ภาควิชาครุศาสตร์วิศวกรรม

คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

ใบรับรองปริญญานิพนธ์

ชื่อหัวข้อ เครื่องล้างรถยนต์แบบหยอดเหรียญ

Car Washing Machine

ชื่อนักศึกษา	1. นายปฐม จงสมจิตร์	รหัสประจำตัว	48035333
	2. นางสาวศิริกมล สุริยะมณี	รหัสประจำตัว	48035346
	3. นางสาวศิริขวัญ ทองเงิน	รหัสประจำตัว	48035347

หลักสูตร ครุศาสตร์อุตสาหกรรมบัณฑิต

สาขาวิชา วิศวกรรมโทรคมนาคม

อาจารย์ที่ปรึกษา รศ.พีระวุฒิ สุวรรณจันทร์

อาจารย์ที่ปรึกษาร่วม อ.ประเสริฐ เคนพันค้อ

คณะกรรมการสอบปริญญานิพนธ์	ลายมือชื่อ
1. อ.ปิยะ ศุภวราสุวัฒน์	
2. รศ.พีระวุฒิ สุวรรณจันทร์	
3. อ.ประเสริฐ เคนพันค้อ	
4. อ.อมรชัย ชัยชนะ	
5. ผศ.วรวิทย์ สมหา	

วัน/เดือน/ปีที่สอบ วันอังคารที่ 8 เดือนพฤษภาคม พ.ศ. 2550 เวลา 18.00 น.

สถานที่สอบ ห้อง ค.310 คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม สจล.

ภาควิชารับรองแล้ว

ลงนาม.....

(รศ.สุรสิทธิ์ ราตรี)

หัวหน้าภาควิชาครุศาสตร์วิศวกรรม

วันที่ 30 เดือน มี.ค. พ.ศ. 50

<BT492512>

เครื่องล้างรถยนต์แบบหยอดเหรียญ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สำนักหอสมุดกลาง พระจอมเกล้าลาดกระบัง

ปริญญานิพนธ์

เครื่องล้างรถยนต์แบบหยอดเหรียญ

CAR WASHING MACHINE

ปฐม จงสมจิตร์
ศิริกมล สุริยะมณี
ศิริชวัญ ทองเงิน

วพ.
2/1414
2549

เลขหมู่.....
เลขทะเบียน 75167
วัน,เดือน,ปี...2 ต.ค. 2550

b 11816127
i.....

ปริญญานิพนธ์ฉบับนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรครุศาสตร์อุตสาหกรรมบัณฑิต
สาขาวิชาวิศวกรรมโทรคมนาคม
ภาควิชาครุศาสตร์วิศวกรรม คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
ปีการศึกษา 2549

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ปริญญานิพนธ์

เรื่อง เครื่องล้างรถยนต์แบบหยอดเหรียญ

Car washing machine

วัตถุประสงค์

1. เพื่อศึกษาการทำงานของเครื่องล้างรถยนต์แบบหยอดเหรียญ
2. เพื่อออกแบบเครื่องล้างรถยนต์แบบหยอดเหรียญ
3. เพื่อสร้างเครื่องล้างรถยนต์แบบหยอดเหรียญ
4. เพื่อทดสอบประสิทธิภาพการทำงานของเครื่องล้างรถยนต์แบบหยอดเหรียญ
5. เพื่อนำเครื่องล้างรถยนต์แบบหยอดเหรียญไปใช้งาน

ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1. ได้รับความรู้จากการทำงานของเครื่องล้างรถยนต์แบบหยอดเหรียญ
2. ได้โครงสร้างของเครื่องล้างรถยนต์แบบหยอดเหรียญ
3. ได้เครื่องล้างรถยนต์แบบหยอดเหรียญ 1 เครื่อง
4. ได้ทราบถึงประสิทธิภาพการทำงานของเครื่องล้างรถยนต์แบบหยอดเหรียญ
5. ได้เครื่องล้างรถยนต์แบบหยอดเหรียญไปใช้งาน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ชื่อหัวข้อ	เครื่องล้างรถยนต์แบบหยอดเหรียญ
ชื่อนักศึกษา	นายปฐม จงสมจิตร์
	นางสาวศิริกมล สุริยะมณี
	นางสาวศิริขวัญ ทองเงิน
อาจารย์ที่ปรึกษา	รศ.พีระวุฒิ สุวรรณจันทร์
อาจารย์ที่ปรึกษาร่วม	อาจารย์ประเสริฐ เดนพันค้อ
หลักสูตร	ครุศาสตร์อุตสาหกรรมบัณฑิต
สาขาวิชา	วิศวกรรมโทรคมนาคม
ปีการศึกษา	2549

บทคัดย่อ

ปริญญานิพนธ์ฉบับนี้นำเสนอการออกแบบและการสร้างเครื่องล้างรถยนต์แบบหยอดเหรียญ ซึ่งประกอบด้วยชุดจ่ายน้ำ ชุดหยอดเหรียญ และส่วนติดต่อกับผู้ใช้ในส่วนของชุดจ่ายน้ำเมื่อมีการสั่งจ่ายน้ำ วงจรควบคุมจะไปสั่งให้คอมเพรสเซอร์ทำงานแล้วจ่ายน้ำมายังสายจ่ายน้ำ สำหรับส่วนที่ติดต่อกับผู้ใช้นั้นประกอบด้วยชุดหยอดเหรียญ ปุ่มกดจ่ายน้ำ และส่วนแสดงผลประกอบไปด้วยแอลอีดีแสดงสถานะ การทำงานแอลอีดีเจ็ดส่วนแสดงเวลาการทำงานของเครื่องล้างรถและชุดกำเนิดเสียงจะส่งเสียงเตือนเมื่อโฟมและน้ำใกล้จะหมด

ในการพัฒนาโครงงานนี้สามารถพัฒนาในส่วนของชุดหยอดเหรียญเพื่อให้สามารถรับเหรียญได้หลายแบบ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Thesis Title	Car washing machine	
Students	Mr.Pratom	Jongsomjid
	Miss.Sirikamon	Suriyamanee
	Miss.Sirikhuan	Tongean
Advisor	Assoc.Prof.Peerawut	Suwanjan
Co - Advisor	Mr.Prasert	Kenpankho
Education Level	Bachelor of Science in Industrial Education	
Program in	Telecommunication Engineering	
Academic Year	2006	

ABSTRACT

This thesis presents the designation and the creation of Car Washing Machine which consists of the water dispenser set, the coin receiver set, and the controller. When there is an injunction to dispense the water, the circuit will command the compressor to dispense the water to the water dispenser wire. In the part of the controller, it consists of the coin receiver set and the dispense water button. In the part of resulting shower, it consists of lamp (to show the status of the machine), Buzzer (to warn when it is almost water and form empty).

To develop this project, we can develop the coin receiver set to be able to get many kinds of coin.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กิตติกรรมประกาศ

ปริญญานิพนธ์ฉบับนี้สามารถสำเร็จลุล่วงได้ด้วยดีนั้น เนื่องมาจากความร่วมมือร่วมใจของสมาชิกภายในกลุ่มทุกท่าน คณะผู้จัดทำขอขอบพระคุณ รศ. พีระวุฒิ สุวรรณจันทร์ อาจารย์ประเสริฐ เดนพันค้อ และอาจารย์ประจำภาควิชาครุศาสตร์วิศวกรรมทุกท่านเป็นอย่างมากที่ได้กรุณาให้คำปรึกษาและให้คำแนะนำในการแก้ไขปัญหาต่าง ๆ ตลอดจนถึงข้อมูลและอุปกรณ์ที่เป็นประโยชน์ต่อการทดลองโครงงาน และในการจัดทำปริญญานิพนธ์ฉบับนี้ ขอขอบคุณห้องสมุดคณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม ห้องสมุดคณะวิศวกรรมศาสตร์ และสำนักหอสมุดกลางที่ช่วยอำนวยความสะดวกและเอื้อเฟื้อสถานที่ในการค้นคว้าข้อมูล

ขอกราบขอบพระคุณบิดา มารดา และผู้มีพระคุณทุกท่านที่ได้ให้การสนับสนุนทุกสิ่งทุกอย่างทางด้านการศึกษาตลอดมาจนถึงปัจจุบัน และสุดท้ายต้องขอขอบคุณเพื่อน ๆ ที่เป็นกำลังใจให้เสมอมา

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ

เรื่อง	หน้า
บทคัดย่อภาษาไทย	I
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ	II
กิตติกรรมประกาศ	III
สารบัญ	IV
สารบัญตาราง	VIII
สารบัญรูป	IX
บทที่ 1 บทนำ	1
1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา	1
1.2 ขีดความสามารถของโครงงาน	1
1.3 ขั้นตอนการทำโครงงาน	1
1.4 สมมุติฐานของการจัดทำโครงงาน	1
1.5 เนื้อหาโดยสังเขป	2
บทที่ 2 ทฤษฎีและหลักการ	3
2.1 กล่าวนำ	3
2.2 ไมโครคอนโทรลเลอร์ MCS-51	3
2.2.1 ไมโครคอนโทรลเลอร์ MCS-51	3
2.2.2 โครงสร้างและสถาปัตยกรรมของไมโครคอนโทรลเลอร์ MCS-51	5
2.2.3 จังหวะการทำงานของไมโครคอนโทรลเลอร์	16
2.3 โซลินอยด์	16
2.3.1 หลักการทำงานของโซลินอยด์	17
2.3.2 ขั้นตอนการเลือกใช้โซลินอยด์	19
2.4 แมกเนติกสวิตช์ (MAGNETIC SWITCH)	20
2.4.1 โครงสร้างและส่วนประกอบของแมกเนติกคอนแทคเตอร์หรือสวิตช์แม่เหล็ก	20
2.4.2 หลักการทำงาน	24
2.4.3 ชนิดและขนาดของแมกเนติกคอนแทคเตอร์	24
2.4.4 การพิจารณาเลือกไปใช้งาน	25
2.5 สวิตช์ปุ่มกด (Push Button Switch)	25
2.5.1 การทำงานของสวิตช์ปุ่มกด	26

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ (ต่อ)

เรื่อง	หน้า
2.6 Display LCD	29
2.6.1 โครงสร้างภายในของตัวควบคุมโมดูล LCD	30
2.6.2 โมดูล LCD ขนาด 16 ตัวอักษร 1 บรรทัด (LCD 16x1)	31
2.6.3 หลักการทำงาน	32
2.6.4 การเขียนคำสั่งและข้อมูลให้แก่โมดูล LCD	33
2.6.5 จังหวะการทำงานของ LCD โมดูล	33
บทที่ 3 การออกแบบ การสร้าง และการทำงาน	34
3.1 กล่าวนำ	34
3.2 วงจรควบคุมหลัก	35
3.2.1 การออกแบบและการสร้าง	35
3.2.2 การทำงาน	35
3.3 ชุดรับเหรียญ	36
3.3.1 การออกแบบและการสร้าง	36
3.3.2 การทำงาน	36
3.4 ชุดควบคุมการสั่งจ่าย / หยุดน้ำ	37
3.4.1 การออกแบบและการสร้าง	37
3.4.2 การทำงาน	37
3.5 ชุดควบคุมการสั่งจ่าย / หยุดโฟม	37
3.5.1 การออกแบบและการสร้าง	37
3.5.2 การทำงาน	38
3.6 แผนผังการทำงานของโปรแกรมหลัก	38
3.6.1 แผนผังการทำงานของของโปรแกรมควบคุมชุดหยอดเหรียญ	38
3.7 การออกแบบโครงสร้างเครื่องล้างรถยนต์แบบหยอดเหรียญ	40
บทที่ 4 การทดลองและผลการทดลอง	44
4.1 กล่าวนำ	44
4.2 การทดลองการรับเหรียญและการแสดงผล	44
4.2.1 ขั้นตอนการทดลอง	44
4.2.2 ผลการทดลอง	44

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ (ต่อ)

เรื่อง	หน้า
4.2.3 สรุปผลการทดลอง	45
4.3 การทดลองการทำงานของชุดจ่ายน้ำและจ่ายโฟม	45
4.3.1 ขั้นตอนการทดลอง	45
4.3.2 ผลการทดลอง	45
4.3.3 สรุปผลการทดลอง	46
4.4 การทดลองใช้เครื่องล้างรถยนต์แบบหยอดเหรียญ	46
4.4.1 ขั้นตอนการทดลอง	46
4.4.2 ผลการทดลอง	47
4.4.3 สรุปผลการทดลอง	47
บทที่ 5 บทสรุป	48
5.1 สรุป	48
5.2 ปัญหาและวิธีการแก้ไข	48
5.3 แนวทางพัฒนา	49
บรรณานุกรม	50
ภาคผนวก ก เครื่องต้นแบบ	51
ภาคผนวก ข วงจรและแผ่นวงจรพิมพ์	57
ภาคผนวก ค รายการอุปกรณ์	61
ภาคผนวก ง รายละเอียดและคุณสมบัติของอุปกรณ์	63
ภาคผนวก จ คู่มือการใช้งาน	79
ภาคผนวก ฉ ผังการทำงาน	84
ภาคผนวก ช รหัสต้นฉบับของโปรแกรม	86
ประวัติผู้แต่ง	101

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญตาราง

ตารางที่	หน้า
2.1 เปรียบเทียบคุณสมบัติของไมโครคอนโทรลเลอร์และไมโครโปรเซสเซอร์	4
2.2 สถานะการทำงานของ Carry Flag	12
2.3 สถานะการทำงานของ Auxiliary Carry Flag	13
2.4 การเลือกแบงค์ของหน่วยความจำเพื่อติดต่อกับรีจิสเตอร์แบงค์ R0-R7	13
2.5 ความสัมพันธ์ในการทำงานของขา RS,R/W และ E ของโมดูล LCD แบบอักขระ	31
4.1 ผลการทดลองชุดรับเหรียญและแสดงผล	44
4.2 ผลการทดลองการทำงานของชุดจ่ายน้ำและจ่ายโฟม	45
4.3 ผลการทดลองการใช้งานเครื่องล้างรถยนต์แบบหยอดเหรียญ	47
ค.1 รายการอุปกรณ์ของวงจรควบคุมเครื่องล้างรถยนต์แบบหยอดเหรียญ	62
ค.2 รายการอุปกรณ์ของวงจรแสดงผล	62
จ.1 การแก้ปัญหาเบื้องต้น	83
จ.2 ข้อมูลจำเพาะ	83

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญรูป

รูปที่	หน้า
2.1 โครงสร้างพื้นฐานของไมโครโปรเซสเซอร์	3
2.2 โครงสร้างพื้นฐานของไมโครคอนโทรลเลอร์	4
2.3 โครงสร้างพื้นฐานของไมโครคอนโทรลเลอร์ MCS-51 แบบแฟลชในอนุกรม AT89Cxx	6
2.4 การจัดขามาตรฐานของไมโครคอนโทรลเลอร์ MCS-51	7
2.5 รายละเอียดของรีจีสเตอร์แสดงสถานะของโปรแกรมหรือ PSW	12
2.6 โครงสร้างพื้นฐานของโซลินอยด์	16
2.7 ทิศทางของสนามแม่เหล็กที่เกิดขึ้นเมื่อมีกระแสไหลผ่านเส้นลวด	17
2.8 ทิศทางของสนามแม่เหล็กที่เกิดขึ้นในขดลวดที่มีกระแสไหล	17
2.9 การเพิ่มเหล็กอ่อนเข้ามาเพื่อเพิ่มความเข้มของสนามแม่เหล็ก	18
2.10 การเคลื่อนที่ของแกนกระทุ้ง	18
2.11 ความสัมพันธ์ระหว่างแรงกับระยะช่วงชักของโซลินอยด์ไฟตรง 12 V	19
2.12 โครงสร้างและส่วนประกอบของแมคเนติกคอนแทคเตอร์	20
2.13 แมกเนติกคอนแทคเตอร์แต่ละยี่ห้อ	20
2.14 ลักษณะโครงสร้างภายในของแมกเนติกคอนแทคเตอร์	21
2.15 ลักษณะของแกนเหล็กอยู่กับที่ (Fixed Core)	21
2.16 ลักษณะของแกนเหล็กเคลื่อนที่ (Stationary Core)	21
2.17 ลักษณะของขดลวด (Coil)	22
2.18 ลักษณะของหน้าสัมผัส (Contact)	22
2.19 หน้าสัมผัสหลักและตัวอักษรกำกับของแมกเนติกคอนแทคเตอร์	23
2.20 ส่วนประกอบภายนอกของแมกเนติกคอนแทคเตอร์	23
2.21 การทำงานของแมกเนติกคอนแทคเตอร์	24
2.22 สวิตช์ปุ่มกดแบบต่างๆ	25
2.23 โครงสร้างภายนอกของสวิตช์ปุ่มกด	26
2.24 ลักษณะโครงสร้างของสวิตช์ปุ่มกดโดยทั่วไป	26
2.25 ลักษณะการทำงานของสวิตช์ปุ่มกด	26
2.26 สวิตช์ปุ่มกดแบบธรรมดา	27
2.27 สวิตช์ปุ่มกดแบบธรรมดา	27

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญรูป (ต่อ)

รูปที่	หน้า
2.28 สวิตช์ปุ่มกดฉุกเฉิน	28
2.29 สวิตช์ปุ่มกดที่มีหลอดสัญญาณติดอยู่	28
2.30 สวิตช์ปุ่มกดที่ใช้เท้าเหยียบ	28
2.31 Dot matrix LCD module ขนาด 1 บรรทัด 16 ตัวอักษร	30
2.32 LCD แบบ 16 ตัวอักษร 1 บรรทัดและการจัดตำแหน่งขา	32
3.1 ผังการทำงานของเครื่องเติมลมรถจักรยานและจักรยานยนต์แบบหยอดเหรียญ	34
3.2 วงจรควบคุมหลัก	35
3.3 วงจรรับสัญญาณจากชุดหยอดเหรียญ	36
3.4 ชุดควบคุมการสั่งจ่าย / หยุดน้ำ	37
3.5 ชุดควบคุมการสั่งจ่าย / หยุดโฟม	38
3.6 แผนผังการทำงานของโปรแกรมหลัก	39
3.7 โครสร้างของเครื่องล้างรถยนต์แบบหยอดเหรียญ	40
3.8 โครงสร้างชั้นวางเครื่องล้างรถยนต์แบบหยอดเหรียญ	41
3.9 โครงสร้างชั้น 1 ของเครื่องล้างรถยนต์แบบหยอดเหรียญ	42
3.10 โครงสร้างชั้น 2 ของเครื่องล้างรถยนต์แบบหยอดเหรียญ	42
3.11 โครงสร้างภายในเครื่องล้างรถยนต์แบบหยอดเหรียญ	43
ก.1 ด้านหน้าของเครื่องล้างรถยนต์แบบหยอดเหรียญ	52
ก.2 ด้านบนของเครื่องล้างรถยนต์แบบหยอดเหรียญ	53
ก.3 ส่วนแอลซีดีแสดงอัตราส่วนน้ำและโฟมและไฟแสดงสถานการณ์ทำงาน	54
ก.4 ปุ่มกดจ่าย/หยุดน้ำและโฟมและช่องหยอดเหรียญ	54
ก.5 ภายในของเครื่องล้างรถยนต์แบบหยอดเหรียญ	55
ก.6 ด้านซ้ายของเครื่องล้างรถยนต์แบบหยอดเหรียญ	56
ก.7 ด้านขวาของเครื่องล้างรถยนต์แบบหยอดเหรียญ	56
ข.1 วงจรควบคุมหลักเครื่องล้างรถยนต์แบบหยอดเหรียญ	58
ข.2 แผ่นวงจรพิมพ์วงจรควบคุมหลักเครื่องล้างรถยนต์แบบหยอดเหรียญ	59
ข.3 วงจรแสดงผล	59
ข.4 ตำแหน่งการวางอุปกรณ์บนแผ่นวงจรพิมพ์วงจรแสดงผล	60

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญรูป (ต่อ)

รูปที่	หน้า
ข.5 แผ่นวงจรพิมพ์วงจรแสดงผล	60
จ.1 ส่วนประกอบเครื่องล้างรถยนต์แบบหยอดเหรียญ	81
จ.2 การแสดงผลของจอแสดงผล	82
ฉ.1 ผังการทำงานโปรแกรมเครื่องเติมลมรถจักรยานและรถจักรยานยนต์แบบหยอดเหรียญ	85

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 1
บทนำ

1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

เนื่องจากปัจจุบันความสะดวกสบายในเรื่องของการเดินทางได้เข้ามามีส่วนสำคัญในชีวิตประจำวัน ดังนั้นประชาชนส่วนมากจึงมี รถจักรยานยนต์ รถยนต์ ไว้ใช้ในการเดินทาง ซึ่งจะหลีกเลี่ยงไม่ได้เลยที่จะต้องมีการดูแลรักษารถของตนเอง ปัญหาอยู่ที่คนส่วนใหญ่ไม่มีบ้านหรือที่อยู่อาศัยแน่นอนเพราะอาจจะมาทำงานหรือเข้ามาศึกษาในต่างจังหวัดจึงทำให้ไม่สะดวกในการดูแลรักษารถ เพราะที่พักส่วนใหญ่ไม่มีน้ำให้ใช้ในการล้างรถ จึงต้องไปจ้างคาร์แคร์หรือปั๊มน้ำมันในการล้างรถ การล้างรถในแต่ละครั้งต้องสูญเสียเงินต่อครั้งประมาณ 50 บาทขึ้นไปและเสียเวลานาน

1.2 ขีดความสามารถของโครงงาน

โครงงานนี้มีขีดความสามารถดังนี้

1. อัตราการให้บริการ 10 บาทต่อการล้างรถ โดยการจ่ายน้ำ 3 นาทีและการจ่ายโฟม 1 นาที
2. แรงดันน้ำที่ใช้ในการฉีด 130 บาร์
3. ใช้น้ำระบบตรงต่อจากน้ำประปา
4. สายที่ใช้ในการฉีดน้ำและโฟมมีความยาวประมาณ 7-10 เมตร
5. มีระบบเตือนเมื่อน้ำและโฟมใกล้จะหมดถัง
6. สามารถเคลื่อนย้ายที่ติดตั้งได้

1.3 ขั้นตอนการทำโครงงาน

โครงงานนี้ประกอบด้วยฮาร์ดแวร์และซอร์ฟแวร์ ซึ่งการทำงานระยะแรกจะเริ่มต้นจากการทำฮาร์ดแวร์ หลังจากนั้นเมื่อสร้างฮาร์ดแวร์ได้ระดับหนึ่งที่พอเพียงสำหรับการเขียนโปรแกรมควบคุมได้ก็จะเริ่มเขียนโปรแกรมควบคุม ทดสอบ พร้อมกับการทำฮาร์ดแวร์ส่วนอื่นเพิ่มเติม และเมื่อทำโครงงานเสร็จเรียบร้อยแล้วก็จะให้ผู้ทรงคุณวุฒิทำการประเมินเพื่อหาค่าประสิทธิภาพของชุดทดลองต่อไป

1.4 สมมุติฐานของการจัดทำโครงงาน

เมื่อผ่านการโครงงานเครื่องล้างรถยนต์แบบหยอดเหรียญนี้แล้ว ผู้เรียนมีความรู้ความสามารถเกี่ยวกับการนำไมโครคอนโทรลเลอร์ไปควบคุมอุปกรณ์ภายนอกแบบต่างๆ เพื่อให้สามารถนำโครงงานไปใช้งานจริงได้เพื่อช่วยอำนวยความสะดวกในการใช้ชีวิตประจำวัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1.5 เนื้อหาโดยสังเขป

เนื้อหาภายในปริญญานิพนธ์ฉบับนี้แบ่งออกเป็นบทต่าง ๆ เพื่อสะดวกต่อการศึกษาและทำความเข้าใจ ในแต่ละบทจะประกอบด้วยเนื้อหาดังต่อไปนี้

บทที่ 1 กล่าวถึงความเป็นมาและความสำคัญของปริญญานิพนธ์ ขีดความสามารถของโครงงาน และเนื้อหาในบทต่าง ๆ พอสังเขป

บทที่ 2 ประกอบด้วย ทฤษฎีต่าง ๆ เกี่ยวกับโครงสร้างของเครื่องล้างรถยนต์แบบหยอดเหรียญ องค์ประกอบของเครื่องล้างรถยนต์แบบหยอดเหรียญ หลักการทำงานของเครื่องล้างรถยนต์แบบหยอดเหรียญ ไมโครคอนโทรลเลอร์ และ คอมเพรสเซอร์

บทที่ 3 กล่าวถึงเนื้อหาที่เกี่ยวกับ แผนผังการทำงานของโครงงาน ผังวงจรต่าง ๆ ที่ใช้ในโครงงาน ตลอดจนการออกแบบและการสร้างส่วนต่าง ๆ เช่น วงจรควบคุมการจ่ายน้ำ วงจรควบคุมการแสดงผล โครงสร้างของชิ้นงาน พร้อมทั้งการทำงานของส่วนประกอบต่างๆ โดยละเอียด

บทที่ 4 ประกอบด้วย การทดลองและผลการทดลองการทำงาน

บทที่ 5 เป็นการสรุปผลการจัดทำโครงงาน ปัญหาที่เกิดขึ้นและแนวทางในการแก้ไข รวมทั้งแนวทางในการพัฒนา

ภาคผนวก ก แสดงภาพเครื่องต้นแบบ การติดตั้ง การเชื่อมต่อกับอุปกรณ์อื่น ๆ ขณะใช้งานจริง

ภาคผนวก ข ประกอบด้วยผังรายละเอียดวงจรและแผ่นวงจรพิมพ์

ภาคผนวก ค แสดงรายการอุปกรณ์ที่ใช้งานในแต่ละวงจร

ภาคผนวก ง แสดงแผนผังการทำงานและรหัสต้นฉบับของโปรแกรมทั้งหมดที่สร้างขึ้นเพื่อประกอบการทำงานของโครงงาน

ภาคผนวก จ เป็นคู่มือการใช้งานเครื่องล้างรถยนต์แบบหยอดเหรียญ

ภาคผนวก ฉ แสดงรายละเอียดละคุณสมบัติของอุปกรณ์สำคัญที่ใช้ในโครงงาน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 2
ทฤษฎีและหลักการ

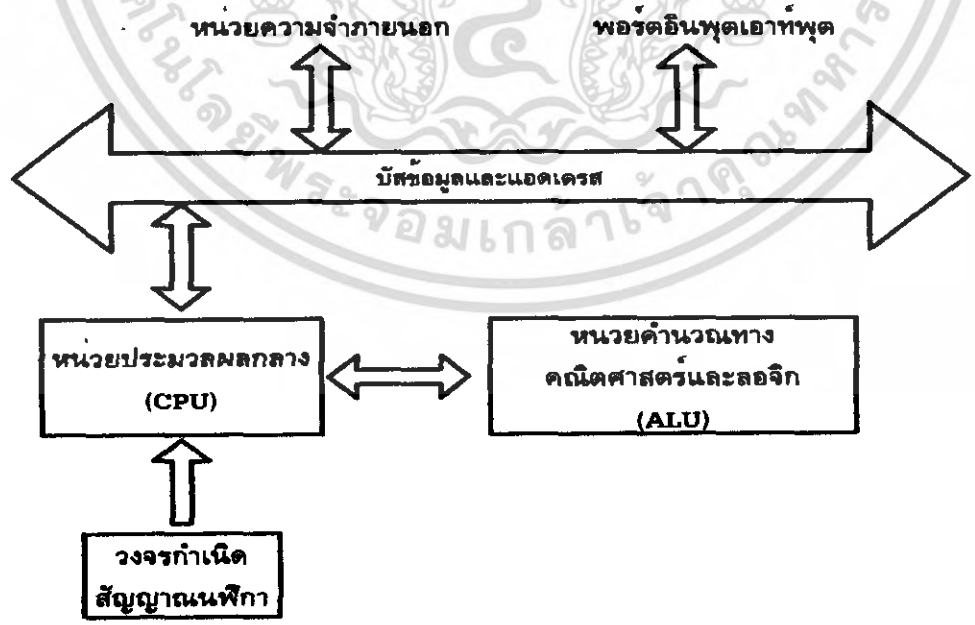
2.1 กล่าวนำ

เนื้อหาของปริญญานิพนธ์ในบทนี้เป็นทฤษฎีและหลักการที่จะนำมาใช้ประกอบการสร้างโครงงานโดยประกอบด้วย ทฤษฎีของไมโครคอนโทรลเลอร์ MCS-51 โซลินอยล์ สวิตช์ปุ่มกด (Push Button Switch) แมคเนติกสวิทช์ (Magnetic Switch) Display LCD

2.2 ไมโครคอนโทรลเลอร์ MCS-51

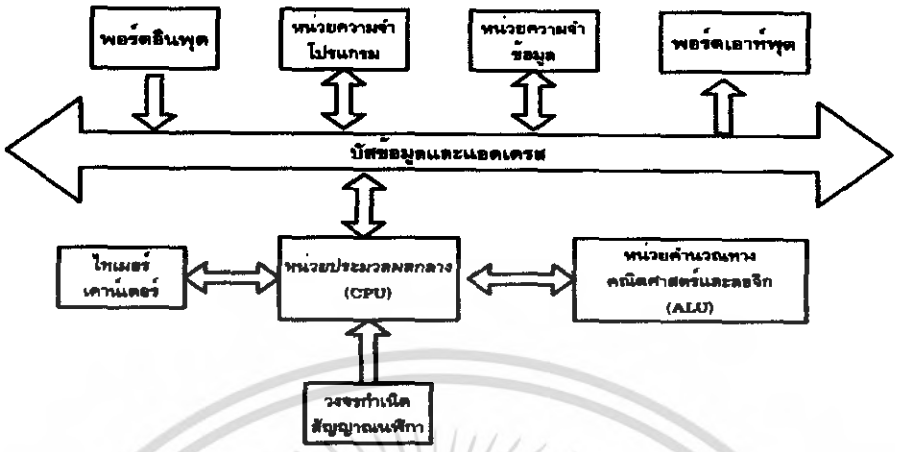
2.2.1 ไมโครคอนโทรลเลอร์ MCS-51

ไมโครคอนโทรลเลอร์ตระกูล MCS-51 ได้ถูกคิดค้น พัฒนา และผลิตโดยบริษัทอินเทลเพื่อใช้ในงานควบคุมต่าง ๆ ไม่ว่าจะเป็นงานควบคุมขนาดเล็ก งานควบคุมขนาดกลางจนถึงงานควบคุมขนาดใหญ่ที่มีความซับซ้อนพอสมควร จากข้อดีของไมโครคอนโทรลเลอร์ที่มีการนำวงจรพื้นฐานต่างๆ มารวมไว้ภายในชิปตัวเดียวกันทำให้วงจรควบคุมที่สร้างขึ้นมีขนาดเล็ก มีความสะดวก และคล่องตัวสูง จึงเป็นที่นิยมและแพร่หลายอย่างมาก ทำให้ในปัจจุบันมีไมโครคอนโทรลเลอร์ที่มีมาตรฐานเดียวกันมีสถาปัตยกรรมพื้นฐานที่เหมือนกันสามารถใช้งานแทนกันได้ จะต่างกันเพียงขนาดของหน่วยความจำภายในและหน่วยการทำงานภายในเท่านั้น



รูปที่ 2.1 โครงสร้างพื้นฐานของไมโครโปรเซสเซอร์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.2 โครงสร้างพื้นฐานของไมโครคอนโทรลเลอร์

ในรูปที่ 2.2 แสดงโครงสร้างของไมโครคอนโทรลเลอร์จะเห็นได้อย่างชัดเจนว่า ภายในไมโครคอนโทรลเลอร์ มีอุปกรณ์พื้นฐานเหมือนกับไมโครโปรเซสเซอร์ หากแต่จะบรรจุหน่วยความจำโปรแกรม หน่วยความจำข้อมูล และพอร์ตอินพุตเอาต์พุตไว้ภายในพร้อมสรรพ ผู้ใช้งานจึงเพียงแต่เขียนโปรแกรม ควบคุมลงบนตัวไมโครคอนโทรลเลอร์แล้วต่ออุปกรณ์ที่ใช้ในการสร้างวงจรกำเนิดสัญญาณนาฬิกา อาทิ คริสตอล ตัวเก็บประจุ เป็นต้น สุดท้ายเชื่อมต่ออุปกรณ์อินพุตเอาต์พุตที่ต้องการเข้ากับขาพอร์ตของไมโครคอนโทรลเลอร์เพียงเท่านี้ก็สามารถใช้งานไมโครคอนโทรลเลอร์ได้แล้ว ส่งผลให้ขนาดและราคาของระบบลดลงอย่างมาก

ตารางที่ 2.1 เปรียบเทียบคุณสมบัติของไมโครคอนโทรลเลอร์และไมโครโปรเซสเซอร์

คุณสมบัติ	ไมโครโปรเซสเซอร์	ไมโครคอนโทรลเลอร์
ขนาดของหน่วยประมวลกลาง	ไม่น้อยกว่า 8 บิต	ส่วนใหญ่จะมีขนาด 8 บิต
หน่วยคำนวณทางคณิตศาสตร์และลอจิก	มีอยู่ภายใน	มีอยู่ภายใน
วงจรกำเนิดสัญญาณนาฬิกา	มีอยู่ภายใน	มีอยู่ภายใน
การเชื่อมต่อกับหน่วยความจำโปรแกรม	เชื่อมต่อภายนอกเท่านั้น	ใช้ได้ทั้งภายในและภายนอก
การเชื่อมต่อกับหน่วยความจำข้อมูล	เชื่อมต่อภายนอกเท่านั้น	ใช้ได้ทั้งภายในและภายนอก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 2.1 (ต่อ) เปรียบเทียบคุณสมบัติของไมโครคอนโทรลเลอร์และไมโครโปรเซสเซอร์

คุณสมบัติ	ไมโครโปรเซสเซอร์	ไมโครคอนโทรลเลอร์
ไทเมอร์/เคาน์เตอร์	ไม่มีในซีพียูขนาดเล็ก	มีอย่างน้อย 1 ตัว ขนาด 8-16 บิต
วอชด็อกไทเมอร์	ไม่มีในซีพียูขนาดเล็ก	มีอย่างน้อย 1 ตัว
จำนวนขาต่อใช้งาน	ไม่น้อยกว่า 40 ขา	มีตั้งแต่ 8 ขาขึ้นไป

ไมโครคอนโทรลเลอร์ก็สามารถเชื่อมต่อกับหน่วยความจำภายนอกได้เช่นกันโดยพิจารณาให้หน่วยความจำภายนอกนั้นเป็นอุปกรณ์อินพุตเอาต์พุตตัวหนึ่ง แล้วใช้ขาพอร์ตที่มีอยู่ทำการติดต่อ ในตารางที่ 2.1 เป็นตารางสรุปความแตกต่างที่สำคัญระหว่างไมโครโปรเซสเซอร์และไมโครคอนโทรลเลอร์

2.2.2 โครงสร้างและสถาปัตยกรรมของไมโครคอนโทรลเลอร์ MCS-51

ไมโครคอนโทรลเลอร์ตระกูล MCS-51 ที่ใช้เรียนรู้ในหนังสือเล่มนี้จะอ้างอิงถึงไมโครคอนโทรลเลอร์ตระกูล MCS-51 ซึ่งมีหน่วยความจำภายในเป็นแบบแฟลชของ Atmel Corporation มีเบอร์ขึ้นต้นด้วยอักษร AT89 เหตุผลที่ใช้ไมโครคอนโทรลเลอร์แบบนี้ในการเรียนรู้เพื่อใช้งานไมโครคอนโทรเลอร์ตระกูล MCS-51 มีด้วยกันหลายประการดังนี้

1. หน่วยความจำโปรแกรมภายในตัวไมโครคอนโทรลเลอร์เป็นแบบแฟลชทำให้สามารถลบและเขียนใหม่ได้นับพันครั้งจึงสามารถใช้งานในรูปแบบของไมโครคอนโทรลเลอร์ชิปเดี่ยวไม่ต้องใช้หน่วย ความจำภายนอกส่งผลให้สามารถใช้งานพอร์ตอินพุตเอาต์พุตของไมโครคอนโทรลเลอร์ได้ อย่างเต็มประสิทธิภาพ

