 ภาพชุดล้อหน้าของอุปกรณ์ช่วยเดินอัตโนมัติ



รูปที่ ก.4 ภาพชุดล้อหลังของอุปกรณ์ช่วยเดินอัตโนมัติ

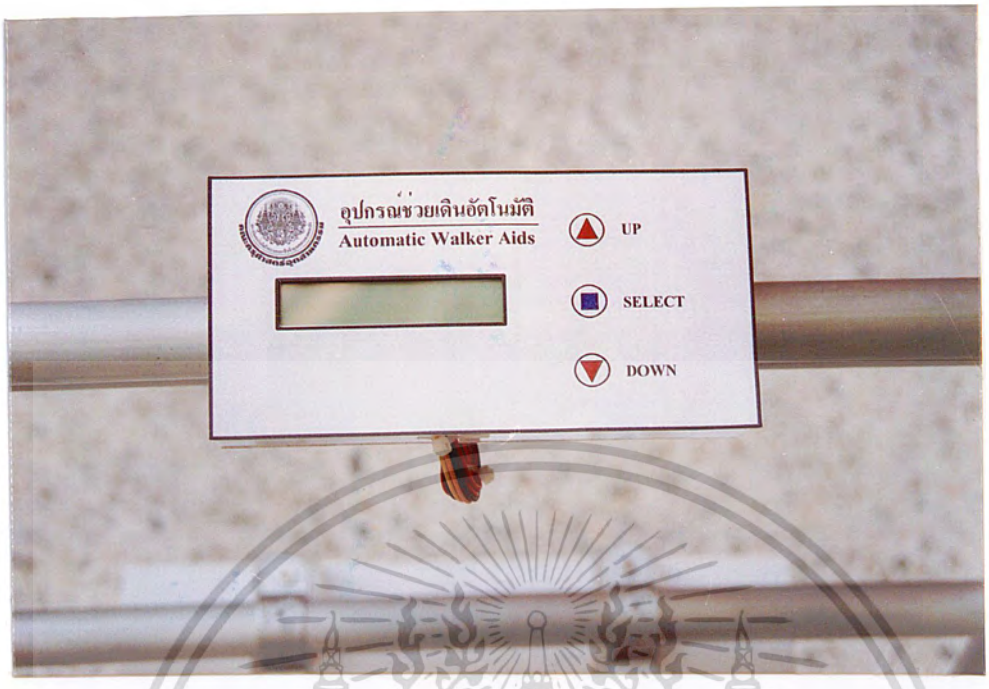
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รูปที่ ก.5 ภาพชุดปรับระดับของอุปกรณ์ช่วยเดินอัตโนมัติ

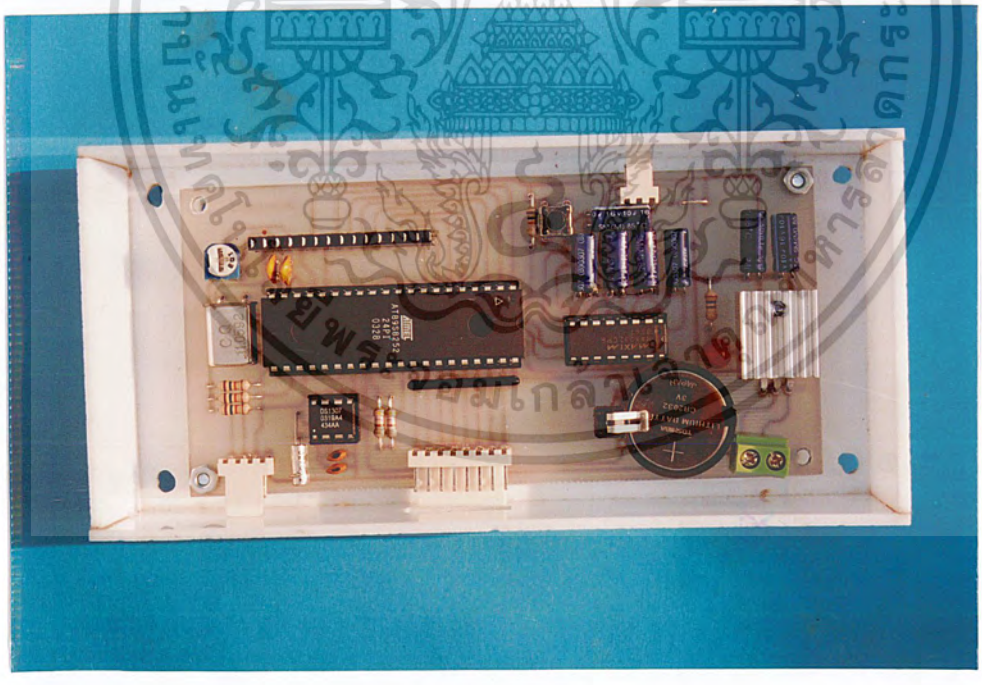


รูปที่ ก.6 ภาพชุดตรวจจับด้วยอินฟราเรด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



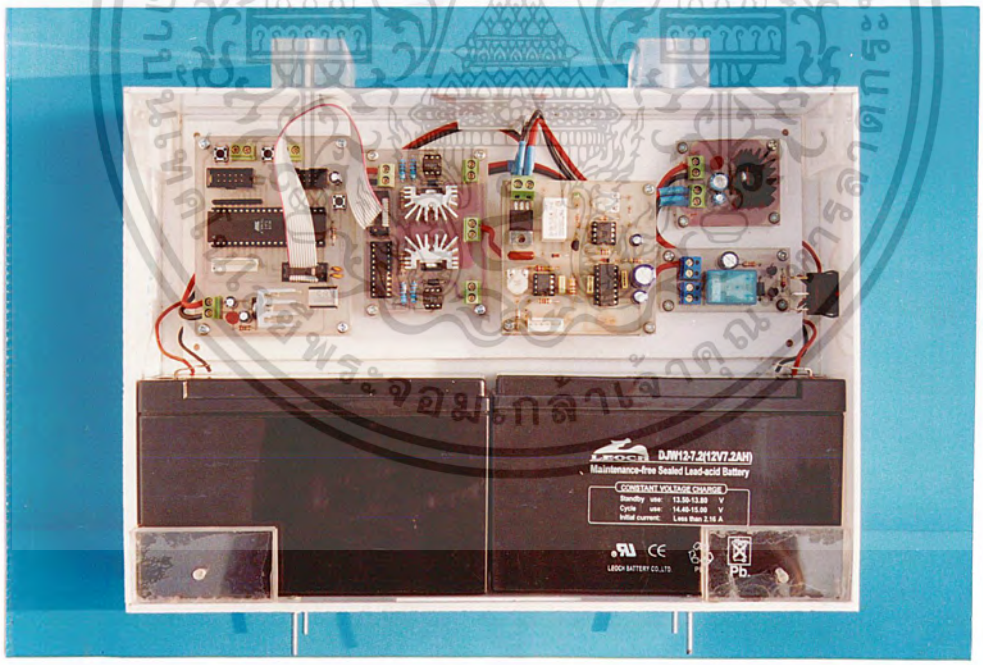
รูปที่ ก.7 ภาพหน้ากล่องชุดจอแสดงผลและแป้นกดของอุปกรณ์ช่วยเดินอัตโนมัติ



รูปที่ ก.8 ภาพภายในกล่องชุดจอแสดงผลและแป้นกดของอุปกรณ์ช่วยเดินอัตโนมัติ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รูปที่ ก.9 ภาพด้านหน้าของกล่องควบคุมอุปกรณ์ช่วยเดินอัตโนมัติ



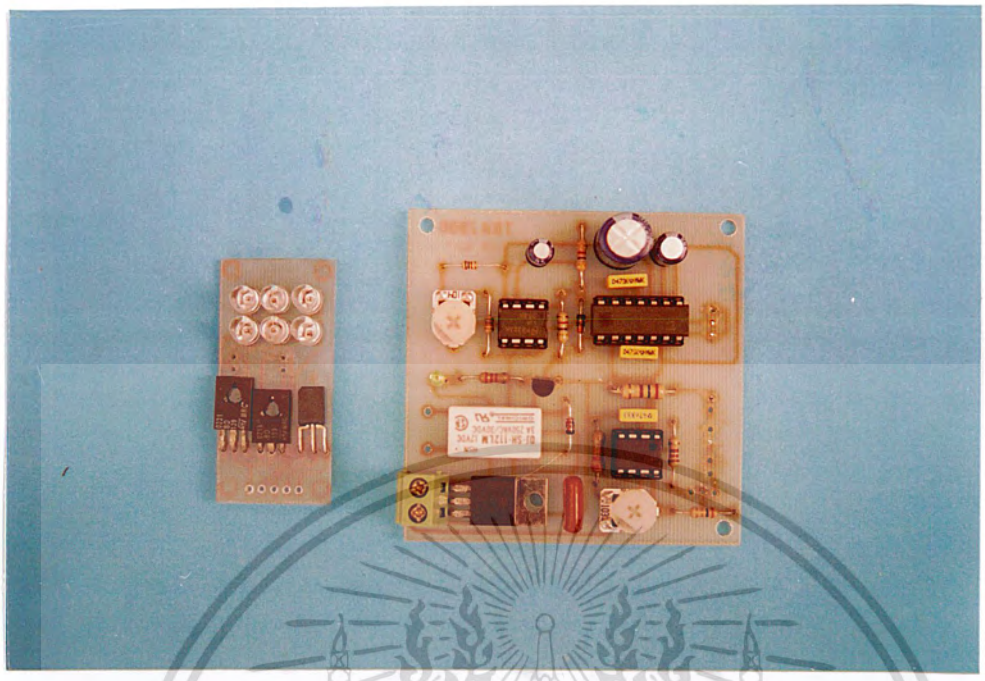
รูปที่ ก.10 ภาพภายในของกล่องควบคุมอุปกรณ์ช่วยเดินอัตโนมัติ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

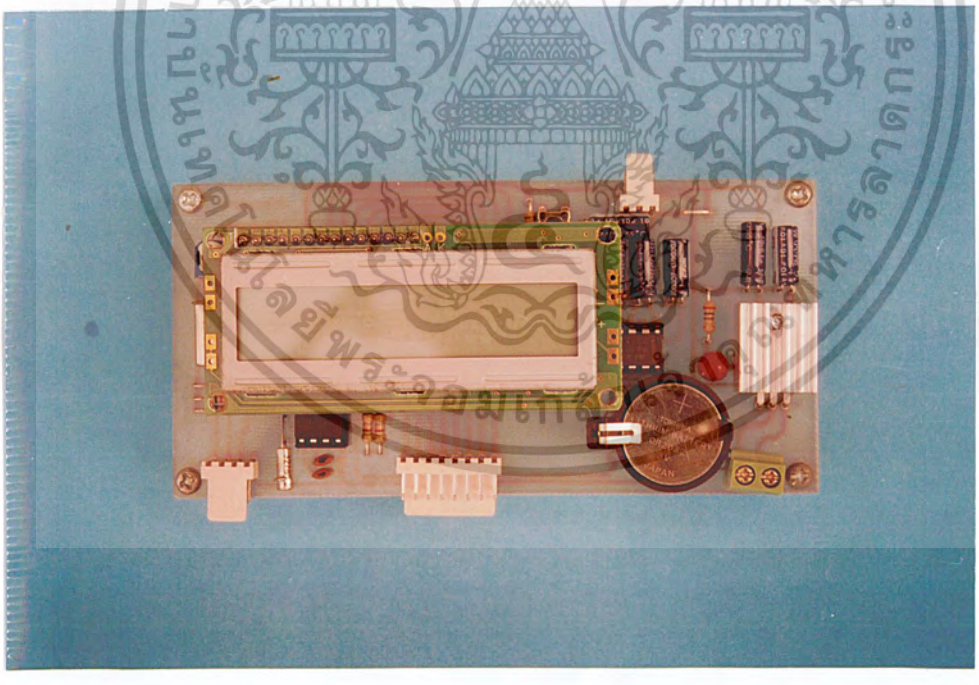
รูปที่ ก.11 วงจรแหล่งจ่ายไฟ

รูปที่ ก.12 วงจรขับมอเตอร์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

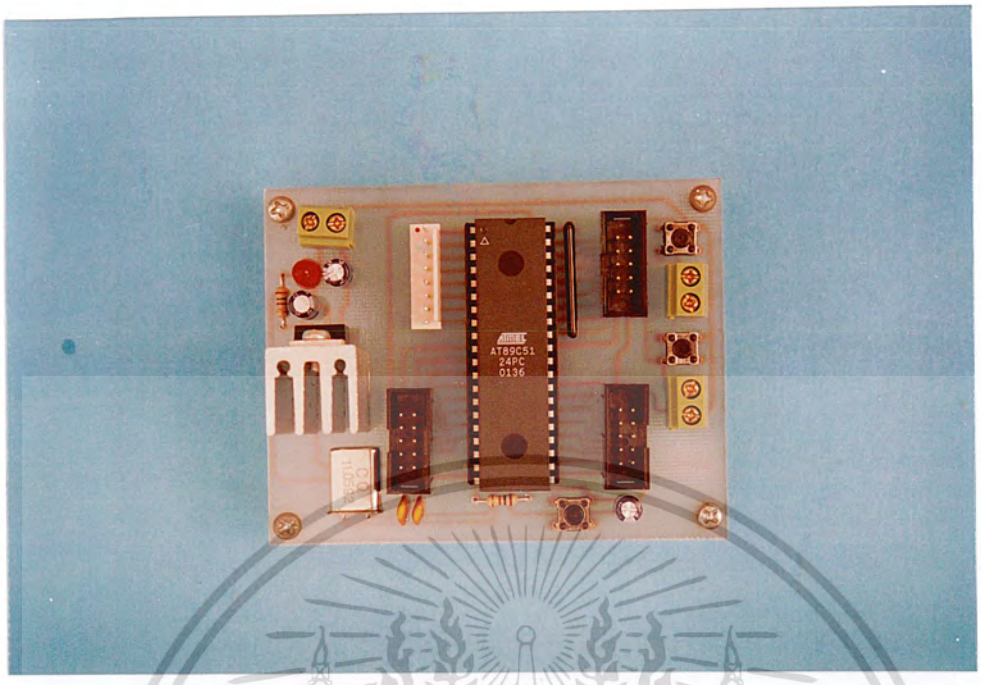


รูปที่ ก.13 วงจรตรวจจับแบบอินฟราเรด

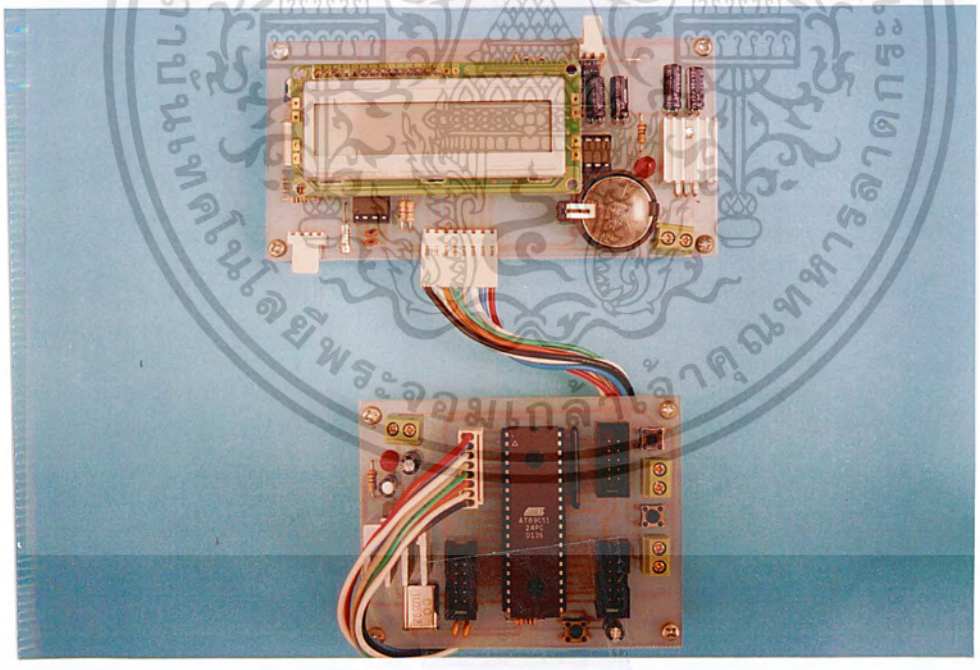


รูปที่ ก.14 วงจรควบคุมการทำงานด้วยไมโครคอนโทรลเลอร์ส่วนบน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

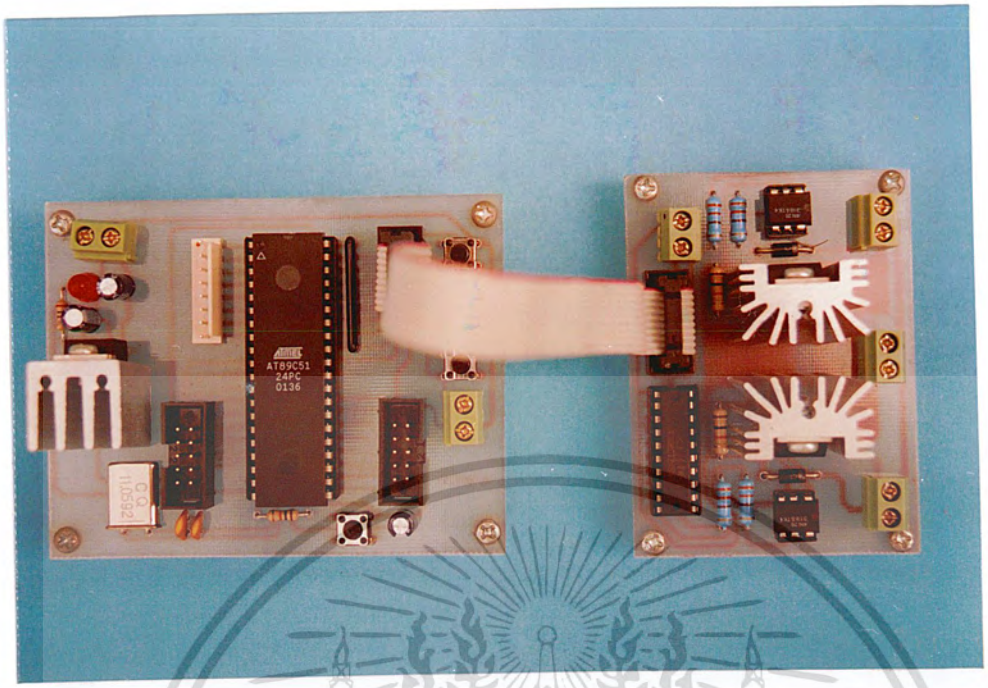


รูปที่ ก.15 วงจรควบคุมการทำงานด้วยไมโครคอนโทรลเลอร์ส่วนล่าง

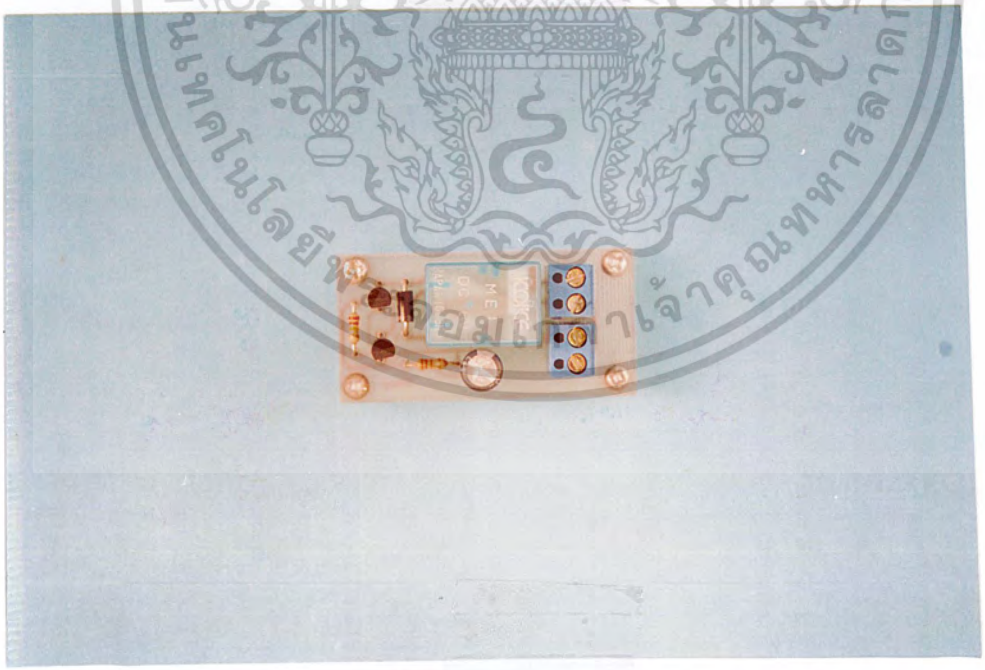


รูปที่ ก.16 วงจรควบคุมการทำงานด้วยไมโครคอนโทรลเลอร์
เชื่อมต่อส่วนบนและส่วนล่าง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ ก.17 วงจรควบคุมการทำงานด้วยไมโครคอนโทรลเลอร์
เชื่อมต่อส่วนล่างกับวงจรขับมอเตอร์



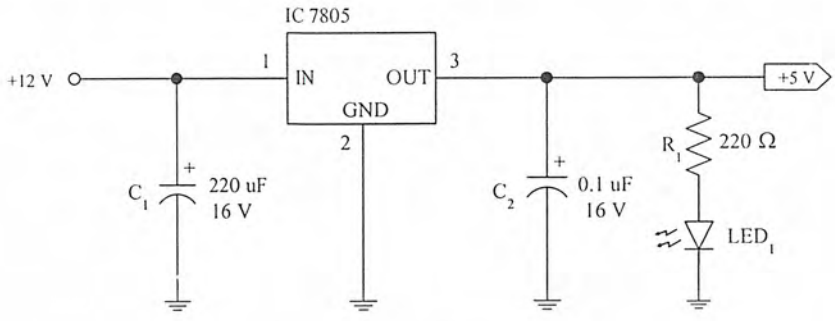
รูปที่ ก.18 วงจรหน่วงเวลา

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

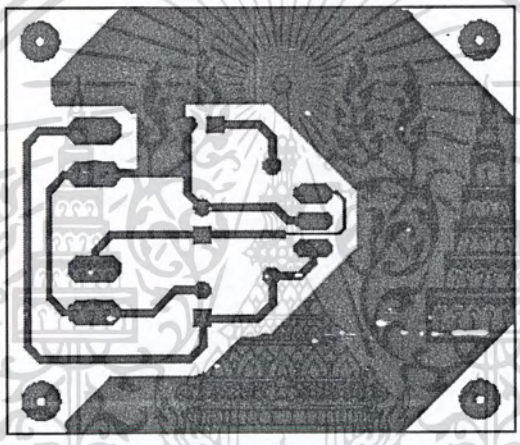
ภาคผนวก ข

วงจรและแผ่นวงจรพิมพ์

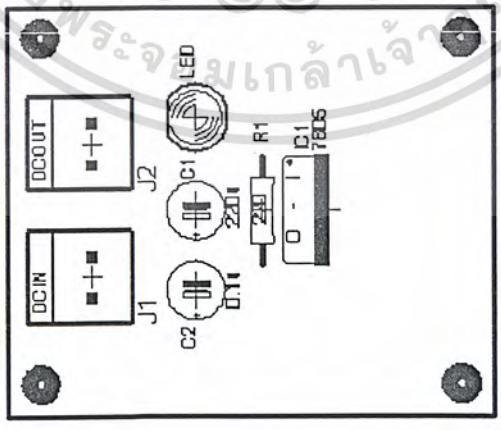
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ ข.1 วงจรแหล่งจ่ายไฟ

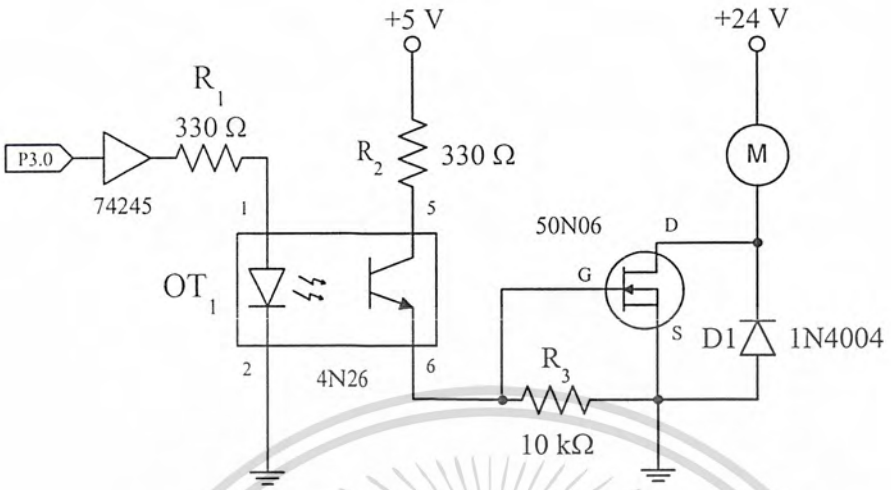


รูปที่ ข.2 แผ่นวงจรพิมพ์วงจรแหล่งจ่ายไฟ

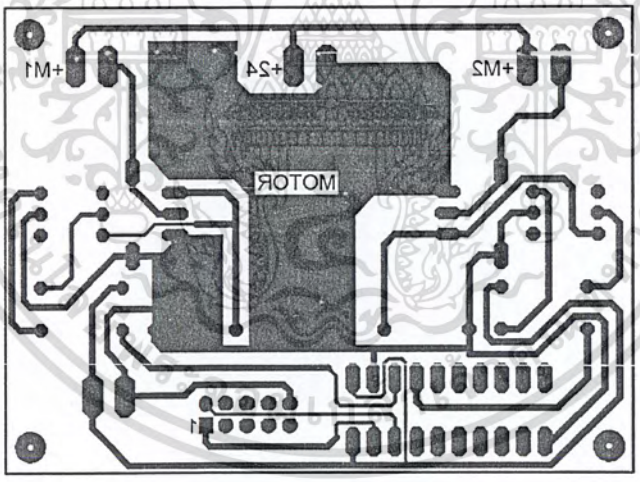


รูปที่ ข.3 การวางอุปกรณ์วงจรแหล่งจ่ายไฟ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

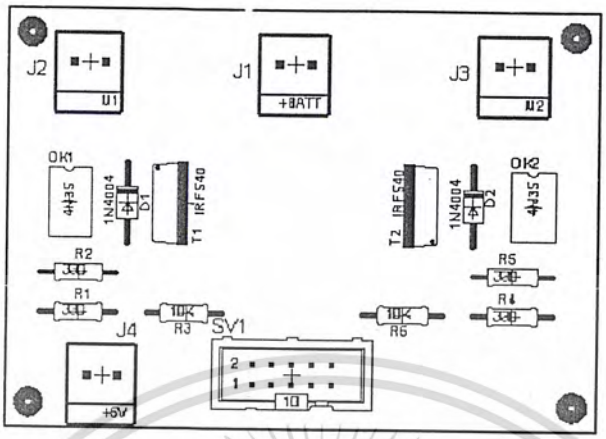


รูปที่ ข.4 วงจรขับมอเตอร์

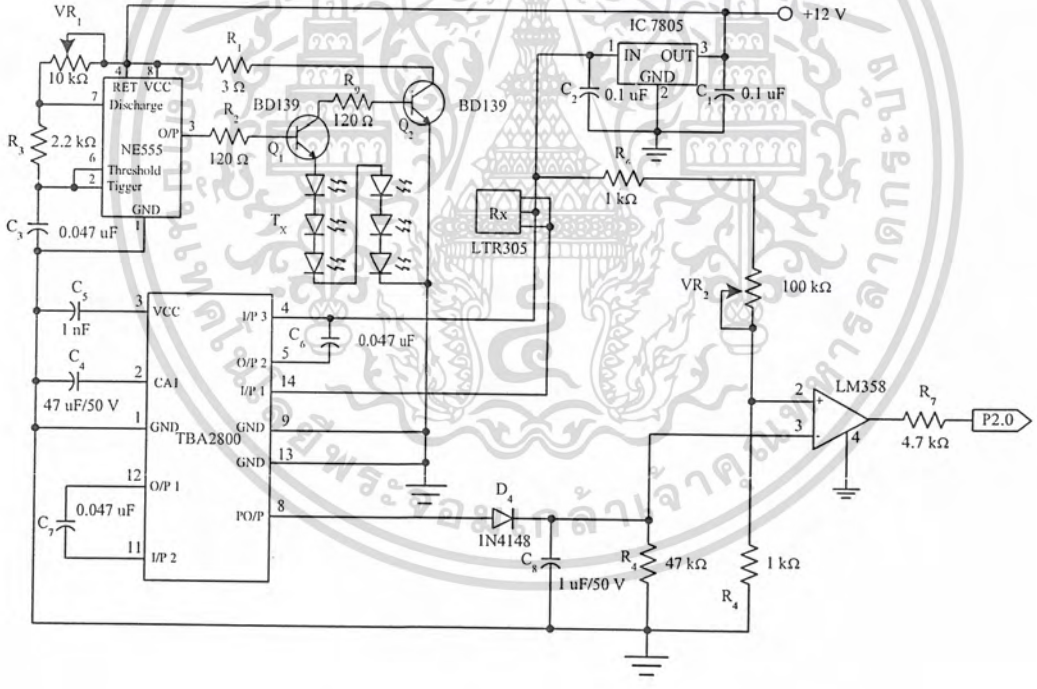


รูปที่ ข.5 แผ่นวงจรพิมพ์วงจรขับมอเตอร์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

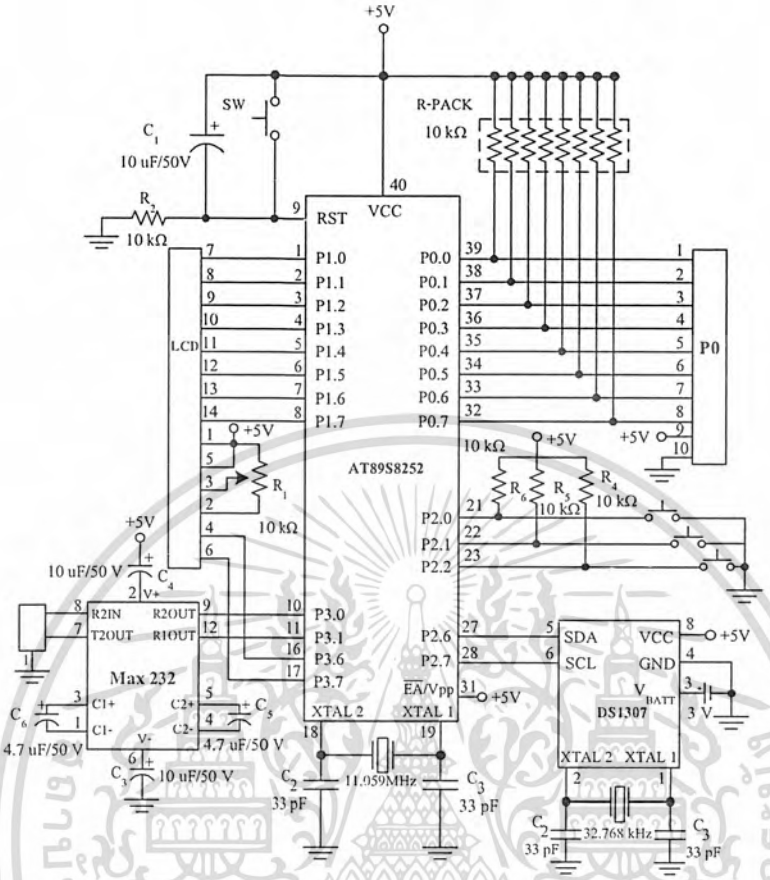


รูปที่ ข.6 การวางอุปกรณ์วงจรขับมอเตอร์

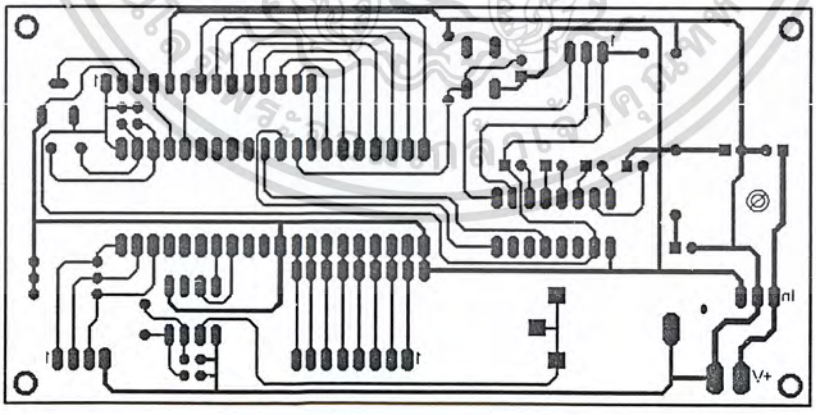


รูปที่ ข.7 วงจรตรวจจับด้วยอินฟราเรด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

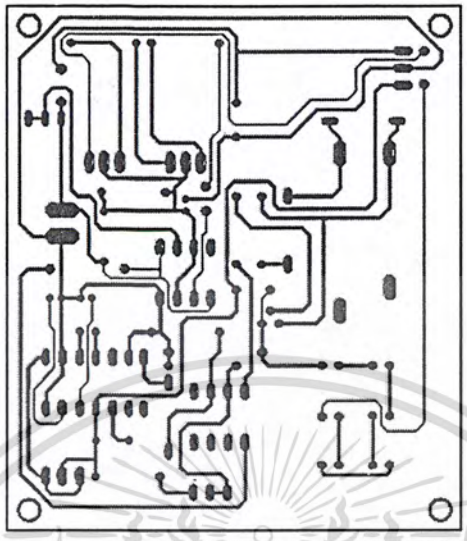


รูปที่ ข.10 วงจรควบคุมการทำงานด้วยไมโครคอนโทรลเลอร์ส่วนบน

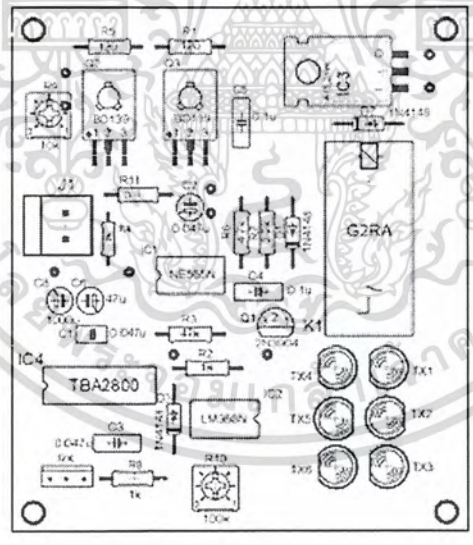


รูปที่ ข.11 แผ่นวงจรพิมพ์วงจรควบคุมการทำงานด้วยไมโครคอนโทรลเลอร์ส่วนบน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

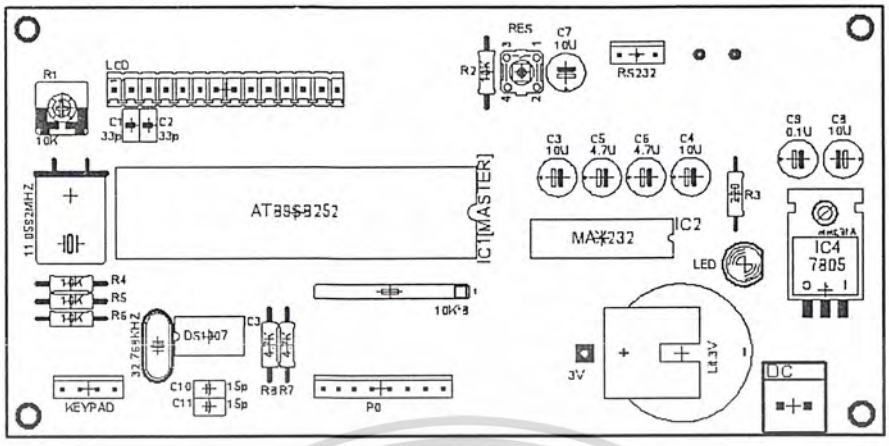


รูปที่ ข.8 แผ่นวงจรพิมพ์วงจรตรวจจับด้วยอินฟราเรด

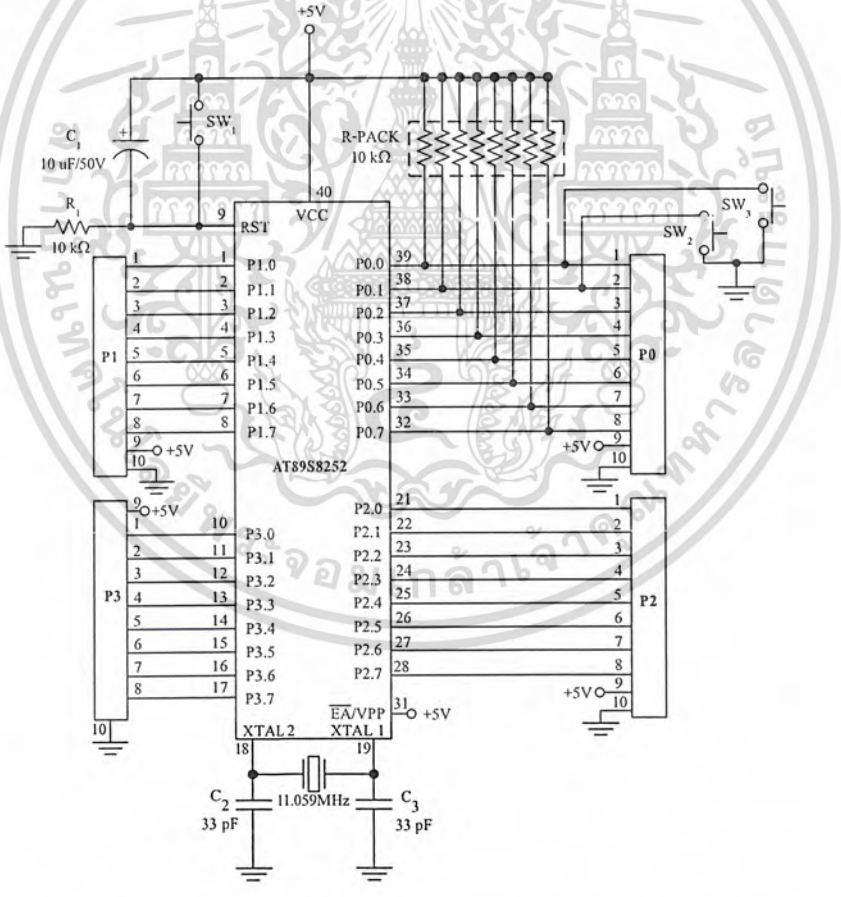


รูปที่ ข.9 การวางอุปกรณ์วงจรตรวจจับด้วยอินฟราเรด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

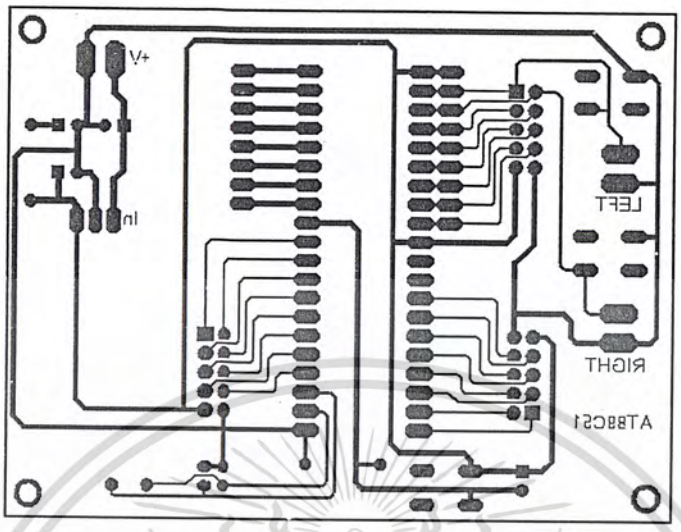


รูปที่ ข.12 การวางอุปกรณ์วงจรควบคุมการทำงานด้วยไมโครคอนโทรลเลอร์ส่วนบน

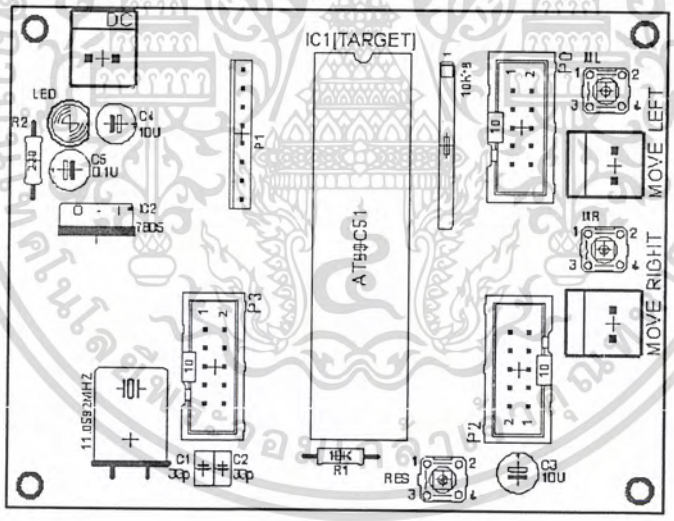


รูปที่ ข.13 วงจรควบคุมการทำงานด้วยไมโครคอนโทรลเลอร์ส่วนล่าง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

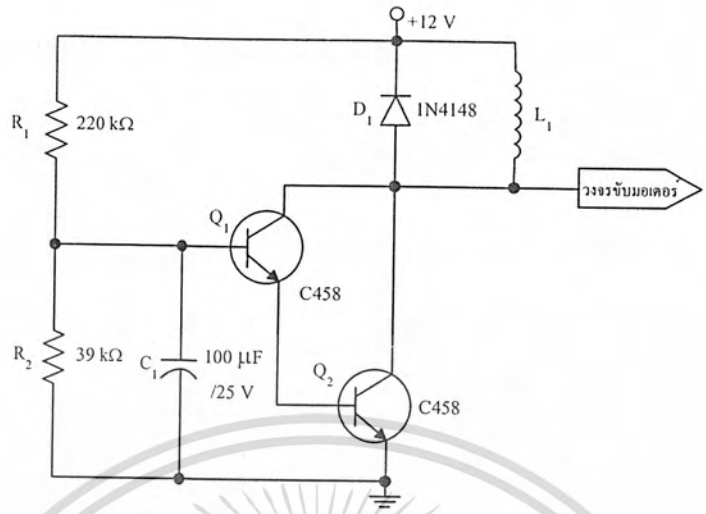


รูปที่ ข.14 แผ่นวงจรพิมพ์วงจรควบคุมการทำงานด้วยไมโครคอนโทรลเลอร์ส่วนล่าง

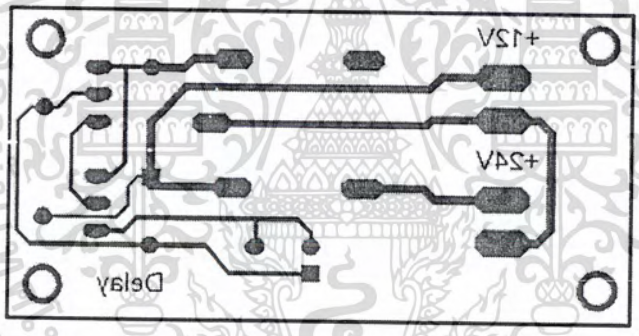


รูปที่ ข.15 การวางอุปกรณ์วงจรควบคุมการทำงานด้วยไมโครคอนโทรลเลอร์ส่วนล่าง

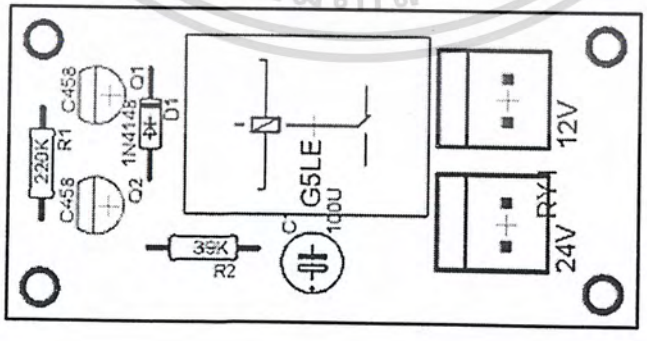
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ ข.16 วงจรหน่วงเวลา