2. ต้นทุนและเวลาในการพัฒนาระบบไมโครคอนโทรลเลอร์ลดลงอย่างมาก เนื่องจากไม่ต้องใช้เครื่องมือพัฒนาจำพวกอีมูเลเตอร์และเครื่องโปรแกรมอีพรอม

3. บริษัทผู้ผลิตได้ทำการผลิตไมโครคอนโทรลเลอร์ตระกูลนี้ออกมาหลายเบอร์และมีความ สามารถแตกต่างกันไปทำให้มีทางเลือกในการใช้งานสูง

4. ด้วยการใช้หน่วยความจำภายในตัวไมโครคอนโทรลเลอร์ทำให้สามารถป้องกันการคัดลอกข้อมูลของหน่วยความจำโปรแกรมได้เป็นอย่างดี

5. ในบางเบอร์ของไมโครคอนโทรลเลอร์ที่ผลิตโดย Atmel สามารถทำการโปรแกรมข้อมูลในหน่วยความจำโปรแกรมได้โดยที่ไม่ต้องถอดตัวไมโครคอนโทรลเลอร์ออกมาทำการโปรแกรมใหม่หรือเรียกว่าการโปรแกรมในวงจรหรือในระบบ โดยใช้ลักษณะการติดต่อแบบ SPI ทำให้การพัฒนาหรือการซ่อมบำรุงตลอดจนการปรับปรุงหรืออัพเกรดข้อมูลในหน่วยความจำโปรแกรมทำได้อย่างสะดวก ภายใต้งบประมาณที่ไม่สูงมากนัก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

6. ชุดคำสั่งและสถาปัตยกรรมพื้นฐานเหมือนกับไมโครคอนโทรลเลอร์ MCS-51 ของผู้ผลิตอื่นไม่ว่าจะเป็นอินเทล,ซีเมนส์หรือดัลลัส

2.2.2.1 คุณสมบัติทางเทคนิคของไมโครคอนโทรลเลอร์ตระกูล MCS-51 อนุกรม AT89xx

- เป็นไมโครคอนโทรลเลอร์ที่ซีพียูขนาด 8 บิต

-ภายในมีหน่วยความจำโปรแกรมเป็นแบบแฟลชสามารถลบและเขียนใหม่ได้พันครั้ง

-หน่วยความจำข้อมูลพื้นฐานเป็นหน่วยความจำแบบแรม ในบางเบอร์จะมีหน่วยความจำแบบอีอีพรอมเพิ่มเติม

-ขาพอร์ตเป็นแบบสองทิศทาง สามารถใช้งานเป็นได้ทั้งอินพุตและเอาต์พุต

-มีวงจรสื่อสารอนุกรมแบบฟลูดูเพล็กซ์

-ไทเมอร์/เคาน์เตอร์ขนาด 16 บิตอย่างน้อย 2 ตัว

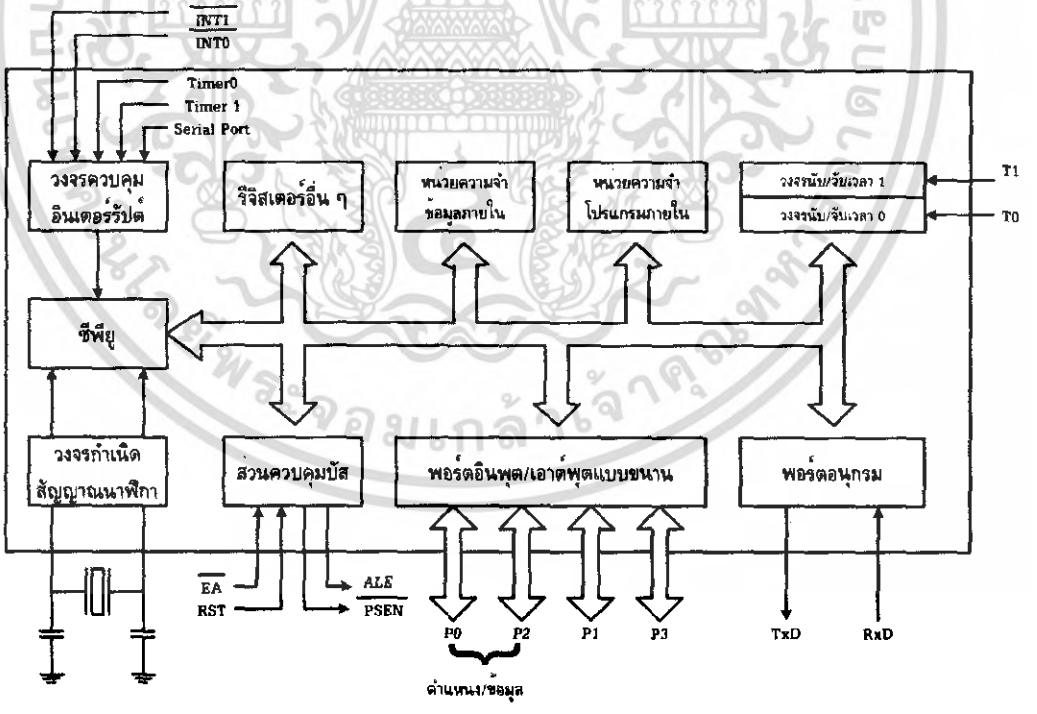
-สามารถรองรับแหล่งกำเนิดอินเตอร์รัพต์ได้ 6 ประเภท

-สามารถขยายหน่วยความจำภายนอกเพิ่มเติมได้สูงสุด 64 กิโลไบต์

-มีวงจรกำเนิดสัญญาณนาฬิกาอยู่ในภายชิป

-มีวงจรสื่อสารอนุกรมแบบ SPI สำหรับในอนุกรม AT89Sxx

-มีวอชด็อกไทเมอร์ในตัว สำหรับในอนุกรม AT89Sxx



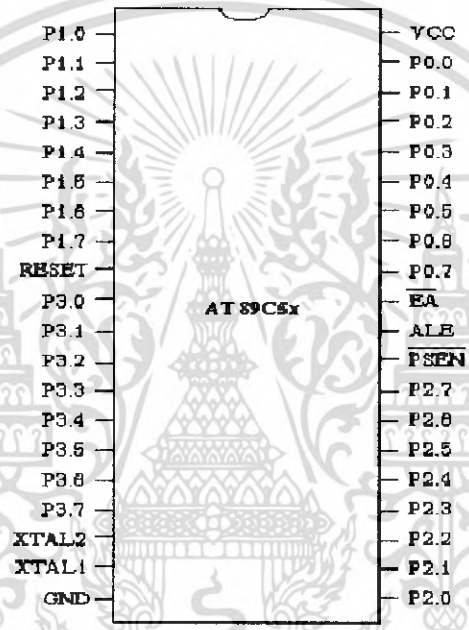
รูปที่ 2.3 โครงสร้างพื้นฐานของไมโครคอนโทรลเลอร์ MCS-51 แบบแฟลชในอนุกรม AT89Cxx

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ในรูปที่ 2.3 เป็นโครงสร้างพื้นฐานของไมโครคอนโทรลเลอร์ MCS-51 ในอนุกรม AT89Cxx จะเห็นได้ว่า โครงสร้างของ AT89Cxx จะเหมือนกับไมโครคอนโทรเลอร์ตระกูล MCS-51 พื้นฐานหากแต่แตกต่างกันเฉพาะหน่วยความจำโปรแกรมแบบแฟลชที่เพิ่มเติมเข้ามา หากเป็นไมโครคอนโทรลเลอร์ ในอนุกรม 87xx หน่วยความจำโปรแกรมภายในจะเป็นแบบอีพรอมและบางเบอร์สามารถโปรแกรมได้เพียงครั้งเดียว

2.2.2.2 การจัดขาของไมโครคอนโทรลเลอร์ MCS-51

ไมโครคอนโทรลเลอร์ตระกูล MCS-51 ทุกเบอร์จะมีตำแหน่งขาที่เหมือนกัน และมีหน้าที่การใช้งานดังนี้



รูปที่ 2.4 การจัดขามาตรฐานของไมโครคอนโทรลเลอร์ MCS-51

- ขา Vcc เป็นขาป้อนแรงดันไฟเลี้ยง +5 โวลต์

- ขา Vss เป็นขากราวด์

- ขาพอร์ต 0 (Port 0) มี 8 ขาได้แก่ขา P0.0–P0.7 เป็นขาพอร์ตอินพุตและเอาท์พุตแบบ 2 ทิศทาง สำหรับใช้งานทั่วไปโดยถ้าใช้งานเป็นอินพุตพอร์ตต้องทำการเขียนค่า 1ไปยังแต่ละบิตของพอร์ต เพื่อกำหนดให้ขาพอร์ตเหล่านั้นอยู่ในสถานะปล่อยลอย โดยปกติพอร์ท 0 ใช้ทำหน้าที่เป็น (Data Bus D0 – D7) และเป็น แอดเดรสบัส (Address Bus A0 – A7) ไบท์ต่ำโดยใช้กระบวนการมัลติเพล็กซ์เข้าช่วยเพื่อสลับการทำงาน คือเป็นได้ทั้งแอดเดรสบัส และดาต้าบัสในพอร์ทเดียวกัน

- ขาพอร์ต 1 (Port 1) มี 8 ขาได้แก่ขา P1.0 – P1.7 เป็นขาพอร์ต อินพุตเอาท์พุตแบบทิศทาง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สำหรับใช้งานทั่วไป โดยถ้าใช้งานเป็นอินพุตพอร์ตต้องทำการเขียนค่า 1 ไปยังแต่ละบิตของพอร์ตเพื่อกำหนดให้เป็นพอร์ตอินพุต

- ขาพอร์ต 2 (Port 2) มี 8 ขาได้แก่ขา P2.0 – P2.7 เป็นขาพอร์ต อินพุตเอาท์พุตแบบ 2 ทิศทาง สำหรับใช้งานทั่วไปโดยถ้าใช้งานเป็นอินพุตพอร์ตต้องทำการเขียนค่า 1 ไปยังแต่ละบิตของพอร์ตเพื่อกำหนดให้เป็นพอร์ตอินพุต โดยปกติพอร์ท 2 ใช้ทำหน้าที่เป็นแอดเดรสไบท์สูง 8 บิตบน คือ *Address Bus* A8 – A15 ของหน่วยความจำภายนอก

- ขาพอร์ต 3 (Port 3) มี 8 ขาได้แก่ P3.0 – P3.7 เป็นขาพอร์ต อินพุตเอาท์พุตแบบ 2 ทิศทาง สำหรับใช้งานทั่วไป โดยถ้าใช้งานเป็นอินพุตพอร์ตต้องทำการเขียนค่า 1 ไปยังแต่ละบิตของพอร์ตเพื่อกำหนดให้เป็นพอร์ตอินพุตส่งผลให้ขานั้นมีอินพุทอิมพิแดนซ์สูง โดยปกติทำหน้าที่ดังนี้

P3.0 ใช้เป็นขาอินพุทสำหรับรับข้อมูลจากการสื่อสารแบบอนุกรม หรือขา RxD

P3.1 ใช้เป็นขาอินพุทสำหรับรับข้อมูลจากการสื่อสารแบบอนุกรม หรือขา TxD

P3.2 ใช้เป็นขาอินพุทรับสัญญาณอินเตอร์รัพท์จากภายนอกช่อง 0 หรือขา INT0

P3.3 ใช้เป็นขาอินพุทรับสัญญาณอินเตอร์รัพท์จากภายนอกช่อง 1 หรือขา INT1

P3.4 ใช้เป็นขาอินพุทรับสัญญาณไทเมอร์จากภายนอกช่อง 0 หรือขา T0

P3.5 ใช้เป็นขาอินพุทรับสัญญาณไทเมอร์จากภายนอกช่อง 1 หรือขา T1

P3.6 ใช้เป็นขาสัญญาณ WR ในกรณีติดต่อกับหน่วยความจำภายนอก

P3.7 ใช้เป็นขาสัญญาณ RD ในกรณีติดต่อกับหน่วยความจำภายนอก

- ขารีเซต (RST) ใช้สำหรับการรีเซตการทำงานของไมโครคอนโทรลเลอร์โดยในการป้อนสัญญาณเพื่อรีเซทสถานะที่ขานี้ต้องอยู่ในระดับรีเซตอย่างน้อย 2 แมชชีนไซเกิล

- ขา ALE/PROG (Address Latch Enable/Program Pulse Input) เป็นขาสัญญาณเพื่อควบคุมการแลตช์ (Latch) ค่าตำแหน่งแอสเดรสไบต์ต่ำ เมื่อต้องการติดต่อกับหน่วยความจำภายนอก

- ขา PESN (Program Store Enable) ใช้ในการส่งสัญญาณเพื่อร้องขอติดต่อกับหน่วยความจำโปรแกรมภายนอก เมื่อไมโครคอนโทรลเลอร์ต้องการอ่านข้อมูลจากหน่วยความจำโปรแกรมภายนอกตัวไมโครคอนโทรลเลอร์ ตัวไมโครคอนโทรลเลอร์จะส่งสัญญาณออกมาที่ขานี้ 2 ครั้งในแต่ละ แมชชีนไซเคิล แต่ถ้าหากติดต่อกับหน่วยความจำข้อมูลภายนอก ขานี้จะไม่มีการส่งสัญญาณใด ๆออกมา

- ขา EA/VPP (External Access Enable / Programming Voltage Input) เป็นขาสำหรับเลือกใช้หน่วยความจำโปรแกรมจากภายในหรือจากภายนอกตัวไมโครคอนโทรลเลอร์ ดังนี้

ถ้าขา EA = 0 เป็นการเลือกให้ไมโครคอนโทรลเลอร์ติดต่อหน่วยความจำโปรแกรมภายนอกตัวไมโครคอนโทรลเลอร์

ถ้าขา EA= 1 เป็นการเลือกให้ไมโครคอนโทรลเลอร์ติดต่อหน่วยความจำโปรแกรมภายในตัวไมโครคอนโทรลเลอร์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- ขา XTAL1 และขา XTAL2 เป็นขาสำหรับต่อคริสตอลเพื่อสร้างสัญญาณนาฬิกาในการกำหนดจังหวะการทำงานของไมโครคอนโทรลเลอร์

2.2.2.3 การใช้งานเป็นพอร์ตอินพุต

เนื่องจากพอร์ตทั้งหมดของไมโครคอนโทรลเลอร์ MCS-51 แบบแฟลชสามารถเป็นได้ทั้งอินพุตและเอาต์พุต ดังนั้นจึงมีความจำเป็นอย่างยิ่งต้องทำความเข้าใจถึงการกำหนดลักษณะการทำงานให้แก่พอร์ตของไมโครคอนโทรเลอร์ MCS-51 แบบแฟลช

ในการกำหนดให้เป็นพอร์ตอินพุต ต้องเริ่มต้นด้วยการเจียนจ้อมูล"1"มาที่แต่ละบิตของพอร์ตที่ต้องการใช่งานเป็นอินพุต เพื่อหยุดการทำงานของเฟตที่ใช้ในการขับสัญญาณเอาต์พุตของบิตนั้นๆ ทำให้ขาสัญญาณของพอร์ตเชื่อมต่อเข้าวงจรพฟูลอัฟภายในโดยตรง ส่งผลให้ขาพอร์ตนั้นมีลอจิกเป็น"1"สามารถรับสัญญาณลอจิก"0"จากอุปกรณ์ภายนอกได้ง่าย สัญญาณข้อมูลจากอุปกรณ์ภายนอกจะส่งเข้ามาแล้วเก็บไว้ในวงจรบัฟเฟอร์ภายในพอร์ต แล้วรอให้ซีพียูมาอ่านค่าเข้าไป เมื่อเป็นเช่นนี้อุปกรณ์ภายนอกที่เชื่อมต่อกับพอร์ตอินพุตของไมโครคอนโทรลเลอร์ MCS-51 แบบแฟลชควรกำหนดให้ทำงานในสภาวะลอจิก"0"จะดีและสะดวกที่สุด

2.2.2.4 การใช้งานเป็นพอร์ตเอาท์พุต

โดยปกติแล้ว ขาพอร์ตจะกำหนดให้มีลักษณะเป็นเอาต์พุตอยู่แล้ว ดังนั้น จึงสามารถส่งข้อมูลออกไปได้อย่างง่ายดายและตรงไปตรงมากล่าวคือ เมื่อต้องการส่งข้อมูล"0"ออกไปทางเอาต์พุตก็ได้เขียนข้อมูล"0"ไปยังวงจรแลตช์ซึ่งก็จะส่งต่อไปขับเฟต ทำให้เฟตทำงานที่ขาพอร์ตที่กำหนดให้ทำงานก็จะเกิดลอจิก"0" ขึ้น ในทางตรงข้ามหากต้องการส่งข้อมูล"1"ออกไป ก็ให้เขียนข้อมูล"1"ไปยังวงจรแลตช์ วงจรขับก็จะหยุดทำ งาน ทำให้ที่ขาพอร์ตเชื่อมต่อกับวงจรพูลอัปภายในเกิดเป็นลอจิก"1"ที่ขาพอร์ตนั้นซึ่งคล้ายกับการกำหนดให้เป็นขาอินพุตมากเพียงแต่แตกต่างกันที่กระบวนการในการเคลื่อนย้ายข้อมูล โดยถ้าเป็นอินพุตจะมีสัญญาณมาอ่านข้อมูลที่บัฟเฟอร์แต่อย่างใด เว้นแต่ในกรณีที่ต้องการตรวจสอบข้อมูลที่ส่งออกมาทางเอาต์พุต

เมื่อใช้งานพอร์ตของไมโครคอนโทรลเลอร์ MCS-51 แบบแฟลชเป็นพอร์ตเอาต์พุต แต่ละขาของแต่ละพอร์ตมีความสามารถในการจ่ายกระแสหรือที่เรียกว่า กระแสซอร์ส ได้สูงสุด 10 mA และทุกขารวมกันในแต่ละพอร์ตสูงสุด 26 mA สำหรับพอร์ต 0 และ 15 mA สำหรับ 1-3 ในกรณีที่ใช้งานทุกพอร์ตเอาต์พุตจะสามารถจ่ายกระแสได้รวมกันสูงสุด 71 mA ดังนั้นในการใช้งานเป็นพอร์ตเอาต์พุตเพื่อไม่ให้เกิดปัญหาเกี่ยวกับความสามารถในการจ่ายกระแสจึงควรต่อวงจรบัฟเฟอร์ทางเอาต์พุตเพื่อช่วยในการขับกระแสอีกทางหนึ่ง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.2.2.5 การจัดหน่วยความจำ

หน้าที่การทำงานของหน่วยความจำจะทำหน้าที่เก็บโปรแกรมคำสั่ง และข้อมูลที่จะใช้ในการกำหนดค่าต่างๆให้กับไมโครคอนโทรลเลอร์ หรือใช้เก็บค่าต่างๆที่ไมโครคอนโทรลเลอร์ได้กระทำตามคำสั่งการจัดหน่วยความจำของไมโครคอนโทรลเลอร์ MCS-51 จะแบ่งหน่วยความจำออกเป็น 3 กลุ่มคือ

1. หน่วยความจำสำหรับเก็บโปรแกรม (Program Memory) หรือ (Code Memory)
2. หน่วยความจำสำหรับเก็บข้อมูล (Data Memory)
3. รีจิสเตอร์ที่ทำหน้าที่เฉพาะ (Special Function Register)

1. หน่วยความจำสำหรับเก็บโปรแกรม (Program Memory) หรือหน่วยความจำรหัสคำสั่ง (Code Memory) หน่วยความจำสำหรับเก็บโปรแกรม (ทำหน้าที่เช่นเดียวกับรอม) หรือหน่วยความจำรหัสคำสั่ง (Code Memory) จะทำหน้าที่เก็บชุดคำสั่ง เพื่อให้ไมโครคอนโทรลเลอร์ปฏิบัติตามคำสั่งนั้นๆ ยกตัวอย่างเช่น ในขณะที่เราเปิดเครื่องไมโครเวฟ จะมีการแสดงผลรายการหลักที่หน้าจอ LCD เพื่อคอยให้เราป้อนค่าเวลาที่ต้องการจะอุ่นอาหาร คำสั่งที่จอ LCD เพื่อให้เราป้อนข้อมูลนั้นจะเขียนคำสั่งอยู่ในส่วนของหน่วยความจำโปรแกรมนั้นเอง ถึงเราจะเปิดเครื่องไมโครเวฟกี่ครั้ง ก็จะมีการแสดงผลที่ LCD ให้เราป้อนค่าเวลาที่ต้องการเหมือนเดิม ภายในตัวไอซีไมโครคอนโทรลเลอร์เบอร์ AT89C2051 และ AT89C4051 จะมีหน่วยความจำที่เก็บโปรแกรมได้ 1 Kbytes, 2 Kbytes และ 4 Kbytes ตามลำดับ หน่วยความจำจะเป็นลักษณะแบบแฟลช ที่มีคุณสมบัติในการใช้งานโดยสามารถจะทำการลบข้อมูลด้วยไฟฟ้า และเก็บข้อมูลเข้าเก็บไว้ในตัวไมโครคอนโทรลเลอร์ ได้กว่า 1000 ครั้ง โดยใช้เครื่องโปรแกรมที่ไม่ยุ่งยากและราคาไม่แพง (สามารถรักษาข้อมูลไว้ได้นานหลายปี) ข้อสังเกต ส่วนของแอดเดรส (Address) ไม่สามารถที่จะใช้ตำแหน่งเดียวกันได้ แต่ข้อมูล (Data) สามารถที่จะมีข้อมูลเหมือนกันได้ จากตารางอุปมาเหมือนกับมีกระดาษจำนวนเท่ากับ 2n บรรทัดมาให้ ดังนั้นหากต้องการเขียนข้อมูลใดๆลงในแต่ละบรรทัด จะต้องมีตำแหน่งของบรรทัดที่ไม่ซ้ำกัน และการที่จะเลือกจำนวนของบรรทัด ขึ้นอยู่กับปริมาณของข้อมูลที่ต้องการจะเขียน ยกตัวอย่างเช่นหากต้องการขนาดของข้อมูลในการเขียนโปรแกรมเพียง 2000 บรรทัด อาจจะเลือกใช้หน่วยความจำขนาด 2 Kbytes โดยมีแอดเดรสตั้งแต่ 0000 H - 07FF Hจะแบ่งหน่วยความจำประเภทนี้เป็นอีก 2 ประเภท หน่วยความจำโปรแกรมภายนอก (External Memory) ที่มาต่อภายนอกตัว ส่วนอีกประเภทหนึ่งคือหน่วยความจำภายใน (Internal Memory)

ภายในตัวไมโครคอนโทรเลอร์เอง การเลือกใช้หน่วยความจำโปรแกรมภายนอกหรือหน่วยความจำโปรแกรมภายในทำได้โดยการให้สัญญาณทางไฟฟ้าที่ขา EA โดย

- สัญญาณทางไฟฟ้าที่ขา EA เป็นลอจิก 0 หมายถึง หน่วยความจำโปรแกรมภายนอก
- สัญญาณทางไฟฟ้าที่ขา EA เป็นลอจิก 1 หมายถึง หน่วยความจำโปรแกรมภายใน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2. หน่วยความจำสำหรับข้อมูล (*Data Memory*)

หน่วยความจำข้อมูล (RAM) จะทำหน้าที่เก็บรักษาข้อมูล โดยข้อมูลอาจจะเป็นค่าหลังจากไมโครคอนโทรลเลอร์ ทำการประมวลผล หรือเก็บค่าข้อมูลที่จะให้กับไมโครคอนโทรลเลอร์ประมวลผลในขณะนั้น และจะทำหน้าที่เป็น สแตก (Stack) บางส่วน (ส่วนของสแตกจะอธิบายในลำดับต่อไป) ยกตัวอย่าง เช่น ถ้าเป็นเครื่องไมโครเวฟที่ใช้สำหรับอุ่นอาหาร ก็คือส่วนที่เราป้อนข้อมูลเช่นเวลา หรืออุณหภูมิที่เป็นปัจจุบัน หลังจากหน่วยความจำโปรแกรมแสดงรายการ หลักที่ LCD นั้นเอง สังเกตว่าหากเราปิดเครื่อง แล้วเปิดเครื่องใหม่อีกครั้งหนึ่ง ค่าข้อมูลที่เป็นเวลา และอุณหภูมิเดิมที่เรากำหนดไว้ในครั้งแรกก็จะหายไป และจะให้เราป้อนค่าข้อมูลใหม่อีกครั้ง ดังนั้นการที่จะรักษาข้อมูลเดิมไว้ได้ จะต้องมีแหล่งจ่ายไฟสำรองไว้สำหรับเพื่อเลี้ยงให้กับตัวไอซีตลอดเวลา หรือที่ เรียกว่า Battery Backup * สำหรับไอซีไมโครคอนโทรลเลอร์เบอร์ AT89C1051 จะมีหน่วยความจำที่เก็บข้อมูลได้ 64 bytes ส่วน AT89C2051 และ AT89C4051 จะมีหน่วยความจำที่เก็บข้อมูลได้ 128 bytes

หน่วยความจำข้อมูลภายในยังแบ่งส่วนของการใช้งานได้อีกเป็นสองส่วนคือ หน่วยความจำข้อมูลภายใน 128 ไบต์จะเป็นหน่วยความจำที่ใช้งานทั่วไปอยู่ที่ตำแหน่งแอดเดรส 00H - 7FH และหน่วยความจำในตำแหน่งแอดเดรสที่ 80H - FFH ซึ่งจะเป็นส่วนของรีจิสเตอร์เฉพาะ (Special Function Register) ในส่วนของหน่วยความจำที่ใช้งานทั่วไป จะแสดงได้ดังรูป *2.10* โดยพื้นที่ของหน่วยความจำข้อมูลภายในที่ตำแหน่งแอดเดรส 00H - 7FH ก็ยังสามารถที่จะแบ่งออกเป็นส่วนย่อยได้ดังนี้

1 พื้นที่ในหน่วยความจำข้อมูล (แรม) ตำแหน่งที่ 00H - 1FH จำนวน 32 ไบต์ จะถูกแบ่งออกเป็น 4 กลุ่ม เรียกว่า แบงค์ (Bank) และในแต่ละแบงค์ จะมี 8 ไบต์ ดังแสดงในรูป 10 พื้นที่ในแต่ละแบงค์จะถูกใช้งานเป็นรีจิสเตอร์ที่ใช้งานทั่วไป (รีจิสเตอร์ R0 – R7 เป็นรีจิสเตอร์ที่มีขนาด 8 บิตหรือ 1 ไบต์) โดยที่รีจิสเตอร์ R0 จะอยู่ในตำแหน่งแรกของแต่ละแบงค์และรีจิสเตอร์ R7 จะอยู่ในตำแหน่งสุดท้ายของแต่ละแบงค์ ในการนำไปใช้งาน จะเลือกใช้รีจิสเตอร์ R0 – R7 ได้เพียงแบงค์เดียว และเลือกใช้พื้นที่ของรีจิสเตอร์ R0 – R7 ในแบงค์ใดๆ ก็ได้ โดยการกำหนดค่าข้อมูลที่รีจิสเตอร์ PSW ในส่วนของรีจิสเตอร์เฉพาะ (Special Function Register) หากไม่ได้กำหนดค่าใดๆเลย เมื่อทำการรีเซตให้กับ ไอซีไมโครคอนโทรลเลอร์ จะถูกกำหนด ให้เริ่มต้นใช้งานที่รีจิสเตอร์ R0 – R7 ในหน่วยความจำตำแหน่งแบงค์ 0 ให้เอง ดังนั้นในการทดลองเริ่มต้นในส่วนแรกๆ เราจะยังไม่กำหนดค่าใดๆ ในการเลือกใช้งานรีจิสเตอร์แบงค์อื่นๆ (จะใช้เพียงรีจิสเตอร์ R0 – R7 ในหน่วยความจำตำแหน่งแบงค์ 0 ที่ถูกกำหนดมาให้เท่านั้นก่อน)

2 พื้นที่ในหน่วยความจำข้อมูลภายใน (RAM) ตำแหน่งแอดเดรสที่ 20H - 2FH จำนวน 16 ไบต์ เป็นส่วนที่สามารถใช้งานในลักษณะการเข้าข้อมูลแบบ ไบต์หรือแบบบิตได้ และสามารถอ้างตำแหน่งแบบบิตได้โดยตรง เพียงแต่ระบุตำแหน่งหรือชื่อของบิตนั้นๆได้ ซึ่งจะมีด้วยกันอยู่จำนวนทั้งหมด 128 บิต แต่ละบิตจะมีหมายเลขตำแหน่งของบิตคือ 00H - 7FH โดยตำแหน่งบิตที่ 00H ก็คือข้อมูลของบิตต่ำสุดในตำแหน่งแอดเดรสที่ 20H หรือ เราอาจเรียกว่า (20H.1) และตำแหน่งของบิตที่ 7FH คือข้อมูลบิตสูงสุดในตำแหน่ง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

แอดเดรสที่ 2FH หรือเราอาจเรียกว่า (20H.7) การอ้าง ตำแหน่งแบบบิตจะทำให้โปรแกรมทำงานได้รวดเร็วขึ้น

3. พื้นที่บริเวณหน่วยความจำข้อมูลในตำแหน่งที่ 30H - 7FH จะเป็นพื้นที่ของหน่วยความจำใช้งานทั่วไป และการติดต่อกับข้อมูลในตำแหน่งต่างๆ ของหน่วยความจำส่วนนี้จะอ้างตำแหน่งข้อมูลได้ในลักษณะของแบบไบต์เท่านั้น และพื้นที่ส่วนนี้เราอาจจะใช้เป็นสแตกได้

2.2.2.6 รีจิสเตอร์ฟังก์ชั่นพิเศษ (Special Function Register)

รีจิสเตอร์เฉพาะหรือรีจิสเตอร์พิเศษ (SFR) ที่ใช้ในการควบคุมการทำงานของไมโครคอนโทรลเลอร์ จะอยู่ในหน่วยความจำตำแหน่งแอดเดรสที่ 80H - FFH ซึ่งสามารถจะเรียกใช้ชื่อของรีจิสเตอร์ได้โดยตรงหรืออาจจะเรียกชื่อตามตำแหน่งแอดเดรสก็ได้ รีจิสเตอร์เฉพาะจะประกอบด้วย

บิต 7	บิต 6	บิต 5	บิต 4	บิต 3	บิต 2	บิต 1	บิต 0
CY	AC	F0	RS1	RS0	OV	—	P

รูปที่ 2.5 รายละเอียดของรีจีสเตอร์แสดงสถานะของโปรแกรมหรือ PSW

CY : (Carry Flag) เป็นบิตที่ทำหน้าที่แสดงสถานะของตัวทด เช่นในกรณีของการบวก หากนำเลข 8 บิต 2 จำนวนมาบวกกัน แล้วปรากฏว่า ผลบวกที่ได้มีค่ามากเกิน 8 บิต ก็จะทำให้ สถานะของบิต CY ถูกเซตเป็น 1 แต่หากผลบวกไม่เกิน 8 บิตป้ายบอกสถานะที่บิต CY จะยังเป็น 0 และในทำนองเดียวกัน จะทำหน้าที่เป็นตัวยืมในกรณีของการลบ ใช้เป็นตัวร่วมกับแอคคิวมูเลเตอร์ (Register A) ในการหมุนบิต และเราสามารถใช้ค่าของ CY เป็นเงื่อนไขในการเขียนโปรแกรมในการกระโดด (Jump) ได้

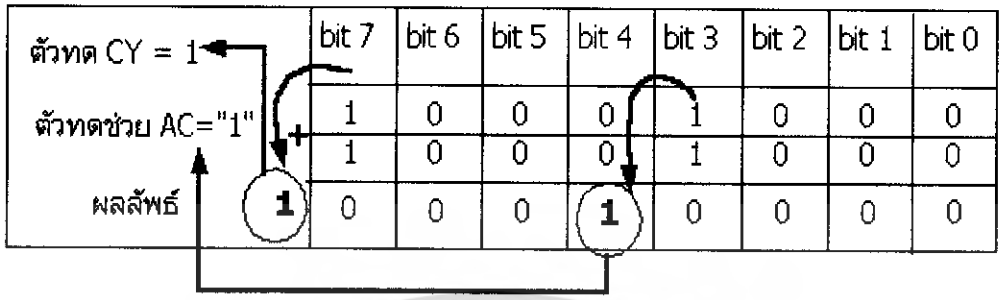
ตารางที่ 2.2 สถานะการทำงานของ Carry Flag

	bit 7	bit 6	bit 5	bit 4	bit 3	bit 2	bit 1	bit 0
ตัวทด CY = 1								
	1	0	0	0	0	0	0	0
+	1	0	0	0	1	0	0	0
ผลลัพธ์	0	0	0	0	1	0	0	0

AC: (Auxiliary Carry Flag) เป็นแฟลกตัวทดช่วยในกรณีที่มีการบวกเลขสองจำนวน แล้วมีการทดระหว่างบิตที่ 3 ไปบิตที่ 4 ทำให้มีการเซตค่าที่บิต AC เป็น"1"ดังตัวอย่าง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 2.3 สถานะการทำงานของ Auxiliary Carry Flag



F0 : (Flag 0) เป็นแฟลกที่ใช้งานทั่วไปซึ่งเราสามารถใช้เป็นแฟลกสภาวะ (Status Flag) ของโปรแกรมโดยการเซต หรือรีเซตด้วยคำสั่ง ทางซอฟต์แวร์ (กันไว้สำหรับผู้ใช้) RS1 – RS0 : (Register Bank Select) เป็นตัวกำหนดการเลือกพื้นที่ใช้งานของกลุ่มรีจิสเตอร์ R0 – R7

OV : (Overflow Flag) เป็นบิตที่แสดงสถานะโอเวอร์โฟลว์ ซึ่งจะถูกเซตหรือเคลียร์จากการทำงานของคำสั่งทางคณิตศาสตร์ แล้วเกิดการทดข้ามจากบิตที่ 6 มายังบิตที่ 7 เช่น ในการนำเลขสองจำนวนมารวมกัน แล้วได้ผลลัพธ์มากกว่า +127 (ฐานสิบ) หรือต่ำกว่า - 128 (ฐานสิบ) ในบิตที่ 7 (ซ้ายมือสุด) จะแสดงเป็นบิตสถานะของค่าบวก หรือลบโดยถ้าสถานะเป็น 1 จะเป็นค่าบวก ถ้าสถานะเป็น 0 จะเป็นค่าลบ ดังนั้นเมื่อมีการเกิดโอเวอร์โฟลว์ขึ้น จะทำให้แฟลก OVถูกเซตเป็น"1"

P : (Parity Flag) เป็นบิตแสดงสถานะที่ใช้ตรวจสอบจำนวนบิตที่เป็น"1"ในข้อมูลของแอคคิวมูเลเตอร์ (Register A) โดยบิต P จะถูกเซตเป็น"1"เมื่อสถานะทั้ง 8 บิตมีเลข 1 เป็นจำนวนคี่ (odd) และบิต P จะถูกเซตเป็น"0"เมื่อสถานะของทั้ง 8 บิตในแอคคิวมูเลเตอร์ (Register A) มีจำนวนเลข 1 เป็นจำนวนคู่ (even) หรือ นับจำนวนเลข 1 ของข้อมูลในรีจิสเตอร์ A ทั้ง 8 บิตนั้นเอง

ตารางที่ 2.4 การเลือกแบงค์ของหน่วยความจำเพื่อติดต่อกับรีจิสเตอร์แบงค์ R0-R7

RS1	RS0	แบงค์ของรีจิสเตอร์	ตำแหน่งหน่วยความจำ
0	0	แบงค์ 0	00H - 07H
0	1	แบงค์ 1	08H - 0FH
1	0	แบงค์ 2	10H - 17H
1	1	แบงค์ 3	18H - 1FH

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.2.2.7 รีจิสเตอร์แสดงสถานะของโปรแกรม (Program Status Word : PSW)