รูปที่ ข.17 แผ่นวงจรพิมพ์วงจรหน่วงเวลา



รูปที่ ข.18 การวางอุปกรณ์วงจรหน่วงเวลา

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ค

รายการอุปกรณ์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ ค.1 รายการอุปกรณ์วงจรแหล่งจ่ายไฟ

ชื่ออุปกรณ์	รายละเอียด	จำนวน
วงจรรวม		
IC1	L7805CV	1 ตัว
อุปกรณ์สารกึ่งตัวนำ		
D1	ไดโอดเปล่งแสง	1 ตัว
ตัวเก็ปประจุ		
C1	220 µF 16 V	1 ตัว
C2	1 µF 50 V	1 ตัว
ตัวความต้านทาน		
R1	3.3 kΩ 1/4 W	1 ตัว
อุปกรณ์อื่นๆ		
J1, J2	คอนเน็กเตอร์ 2 พิน	2 ตัว

ตารางที่ ค.2 รายการอุปกรณ์วงจรขับมอเตอร์

ชื่ออุปกรณ์	รายละเอียด	จำนวน
วงจรรวม		
IC1	4N26	1 ตัว
อุปกรณ์สารกึ่งตัวนำ		
D1	1N4004	1 ตัว
Q1	RFP50N06	1 ตัว
ตัวความต้านทาน		
R1, R2	330 Ω 1/2 W	2 ตัว
R3	10 kΩ 1/2 W	1 ตัว
อุปกรณ์อื่นๆ		
J1, J2	คอนเน็กเตอร์ 2 พิน	2 ตัว
J3	คอนเน็กเตอร์ 10 พิน	1 ตัว

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ ค.3 รายการอุปกรณ์วงจรตรวจจับด้วยอินฟราเรด

ชื่ออุปกรณ์	รายละเอียด	จำนวน
วงจรรวม		
IC1	NE555	1 ตัว
IC2	LM358	1 ตัว
IC3	7805	1 ตัว
IC4	TBA2800	1 ตัว
อุปกรณ์สารกึ่งตัวนำ		
D1-D3	1N4148	3 ตัว
Q1, Q2	BD139	1 ตัว
Q3	2N3904	1 ตัว
ตัวเก็บประจุ		
C1-C3	0.047 µF 50 V	3 ตัว
C4, C5	0.1 µF	2 ตัว
C6	47 µF	1 ตัว
C7	1 µF	1 ตัว
C8	1000 µF	1 ตัว
ตัวความต้านทาน		
R1, R5	120 Ω 1/4 W	1ตัว
R2, R8	1 kΩ 1/4 W	1 ตัว
R3	47 kΩ 1/4 W	1 ตัว
R4	2 kΩ 1/4 W	1 ตัว
R6	4.7 kΩ 1/4 W	2 ตัว
R7	2.2 kΩ 1/4 W	1 ตัว
อุปกรณ์อื่นๆ		
Tx	อินฟราเรด ไดโอด	1 ตัว
Rx	LTR305	1 ตัว

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ ค.4 รายการอุปกรณ์วงจรควบคุมการทำงานด้วยไมโครคอนโทรลเลอร์ส่วนบน

ชื่ออุปกรณ์	รายละเอียด	จำนวน
วงจรรวม		
IC1	AT89S8252	1 ตัว
IC2	MAX232	1 ตัว
IC3	DS1307	1 ตัว
อุปกรณ์สารกึ่งตัวนำ		
XTAL1	11.0592 MHz	1 ตัว
ตัวเก็บประจุ		
C1,C2	33 pF	2 ตัว
C3, C4, C7, C8	10 µF 50 V	4 ตัว
C5, C6	4.7 µF	2 ตัว
C9	0.1 µF	1 ตัว
C10, C11	15 pF	2 ตัว
ตัวความต้านทาน		
R2, R4, R5, R6	10 kΩ	4 ตัว
R3	220 kΩ	1 ตัว
R7, R8	4.7 kΩ	2 ตัว
VR1	10 kΩ	1 ตัว
R-PACK	10 kΩ	1 ตัว
อุปกรณ์อื่นๆ		
S1	สวิตซ์แบบ CE PUSH BUTTON	1 ตัว
J1	คอนเน็กเตอร์ 14 พิน	1 ตัว
J2	คอนเน็กเตอร์ 4 พิน	1 ตัว
J3	คอนเน็กเตอร์ 8 พิน	1 ตัว
J4	คอนเน็กเตอร์ 3 พิน	1 ตัว

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ ค.5 รายการอุปกรณ์วงจรควบคุมการทำงานด้วยไมโครคอนโทรลเลอร์ส่วนล่าง

ชื่ออุปกรณ์	รายละเอียด	จำนวน
วงจรรวม		
IC1	AT89C51	1 ตัว
IC2	7805	1 ตัว
อุปกรณ์สารกึ่งตัวนำ		
XTAL1	11.0592 MHz	1 ตัว
ตัวเก็บประจุ		
C1,C2	33 pF	2 ตัว
C3, C4	10 µF 50 V	2 ตัว
C5	0.1 µF	1 ตัว
ตัวความต้านทาน		
R1	10 kΩ	1 ตัว
R2	220 kΩ	1 ตัว
R-PACK	10 kΩ	1 ตัว
อุปกรณ์อื่นๆ		
S1,S2	สวิตซ์แบบ CE PUSH BUTTON	2 ตัว
J1-J3	คอนเน็กเตอร์ 10 พิน	3 ตัว

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

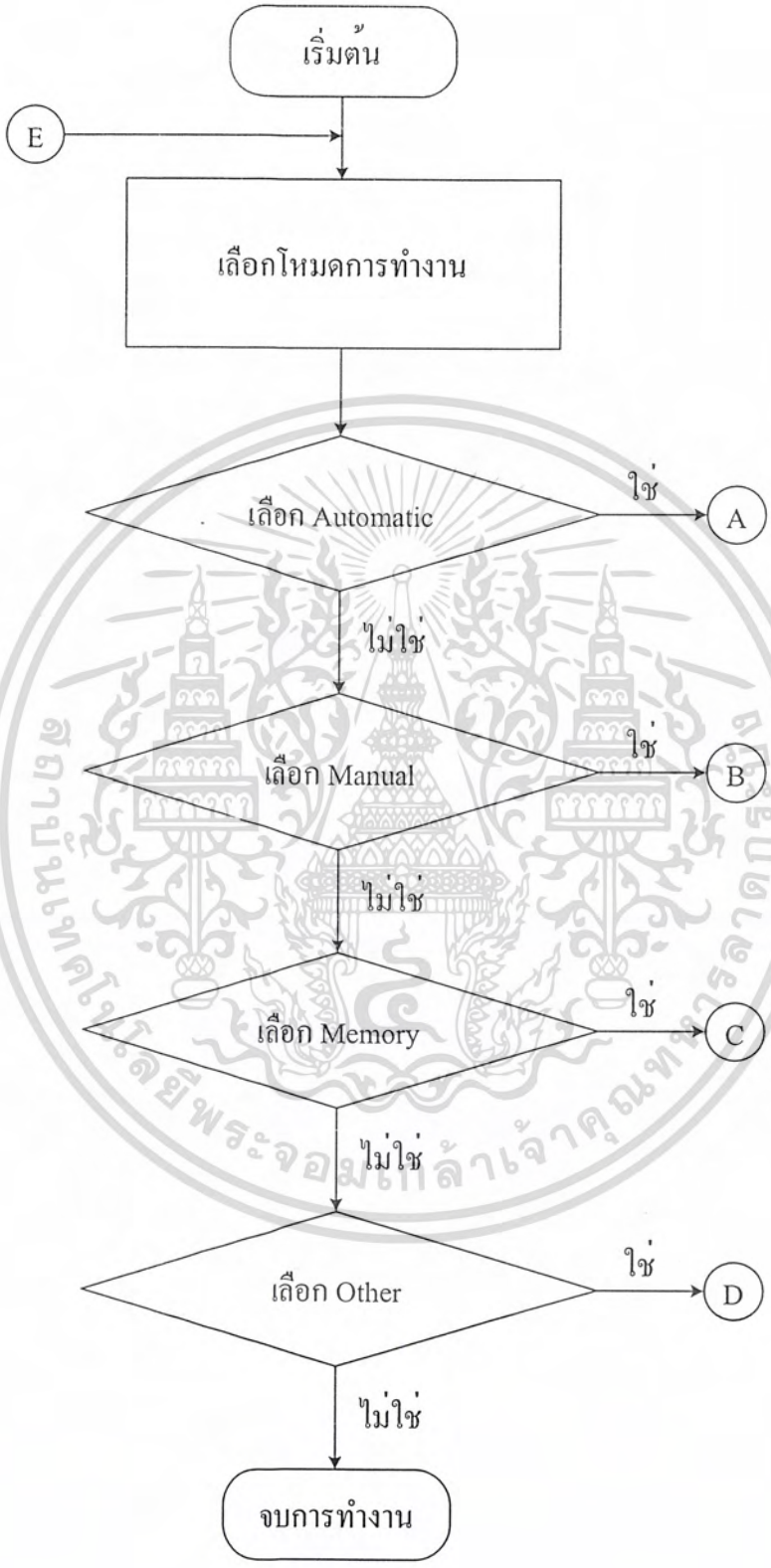
ตารางที่ ค.6 รายการอุปกรณ์วงจรหน่วงเวลา

ชื่ออุปกรณ์	รายละเอียด	จำนวน
อุปกรณ์สารกึ่งตัวนำ		
Q1, Q2	C458	2 ตัว
D1	1N4148	1 ตัว
ตัวเก็บประจุ		
C1	100 µF	1 ตัว
ตัวความต้านทาน		
R1	220 kΩ	1 ตัว
R2	39 kΩ	1 ตัว
อุปกรณ์อื่นๆ		
J1, J2	คอนเน็กเตอร์ 2 พิน	2 ตัว
L1	RELAY 12 VDC	1 ตัว

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

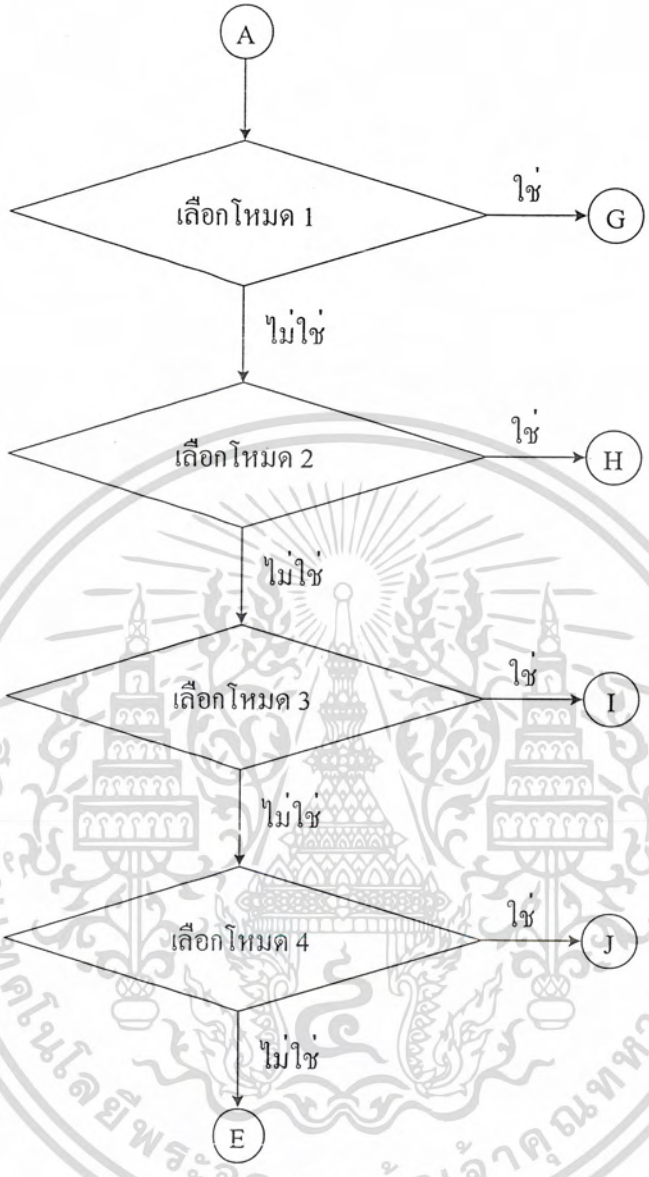
ภาคผนวก ง
แผนผังและรหัสต้นฉบับโปรแกรม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



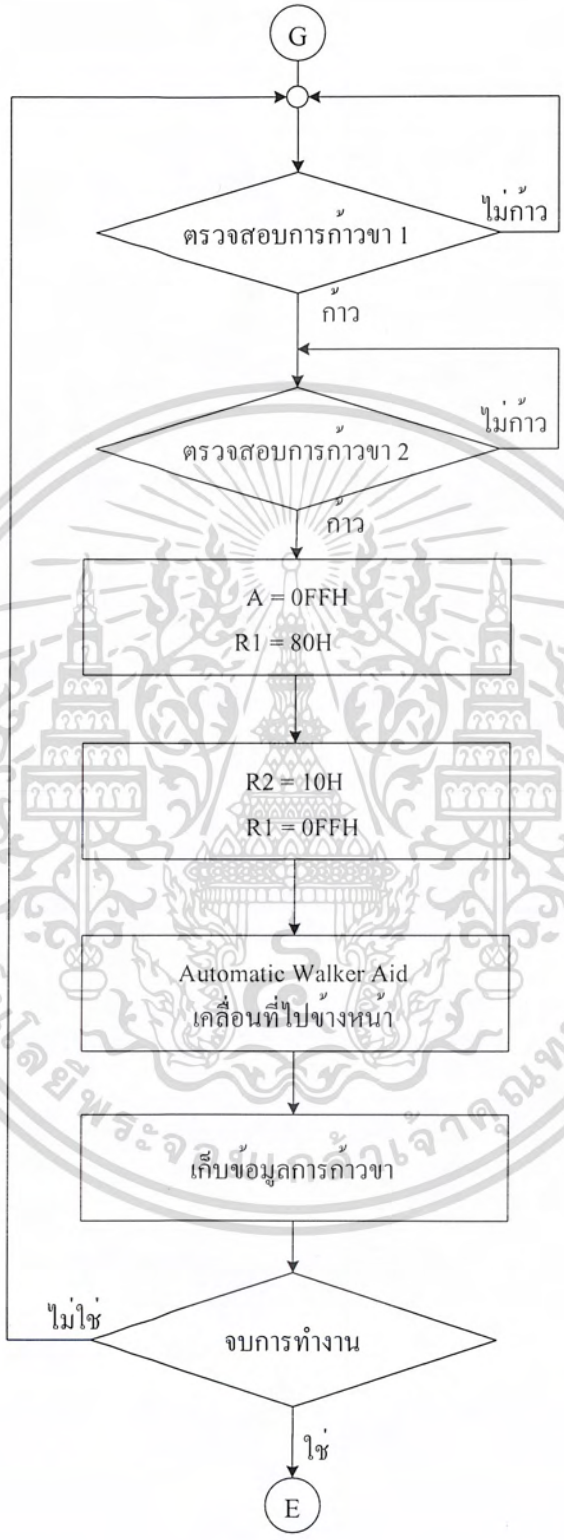
รูปที่ ง.1 แผนผังการทำงานของโปรแกรมควบคุมอุปกรณ์ช่วยเดินอัตโนมัติ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



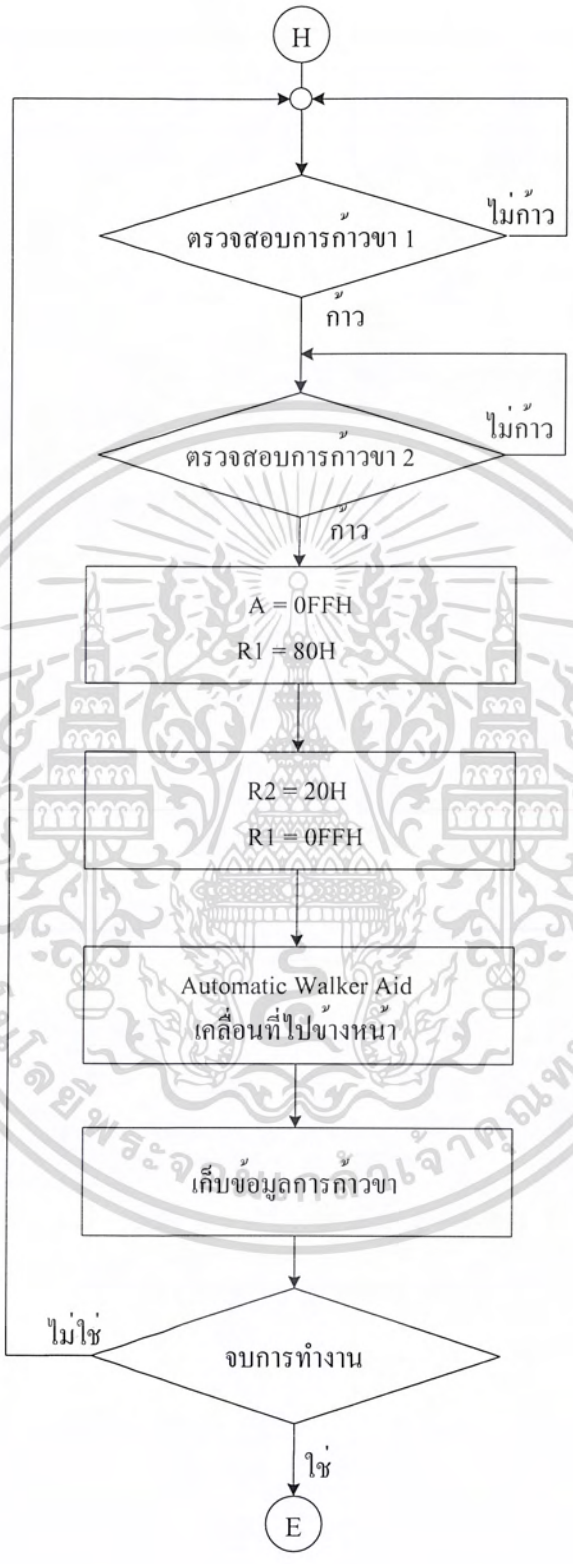
รูปที่ ง.1 (ต่อ) แผนผังการทำงานของโปรแกรมควบคุมอุปกรณ์ช่วยเดินอัตโนมัติ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



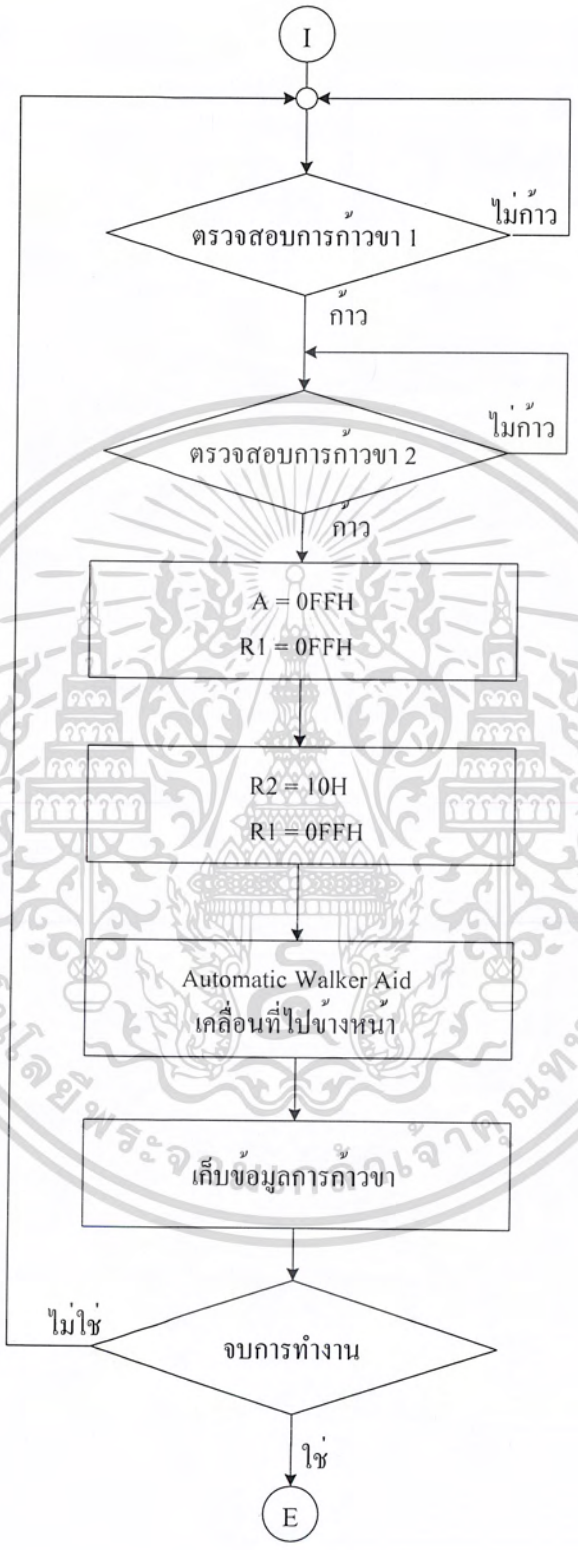
รูปที่ ง.1 (ต่อ) แผนผังการทำงานของโปรแกรมควบคุมอุปกรณ์ช่วยเดินอัตโนมัติ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



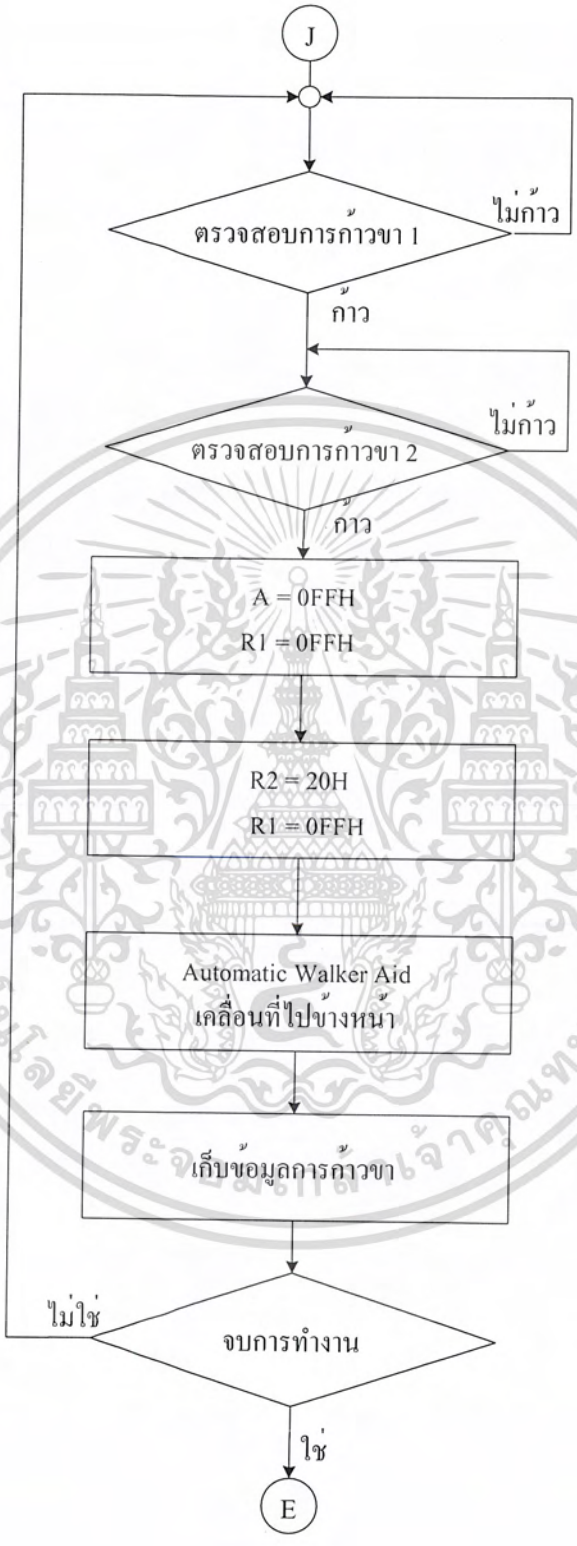
รูปที่ ง.1 (ต่อ) แผนผังการทำงานของโปรแกรมควบคุมอุปกรณ์ช่วยเดินอัตโนมัติ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



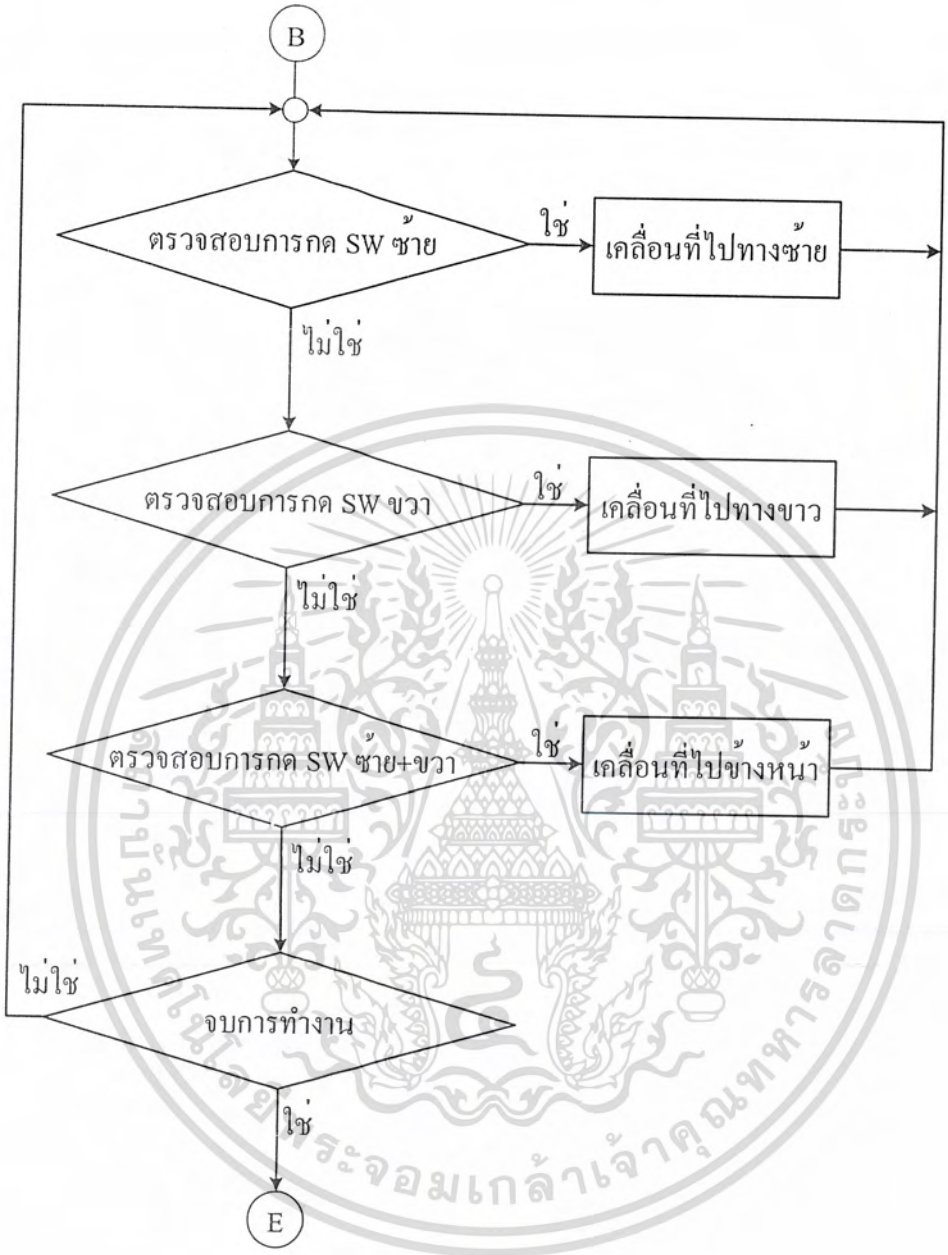
รูปที่ ง.1 (ต่อ) แผนผังการทำงานของโปรแกรมควบคุมอุปกรณ์ช่วยเดินอัตโนมัติ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ ง.1 (ต่อ) แผนผังการทำงานของโปรแกรมควบคุมอุปกรณ์ช่วยเดินอัตโนมัติ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ ง.1 (ต่อ) แผนผังการทำงานของโปรแกรมควบคุมอุปกรณ์ช่วยเดินอัตโนมัติ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รูปที่ ง.1 (ต่อ) แผนผังการทำงานของโปรแกรมควบคุมอุปกรณ์ช่วยเดินอัตโนมัติ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รูปที่ ง.1 (ต่อ) แผนผังการทำงานของโปรแกรมควบคุมอุปกรณ์ช่วยเดินอัตโนมัติ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