เป็นรีจิสเตอร์ขนาด 8 บิต สามารถเข้าถึงได้ในระดับบิตและสามารถกระทำคำสั่งหรือกำหนดค่าในแต่ละบิตของรีจิสเตอร์ได้อย่างอิสระ มีแอดเดรสอยู่ที่ D0H ทำหน้าที่เป็นรีจิสเตอร์ที่เก็บสถานะการทำงานของโปรแกรมในขณะนั้นจะเรียกสถานะต่างๆ ของโปรแกรมว่าแฟลก (flag) เมื่อซีพียูกระทำคำสั่งทางคณิตศาสตร์และลอจิกแล้วเกิดการเปลี่ยนแปลงสถานะขึ้นผลของการเปลี่ยนแปลงนั้นจะมาปรากฏที่บิตต่างๆ ของรีจิสเตอร์ PSW นอกจากรีจิสเตอร์ PSWถูกใช้ในการเก็บสถานการณ์ทำงานของโปรแกรมแล้ว ที่บิต RS0 และ RS1 ยังใช้ในการเลือกแบงค์ของหน่วยความจำ ซึ่งเป็นพื้นที่ของรีจิสเตอร์ R0-R7 มักนิยมเลือกใช้แบงค์ 0 เป็นลำดับแรก หากไม่เพียงพอจึงเลือกในแบงค์อื่นๆ มาใช้ แต่ต้องระมัดระวังในการกำหนดค่าและลำดับการติดต่อให้ดี มิเช่นนั้น อาจทำให้การเขียนโปรแกรมเกิดความสับสน

การกำหนดค่าของรีจิสเตอร์ PSW เพื่อเลือกใช้งานรีจิสเตอร์ R0-R7 ควรกำหนดไว้ที่ตอนต้นของโปรแกรม เพื่อจะได้เขียนโปรแกรมติดต่อกับรีจิสเตอร์ R0-R7 ได้อย่างสะดวกและไม่เกิดความผิดพลาด

- รีจิสเตอร์ A (Accumulator : ACC)

เป็นรีจิสเตอร์ขนาด 8 บิตและมีแอดเดรสอยู่ที่ตำแหน่ง E0H สามารถที่จะเข้าถึงข้อมูล ในระดับบิตได้ ใช้งานเป็นตัวกระทำร่วมทางคณิตศาสตร์ เช่น การบวก ลบ คูณ หาร และทำหน้าที่เป็นตัวเก็บผลลัพธ์ที่ได้จากการคำนวณ ทางคณิตศาสตร์ ซึ่งรีจิสเตอร์นี้จะถูกใช้งานบ่อยมากในการเขียนโปรแกรม

- รีจิสเตอร์ B

เป็นรีจิสเตอร์ขนาด 8 บิตที่มีแอดเดรสอยู่ที่ตำแหน่ง F0H ใช้ในการกระทำในคำสั่งคูณหรือหาร ข้อมูลโดยใช้ร่วมกับรีจิสเตอร์ A จะทำหน้าที่เก็บค่าผลลัพธ์ที่เป็นเศษของการหาร และเก็บผลลัพธ์ของค่าผลคูณไบต์บน และยังใช้เก็บข้อมูลทั่วไปได้ในกรณีไม่ได้ทำคำสั่งในการคูณหรือหาร

- สแตกพอยน์เตอร์ (Stack Pointer : SP)

เป็นรีจิสเตอร์ขนาด 8 บิต มีแอดเดรสอยู่ที่ตำแหน่ง 81H ใช้ในการเก็บค่าของตัวชี้บอก ตำแหน่งแอดเดรส เมื่อรีเซตระบบของไมโครคอนโทรลเลอร์ ค่าของตัวชี้สแตกจะถูกกำหนดให้เริ่มต้นชี้ที่ตำแหน่งแอดเดรส 07H (ข้อมูลที่รีจิสเตอร์ SP จะมีค่าเท่ากับ 07H) ซึ่งจะเป็นตำแหน่งแอดเดรสของรีจิสเตอร์R7 ในแบงค์ 0 สแตก (Stack) คือการจองพื้นที่หน่วยความจำข้อมูล บริเวณหนึ่งขึ้นมา เป็นตำแหน่งที่ใช้ในการเก็บข้อมูล โดยให้ รีจิสเตอร์ SP (Stack Pointer) เป็นตัวชี้บอกตำแหน่งแอดเดรสว่าข้อมูลนั้นเก็บไว้ที่ตำแหน่งใดของหน่วยความจำข้อมูล และหลังจากที่นำข้อมูลไปเก็บไว้ในหน่วยความจำพื้นที่ๆ จองไว้แล้ว ค่าข้อมูลในตัวชี้สแตก (รีจิสเตอร์ SP) ก็จะชี้ค่าไปยังตำแหน่งแอดเดรสใหม่ต่อไป (ขึ้นอยู่กับจำนวนของไบต์ข้อมูลที่จะนำไปเก็บ) ดังนั้นถ้าหากจะนำข้อมูลค่าต่อไปจัดเก็บอีก ก็จะเป็นตำแหน่งแอดเดรสที่อยู่ถัดไป สแตกจะถูกใช้งานในขณะที่มีการเรียกใช้โปรแกรมย่อยโดยคำสั่ง CALLหลังจากนั้นก็จะนำแอดเดรสที่ตำแหน่งถัดจากคำสั่งCALL (โปรแกรมเคาน์เตอร์) ไปเก็บไว้ที่หน่วยความจำในพื้นที่ๆ จองไว้ และหลังจากที่ไมโครคอนโทรลเลอร์ทำงานตามคำสั่งในโปรแกรมย่อยจนเสร็จสิ้นแล้ว โปรแกรมย่อยก็จะปิดท้ายด้วยคำสั่ง RET ดังนั้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ไมโครคอนโทรลเลอร์จะกลับไปที่ตำแหน่งเดิมได้ ก็จะต้องไปดูข้อมูลที่ตัวชี้สแตก (Stack Pointer) ว่าชี้อยู่ที่ตำแหน่งแอดเดรสใด ซึ่งค่าข้อมูลของสแตกในตำแหน่งนั้นนั้น ก็คือแอดเดรสที่โปรแกรมจะต้องกลับไปทำงานต่อ ดังนั้นการเรียกโปรแกรมย่อย ซ้อนกันหลายๆครั้ง ค่าในสแตกก็จะซ้อนทับกัน การที่จะกลับค่าไปที่ตำแหน่งแอดเดรสเดิมได้ ก็ต้องออกจากสแตกที่ละชั้นไป เราจึงเรียกวิธีการนี้ว่า FILO (First In Last Out) หรือเข้าก่อนออกที่หลัง ในส่วนของสแตกยังสามารถเก็บข้อมูลของรีจิสเตอร์ต่างๆได้ด้วย เช่นกรณีไมโครคอนโทรลเลอร์ กระโดดไปทำที่โปรแกรมย่อย และในส่วนของโปรแกรมย่อยมีคำสั่งโดยเรียกใช้รีจิสเตอร์ที่เราใช้ในโปรแกรมหลักด้วย เช่น รีจิสเตอร์ PSW รีจิสเตอร์ A หรือ รีจิสเตอร์ R0 ฯลฯ ซึ่งถ้าหากเราไม่เก็บค่าข้อมูลเดิมของรีจิสเตอร์ไว้ก่อน ค่าข้อมูลในรีจิสเตอร์ดังกล่าวอาจจะเปลี่ยนแปลงข้อมูลไป ดังนั้นจึงต้องนำข้อมูลเดิมไปเก็บไว้ที่สแตกก่อนด้วยคำสั่ง PUSH หลังจากนั้นเมื่อออกจากโปรแกรมย่อยจึงจะทำการคืนค่าของรีจิสเตอร์ในสแตกกลับมา ให้เป็นข้อมูลเดิมโดยคำสั่ง POP (รายละเอียดอยู่ในบทที่ 4 เรื่องโปรแกรมย่อยและการกระโดด) ทุกครั้งที่เริ่มรีเซตระบบ ไอซีไมโครคอนโทรลเลอร์ ก็จะเริ่มทำงานที่ตำแหน่งแอดเดรส 0000 H ของหน่วยความจำโปรแกรมแฟลช (Flash Memory) และจะเริ่มปฏิบัติตามคำสั่งที่ถูกเขียน เป็นข้อมูลขนาด 8 บิต (1 ไบต์) ในแต่ละแอดเดรสของหน่วยความจำโปรแกรม ซึ่งบางคำสั่งอาจจะใช้เนื้อที่ในการเก็บข้อมูลเพียง 1 แอดเดรส และบางคำสั่งอาจจะต้องใช้เนื้อที่ 2-3 แอดเดรส จำนวนของแอดเดรสที่จะเก็บข้อมูลในแต่ละคำสั่ง สามารถเปิดดูได้จากตารางคำสั่ง ของไมโครคอนโทรลเลอร์ ดังนั้นไอซีไมโครคอนโทรลเลอร์ที่มีหน่วยความจำโปรแกรมขนาด

- โปรแกรมเคาน์เตอร์ (Program Counter : PC)

มีขนาด 16 บิต มีหน้าที่แจ้งแอดเดรสของหน่วยความจำโปรแกรมในตำแหน่งถัดไปที่ซีพียูจะต้องไปทำงาน รีจิสเตอร์ PC เป็นรีจิสเตอร์ตัวเดียวที่ไม่ได้จัดสรรไว้รวมกับรีจิสเตอร์ SFR ตัวอื่นๆ การเปลี่ยนแปลงค่าของรีจิสเตอร์ PC จะขึ้นอยู่กับผลของการกระทำคำสั่งแต่ละคำสั่งภายในหน่วยความจำโปรแกรมที่ผู้เขียนโปรแกรมกำหนด รีจิสเตอร์ PC มีความสำคัญมาก โดยเฉพาะอย่างยิ่งในการตรวจสอบการทำงานของโปรแกรมว่า ดำเนินการไปตามลำดับขั้นตอนตามที่กำหนดไว้หรือไม่

- รีจิสเตอร์ชี้ข้อมูลหรือดาต้าพอยน์เตอร์ (Data Pointer : DPTR)

เป็นรีจิสเตอร์ขนาด 16 บิตที่ประกอบด้วยรีจิสเตอร์ขนาด 8 บิต 2 ตัวคือรีจิสเตอร์ DPL และ DPH ซึ่งเราสามารถเลือกการใช้งานในลักษณะ 8 บิต 2 ตัวหรือ 16 บิต 1 ตัวก็ได้ จะมีแอดเดรสอยู่ที่ตำแหน่ง 82H , 83H ตามลำดับ ใช้สำหรับเป็นตัวชี้ ตำแหน่งของหน่วยความจำหรือตำแหน่งของอุปกรณ์อินพุตเอาต์พุตที่ไมโครคอนโทรลเลอร์ต้องการติดต่อด้วย และใช้เป็นตัวกำหนดตำแหน่งเริ่มต้น (Base) ของตารางในการทำงานเกี่ยวกับ Look Up Table

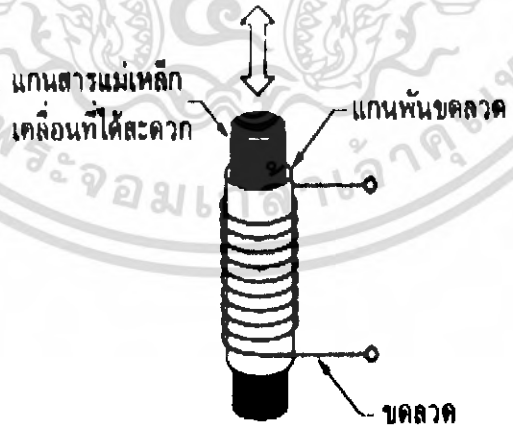
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.2.3 จังหวะการทำงานของไมโครคอนโทรลเลอร์

ในการใช้งานไมโครคอนโทรเลอร์ MCS-51 จะต้องทำความเข้าใจถึงจังหวะการทำงานของซีพียูและลำดับขั้นตอนการประมวลผลคำสั่ง ในการประมวลผลคำสั่งของซีพียูจะมีขั้นตอนหลักๆ 2ขั้นตอนคือ กระบวนการเฟตช์ (Fetch) เป็นการเรียกคำสั่งออกจากหน่วยความจำโปรแกรมแล้วทำการแปลงรหัสคำสั่งนั้นเป็นภาษาเครื่องเพื่อเตรียมการประมวลผลขั้นตอนต่อมาคือ กระบวนการเอ็กซิคิวต์ (Execute) เป็นการกระทำตามคำสั่งที่กำหนดหรือตามที่เฟตช์ขึ้นมาโดยกระบวนการก่อนหน้านี้เมื่อทำการเอ็กซิคิวต์คำสั่งเรียบร้อยแล้วก็จะไปเริ่มกระบวนการเฟตช์คำสั่งใหม่ต่อไปเมื่อเริ่มจ่ายไฟให้แก่ไมโครคอนโทรลเลอร์จะเกิดการรีเซตเกิดขึ้น ในลักษณะที่เรียกว่า เพาเวอร์ออนรีเซต (Power On Reset) ซีพียู เริ่มต้นการทำงานที่แอดเดรส 0000 H ของหน่วยความจำโปรแกรม จังหวะการทำงานของซีพียูจะเป็นไปตามรูปแบบ โดยได้รับการกำหนดมาจากรอบการทำงานหรือแมชชีนไซเกิล (Machine Cycle) ไมโครคอนโทรลเลอร์ MCS-51 โดยใน 1 รอบการทำงานหรือในหนึ่งแมชชีนไซเกิลจะแบ่งย่อยออกเป็น 6 สเตท (State) กำหนดชื่อเป็น S1-S6 ในแต่ละสเตทมีค่าเวลาเท่ากับ 2 คาบเวลาของสัญญาณนาฬิกา ถ้าสัญญาณนาฬิกามีความถี่ 12 MHz จะมีคาบเวลาเท่ากับ 1 ms คาบเวลาทั้งสองภายในหนึ่งสเตรทจะเรียกว่า เฟส 1

2.3 โซลินอยด์

รากศัพท์ของโซลินอยด์น่าจะมาจากคำว่า โซเลน (Solen) ซึ่งมีความหมายทางการแพทย์เป็นคล้ายๆ เปือกหุ้มอวัยวะที่ได้รับบาดเจ็บ ซึ่งก็อาจจะอยู่ในลักษณะของปลอกแขนหรือปลอกขา เมื่อมีประดิษฐ์กรรมตัวนี้เกิดขึ้น ซึ่งโครงสร้างของมัน ก็คือ ขดล้วนพันลอบๆแกนสารแม่เหล็ก ดังรูปที่ 2.5 ลักษณะก็เป็นคล้ายๆ ทรงกระบอกเช่นกัน ศัพท์โซลินอยด์จึงอาจจะถูกเรียกมาเป็นเช่นนี้



รูปที่ 2.6 โครงสร้างพื้นฐานของโซลินอยด์

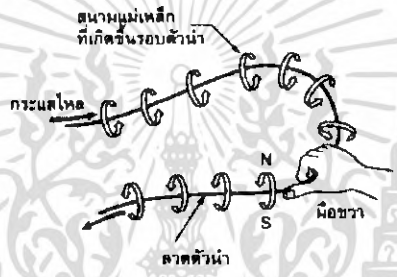
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สำนักหอสมุดกลาง พระจอมเกล้าลาดกระบัง

โซลินอยด์สามารถนำมาประยุกต์ใช้กับงานที่ต้องการเชื่อมโยงพลังงานไฟฟ้ามาเป็นพลังงานกล โดยตรง โดยสัญญาณไฟฟ้าที่ป้อนเข้ามาทางขดลวด จะทำให้แกนสารแม่เหล็กของโซลินอยด์เกิดการเคลื่อนที่ขึ้น การเคลื่อนที่นี้เองที่นำไปใช้ประโยชน์ เช่น ขัดกลอนประตูเอาไว้ไปถีบกระเดื่องทำให้กลไกทำงาน หรือหยุดทำงาน ฯลฯ โดยที่โซลินอยด์ที่ใช้กันจะมีทั้งชนิดใช้กับไฟฟ้ากระแสสลับและไฟฟ้ากระแสตรง

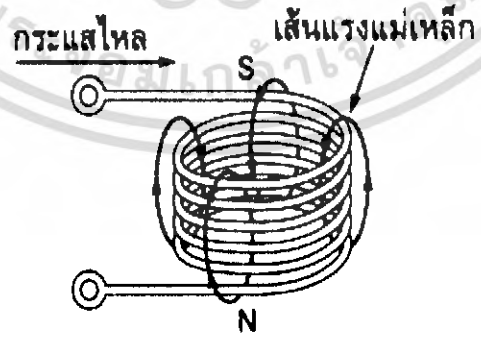
2.3.1 หลักการทำงานของโซลินอยด์

เมื่อมีกระแสไฟฟ้าไหลในขดลวดตัวนำใดๆ ก็ตามจะเกิดสนามแม่เหล็กขึ้นรอบๆ ตัวนำนั้น (ดูรูปที่ 2.9) โดยใช้กฎมือขวาเพื่อดูทิศทางเส้นแรงแม่เหล็กด้วย คือ ถ้าเอามือขวากำรอบเส้นลวด โดยนิ้วหัวแม่มือแทนทิศทางกระแสไหล นิ้วที่เหลือทั้งหมด ซึ่งมี 4 นิ้ว และจะหันไปทางเดียวกัน จะแสดงทิศทางเส้นแรงแม่เหล็กจากขั้วใต้ ไปขั้วเหนือ



รูปที่ 2.7 ทิศทางของสนามแม่เหล็กที่เกิดขึ้นเมื่อมีกระแสไหลผ่านเส้นลวด

เมื่อนำเส้นลวดมาขดเป็นวงๆ หลายๆ วง ก็จะเกิดลักษณะของขดลวดขึ้น ดังรูปที่ 2.8 สนามแม่เหล็ก ที่เกิดจากขดลวดแต่ละขดจะอยู่ในทิศทางเสริมกันและก่อกำเนิดเป็นเส้นแรงของสนามแม่เหล็กถาวรแท่งหนึ่งซึ่งพร้อมที่จะดูดสารแม่เหล็กทันที แต่เนื่องจากสภาพรอบๆ ขดลวดอาจเป็นอากาศ เส้นแรงแม่เหล็กจึงไม่เข้มข้นมากนัก

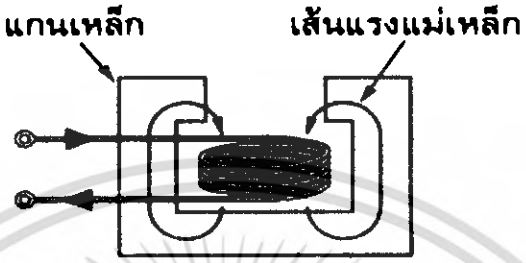


รูปที่ 2.8 ทิศทางของสนามแม่เหล็กที่เกิดขึ้นในขดลวดที่มีกระแสไหล

75167

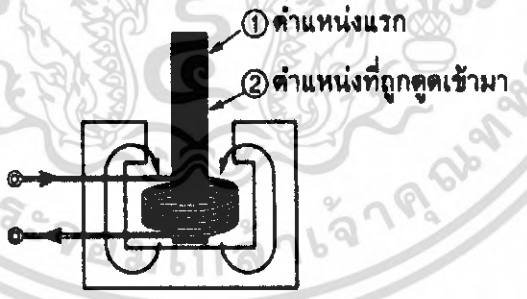
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เพื่อที่จะไม่ให้สนามแม่เหล็กที่เกิดขึ้นกระจัดกระจาย จึงใส่แกนเหล็กอ่อนรูปตัว C เข้ามารอบๆ ขดลวด เพื่อให้สนามแม่เหล็กมากขึ้นดังรูปที่ 4 ถ้าเอาแกนกระทุ้ง (plunger) มาใส่เข้าไปตรงกลางขดลวดในตำแหน่งที่ 1 แกนกระทุ้งจะถูกดูด ให้ลึกเข้ามาจนสนิทในตำแหน่งที่ 2 ยิ่งระยะทางใกล้มากเท่าไร แรงดูดก็จะมากขึ้นเท่านั้น



รูปที่ 2.9 การเพิ่มเหล็กอ่อนเข้ามาเพื่อเพิ่มความเข้มของสนามแม่เหล็ก

มีข้อแตกต่างอยู่ระหว่างโซลินอยด์ไฟตรงและโซลินอยด์ไฟสลับ คือ ในโซลินอยด์ไฟตรง กระแสที่ไหลในขดลวดจะค่อนข้างคงที่ไม่เปลี่ยนแปลง ไม่ว่าแกนกระทุ้งจะอยู่ในตำแหน่งใดก็ตาม แต่โซลินอยด์ไฟสลับ กระแสในขณะที่แกนกระทุ้งอยู่นอกขดลวดจะมีค่าสูงและเมื่อแกนหระทุ้งถูกดูดเข้ามาจนสุดขดลวด กระแสจะลดต่ำลงลักษณะแบบนี้นี่เองที่ทำให้เราต้องระวังอย่าให้เกิดการกระทุ้งในโซลินอยด์ไฟสลับ เพราะจะทำให้เกิดกระแสมากๆไหลค้างอยู่ทำให้ขดลวดร้อนขึ้นและอาจจะไหม้เสียหายได้



รูปที่ 2.10 การเคลื่อนที่ของแกนกระทุ้ง

ในโครงสร้างของโซลินอยด์แบบไฟสลับนั้นจะต้องพันขดลวด shaded coil หรือ แหวน (ring) ซึ่งเป็นลวดพันรอบแกนเหล็กเพียงรอบเดียวหรือไม่กี่รอบลัดวงจรเอาไว้เลย จุดประสงค์ที่พันไว้เพราะในไฟสลับกระแสจะลดลงมาเป็นศูนย์ทำให้แรงดูดแม่เหล็กลดลงและทำให้เกิดเสียงหึ่งๆ ขึ้นและการดูดก็ไม่แน่นแฟ้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ขดลวดแหวนที่เพิ่มเติมเข้าไปนี้จะทำให้วงจรแม่เหล็กเกิดเป็นสภาพ 2 เฟส คือ แม้ในขณะที่กระแสเป็นศูนย์ก็ตาม ขดลวดแหวนซึ่งมีกระแสที่เกิดจากการเหนี่ยวนำกับสนามแม่เหล็กจะยังคงมีแรงแม่เหล็กมาเสริมการดูดในช่วงนี้ได้ แต่ก็จะทำให้เกิดการสูญเสีย (loss) ของความร้อนในขดลวดบ้างเป็นข้อแลกเปลี่ยน

2.3.2ขั้นตอนการเลือกใช้โซลินอยด์

1. แรงดันใช้งาน ไม่ว่าจะเป็นไฟตรงหรือไฟสลับ ถ้าเป็นไฟสลับก็ต้องดูความถี่ใช้งานให้ตรงตามต้องการด้วย

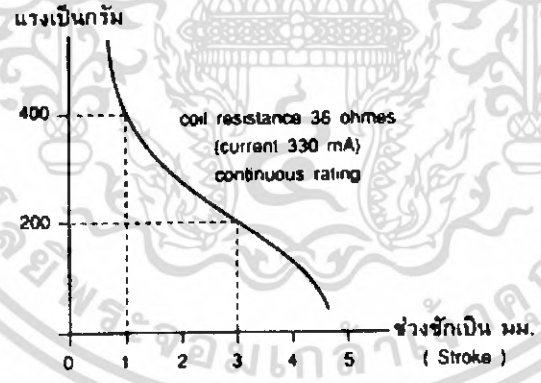
2. ช่วงชักใช้งาน (operating stroke) ของโซลินอยด์จะต้องเคลื่อนที่เป็นระยะทางเท่าใด (จะกำหนดเป็นมิลลิเมตร)

3. ขนาดของโหลด ว่าต้องใช้แรงขนาดเท่าใด มักจะบอกเป็นกรัม

4. ใช้งานต่อเนื่องหรือไม่ การใช้งานต่อเนื่อง (continuous) หมายถึง อาจจะใส่แรงดันไฟเข้าขดลวดค้างไว้ได้เลย โดยขดลวดไม่ไหม้หรือเป็นแบบจังหวะๆ (intermitent duty)

ในรูปที่ 2.27 เป็นตัวอย่างกราฟแสดงความสัมพันธ์ของแรงกับระยะช่วงชักของโซลินอยด์ จะเห็นว่าช่วงชักไกลๆจะมีแรงน้อยมากและที่ระยะใกล้เข้ามาแรงก็จะมากขึ้นเป็นทวีคูณ ในกรณีนี้โซลินอยด์จะให้แรงดูด 200 กรัม ที่ระยะช่วงชัก 3 มม. และจะให้แรงถึง 400 กรัมในช่วงชักสั้นๆ ขนาด 1 มม.

แสดงความสัมพันธ์ระหว่างแรงกับระยะช่วงชักของโซลินอยด์ไฟตรง 12 โวลต์ ยี่ห้อโคอิเกรุ่น SB-1



รูปที่ 2.11 ความสัมพันธ์ระหว่างแรงกับระยะช่วงชักของโซลินอยด์ไฟตรง 12 V

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.4 แมกเนติกสวิตช์ (MAGNETIC SWITCH)

เป็นสวิทช์ที่ใช้หลักการทำงานของสนามแม่เหล็กของแม่เหล็กถาวร ในการปิด- เปิดหน้าสัมผัสของหรีดสวิทช์ (REED SWITCH) ในการควบคุมวงจรมอเตอร์ ซึ่งอยู่ภายในตัวของสวิทช์แม่เหล็ก (Magnetic Switch) หรือคอนแทคเตอร์ (Contactor) ก็ได้โดยสวิทช์แม่เหล็ก 1 ชุด ประกอบด้วยส่วนของแท่งแม่เหล็กถาวรและส่วนที่เป็นหรีดสวิทช์ เมื่อส่วนของแท่งแม่เหล็กถาวร เคลื่อนที่เข้าใกล้กับส่วนของหรีดสวิทช์ จะทำให้คอนแทคของหรีดสวิทช์สัมผัสกันถ้าสวิทช์แม่เหล็กนี้เป็นแบบปกติปิด (NC) และเมื่อส่วนของแท่งแม่เหล็กถาวรวางห่างหรือแยกจากส่วนของหรีดสวิทช์จะทำให้คอนแทคของหรีดสวิทช์ไม่สัมผัสกัน

รูปที่ 2.12 โครงสร้างและส่วนประกอบของแมคเนติกคอนแทคเตอร์

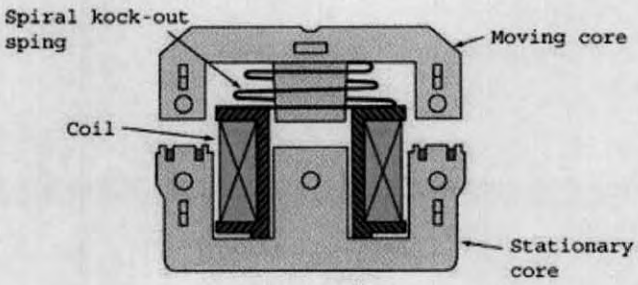
2.4.1 โครงสร้างและส่วนประกอบของแมกเนติกคอนแทคเตอร์หรือสวิตช์แม่เหล็ก

รูปที่ 2.13 แมกเนติกคอนแทคเตอร์แต่ละยี่ห้อ

แมกเนติกคอนแทคเตอร์ยี่ห้อใดรุ่นใดจะต้องมีโครงสร้างหลักที่สำคัญเหมือนกันดังนี้

1. แกนเหล็ก
2. ขดลวด
3. หน้าสัมผัส

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

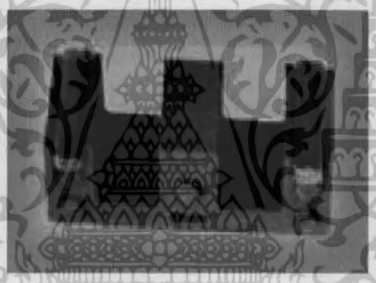


รูปที่ 2.14 ลักษณะโครงสร้างภายในของแมกเนติกคอนแทคเตอร์

2.4.1.1 รายละเอียดของส่วนประกอบภายในแมกเนติกคอนแทคเตอร์

1. แกนเหล็กแบ่งออกเป็นสองส่วนคือ

1.1 แกนเหล็กอยู่กับที่ (Fixed Core) จะมีลักษณะขาทั้งสองข้างของแกนเหล็ก มีลวดทองแดงเส้นใหญ่ต่อลัดอยู่ เป็นรูปวงแหวนฝังอยู่ที่ผิวหน้าของแกนเพื่อลดการสั่นสะเทือน ของแกนเหล็กอันเนื่องมาจากการสั่นสะเทือนไฟฟ้ากระแสสลับ เรียกวงแหวนนี้ว่า เช็ดเด็ดริ่ง (Shaddedring)



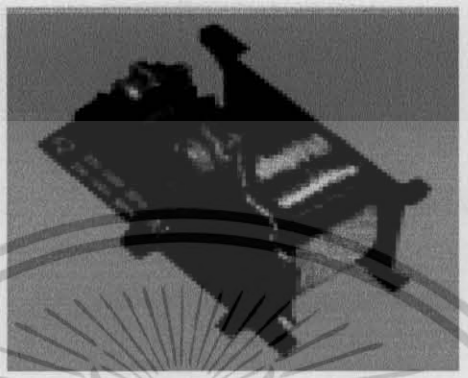
รูปที่ 2.15 ลักษณะของแกนเหล็กอยู่กับที่ (Fixed Core)

1.2 แกนเหล็กเคลื่อนที่ (Stationary Core) ทำด้วยแผ่นเหล็กบางอัดซ้อนกันเป็นแกน จะมีชุดหน้าสัมผัสเคลื่อนที่ (Moving Contact) ยึดติดอยู่

รูปที่ 2.16 ลักษณะของแกนเหล็กเคลื่อนที่ (Stationary Core)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1.3 ขดลวด (Coil) ขดลวดทำมาจากลวดทองแดงพันอยู่รอบบิ้นสวมอยู่ตรงกลางของขาตัวอีที่อยู่กับที่ขดลวดทำหน้าที่สร้างสนามแม่เหล็กมีขั้วต่อไฟเข้าใช้สัญลักษณ์อักษรกำกับ คือ (A1 – A2) หรือ a - b



รูปที่ 2.17 ลักษณะของขดลวด (Coil)

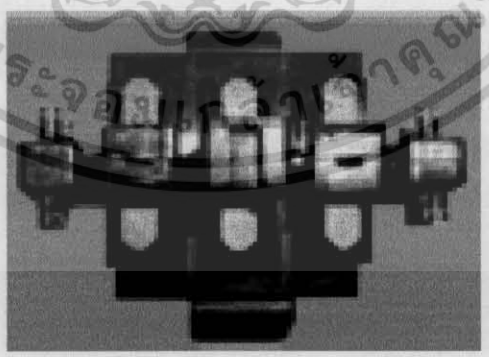
1.4 หน้าสัมผัส (Contact) หน้าสัมผัสจะยึดติดอยู่กับแกนเหล็กเคลื่อนที่แบ่งออกเป็นสองส่วน คือ

- หน้าสัมผัสหลัก หรือเรียกว่าเมนคอนแทค (Main Contact) ใช้ในวงจรกำลังทำหน้าที่ตัดต่อระบบไฟฟ้าเข้าสู่โหลด
- หน้าสัมผัสช่วย (Auxiliary Contact) ใช้กับวงจรควบคุม

หน้าสัมผัสช่วยแบ่งออกเป็น 2 ชนิด

หน้าสัมผัสปติเปิด (Normally Open : N.O.)

หน้าสัมผัสปกติปิด (Normally Close : N.C.)