โปรแกรมควบคุมการใช้งานอุปกรณ์ช่วยเดินอัตโนมัติ

```
;PROGRAM FOR 89S8252

            ORG   0000H

DOWN_SW             BIT   P2.6
SELECT_SW   BIT     P2.5
UP_SW       BIT     P2.7
SDA         BIT     P2.0
SCL         BIT     P2.1

LCD_EN              BIT   P3.6
LCD_RS              BIT   P3.7
LCD_ADDR    EQU     30H
LCD_DATA    EQU     31H

LCD_PTR             EQU   32H
I2C_ADDR    EQU     33H
I2C_DATA    EQU     34H
SW_DATA             EQU   35H
BUFFER              EQU   36H

SECONDS             EQU   40H
MINUTES             EQU   41H
HOURS       EQU     42H
DAY         EQU     43H
DATE        EQU     44H
MONTH       EQU     45H
YEAR        EQU     46H
CONTROL             EQU   47H
COUNTER             EQU   48H
MODE_X              EQU   49H

FLAG        EQU     2FH
I2C_ACK             BIT   FLAG.0

RTC_ID              EQU   11010001B

WMCON       EQU     96H

;*****************POWER ON*****************
            MOV   P0,#0FFH
            MOV   P2,#07H
            MOV   P3,#00H
            SETB  SDA
            SETB  SCL
            CLR   LCD_EN
            CLR   LCD_RS

MAIN:       LCALL INIT_LCD
            MOV   SP,55H

LOOP:       MOV   LCD_ADDR,#00H
            LCALL SET_ADDR_LCD
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
            MOV   DPTR,#TITLE1
            LCALL WRLINE_LCD
            MOV   LCD_ADDR,#40H
            LCALL SET_ADDR_LCD
            MOV   DPTR,#TITLE2
            LCALL WRLINE_LCD
            LCALL LCD_OFF
            LCALL DELAY_1SS
            LCALL LCD_ON
            LCALL DELAY_1SS
            LCALL LCD_OFF
            LCALL DELAY_1SS
            LCALL LCD_ON
            LCALL DELAY_1SS
            LCALL LCD_OFF
            LCALL DELAY_1SS
            LCALL LCD_ON
            LCALL DELAY_1SS
;*****************SELECT 0*****************
DISP0:            MOV   LCD_ADDR,#00H
            LCALL SET_ADDR_LCD
            MOV   DPTR,#TITLE3
            LCALL WRLINE_LCD
            MOV   LCD_ADDR,#40H
            LCALL SET_ADDR_LCD
            MOV   DPTR,#TITLE4
            LCALL WRLINE_LCD
            LCALL DELAY_1SS

GOTO_TIME:  SETB  RS0
            CLR   RS1
            MOV   R2,#080H
GOTO_TIME1: MOV   R3,#0FFH
GOTO_TIME2: MOV   R4,#0FFH
SCAN0:            JNB   SELECT_SW,AUTOMATIC
            JNB   DOWN_SW,JMTDISP1
            DJNZ  R4,SCAN0
            DJNZ  R3,GOTO_TIME2
            DJNZ  R2,GOTO_TIME1
            LCALL DISP_TIME
            CLR   RS0
            CLR   RS1
            AJMP  DISP0

JMTDISP1:   AJMP  DISP1

;***************AUTOMATIC MODE**************
AUTOMATIC:  MOV   LCD_ADDR,#00H
            LCALL SET_ADDR_LCD
            MOV   DPTR,#TITLE3_1
            LCALL WRLINE_LCD
            MOV   LCD_ADDR,#40H
            LCALL SET_ADDR_LCD
            MOV   DPTR,#TITLE3_2
            LCALL WRLINE_LCD
            LCALL DELAY_1SS

SCAN3_0:    JNB   SELECT_SW,MODE1
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
            JNB    DOWN_SW,DISP3_1
            AJMP   SCAN3_0

;*********************MODE 1*****************
MODE1:              MOV    LCD_ADDR,#00H
            LCALL SET_ADDR_LCD
            MOV    DPTR,#MODE1_1
            LCALL WRLINE_LCD
            MOV    LCD_ADDR,#40H
            LCALL SET_ADDR_LCD
            MOV    DPTR,#TITLE5_2
            LCALL WRLINE_LCD
            MOV    P0,#0FEH
            LCALL DELAY_1SS
            MOV    P0,#0FFH

OUT0:       JNB    SELECT_SW,OUT0_0
            AJMP   OUT0
OUT0_0:             MOV    LCD_ADDR,#00H
            LCALL SET_ADDR_LCD
            MOV    DPTR,#SAVE_DATA
            LCALL WRLINE_LCD
            MOV    LCD_ADDR,#40H
            LCALL SET_ADDR_LCD
            MOV    DPTR,#PLEASE
            LCALL WRLINE_LCD
            MOV    P0,#7FH
            LCALL DELAY_1SS
            MOV    P0,#0FFH
            LCALL DELAY_1SS
            MOV    A,P0
            MOV    COUNTER,A
            MOV    MODE_X,#01H
            LCALL CHK_ADDR
            AJMP   AUTOMATIC

DISP3_1:    MOV    LCD_ADDR,#00H
            LCALL SET_ADDR_LCD
            MOV    DPTR,#TITLE3_3
            LCALL WRLINE_LCD
            MOV    LCD_ADDR,#40H
            LCALL SET_ADDR_LCD
            MOV    DPTR,#TITLE3_4
            LCALL WRLINE_LCD
            LCALL DELAY_1SS

SCAN3_1:    JNB    UP_SW,SUB_AUTOMATIC1
            JNB    SELECT_SW,MODE2
            JNB    DOWN_SW,DISP3_2
            AJMP   SCAN3_1

SUB_AUTOMATIC1:   AJMP  AUTOMATIC
;*********************MODE 2*****************
MODE2:              MOV    LCD_ADDR,#00H
            LCALL SET_ADDR_LCD
            MOV    DPTR,#MODE2_1
            LCALL WRLINE_LCD
            MOV    LCD_ADDR,#40H
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
                LCALL SET_ADDR_LCD
                MOV   DPTR,#TITLE5_2
                LCALL WRLINE_LCD
                MOV   P0,#0FDH
                LCALL DELAY_1SS
                MOV   P0,#0FFH
OUT1:           JNB   SELECT_SW,OUT1_1
                AJMP  OUT1
OUT1_1:               MOV   LCD_ADDR,#00H
                LCALL SET_ADDR_LCD
                MOV   DPTR,#SAVE_DATA
                LCALL WRLINE_LCD
                MOV   LCD_ADDR,#40H
                LCALL SET_ADDR_LCD
                MOV   DPTR,#PLEASE
                LCALL WRLINE_LCD
                MOV   P0,#7FH
                LCALL DELAY_1SS
                MOV   P0,#0FFH
                LCALL DELAY_1SS
                MOV   A,P0
                MOV   COUNTER,A
                MOV   MODE_X,#02H
                LCALL CHK_ADDR
                AJMP  AUTOMATIC

DISP3_2:        MOV   LCD_ADDR,#00H
                LCALL SET_ADDR_LCD
                MOV   DPTR,#TITLE3_5
                LCALL WRLINE_LCD
                MOV   LCD_ADDR,#40H
                LCALL SET_ADDR_LCD
                MOV   DPTR,#TITLE3_6
                LCALL WRLINE_LCD
                LCALL DELAY_1SS

SCAN3_2:        JNB   UP_SW,DISP3_1_1
                JNB   SELECT_SW,MODE3
                JNB   DOWN_SW,DISP3_3
                AJMP  SCAN3_2

DISP3_1_1:      AJMP  DISP3_1

;*******************MODE 3*****************
MODE3:                MOV   LCD_ADDR,#00H
                LCALL SET_ADDR_LCD
                MOV   DPTR,#MODE3_1
                LCALL WRLINE_LCD
                MOV   LCD_ADDR,#40H
                LCALL SET_ADDR_LCD
                MOV   DPTR,#TITLE5_2
                LCALL WRLINE_LCD
                MOV   P0,#0FBH
                LCALL DELAY_1SS
                MOV   P0,#0FFH
OUT2:           JNB   SELECT_SW,OUT2_2
                AJMP  OUT2
OUT2_2:               MOV   LCD_ADDR,#00H
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
            LCALL SET_ADDR_LCD
            MOV   DPTR,#SAVE_DATA
            LCALL WRLINE_LCD
            MOV   LCD_ADDR,#40H
            LCALL SET_ADDR_LCD
            MOV   DPTR,#PLEASE
            LCALL WRLINE_LCD
            MOV   P0,#7FH
            LCALL DELAY_1SS
            MOV   P0,#0FFH
            LCALL DELAY_1SS
            MOV   A,P0
            MOV   COUNTER,A
            MOV   MODE_X,#03H
            LCALL CHK_ADDR
            AJMP  AUTOMATIC

DISP3_3:    MOV   LCD_ADDR,#00H
            LCALL SET_ADDR_LCD
            MOV   DPTR,#TITLE3_7
            LCALL WRLINE_LCD
            MOV   LCD_ADDR,#40H
            LCALL SET_ADDR_LCD
            MOV   DPTR,#TITLE3_8
            LCALL WRLINE_LCD
            LCALL DELAY_1SS

SCAN3_3:    JNB   UP_SW,DISP3_2_2
            JNB   SELECT_SW,MODE4
            JNB   DOWN_SW,DISP3_4
            AJMP  SCAN3_3

DISP3_2_2:  AJMP  DISP3_2

;*********************MODE 4*****************
MODE4:            MOV   LCD_ADDR,#00H
            LCALL SET_ADDR_LCD
            MOV   DPTR,#MODE4_1
            LCALL WRLINE_LCD
            MOV   LCD_ADDR,#40H
            LCALL SET_ADDR_LCD
            MOV   DPTR,#TITLE5_2
            LCALL WRLINE_LCD
            MOV   P0,#0F7H
            LCALL DELAY_1SS
            MOV   P0,#0FFH
OUT3:       JNB   SELECT_SW,OUT3_3
            AJMP  OUT3
OUT3_3:           MOV   LCD_ADDR,#00H
            LCALL SET_ADDR_LCD
            MOV   DPTR,#SAVE_DATA
            LCALL WRLINE_LCD
            MOV   LCD_ADDR,#40H
            LCALL SET_ADDR_LCD
            MOV   DPTR,#PLEASE
            LCALL WRLINE_LCD
            MOV   P0,#7FH
            LCALL DELAY_1SS
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
             MOV   P0,#0FFH
             LCALL DELAY_1SS
             MOV   A,P0
             MOV   COUNTER,A
             MOV   MODE_X,#04H
             LCALL CHK_ADDR
             AJMP  AUTOMATIC

DISP3_4:     MOV   LCD_ADDR,#00H
             LCALL SET_ADDR_LCD
             MOV   DPTR,#TITLE3_9
             LCALL WRLINE_LCD
             MOV   LCD_ADDR,#40H
             LCALL SET_ADDR_LCD
             MOV   DPTR,#TITLE3_10
             LCALL WRLINE_LCD
             LCALL DELAY_1SS

SCAN3_4:     JNB   UP_SW,DISP3_3_3
             JNB   SELECT_SW,JMTDISP0_1
             AJMP  SCAN3_4

JMTDISP0_1:  AJMP  DISP0
DISP3_3_3:   AJMP  DISP3_3
;************STORE DATA TO MEMORY**********
CHK_ADDR:    LCALL RTC_RD
             MOV   DPTR,#00A0H
             LCALL READ_EE
             CJNE  A,#0FFH,WR_MEMORY1
             MOV   DPTR,#00A0H
             MOV   A,#00H
             LCALL WRITE_EE

WR_MEMORY1:  CJNE  A,#00H,WR_MEMORY2
             MOV   DPTR,#0000H
             LCALL WRITE_DATA
             MOV   DPTR,#00A0H
             MOV   A,#01H
             LCALL WRITE_EE
             RET

WR_MEMORY2:  CJNE  A,#01H,WR_MEMORY3
             MOV   DPTR,#0010H
             LCALL WRITE_DATA
             MOV   DPTR,#00A0H
             MOV   A,#02H
             LCALL WRITE_EE
             RET

WR_MEMORY3:  CJNE  A,#02H,WR_MEMORY4
             MOV   DPTR,#0020H
             LCALL WRITE_DATA
             MOV   DPTR,#00A0H
             MOV   A,#03H
             LCALL WRITE_EE
             RET

WR_MEMORY4:  CJNE  A,#03H,WR_MEMORY5
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
            MOV   DPTR,#0030H
            LCALL WRITE_DATA
            MOV   DPTR,#00A0H
            MOV   A,#04H
            LCALL WRITE_EE
            RET

WR_MEMORY5: CJNE  A,#04H,WR_MEMORY6
            MOV   DPTR,#0040H
            LCALL WRITE_DATA
            MOV   DPTR,#00A0H
            MOV   A,#05H
            LCALL WRITE_EE
            RET

WR_MEMORY6: CJNE  A,#05H,WR_MEMORY7
            MOV   DPTR,#0050H
            LCALL WRITE_DATA
            MOV   DPTR,#00A0H
            MOV   A,#06H
            LCALL WRITE_EE
            RET

WR_MEMORY7: CJNE  A,#06H,WR_MEMORY8
            MOV   DPTR,#0060H
            LCALL WRITE_DATA
            MOV   DPTR,#00A0H
            MOV   A,#07H
            LCALL WRITE_EE
            RET

WR_MEMORY8: CJNE  A,#07H,WR_MEMORY9
            MOV   DPTR,#0070H
            LCALL WRITE_DATA
            MOV   DPTR,#00A0H
            MOV   A,#08H
            LCALL WRITE_EE
            RET

WR_MEMORY9: CJNE  A,#08H,WR_MEMORY10
            MOV   DPTR,#0080H
            LCALL WRITE_DATA
            MOV   DPTR,#00A0H
            MOV   A,#09H
            LCALL WRITE_EE
            RET

WR_MEMORY10:      MOV   DPTR,#0090H
            LCALL WRITE_DATA
            MOV   DPTR,#00A0H
            MOV   A,#00H
            LCALL WRITE_EE
            RET

;************WRITE DATA TO EEPROM***********
WRITE_DATA: MOV   A,DATE
            LCALL WRITE_EE
            INC   DPTR
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
            MOV   A,MONTH
            LCALL WRITE_EE
            INC   DPTR

            MOV   A,YEAR
            LCALL WRITE_EE
            INC   DPTR

            MOV   A,HOURS
            LCALL WRITE_EE
            INC   DPTR

            MOV   A,MINUTES
            LCALL WRITE_EE
            INC   DPTR

            MOV   A,COUNTER
            LCALL WRITE_EE
            INC   DPTR

            MOV   A,MODE_X
            LCALL WRITE_EE

            RET

;*******SUB PROGRAM READ-WRITE EEPROM*******
READ_EE:    MOV   WMCON,#00001000B
            MOVX  A,@DPTR
            MOV   WMCON,#00000000B
            RET

WRITE_EE:   MOV   WMCON,#00011000B
            MOVX  @DPTR,A
            ACALL DELAY_WR
            MOV   WMCON,#00000000B
            RET

DELAY_WR:   MOV   R2,#6
DELAY_WR1:  MOV   R3,#0
            DJNZ  R3,$
            DJNZ  R4,DELAY_WR1
            RET

;******************SELECT 1*****************
DISP1:            MOV   LCD_ADDR,#00H
            LCALL SET_ADDR_LCD
            MOV   DPTR,#TITLE5
            LCALL WRLINE_LCD
            MOV   LCD_ADDR,#40H
            LCALL SET_ADDR_LCD
            MOV   DPTR,#TITLE6
            LCALL WRLINE_LCD
            LCALL DELAY_1SS

GOTO_TIME3: SETB  RS0
            CLR   RS1
            MOV   R2,#0FFH
GOTO_TIME4: MOV   R3,#0FFH
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
GOTO_TIME5: MOV   R4,#0FFH
SCAN1:            JNB   UP_SW,JMTDISP0
            JNB   SELECT_SW,MANUAL
            JNB   DOWN_SW,DISP2
            DJNZ  R4,SCAN1
            DJNZ  R3,GOTO_TIME5
            DJNZ  R2,GOTO_TIME4
            LCALL DISP_TIME
            CLR   RS0
            CLR   RS1
            AJMP  DISP1

JMTDISP0:   AJMP  DISP0

;*****************MANUAL MODE**************
MANUAL:           MOV   LCD_ADDR,#00H
            LCALL SET_ADDR_LCD
            MOV   DPTR,#TITLE5_1
            LCALL WRLINE_LCD
            MOV   LCD_ADDR,#40H
            LCALL SET_ADDR_LCD
            MOV   DPTR,#TITLE5_2
            LCALL WRLINE_LCD
            MOV   P0,#0EFH
            LCALL DELAY_1SS
            MOV   P0,#0FFH
BACK0:            JNB   SELECT_SW,BACK0_0
            AJMP  BACK0

BACK0_0:    MOV   P0,#7FH
            LCALL DELAY_1SS
            MOV   P0,#0FFH
            AJMP  DISP1

;*****************SELECT 2*****************
DISP2:            MOV   LCD_ADDR,#00H
            LCALL SET_ADDR_LCD
            MOV   DPTR,#TITLE7
            LCALL WRLINE_LCD
            MOV   LCD_ADDR,#40H
            LCALL SET_ADDR_LCD
            MOV   DPTR,#TITLE8
            LCALL WRLINE_LCD
            LCALL DELAY_1SS

GOTO_TIME6: SETB  RS0
            CLR   RS1
            MOV   R2,#0FFH
GOTO_TIME7: MOV   R3,#0FFH
GOTO_TIME8: MOV   R4,#0FFH
SCAN2:            JNB   UP_SW,GO_DISP1
            JNB   SELECT_SW,SHOW_MEM1
            JNB   DOWN_SW,GO_DISP3
            DJNZ  R4,SCAN2
            DJNZ  R3,GOTO_TIME8
            DJNZ  R2,GOTO_TIME7
            LCALL DISP_TIME
            CLR   RS0
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
            CLR   RS1
            AJMP  DISP2

GO_DISP1:   LJMP  DISP1
GO_DISP3:   LJMP  DISP3
;           AJMP  SCAN2

;*****************MEMORY MODE***************
SHOW_MEM1:  MOV   DPTR,#0000H
            LCALL READ_DATA
            MOV   LCD_ADDR,#01H
            LCALL SET_ADDR_LCD
            MOV   LCD_DATA,#'1'
            LCALL WRCHAR_LCD
            MOV   LCD_ADDR,#02H
            LCALL SET_ADDR_LCD
            MOV   LCD_DATA,#')'
            LCALL WRCHAR_LCD
            LCALL DELAY_1SS
SHIFT2:           JNB   UP_SW,SHOW_BACK1
            JNB   DOWN_SW,SHOW_MEM2
            AJMP  SHIFT2
SHOW_BACK1: AJMP  SHOW_BACK

SHOW_MEM2:  MOV   DPTR,#0010H
            LCALL READ_DATA
            MOV   LCD_ADDR,#01H
            LCALL SET_ADDR_LCD
            MOV   LCD_DATA,#'2'
            LCALL WRCHAR_LCD
            MOV   LCD_ADDR,#02H
            LCALL SET_ADDR_LCD
            MOV   LCD_DATA,#')'
            LCALL WRCHAR_LCD
            LCALL DELAY_1SS
SHIFT3:           JNB   UP_SW,SHOW_MEM1
            JNB   DOWN_SW,SHOW_MEM3
            AJMP  SHIFT3

SHOW_MEM3:  MOV   DPTR,#0020H
            LCALL READ_DATA
            MOV   LCD_ADDR,#01H
            LCALL SET_ADDR_LCD
            MOV   LCD_DATA,#'3'
            LCALL WRCHAR_LCD
            MOV   LCD_ADDR,#02H
            LCALL SET_ADDR_LCD
            MOV   LCD_DATA,#')'
            LCALL WRCHAR_LCD
            LCALL DELAY_1SS
SHIFT4:           JNB   UP_SW,SHOW_MEM2
            JNB   DOWN_SW,SHOW_MEM4
            AJMP  SHIFT4

SHOW_MEM4:  MOV   DPTR,#0030H
            LCALL READ_DATA
            MOV   LCD_ADDR,#01H
            LCALL SET_ADDR_LCD
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
            MOV   LCD_DATA,#'4'
            LCALL WRCHAR_LCD
            MOV   LCD_ADDR,#02H
            LCALL SET_ADDR_LCD
            MOV   LCD_DATA,#')'
            LCALL WRCHAR_LCD
            LCALL DELAY_1SS
SHIFT5:           JNB   UP_SW,SHOW_MEM3
            JNB   DOWN_SW,SHOW_MEM5
            AJMP  SHIFT5

SHOW_MEM5:  MOV   DPTR,#0040H
            LCALL READ_DATA
            MOV   LCD_ADDR,#01H
            LCALL SET_ADDR_LCD
            MOV   LCD_DATA,#'5'
            LCALL WRCHAR_LCD
            MOV   LCD_ADDR,#02H
            LCALL SET_ADDR_LCD
            MOV   LCD_DATA,#')'
            LCALL WRCHAR_LCD
            LCALL DELAY_1SS
SHIFT6:           JNB   UP_SW,SHOW_MEM4
            JNB   DOWN_SW,SHOW_MEM6
            AJMP  SHIFT6

SHOW_MEM6:  MOV   DPTR,#0050H
            LCALL READ_DATA
            MOV   LCD_ADDR,#01H
            LCALL SET_ADDR_LCD
            MOV   LCD_DATA,#'6'
            LCALL WRCHAR_LCD
            MOV   LCD_ADDR,#02H
            LCALL SET_ADDR_LCD
            MOV   LCD_DATA,#')'
            LCALL WRCHAR_LCD
            LCALL DELAY_1SS
SHIFT7:           JNB   UP_SW,SHOW_MEM5
            JNB   DOWN_SW,SHOW_MEM7
            AJMP  SHIFT7

SHOW_MEM7:  MOV   DPTR,#0060H
            LCALL READ_DATA
            MOV   LCD_ADDR,#01H
            LCALL SET_ADDR_LCD
            MOV   LCD_DATA,#'7'
            LCALL WRCHAR_LCD
            MOV   LCD_ADDR,#02H
            LCALL SET_ADDR_LCD
            MOV   LCD_DATA,#')'
            LCALL WRCHAR_LCD
            LCALL DELAY_1SS
SHIFT8:           JNB   UP_SW,SHOW_MEM6
            JNB   DOWN_SW,SHOW_MEM8
            AJMP  SHIFT8

SHOW_MEM8:  MOV   DPTR,#0070H
            LCALL READ_DATA
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
            MOV   LCD_ADDR,#01H
            LCALL SET_ADDR_LCD
            MOV   LCD_DATA,#'8'
            LCALL WRCHAR_LCD
            MOV   LCD_ADDR,#02H
            LCALL SET_ADDR_LCD
            MOV   LCD_DATA,#')'
            LCALL WRCHAR_LCD
            LCALL DELAY_1SS
SHIFT9:           JNB   UP_SW,SHOW_MEM7
            JNB   DOWN_SW,SHOW_MEM9
            AJMP  SHIFT9

SHOW_MEM9:  MOV   DPTR,#0080H
            LCALL READ_DATA
            MOV   LCD_ADDR,#01H
            LCALL SET_ADDR_LCD
            MOV   LCD_DATA,#'9'
            LCALL WRCHAR_LCD
            MOV   LCD_ADDR,#02H
            LCALL SET_ADDR_LCD
            MOV   LCD_DATA,#')'
            LCALL WRCHAR_LCD
            LCALL DELAY_1SS
SHIFT10:    JNB   UP_SW,SHOW_MEM8
            JNB   DOWN_SW,SHOW_MEM10
            AJMP  SHIFT10

SHOW_MEM10: MOV   DPTR,#0090H
            LCALL READ_DATA
            MOV   LCD_ADDR,#00H
            LCALL SET_ADDR_LCD
            MOV   LCD_DATA,#'1'
            LCALL WRCHAR_LCD
            MOV   LCD_ADDR,#01H
            LCALL SET_ADDR_LCD
            MOV   LCD_DATA,#'0'
            LCALL WRCHAR_LCD
            MOV   LCD_ADDR,#02H
            LCALL SET_ADDR_LCD
            MOV   LCD_DATA,#')'
            LCALL WRCHAR_LCD
            LCALL DELAY_1SS
SHIFT_BACK: JNB   UP_SW,SHOW_MEM9
            JNB   DOWN_SW,SHOW_BACK
            AJMP  SHIFT_BACK

SHOW_BACK:  MOV   LCD_ADDR,#00H
            LCALL SET_ADDR_LCD
            MOV   DPTR,#TITLE7_1
            LCALL WRLINE_LCD
            MOV   LCD_ADDR,#40H
            LCALL SET_ADDR_LCD
            MOV   DPTR,#TITLE7_2
            LCALL WRLINE_LCD
            LCALL DELAY_1SS

OUT_MEM:    JNB   UP_SW,SHOW_MEM10
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
            JNB   SELECT_SW,OUT_MODE
            JNB   DOWN_SW,SHOW_MEM1_1
            AJMP  OUT_MEM

OUT_MODE:   AJMP  DISP2
SHOW_MEM1_1:      AJMP  SHOW_MEM1

;***********READ DATA FROM EEPROM***********
READ_DATA:  ACALL READ_EE
            CJNE  A,#0FFH,READ_DATA1
            LJMP  EMPTY