รูปที่ 2.18 ลักษณะของหน้าสัมผัส (Contact)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.4.1.2 ส่วนประกอบภาพนอก

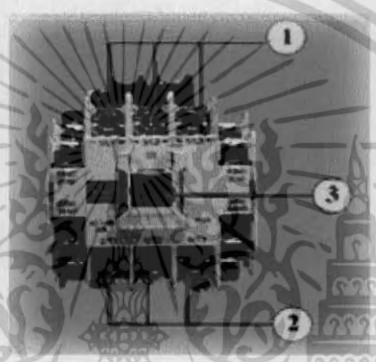
ส่วนที่เป็นหน้าสัมผัสหลัก (Main Contact) มีสัญลักษณ์อักษรกำกับบอกดังนี้

- หน้าสัมผัสหลักคู่ที่ 1 1/L1 – 2/ T1
- หน้าสัมผัสหลักคู่ที่ 2 3/L2 – 4/ T2
- หน้าสัมผัสหลักคู่ที่ 3 5/L3 – 6/T3

หมายเลข 1 เป็นจุดต่อไฟฟ้าเข้าหน้าสัมผัสหลัก มีสัญลักษณ์อักษรกำกับคือ 1/L1 3/L2 และ 5/ L3

หมายเลข 2 เป็นจุดต่อไฟฟ้าเข้าหน้าสัมผัสหลัก มีสัญลักษณ์อักษรกำกับคือ 2/T1 4/T2 และ 6/T3

หมายเลข 3 ปุ่มทดสอบหน้าสัมผัส



รูปที่ 2.19 หน้าสัมผัสหลักและตัวอักษรกำกับของแมกเนติกคอนแทคเตอร์

2.4.1.3 ส่วนประกอบภายนอก

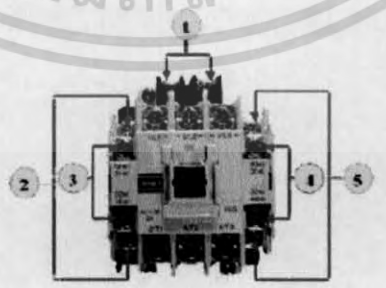
หมายเลข 1 ขั้ว A จุดต่อไฟเข้าขดลวด - A2

หมายเลข 2 หน้าสัมผัสปกติเปิดหมายเลข (N.O.) อักษรกำกับหน้าสัมผัสคือ 13-14

หมายเลข 3 หน้าสัมผัสปกติปิดหมายเลข (N.C.) อักษรกำกับหน้าสัมผัสคือ 21-22

หมายเลข 4 หน้าสัมผัสปกติปิดหมายเลข (N.C.) อักษรกำกับหน้าสัมผัสคือ 31-32

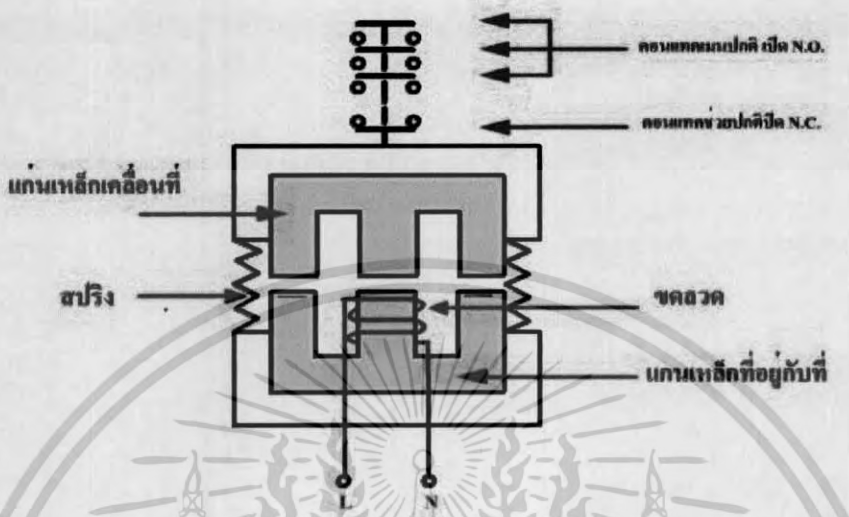
หมายเลข 5 หน้าสัมผัสปกติเปิดหมายเลข (N.O.) อักษรกำกับหน้าสัมผัสคือ 43-44



รูปที่ 2.20 ส่วนประกอบภายนอกของแมกเนติกคอนแทคเตอร์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.4.2 หลักการทำงาน



รูปที่ 2.21 การทำงานของแมกเนติกคอนแทคเตอร์

เมื่อมีกระแสไฟฟ้าไหลผ่านไปยังขดลวดสนามแม่เหล็กที่อยู่ขากลางของแกนเหล็กขดลวดจะสร้างสนามแม่เหล็กที่แรงสนามแม่เหล็กชนะแรงสปริงดึงให้แกนเหล็กชุดที่เคลื่อนที่ เคลื่อนที่ลงมาในสภาวะนี้ (ON) คอนแทคทั้งสองชุดจะเปลี่ยนสภาวะการทำงานคือคอนแทคปกติปิดจะเปิดวงจรจุดสัมผัสออกและคอนแทคปกติเปิดจะต่อวงจรของจุดสัมผัส เมื่อไม่มีกระแสไฟฟ้าไหลผ่านเข้าไปยังขดลวด สนามแม่เหล็กคอนแทคทั้งสองชุดจะกลับไปสู่สภาวะเดิม

2.4.3 ชนิดและขนาดของแมกเนติกคอนแทคเตอร์

คอนแทคเตอร์ที่ใช้กับไฟฟ้ากระแสสลับ แบ่งเป็น 4 ชนิดตามลักษณะของโหลดและการนำไปใช้งานมีดังนี้

AC 1 : เป็นแมกเนติกคอนแทคเตอร์ที่เหมาะสำหรับโหลดที่เป็นความต้านทานหรือในวงจรที่มีอินดักทีฟน้อยๆ

AC 2 : เป็นแมกเนติกคอนแทคเตอร์ที่เหมาะสมสำหรับใช้กับโหลดที่เป็นสปริงมอเตอร์

AC 3 : เป็นแมกเนติกคอนแทคเตอร์ที่เหมาะสำหรับใช้การสตาร์ทและหยุดโหลดที่เป็นมอเตอร์กรงกระรอก

AC 4 : เป็นแมกเนติกคอนแทคเตอร์ที่เหมาะสำหรับการสตาร์ท-หยุดมอเตอร์ วงจร Jogging และการกลับทางหมุนมอเตอร์แบบกรงกระรอก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.4.4 การพิจารณาเลือกไปใช้งาน

ในการเลือกแมกเนติกคอนแทคเตอร์ในการใช้งานให้เหมาะสมกับมอเตอร์นั้นจะพิจารณาที่กระแสสูงสุดในการใช้งาน (reated current) และแรงดันของมอเตอร์ ต้องเลือกแมคเนติกคอนแทคเตอร์ที่มีกระแสสูงกว่ากระแสที่ใช้งานของมอเตอร์ ที่มีแรงดันเท่ากัน

ในการพิจารณาเลือกแมกเนติกคอนแทคเตอร์ใช้งานควรพิจารณาดังนี้

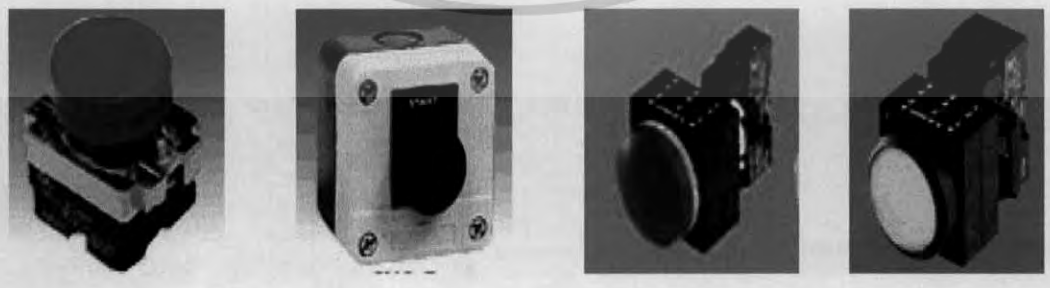
- ลักษณะของโหลดและการใช้งาน
- แรงดันและความถี่
- สถานที่ใช้งาน
- ความบ่อยครั้งในการใช้งาน
- การป้องกันจากการสัมผัสและการป้องกันน้ำ
- ความคงทนทางกลและทางไฟฟ้า

รีเลย์ช่วยหรืออาจเรียกว่ารีเลย์ควบคุม (Control Relay) การทำงานอาศัยอำนาจในการเปิดปิดหน้าสัมผัส เหมือนกับหลักการทำงานของแมกเนติกคอนแทคเตอร์ ต่างกันตรงที่รีเลย์ช่วยจะทนกระแสได้ต่ำ หน้าสัมผัสจะเล็กกว่าหน้าสัมผัส ของแมกเนติกคอนแทคเตอร์ลักษณะของหน้าสัมผัสของรีเลย์ช่วยมีสองชนิดหน้าสัมผัสปกติเปิด (Normally Open : N.O.) และหน้าสัมผัสปกติปิด (Normally Close : N.C.) จำนวนหน้าสัมผัสและชนิดของหน้าสัมผัสขึ้นอยู่กับบริษัทผู้ผลิตและการนำไปงาน

2.5 สวิตช์ปุ่มกด (Push Button Switch)

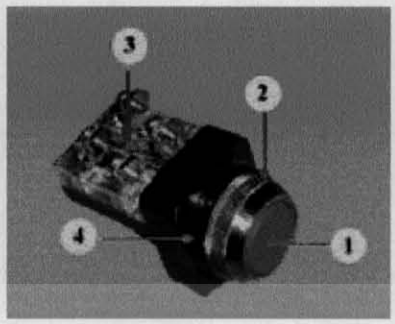
หมายถึง อุปกรณ์ที่มีหน้าสัมผัสอยู่ภายในการเปิดปิดหน้าสัมผัส ได้โดยใช้มือกดใช้ควบคุมการทำงานของมอเตอร์ สวิตช์ปุ่มกดที่ใช้ในการเริ่มเดิน (Start) เรียกว่าสวิตช์ปกติเปิด (Normally Open) หรือที่เรียกว่า เอ็นโอ (NO)

สวิตช์ปุ่มกดหยุดการทำงาน (Stop) เรียกว่าสวิตช์ปกติปิด (Normally Close) หรือที่เรียกว่าเอ็นซี (NC)



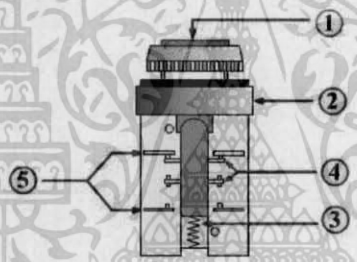
รูปที่ 2.22 สวิตช์ปุ่มกดแบบต่างๆ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



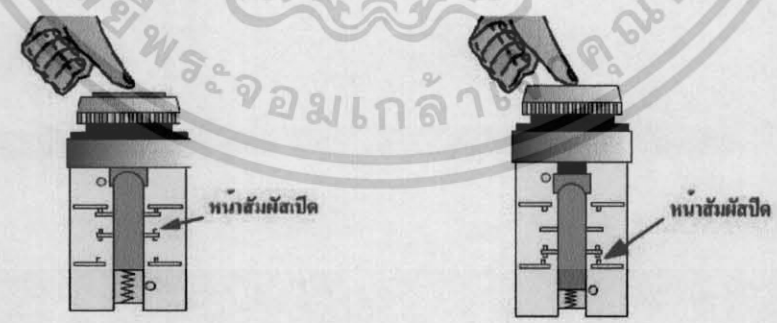
รูปที่ 2.23 โครงสร้างภายนอกของสวิตช์ปุ่มกด

1. ปุ่มกด ทำด้วยพลาสติก อาจเป็นสีเขียวแดงหรือเหลือง ขึ้นอยู่กับการนำไปใช้งาน
2. แหวนล็อค
3. ยางรอง
4. ชุดกลไกลหน้าสัมผัส



รูปที่ 2.24 ลักษณะโครงสร้างของสวิตช์ปุ่มกดโดยทั่วไป

2.5.1 การทำงานของสวิตช์ปุ่มกด



รูปที่ 2.25 ลักษณะการทำงานของสวิตช์ปุ่มกด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สรุปการทำงานของสวิตช์ปุ่มกด

ใช้นิ้วกดที่ปุ่มกดทำให้มีแรงดันหน้าสัมผัสให้เคลื่อนที่ หน้าสัมผัสที่ปิดจะเปิดส่วนหน้าสัมผัสที่เปิดจะปิดเมื่อปล่อยนิ้วออกหน้าสัมผัส จะกลับสภาพเดิมด้วยแรงสปริงการนำไปใช้งานใช้ในการควบคุมการเริ่มเดินและหยุดหมุนมอเตอร์

2.5.1.1 ชนิดของสวิตช์ปุ่มกด

1. สวิตช์ปุ่มกดแบบธรรมดาใช้ในงานเริ่มเดิน (Start) และหยุดหมุน (Stop) สวิตช์สีเขียวใช้ในการสตาร์ท หน้าสัมผัสเป็นชนิดปกติเปิด (Normally Open) หรือที่เรียกว่า เอ็น โอ (NO) สวิตช์สีแดงใช้ในการหยุดการทำงาน (Stop) หน้าสัมผัสเป็นชนิดปกติปิด (Normally Close) หรือที่เรียกว่าเอ็น ซี (NC)

รูปที่ 2.26 สวิตช์ปุ่มกดแบบธรรมดา

2. สวิตช์ปุ่มกดที่ใช้ในการเริ่มเดิม (Start) และหยุดหมุน

นี้อยู่ในกล่องเดียวกันปุ่มสีเขียวสำหรับกดเริ่มเดินมอเตอร์ (Start) ปุ่มสีแดง สำหรับกดหยุดหมุน (Stop) เหมาะกับการใช้งานมอเตอร์ขนาดเล็ก ใช้งานธรรมดาที่ใช้กระแสไม่สูงสามารถต่อได้โดยตรงใช้กับมอเตอร์ไฟฟ้าขนาดใหญ่กว่า 1/2 แรงม้าต้องใช้ร่วมกับอุปกรณ์อื่น เช่นสวิตช์แม่เหล็ก (Magnetic contactor) และอุปกรณ์ป้องกันมอเตอร์ทำงานเกินกำลัง (Over Load Protection) ดั้งนั้นจึงทำให้ระบบควบคุมการเริ่มเดินมอเตอร์เป็นไปอย่างมีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้น

รูปที่ 2.27 สวิตช์ปุ่มกดแบบธรรมดา

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3. สวิตช์ปุ่มกดฉุกเฉิน (Emergency Push Button)

สวิตช์ปุ่มกดฉุกเฉินหรือเรียกทั่วไปว่าสวิตช์ดอกเห็ดเป็นสวิตช์หัวใหญ่กว่าสวิตช์แบบธรรมดาเป็นสวิตช์ที่เหมาะกับงานที่ที่เกิดเหตุฉุกเฉินหรืองานที่ต้องการหยุดทันที

รูปที่ 2.28 สวิตช์ปุ่มกดฉุกเฉิน

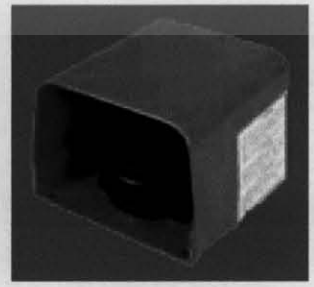
4. สวิตช์ปุ่มกดที่มีหลอดสัญญาณติดอยู่ (Illuminated Push Button)

เมื่อกดสวิตช์ปุ่มกดจะทำให้หลอดสัญญาณสว่างออกมา

รูปที่ 2.29 สวิตช์ปุ่มกดที่มีหลอดสัญญาณติดอยู่

5. สวิตช์ปุ่มกดที่ใช้เท้าเหยียบ (Foot Push Button)

เป็นสวิตช์ที่ทำงานที่ใช้เท้าเหยียบเหมาะกับเครื่องจักรที่ต้องทำงานโดยใช้เท้าเหยียบ เช่นเครื่องตัดเหล็ก



รูปที่ 2.30 สวิตช์ปุ่มกดที่ใช้เท้าเหยียบ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.6 Display LCD

LCD ย่อมาจากคำเต็มว่า Liquid Crystal Display ซึ่งเป็นอุปกรณ์ที่สามารถทำงานได้โดยไม่ต้องอาศัยพลังงาน (Passive Device) โดย LCD จะไม่สามารถให้กำเนิดพลังงานแสงได้ด้วยตัวของมันเองแต่จะรวบรวมพลังงานแสงจากรอบๆ ตัวของมัน Liquid Crystal (ผลึกเหลว) ถูกคิดค้นขึ้นมาโดย Austrain Botanist Fredreich Rheinizer ในปี ค.ศ.1888 ซึ่ง Liquid Crystal นี้จะมีคุณสมบัติที่ไม่เป็นทั้งของแข็งและของเหลว คล้ายกับน้ำสบู่ ต่อมาราวกลางปี ค.ศ.1960 ได้มีนักวิทยาศาสตร์ได้ทดลองแสดงให้เห็นถึงผลของการเปลี่ยนแปลงของแสงที่วิ่งผ่าน Liquid Crystal เมื่อทำการป้อนกระแสไฟฟ้าเข้าไปเมื่อมีการทดลองเช่นนั้น ทำให้ช่วงปลายปี ค.ศ.1960 ก็ได้มีต้นแบบรุ่นแรกของจอ LCD แต่ทว่าก็ยังไม่สามารถที่จะผลิตออกสู่ตลาดได้จริง จนกระทั่งต่อมาสถาบันวิจัย British Research ก็ได้นำเสนอ Liquid Crystal ที่มีนามว่า Bipheny 1 ซึ่งนั่นก็ทำให้สามารถนำมาผลิตหน้าจอ LCD ออกสู่ตลาดได้จริงในที่สุด

หลักการพื้นฐานก็คือการไปบังคับให้หยดของ Liquid Crystal (ผลึกเหลว) ซึ่งมีแผ่นแก้วกักเอาไว้ให้ไปปิดรูช่องแสงที่ถูกฉายมาจากด้านหลังของหน้าจอ ก่อให้เกิดการแสดงผลเป็นตัวอักษรหรือตัวเลขในรูปแบบต่างๆ ได้ตามต้องการ ซึ่งหน้าจอมือถือก็จะประกอบไปด้วยรูเล็กๆ เหล่านี้นับร้อยนับพันรูแล้วแต่ขนาดของหน้าจอแต่ละอันนั่นเอง จุดเด่นของหน้าจอ LCD ขาว-ดำ แบบเดิมๆ หรือเรียกอีกอย่างว่าหน้าจอแบบ Monochrome คือใช้พลังงานน้อย แต่กลับให้การแสดงผลที่ชัดเจน ซึ่งหน้าจอแบบนี้ก็ใช้กันอย่างแพร่หลายกับมือถือรุ่นเก่าๆ ก่อนที่จะมาเป็นจอสี

กระบวนการผลิต LCD นั้นมีอยู่หลากหลายวิธี แต่ที่นิยมกันมากที่สุดคือวิธีให้เกิดภาพจากที่เกิดจากเส้นแรงการบิดตัวของของเหลว (Filed Effect Twisted Nematic Liquid Display : TNFE) องค์ประกอบที่สำคัญของ LCD คงหนีไม่พ้น Liquid Crystal ซึ่งเป็นวัตถุที่มีโครงสร้างโมเลกุลในลักษณะเกาะกลุ่มทำมุมที่แตกต่างกัน 3 มุม (3 สถานะ) ดังนี้คือ

1. สถานะ Crystalline (เส้นผลึก) หรือ Solid state (ทึบแสง) ซึ่งเกิดขึ้นเมื่ออยู่ในสภาพที่มีอุณหภูมิต่ำ

2. สถานะ Isotropic (สามมิติ) หรือ Liquid state (โปร่งแสง) ซึ่งเกิดขึ้นเมื่ออยู่ในสภาพที่มีอุณหภูมิสูง

3. สถานะ Nematic state ซึ่งเป็นสถานะที่เกิดขึ้นระหว่างสถานะ Crystalline กับ Isotropic หรืออีกนัยหนึ่งก็คืออยู่ระหว่างสถานะที่มีอุณหภูมิต่ำ (ทึบแสง) และอุณหภูมิสูง (โปร่งแสง) นั่นเอง

เราพอจะแบ่ง Dot matrix LCD module นี้ออกเป็นพวกๆ ดังนี้

1. CHARACTER LCD MODULE
2. GRAPHIC LCD MODULE
3. SEGMENT DISPLAY TYPE LCD MODULE

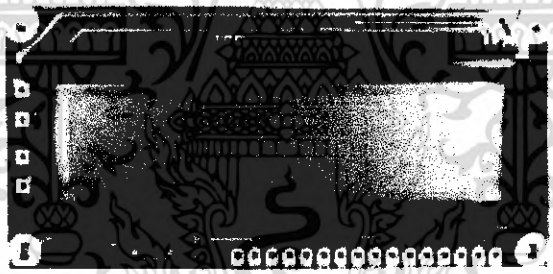
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Display LCD เป็นส่วนแสดงผลแบบ Dot matrix LCD module ขนาด 1 บรรทัด 16 ตัวอักษร ในตัวมันจะประกอบไปด้วยส่วนประกอบใหญ่ๆ แบ่งได้เป็นดังนี้

1. ตัวแสดงผล (Dot matrix Display) เป็นอุปกรณ์แสดงผลให้สามารถมองเห็นเป็นตัวอักษรหรืออักขระ ซึ่งภายในชุดแสดงผลจะเป็นผลึกเหลวที่สามารถแสดงผลให้เห็นโดยอาศัยการเปิดและปิดตัวเองกับแสงจากภายนอก

2. ตัวขับ (Driver) เป็นอุปกรณ์รับข้อมูลจากตัวควบคุม (Controller) เพื่อขับให้ตัวแสดงผลแสดงข้อมูลตามที่กำหนด

3. ตัวควบคุม (Controller) เป็นอุปกรณ์สำหรับรับข้อมูลที่จะส่งมาจากอุปกรณ์ภายนอกเพื่อควบคุมการทำงานภายในโมดูล LCD เช่นการลบจอภาพ, การแสดงตัวอักษรหรือการเลื่อนเคอร์เซอร์ เป็นต้น LCD MODULE โดยมากแต่ละบริษัทจะผลิตจอแสดงผลแบบ LCD โดยจะใช้ตัวคอนโทรลเลอร์ ที่มีหลักการทำงานคล้ายๆกันเป็นส่วนใหญ่โดยแสดงผลในรูปตัวอักษรหรือสัญลักษณ์ต่างๆ และตัวมันเองทำงานได้ในแบบ 4 บิต หรือ 8 บิตก็ได้ โดยถ้าต่อแบบ 4 บิต จะต่อใช้งานที่ขา DB7-DB4 เท่านั้นโดยข้อมูลแรกที่ส่งนั้นจะตีความหมายว่าเป็นบิตบน และข้อมูลที่ส่งต่อมาจะเป็นข้อมูลของ 4 บิตล่าง



รูปที่ 2.31 Dot matrix LCD module ขนาด 1 บรรทัด 16 ตัวอักษร

2.6.1 โครงสร้างภายในของตัวควบคุมโมดูล LCD

ในการใช้งานโมดูล LCD จำเป็นต้องทำความเข้าใจเกี่ยวกับโครงสร้างและคำสั่งที่ใช้ในการควบคุมให้ดีเสียก่อน ในที่นี้จะขอยกตัวอย่างโมดูล LCD แบบอักขระ ประกอบด้วย

- บัฟเฟอร์อินพุตเอาต์พุต เป็นส่วนที่ใช้ในการติดต่อรับส่งข้อมูลกับอุปกรณ์ภายนอก เพื่อที่จะถ่ายทอดข้อมูลเข้าออกภายในตัวควบคุม

- รีจิสเตอร์คำสั่ง (INSTRUTION REGISTER : IR) เป็นรีจิสเตอร์ใช้รับข้อมูลคำสั่งจากอุปกรณ์ภายนออกเพื่อถ่ายทอดไปยังหน่วยความจำที่ทำหน้าที่เก็บข้อมูลแสดงผล หรือนำข้อมูลไปสร้างตัวอักษรเพิ่มเติมในแรมเก็บตัวอักษร

- แรมเก็บข้อมูลแสดงผล (DISPLAY DATA RAM : DDRAM) เป็นหน่วยความจำแรมทำหน้าที่

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เก็บข้อมูลที่มาจากรีจิสเตอร์ DR ตัวควบคุมจะนำข้อมูลใน DDRAM นี้ไปเปิดตาราง (LOOK UP - TABLE) ของตัวอักษรที่เก็บไว้ในหน่วยความจำรอมและแรมเก็บตัวอักษร เพื่อนำไปแสดงที่ตัวแสดงผล

- รอมเก็บตัวอักษร (CHERACTER GENERATOR ROM : CGROM) เป็นหน่วยความจำรอมที่ใช้เก็บข้อมูลตัวอักษรหรือสัญลักษณ์ที่สามารถอ่านออกไปแสดงที่ตัวแสดงผลได้ มีขนาด 7200 บิต โดยจะถูกอ่านด้วยค่าของข้อมูลใน DDRAM

- แรมเก็บตัวอักษร (CHERACTER GENERATOR RAM : CGRAM) เป็นหน่วยความจำแรมที่ใช้เก็บอักษรที่มีการสร้างเพิ่มเติมขึ้นใหม่ ในกรณีที่ตัวอักษรใน CGROM ไม่เพียงพอ มีขนาด 512 บิต การเขียนและการอ่านค่าไปใช้นั้นทำได้เช่นเดียวกับ CGROM คือเขียนข้อมูลลงใน DDRAM แล้วตัวควบคุมจะมาอ่านค่าจาก CGRAM เอง

- แฟลก BUSY เป็นส่วนที่ทำหน้าที่แจ้งสถานะการทำงานของตัวควบคุมให้อุปกรณ์ภายนอกทราบว่า ตัวควบคุมพร้อมที่จะรับข้อมูลหรือคำสั่งหรือไม่ ดังนั้นก่อนการส่งข้อมูลหรือคำสั่งมายังตัวควบคุมต้องตรวจสอบสถานะของแฟลก BUSY นี้เสียก่อน

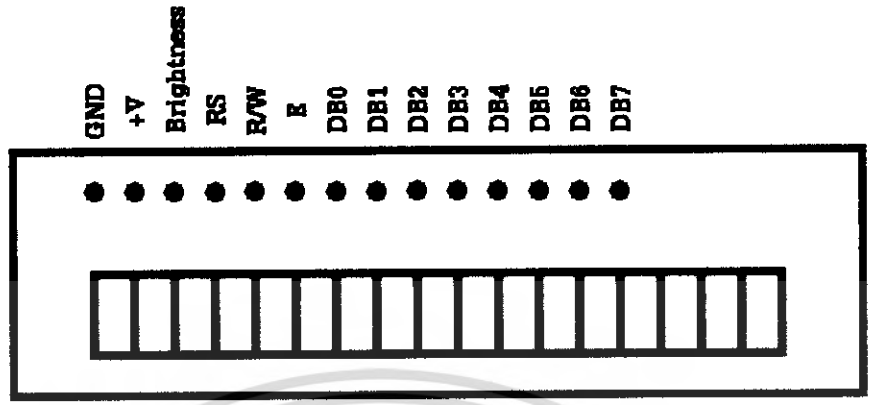
ตารางที่ 2.5 ความสัมพันธ์ในการทำงานของขา RS,R/W และ E ของโมดูล LCD แบบอักขระ

RS	R/W	E	การทำงาน
0	0		เขียนคำสั่งให้แก่ LCD
0	1		อ่านสถานะจาก LCD
1	0		เขียนข้อมูลให้แก่ LCD
1	1		อ่านข้อมูลจาก LCD

2.6.2 โมดูล LCD ขนาด 16 ตัวอักษร 1 บรรทัด (LCD 16x1)

โมดูล LCD แบบ 16 ตัวอักษร 1 บรรทัดเป็นโมดูลที่มีราคาถูก หาได้ง่ายและเป็นโมดูล LCD ที่มีโครงสร้างเป็นมาตรฐาน มีผู้ผลิตหลายรายและมีการระบุเบอร์แตกต่างกันออกไปตามผู้ผลิต เช่น LM020L ของฮิตาชิ, DMC-16117A ของคอปเทร็กซ์ (COPTREX) เป็นต้น อย่างไรก็ตามคอนโทรลเลอร์ที่ใช้คือเบอร์เดียวกันนั่นคือ เบอร์ HD44750 ของฮิตาชิ โมดูล LCD ขนาด 16x1 มีขาต่อใช้งานทั้งสิ้น 14 ขา มีการจัดขาดังรูปที่ 2.33 สำหรับรายละเอียดการทำงานของแต่ละขามีดังนี้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.32 LCD แบบ 16 ตัวอักษร 1 บรรทัดและการจัดตำแหน่งขา

โดยแต่ละขาจะมีหน้าที่การทำงานที่แตกต่างกันดังนี้

ขาที่ 1 (Vss) : ต่อกราวด์

ขาที่ 2 (Vdd) : ต่อไฟเลี้ยง +5 V

ขาที่ 3 (Vo) : ขาอินพุทสำหรับรับแรงดันจากภายนอกเพื่อปรับความเข้มของการแสดงผล

ขาที่ 4 (Rs) : เป็นขาอินพุตใช้ในการแยกชนิดของข้อมูลที่ทำการประมวลผลในขณะนั้นว่าเป็นคำสั่งสำหรับรีจิสเตอร์ IR หรือเป็นข้อมูลสำหรับรีจิสเตอร์ DR ใช้สำหรับบอกตัวควบคุมภายใน LCD ว่าในขณะนั้นเป็นข้อมูลสำหรับแสดงผลหรือเป็นคำสั่งสำหรับเซตค่าต่างๆ ภายใน LCD โดยที่หากกำหนดให้ Rs เป็นลอจิก"0"ข้อมูลที่ส่งมาจะเป็นคำสั่งและถ้ากำหนดให้ Rs เป็นลอจิก"1"ข้อมูลที่ส่งมาจะเป็นข้อมูลสำหรับการแสดงผล

ขาที่ 5 (R/W) : ขาอินพุทสำหรับเลือกว่าจะทำการอ่านหรือเขียนข้อมูลแก่ LCD หากกำหนดให้ขา R/W เป็นลอจิก"0"จะเป็นการเขียนข้อมูลให้แก่ LCD และหากกำหนดกำหนดให้ขา R/W เป็นลอจิก"1"จะเป็นการอ่านข้อมูลจาก LCD

ขาที่ 6 (E) : ขาอินพุทสำหรับอีนาเบิลให้คอนโทรลเลอร์ใน LCD ทำงานตามข้อมูลที่ส่งไป

ขาที่ 7 ถึงขาที่ 14 (DB0 - DB7) : ขาข้อมูลขนาด 8 บิตใช้สำหรับส่งผ่านข้อมูลระหว่าง LCD กับอุปกรณ์ภายนอก

2.6.3 หลักการทำงาน

การทำงานของ LCD จะแบ่งการทำงานออกเป็น 2 โหมดด้วยกันคือ DATA mode กับCommand mode ซึ่งต้องอาศัยขาสัญญาณ Data/Command ในการเลือกโหมดเพื่อกำหนดให้ LCD ทราบว่า ข้อมูลที่กำลังส่งให้ตัว LCD นั้นเป็นCommand หรือว่า Dataในโหมดของ Command จะใช้ในการกำหนดตำแหน่งของการเริ่มต้นเขียนข้อมูล หรือว่าเปลี่ยนโหมดจากการแสดงผลปกติ เป็นแบบ Inverst เป็นต้นและกำหนดค่า Config ต่างๆ ให้แก่ LCD โดยตำแหน่งเริ่มต้นของการแสดงผล จะเริ่มต้นที่มุมซ้ายบนโดยการแสดงผล

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ให้แก่ LCD โดยตำแหน่งเริ่มต้นของการแสดงผล จะเริ่มต้นที่มุมซ้ายบนโดยการแสดงผลจะแสดงจากซ้ายมือไปยังขวามือ เมื่อหันหน้าจอเขาหาตัวผู้มองในโหมดปกติการแสดงผลจะได้จากการกำหนด ให้ bit ที่เราต้องการเป็น"1"และไม่ต้องการให้แสดงผลเป็น"0"

2.6.4 การเขียนคำสั่งและข้อมูลให้แก่โมดูล LCD

ในการเขียนข้อมูลเพื่อควบคุมให้โมดูล LCD แสดงผลตามที่ผู้ใช้งานต้องการ ต้องส่งคำสั่ง (Instruction) แล้วกำหนดโหมดการทำงานให้แก่โมดูล LCD ก่อน จากนั้นจึงค่อยส่งข้อมูล (Data) ที่ต้องการแสดงผล เนื่องจากบัสข้อมูลของโมดูล LCD มี 8 เส้นคือ D0 – D7 และใช้เป็นทางผ่านของทั้งคำสั่งและข้อมูล ดังนั้นในการส่งคำสั่งและข้อมูลจึงต้องอาศัยการกำหนดสัญญาณลอจิกที่ขา RS ถ้าหากที่ขา RS ได้รับลอกจิก "1"ข้อมูลที่ป้อนให้ขณะนั้นเป็นข้อมูลที่ใช้ในการแสดงผลเมื่อต้องการเขียนหรืออ่านข้อมูลใน CGRAM และ DDRAM เริ่มต้นต้องกำหนดแอดเดรสที่ต้องการอ่านหรือเขียนก่อน โดยใช้คำสั่งเลือกแอดเดรส จากนั้นกำหนดให้ขา RS เป็น"1"เพื่อแจ้งให้ตัวควบคุมภายในโมดูล LCD ทราบว่าข้อมูลที่ปรากฏต่อไปนี้เป็นข้อมูลปกติไม่ใช่คำสั่งในกรณีที่ต้องการอ่านข้อมูลต้องกำหนดให้ขา R/W เป็น"1"ข้อมูลขนาด 8 บิต (หรือ 4 บิต) ก็จะปรากฏบนบัสข้อมูล โดยข้อมูลที่อ่านออกมาได้จะเป็นข้อมูลจากแอดเดรสของ CGRAM หรือ DDRAM ตามที่ต้องการในกรณีที่ต้องการเขียนข้อมูล เมื่อกำหนดแอดเดรสและป้อนลอจิก"1"ให้ขา RS แล้ว แล้วต้องกำหนดให้ขา R/W เป็น"0"ข้อมูลที่อยู่บนบัสข้อมูลจะถูกเขียนลงในรีจิสเตอร์ DR จากนั้นจึงถ่ายทอดลงใน DDRAM ต่อไป

2.6.5 จังหวะการทำงานของ LCD โมดูล

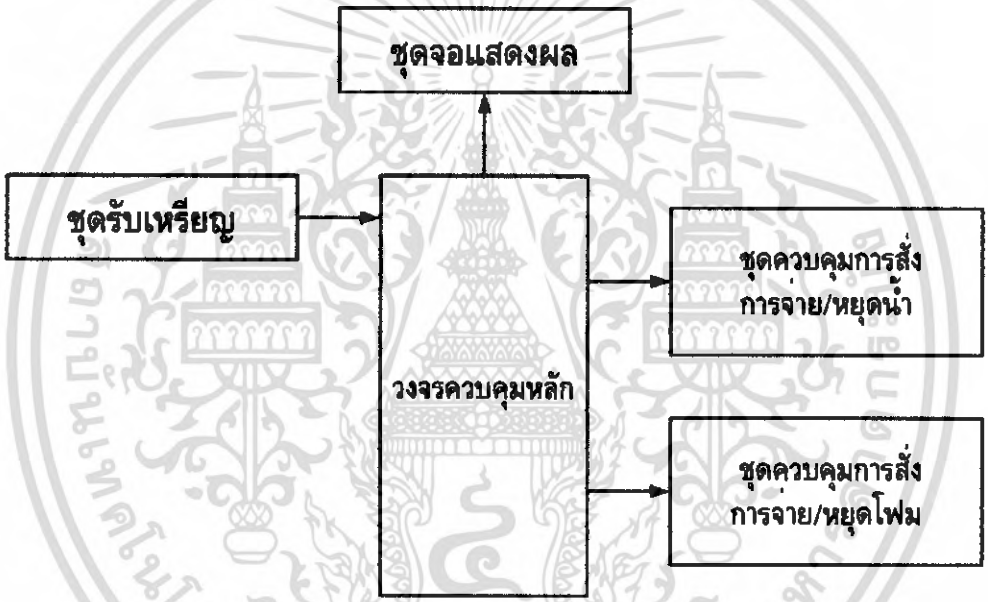
ในการติดต่อกับโมดูล LCD จะต้องมีการหน่วงเวลาหลังจากที่ทำการส่งรหัสคำสั่งหรือข้อมูล เนื่องจากต้องรอให้คอนโทรลเลอร์ภายใน LCD โมดูล แปลความหมายของรหัสคำสั่งและทำงานตามคำสั่งให้เรียบร้อยก่อน จากนั้นจึงจะรับข้อมูลหรือดำเนินการต่อไปดังนั้น ในการใช้งานโมดูล LCD ผู้เขียนโปรแกรมต้องมีโปรแกรมเพื่อหน่วงเวลารอให้โมดูล LCDพร้อมทำงานด้วย โดยเมื่อเริ่มจ่ายไฟให้แก่โมดูล LCD ต้องรอประมาณ 10 มิลลิวินาที เพื่อให้โมดูล LCD ทำการเตรียมความพร้อมหรืออินทิเชียล (Initial) หลังจากนั้นก็จะกำหนดลอจิกให้แก่ขา RS ของโมดูล LCD แล้วต้องหน่วงเวลาอีกประมาณ 2 มิลลิวินาทีเพื่อให้คอนโทรลเลอร์ในโมดูล LCD แปลความหมายของลอจิกที่ขา RS ว่าข้อมูลต่อไปที่จะได้รับนั้นเป็นรหัสคำสั่งหรือเป็นข้อมูลที่ต้องการแสดงผล จากนั้นจะเป็นการส่งข้อมูลมารอที่บัสข้อมูล D0–D7 (กรณีทำงานในโหมด 8 บิต) ขั้นตอนต่อไปจะเป็นการส่งสัญญาณพัลส์ไปที่ขา E เพื่ออีนาเบิลโมดูล LCD ให้รับข้อมูลจากบัสข้อมูลเข้าไป โดยพัลส์ที่ป้อนเข้าที่ขา E ของ โมดูล LCD ต้องเป็นพัลส์ขอบขาขึ้น จากนั้นทำการหน่วงเวลา 2 มิลลิวินาที

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 3
การออกแบบ การสร้าง และการทำงาน

3.1 กล่าวนำ

การออกแบบและสร้างเครื่องล้างรถยนต์แบบหยอดเหรียญ คณะผู้จัดทำได้แบ่งออกเป็นส่วนใหญ่ๆ ด้วยกัน 5 ส่วน ด้วยกันคือ ส่วนที่ 1 เป็นส่วนของการออกแบบวงจรประมวลผลโดยใช้ไมโครคอนโทรลเลอร์ หรือเรียกว่าวงจรควบคุมหลัก ส่วนที่ 2 คือ ชุดรับเหรียญ ส่วนที่ 3 คือ เป็นส่วนของการออกแบบชุดควบคุมการสั่งจ่าย/หยุดน้ำ ส่วนที่ 4 คือ ส่วนของชุดควบคุมการสั่งจ่าย/หยุดโฟม และส่วนที่5 คือชุดจอแสดงผล ในการออกแบบส่วนประกอบของเครื่องล้างรถรถยนต์แบบหยอดเหรียญ



รูปที่ 3.1 ผังการทำงานของเครื่องเติมลมรถจักรยานและจักรยานยนต์แบบหยอดเหรียญ

จะทำการส่งสัญญาณผลไปให้กับหน่วยประมวล ผลหรือวงวจีควบคุมหลัก หน่วยประมวลผลจะทำการเปรียบเทียบผลค่าของเหรียญกับอัตรา ทำการให้บริการและส่งสัญญาณไปที่จอแสงผล ให้ทำการแสดงข้อมูลอัตราส่วนของ น้ำและของโฟม แล้วทำการส่งสัญญาณไปควบคุม การสั่งจ่าย / หยุดของน้ำและการสั่งจ่าย / หยุดของโฟม โดยรอสัญญาณจากการกดสวิตช์สั่งจ่าย/หยุดน้ำ อยู่ นั้นจะไม่สามารถสั่งจ่าย / หยุดโฟม ได้ถ้าเวลาของน้ำยังไม่เป็นศูนย์

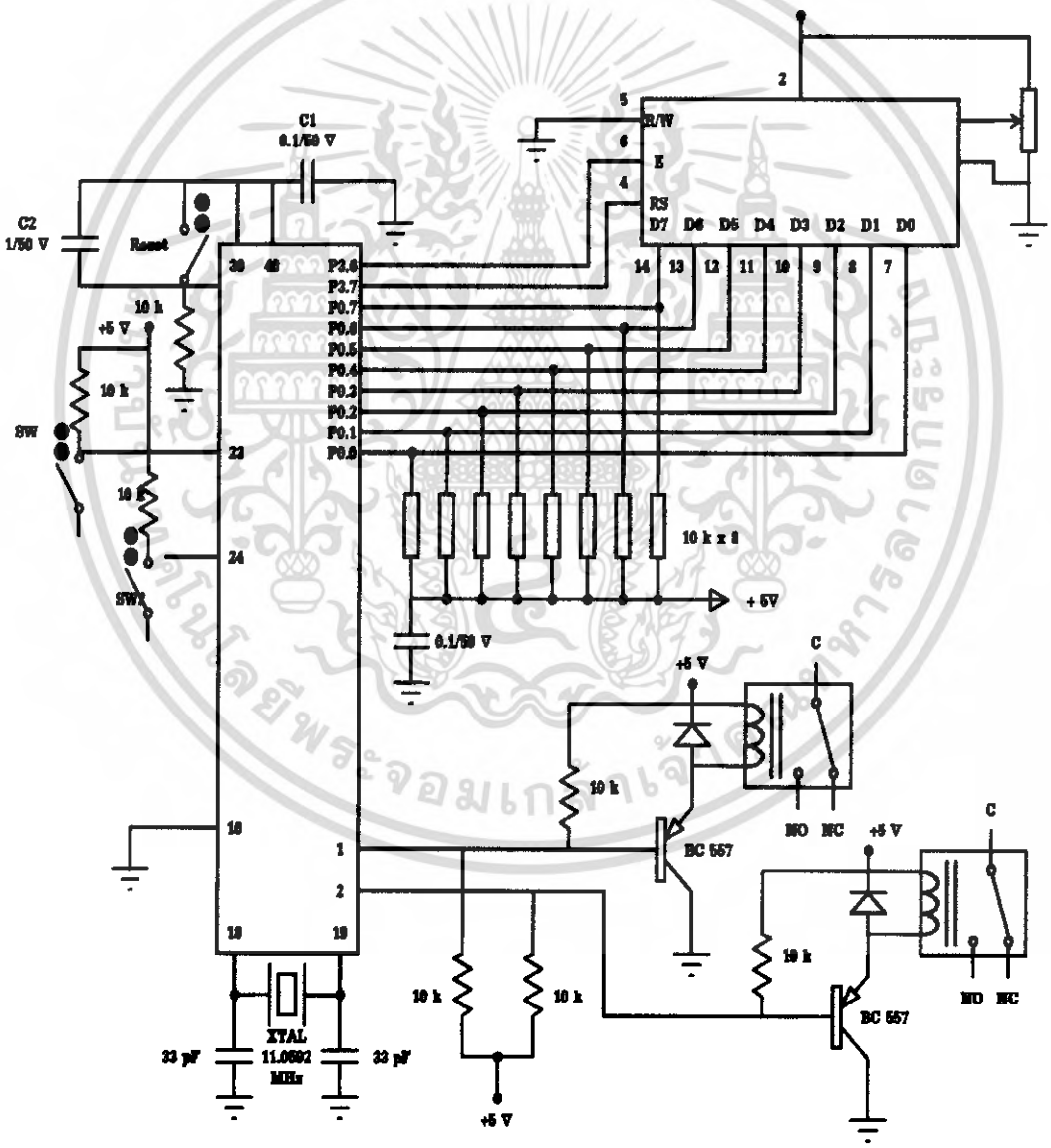
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.2 วงจรควบคุมหลัก

3.2.1 การออกแบบและการสร้าง

วงจรควบคุมหลักจะทำหน้าที่ควบคุมการทำงานของเครื่องล้างรถหยอดเหรียญ มาว่าจะเป็นการควบคุมสวิตช์ การสั่งจ่าย / หยุด น้ำ การควบคุมสวิตช์ การสั่งจ่าย / หยุด โฟม ซึ่งในวงจรนี้ได้ใช้ไอซีไมโครคอนโทรเลอร์เบอร์ AT89C55WD เป็นตัวประมวลผลข้อมูลที่รับเข้ามาจากชุดหยอดเหรียญและสวิตช์ปุ่มกด

3.2.2 การทำงาน



รูปที่ 3.2 วงจรควบคุมหลัก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากรูปที่ 3.2 วงจรควบคุมหลัก SW START แบ่งออก เป็น 2 ส่วนคือ ส่วนควบคุมการสั่งจ่าย / หยุดน้ำและส่วนควบคุมการสั่งจ่าย / หยุดโฟมเป็นสวิตช์ที่ผู้ใช้บริการสามารถกดเพื่อเริ่มจ่าย / หยุดน้ำ หรือ จ่าย / หยุดโฟม โดยที่ผู้ใช้บริการกดสวิตช์จ่ายน้ำอยู่ต้องการที่จะใช้โฟมก็ทำการกดหยุดที่สวิตช์จ่ายน้ำก่อน จึงจะกดสวิตช์จ่ายโฟมโดยในเวลาเดียวกันจะไม่สามารถใช้น้ำกับโฟมได้จะต้องเลือกอย่างใดอย่างหนึ่งเท่านั้น

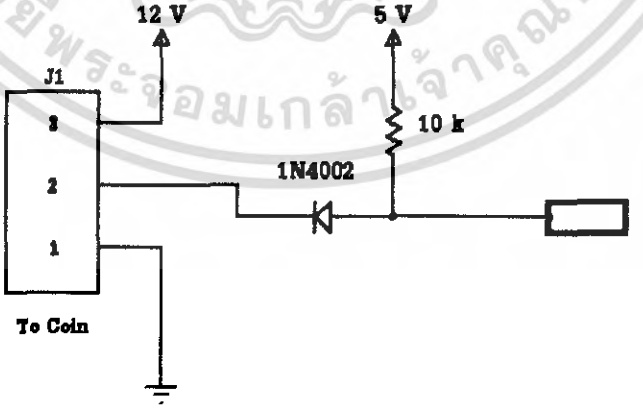
3.3 ชุดรับเหรียญ

3.3.1 การออกแบบและการสร้าง

สำหรับชุดหยอดเหรียญที่ใช้เป็นชุดรับเหรียญสำเร็จรูป ซึ่งมีขายตามท้องตลาด มีขีดความสามารถในการรับเหรียญได้ทั้งหมด 2 แบบ คือ มีเส้นผ่านศูนย์กลางตั้งแต่ 18 มิลลิเมตร ถึง 29 มิลลิเมตร และ หนา 1.2 มิลลิเมตร ถึง 3.3 มิลลิเมตร โดยที่สมารถเลือกรับได้เพียง 1 ขนาดเท่านั้น ชุดรับเหรียญจะให้สัญญาณเอาต์พุตเป็นสัญญาณพัลส์ซึ่งสามารถ เลือกใช้ช่วงเวลาได้ 3 แบบ คือ 30 MS, 50 MS และ 100 MS ซึ่งในที่นี้ จะเลือกใช้ช่วงเวลาที่ 50 MS เพราะสะดวกและง่ายในการเขียนโปรแกรมหน่วงเวลา

3.3.2 การทำงาน

ส่วนของเอาต์พุตของเหรียญ 10 นั้น ให้เอาต์พุต 10 พัลส์ ในการรับสัญญาณจากชุดหยอดเหรียญนั้น จะใช้ขาที่พอร์ต (INT0) ของไมโครคอนโทรเลอร์ AT89C55WD ในการรับสัญญาณ เมื่อมีการหยอดเหรียญ เข้าที่ชุดหยอดเหรียญจะทำการส่งสัญญาณพัลส์ ไปให้ไมโครคอนโทรเลอร์ โดยไมโครคอนโทรเลอร์จะทำการเพิ่มค่าของรีจีสเตอร์ขึ้นทีละ 1 พัลส์ ตามจำนวนพัลส์ที่ ส่งเข้ามาและทำการแสดงอัตราส่วนน้ำ / โฟม ออกทางพอร์ต P2 ซึ่งต่ออยู่กับจอแสงผลแบบ LCD (แบบผลึกเหลว)



รูปที่ 3.3 วงจรรับสัญญาณจากชุดหยอดเหรียญ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

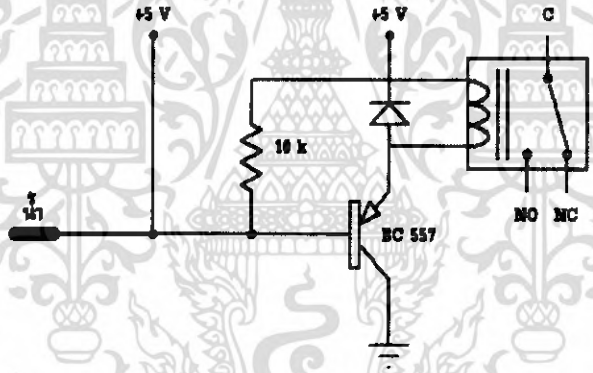
3.4 ชุดควบคุมการสั่งจ่าย / หยุดน้ำ

3.4.1 การออกแบบและการสร้าง

ชุดควบคุมการสั่งจ่าย / หยุดน้ำจะทำหน้าที่ควบคุมการทำงานของปั๊มน้ำเป็นหลักทำหน้าที่เป็นสวิตช์โดยสั่งงานผ่านโซลินอยย์ก่อนที่จะเข้าปั๊มจ่ายน้ำเพื่อป้องกันชุดคอนโทรล ในการใช้งานผู้ใช้บริการสามารถเลือกกดจ่ายหรือหยุดน้ำได้ ที่ปุ่มเดียวกัน

3.4.2 การทำงาน

จากรูปที่ 3.4 ในส่วนของชุดควบคุมการสั่งจ่าย / หยุดน้ำ จะใช้รีเลย์ทำงานร่วมทรานซิสเตอร์เบอร์ BC 557 โดยขาเบสของทรานซิสเตอร์จะต่อรอรับสัญญาณจากพอร์ต P1 ของไมโครคอนโทรเลอร์ เมื่อมีการสั่งให้ปั๊มน้ำทำงานไมโครคอนโทรเลอร์จะส่งสัญญาณผ่านพอร์ต (T2) ไปทริกที่ขาเบสของทรานซิสเตอร์ ทำให้ทรานซิสเตอร์นำกระแส และเมื่อทรานซิสเตอร์นำกระแสจะทำให้รีเลย์ทำงานและจ่ายไฟไปให้กับ ปั๊มน้ำทำให้ปั๊มน้ำทำงาน



รูปที่ 3.4 ชุดควบคุมการสั่งจ่าย / หยุดน้ำ

3.5 ชุดควบคุมการสั่งจ่าย / หยุดโฟม

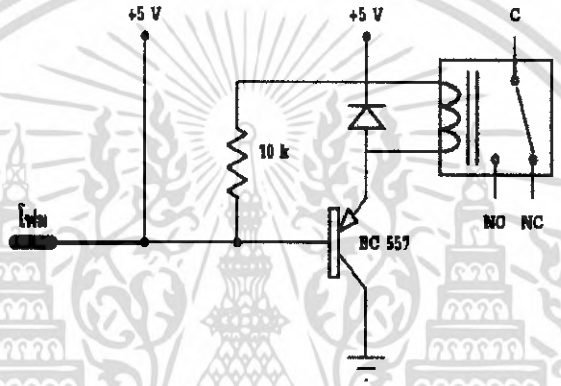
3.5.1 การออกแบบแลการสร้าง

ชุดควบคุมการสั่งจ่าย / หยุดโฟมจะทำหน้าที่ควบคุมการ ทำงานของ COMPRESSER และ PUMP RO GPD โดยทำหน้าที่เป็นสวิตช์โดยสั่งงานผ่านโซลินอยย์ก่อนที่จะเข้า เพื่อป้องกันชุดคอนโทรล COMPRESSER และ PUMP RO GPD ในการใช้งานผู้ใช้บริการสามารถเลือกกดจ่ายหรือกดหยุดได้ที่ปุ่มเดียวกัน ถ้าต้องการจ่ายโฟม โดยที่มีการใช้น้ำอยู่ต้องกดปุ่มหยุดจ่ายน้ำก่อนจึงจะสามารถกดจ่ายโฟมได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.5.2 การทำงาน

จากรูปที่ 3.5 ในส่วนของชุดควบคุมการสั่งจ่าย / หยุดโฟม จะใช้รีเลย์ทำงานร่วมทรานซิสเตอร์เบอร์ BC 557 โดยขาเบสของทรานซิสเตอร์จะต่อรอรับสัญญาณจากพอร์ต P1 ของไมโครคอนโทรเลอร์ เมื่อมีการสั่งให้ COMPRESSER และ PUMP RO GPD ทำงานไมโครคอนโทรเลอร์จะส่งสัญญาณผ่านพอร์ต (T2EX) ไปทริกที่ขาเบสของทรานซิสเตอร์ ทำให้ทรานซิสเตอร์นำกระแสและเมื่อทรานซิสเตอร์นำกระแสจะทำให้รีเลย์ทำงานและจ่ายไฟไปให้กับ COMPRESSER และ PUMP RO GPD ทำให้ COMPRESSER และ PUMP RO GPD ทำงาน



รูปที่ 3.5 ชุดควบคุมการสั่งจ่าย / หยุดโฟม

3.6 แผนผังการทำงานของโปรแกรมหลัก

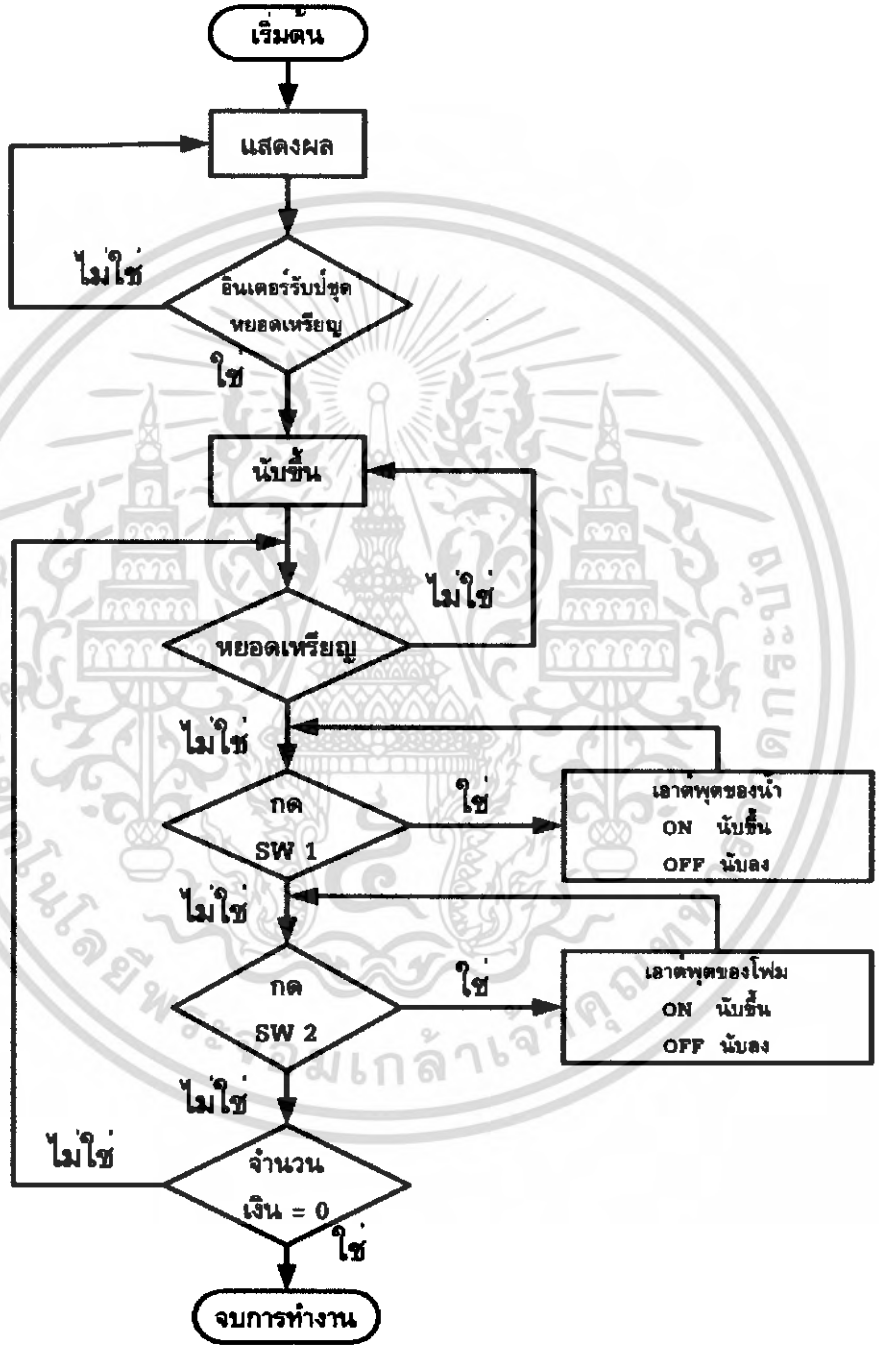
3.6.1 แผนผังการทำงานของของโปรแกรมควบคุมชุดหยอดเหรียญ

ในการออกแบบโปรแกรมเพื่อควบคุมการทำงานของชุดหยอดเหรียญจะต้องมีการออกแบบโปรแกรมควบคุมไมโครคอนโทรลเลอร์ให้ควบคุมการทำงานของวงจรทุกวงจรและการออกแบบการทำงานของโปรแกรมในส่วนต่างๆ จะต้องออกแบบให้การทำงานของทุกส่วนสัมพันธ์กันและการทำงานเป็นลำดับขั้น ซึ่งรายละเอียดลำดับขั้นการทำงานของโปรแกรมควบคุมในส่วนต่างๆ แสดงดังแผนผังการทำงานของโปรแกรมหลัก ดังรูปที่ 3.6

จากรูปที่ 3.6 เริ่มต้นการทำงานจอ LCD แสดงสถานะพร้อมทำงานโดยแสดงเป็นอักษรวิ่งจนกว่าจะมีการหยอดเหรียญ เมื่อมีการหยอดเหรียญก็จะทำการตรวจสอบว่าเป็นเหรียญที่กำหนดไว้หรือไม่ ถ้าไม่ใช่เครื่องก็จะไม่ทำงานจนกว่าจะมีการหยอดเหรียญที่ได้กำหนดไว้ ถ้าใช่ก็จะทำการนับขันแล้วนำผลไปแสดงที่จอ LCD (นับน้ำ 3 หน่วย โฟม 1 หน่วย) แล้วเช็คว่ามีการกด SW 1 หรือ SW 2 ถ้ามีการกด SW 1 ให้วงจร

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จ่ายน้ำทำงานโดยปล่อยน้ำออกมาแล้วนับลง แต่ถ้ามีการกด SW 2 ให้วงจรจ่ายโฟมทำงานโดยปล่อยโฟมออกมาแล้วนับลง ทำการเช็คว่านับลงจนเหลือ 0 หรือไม่ ถ้ายังเหลือไม่เป็น 0 ก็ให้นับลงไปเรื่อยๆ แต่ถ้าเหลือ 0 ก็ให้จบการทำงานแล้วเริ่มต้นการทำงานของโปรแกรมใหม่ (แสดงเป็นอักษรวิ่ง)

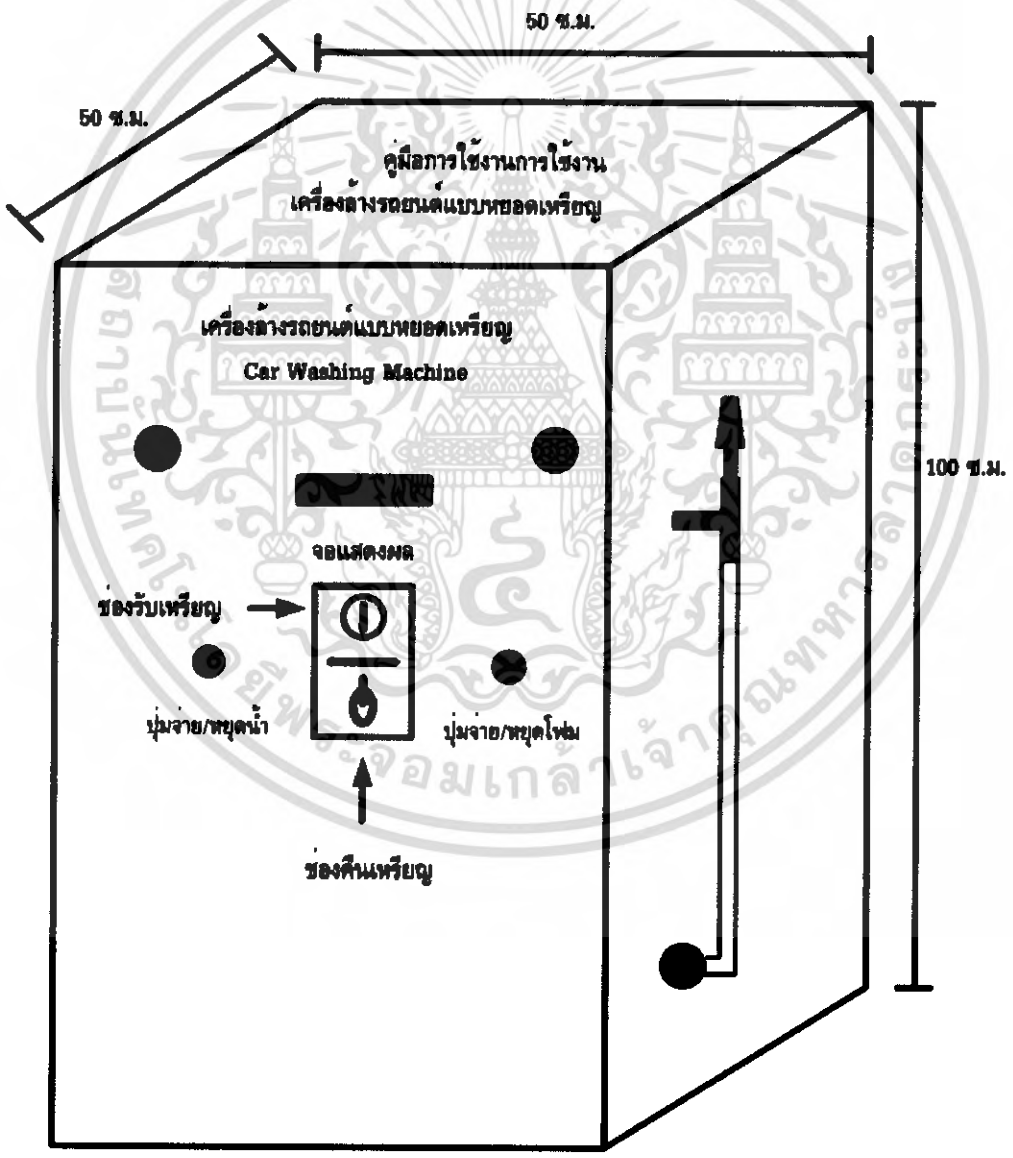


รูปที่ 3.6 แผนผังการทำงานของโปรแกรมหลัก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

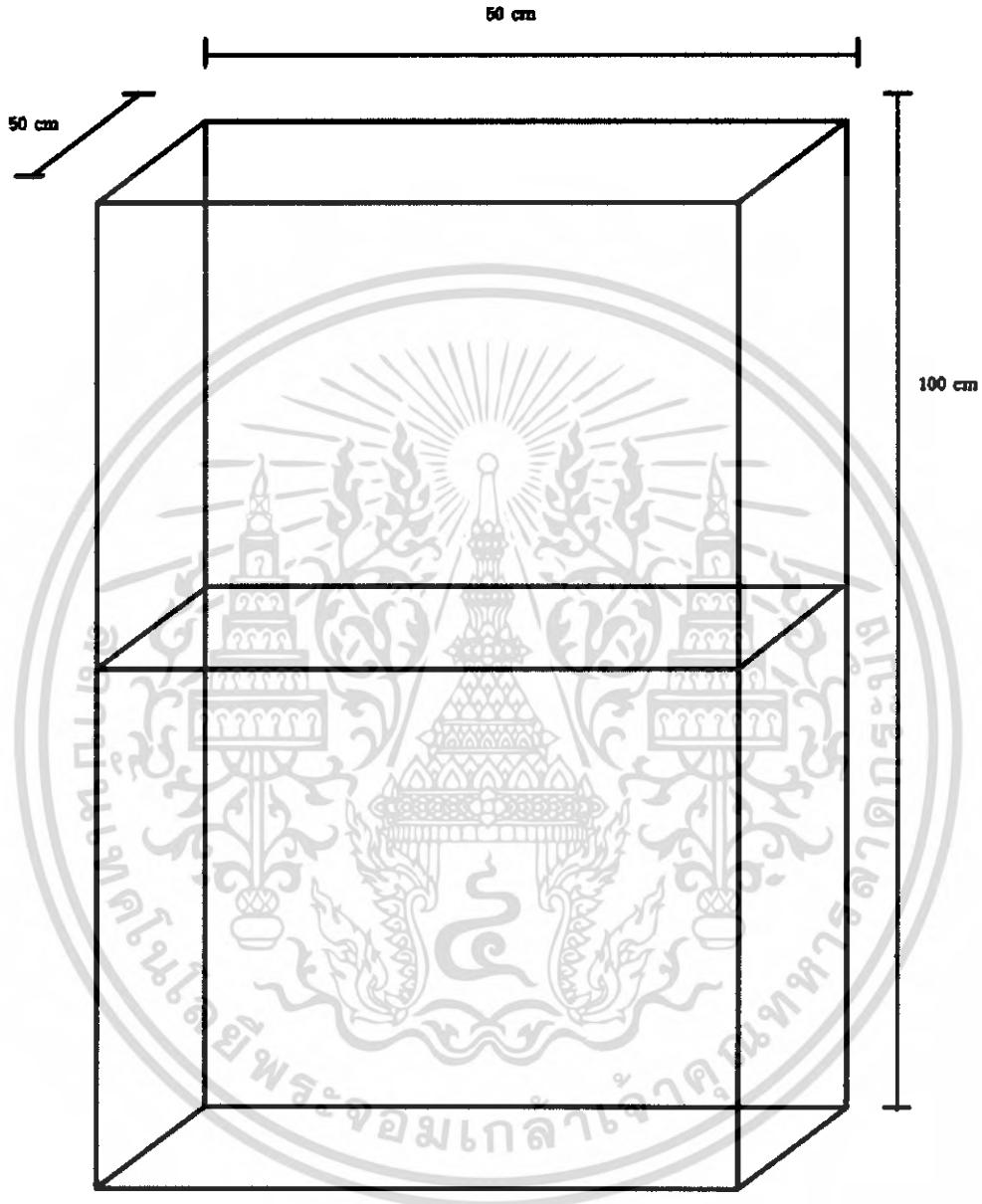
3.7 การออกแบบโครงสร้างเครื่องล้างรถยนต์แบบหยอดเหรียญ

การออกแบบโครงสร้างของเครื่องล้างรถยนต์แบบหยอดเหรียญ โครงสร้างของเครื่องมีขนาดความกว้าง 50.0 นิ้ว ยาว 50.0 นิ้ว สูง 100.0 นิ้ว ซึ่งด้านหน้าของเครื่องจะประกอบด้วย ช่องสำหรับหยอดเหรียญ ช่องสำหรับรับเหรียญคืน นอกจากนั้นยังประกอบไปด้วยปุ่มกดจ่าย/หยุดน้ำ ปุ่มกดจ่าย/หยุดโฟม หลอดไฟแสดงสถานะการทำงานของเครื่อง และจอแสดงอัตราส่วนน้ำโฟม ในส่วนของด้านในของตู้จะวางตัว Compressor และ PUMP RO GPD ไว้ด้านล่างแล้วต่อเข้ากับโซลินอยด์เพื่อที่จะรับสายส่งน้ำที่มาจากภายนอกและวางชุดรับเหรียญ กล่องเก็บเหรียญและแผงควบคุมการทำงานของเครื่องไว้ชั้นที่ 2



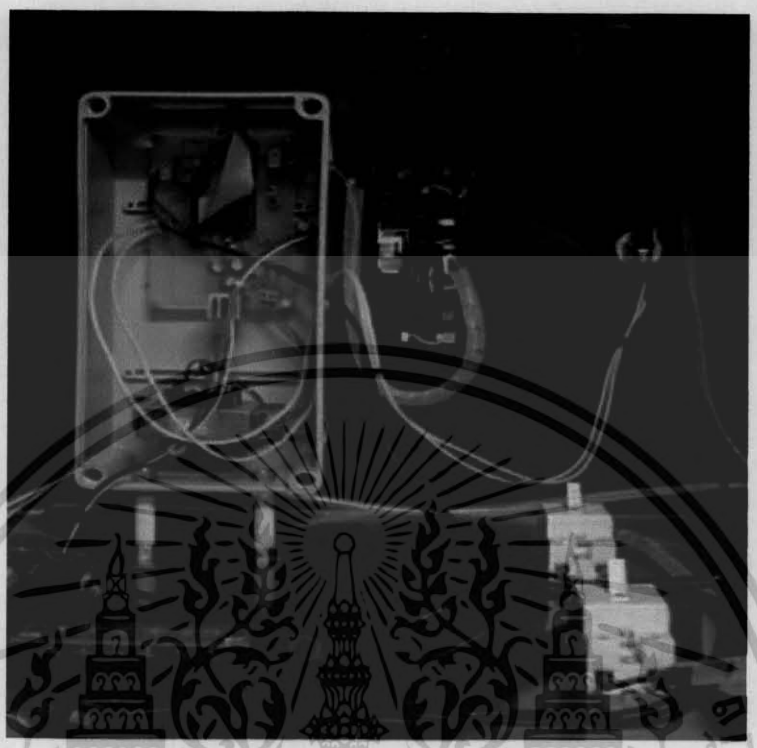
รูปที่ 3.7 โครสร้างของเครื่องล้างรถยนต์แบบหยอดเหรียญ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

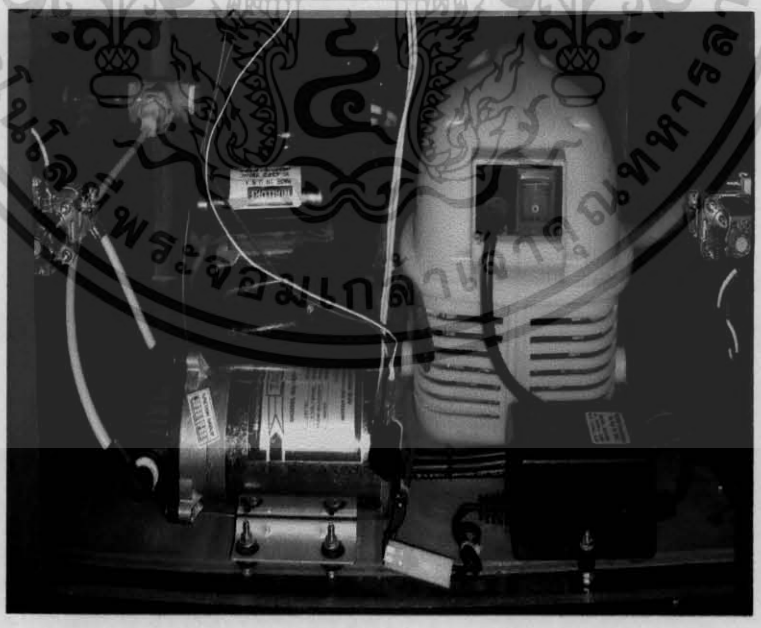


รูปที่ 3.8 โครงสร้างชั้นวางเครื่องล้างรถยนต์แบบหยอดเหรียญ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3.9 โครงสร้างชั้น 1 ของเครื่องล้างรถยนต์แบบหยอดเหรียญ



รูปที่ 3.10 โครงสร้างชั้น 2 ของเครื่องล้างรถยนต์แบบหยอดเหรียญ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รูปที่ 3.11 โครงสร้างภายในเครื่องล้างรถยนต์แบบหยอดเหรียญ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 4

การทดลองและผลการทดลอง

4.1 กล่าวนำ

ในบทนี้จะกล่าวถึงการทดลองและผลการทดลองของวงจรในส่วนต่างๆของโครงงานเครื่องล้างรถยนต์แบบหยอดเหรียญแบบหยอดเหรียญที่ได้ออกแบบและจัดสร้างขึ้นนี้ว่าสามารถทำงานได้ตามที่ออกแบบไว้ในตอนต้นหรือไม่ เนื่องจากการทดลองเป็นสิ่งที่ทำให้มองเห็นภาพการทำงานอย่างชัดเจน ซึ่งจะทำให้ทราบถึงปัญหาที่เกิดขึ้นรวมทั้งได้ทราบผลที่ได้จากการทดลองว่าตรงตามเงื่อนไขและขอบเขตที่กำหนดหรือไม่ สามารถทำการแก้ไขก่อนที่จะนำไปประกอบเป็นตัวเครื่อง ซึ่งจะทำให้หาสาเหตุของปัญหาได้ยาก โดยในการทดลองจะแบ่งการทดลองวงจรออกเป็นส่วนๆ ทีละวงจร ได้แก่ วงจรชุดรับเหรียญ วงจรแสดงผล วงจรควบคุมการจ่ายน้ำ จ่ายโฟม

4.2 การทดลองการรับเหรียญและการแสดงผล

การทดลองการทำงานของภาครับเหรียญและแสดงผลการหยอดเหรียญ โดยทำการหยอดเหรียญ 10 บาท จำนวน 100 เหรียญ เพื่อตรวจสอบว่าเครื่องสามารถตรวจสอบเหรียญและแสดงผลได้ถูกต้องหรือไม่ โดยเมื่อหยอดเหรียญ 10 บาท เครื่องจะแสดงข้อมูลที่จอแสดงผลเป็น เวลาในการจ่ายน้ำและโฟม ซึ่งมีขั้นตอนการทดลองดังนี้

4.2.1 ขั้นตอนการทดลอง

1. หยอดเหรียญ 10 บาทครั้งละ 1 เหรียญ จำนวน 100 เหรียญ
2. บันทึกผล
3. สรุปผลการทดลอง

4.2.2 ผลการทดลอง

ตารางที่ 4.1 ผลการทดลองชุดรับเหรียญและแสดงผล

จำนวนเหรียญทั้งหมด	จำนวนเหรียญที่ผ่าน	จำนวนเหรียญที่ไม่ผ่าน	ร้อยละ
100	95	5	95

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.2.3 สรุปผลการทดลอง

จากการทดลองการทำงานของชุดรับเหรียญและแสดงผล โดยทำการหยอดเหรียญ 10 บาท จำนวน 100 เหรียญ โดยทำการหยอดครั้งละ 1 เหรียญและสังเกตการณ์แสดงผลว่าว่าถูกต้องหรือไม่ จากการทดลองพบว่าเครื่องสามารถรับเหรียญและแสดงผลได้ถูกต้องเกินร้อยละ 80 สำหรับเหรียญที่ไม่ผ่านนั้นสาเหตุเกิดจากการที่เหรียญมีรอยขีดข่วนมากและบางเหรียญมีคราบสนิมเขียวติดอยู่มาก