READ_DATA1: MOV   DATE,A
            INC   DPTR

            ACALL READ_EE
            MOV   MONTH,A
            INC   DPTR

            ACALL READ_EE
            MOV   YEAR,A
            INC   DPTR

            ACALL READ_EE
            MOV   HOURS,A
            INC   DPTR

            ACALL READ_EE
            MOV   MINUTES,A
            INC   DPTR

            ACALL READ_EE
            MOV   COUNTER,A
            INC   DPTR

            ACALL READ_EE
            MOV   MODE_X,A

;*************SHOW DATA TO LCD**************
            MOV   LCD_ADDR,#00H
            LCALL SET_ADDR_LCD
            MOV   DPTR,#STEP
            LCALL WRLINE_LCD

            MOV   LCD_ADDR,#07H
            LCALL SET_ADDR_LCD
            MOV   A,MODE_X
            ADD   A,#30H
            MOV   LCD_DATA,A
            LCALL WRCHAR_LCD

            MOV   LCD_ADDR,#40H
            LCALL SET_ADDR_LCD
            MOV   LCD_DATA,#' '
            LCALL WRCHAR_LCD
            MOV   LCD_DATA,DATE
            LCALL BCD2LCD
            MOV   LCD_DATA,#' '
            LCALL WRCHAR_LCD
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
            MOV   A,MONTH
            CJNE  A,#010H,WR_CHK_NOV
            MOV   A,#00AH
            AJMP  WRITE_MONTH
WR_CHK_NOV: CJNE  A,#011H,WR_CHK_DEC
            MOV   A,#00BH
            AJMP  WRITE_MONTH
WR_CHK_DEC: CJNE  A,#012H,WRITE_MONTH
            MOV   A,#00CH
WRITE_MONTH:      MOV   LCD_PTR,A
            MOV   DPTR,#MONTH_JAN
            LCALL WR3CHAR_LCD
            MOV   LCD_DATA,#' '
            LCALL WRCHAR_LCD
            MOV   LCD_DATA,YEAR
            LCALL BCD2LCD
            MOV   LCD_DATA,#' '
            LCALL WRCHAR_LCD
            MOV   A,HOURS
            ANL   A,#00110000B
            JZ    WRITE_TIME_0
            SWAP  A
            ADD   A,#030H
            AJMP  WRITE_TIME_X
WRITE_TIME_0:     MOV   A,#' '
WRITE_TIME_X:     MOV   LCD_DATA,A
            LCALL WRCHAR_LCD
            MOV   A,HOURS
            ANL   A,#00001111B
            ADD   A,#030H
            MOV   LCD_DATA,A
            LCALL WRCHAR_LCD
            MOV   LCD_DATA,#':'
            LCALL WRCHAR_LCD
            MOV   LCD_DATA,MINUTES
            LCALL BCD2LCD

;***********COUNTER TO SHOW LCD************
COUNT2LCD:  MOV   A,COUNTER
            CJNE  A,#00H,COUNT1
            AJMP  COUNTX
COUNT1:           CJNE  A,#01H,COUNT2
            AJMP  COUNTX
COUNT2:           CJNE  A,#02H,COUNT3
            AJMP  COUNTX
COUNT3:           CJNE  A,#03H,COUNT4
            AJMP  COUNTX
COUNT4:           CJNE  A,#04H,COUNT5
            AJMP  COUNTX
COUNT5:           CJNE  A,#05H,COUNT6
            AJMP  COUNTX
COUNT6:           CJNE  A,#06H,COUNT7
            AJMP  COUNTX
COUNT7:           CJNE  A,#07H,COUNT8
            AJMP  COUNTX
COUNT8:           CJNE  A,#08H,COUNT9
            AJMP  COUNTX
COUNT9:           CJNE  A,#09H,COUNTXX
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
            AJMP   COUNTX

COUNTXX:    MOV    LCD_ADDR,#09H
            LCALL  SET_ADDR_LCD
            MOV    A,COUNTER
            MOV    DPTR,#DATA
            MOVC   A,@A+DPTR
            ANL    A,#0F0H
            SWAP   A
            ADD    A,#30H
            MOV    LCD_DATA,A
            LCALL  WRCHAR_LCD
            MOV    LCD_ADDR,#0AH
            LCALL  SET_ADDR_LCD
            MOV    A,COUNTER
            MOV    DPTR,#DATA
            MOVC   A,@A+DPTR
            ANL    A,#0FH
            ADD    A,#30H
            MOV    LCD_DATA,A
            LCALL  WRCHAR_LCD
            AJMP   FORWARD

COUNTX:          MOV    LCD_ADDR,#0AH
            LCALL  SET_ADDR_LCD
            MOV    A,COUNTER
            MOV    DPTR,#DATA
            MOVC   A,@A+DPTR
            ADD    A,#30H
            MOV    LCD_DATA,A
            LCALL  WRCHAR_LCD
            LJMP   FORWARD

FORWARD:    RET
;******************NO DATA*****************
EMPTY:           MOV    LCD_ADDR,#00H
            LCALL  SET_ADDR_LCD
            MOV    DPTR,#NO_DATA
            LCALL  WRLINE_LCD
            MOV    LCD_ADDR,#40H
            LCALL  SET_ADDR_LCD
            MOV    DPTR,#NO_DATA1
            LCALL  WRLINE_LCD
            RET

;******************SELECT 3*****************
DISP3:           MOV    LCD_ADDR,#00H
            LCALL  SET_ADDR_LCD
            MOV    DPTR,#TITLE9
            LCALL  WRLINE_LCD
            MOV    LCD_ADDR,#40H
            LCALL  SET_ADDR_LCD
            MOV    DPTR,#TITLE10
            LCALL  WRLINE_LCD
            LCALL  DELAY_1SS
GOTO_TIME9: SETB   RS0
            CLR    RS1
            MOV    R2,#0FFH
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
GOTO_TIME10:        MOV    R3,#0FFH
GOTO_TIME11:        MOV    R4,#0FFH
SCAN3:              JNB    UP_SW,SUB_DISP2
              JNB   SELECT_SW,OTHER
              DJNZ  R4,SCAN3
              DJNZ  R3,GOTO_TIME11
              DJNZ  R2,GOTO_TIME10
              LCALL DISP_TIME
              CLR   RS0
              CLR   RS1
              LJMP  DISP3

SUB_DISP2:    LJMP  DISP2

;****************OTHER MODE*****************
OTHER:              MOV   LCD_ADDR,#00H
              LCALL SET_ADDR_LCD
              MOV   DPTR,#TITLE9_1
              LCALL WRLINE_LCD
              MOV   LCD_ADDR,#40H
              LCALL SET_ADDR_LCD
              MOV   DPTR,#TITLE9_2
              LCALL WRLINE_LCD
              LCALL DELAY_1SS

SCAN9_1:      JNB   SELECT_SW,SET_DATES_1
              JNB   DOWN_SW,DISP9_1
              AJMP  SCAN9_1
SET_DATES_1:  LJMP  SET_DATES

DISP9_1:      MOV   LCD_ADDR,#00H
              LCALL SET_ADDR_LCD
              MOV   DPTR,#TITLE9_3
              LCALL WRLINE_LCD
              MOV   LCD_ADDR,#40H
              LCALL SET_ADDR_LCD
              MOV   DPTR,#TITLE9_4
              LCALL WRLINE_LCD
              LCALL DELAY_1SS

SCAN9_2:      JNB   UP_SW,OTHER
              JNB   SELECT_SW,LINK
              JNB   DOWN_SW,BACK1
              LJMP  SCAN9_2

BACK1:              MOV   LCD_ADDR,#00H
              LCALL SET_ADDR_LCD
              MOV   DPTR,#TITLE9_5
              LCALL WRLINE_LCD
              MOV   LCD_ADDR,#40H
              LCALL SET_ADDR_LCD
              MOV   DPTR,#TITLE9_6
              LCALL WRLINE_LCD
              LCALL DELAY_1SS

SCAN7:              JNB   UP_SW,DISP9_1
              JNB   SELECT_SW,BACK1_1
              AJMP  SCAN7
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
BACK1_1:     LJMP  DISP3
;*************LINK TO COMPUTER**************
LINK:        MOV   LCD_ADDR,#00H
             LCALL SET_ADDR_LCD
             MOV   DPTR,#COMPUTER
             LCALL WRLINE_LCD
             MOV   LCD_ADDR,#40H
             LCALL SET_ADDR_LCD
             MOV   DPTR,#COMPUTER1
             LCALL WRLINE_LCD
             LCALL DELAY_1SS
LINK1:             MOV   DPTR,#0000H
             LCALL READ_MEM
             MOV   A,DATE
             CJNE  A,#0FFH,SEND_EMP1
             LCALL SEND_EMP
             AJMP  SEND_DAT2
SEND_EMP1:   LCALL TX_RS232

SEND_DAT2:   MOV   DPTR,#0010H
             LCALL READ_MEM
             MOV   A,DATE
             CJNE  A,#0FFH,SEND_EMP2
             LCALL SEND_EMP
             AJMP  SEND_DAT3
SEND_EMP2:   LCALL TX_RS232

SEND_DAT3:   MOV   DPTR,#0020H
             LCALL READ_MEM
             MOV   A,DATE
             CJNE  A,#0FFH,SEND_EMP3
             LCALL SEND_EMP
             AJMP  SEND_DAT4
SEND_EMP3:   LCALL TX_RS232

SEND_DAT4:   MOV   DPTR,#0030H
             LCALL READ_MEM
             MOV   A,DATE
             CJNE  A,#0FFH,SEND_EMP4
             LCALL SEND_EMP
             AJMP  SEND_DAT5
SEND_EMP4:   LCALL TX_RS232

SEND_DAT5:   MOV   DPTR,#0040H
             LCALL READ_MEM
             MOV   A,DATE
             CJNE  A,#0FFH,SEND_EMP5
             LCALL SEND_EMP
             AJMP  SEND_DAT6
SEND_EMP5:   LCALL TX_RS232

SEND_DAT6:   MOV   DPTR,#0050H
             LCALL READ_MEM
             MOV   A,DATE
             CJNE  A,#0FFH,SEND_EMP6
             LCALL SEND_EMP
             AJMP  SEND_DAT7
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
SEND_EMP6:   LCALL TX_RS232

SEND_DAT7:   MOV   DPTR,#0060H
             LCALL READ_MEM
             MOV   A,DATE
             CJNE  A,#0FFH,SEND_EMP7
             LCALL SEND_EMP
             AJMP  SEND_DAT8
SEND_EMP7:   LCALL TX_RS232

SEND_DAT8:   MOV   DPTR,#0070H
             LCALL READ_MEM
             MOV   A,DATE
             CJNE  A,#0FFH,SEND_EMP8
             LCALL SEND_EMP
             AJMP  SEND_DAT9
SEND_EMP8:   LCALL TX_RS232

SEND_DAT9:   MOV   DPTR,#0080H
             LCALL READ_MEM
             MOV   A,DATE
             CJNE  A,#0FFH,SEND_EMP9
             LCALL SEND_EMP
             AJMP  SEND_DAT10
SEND_EMP9:   LCALL TX_RS232

SEND_DAT10:  MOV   DPTR,#0090H
             LCALL READ_MEM
             MOV   A,DATE
             CJNE  A,#0FFH,SEND_EMP10
             LCALL SEND_EMP
             AJMP  COMPLETE
SEND_EMP10:  LCALL TX_RS232

COMPLETE:    MOV   LCD_ADDR,#00H
             LCALL SET_ADDR_LCD
             MOV   DPTR,#COMPUTER2
             LCALL WRLINE_LCD
             MOV   LCD_ADDR,#40H
             LCALL SET_ADDR_LCD
             MOV   DPTR,#COMPUTER3
             LCALL WRLINE_LCD

COMPLETE1:   JNB   SELECT_SW,DISP9_1_1
             LJMP  COMPLETE1

DISP9_1_1:   LJMP  DISP9_1
;***********READ DATA FROM EEPROM***********
READ_MEM:    LCALL READ_EEP
             MOV   DATE,A
             INC   DPTR

             LCALL READ_EEP
             MOV   MONTH,A
             INC   DPTR

             LCALL READ_EEP
             MOV   YEAR,A
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
            INC   DPTR

            LCALL READ_EEP
            MOV   HOURS,A
            INC   DPTR

            LCALL READ_EEP
            MOV   MINUTES,A
            INC   DPTR

            LCALL READ_EEP
            MOV   COUNTER,A
            INC   DPTR

            LCALL READ_EEP
            MOV   MODE_X,A
            RET

;**********READ DATA FROM EEPROM***********
READ_EEP:   MOV   WMCON,#00001000B
            MOVX  A,@DPTR
            MOV   WMCON,#00000000B
            RET

;************SEND DATA TO COM.*************
TX_RS232:   MOV   TMOD,#021H
            MOV   TH1,#0E8H
            MOV   TL1,#0E8H
            MOV   SCON,#040H
            SETB  TR1

TX_RS2321:  MOV   A,DATE
            ANL   A,#0F0H
            SWAP  A
            LCALL TX_DATA
            MOV   A,DATE
            ANL   A,#0FH
            LCALL TX_DATA
            LCALL TX_SLATE

            MOV   A,MONTH
            ANL   A,#0F0H
            SWAP  A
            LCALL TX_DATA
            MOV   A,MONTH
            ANL   A,#0FH
            LCALL TX_DATA
            LCALL TX_SLATE

            MOV   A,YEAR
            ANL   A,#0F0H
            SWAP  A
            LCALL TX_DATA
            MOV   A,YEAR
            ANL   A,#0FH
            LCALL TX_DATA

            MOV   A,#20H
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
            MOV   SBUF,A
            JNB   TI,$
            CLR   TI
            LCALL DELAY_100msS

            MOV   A,HOURS
            ANL   A,#0F0H
            SWAP  A
            LCALL TX_DATA
            MOV   A,HOURS
            ANL   A,#0FH
            LCALL TX_DATA
            LCALL TX_COLON

            MOV   A,MINUTES
            ANL   A,#0F0H
            SWAP  A
            LCALL TX_DATA
            MOV   A,MINUTES
            ANL   A,#0FH
            LCALL TX_DATA

            MOV   DPTR,#MODE_TEXT
            LCALL TX_TEXT

            MOV   A,MODE_X
            ANL   A,#0FH
            LCALL TX_DATA

            MOV   A,#20H
            MOV   SBUF,A
            JNB   TI,$
            CLR   TI
            LCALL DELAY_100msS

            MOV   A,#20H
            MOV   SBUF,A
            JNB   TI,$
            CLR   TI
            LCALL DELAY_100msS

            MOV   A,COUNTER
            ANL   A,#0F0H
            SWAP  A
            LCALL TX_DATA
            MOV   A,COUNTER
            ANL   A,#0FH
            LCALL TX_DATA

            MOV   DPTR,#STEP_TEXT
            LCALL TX_TEXT
            RET

;***********SEND DATA TO COMPUTER***********
TX_DATA:    CLR   TI
            ADD   A,#30H
            MOV   SBUF,A
            JNB   TI,$
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
            CLR   TI
            LCALL DELAY_100msS
            RET

TX_SLATE:   CLR   TI
            MOV   A,#2FH
            MOV   SBUF,A
            JNB   TI,$
            CLR   TI
            LCALL DELAY_100msS
            RET

TX_COLON:   CLR   TI
            MOV   A,#3AH
            MOV   SBUF,A
            JNB   TI,$
            CLR   TI
            LCALL DELAY_100msS
            RET

SEND_EMP:   MOV   DPTR,#DATA_EMP
            LCALL TX_TEXT
            RET

;*************PROGRAM SEND TEXT*************
TX_TEXT:    CLR   TI
TX_LOOP:    CLR   A
            MOVC  A,@A+DPTR
            INC   DPTR
            CJNE  A,#0FFH,TX_CHAR
            RET
TX_CHAR:    MOV   SBUF,A
            JNB   TI,$
            CLR   TI
            LCALL DELAY_100msS
            AJMP  TX_LOOP

;***********Dummy Delay time 100ms**********
DELAY_100msS:     MOV   R7,#100
DELAY_100msS_1:   MOV   R6,#0E6H
DELAY_100msS_2:   NOP
            NOP
            DJNZ  R6,DELAY_100msS_2
            DJNZ  R7,DELAY_100msS_1
            RET

;**************DATE&TIME SET UP**************
SET_DATES:  MOV   LCD_ADDR,#00H
            LCALL SET_ADDR_LCD
            MOV   DPTR,#SCR_SET_DATE
            LCALL WRLINE_LCD
SET_TIME:   MOV   LCD_ADDR,#40H
            LCALL SET_ADDR_LCD
            MOV   DPTR,#SCR_SET_TIME
            LCALL WRLINE_LCD

CHK_10DATE: LCALL DELAY_1SS
            LCALL CLR_R0
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
CHK_10DATE1:        JNB    P2.2,RUN_10D
                    JNB    P2.1,CHK_1DATE
                    MOV    LCD_ADDR,#08H
                    LCALL  SET_ADDR_LCD
                    LCALL  LCD_BLINK
                    LJMP   CHK_10DATE1

RUN_10D:            SETB   RS0
                    SETB   RS1
                    MOV    SW_DATA,R0
                    MOV    A,SW_DATA
                    ANL    A,#0FH
                    CJNE   A,#04H,RUN_10D_1
                    MOV    R0,#00H
                    MOV    SW_DATA,R0
RUN_10D_1:          MOV    A,SW_DATA
                    ADD    A,#030H
                    MOV    LCD_DATA,A
                    LCALL  WRCHAR_LCD
                    INC    R0
                    CLR    RS0
                    CLR    RS1
                    LCALL  DELAY_1SS
                    LJMP   CHK_10DATE1

CHK_1DATE:          MOV    BUFFER,SW_DATA
                    LCALL  DELAY_1SS
                    LCALL  CLR_R0
CHK_1DATE1:         JNB    P2.2,RUN_1D
                    JNB    P2.1,SET_DATE
                    MOV    LCD_ADDR,#09H
                    LCALL  SET_ADDR_LCD
                    LCALL  LCD_BLINK
                    AJMP   CHK_1DATE1
RUN_1D:             SETB   RS0
                    SETB   RS1
                    MOV    SW_DATA,R0
                    MOV    A,SW_DATA
                    ANL    A,#0FH
                    CJNE   A,#0AH,RUN_1D_1
                    MOV    R0,#00H
                    MOV    SW_DATA,R0
RUN_1D_1:           MOV    A,SW_DATA
                    ADD    A,#030H
                    MOV    LCD_DATA,A
                    LCALL  WRCHAR_LCD
                    INC    R0
                    CLR    RS0
                    CLR    RS1
                    LCALL  DELAY_1SS
                    AJMP   CHK_1DATE1

SET_DATE:           MOV    BUFFER+1,SW_DATA
                    LCALL  BUFFER2ACC
                    MOV    DATE,A

CHK_10MONTH:                LCALL DELAY_1SS
                    LCALL  CLR_R0
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
CHK_10MONTH1:     JNB   P2.2,RUN_10MO
                  JNB   P2.1,CHK_1MONTH
                  MOV   LCD_ADDR,#0BH
                  LCALL SET_ADDR_LCD
                  LCALL LCD_BLINK
                  AJMP  CHK_10MONTH1

RUN_10MO:         SETB  RS0
                  SETB  RS1
                  MOV   SW_DATA,R0
                  MOV   A,SW_DATA
                  ANL   A,#0FH
                  CJNE  A,#02H,RUN_10MO_1
                  MOV   R0,#00H
                  MOV   SW_DATA,R0
RUN_10MO_1:       MOV   A,SW_DATA
                  ADD   A,#030H
                  MOV   LCD_DATA,A
                  LCALL WRCHAR_LCD
                  INC   R0
                  CLR   RS0
                  CLR   RS1
                  LCALL DELAY_1SS
                  AJMP  CHK_10MONTH1

CHK_1MONTH:       MOV   BUFFER,SW_DATA
                  LCALL DELAY_1SS
                  LCALL CLR_R0
CHK_1MONTH1:      JNB   P2.2,RUN_1MO
                  JNB   P2.1,SET_MONTH
                  MOV   LCD_ADDR,#0CH
                  LCALL SET_ADDR_LCD
                  LCALL LCD_BLINK
                  AJMP  CHK_1MONTH1
RUN_1MO:          SETB  RS0
                  SETB  RS1
                  MOV   SW_DATA,R0
                  MOV   A,SW_DATA
                  ANL   A,#0FH
                  CJNE  A,#0AH,RUN_1MO_1
                  MOV   R0,#00H
                  MOV   SW_DATA,R0
RUN_1MO_1:        MOV   A,SW_DATA
                  ADD   A,#030H
                  MOV   LCD_DATA,A
                  LCALL WRCHAR_LCD
                  INC   R0
                  CLR   RS0
                  CLR   RS1
                  LCALL DELAY_1SS
                  AJMP  CHK_1MONTH1

SET_MONTH:        MOV   BUFFER+1,SW_DATA
                  LCALL BUFFER2ACC
                  MOV   MONTH,A

CHK_10YEAR:       LCALL DELAY_1SS
                  LCALL CLR_R0
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
CHK_10YEAR1:      JNB   P2.2,RUN_10Y
            JNB   P2.1,CHK_1YEAR
            MOV   LCD_ADDR,#0EH
            LCALL SET_ADDR_LCD
            LCALL LCD_BLINK
            AJMP  CHK_10YEAR1

RUN_10Y:    SETB  RS0
            SETB  RS1
            MOV   SW_DATA,R0
            MOV   A,SW_DATA
            ANL   A,#0FH
            CJNE  A,#0AH,RUN_10Y_1
            MOV   R0,#00H
            MOV   SW_DATA,R0
RUN_10Y_1:  MOV   A,SW_DATA
            ADD   A,#030H
            MOV   LCD_DATA,A
            LCALL WRCHAR_LCD
            INC   R0
            CLR   RS0
            CLR   RS1
            LCALL DELAY_1SS
            AJMP  CHK_10YEAR1

CHK_1YEAR:  MOV   BUFFER,SW_DATA
            LCALL DELAY_1SS
            LCALL CLR_R0
CHK_1YEAR1: JNB   P2.2,RUN_1Y
            JNB   P2.1,SET_YEAR
            MOV   LCD_ADDR,#0FH
            LCALL SET_ADDR_LCD
            LCALL LCD_BLINK
            AJMP  CHK_1YEAR1
RUN_1Y:           SETB  RS0
            SETB  RS1
            MOV   SW_DATA,R0
            MOV   A,SW_DATA
            ANL   A,#0FH
            CJNE  A,#0AH,RUN_1Y_1
            MOV   R0,#00H
            MOV   SW_DATA,R0
RUN_1Y_1:   MOV   A,SW_DATA
            ADD   A,#030H
            MOV   LCD_DATA,A
            LCALL WRCHAR_LCD
            INC   R0
            CLR   RS0
            CLR   RS1
            LCALL DELAY_1SS
            AJMP  CHK_1YEAR1

SET_YEAR:   MOV   BUFFER+1,SW_DATA
            LCALL BUFFER2ACC
            MOV   YEAR,A
            AJMP  CHK_10HOUR
;*****************SUB GO BACK***************
SUB_GO_BACK:      RET
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
SUB_INIT:    RET
;******************TIME SET UP***************
CHK_10HOUR: LCALL DELAY_1SS
            LCALL CLR_R0
CHK_10HOUR1:      JNB   P2.2,RUN_10H
            JNB   P2.1,CHK_1HOUR
            MOV   LCD_ADDR,#48H
            LCALL SET_ADDR_LCD
            LCALL LCD_BLINK
            LJMP  CHK_10HOUR1

RUN_10H:    SETB  RS0
            SETB  RS1
            MOV   SW_DATA,R0
            MOV   A,SW_DATA
            ANL   A,#0FH
            CJNE  A,#03H,RUN_10H_1
            MOV   R0,#00H
            MOV   SW_DATA,R0
RUN_10H_1:  MOV   A,SW_DATA
            ADD   A,#030H
            MOV   LCD_DATA,A