4.3 การทดลองการทำงานของชุดจ่ายน้ำและจ่ายโฟม

การทดลองในส่วนของการทำงานของชุดจ่ายน้ำและจ่ายโฟมเป็นการทดลองเพื่อตรวจสอบว่าระยะเวลาของน้ำและโฟมที่ตั้งค่าไว้ตรงกันหรือไม่ โดยจะทำการตั้งค่าให้เหรียญ 10 บาท จำนวน 1 เหรียญ จำนวน 10 ครั้ง สามารถจ่ายน้ำได้ 3 นาทีและจ่ายโฟมได้ 1 นาที
ซึ่งมีขั้นตอนการทดลองดังนี้

4.3.1 ขั้นตอนการทดลอง

1. หยอดเหรียญ 10 บาท ครั้งที่ 1 บันทึกผล
2. หยอดเหรียญ 10 บาท ครั้งที่ 2 บันทึกผล
3. หยอดเหรียญ 10 บาท ครั้งที่ 3 บันทึกผล
4. หยอดเหรียญ 10 บาท ครั้งที่ 4 บันทึกผล
5. หยอดเหรียญ 10 บาท ครั้งที่ 5 บันทึกผล
6. หยอดเหรียญ 10 บาท ครั้งที่ 6 บันทึกผล
7. หยอดเหรียญ 10 บาท ครั้งที่ 7 บันทึกผล
8. หยอดเหรียญ 10 บาท ครั้งที่ 8 บันทึกผล
9. หยอดเหรียญ 10 บาท ครั้งที่ 9 บันทึกผล
10. หยอดเหรียญ 10 บาท ครั้งที่ 10 บันทึกผล
11. สรุปผลการทดลอง

4.3.2 ผลการทดลอง

ตารางที่ 4.2 ผลการทดลองการทำงานของชุดจ่ายน้ำและจ่ายโฟม

ครั้งที่	เวลาการจ่ายน้ำเป็นนาที	เวลาการจ่ายโฟมเป็นนาที	ความผิดพลาดคิดเป็นร้อยละ
1	3	1	0
2	3	1	0
3	3	1	0

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.2 (ต่อ) ผลการทดลองการทำงานของชุดจ่ายน้ำและจ่ายโฟม

จำนวนครั้ง	เวลาการจ่ายน้ำเป็นนาที	เวลาการจ่ายโฟมเป็นนาที	ความผิดพลาดคิดเป็นร้อยละ
4	3	1	0
5	3	1	0
6	3	1	0
7	3	1	0
8	3	1	0
9	3	1	0
10	3	1	0

4.3.3 สรุปผลการทดลอง

จากการทดลองการทำงานของชุดจ่ายน้ำและจ่ายโฟม โดยทำการหยอดเหรียญ 10 บาท จำนวน 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, และ 10 ครั้ง ตามลำดับเพื่อเปรียบเทียบเวลาที่ตั้งไว้กับเวลาจริงและสังเกตการณ์แสดงผล จากการทดลองพบว่าเวลาที่ใช้ในการจ่ายน้ำและการจ่ายโฟมนั้นเมื่อนำมาเปรียบเทียบกับเวลาจริงที่ตั้งไว้ใช้ระยะเวลาที่เท่ากัน

4.4 การทดลองการใช้งานเครื่องล้างรถยนต์แบบหยอดเหรียญ

การทดลองการใช้งานของเครื่องล้างรถยนต์แบบหยอดเหรียญ โดยตรวจสอบการทำงานของส่วนประกอบต่างๆ ของเครื่อง เช่น การรับเหรียญ การแสดงอัตราส่วนน้ำและโฟม การกดจ่ายน้ำ/โฟม การกดยกเลิกการจ่ายน้ำ/โฟม โดยจะทำการหยอดเหรียญ 10 บาท จำนวน 1, 2, 3, 4 และ 5 เหรียญ ตามลำดับ โดยจะหยอดจำนวนละ 10 ครั้ง รวม 50 ครั้ง โดยมีขั้นตอนการทดลองดังนี้

4.4.1 ขั้นตอนการทดลอง

1. หยอดเหรียญ 10 บาท จำนวน 1 ครั้ง บันทึกผล
2. หยอดเหรียญ 10 บาท จำนวน 2 ครั้ง บันทึกผล
3. หยอดเหรียญ 10 บาท จำนวน 3 ครั้ง บันทึกผล
4. หยอดเหรียญ 10 บาท จำนวน 4 ครั้ง บันทึกผล
5. หยอดเหรียญ 10 บาท จำนวน 5 ครั้ง บันทึกผล
6. ทำซ้ำตั้งแต่ข้อ 1 ถึง ข้อ 6 ทั้งหมด 10 รอบ
7. หากเครื่องทำงานได้ถูกต้องทุกขั้นตอนถือว่าเครื่องผ่านการทดสอบ หากไม่เป็นไปตามที่กำหนดไว้ให้ถือว่าไม่ผ่าน
8. สรุปผลการทดลอง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.5.2 ผลการทดลอง

ตารางที่ 4.3 ผลการทดลองการใช้งานเครื่องล้างรถยนต์แบบหยอดเหรียญ

รายการ	ผ่าน(ครั้ง)	ไม่ผ่าน(ครั้ง)
การแสดงเวลาการจ่ายน้ำ/โฟม	97	3
การจ่ายน้ำ/โฟม	98	2

4.5.3 สรุปผลการทดลอง

ผลการทดลองการทำงานโดยรวมของเครื่องล้างรถยนต์แบบหยอดเหรียญ ทั้งการรับเหรียญ การแสดงอัตราส่วนการจ่ายน้ำ/โฟม และการจ่ายน้ำ/โฟม เครื่องสามารถทำงานได้ค่อนข้างมีประสิทธิภาพและมีการผิดพลาดเพียงเล็กน้อย ทั้งนี้เนื่องจากข้อบกพร่องดังที่กล่าวในการทดลองการทำงานในส่วนต่างๆ ของเครื่อง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่5
บทสรุป

5.1 สรุป

ปริญญานิพนธ์ฉบับนี้ได้จัดทำขึ้นเพื่อนำเสนอผลงาน เครื่องล้างรถยนต์แบบหยอดเหรียญจัดสร้างขึ้นเพื่อเป็นสิ่งอำนวยความสะดวกในการล้างรถของผู้ใช้บริการสามารถล้างรถของตนเองได้ตามความต้องการและเป็นการประหยัดเงินและเวลาในการไปล้างที่คาร์แคร์ซึ่งต้องมีการต่อคิวการล้างรถในแต่ละครั้งเครื่องล้างรถหยอดเหรียญประกอบด้วยชุดควบคุมการสั่งจ่าย/หยุดน้ำ ชุดควบคุมการสั่งจ่าย/หยุดโฟม ซึ่งการทำงานทั้งหมดจะใช้ไมโครคอนโทรเลอร์ AT89C55WD เป็นตัวควบคุมการทำงานซึ่งมีหลักการทำงานคือ เมื่อผู้ใช้บริการหยอดเหรียญ 10 บาท ชุดจอแสดงผล LCD (แบบผลึกเหลว) จะแสดงอัตราส่วนน้ำ/โฟม คือน้ำ 3 นาที โฟม 1 นาที เลือกกดปุ่มจ่ายน้ำหยิบปืนฉีดน้ำเวลาก็จะเดินถอยหลังจาก 3 นาที ลดลงตามลำดับในขณะที่เครื่องทำการจ่ายน้ำนั้น สามารถกดปุ่มหยุดน้ำได้และกดปุ่มจ่ายโฟมโดยเวลาจะเดินถอยหลังจาก 1 นาที ลดลงตามลำดับ สามารถกดปุ่มหยุดโฟมได้ สามารถกดจ่ายน้ำหรือโฟมสลับกันได้จนกว่าเวลาจะเป็น 0 นาทีทั้งหมด จอแสดงผลจะกลับไปสภาวะปกติซึ่งการจัดทำเครื่องล้างรถหยอดเหรียญนี้ ผู้จัดทำได้ทำการออกแบบทั้งในส่วนของวงจรที่ใช้ในการควบคุมการทำงานต่างๆ ของเครื่อง เช่น ชุดควบคุม ชุดการสั่งจ่าย/หยุดของน้ำและโฟม ชุดจอแสดงผลแบบ LCD (แบบผลึกเหลว) ซึ่งเปรียบเสมือน MINI PUMP CARCARE ซึ่งช่วยอำนวยความสะดวกให้แก่ผู้ใช้บริการ

อย่างไรก็ตาม เครื่องล้างรถยนต์แบบหยอดเหรียญที่ได้จัดทำขึ้นมานี้ ก็ยังมีข้อบกพร่องอยู่บ้างคณะผู้จัดทำได้รวบรวมปัญหาที่เกิดขึ้นแนวทางแก้ไข แนวทางการพัฒนา โดยมีลายละเอียดดังต่อไปนี้

5.2 ปัญหาและแนวทางแก้ไข

ในการออกแบบการสร้างเครื่องล้างรถยนต์แบบหยอดเหรียญ ขึ้นมาใช้งานให้ได้ความต้องการสามารถล้างรถได้จริงและมีประสิทธิภาพ ในทุกขั้นตอนของการออกแบบและการสร้างต้องคำนึงถึงองค์ประกอบต่างๆ ที่นำมาใช้ในการสร้าง ที่สำคัญคือ ปัญหาที่เกิดขึ้นในระหว่างการจัดทำ ซึ่งปัญหานั้นจะเป็นแนวทางในการแก้ไขและปรับปรุงงานทุกงานให้เป็นไปในแนวทางที่ดีขึ้นกว่าเดิม

สำหรับปัญหาที่เกิดขึ้นในขณะทำโครงงาน เครื่องล้างรถยนต์แบบหยอดเหรียญ ตั้งแต่เริ่มต้นในการจัดทำให้สำเร็จเป็นโครงงานนั้น มีแนวทางในการแก้ปัญหาต่างๆ ที่เกิดขึ้นดังนี้

1. วงจรจ่ายไฟวงจรที่สร้างสามารถจ่ายกระแสสูงสุดได้เพียงแค่ 1 แอมป์ ทำให้วงจรไม่สามารถรองรับโหลดที่กินกระแสที่มากกว่า 1 แอมป์

   วิธีการแก้ไข เพิ่มรีเลย์เพื่อรองรับโหลดที่กินกระแสมากกว่า 1 แอมป์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2. ปั๊มเติมลมมีขนาดใหญ่และมีน้ำหนักมากทำให้ไม่สะดวกในการขนย้ายและการประกอบเครื่องล้างรถยนต์แบบหยอดเหรียญ

   วิธีการแก้ไข เปลี่ยนจากปั๊มลมมาใช้ COMPRESSOR แทน

3. ชุดรับเหรียญไม่รับเหรียญ

   วิธีการแก้ไข ไม่ควรหยอดเหรียญเร็วเกินไปหรือนำเหรียญที่เปียกน้ำหรือวัสดุอื่นติดมา กับเหรียญเพราะจะทำให้น้ำหนักเหรียญเปลี่ยนไปทำให้ไม่รับเหรียญ หรืออาจมีเศษเหรียญหรือเศษกระดาษเล็กๆค้างอยู่ในชุดหยอดเหรียญ

6. เมื่อมีการใช้งาน compressor จะทำให้เกิดแรงดันย้อนกลับทำ ให้น้ำยาโฟมที่ผสมแล้วไหลย้อนกลับทำให้ compressor หยุดทำงาน

   วิธีการแก้ไข ใส่ตัวเช็ควาล์วเพื่อป้องกันแรงดันย้อนกับทำความเสียหายให้กับ Compressor

5.3 แนวทางการพัฒนา

ในการออกแบบเครื่องล้างรถหยอดเหรียญขึ้นมาในครั้งนี้ หลังจากที่ได้นำไปทดลองใช้งานจริงแล้วทำให้ทราบว่าในบางส่วนต้องมีการพัฒนาทำให้สามารถใช้งานได้สะดวกรวดเร็ว ซึ่งแนวทางการพัฒนาเครื่องล้างรถยนต์แบบหยอดเหรียญมีดังนี้

1. สามารถรับเหรียญได้ 1, 2, 5, 10
2. สามารถใช้ธนบัตรได้
3. สามารถทอนเงินได้
4. สามารถเป่าลมและเติมลมได้ในเครื่องเดียวกัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บรรณานุกรม

ชัยวัฒน์ ลิ้มพรจิตรวิไล และวรพจน์ กรแก้ววัฒนกุล. 2546. **เรียนรู้และปฏิบัติการไมโครคอนโทรลเลอร์ MCS-51.** กรุงเทพฯ : อินโนเวทีฟ เอ็กเพอริเมนต์.

สมยศ จุณณะปิยะ. 2543. **การประยุกต์ใช้งานไมโครคอนโทรลเลอร์ตระกูล MCS-51**. พิมพ์ครั้งที่ 3 . กรุงเทพฯ : ภาควิชาวิศวกรรมโทรคมนาคม สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง.

Adisak Chinawong . **การใช้งานไอซีไมโครคอนโทรลเลอร์ในตระกูล MCS-51**. **[Online]**. .Available : www. Adisak51.com

ธนาทรัพท์ สุรวาณลักษณ์. **มอเตอร์ไฟฟ้าและการควบคุม. [Online]** . Available : www.edu.e-tech.ac.th/mdec/learning/e-web/index.htm.

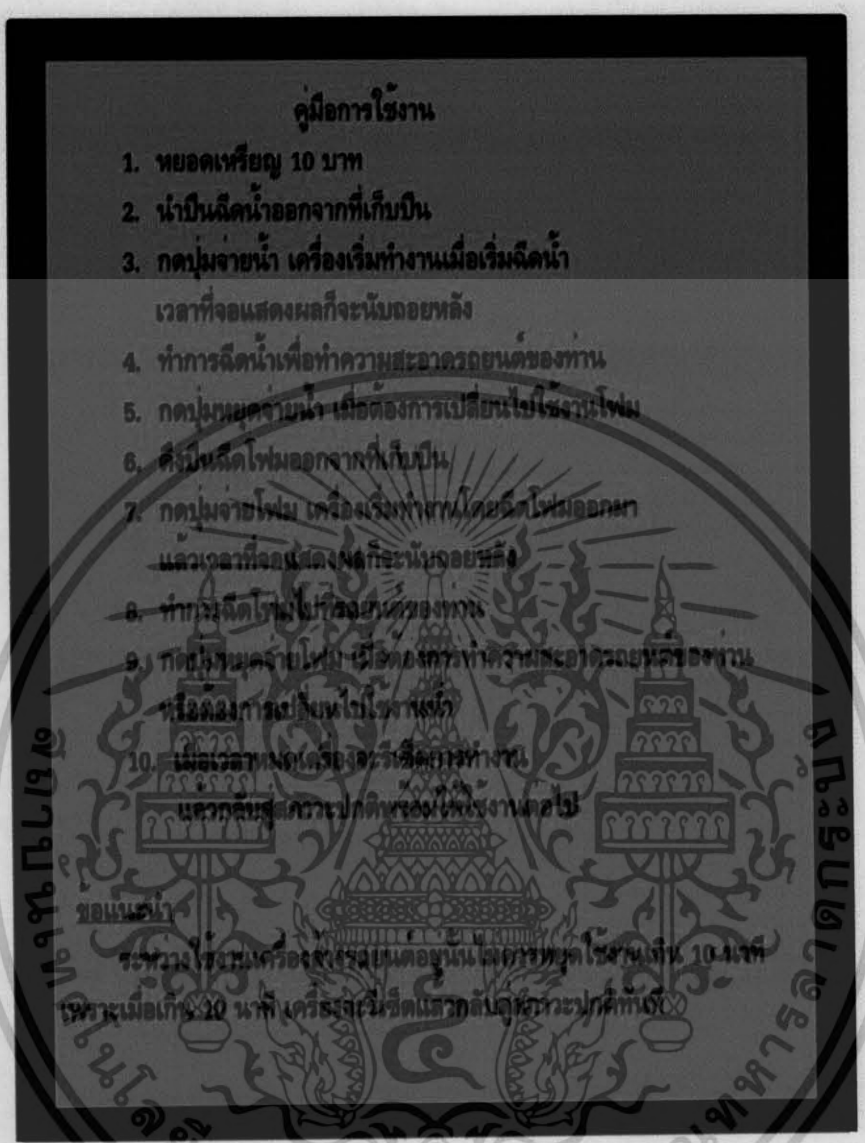
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ก
เครื่องต้นแบบ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รูปที่ ก.1 ด้านหน้าของเครื่องล้างรถยนต์แบบหยอดเหรียญ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ ก.2 ด้านบนของเครื่องล้างรถยนต์แบบหยอดเหรียญ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

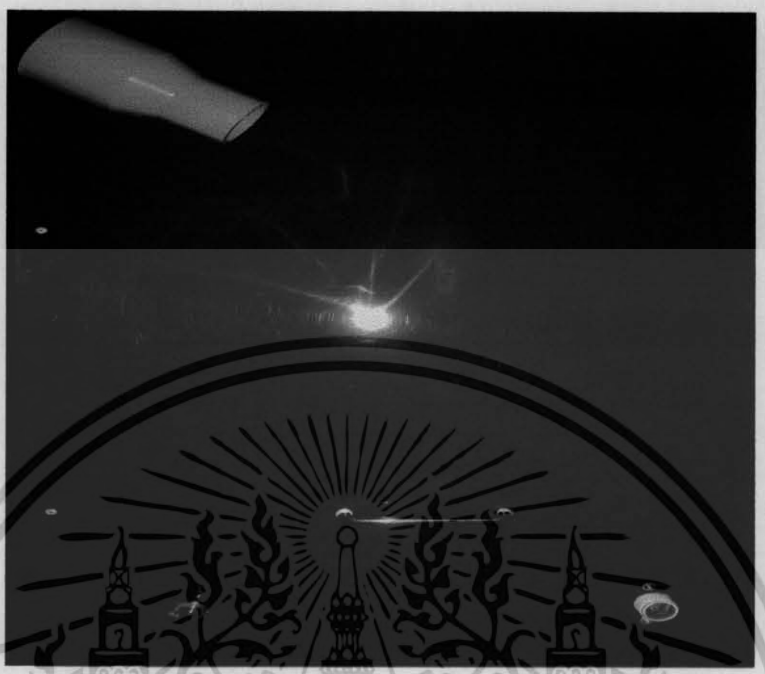
รูปที่ ก.3 ส่วนแอลซีดีแสดงอัตราส่วนน้ำและโฟมและไฟแสดงสถานการณ์ทำงาน

รูปที่ ก.4 ปุ่มกดจ่าย/หยุดน้ำและโฟมและช่องหยอดเหรียญ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รูปที่ ก.5 ภายในของเครื่องล้างรถยนต์แบบหยอดเหรียญ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ ก.6 ด้านซ้ายของเครื่องล้างรถยนต์แบบหยอดเหรียญ

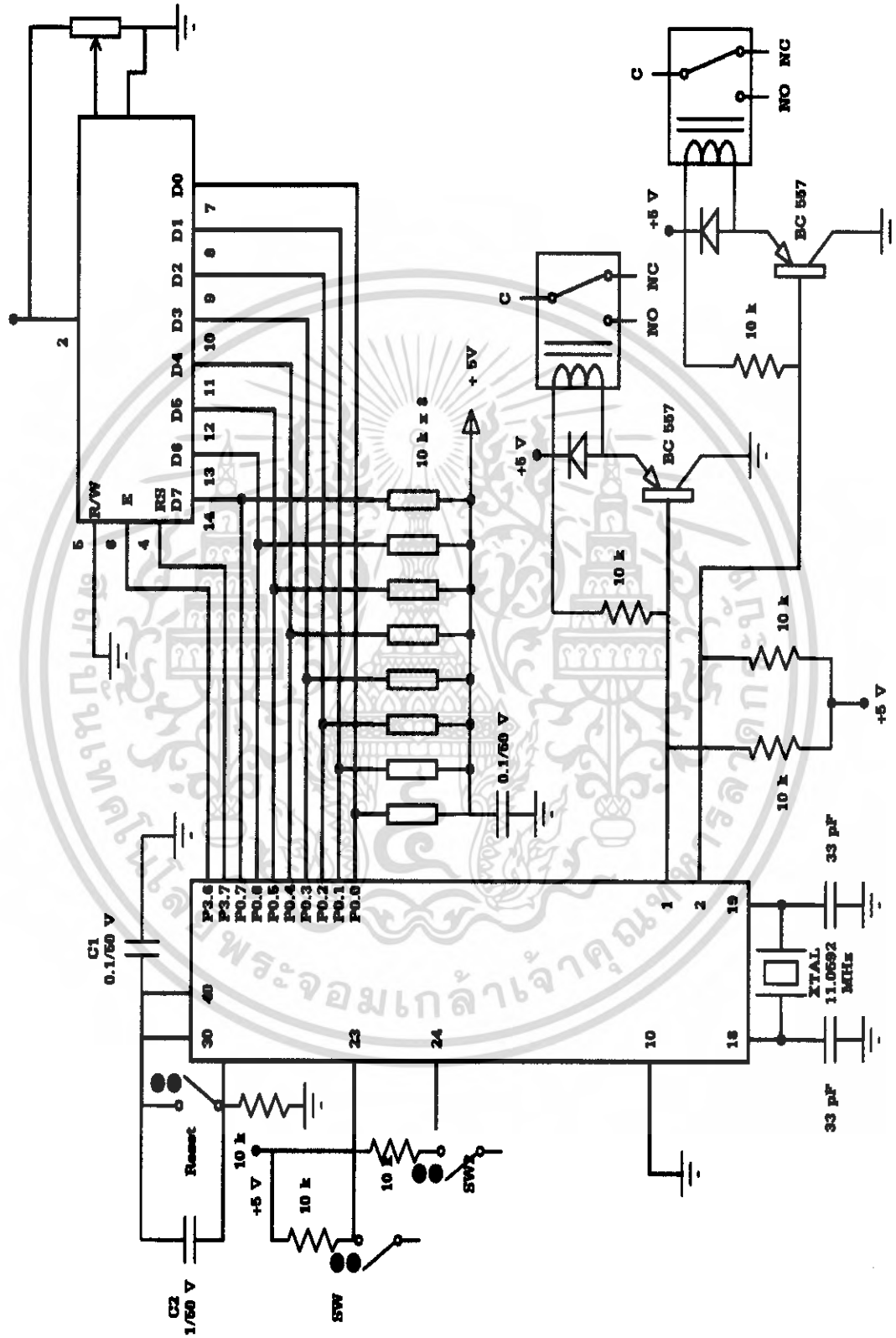
รูปที่ ก.7 ด้านขวาของเครื่องล้างรถยนต์แบบหยอดเหรียญ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ข

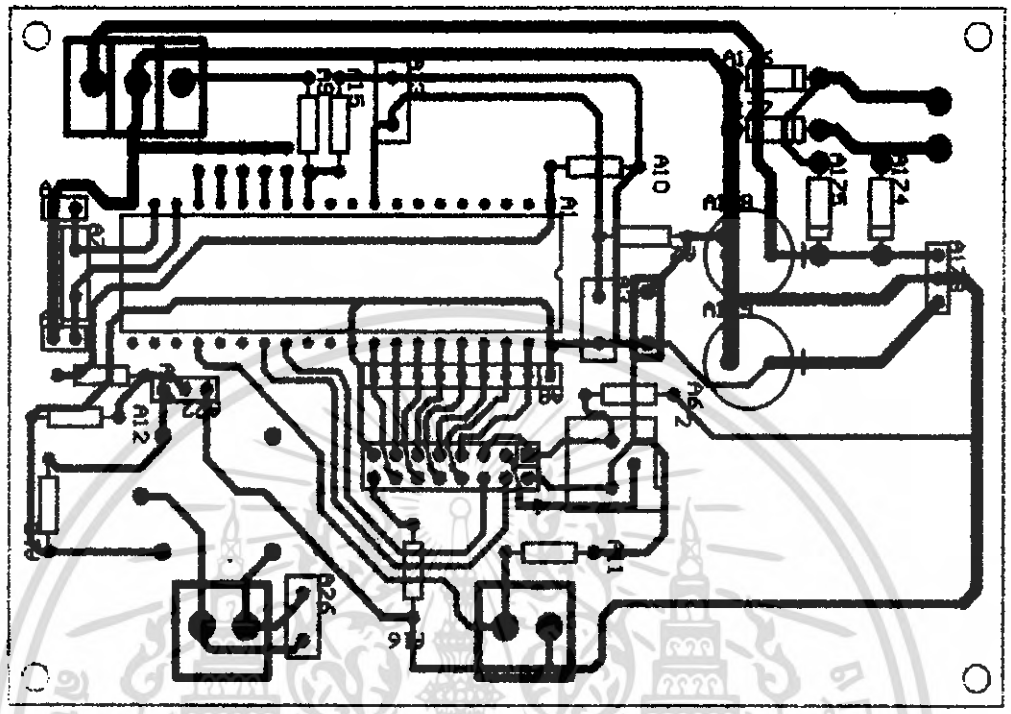
วงจรและแผ่นวงจรพิมพ์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

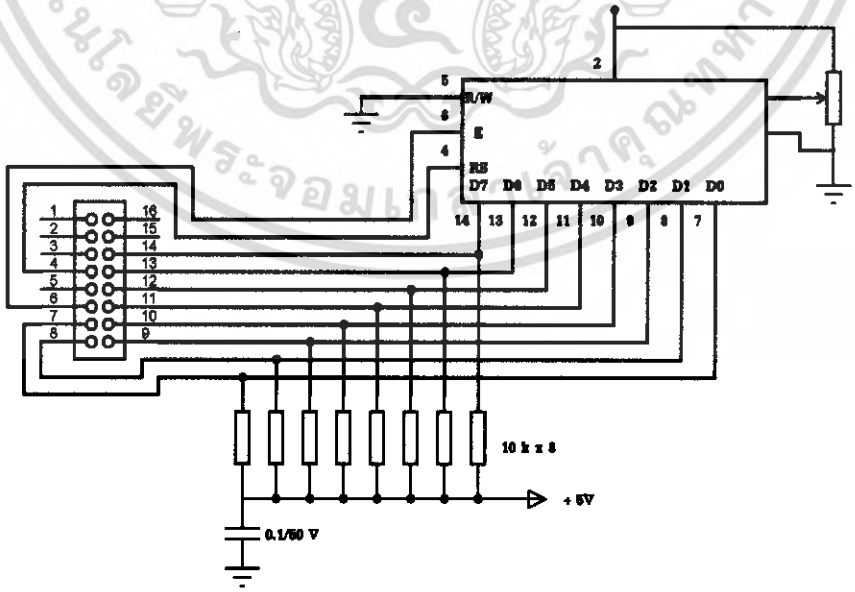


รูปที่ ข.1 วงจรควบคุมหลักเครื่องล้างรถยนต์แบบหยอดเหรียญ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

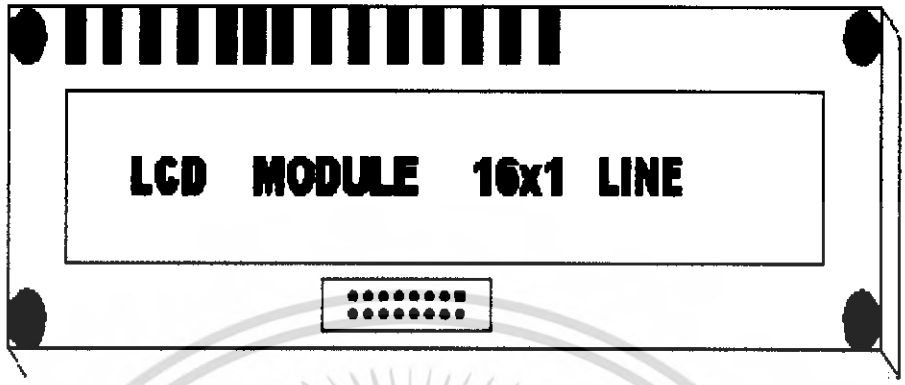


รูปที่ ข.2 แผ่นวงจรพิมพ์วงจรควบคุมหลักเครื่องล้างรถยนต์แบบหยอดเหรียญ

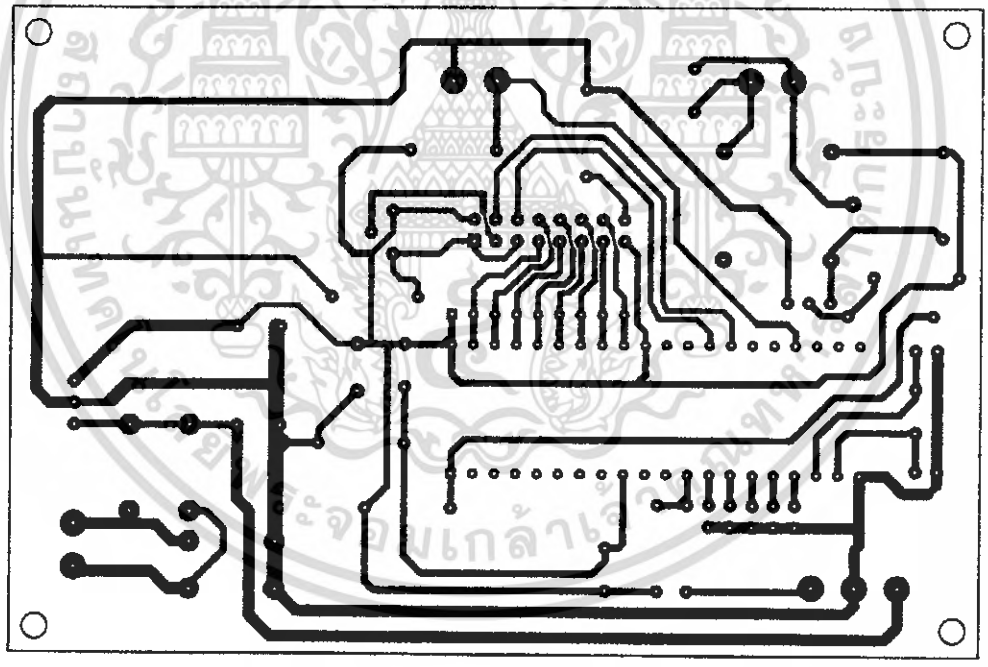


รูปที่ ข.3 วงจรแสดงผล

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ ข.4 ตำแหน่งการวางอุปกรณ์บนแผ่นวงจรพิมพ์วงจรแสดงผล



รูปที่ ข.5 แผ่นวงจรพิมพ์วงจรแสดงผล

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ค

รายการอุปกรณ์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ ค.1 รายการอุปกรณ์ของวงจรควบคุมเครื่องล้างรถยนต์แบบหยอดเหรียญ

ชื่ออุปกรณ์	รายละเอียด	จำนวน
วงจรรวม		
IC1	AT89C55	1 ตัว
IC2	7805	1 ตัว
อุปกรณ์สารกึ่งตัวนำ		
ทรานซิสเตอร์	BC557	2 ตัว
D1-D5	1N4002	5 ตัว
D6,D7	1N4148	2 ตัว
ตัวเก็บประจุ		
C1	100nF	1 ตัว
C2	1μF	1 ตัว
C3,C4	33pF	2 ตัว
C5,C6	1000μF	2 ตัว
ตัวต้านทาน		
R1-R8	10kΩ	8 ตัว
R9-R15	10kΩ	7 ตัว
R ปรับค่าได้	10kΩ	1 ตัว
อุปกรณ์อื่นๆ		
SW Start	สวิตช์กดติดกดดับ	1 ตัว
XTAL	คริสตอล 11..0592 MHz	1 ตัว
RELAY	6V/5A	2 ตัว
Transformer	หม้อแปลง 220V/800mA	1 ตัว
Connector	3 ขา	1 ตัว
Connector	2 ขา	1 ตัว

ตารางที่ ค.2 รายการอุปกรณ์ของวงจรแสดงผล

ชื่ออุปกรณ์	รายละเอียด	จำนวน
อุปกรณ์สารกึ่งตัวนำ		
LCD	16 ตัวอักษร 1 บรรทัด มีไฟ	1 ตัว
อุปกรณ์อื่นๆ		
สายแพร์	16 ขา	1 เส้น
Connecter	Connecter 16 Pin	1 ตัว

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ง
รายละเอียดและคุณสมบัติของอุปกรณ์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Features

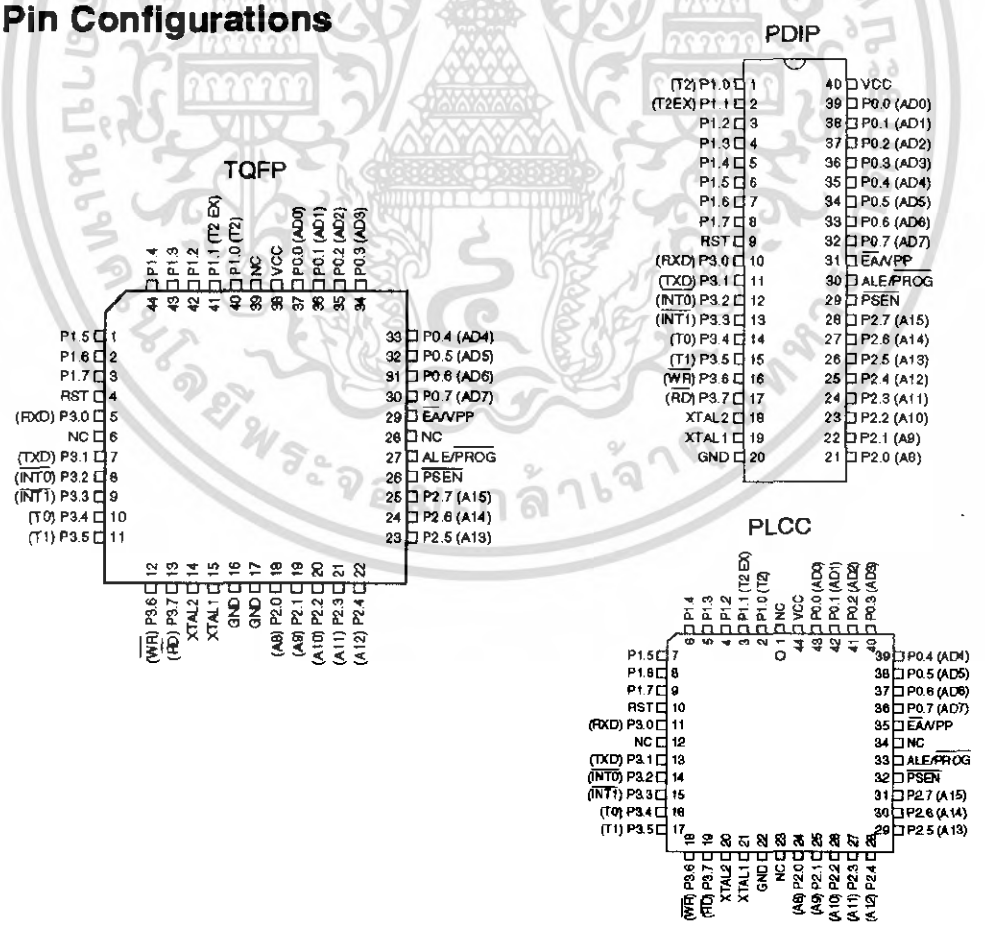
- Compatible with MCS-51™ Products
- 20K Bytes of Reprogrammable Flash Memory
- Endurance: 1000 Write/Erase Cycles
- 4V to 5.5V Operating Range
- Fully Static Operation: 0 Hz to 33 MHz
- Three-level Program Memory Lock
- 256 x 8-bit Internal RAM
- 32 Programmable I/O Lines
- Three 16-bit Timer/Counters
- Eight Interrupt Sources
- Programmable Serial Channel
- Low-power Idle and Power-down Modes
- Interrupt Recovery from Power-down Mode
- Hardware Watchdog Timer
- Dual Data Pointer
- Power-off Flag

Description

The AT89C55WD is a low-power, high-performance CMOS 8-bit microcomputer with 20K bytes of Flash programmable read only memory and 256 bytes of RAM. The device is manufactured using Atmel's high-density nonvolatile memory technology and is compatible with the industry standard 80C51 and 80C52 instruction set and

(continued)

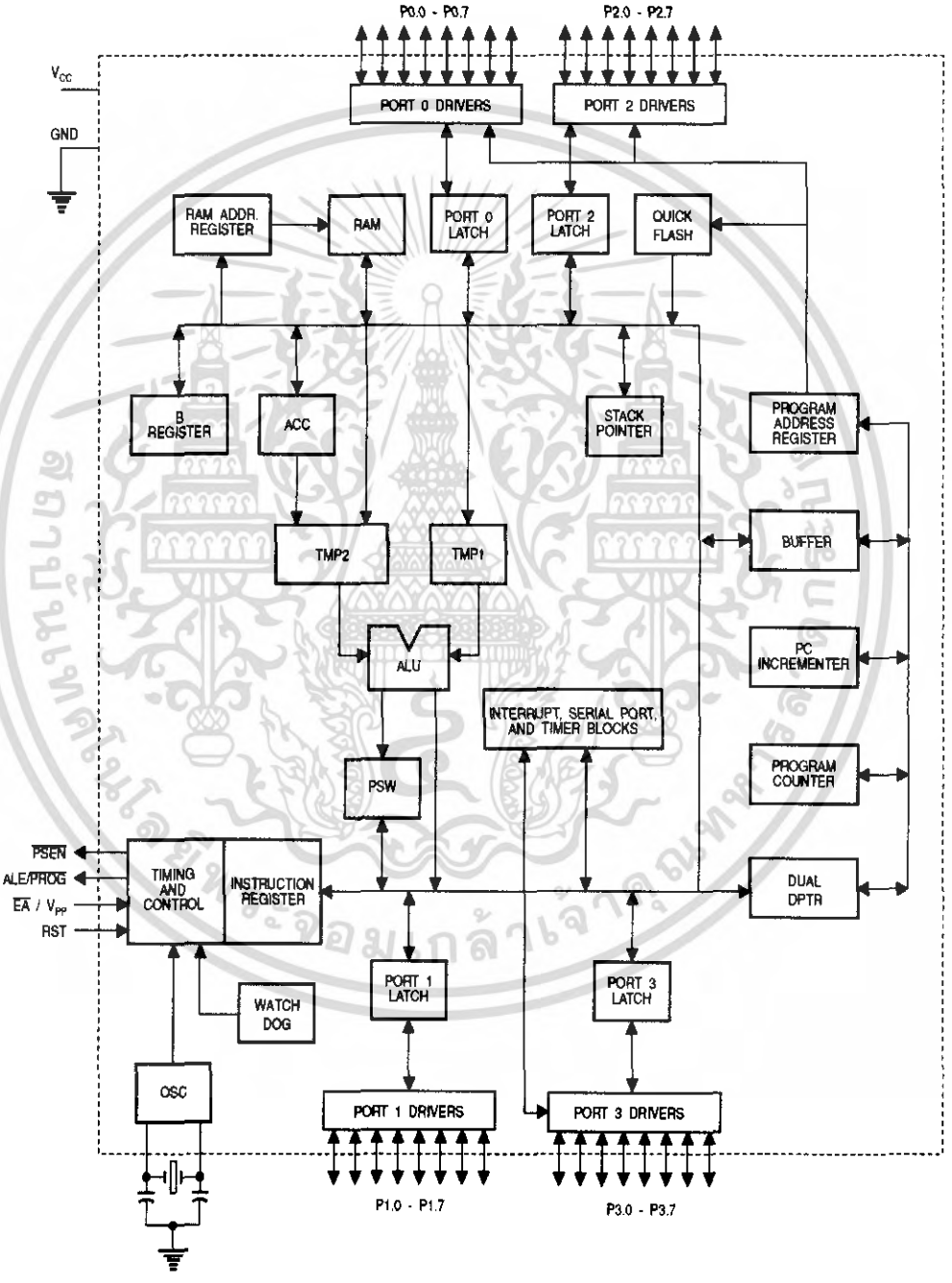
Pin Configurations



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

pinout. The on-chip Flash allows the program memory to be user programmed by a conventional nonvolatile memory programmer. By combining a versatile 8-bit CPU with Flash on a monolithic chip, the Atmel AT89C55WD is a powerful microcomputer which provides a highly flexible and cost effective solution to many embedded control applications.

Block Diagram



The AT89C55WD provides the following standard features: 20K bytes of Flash, 256 bytes of RAM, 32 I/O lines, three

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

16-bit timer/counters, a six-vector, two-level interrupt architecture, a full-duplex serial port, on-chip oscillator, and clock circuitry. In addition, the AT89C55WD is designed with static logic for operation down to zero frequency and supports two software selectable power saving modes. The Idle Mode stops the CPU while allowing the RAM, timer/counters, serial port, and interrupt system to continue functioning. The Power-down Mode saves the RAM contents but freezes the oscillator, disabling all other chip functions until the next external interrupt or hardware reset.

Pin Description

VCC

Supply voltage.

GND

Ground.

Port 0

Port 0 is an 8-bit open drain bi-directional I/O port. As an output port, each pin can sink eight TTL inputs. When 1s are written to port 0 pins, the pins can be used as high-impedance inputs.

Port 0 can also be configured to be the multiplexed low-order address/data bus during accesses to external program and data memory. In this mode, P0 has internal pull-ups.

Port 0 also receives the code bytes during Flash programming and outputs the code bytes during program verification. External pull-ups are required during program verification.

Port 1

Port 1 is an 8-bit bi-directional I/O port with internal pull-ups. The Port 1 output buffers can sink/source four TTL inputs. When 1s are written to Port 1 pins, they are pulled high by the internal pull-ups and can be used as inputs. As inputs, Port 1 pins that are externally being pulled low will source current (I_{IL}) because of the internal pull-ups.

In addition, P1.0 and P1.1 can be configured to be the timer/counter 2 external count input (P1.0/T2) and the timer/counter 2 trigger input (P1.1/T2EX), respectively, as shown in the following table.

Port 1 also receives the low-order address bytes during Flash programming and verification.

Port Pin	Alternate Functions
P1.0	T2 (external count input to Timer/Counter 2), clock-out
P1.1	T2EX (Timer/Counter 2 capture/reload trigger and direction control)

Port 2

Port 2 is an 8-bit bi-directional I/O port with internal pull-ups. The Port 2 output buffers can sink/source four TTL inputs. When 1s are written to Port 2 pins, they are pulled high by the internal pull-ups and can be used as inputs. As inputs, Port 2 pins that are externally being pulled low will source current (I_{IL}) because of the internal pull-ups.

Port 2 emits the high-order address byte during fetches from external program memory and during accesses to external data memory that use 16-bit addresses (MOVX @ DPTR). In this application, Port 2 uses strong internal pull-ups when emitting 1s. During accesses to external data memory that use 8-bit addresses (MOVX @ RI), Port 2 emits the contents of the P2 Special Function Register.

Port 2 also receives the high-order address bits and some control signals during Flash programming and verification.

Port 3

Port 3 is an 8-bit bi-directional I/O port with internal pull-ups. The Port 3 output buffers can sink/source four TTL inputs. When 1s are written to Port 3 pins, they are pulled high by the internal pull-ups and can be used as inputs. As inputs, Port 3 pins that are externally being pulled low will source current (I_{IL}) because of the pull-ups.

Port 3 also serves the functions of various special features of the AT89C55WD, as shown in the following table.

Port 3 also receives some control signals for Flash programming and verification.

Port Pin	Alternate Functions
P3.0	RXD (serial input port)
P3.1	TXD (serial output port)
P3.2	$\overline{INT0}$ (external interrupt 0)
P3.3	$\overline{INT1}$ (external interrupt 1)
P3.4	T0 (timer 0 external input)
P3.5	T1 (timer 1 external input)
P3.6	$\overline{WR}$ (external data memory write strobe)
P3.7	$\overline{RD}$ (external data memory read strobe)

RST

Reset input. A high on this pin for two machine cycles while the oscillator is running resets the device. This pin drives High for 96 oscillator periods after the Watchdog times out. The DISRTO bit in SFR AUXR (address 8EH) can be used to disable this feature. In the default state of bit DISTRO, the RESET HIGH out feature is enabled.

ALE/$\overline{PROG}$

Address Latch Enable is an output pulse for latching the low byte of the address during accesses to external

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

memory. This pin is also the program pulse input ($\overline{PROG}$) during Flash programming.

In normal operation, ALE is emitted at a constant rate of 1/6 the oscillator frequency and may be used for external timing or clocking purposes. Note, however, that one ALE pulse is skipped during each access to external data memory.

If desired, ALE operation can be disabled by setting bit 0 of SFR location 8EH. With the bit set, ALE is active only during a MOVX or MOVC instruction. Otherwise, the pin is weakly pulled high. Setting the ALE-disable bit has no effect if the microcontroller is in external execution mode.

$\overline{PSEN}$

Program Store Enable is the read strobe to external program memory.

When the AT89C55WD is executing code from external program memory, $\overline{PSEN}$ is activated twice each machine cycle, except that two $\overline{PSEN}$ activations are skipped during each access to external data memory.

$\overline{EA}$/VPP

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

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

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

XTAL1

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

XTAL2

Output from the inverting oscillator amplifier.

Table 1. AT89C55WD SFR Map and Reset Values

0F8H									0FFH
0F0H	B 00000000								0F7H
0E8H									0EFH
0E0H	ACC 00000000								0E7H
0D8H									0DFH
0D0H	PSW 00000000								0D7H
0C8H	T2CON 00000000	T2MOD XXXXXX00	RCAP2L 00000000	RCAP2H 00000000	TL2 00000000	TH2 00000000			0CFH
0C0H									0C7H
0B8H	IP XX000000								0BFH
0B0H	P3 11111111								0B7H
0A8H	IE 0X000000								0AFH
0A0H	P2 11111111		AUXR1 XXXXXXX0				WDTRST XXXXXXXX		0A7H
98H	SCON 00000000	SBUF XXXXXXXX							9FH
90H	P1 11111111								97H
88H	TCON 00000000	TMOD 00000000	TL0 00000000	TL1 00000000	TH0 00000000	TH1 00000000	AUXR XXX00XX0		8FH
80H	P0 11111111	SP 00000111	DP0L 00000000	DP0H 00000000	DP1L 00000000	DP1H 00000000		PCON 0XXX0000	87H

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Special Function Registers

A map of the on-chip memory area called the Special Function Register (SFR) space is shown in Table 1.

Note that not all of the addresses are occupied, and unoccupied addresses may not be implemented on the chip. Read accesses to these addresses will in general return random data, and write accesses will have an indeterminate effect.

User software should not write 1s to these unlisted locations, since they may be used in future products to invoke new features. In that case, the reset or inactive values of the new bits will always be 0.

Timer 2 Registers: Control and status bits are contained in registers T2CON (shown in Table 2) and T2MOD (shown in Table 4) for Timer 2. The register pair (RCAP2H, RCAP2L) are the Capture/Reload registers for Timer 2 in 16-bit capture mode or 16-bit auto-reload mode.

Interrupt Registers: The individual interrupt enable bits are in the IE register. Two priorities can be set for each of the six interrupt sources in the IP register.

Table 2. T2CON—Timer/Counter 2 Control Register

T2CON Address = 0C8H — Reset Value = 0000 0000B

Bit Addressable

Bit	TF2	EXF2	RCLK	TCLK	EXEN2	TR2	C/$\overline{T2}$	CP/$\overline{RL2}$
	7	6	5	4	3	2	1	0

Symbol	Function
TF2	Timer 2 overflow flag set by a Timer 2 overflow and must be cleared by software. TF2 will not be set when either RCLK = 1 or TCLK = 1.
EXF2	Timer 2 external flag set when either a capture or reload is caused by a negative transition on T2EX and EXEN2 = 1. When Timer 2 interrupt is enabled, EXF2 = 1 will cause the CPU to vector to the Timer 2 interrupt routine. EXF2 must be cleared by software. EXF2 does not cause an interrupt in up/down counter mode (DCEN = 1).
RCLK	Receive clock enable. When set, causes the serial port to use Timer 2 overflow pulses for its receive clock in serial port Modes 1 and 3. RCLK = 0 causes Timer 1 overflow to be used for the receive clock.
TCLK	Transmit clock enable. When set, causes the serial port to use Timer 2 overflow pulses for its transmit clock in serial port Modes 1 and 3. TCLK = 0 causes Timer 1 overflows to be used for the transmit clock.
EXEN2	Timer 2 external enable. When set, allows a capture or reload to occur as a result of a negative transition on T2EX if Timer 2 is not being used to clock the serial port. EXEN2 = 0 causes Timer 2 to ignore events at T2EX.
TR2	Start/Stop control for Timer 2. TR2 = 1 starts the timer.
C/$\overline{T2}$	Timer or counter select for Timer 2. C/$\overline{T2}$ = 0 for timer function. C/$\overline{T2}$ = 1 for external event counter (falling edge triggered).
CP/$\overline{RL2}$	Capture/Reload select. CP/$\overline{RL2}$ = 1 causes captures to occur on negative transitions at T2EX if EXEN2 = 1. CP/$\overline{RL2}$ = 0 causes automatic reloads to occur when Timer 2 overflows or negative transitions occur at T2EX when EXEN2 = 1. When either RCLK or TCLK = 1, this bit is ignored and the timer is forced to auto-reload on Timer 2 overflow.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Table 3a. AUXR: Auxiliary Register

AUXR Address = 8EH Reset Value = XXX00XX0B

Not Bit Addressable

	–	–	–	WDIDLE	DISRTO	–	–	DISALE
Bit	7	6	5	4	3	2	1	0

– Reserved for future expansion

DISALE Disable/Enable ALE

DISALE	Operating Mode
0	ALE is emitted at a constant rate of 1/6 the oscillator frequency
1	ALE is active only during a MOVX or MOVC instruction

DISRTO Disable/Enable Reset out

DISRTO	
0	Reset pin is driven High after WDT times out
1	Reset pin is input only

WDIDLE Disable/Enable WDT in IDLE mode

WDIDLE	
0	WDT continues to count in IDLE mode
1	WDT halts counting in IDLE mode

Dual Data Pointer Registers: To facilitate accessing both internal and external data memory, two banks of 16-bit Data Pointer Registers are provided: DP0 at SFR address locations 82H-83H and DP1 at 84H-85H. Bit DPS = 0 in SFR AUXR1 selects DP0 and DPS = 1 selects DP1. The user should always initialize the DPS bit to the appropriate value before accessing the respective Data Pointer Register.

Power Off Flag: The Power Off Flag (POF) is located at bit 4 (PCON.4) in the PCON SFR. POF is set to "1" during power up. It can be set and rest under software control and is not affected by reset.

Table 3b. AUXR1: Auxiliary Register 1

AUXR1 Address = A2H Reset Value = XXXXXXX0B

Not Bit Addressable

	–	–	–	–	–	–	–	DPS
Bit	7	6	5	4	3	2	1	0

– Reserved for future expansion

DPS Data Pointer Register Select

DPS	
0	Selects DPTR Registers DP0L, DP0H
1	Selects DPTR Registers DP1L, DP1H

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Memory Organization

MCS-51 devices have a separate address space for Program and Data Memory. Up to 64 Kbytes each of external Program and Data Memory can be addressed.

Program Memory

If the $\overline{EA}$ pin is connected to GND, all program fetches are directed to external memory.

On the AT89C55WD, if $\overline{EA}$ is connected to V_{CC}, program fetches to addresses 0000H through 4FFFH are directed to internal memory and fetches to addresses 5000H through FFFFH are to external memory.

Data Memory

The AT89C55WD implements 256 bytes of on-chip RAM. The upper 128 bytes occupy a parallel address space to the Special Function Registers. That means the upper 128 bytes have the same addresses as the SFR space but are physically separate from SFR space.

When an instruction accesses an internal location above address 7FH, the address mode used in the instruction specifies whether the CPU accesses the upper 128 bytes of RAM or the SFR space. Instructions that use direct addressing access SFR space.

For example, the following direct addressing instruction accesses the SFR at location 0A0H (which is P2).

```
MOV 0A0H, #data
```

Instructions that use indirect addressing access the upper 128 bytes of RAM. For example, the following indirect addressing instruction, where R0 contains 0A0H, accesses the data byte at address 0A0H, rather than P2 (whose address is 0A0H).

```
MOV @R0, #data
```

Note that stack operations are examples of indirect addressing, so the upper 128 bytes of data RAM are available as stack space.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Programming Interface

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

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

Table 9. Flash Programming Modes

Mode	V_{CC}	RST	$\overline{PSEN}$	ALE/$\overline{PROG}$	$\overline{EA}$/V_{PP}	P2.6	P2.7	P3.3	P3.6	P3.7	P0.7-0 Data	P3.4 Address	P2.5-0 Address	P1.7-0 Address
Write Code Data	5V	H	L	(1)	12V	L	H	H	H	H	D_{IN}	A14	A13-8	A7-0
Read Code Data	5V	H	L	H	H/12V	L	L	L	H	H	D_{OUT}	A14	A13-8	A7-0
Write Lock Bit 1	6.5V	H	L	(2)	12V	H	H	H	H	H	X	X	X	X
Write Lock Bit 2	6.5V	H	L	(2)	12V	H	H	H	L	L	X	X	X	X
Write Lock Bit 3	6.5V	H	L	(2)	12V	H	L	H	H	L	X	X	X	X
Read Lock Bits 1, 2, 3	5V	H	L	H	H	H	H	L	H	L	D2, 3, 4	X	X	X
Chip Erase	6.5V	H	L	(3)	12V	H	L	H	L	L	X	X	X	X
Read Atmel ID	5V	H	L	H	H	L	L	L	L	L	1EH	X	X	000H
Read Device ID	5V	H	L	H	H	L	L	L	L	L	06H	X	X	100H
Read Device ID	5V	H	L	H	H	L	L	L	L	L	55H	X	X	200H

Notes:
1. Write Code Data requires a 200 ns $\overline{PROG}$ pulse.
2. Write Lock Bits requires a 100 µs $\overline{PROG}$ pulse.
3. Chip Erase requires a 200 ns - 500 ns $\overline{PROG}$ pulse.
4. RDY/$\overline{BSY}$ signal is output on P3.0 during programming.

Figure 13. Programming the Flash Memory

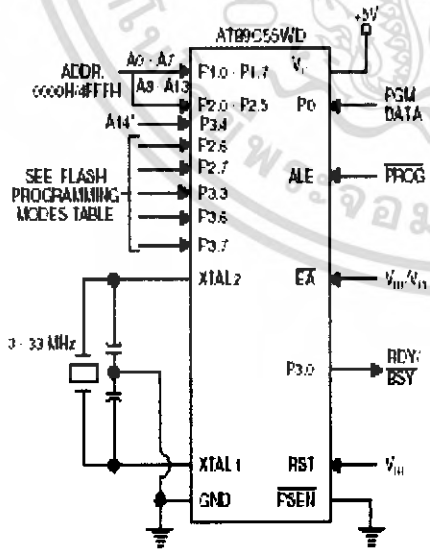
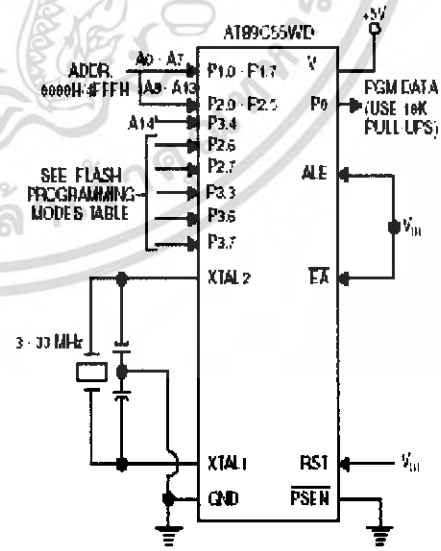


Figure 14. Verifying the Flash Memory



Note: *Programming address line A14 (P3.4) is not the same as the external memory address line A14 (P2.6).

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1N4001, 1N4002, 1N4003, 1N4004, 1N4005, 1N4006, 1N4007

1N4004 and 1N4007 are Preferred Devices

Axial Lead Standard Recovery Rectifiers

This data sheet provides information on subminiature size, axial lead mounted rectifiers for general–purpose low–power applications.

Mechanical Characteristics

- Case: Epoxy, Molded
- Weight: 0.4 gram (approximately)
- Finish: All External Surfaces Corrosion Resistant and Terminal Leads are Readily Solderable
- Lead and Mounting Surface Temperature for Soldering Purposes: 220°C Max. for 10 Seconds, 1/16″ from case
- Shipped in plastic bags, 1000 per bag.
- Available Tape and Reeled, 5000 per reel, by adding a "RL" suffix to the part number
- Available in Fan–Fold Packaging, 3000 per box, by adding a "FF" suffix to the part number
- Polarity: Cathode Indicated by Polarity Band
- Marking: 1N4001, 1N4002, 1N4003, 1N4004, 1N4005, 1N4006, 1N4007

ON Semiconductor

http://onsemi.com

LEAD MOUNTED RECTIFIERS
50–1000 VOLTS
DIFFUSED JUNCTION

CASE 59–03
AXIAL LEAD
PLASTIC

MARKING DIAGRAM

AL = Assembly Location
1N400x = Device Number
x = 1, 2, 3, 4, 5, 6 or 7
YY = Year
WW = Work Week

MAXIMUM RATINGS

Rating	Symbol	1N4001	1N4002	1N4003	1N4004	1N4005	1N4006	1N4007	Unit
*Peak Repetitive Reverse Voltage Working Peak Reverse Voltage DC Blocking Voltage	V_{RRM} V_{RWM} V_R	50	100	200	400	600	800	1000	Volts
*Non–Repetitive Peak Reverse Voltage (halfwave, single phase, 60 Hz)	V_{RSM}	60	120	240	480	720	1000	1200	Volts
*RMS Reverse Voltage	$V_{R(RMS)}$	35	70	140	280	420	560	700	Volts
*Average Rectified Forward Current (single phase, resistive load, 60 Hz, T_A = 75°C)	I_O	1.0							Amp
*Non–Repetitive Peak Surge Current (surge applied at rated load conditions)	I_{FSM}	30 (for 1 cycle)							Amp
Operating and Storage Junction Temperature Range	T_J T_{stg}	–65 to +175							°C

*Indicates JEDEC Registered Data

ORDERING INFORMATION

See detailed ordering and shipping information on page 2 of this data sheet.

Preferred devices are recommended choices for future use and best overall value.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1N4001, 1N4002, 1N4003, 1N4004, 1N4005, 1N4006, 1N4007

ELECTRICAL CHARACTERISTICS*

Rating	Symbol	Typ	Max	Unit
Maximum Instantaneous Forward Voltage Drop (i_F = 1.0 Amp, T_J = 25°C)	v_F	0.93	1.1	Volts
Maximum Full–Cycle Average Forward Voltage Drop (I_O = 1.0 Amp, T_L = 75°C, 1 inch leads)	$V_{F(AV)}$	–	0.8	Volts
Maximum Reverse Current (rated dc voltage) (T_J = 25°C) (T_J = 100°C)	I_R	 0.05 1.0	 10 50	µA
Maximum Full–Cycle Average Reverse Current (I_O = 1.0 Amp, T_L = 75°C, 1 inch leads)	$I_{R(AV)}$	–	30	µA

*Indicates JEDEC Registered Data

ORDERING & SHIPPING INFORMATION

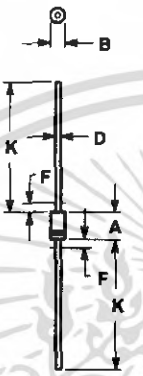
Device	Package	Shipping
1N4001	Axial Lead	1000 Units/Bag
1N4001FF	Axial Lead	3000 Units/Box
1N4001RL	Axial Lead	5000/Tape & Reel
1N4002	Axial Lead	1000 Units/Bag
1N4002FF	Axial Lead	3000 Units/Box
1N4002RL	Axial Lead	5000/Tape & Reel
1N4003	Axial Lead	1000 Units/Bag
1N4003FF	Axial Lead	3000 Units/Box
1N4003RL	Axial Lead	5000/Tape & Reel
1N4004	Axial Lead	1000 Units/Bag
1N4004FF	Axial Lead	3000 Units/Box
1N4004RL	Axial Lead	5000/Tape & Reel
1N4005	Axial Lead	1000 Units/Bag
1N4005FF	Axial Lead	3000 Units/Box
1N4005RL	Axial Lead	5000/Tape & Reel
1N4006	Axial Lead	1000 Units/Bag
1N4006FF	Axial Lead	3000 Units/Box
1N4006RL	Axial Lead	5000/Tape & Reel
1N4007	Axial Lead	1000 Units/Bag
1N4007FF	Axial Lead	3000 Units/Box
1N4007RL	Axial Lead	5000/Tape & Reel

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1N4001, 1N4002, 1N4003, 1N4004, 1N4005, 1N4006, 1N4007

PACKAGE DIMENSIONS

AXIAL LEAD
CASE 59–03
ISSUE M



NOTES:
1. ALL RULES AND NOTES ASSOCIATED WITH JEDEC DO-41 OUTLINE SHALL APPLY.
2. POLARITY DENOTED BY CATHODE BAND.
3. LEAD DIAMETER NOT CONTROLLED WITHIN F DIMENSION.

DIM	MILLIMETERS		INCHES	
	MIN	MAX	MIN	MAX
A	4.07	5.20	0.160	0.205
B	2.04	2.71	0.080	0.107
D	0.71	0.86	0.028	0.034
F	----	1.27	----	0.050
K	27.94	---	1.100	----

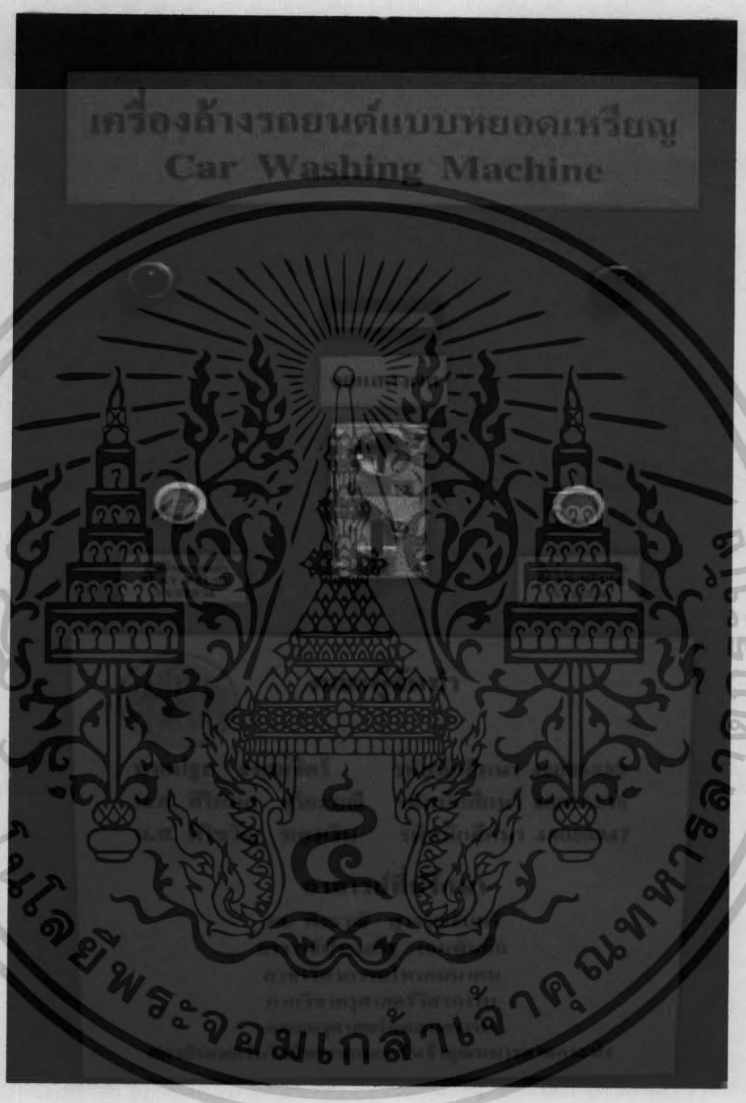
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก จ

คู่มือการใช้งาน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

คู่มือการใช้งาน
เครื่องล้างรถยนต์แบบหยอดเหรียญ



ภาควิชาครุศาสตร์วิศวกรรม
คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

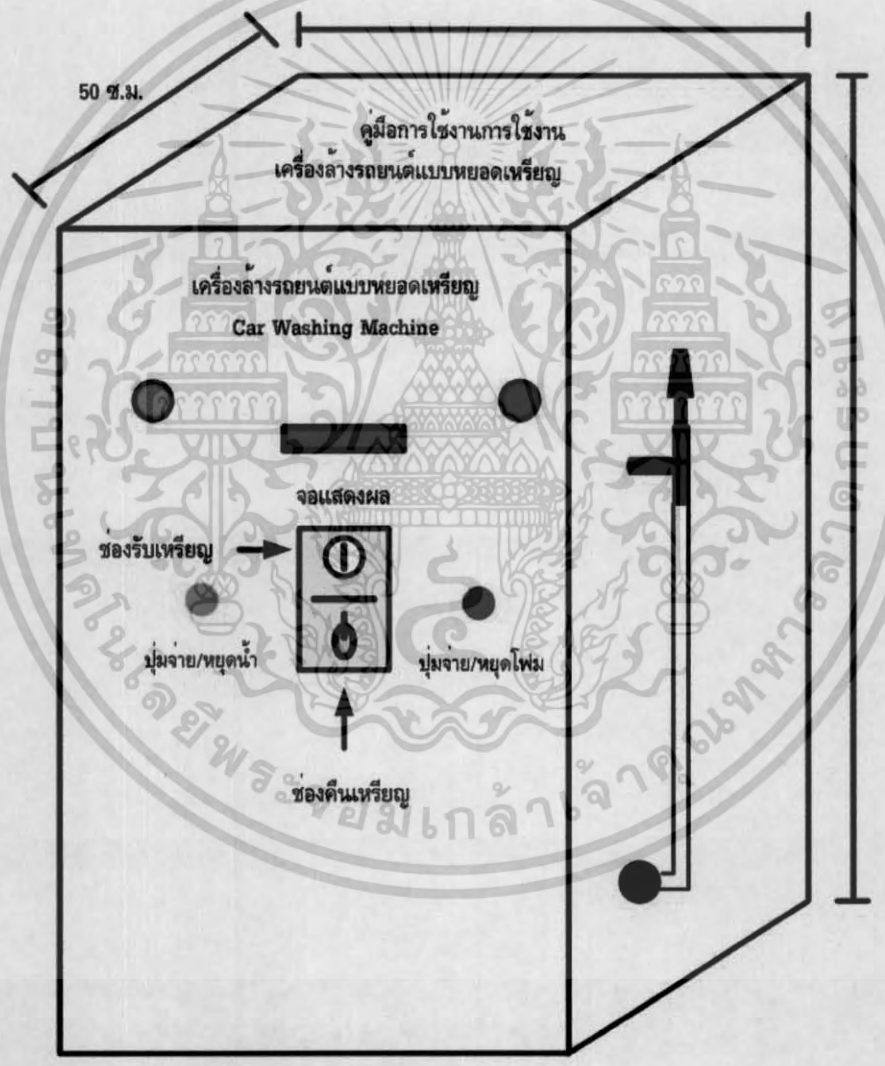
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ปีการศึกษา 2549

1. คำแนะนำเบื้องต้น

ก่อนที่จะใช้งานเครื่องล้างรถยนต์แบบหยอดเหรียญ ควรทำการศึกษาอ่านวิธีการใช้งานจากคู่มือการใช้งานหรือวิธีการใช้งานเบื้องต้นที่ติดไว้ด้านหน้าของเครื่องล้างรถยนต์แบบหยอดเหรียญ ให้เข้าใจเสียก่อน เพื่อการใช้งานที่ถูกต้องและเป็นการป้องกันการเสียหายที่จะเกิดขึ้นแก่ร่างกายและตัวเครื่อง

2.ส่วนประกอบ



รูปที่ จ.1 ส่วนประกอบเครื่องล้างรถยนต์แบบหยอดเหรียญ

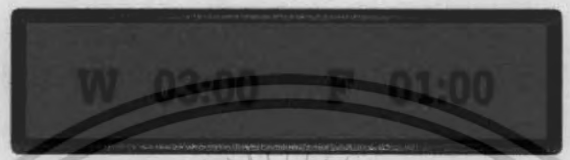
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3. การติดตั้ง

1. ทำการติดตั้งเครื่องล้างรถยนต์แบบหยอดเหรียญ แล้วเสียบปลั๊กไฟ 220โวลต์ 50 เฮิรตซ์
2. เปิดเครื่องพร้อมทำงาน

4. ขั้นตอนการใช้งาน

การแสดงผลของจอแสดงผล



รูปที่ จ.2 การแสดงผลของจอแสดงผล

1. หยอดเหรียญ 10 บาท
2. นำปืนฉีดน้ำออกจากที่เก็บปืน
3. กดปุ่มจ่ายน้ำ เครื่องเริ่มทำงานเมื่อเริ่มฉีดน้ำเวลาที่จอแสดงผลก็จะนับถอยหลัง
4. ทำการฉีดน้ำเพื่อทำความสะอาดรถยนต์ของท่าน
5. กดปุ่มหยุดจ่ายน้ำ เมื่อต้องการเปลี่ยนไปใช้งานโฟม
6. นำปืนฉีดโฟมออกจากที่เก็บปืน
7. กดปุ่มจ่ายโฟม เครื่องเริ่มทำงานโดยฉีดโฟมออกมาแล้วเวลาที่จอแสดงผลก็จะนับถอยหลัง
8. ทำการฉีดโฟมไปที่รถยนต์ของท่าน
9. กดปุ่มหยุดจ่ายโฟม เมื่อต้องการทำความสะอาดรถยนต์ของท่านหรือต้องการเปลี่ยนไปใช้งานน้ำ
10. เมื่อเวลาหมดเครื่องจะรีเซ็ตการทำงานแล้วกลับสู่สภาวะปกติพร้อมให้ใช้งานต่อไป

ข้อแนะนำ

ระหว่างใช้งานเครื่องล้างรถยนต์อยู่นั้นไม่ควรหยุดใช้งานเกิน 10 นาที เพราะเมื่อเกิน 10 นาที เครื่องจะรีเซ็ตแล้วกลับสู่สภาวะปกติทันที

5.การแก้ปัญหาเบื้องต้น

เมื่อท่านประสบปัญหาการใช้งานเครื่องล้างรถหยอดเหรียญ สามารถตรวจสอบแนวทางการแก้ไขปัญหาเบื้องต้นโดยการตรวจสอบ ดังนี้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ จ.1 การแก้ปัญหาเบื้องต้น

อาการ	สาเหตุ/วิธีแก้ไข
เครื่องไม่ทำงาน	ตรวจสอบสายไฟ 220 โวลต์
ชุดหยอดเหรียญไม่รับเหรียญ	ตรวจสอบแจ็คหลังชุดหยอดเหรียญ
ชุดหยอดเหรียญมีเสียงเตือน	ตรวจสอบว่ามีเหรียญหรือวัสดุค้างอยู่หรือไม่
ชุดแสดงผลไม่ทำงาน	ตรวจสอบจุดเชื่อมสายระหว่างชุดควบคุมกับชุดแสดงผล

6. การดูแลรักษาและข้อควรระวัง

6.1 การดูแลรักษา

1. เช็ดทำความสะอาดตัวเครื่องด้วยผ้านุ่ม อย่าใช้สารใดๆที่เป็นตัวทำละลายหรือมีคุณสมบัติในการกัดกร่อน เพราะอาจทำให้ตัวเครื่องเป็นรอย เสียหายได้

2. ตรวจสอบขั้วต่อสายไฟของวงจรภายในเครื่องให้อยู่ในสภาพพร้อมใช้งานเสมอ

3. ควรมีการซ่อมบำรุงตัวเครื่องเป็นระยะทุกเดือน เพื่อป้องกันและลดอัตราการเสื่อมสภาพของตัวเครื่อง เพื่อให้การใช้งานและให้อายุการใช้งานของตัวเครื่องใช้งานได้อย่างมีประสิทธิภาพมากขึ้น