            LCALL WRCHAR_LCD
            INC   R0
            CLR   RS0
            CLR   RS1
            LCALL DELAY_1SS
            LJMP  CHK_10HOUR1

CHK_1HOUR:  MOV   BUFFER,SW_DATA
            LCALL DELAY_1SS
            LCALL CLR_R0
CHK_1HOUR1: JNB   P2.2,RUN_1H
            JNB   P2.1,SET_HOUR
            MOV   LCD_ADDR,#49H
            LCALL SET_ADDR_LCD
            LCALL LCD_BLINK
            AJMP  CHK_1HOUR1
RUN_1H:           SETB  RS0
            SETB  RS1
            MOV   SW_DATA,R0
            MOV   A,SW_DATA
            ANL   A,#0FH
            CJNE  A,#0AH,RUN_1H_1
            MOV   R0,#00H
            MOV   SW_DATA,R0
RUN_1H_1:   MOV   A,SW_DATA
            ADD   A,#030H
            MOV   LCD_DATA,A
            LCALL WRCHAR_LCD
            INC   R0
            CLR   RS0
            CLR   RS1
            LCALL DELAY_1SS
            AJMP  CHK_1HOUR1

SET_HOUR:   MOV   BUFFER+1,SW_DATA
            LCALL BUFFER2ACC
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
            MOV   HOURS,A

CHK_10MINUTES:    LCALL DELAY_1SS
            LCALL CLR_R0
CHK_10MINUTES1: JNB     P2.2,RUN_10M
            JNB   P2.1,CHK_1MINUTES
            MOV   LCD_ADDR,#4BH
            LCALL SET_ADDR_LCD
            LCALL LCD_BLINK
            AJMP  CHK_10MINUTES1

RUN_10M:    SETB  RS0
            SETB  RS1
            MOV   SW_DATA,R0
            MOV   A,SW_DATA
            ANL   A,#0FH
            CJNE  A,#06H,RUN_10M_1
            MOV   R0,#00H
            MOV   SW_DATA,R0
RUN_10M_1:  MOV   A,SW_DATA
            ADD   A,#030H
            MOV   LCD_DATA,A
            LCALL WRCHAR_LCD
            INC   R0
            CLR   RS0
            CLR   RS1
            LCALL DELAY_1SS
            AJMP  CHK_10MINUTES1

CHK_1MINUTES:     MOV   BUFFER,SW_DATA
            LCALL DELAY_1SS
            LCALL CLR_R0
CHK_1MINUTES1:    JNB   P2.2,RUN_1M
            JNB   P2.1,SET_MINUTES
            MOV   LCD_ADDR,#4CH
            LCALL SET_ADDR_LCD
            LCALL LCD_BLINK
            AJMP  CHK_1MINUTES1
RUN_1M:           SETB  RS0
            SETB  RS1
            MOV   SW_DATA,R0
            MOV   A,SW_DATA
            ANL   A,#0FH
            CJNE  A,#0AH,RUN_1M_1
            MOV   R0,#00H
            MOV   SW_DATA,R0
RUN_1M_1:   MOV   A,SW_DATA
            ADD   A,#030H
            MOV   LCD_DATA,A
            LCALL WRCHAR_LCD
            INC   R0
            CLR   RS0
            CLR   RS1
            LCALL DELAY_1SS
            AJMP  CHK_1MINUTES1

SET_MINUTES:      MOV   BUFFER+1,SW_DATA
            LCALL BUFFER2ACC
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
            MOV   MINUTES,A

CHK_10SECONDS:    LCALL DELAY_1SS
            LCALL CLR_R0
CHK_10SECONDS1:   JNB   P2.2,RUN_10S
            JNB   P2.1,CHK_1SECONDS
            MOV   LCD_ADDR,#4EH
            LCALL SET_ADDR_LCD
            LCALL LCD_BLINK
            AJMP  CHK_10SECONDS1

RUN_10S:    SETB  RS0
            SETB  RS1
            MOV   SW_DATA,R0
            MOV   A,SW_DATA
            ANL   A,#0FH
            CJNE  A,#06H,RUN_10S_1
            MOV   R0,#00H
            MOV   SW_DATA,R0
RUN_10S_1:  MOV   A,SW_DATA
            ADD   A,#030H
            MOV   LCD_DATA,A
            LCALL WRCHAR_LCD
            INC   R0
            CLR   RS0
            CLR   RS1
            LCALL DELAY_1SS
            LJMP  CHK_10SECONDS1

CHK_1SECONDS:     MOV   BUFFER,SW_DATA
            LCALL DELAY_1SS
            LCALL CLR_R0
CHK_1SECONDS1:    JNB   P2.2,RUN_1S
            JNB   P2.1,SET_SECONDS
            MOV   LCD_ADDR,#4FH
            LCALL SET_ADDR_LCD
            LCALL LCD_BLINK
            AJMP  CHK_1SECONDS1
RUN_1S:           SETB  RS0
            SETB  RS1
            MOV   SW_DATA,R0
            MOV   A,SW_DATA
            ANL   A,#0FH
            CJNE  A,#0AH,RUN_1S_1
            MOV   R0,#00H
            MOV   SW_DATA,R0
RUN_1S_1:   MOV   A,SW_DATA
            ADD   A,#030H
            MOV   LCD_DATA,A
            LCALL WRCHAR_LCD
            INC   R0
            CLR   RS0
            CLR   RS1
            LCALL DELAY_1SS
            AJMP  CHK_1SECONDS1

SET_SECONDS:      MOV   BUFFER+1,SW_DATA
            LCALL BUFFER2ACC
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
            MOV   SECONDS,A

            LCALL RTC_WR
            LJMP  OTHER
            LCALL DELAY_1S

;*************DISPLAY DATE&TIME*************
DISP_TIME:  LCALL RTC_RD

            MOV   LCD_ADDR,#00H
            LCALL SET_ADDR_LCD

            MOV   LCD_DATA,#' '
            LCALL WRCHAR_LCD

            MOV   LCD_DATA,#' '
            LCALL WRCHAR_LCD

            MOV   LCD_DATA,#' '
            LCALL WRCHAR_LCD

            MOV   LCD_DATA,#' '
            LCALL WRCHAR_LCD

            MOV   LCD_DATA,DATE
            LCALL BCD2LCD

            MOV   LCD_DATA,#' '
            LCALL WRCHAR_LCD

            MOV   A,MONTH
            CJNE  A,#010H,WR_CHK_MONTH_1
            MOV   A,#00AH
            AJMP  WRITE_MONTH_NX
WR_CHK_MONTH_1: CJNE    A,#011H,WR_CHK_MONTH_2
            MOV   A,#00BH
            AJMP  WRITE_MONTH_NX
WR_CHK_MONTH_2: CJNE    A,#012H,WRITE_MONTH_NX
            MOV   A,#00CH
WRITE_MONTH_NX: MOV     LCD_PTR,A
            MOV   DPTR,#MONTH_JAN
            LCALL WR3CHAR_LCD

            MOV   LCD_DATA,#' '
            LCALL WRCHAR_LCD

            MOV   LCD_DATA,YEAR
            LCALL BCD2LCD

            MOV   LCD_DATA,#' '
            LCALL WRCHAR_LCD

            MOV   LCD_DATA,#' '
            LCALL WRCHAR_LCD

            MOV   LCD_DATA,#' '
            LCALL WRCHAR_LCD
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
            MOV   LCD_ADDR,#40H
            LCALL SET_ADDR_LCD

            MOV   LCD_DATA,#' '
            LCALL WRCHAR_LCD

            MOV   LCD_DATA,#' '
            LCALL WRCHAR_LCD

            MOV   LCD_DATA,#' '
            LCALL WRCHAR_LCD

            MOV   LCD_DATA,#' '
            LCALL WRCHAR_LCD

            MOV   LCD_DATA,#' '
            LCALL WRCHAR_LCD

            MOV   A,HOURS
            ANL   A,#00110000B
            JZ    WRITE_TIME_HN
            SWAP  A
            ADD   A,#030H
            AJMP  WRITE_TIME_HH
WRITE_TIME_HN:    MOV   A,#' '
WRITE_TIME_HH:    MOV   LCD_DATA,A
            LCALL WRCHAR_LCD

            MOV   A,HOURS
            ANL   A,#00001111B
            ADD   A,#030H
            MOV   LCD_DATA,A
            LCALL WRCHAR_LCD

            MOV   LCD_DATA,#':'
            LCALL WRCHAR_LCD

            MOV   LCD_DATA,MINUTES
            LCALL BCD2LCD

            MOV   LCD_DATA,#':'
            LCALL WRCHAR_LCD

            MOV   LCD_DATA,SECONDS
            LCALL BCD2LCD

            MOV   LCD_DATA,#' '
            LCALL WRCHAR_LCD

            MOV   LCD_DATA,#' '
            LCALL WRCHAR_LCD

            MOV   LCD_DATA,#' '
            LCALL WRCHAR_LCD

            JNB   SELECT_SW,GO_BACK
            AJMP  DISP_TIME
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
GO_BACK:     LJMP  SUB_GO_BACK

;***************LCD INITIALIZE**************
INIT_LCD:    LCALL DELAY_100mS
             LCALL DELAY_100mS
             CLR   LCD_RS
             MOV   P1,#38H
             LCALL LCD_CLK
             LCALL DELAY_100mS
             MOV   P1,#38H
             LCALL LCD_CLK
             LCALL LCD_OFF
             LCALL LCD_CLK
             MOV   P1,#06H
             LCALL LCD_CLK
             LCALL LCD_HOME
             LJMP  SUB_INIT
;***************LCD CLEAR DIS***************
LCD_CLR:     CLR   LCD_RS
             MOV   P1,#01H
             LCALL LCD_CLK
             RET

;**************LCD RETURN HOME**************
LCD_HOME:    CLR   LCD_RS
             MOV   P1,#02H
             LCALL LCD_CLK
             RET

;****************LCD DIS OFF***************
LCD_OFF:     CLR   LCD_RS
             MOV   P1,#08H
             LCALL LCD_CLK
             RET

;*****************LCD CLOCK****************
LCD_CLK:     SETB  LCD_EN
             LCALL LCD_DELAY
             CLR   LCD_EN
             LCALL LCD_DELAY
             RET

;*****************LCD DIS ON****************
LCD_ON:            CLR   LCD_RS
             MOV   P1,#0CH
             LCALL LCD_CLK
             RET

;***************LCD CURSOR ON***************
LCD_BLINK:   CLR   LCD_RS
             MOV   P1,#0FH
             LCALL LCD_CLK
             RET

;*************LCD LEFT SHIFT DIS************
LCD_LSHF:    CLR   LCD_RS
             MOV   P1,#18H
             LCALL LCD_CLK
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
            RET

;*************LCD RIGHT SHIFT DIS*************
LCD_RSHF:   CLR   LCD_RS
            MOV   P1,#1CH
            LCALL LCD_CLK
            RET

;***************SET LCD ADDRESS***************
SET_ADDR_LCD:     CLR   LCD_RS
            MOV   A,LCD_ADDR
            SETB  ACC.7
            MOV   P1,A
            LCALL LCD_CLK
            RET

;*********WRITE CHARACTER TO SHOW LCD*******
WRCHAR_LCD: SETB  LCD_RS
            MOV   P1,LCD_DATA
            LCALL LCD_CLK
            LCALL LCD_ON
            RET

;****WRITE LINE OF 16 CHARACTER FROM ROM****
WRLINE_LCD: MOV   R0,#0
WRLINE_LCD1:      SETB  LCD_RS
            CLR   A
            MOVC  A,@A+DPTR
            MOV   P1,A
            LCALL LCD_CLK
            INC   DPTR
            INC   R0
            CJNE  R0,#16,WRLINE_LCD1
            LCALL LCD_ON
            RET

;*********WRITE 3 CHARACTER FROM ROM********
WR3CHAR_LCD:      MOV   R0,#0
            MOV   A,LCD_PTR
            DEC   A
            MOV   B,#3
            MUL   AB
WR3CHAR_LCD_1:    SETB  LCD_RS
            MOVC  A,@A+DPTR
            MOV   P1,A
            LCALL LCD_CLK
            INC   DPTR
            INC   R0

            MOV   A,LCD_PTR
            DEC   A
            MOV   B,#3
            MUL   AB

            CJNE  R0,#3,WR3CHAR_LCD_1
            LCALL LCD_ON
            RET
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
;***************CLEAR R0 OF BANK3************
CLR_R0:          SETB  RS0
            SETB  RS1
            MOV   R0,#00H
            CLR   RS0
            CLR   RS1
            RET

;****************BUFFER TO ACC**************
BUFFER2ACC: MOV   A,BUFFER
            ANL   A,#00FH
            SWAP  A
            MOV   B,A
            MOV   A,BUFFER+1
            ANL   A,#00FH
            ADD   A,B
            RET

;*************BCD CODE TO SHOW LCD**********
BCD2LCD:    PUSH  ACC
            PUSH  B
            MOV   A,LCD_DATA
            MOV   B,A
            ANL   A,#11110000B
            SWAP  A
            ADD   A,#030H
            MOV   LCD_DATA,A
            LCALL WRCHAR_LCD
            MOV   A,B
            ANL   A,#00001111B
            ADD   A,#030H
            MOV   LCD_DATA,A
            LCALL WRCHAR_LCD
            POP   B
            POP   ACC
            RET

;*************** I2C RTC Read***************
RTC_RD:          MOV   I2C_ADDR,#RTC_ID
            LCALL I2C_SLAVE

            MOV   I2C_DATA,#000H
            LCALL I2C_DATA_WR

            MOV   I2C_ADDR,#RTC_ID+1
            LCALL I2C_SLAVE
            LCALL I2C_DATA_RD

            MOV   SECONDS,I2C_DATA
            LCALL I2C_ACK_BIT

            LCALL I2C_DATA_RD
            MOV   MINUTES,I2C_DATA
            LCALL I2C_ACK_BIT

            LCALL I2C_DATA_RD
            MOV   HOURS,I2C_DATA
            LCALL I2C_ACK_BIT
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
            LCALL I2C_DATA_RD
            MOV   DAY,I2C_DATA
            LCALL I2C_ACK_BIT

            LCALL I2C_DATA_RD
            MOV   DATE,I2C_DATA
            LCALL I2C_ACK_BIT

            LCALL I2C_DATA_RD
            MOV   MONTH,I2C_DATA
            LCALL I2C_ACK_BIT

            LCALL I2C_DATA_RD
            MOV   YEAR,I2C_DATA
            LCALL I2C_ACK_BIT

            LCALL I2C_DATA_RD
            MOV   CONTROL,I2C_DATA
            LCALL I2C_NACK_BIT

            LCALL I2C_STOP
            RET

;******************I2C RTC Write*************
RTC_WR:           MOV   I2C_ADDR,#RTC_ID
            LCALL I2C_SLAVE

            MOV   I2C_DATA,#000H
            LCALL I2C_DATA_WR

            MOV   I2C_DATA,SECONDS
            LCALL I2C_DATA_WR

            MOV   I2C_DATA,MINUTES
            LCALL I2C_DATA_WR

            MOV   I2C_DATA,HOURS
            LCALL I2C_DATA_WR

            MOV   I2C_DATA,DAY
            LCALL I2C_DATA_WR

            MOV   I2C_DATA,DATE
            LCALL I2C_DATA_WR

            MOV   I2C_DATA,MONTH
            LCALL I2C_DATA_WR

            MOV   I2C_DATA,YEAR
            LCALL I2C_DATA_WR

            MOV   I2C_DATA,CONTROL
            LCALL I2C_DATA_WR

            LCALL I2C_STOP
            RET
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
;***************I2C Data Write**************
I2C_DATA_WR:       PUSH  ACC
            SETB   I2C_ACK
            MOV    A,I2C_DATA
            MOV    R5,#008
I2C_DATA_WR_1:     RLC    A
            MOV    SDA,C
            LCALL  I2C_CLK
            DJNZ   R5,I2C_DATA_WR_1
            SETB   SDA
            LCALL  I2C_DELAY
            SETB   SCL
            LCALL  I2C_DELAY
            JB     SDA,I2C_DATA_WR_2
            CLR    I2C_ACK
I2C_DATA_WR_2:     CLR    SCL
            POP    ACC
            RET

;***************I2C Data Read**************
I2C_DATA_RD:       PUSH  ACC
            CLR    A
            MOV    R5,#008
I2C_DATA_RD_1:     LCALL I2C_DELAY
            SETB   SCL
            LCALL  I2C_DELAY
            MOV    C,SDA
            RLC    A
            CLR    SCL
            DJNZ   R5,I2C_DATA_RD_1
            MOV    I2C_DATA,A
            POP    ACC
            RET

;*************I2C Slave Connect************
I2C_SLAVE:  PUSH   ACC
            SETB   I2C_ACK
            MOV    A,I2C_ADDR
            LCALL  I2C_START
            MOV    R5,#008
I2C_SLAVE_1:       RLC    A
            MOV    SDA,C
            LCALL  I2C_CLK
            DJNZ   R5,I2C_SLAVE_1

            SETB   SDA
            LCALL  I2C_DELAY
            SETB   SCL
            LCALL  I2C_DELAY
            JB     SDA,I2C_SLAVE_2
            CLR    I2C_ACK
I2C_SLAVE_2:       CLR    SCL
            POP    ACC
            RET

;************I2C Start Condition************
I2C_START:  JNB    SCL,I2C_START_1
            CLR    SCL
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
I2C_START_1:      SETB  SDA
            SETB  SCL

            LCALL I2C_DELAY
            CLR   SDA
            LCALL I2C_DELAY
            CLR   SCL
            RET

;*************I2C Stop Condition************
I2C_STOP:   JNB   SCL,I2C_STOP_1
            CLR   SCL

I2C_STOP_1: CLR   SDA
            LCALL I2C_DELAY
            SETB  SCL
            LCALL I2C_DELAY
            SETB  SDA
            RET

;******************I2C Clock****************
I2C_CLK:    LCALL I2C_DELAY
            SETB  SCL
            LCALL I2C_DELAY
            CLR   SCL
            RET

;***************I2C Acknowledge*************
I2C_ACK_BIT:      CLR   SDA
            LCALL I2C_DELAY
            LCALL I2C_CLK
            SETB  SDA
            RET

;*************I2C Not Acknowledge***********
I2C_NACK_BIT:     SETB  SDA
            LCALL I2C_DELAY
            LCALL I2C_CLK
            SETB  SCL
            RET

;***************I2C LCD DELAY***************
I2C_DELAY:  MOV   R6,#00CH
I2C_DELAY_1:      NOP
            NOP
            DJNZ  R6,I2C_DELAY_1
            RET

LCD_DELAY:  MOV   R7,#02
LCD_DELAY_1:      MOV   R6,#0E6H
LCD_DELAY_2:      NOP
            NOP
            DJNZ  R6,LCD_DELAY_2
            DJNZ  R7,LCD_DELAY_1
            RET

DELAY_10mS: MOV   R7,#01
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
DELAY_10mS_1:       MOV    R6,#0E6H
DELAY_10mS_2:       NOP
                    NOP
                    DJNZ   R6,DELAY_10mS_2
                    DJNZ   R7,DELAY_10mS_1
                    RET

DELAY_100mS:        MOV    R7,#100
DELAY_100mS_1:      MOV    R6,#0E6H
DELAY_100mS_2:      NOP
                    NOP
                    DJNZ   R6,DELAY_100mS_2
                    DJNZ   R7,DELAY_100mS_1
                    RET

DELAY_1S:    MOV    R5,#100
DELAY_1S_1:  LCALL  DELAY_10mS
             DJNZ   R5,DELAY_1S_1
             RET

;*****************DELAY 1/2S***************
DELAY_1SS:   MOV    R0,#25
DELAY_LOOP:  MOV      TMOD,#01H
             MOV      TH0,#0B7H
             MOV      TL0,#0FFH
             SETB     TR0
WAIT:        JNB      TF0,WAIT
             CLR      TR0
             CLR      TF0
             DJNZ   R0,DELAY_LOOP
             RET

;**************DATA FOR DISPLAY************
;                    0123456789ABCDEF
;TITLE_BLANK:      DB    '                '
;*****************MAIN DISPLAY*************
;                    0123456789ABCDEF
TITLE1:             DB     '    Automatic   '
TITLE2:             DB     '   Walker Aids  '
TITLE3:             DB     ' Automatic Mode<'
TITLE4:             DB     ' Manual Mode    '
TITLE5:             DB     ' Manual Mode   <'
TITLE6:             DB     ' Memory Mode    '
TITLE7:             DB     ' Memory Mode   <'
TITLE8:             DB     ' Other Mode     '
TITLE9:             DB     ' Memory Mode    '
TITLE10:     DB     ' Other Mode    <'

;**************AUTOMATIC DISPLAY************
;                    0123456789ABCDEF
TITLE3_1:    DB     '    Mode 1   <  '
TITLE3_2:    DB     '    Mode 2       '
TITLE3_3:    DB     '    Mode 2   <  '
TITLE3_4:    DB     '    Mode 3       '
TITLE3_5:    DB     '    Mode 3   <  '
TITLE3_6:    DB     '    Mode 4       '
TITLE3_7:    DB     '    Mode 4   <  '
TITLE3_8:    DB     '    Back         '
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
TITLE3_9:    DB     '     Mode 4       '
TITLE3_10:   DB     '     Back     <   '

;***************MANUAL DISPLAY**************
;                    0123456789ABCDEF
TITLE5_1:    DB     '       MANUAL     '
TITLE5_2:    DB     ' Back  [SELECT]   '

;************AUTOMATIC MODE DISPLAY***********
;                    0123456789ABCDEF
MODE1_1:     DB     '       MODE 1     '
MODE2_1:     DB     '       MODE 2     '
MODE3_1:     DB     '       MODE 3     '
MODE4_1:     DB     '       MODE 4     '
SAVE_DATA:   DB     '   Saving data    '
PLEASE:              DB     ' Please wait... '

;*************OTHER MODE DISPLAY************
;                    0123456789ABCDEF
TITLE9_1:    DB     ' Set DATE&TIME <'
TITLE9_2:    DB     ' Link to COMP.   '
TITLE9_3:    DB     ' Set DATE&TIME   '
TITLE9_4:    DB     ' Link to COMP. <'
TITLE9_5:    DB     ' Link to COMP.   '
TITLE9_6:    DB     ' Back          <'
;**************MEMORY DISPLAY***************
;                    0123456789ABCDEF
TITLE7_1:    DB     ' Back          <'
TITLE7_2:    DB     '****************'
STEP:        DB     '    MODE    STEP'
NO_DATA:     DB     '      NO DATA     '
NO_DATA1:    DB     '     IN MEMORY    '

;************DATE&TIME DISPLAY*************
;                    0123456789ABCDEF
SCR_SET_DATE:        DB     ' Date : dd/mm/yy'
SCR_SET_TIME:        DB     ' Time : hh/mm/ss'

MONTH_JAN:   DB     'Jan'
MONTH_FEB:   DB     'Feb'
MONTH_MAR:   DB     'Mar'
MONTH_APR:   DB     'Apr'
MONTH_MAY:   DB     'May'
MONTH_JUN:   DB     'Jun'
MONTH_JUL:   DB     'Jul'
MONTH_AUG:   DB     'Aug'
MONTH_SEP:   DB     'Sep'
MONTH_OCT:   DB     'Oct'
MONTH_NOV:   DB     'Nov'
MONTH_DEC:   DB     'Dec'

;******************DATA********************
DATA:        DB     00H,01H,02H,03H,04H,05H,06H,07H,08H,09H
             DB     10H,11H,12H,13H,14H,15H,16H,17H,18H,19H
             DB     20H,21H,22H,23H,24H,25H,26H,27H,28H,29H
             DB     30H,31H,32H,33H,34H,35H,36H,37H,38H,39H
             DB     40H,41H,42H,43H,44H,45H,46H,47H,48H,49H
             DB     50H,51H,52H,53H,54H,55H,56H,57H,58H,59H
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
            DB    60H,61H,62H,63H,64H,65H,66H,67H,68H,69H
            DB    70H,71H,72H,73H,74H,75H,76H,77H,78H,79H
            DB    80H,81H,82H,83H,84H,85H,86H,87H,88H,89H