6.2 ข้อควรระวัง

1. ควรศึกษาคู่มือก่อนการใช้งาน

2. ควรวางตัวเครื่องไว้ในที่ร่ม

3. การเคลื่อนย้ายควรระมัดระวังอย่าให้มีการกระแทกเพื่อป้องกันความเสียหายของระบบกลไกต่างๆ ของเครื่อง

7. ข้อมูลจำเพาะ

ตารางที่ จ.2 ข้อมูลจำเพาะ

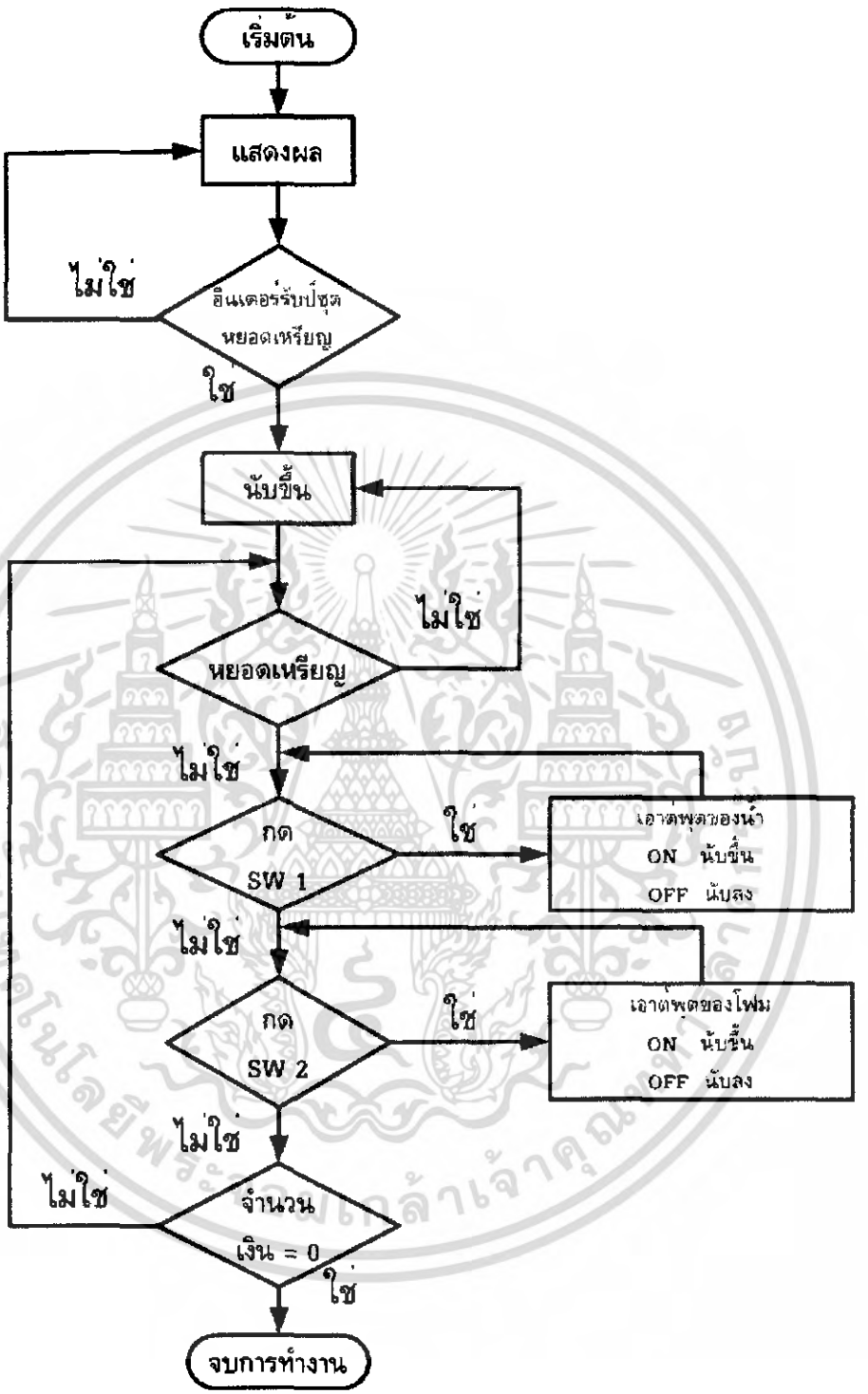
คุณสมบัติ	รายละเอียด
แหล่งจ่ายพลังงาน	ไฟฟ้ากระแสสลับ 220 โวลต์ 50 เฮิรตซ์
Compressor	รุ่น AE2410AK 220 โวลต์ 50 เฮิรตซ์ กำลัง 1 PH แรงลม 20 Bar
ชุดหยอดเหรียญ	เลือกรับได้ 1 เหรียญ
ความกว้าง	50.0 เซนติเมตร
ความยาว	50.0 เซนติเมตร
ความสูง	100.0 เซนติเมตร

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ฉ

ผังงาน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ ฉ.1 ผังการทำงานโปรแกรมเครื่องล้างรถยนต์แบบหยอดเหรียญ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ช
รหัสต้นฉบับของโปรแกรม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

โปรแกรมควบคุมการทำงานของเครื่องล้างรถยนต์แบบหยอดเหรียญ

```
;*****************************************************************
; Program        : KMITL Car Wash
; For                  : MCS-51 Microcontroller System
; Filename             : carwash.asm
; Assembler            : RAD51
;*****************************************************************

;---------------------------------------------------------------
; Define Port&Pin Name
;---------------------------------------------------------------

LCD_EN     BIT    P2.7  ; LCD Module Enable (Active High : Level)
LCD_RS     BIT    P2.6  ; LCD Module Register Select
INT1_PIN   BIT    P3.3
INPUT      BIT    P3.2
SW         BIT    P2.3
SW2        BIT    P2.2
OUTPUT     BIT    P1.0
OUTPUT2    BIT    P1.1

;---------------------------------------------------------------
; Define User Register
;---------------------------------------------------------------
LCD_ADDR          EQU          30H   ; For keep LCD Address
LCD_DATA          EQU          31H   ; For keep LCD Data
LCD_DATA2         EQU          32H   ; For keep LCD Data
MONEY             EQU          43H
TIMER             EQU          33H

;---------------------------------------------------------------
; Main Program.
;---------------------------------------------------------------
          ORG          0000H        ; Reset Vector
          LJMP   START

        ORG          0003H
        LJMP     INSERT_COIN

START:    MOV    PSW,#00H
          MOV    P0,#00000000B     ;Clear Databus
          CLR    LCD_EN            ; Clear LCD Enable
          CLR    LCD_RS            ; Clear LCD RS
          SETB   P1.0
          MOV    IE,#10000001B
          MOV    TIMER,P3          ;
          MOV    A,TIMER           ;
          SWAP   A                 ;
          ANL    A,#08H          ; Set Timer O/P  By I/P P3
          ORL    A,#70H        ;SET TIME O/P By Let Register A(00-FF)
          MOV    TIMER,A           ;
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
MAIN:   ACALL INIT_LCD          ; Call LCD Initial subroutine

LOOP:   MOV   LCD_ADDR,#000H    ; Set Address 00H
        ACALL SET_ADDR_LCD      ;
        MOV   DPTR,#TITLE_1     ; Index Pointer ROM to Show LCD
        ACALL WRLINE_LCD        ; 00H-07H (Increase automatic)

        MOV   DPTR,#TITLE_2     ; Index Pointer ROM to Show LCD
        ACALL WRLINE_LCD        ; 00H-07H (Increase automatic)

        MOV   DPTR,#TITLE_9     ; Index Pointer ROM to Show LCD
        ACALL WRLINE_LCD        ; 00H-07H (Increase automatic)

        MOV   DPTR,#TITLE_3     ; Index Pointer ROM to Show LCD
        ACALL WRLINE_LCD        ; 00H-07H (Increase automatic)

        MOV   DPTR,#TITLE_4     ; Index Pointer ROM to Show LCD
        ACALL WRLINE_LCD        ; 00H-07H (Increase automatic)

        MOV   LCD_ADDR,#040H    ; Set Address 40H
        ACALL SET_ADDR_LCD      ;
        MOV   DPTR,#TITLE_2     ; Index Pointer ROM to Show LCD
        ACALL WRLINE_LCD        ; 40H-47H (Increase automatic)

        MOV   DPTR,#TITLE_9     ; Index Pointer ROM to Show LCD
        ACALL WRLINE_LCD        ; 40H-47H (Increase automatic)

        MOV   DPTR,#TITLE_3     ; Index Pointer ROM to Show LCD
        ACALL WRLINE_LCD        ; 40H-47H (Increase automatic)

        MOV   DPTR,#TITLE_4     ; Index Pointer ROM to Show LCD
        ACALL WRLINE_LCD        ; 40H-47H (Increase automatic)

        MOV   DPTR,#TITLE_5     ; Index Pointer ROM to Show LCD
        ACALL WRLINE_LCD        ; 40H-47H (Increase automatic)

        ACALL DELAY_1s          ; Delay
        ACALL DELAY_1s
        MOV   R4,#24                ; Set Loop 8 times
LOOP_LCD_L_SHF: ACALL     LCD_LSHF  ; Left Shift LCD Display
        ACALL DELAY_100ms       ; Delay
        ACALL DELAY_100ms
        DJNZ  R4,LOOP_LCD_L_SHF

        ACALL DELAY_1s          ; Delay
        ACALL DELAY_1s
        MOV   LCD_ADDR,#000H        ; Set Address 00H
        ACALL SET_ADDR_LCD      ;
        MOV   DPTR,#TITLE_5     ; Index Pointer ROM to Show LCD
        ACALL WRLINE_LCD        ; 00H-07H (Increase automatic)
        MOV   DPTR,#TITLE_6     ; Index Pointer ROM to Show LCD
        ACALL WRLINE_LCD        ; 00H-07H (Increase automatic)

        MOV   LCD_ADDR,#040H    ; Set Address 40H
        ACALL SET_ADDR_LCD      ;
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
        MOV   DPTR,#TITLE_6      ; Index Pointer ROM to Show LCD
        ACALL WRLINE_LCD         ; 40H-47H (Increase automatic)
        MOV   DPTR,#TITLE_9      ; Index Pointer ROM to Show LCD
        ACALL WRLINE_LCD         ; 00H-07H (Increase automatic)
        MOV   R4,#16       ;
LOOP_LCD_L_SHF2: ACALL    LCD_LSHF    ; Right Shift LCD Display
        ACALL DELAY_100ms ; Delay
        ACALL DELAY_100ms
        DJNZ  R4,LOOP_LCD_L_SHF2

        ACALL DELAY_1s    ; Delay
        ACALL DELAY_1s

        ACALL LCD_CLR             ; Clear LCD Display

        MOV   LCD_ADDR,#000H    ; Set Address 00H
        ACALL SET_ADDR_LCD
        ACALL LCD_BLINK   ; Blink Cursor
        ACALL DELAY_1s

        MOV   LCD_DATA,#' '     ; Write Character ' '
        ACALL WRCHAR_LCD
        ACALL LCD_BLINK   ; Blink Cursor
        ACALL DELAY_500ms

        MOV   LCD_DATA,#'K'     ; Write Character 'K'
        ACALL WRCHAR_LCD
        ACALL LCD_BLINK   ; Blink Cursor
        ACALL DELAY_500ms ; Delay

        MOV   LCD_DATA,#'M'     ; Write Character 'M'
        ACALL WRCHAR_LCD
        ACALL LCD_BLINK   ; Blink Cursor
        ACALL DELAY_500ms ; Delay

        MOV   LCD_DATA,#'I'     ; Write Character 'I'
        ACALL WRCHAR_LCD
        ACALL LCD_BLINK   ; Blink Cursor
        ACALL DELAY_500ms ; Delay

        MOV   LCD_DATA,#'T'     ; Write Character 'T'
        ACALL WRCHAR_LCD
        ACALL LCD_BLINK   ; Blink Cursor
        ACALL DELAY_500ms ; Delay

        MOV   LCD_DATA,#'L'     ; Write Character 'L'
        ACALL WRCHAR_LCD
            ACALL   LCD_BLINK   ; Blink Cursor
        ACALL DELAY_500ms ; Delay


        MOV   LCD_DATA,#' '     ; Write Character ' '
        ACALL WRCHAR_LCD
        ACALL LCD_BLINK   ; Blink Cursor
        ACALL DELAY_500ms ; Delay
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
MOV   LCD_DATA,#'C'     ; Write Character 'C'
ACALL WRCHAR_LCD
ACALL LCD_BLINK   ; Blink Cursor
ACALL DELAY_500ms ; Delay

MOV   LCD_ADDR,#040H    ; Set Address 40H
ACALL SET_ADDR_LCD
ACALL LCD_BLINK   ; Blink Cursor
ACALL DELAY_500ms ; Delay

MOV   LCD_DATA,#'a'     ; Write Character 'a'
ACALL WRCHAR_LCD
ACALL LCD_BLINK   ; Blink Cursor
ACALL DELAY_500ms ; Delay

MOV   LCD_DATA,#'r'     ; Write Character 'r'
ACALL WRCHAR_LCD
ACALL LCD_BLINK   ; Blink Cursor
ACALL DELAY_500ms ; Delay

MOV   LCD_DATA,#' '     ; Write Character ' '
ACALL WRCHAR_LCD
ACALL LCD_BLINK   ; Blink Cursor
ACALL DELAY_500ms ; Delay
MOV   LCD_DATA,#'W'     ; Write Character 'W'
ACALL WRCHAR_LCD
ACALL LCD_BLINK   ; Blink Cursor
ACALL DELAY_500ms ; Delay

MOV   LCD_DATA,#'a'     ; Write Character 'a'
ACALL WRCHAR_LCD
ACALL LCD_BLINK   ; Blink Cursor
ACALL DELAY_500ms ; Delay

MOV   LCD_DATA,#'s'     ; Write Character 's'
ACALL WRCHAR_LCD
ACALL LCD_BLINK   ; Blink Cursor
ACALL DELAY_500ms ; Delay


MOV   LCD_DATA,#'h'     ; Write Character 'h'
ACALL WRCHAR_LCD
ACALL LCD_BLINK   ; Blink Cursor
ACALL DELAY_500ms ; Delay


MOV   LCD_DATA,#' '     ; Write Character ' '
ACALL WRCHAR_LCD
ACALL DELAY_1s    ; Delay

ACALL LCD_OFF           ; Off Display
ACALL DELAY_1s    ; Delay

ACALL LCD_ON            ; On Display
ACALL DELAY_1s    ; Delay
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
      ACALL LCD_OFF            ; Off Display
      ACALL DELAY_1s     ; Delay
      ACALL LCD_ON             ; On Display
      ACALL DELAY_1s     ; Delay
      ACALL DELAY_1s

      LJMP  LOOP         ; Jump to loop

;*****************************************************************
;   Interrupt service routine
;*****************************************************************

INSERT_COIN:MOV  MONEY,#00H
            MOV  MONEY2,#00H

            JB   INPUT,END
            ACALL DELAY_100ms
            JB   INPUT,END


            ACALL LCD_CLR
            MOV  LCD_ADDR,#000H     ; Set Address 00H
            ACALL SET_ADDR_LCD      ;
            MOV  DPTR,#TITLE_7      ; Index Pointer ROM to Show LCD
            ACALL WRLINE_LCD        ; 00H-07H (Increase automatic)
            MOV  LCD_ADDR,#040H     ; Set Address 40H
            ACALL SET_ADDR_LCD      ;
            MOV  DPTR,#TITLE_8      ; Index Pointer ROM to Show LCD
            ACALL WRLINE_LCD        ; 40H-47H (Increase automatic)
            ACALL COUNT_UP

;*****************************************************************
;  INPUT_COIN
;*****************************************************************


INPUT_COIN:     JB      INPUT,OUTPUT
                ACALL   DELAY_100ms
                JB      INPUT,OUTPUT

CON:        SETB  P1.0
            SETB  P1.1
            ACALL COUNT_UP
            LJMP  INPUT_COIN

;*****************************************************************
;OUTPUT
;*****************************************************************

OUTPUT:     JB    SW,OUTPUT2
            ACALL DELAY_100ms
            JB    SW,OUTPUT2

            JNB   SW,$
            CLR   P1.0
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
LOOP3:        MOV    B,TIMER
TIME2:        LJMP   CHK_100ms
END_CHK_100ms:  DJNZ     B,TIME2
              ACALL  COUNT_DOWN
              MOV    A,#00H
              CJNE   A,MONEY,LOOP3
              SETB   P1.0
              CJNE   A,MONEY2,CONNECTOR

CONNECTOR:    LJMP     Z_CHK_SW_END

END:          RETI

;*********************************************************************
;OUTPUT2
;*********************************************************************

OUTPUT2:      JB     SW2,INPUT_COIN
              ACALL  DELAY_100ms
              JB     SW2,INPUT_COIN
              JNB    SW2,$
              SETB   P1.1

LOOP4:        MOV    B,TIMER
TIME3:        LJMP   CHK2_100ms
END_CHK2_100ms:     DJNZ   B,TIME3
                    ACALL    COUNT_DOWN2
                    MOV      A,#00H
                    CJNE     A,MONEY2,LOOP4
                    CLR      P1.1
                    CJNE     A,MONEY,CONNECTOR2

CONNECTOR2: LJMP     ZZ_CHK_SW_END
                    LJMP   END
;*********************************************************************
;CHK2_SW_DELAY_2
;*********************************************************************
CHK2_100ms: MOV    R2,#250
CHK2_100ms_1:      MOV    R1,#0E6H

CHK2_100ms_2:      JB     SW2,DELAY2_CHK
              LJMP   STOP2
              LJMP   DELAY2_CHK


DELAY2_CHK:   JB     INPUT,DELAY2_CHK2
              LJMP   INPUT2_COIN2
              LJMP   DELAY2_CHK2

DELAY2_CHK2:        NOP
              NOP
              DJNZ   R1,CHK2_100ms_2
              DJNZ   R2,CHK2_100ms_1
END2_CHK:     NOP
              RET
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
;*********************************************************************
; I/P Coin2         ( Count Up )
;*********************************************************************
INPUT2_COIN2:    JB     INPUT,DELAY2_CHK2
                 ACALL  DELAY_100ms
                 JB     INPUT,DELAY2_CHK2

                 ACALL  COUNT_UP
                 RET
;*********************************************************************
; STOP2
;*********************************************************************


STOP2:      JB     SW2,DELAY2_CHK
            ACALL  DELAY_100ms
            JB     SW2,DELAY2_CHK
            CLR    P1.1
            JNB    SW2,$
            RET

;*********************************************************************
; CHK2_SW    ( Scan I/P )
;*********************************************************************

CHK2_SW:    JB     SW,INPUT_COIN4
            ACALL  DELAY_100ms
            JB     SW,INPUT_COIN4
            JNB    SW,$
            CLR    P1.0
            MOV    R7,#020
            LJMP   DELAY_CHK


;*********************************************************************
; I/P Coin3    ( Scan I/P )
;*********************************************************************


INPUT_COIN4:JB   INPUT,CHK2_SW2
            ACALL  DELAY_100ms
            JB     INPUT,CHK2_SW2
            ACALL  COUNT_UP
            LJMP   CHK2_SW

;*********************************************************************
; CHK_SW    ( Scan I/P )
;*********************************************************************

CHK2_SW2:   JB     SW2,CHK2_SW
            ACALL  DELAY_100ms
            JB     SW2,CHK2_SW
            JNB    SW2,$
            SETB   P1.1
            MOV    R7,#020          ;
            LJMP   DELAY2_CHK
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
;*****************************************************************
;CHK_SW DELAY
;*****************************************************************

CHK_100ms:      MOV   R4,#250
CHK_100ms_1:    MOV   R3,#0E6H
CHK_100ms_2:    JB    SW,DELAY_CHK
                LJMP  STOP
                LJMP  DELAY_CHK


DELAY_CHK:      JB    INPUT,DELAY_CHK2
                LJMP  INPUT_COIN2
                LJMP  DELAY_CHK2

DELAY_CHK2:     NOP
                NOP
                DJNZ  R3,CHK_100ms_2
                DJNZ  R4,CHK_100ms_1
END_CHK:        NOP
                RET
;*****************************************************************
; I/P Coin2       ( Count Up )
;*****************************************************************

INPUT_COIN2:    JB    INPUT,DELAY_CHK2
                ACALL DELAY_100ms
                JB    INPUT,DELAY_CHK2
                ACALL COUNT_UP
                LJMP  DELAY_CHK2

;*****************************************************************
; STOP
;*****************************************************************


STOP:           JB    SW,DELAY_CHK
                ACALL DELAY_100ms
                JB    SW,DELAY_CHK
                SETB  P1.0
                JNB   SW,$
                RET
;*****************************************************************
; CHK_SW   ( Scan I/P )
;*****************************************************************

CHK_SW:         JB    SW,INPUT_COIN3
                ACALL DELAY_100ms
                JB    SW,INPUT_COIN3

                JNB   SW,$
                CLR   P1.0
                MOV   R7,#020
                RET
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
;*********************************************************************
; I/P Coin3    ( Scan I/P )
;*********************************************************************

INPUT_COIN3:     JB     INPUT,CHK_SW2
                 ACALL  DELAY_100ms
                 JB     INPUT,CHK_SW2
                 ACALL  COUNT_UP
                 LJMP   CHK_SW

;*********************************************************************
; CHK_SW    ( Scan I/P )
;*********************************************************************

CHK_SW2:   JB     SW2,CHK_SW
           ACALL  DELAY_100ms
           JB     SW2,CHK_SW
           JNB    SW2,$
           SETB   P1.1
           MOV    R7,#020      ;
           RET

;*********************************************************************
; Z_CHK_SW_END
;*********************************************************************

Z_CHK_SW_END:    JB     INPUT,Z_CHK2_SW2
                 ACALL  DELAY_100ms
                 JB     INPUT,Z_CHK2_SW2
                 LJMP   CON

;---------------------------------------------------------------------
;Count up
;---------------------------------------------------------------------
COUNT_UP:        ACALL  SPACE
                 INC    MONEY
                 INC    MONEY
                 INC    MONEY
                 ACALL  BCD2DEC

                 ACALL  SPACE2
                 INC    MONEY2
                 ACALL  BCD2DEC2

                 RET
;---------------------------------------------------------------------
;Count Down
;---------------------------------------------------------------------
COUNT_DOWN:      ACALL  SPACE
                 DEC    MONEY
                 MOV    A,#0FH
                 XRL    A,MONEY
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
          ANL    A,#0FH
          CJNE     A,#00H,BCD2DEC
          MOV    A,MONEY
          SUBB   A,#06H
              MOV      MONEY,A
          MOV    LCD_DATA,MONEY
          ACALL BCD2LCD

              RET

;-----------------------------------------------------------------
;Count Down
;-----------------------------------------------------------------
COUNT_DOWN2:     ACALL SPACE2
                 DEC    MONEY2
                 MOV    A,#0FH
                 XRL    A,MONEY2
                 ANL    A,#0FH
                 CJNE     A,#00H,BCD2DEC2
                 MOV    A,MONEY2
                 SUBB   A,#06H
                 MOV    MONEY2,A
                 MOV    LCD_DATA,MONEY2
                 ACALL BCD2LCD
                 RET

;-----------------------------------------------------------------
;Space Count
;-----------------------------------------------------------------
SPACE:           MOV    LCD_ADDR,#006H     ; Set Address 00H
                 ACALL SET_ADDR_LCD        ;

                 RET

;-----------------------------------------------------------------
;Space Count
;-----------------------------------------------------------------
SPACE2:          MOV    LCD_ADDR,#046H     ; Set Address 00H
                 ACALL SET_ADDR_LCD        ;

                 RET

;-----------------------------------------------------------------
;BCD2DEC
;-----------------------------------------------------------------
BCD2DEC:   MOV    A,MONEY
           ADD    A,#00H
           DA     A
           MOV    MONEY,A
           MOV    LCD_DATA,MONEY
           ACALL BCD2LCD
           RET
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
;-------------------------------------------------------------
;BCD2DEC2
;-------------------------------------------------------------
BCD2DEC2: MOV    A,MONEY2
          ADD    A,#00H
          DA     A
          MOV    MONEY2,A
          MOV    LCD_DATA,MONEY2
          ACALL  BCD2LCD
          RET

;-------------------------------------------------------------
; BCD Code to show LCD
; I/P:          LCD_DATA
;-------------------------------------------------------------
BCD2LCD:  PUSH   ACC                ; Push ACC. To Stack
          PUSH   B                  ; Push B to Stack
          MOV    A,LCD_DATA         ; Get input data value
          MOV    B,A                ; Copy to B
          ANL    A,#11110000B       ; Get higher 4 bit
          SWAP   A                  ; Swap nibble
          ADD    A,#030H            ; Convert to ASCII
          MOV    LCD_DATA,A         ; Write LCD
          ACALL  WRCHAR_LCD         ;
          MOV    A,B                ; Restore value
          ANL    A,#00001111B       ; Get lower 4 bit
          ADD    A,#030H            ; Convert to ASCII
          MOV    LCD_DATA,A         ; Write LCD
          ACALL  WRCHAR_LCD         ;
          POP    B                  ; Pop B from Stack
          POP    ACC                ; Pop ACC. from Stack
          RET                       ; Return
;-------------------------------------------------------------
; LCD Initialize
;-------------------------------------------------------------
INIT_LCD: ACALL  DELAY_100ms        ; Delay
          CLR    LCD_RS             ; Clear LCD_RS Pin

          MOV    P0,#00111000B      ; 8bit Mode
          ACALL  LCD_CLK            ; Pulse LCD Clock
          ACALL  DELAY_10ms         ; Delay
          MOV    P0,#00111000B      ; 8bit Mode
          ACALL  LCD_CLK            ; Pulse LCD Clock

          ACALL  LCD_OFF            ; Display Off

          ACALL  LCD_CLR            ; Clear Display

          MOV    P0,#00000110B      ; Entry Mode
          ACALL  LCD_CLK            ; Pulse LCD Clock

          ACALL  LCD_HOME           ; Return Home Display
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
;-------------------------------------------------------
; LCD Clear Display
;-------------------------------------------------------
LCD_CLR:  CLR   LCD_RS            ; Clear LCD_RS Pin
          MOV   P0,#00000001B     ; Display Clear
          ACALL LCD_CLK           ; Pulse LCD Clock
          RET

;-------------------------------------------------------
; LCD Return Home
;-------------------------------------------------------
LCD_HOME: CLR   LCD_RS            ; Clear LCD_RS Pin
          MOV   P0,#00000010B     ; Return Home
          ACALL LCD_CLK           ; Pulse LCD Clock
          RET

;-------------------------------------------------------
; LCD Display Off
;-------------------------------------------------------
LCD_OFF:  CLR   LCD_RS            ; Clear LCD_RS Pin
          MOV   P0,#00001000B     ; Display Off
          ACALL LCD_CLK           ; Pulse LCD Clock
          RET

;-------------------------------------------------------
; LCD Clk
;-------------------------------------------------------
LCD_CLK:  SETB  LCD_EN            ; Pulse Clock to LCD_EN
          ACALL LCD_DELAY
          CLR   LCD_EN
          ACALL LCD_DELAY
          RET

;-------------------------------------------------------
; LCD Display On
;-------------------------------------------------------
LCD_ON:   CLR   LCD_RS            ; Clear LCD_RS Pin
          MOV   P0,#00001100B     ; Display On
          ACALL LCD_CLK           ; Pulse LCD Clock
          RET

;-------------------------------------------------------
; LCD Cursor On
;-------------------------------------------------------
LCD_BLINK:      CLR   LCD_RS            ; Clear LCD_RS Pin
                MOV   P0,#00001111B     ; Display Cursor and Blink
                ACALL LCD_CLK           ; Pulse LCD Clock
                RET

;-------------------------------------------------------
; LCD Left Shift Display
;-------- ----------------------------------------------
LCD_LSHF: CLR   LCD_RS            ; Clear LCD_RS Pin
          MOV   P0,#00011000B     ; Left Shift Display
          ACALL LCD_CLK           ; Pulse LCD Clock
          RET
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
;-----------------------------------------------------------------
; LCD Right Shift Display
;-----------------------------------------------------------------
LCD_RSHF: CLR   LCD_RS              ; Clear LCD_RS Pin
          MOV   P0,#00011100B       ; Right Shift Display
          ACALL LCD_CLK             ; Pulse LCD Clock
          RET

;-----------------------------------------------------------------
; Set LCD Address
; I/P:          LCD_ADDR
;-----------------------------------------------------------------
SET_ADDR_LCD:   CLR   LCD_RS              ; Clear LCD_RS Pin
                MOV   A,LCD_ADDR  ; Move LCD_ADDR to ACC.
                SETB  ACC.7       ; Set bit ACC.7
                MOV   P0,A        ; Move to DATABUS
                ACALL LCD_CLK             ; Pulse LCD Clock
                RET

;-----------------------------------------------------------------
; Write Character to show LCD
; I/P:          LCD_DATA
;-----------------------------------------------------------------
WRCHAR_LCD:     SETB  LCD_RS              ; Set LCD_RS Pin
                MOV   P0,LCD_DATA ; Move LCD_DATA to DATABUS
                ACALL LCD_ON              ; Display On
                RET

;-----------------------------------------------------------------
; Write Line of 8 Character from ROM
; I/P:          DPTR : Locate ROM Address
;-----------------------------------------------------------------
WRLINE_LCD:     MOV   R0,#0       ; Clear loop counter
WRLINE_LCD_1:   SETB  LCD_RS              ; Set LCD_RS Pin
                CLR   A           ; Clear ACC.
                MOVC  A,@A+DPTR   ; Move data from @DPTR to ACC.
                MOV   P0,A        ; Move ACC. to DATABUS
                ACALL LCD_CLK             ; Pulse LCD Clock
                INC   DPTR        ; Increase Pointer
                INC   R0          ; Increase loop counter
                CJNE  R0,#8,WRLINE_LCD_1 ; Do until 8 times
                ACALL LCD_ON              ; Display On
                RET

;-----------------------------------------------------------------
; Dummy Delay time LCD_DELAY, 10m, 100m, 1s
;-----------------------------------------------------------------
LCD_DELAY:      MOV   R7,#002             ; Do 2 times
LCD_DELAY_1:    MOV   R6,#0E6H    ; Each loop = 1 ms
LCD_DELAY_2:    NOP
                NOP
                DJNZ  R6,LCD_DELAY_2
                DJNZ  R7,LCD_DELAY_1
                RET

DELAY_10ms:     MOV   R7,#010             ; Do 10 times
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
DELAY_10ms_1:   MOV   R6,#0E6H     ; Each loop = 1 ms
DELAY_10ms_2:   NOP
                NOP
                DJNZ  R6,DELAY_10ms_2
                DJNZ  R7,DELAY_10ms_1
                RET

DELAY_100ms:    MOV   R7,#100             ; Do 100 times
DELAY_100ms_1:  MOV   R6,#0E6H     ; Each loop = 1 ms
DELAY_100ms_2:  NOP
                NOP
                DJNZ  R6,DELAY_100ms_2
                DJNZ  R7,DELAY_100ms_1
                RET

DELAY_500ms:    MOV   R7,#500             ; Do 100 times
DELAY_500ms_1:  MOV   R6,#0E6H     ; Each loop = 1 ms
DELAY_500ms_2:  NOP
                NOP
                DJNZ  R6,DELAY_500ms_2
                DJNZ  R7,DELAY_500ms_1
                RET


DELAY_1s: MOV   R5,#100           ; Do 100 times
DELAY_1s_1:     ACALL DELAY_10ms
                DJNZ  R5,DELAY_1s_1
                RET

;-----------------------------------------------------------------
;Define Constant < Store in Flash EEPROM Program Memory >
;-----------------------------------------------------------------
;   01234567
TITLE_1:  DB    ' KMITL C'
TITLE_2:  DB    'ar Wash '

TITLE_3:  DB    ' Please '
TITLE_4:  DB    'Insert..'

TITLE_5:  DB    '  Coin 1'
TITLE_6:  DB    '0 Bath  '

TITLE_7:  DB    'Water   '
TITLE_8:  DB    ' Soap   '

TITLE_9:  DB    '        '
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ประวัติผู้แต่ง

ชื่อ-สกุล	นางสาวศิริขวัญ ทองเงิน
วัน เดือน ปีเกิด	28 ธันวาคม 2527
ภูมิลำเนา	33/2 หมู่ 5 ต.ยางม่วง อ.ท่ามะกา จ.กาญจนบุรี 71120 โทรศัพท์ 089-0432019
ประวัติการศึกษา	
ประถมศึกษา	โรงเรียนบ้านหนองกรด จังหวัดกาญจนบุรี
มัธยมศึกษาตอนต้น	โรงเรียนนิวิฐราษฎร์อุปถัมภ์
ประกาศนียบัตรวิชาชีพ	วิทยาลัยการอาชีพกาญจนบุรี จังหวัดกาญจนบุรี
ประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง	วิทยาลัยการอาชีพกาญจนบุรี จังหวัดกาญจนบุรี
ปริญญาตรี	สาขาวิชาวิศวกรรมโทรคมนาคม ภาควิชาครุศาสตร์วิศวกรรม คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม สถาบันเทคโนโลยีพระเจ้าเกล้าจอมคุณทหารลาดกระบัง
ความสนใจพิเศษ	คอมพิวเตอร์
คติพจน์	ความพยายามอยู่ที่ไหน ความสำเร็จอยู่ที่นั่น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ประวัติผู้แต่ง

ชื่อ-สกุล	นางสาวศิริกมล สุริยะมณี
วัน เดือน ปีเกิด	13 กันยายน 2527
ภูมิลำเนา	88 ม.1 ต.โตนด อ.คีรีมาศ จ.สุโขทัย 64160
	โทรศัพท์ 089-7055508 , 085-5693121

ประวัติการศึกษา

ประถมศึกษา	โรงเรียนอนุบาลสุโขทัย จังหวัดสุโขทัย
มัธยมศึกษาตอนต้น	โรงเรียนอุดมดรุณีสุโขทัย จังหวัดสุโขทัย
ประกาศนียบัตรวิชาชีพ	วิทยาลัยเทคนิคสุโขทัย จังหวัดสุโขทัย
ประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง	วิทยาลัยเทคโนโลยีสุโขทัย จังหวัดสุโขทัย
ปริญญาตรี	สาขาวิชาวิศวกรรมโทรคมนาคม
	ภาควิชาครุศาสตร์วิศวกรรม
	คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม
	สถาบันเทคโนโลยีพระเจ้าเกล้าจอมคุณทหารลาดกระบัง
ความสนใจพิเศษ	โทรศัพท์
คติพจน์	ทำวันนี้ให้ดีที่สุด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ประวัติผู้แต่ง

ชื่อ-สกุล	นายปฐม จงสมจิตร์
วัน เดือน ปีเกิด	19 ธันวาคม 2527
ภูมิลำเนา	1128/173 ม.5 ต.ท่าม่วง อ.ท่าม่วง จ.กาญจนบุรี 71110
	โทรศัพท์ 089-1413116
ประวัติการศึกษา	
ประถมศึกษา	โรงเรียนท่าม่วง จังหวัดกาญจนบุรี
มัธยมศึกษาตอนต้น	โรงเรียนท่าม่วงราษฎร์บำรุง จังหวัดกาญจนบุรี
ประกาศนียบัตรวิชาชีพ	วิทยาลัยการอาชีพกาญจนบุรี จังหวัดกาญจนบุรี
ประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง	วิทยาลัยการอาชีพกาญจนบุรี จังหวัดกาญจนบุรี
ปริญญาตรี	สาขาวิชาวิศวกรรมโทรคมนาคม
	ภาควิชาครุศาสตร์วิศวกรรม
	คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม
	สถาบันเทคโนโลยีพระเจ้าเกล้าจอมคุณทหารลาดกระบัง
ความสนใจพิเศษ	ดนตรี
คติพจน์	ฝันให้ไกล ไปให้ถึง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้