            DB    90H,91H,92H,93H,94H,95H,96H,97H,98H,99H
;**********LINK TO COMPUTER DISPLAY*********
;                  0123456789ABCDEF
COMPUTER:   DB    '   CONNECT TO   '
COMPUTER1:  DB    '    COMPUTER    '
COMPUTER2:  DB    '    Complete    '
COMPUTER3:  DB    ' Back  [SELECT] '
DATA_EMP:   DB    00AH,00DH
            DB    ' No Data in memory ',00AH,00DH,0FFH
MODE_TEXT:  DB    00AH,00DH
            DB    'MODE ',0FFH

STEP_TEXT:  DB    20H,'STEP',0AH,0DH,0FFH

            END

;PROGRAM FOR 89C51
            ORG   0000H
MOTOR_LEFT  BIT   P3.6
MOTOR_RIGHT BIT   P3.7
COUNTER           EQU   30H
;************CHECK MODE***********
MAIN:       MOV   P3,#00H
SCAN:       MOV   A,P1
            ANL   A,#1FH
            CJNE  A,#1FH,STEP1
            AJMP  SCAN
STEP1:            CJNE  A,#1EH,STEP2
            AJMP  MODE1
STEP2:            CJNE  A,#1DH,STEP3
            AJMP  MODE2
STEP3:            CJNE  A,#1BH,STEP4
            AJMP  MODE3
STEP4:            CJNE  A,#17H,STEP5
            AJMP  MODE4
STEP5:            CJNE  A,#0FH,SCAN
            AJMP  MANUAL
;***********SUB PROGRAM***********
;**************MODE 1**************
MODE1:              MOV   P2,#00H
            SETB  RS0
            SETB  RS1
            MOV   R0,#00H
            CLR   RS0
            CLR   RS1
CHK:        MOV   A,P1
            ANL   A,#80H
            CJNE  A,#00H,LR0
LR0:        MOV   A,P2
            ANL   A,#03H
            CJNE  A,#01H,RR1
            AJMP  LL1
RR1:        CJNE  A,#02H,CHK
            AJMP  LL1
LL1:        MOV   A,P2
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไมอนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
            ANL   A,#03H
            CJNE  A,#00H,LL2
            AJMP  CHK
LL2:        CJNE  A,#03H,LL1
            LCALL DELAY_1SS
            LCALL DELAY_1SS
            LCALL DELAY_1SS
            LCALL DELAY_1SS
            LCALL DELAY_1SS
            LCALL DELAY_1SS
            ACALL PWM0
            MOV   P3,#00H
            SETB  RS0
            SETB  RS1
            INC   R0
            MOV   COUNTER,R0
            CLR   RS0
            CLR   RS1
            AJMP  CHK

;*********************************
PWM0:       MOV   R7,#30
AGAIN:            MOV   R6,#80H
AGAIN1:           ACALL LOOP
            DJNZ  R6,AGAIN1
            DJNZ  R7,AGAIN
LOOP:       MOV   P2,#00H
            MOV   R1,#1FH
            MOV   A,#0FFH
            CLR   C
            SUBB  A,R1
            MOV   R2,A
PULSE_ON:   SETB  MOTOR_LEFT
            SETB  MOTOR_RIGHT
            DJNZ  R1,PULSE_ON
PULSE_OFF:  CLR   MOTOR_LEFT
            CLR   MOTOR_RIGHT
            DJNZ  R2,PULSE_OFF
            RET
;**************MODE 2**************
MODE2:            MOV   P2,#00H

            SETB  RS0
            SETB  RS1
            MOV   R0,#00H
            CLR   RS0
            CLR   RS1

CHK1:       MOV   A,P1
            ANL   A,#80H
            CJNE  A,#00H,LR1
LR1:        MOV   A,P2
            ANL   A,#03H
            CJNE  A,#01H,RR2
            AJMP  LL3
RR2:        CJNE  A,#02H,CHK1
            AJMP  LL3
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
LL3:        MOV   A,P2
            ANL   A,#03H
            CJNE  A,#00H,LL4
            AJMP  CHK1
LL4:        CJNE  A,#03H,LL3
            LCALL DELAY_1SS
            LCALL DELAY_1SS
            LCALL DELAY_1SS
            LCALL DELAY_1SS
            LCALL DELAY_1SS
            LCALL DELAY_1SS
            ACALL PWM1
            MOV   P3,#00H

            SETB  RS0
            SETB  RS1
            INC   R0
            MOV   COUNTER,R0
            CLR   RS0
            CLR   RS1

            AJMP  CHK1
;*********************************
PWM1:       MOV   R7,#45
AGAIN2:           MOV   R6,#080H
AGAIN3:           ACALL LOOP1
            DJNZ  R6,AGAIN3
            DJNZ  R7,AGAIN2
LOOP1:            MOV   P2,#00H
            MOV   R1,#01FH
            MOV   A,#0FFH
            CLR   C
            SUBB  A,R1
            MOV   R2,A
PULSE_ON1:  SETB  MOTOR_LEFT
            SETB  MOTOR_RIGHT
            DJNZ  R1,PULSE_ON1
PULSE_0FF1: CLR   MOTOR_LEFT
            CLR   MOTOR_RIGHT
            DJNZ  R2,PULSE_0FF1
            RET
;**************MODE 3**************
MODE3:            MOV   P2,#00H

            SETB  RS0
            SETB  RS1
            MOV   R0,#00H
            CLR   RS0
            CLR   RS1

CHK2:       MOV   A,P1
            ANL   A,#80H
            CJNE  A,#00H,LR2
LR2:        MOV   A,P2
            ANL   A,#03H
            CJNE  A,#01H,RR3
            AJMP  LL5
RR3:        CJNE  A,#02H,CHK2
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
                AJMP   LL5
LL5:            MOV    A,P2
                ANL    A,#03H
                CJNE   A,#00H,LL6
                AJMP   CHK2
LL6:            CJNE   A,#03H,LL5
                LCALL  DELAY_1SS
                LCALL  DELAY_1SS
                LCALL  DELAY_1SS
                LCALL  DELAY_1SS
                LCALL  DELAY_1SS
                LCALL  DELAY_1SS
                ACALL  PWM2
                MOV    P3,#00H
                SETB   RS0
                SETB   RS1
                INC    R0
                MOV    COUNTER,R0
                CLR    RS0
                CLR    RS1
                AJMP   CHK2
;*********************************
PWM2:           MOV    R7,#7
AGAIN4:                MOV    R6,#0FFH
AGAIN5:                ACALL  LOOP2
                DJNZ   R6,AGAIN5
                DJNZ   R7,AGAIN4
LOOP2:                 MOV    P2,#00H
                MOV    R1,#0FFH
                MOV    A,#0FFH
                CLR    C
                SUBB   A,R1
                MOV    R2,A
PULSE_ON2:      SETB   MOTOR_LEFT
                SETB   MOTOR_RIGHT
                DJNZ   R1,PULSE_ON2
PULSE_0FF2:     CLR    MOTOR_LEFT
                CLR    MOTOR_RIGHT
                DJNZ   R2,PULSE_0FF2
                RET
;**************MODE 4**************
MODE4:                 MOV    P2,#00H
                SETB   RS0
                SETB   RS1
                MOV    R0,#00H
                CLR    RS0
                CLR    RS1
CHK3:           MOV    A,P1
                ANL    A,#80H
                CJNE   A,#00H,LR3
LR3:            MOV    A,P2
                ANL    A,#03H
                CJNE   A,#01H,RR4
                AJMP   LL7
RR4:            CJNE   A,#02H,CHK3
                AJMP   LL7
LL7:            MOV    A,P2
                ANL    A,#03H
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
              CJNE  A,#00H,LL8
              AJMP  CHK3
LL8:          CJNE  A,#03H,LL7
              LCALL DELAY_1SS
              LCALL DELAY_1SS
              LCALL DELAY_1SS
              LCALL DELAY_1SS
              LCALL DELAY_1SS
              LCALL DELAY_1SS
              ACALL PWM3
              MOV   P3,#00H

              SETB  RS0
              SETB  RS1
              INC   R0
              MOV   COUNTER,R0
              CLR   RS0
              CLR   RS1

              AJMP  CHK3
;*********************************
PWM3:         MOV   R7,#10
AGAIN6:             MOV   R6,#0FFH
AGAIN7:             ACALL LOOP3
              DJNZ  R6,AGAIN7
              DJNZ  R7,AGAIN6
LOOP3:              MOV   P2,#00H
              MOV   R1,#0FFH
              MOV   A,#0FFH
              CLR   C
              SUBB  A,R1
              MOV   R2,A
PULSE_ON3:    SETB  MOTOR_LEFT
              SETB  MOTOR_RIGHT
              DJNZ  R1,PULSE_ON3
PULSE_0FF3:   CLR   MOTOR_LEFT
              CLR   MOTOR_RIGHT
              DJNZ  R2,PULSE_0FF3
              RET
;***************MANUAL*************
MANUAL:             MOV   A,P1
              ANL   A,#80H
              CJNE  A,#00H,LR4
              AJMP  MAIN
LR4:          MOV   A,P0
              ANL   A,#03H
              CJNE  A,#03H,M_LEFT
              AJMP  MANUAL
M_LEFT:             CJNE  A,#02H,M_RIGHT
              AJMP  MOTOR_L
M_RIGHT:      CJNE  A,#01H,MANUAL
              AJMP  MOTOR_R
;*************F& TURN L&R*************
MOTOR_L:      MOV   A,P0
              ANL   A,#03H
              CJNE  A,#00H,MOTOR_L1
              AJMP  MOTOR_F
MOTOR_L1:     SETB  MOTOR_LEFT
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
                MOV     A,P0
                ANL     A,#03H
                CJNE    A,#03H,MOTOR_L
                CLR     MOTOR_LEFT
                AJMP    MANUAL
MOTOR_R:        MOV     A,P0
                ANL     A,#03H
                CJNE    A,#00H,MOTOR_R1
                AJMP    MOTOR_F
MOTOR_R1:       SETB    MOTOR_RIGHT
                MOV     A,P0
                ANL     A,#03H
                CJNE    A,#03H,MOTOR_R
                CLR     MOTOR_RIGHT
                AJMP    MANUAL
MOTOR_F:        MOV     A,#03H
                MOV     P3,A
                MOV     A,P0
                ANL     A,#03H
                CJNE    A,#02H,MOTOR_F1
                MOV     P3,#00H
                AJMP    MOTOR_L
MOTOR_F1:       CJNE    A,#01H,MOTOR_F2
                MOV     P3,#00H
                AJMP    MOTOR_R
MOTOR_F2:       CJNE    A,#03H,MOTOR_F
                MOV     P3,#00H
                AJMP    MANUAL
;**********************************************
DELAY:          MOV     R3,#0FFH
DELAY1:         MOV     R4,#0FFH
                DJNZ    R4,$
                DJNZ    R3,DELAY1
                RET
;******************DELAY 1SS***************
DELAY_1SS:      MOV     R0,#25
LOOP0:          MOV     TMOD,#01H
                MOV     TH0,#0B7H
                MOV     TL0,#0FFH
                SETB    TR0
WAIT:           JNB     TF0,WAIT
                CLR     TR0
                CLR     TF0
                DJNZ    R0,LOOP0
                RET

                END
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก จ
คู่มือการใช้งาน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

คู่มือการใช้งาน
อุปกรณ์ช่วยเดินอัตโนมัติ

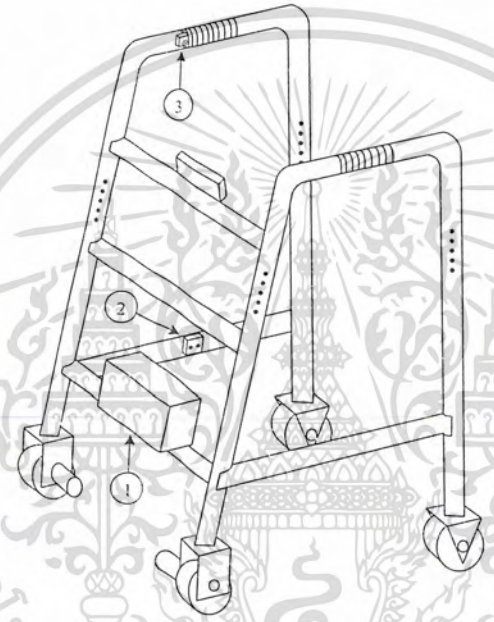
ภาควิชาครุศาสตร์วิศวกรรม
คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
ปีการศึกษา 2546

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1. คำแนะนำเบื้องต้น

ก่อนที่จะใช้งานอุปกรณ์ช่วยเดินอัตโนมัติ ควรทำการศึกษาการใช้งานจากคู่มือให้เข้าใจ เพื่อให้การใช้งานเป็นไปอย่างถูกต้องเต็มประสิทธิภาพและเป็นการป้องกันความเสียหายที่อาจจะเกิดขึ้นกับอุปกรณ์ช่วยเดินอัตโนมัติและผู้ใช้งาน

2. ส่วนประกอบและปุ่มควบคุม

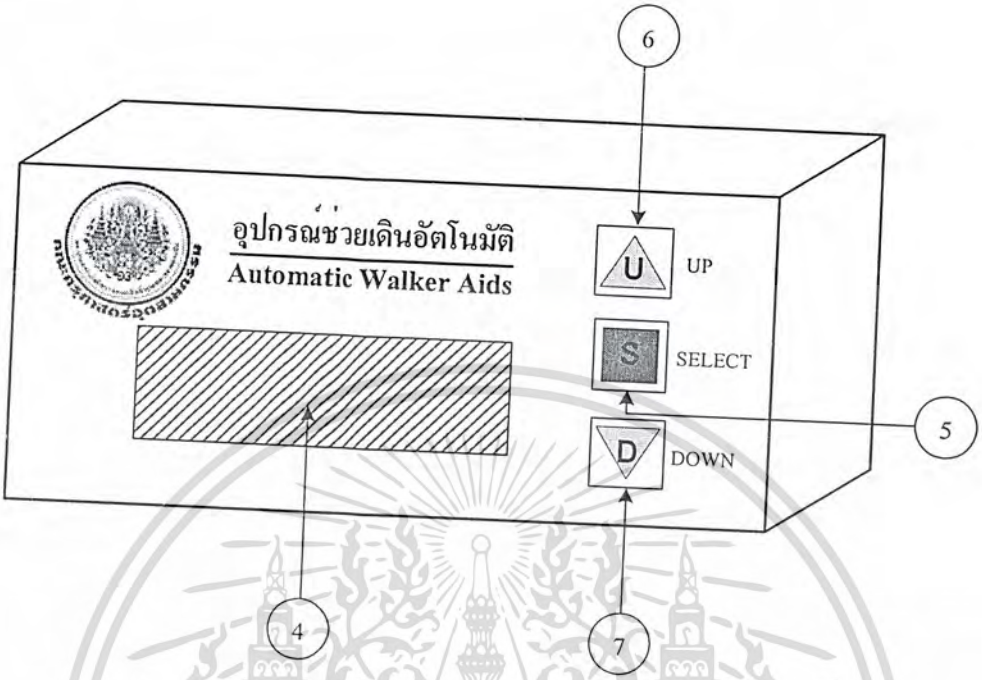


รูปที่ จ.1 ส่วนประกอบของอุปกรณ์ช่วยเดินอัตโนมัติ

สวิตซ์ที่ใช้ควบคุมการทำงานของอุปกรณ์ช่วยเดินอัตโนมัติ แต่ละตัวมีการทำงานดังต่อไปนี้

สวิตซ์ POWER เป็นสวิตซ์เปิด-ปิดการทำงานของเครื่องเมื่อสวิตช์อยู่ในตำแหน่งเปิด สถานะของอุปกรณ์ช่วยเดินอัตโนมัติอยู่ในสภาวะพร้อมที่จะทำงาน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ จ.2 รูปส่วนประกอบและปุ่มควบคุมของอุปกรณ์ช่วยเดินอัตโนมัติ

จากรูปที่ จ.1 และ จ.2 มีรายละเอียดดังนี้

(1) กล่องวงจรควบคุม ทำหน้าที่ เป็นตู้สำหรับเก็บอุปกรณ์ที่เกี่ยวกับวงจรควบคุมการทำงานของเครื่องและแบตเตอรี่
- SWICH POWER เมื่อกดปุ่ม อุปกรณ์ช่วยเดินพร้อมจะทำงาน

(2) ตัวตรวจจับอินฟราเรด ทำหน้าที่ ตรวจจับการก้าวขาของผู้ใช้

(3) สวิตซ์ ทำหน้าที่ บังคับการเลี้ยวของอุปกรณ์ช่วยเดิน

(4) จอ LCD แสดงสถานะและโหมดการทำงานในขณะนั้น

(5) SELECT ทำหน้าที่ เลือกเข้าและออกจากโหมดการทำงาน

(6) UP ทำหน้าที่ เลือกดูโหมดการทำงานย้อนหลัง

(7) DOWN ทำหน้าที่ เลือกดูโหมดการทำงานต่อ

3. การติดตั้งและการใช้งาน

3.1 ทำการปรับระดับความสูงของอุปกรณ์ช่วยเดินอัตโนมัติให้เหมาะสมกับผู้ใช้

3.2 ทำการปรับระดับตัวตรวจจับให้เหมาะกับระยะการก้าวขาของผู้ใช้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.3 ทำการเปิดสวิตซ์เครื่องควบคุมอุปกรณ์ช่วยเดินอัตโนมัติ

3.4 ทำการเลือกโหมดที่ต้องการใช้งาน มี 2 แบบ คือ

1) แบบอัตโนมัติ

2) แบบกึ่งอัตโนมัติ

3.5 แบบอัตโนมัติเลือกโหมดการทำงาน มี 4 ระดับ คือ

1) โหมด 1 มอเตอร์หมุนช้า เคลื่อนที่ระยะใกล้

2) โหมด 2 มอเตอร์หมุนช้า เคลื่อนที่ระยะไกล

3) โหมด 3 มอเตอร์หมุนเร็ว เคลื่อนที่ระยะใกล้

4) โหมด 4 มอเตอร์หมุนเร็ว เคลื่อนที่ระยะไกล

3.6 แบบกึ่งอัตโนมัติ สามารถใช้งานได้ คือ กดสวิตช์ขวามือ อุปกรณ์ช่วยเดินจะเลี้ยวขวา กดสวิตช์ซ้ายมือ อุปกรณ์ช่วยเดินจะเลี้ยวซ้าย กดสวิตช์พร้อมกันอุปกรณ์ช่วยเดินจะเคลื่อนที่ไปข้างหน้า

3.7 หากใช้งานเสร็จแล้วและไม่ต้องการใช้งานต่อให้ทำการปิดเครื่องและเก็บอุปกรณ์ให้เรียบร้อย

4. การแก้ปัญหาเบื้องต้น

เมื่อท่านผู้ใช้งานประสบปัญหาในการใช้งานอุปกรณ์ช่วยเดินอัตโนมัติสามารถตรวจสอบแนวทางแก้ปัญหาเบื้องต้นได้ดังต่อไปนี้

ตารางที่ จ.1 อาการ สาเหตุและวิธีแก้ไข

อาการ	สาเหตุและ/หรือวิธีแก้ไข
1. เมื่อเปิดสวิตช์แล้วเครื่องไม่ทำงาน	1. ตรวจสอบแบตเตอรี่
2. อุปกรณ์ช่วยเดินไม่เคลื่อนที่ไปข้างหน้า	1. ตรวจสอบสายไฟต่างๆ ที่จ่ายให้กับเครื่อง 2. ตรวจสอบสายไฟที่ต่อกับมอเตอร์
3. ไม่สามารถเลี้ยว ซ้าย-ขวา ได้	1. ตรวจสอบมอเตอร์ 2. กด Reset โปรมแกรม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

5. การดูแลรักษาและข้อควรระวัง

5.1 การดูแลรักษา

5.1.1. ปิดเครื่องทุกครั้งเมื่อใช้งานเสร็จ

5.1.2. ควรชาร์จแบตเตอรี่ทุกครั้งเมื่อใช้งานเสร็จ เพื่อเป็นการเตรียมพร้อมใช้งานครั้งต่อไป

5.1.3. ควรหยอดน้ำมันหล่อลื่นบริเวณที่เป็นข้อต่อต่างๆ ของอุปกรณ์ช่วยเดินอัตโนมัติอยู่เสมอ

5.2 ข้อควรระวัง

5.2.1. อย่าเปิดเครื่องทิ้งไว้เมื่อไม่มีการใช้งาน

5.2.2. เพื่อความเข้าใจควรอ่านคู่มือการใช้งานให้เข้าใจก่อนการใช้งานจริงทุกครั้ง

6. ข้อมูลจำเพาะ

ตารางที่ จ.2 คุณสมบัติ รายละเอียด

คุณสมบัติ	รายละเอียด
แหล่งจ่ายไฟ	ไฟฟ้ากระแสตรง 24 โวลต์ 14.4 แอมป์ และ 6 โวลต์ 1.2 แอมป์ ชาร์จ 12 ชั่วโมง ใช้งาน 8 ชั่วโมง
การแสดงผล	ใช้จอแสดงผลแบบ LCD ขนาด 2 บรรทัด 16 ตัวอักษร
ส่วนควบคุม	ใช้ไมโครคอนโทรลเลอร์ เบอร์ AT89S8252 จำนวน 1 ตัว และ เบอร์ AT89C51 จำนวน 1 ตัว
ความสูง	สามารถปรับระดับได้ 5 ระดับ ระดับละ 2 เซนติเมตร
ความเร็วและระยะทางของการเคลื่อนที่	ปรับได้ 4 ระดับ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ฉ

รายละเอียดและคุณสมบัติของอุปกรณ์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

TBA 2800

Infrared Preamplifier IC

Bipolar integrated circuit, intended as a receiver preamplifier for Central Control Unit for the infrared remote-control systems designed with integrated circuits of ITT.

The TBA 2800 preamplifier IC contains four main parts: the gain-controlled amplifier I, the amplifier II, the pulse-separating amplifier III, and the inverter IV, as shown in Fig. 1. The amplifier I has a wide dynamic range and thus ensures interference-free operation, also at bright ambient light, 50-Hz-modulated light originating from fluorescent lamps, or at intensive infrared light, e. g. produced by infrared sound transmission. It is also possible, to approach almost directly the remote-control transmitter to the receiver without producing misfunction by overdriving the receiver.

The amplifier II further amplifies the signal, and amplifier III separates the pulse-shaped intelligence signal from noise and other unwanted parts. The inverter IV provided additionally inverts the output signal available at pin 7 as negative pulse, and thus delivers positive output pulses at pin 8. If an additional resistor is inserted between pin 6 and GND, the noise-immunity is increased, but the input sensitivity decreased. Pin 10 serves as test pin and must not be connected.

The capacitor connected from pin 2 to ground influences the automatic gain control of amplifier I contained in the TBA 2800. A capacitance of less than 1 μF will cause misfunction in the distance range of 0.2 m to 2 m. Fig. 3 shows the dependence of the transmission range on the capacitor at pin 2. Due to tolerances of the TBA 2800 itself, the transmitter diodes' efficiency and the receiver diode's sensitivity, the curves of Fig. 3 must be considered with a tolerance of about ± 50%. The curves have been established by simulation of the distance between transmitter and receiver by means of infrared filter glass with specified attenuation inserted between transmitter and receiver.

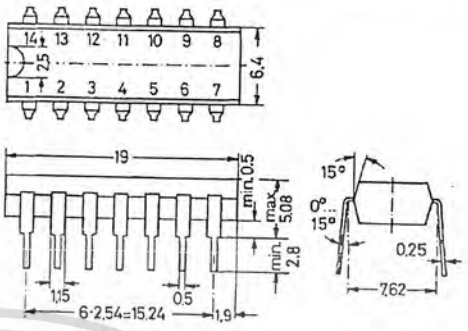


Fig. 2:
TBA 2800 in a 14-pin Dil Plastic Package TO-116, 20 A 14 according to DIN 41 866

Weight approx. 1.2 g
Dimensions in mm

Pin Connections

1 Input's Ground, 0
2 Capacitor Pin Amplifier I
3 Supply Voltage V_B
4 Input Amplifier III
5 Output Amplifier II
6 Pin for Adjusting the Separation Threshold
7 Negative Pulse Output
8 Positive Pulse Output
9 Output's Ground, 0
10 Test Pin, leave vacant
11 Input Amplifier II
12 Output Amplifier I
13 Ground, 0, of Amplifier II
14 Input

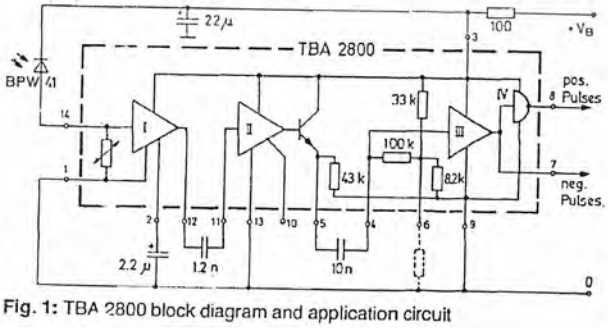


Fig. 1: TBA 2800 block diagram and application circuit

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

All voltages are referred to GND (pins 1, 9, and 13).

Absolute Maximum Ratings

	Symbol	Value	Unit
Supply Voltage	V_3	6	V
Ambient Operating Temperature Range	T_A	0 to +65	°C
Storage Temperature Range	T_S	−30 to +125	°C

Recommended Operating Conditions

	Symbol	Min.	Typ.	Max.	Unit
Supply Voltage	V_3	4.5	5	5.5	V

Characteristics at $V_3 = 5$ V, $T_A = 25$ °C, photo diode BPW 41, in the circuit Fig. 1

	Symbol	Min.	Typ.	Max.	Unit
Current Consumption	I_2	–	1	2	mA
Gain between pins 14 and 7	G	70	–	–	dB
Output Resistance pins 7 and 8, formed by the pull-up resistor of an NPN transistor	R_O	–	20	–	kΩ
Output Low Voltage pins 7 and 8 at $I_{OL} = 1.6$ mA	V_{OL}	–	0.4	0.8	V
IR Transmission Range using the SAA 1250 IR Transmitter IC and a Transmission Current Amplitude of 1.5 A, and					
one Transmitter Diode CQY 99	L1	–	12	–	m
two Transmitter Diodes CQY 99	L2	–	19	–	m
three Transmitter Diodes CQY 99	L3	–	26	–	m

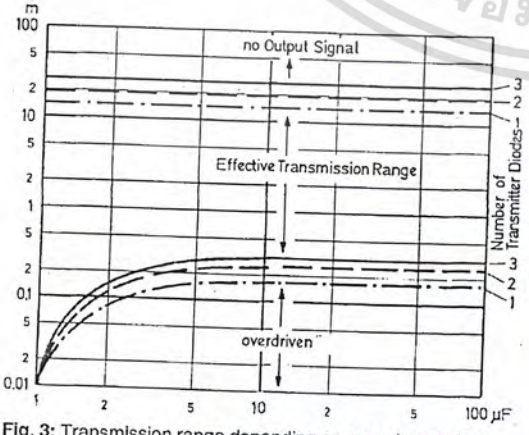


Fig. 3: Transmission range depending on capacitor at pin 2

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ประวัติผู้แต่ง

ชื่อ-สกุล	นายบุญญฤทธิ์ เจียมรัตนศรี
วัน เดือน ปีเกิด	3 ธันวาคม พ.ศ. 2524
ภูมิลำเนา	30/1 หมู่ที่ 8 ตำบลบางไผ่ อำเภอเมือง
	จังหวัดฉะเชิงเทรา 24000
ประวัติการศึกษา	
ประถมศึกษา	โรงเรียนวัดดอนทอง
มัธยมศึกษาตอนต้น	โรงเรียนเบญจมราชรังสฤษฎ์
ประกาศนียบัตรวิชาชีพ	วิทยาลัยเทคนิคฉะเชิงเทรา
ประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง	วิทยาลัยเทคนิคฉะเชิงเทรา
ปริญญาตรี	สาขาวิชาวิศวกรรมโทรคมนาคม
	ภาควิชาครุศาสตร์วิศวกรรม
	คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม สจล.
คติพจน์	อิสระทำให้โอกาสอยู่กับเราตลอดชีวิต

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ประวัติผู้แต่ง

ชื่อ-สกุล	นางสาวศุภลักษณ์ ทศไกร
วัน เดือน ปีเกิด	23 มกราคม พ.ศ. 2524
ภูมิลำเนา	95 หมู่ที่ 3 ตำบลหนองคูขาด อำเภอบรบือ
	จังหวัดมหาสารคาม 44130

ประวัติการศึกษา

ประถมศึกษา	โรงเรียนบ้านหนองคูขาด (อำนวยวิทยา)
มัธยมศึกษาตอนต้น	โรงเรียนบ้านหนองคูขาด (อำนวยวิทยา)
ประกาศนียบัตรวิชาชีพ	วิทยาลัยเทคนิคมหาสารคาม
ประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง	วิทยาลัยเทคนิคมหาสารคาม
ปริญญาตรี	สาขาวิชาวิศวกรรมโทรคมนาคม
	ภาควิชาครุศาสตร์วิศวกรรม
	คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม สจล.
คติพจน์	ฝันให้ไกลแล้วไปให้ถึง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ประวัติผู้แต่ง

ชื่อ-สกุล นายอนุชา ชินวุฒิ

วัน เดือน ปีเกิด 5 เมษายน พ.ศ. 2525

ภูมิลำเนา 144/1 หมู่ที่ 5 ตำบลท่าพริก อำเภอเมือง
จังหวัดตราด 23000

ประวัติการศึกษา

ประถมศึกษา โรงเรียนชุมชนวัดท่าพริก (จริยาอุปถัมภ์)

มัธยมศึกษาตอนต้น โรงเรียนตราษตระการคุณ จังหวัดตราด

ประกาศนียบัตรวิชาชีพ วิทยาลัยเทคนิคสัตหีบ

ประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง วิทยาลัยเทคนิคสัตหีบ

ปริญญาตรี สาขาวิชาวิศวกรรมโทรคมนาคม
ภาควิชาครุศาสตร์วิศวกรรม
คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม สจล.

คติพจน์ อย่าคิดจะโทษหรือระแวงคนอื่นก่อนตัวเรา

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ประวัติผู้แต่ง

ชื่อ-สกุล	นายอัสนี ปิ่นแก้วน้อย
วัน เดือน ปีเกิด	17 มกราคม พ.ศ. 2524
ภูมิลำเนา	87/3 ซอยปู่แฮ่ ถนนอนรรฆนาค อำเภอเมือง จังหวัดกาฬสินธุ์ 46000
ประวัติการศึกษา	
ประถมศึกษา	โรงเรียนวรธรรมพิทยากาฬสินธุ์
มัธยมศึกษาตอนต้น	โรงเรียนเมืองกาฬสินธุ์
ประกาศนียบัตรวิชาชีพ	สถาบันเทคโนโลยีราชมงคล วิทยาเขตขอนแก่น
ประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง	สถาบันเทคโนโลยีราชมงคล วิทยาเขตขอนแก่น
ปริญญาตรี	สาขาวิชาวิศวกรรมโทรคมนาคม ภาควิชาครุศาสตร์วิศวกรรม คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม สจล.
คติพจน์	ใช้ชีวิตให้คุ้มค่า มอบมันให้กับสิ่งดีๆ ที่ผ่านเข้ามาในชีวิต

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้