ภาควิชาครุศาสตร์วิศวกรรม

คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

ใบรับรองปริญญานิพนธ์

ชื่อหัวข้อ การควบคุมเครื่องซักผ้าด้วยฟัซซี่ลอจิก

Washing Machine Controlled by Fuzzy Logic

ชื่อนักศึกษา

1. นายธงชัย	เทียนทองดี	รหัสประจำตัว	42035303
2. นางสาวศิริรัตน์	สีแตงสุก	รหัสประจำตัว	42035317
3. นายสุทธิภัทร	ทรัพย์วิลาวรรณ	รหัสประจำตัว	42035319

หลักสูตร ครุศาสตร์อุตสาหกรรมบัณฑิต **สาขาวิชา** อิเล็กทรอนิกส์และคอมพิวเตอร์

อาจารย์ที่ปรึกษา อาจารย์สุชิน อาจหาญ

อาจารย์ที่ปรึกษาร่วม อาจารย์พงษ์เกียรติ เชษฐพิทักษ์สกุล

คณะกรรมการสอบปริญญานิพนธ์		ลายมือชื่อ
1. อาจารย์สุชิน	อาจหาญ	.....
2. อาจารย์พงษ์เกียรติ	เชษฐพิทักษ์สกุล	.....
3. อาจารย์อำพล	ทองระอา	.....
4. อาจารย์ไพบูลย์	พวงวงศ์ตระกูล	.....
5. อาจารย์สุระชัย	พิมพ์สาลี	.....

วัน/เดือน/ปีที่สอบ วันเสาร์ที่ 9 ธันวาคม พ.ศ. 2543 เวลา 09.30 น.

สถานที่สอบ ห้อง ค.311 คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม สจล.

ภาควิชารับรองแล้ว

ลงนาม.....

(ผศ.วิสุทธิ์ อธิพรธรรม)

หัวหน้าภาควิชาครุศาสตร์วิศวกรรม

วันที่ 7 เดือน ก.พ. พ.ศ. 2544

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ปริญญานิพนธ์

เครื่องซักผ้าควบคุมด้วยฟัซซี่ลอจิก

WASHING MACHINE CONTROLED BY FUZZY LOGIC

T040156

นายธงชัย เทียนทองดี
นางสาวศิริรัตน์ สีแตงสุก
นายสุทธิภัทร ทรัพย์วิลาวรรณ

ปริญญานิพนธ์ฉบับนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรครุศาสตร์อุตสาหกรรมบัณฑิต
สาขาวิชาอิเล็กทรอนิกส์และคอมพิวเตอร์
ภาควิชาครุศาสตร์วิศวกรรม คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
ปีการศึกษา 2543

เลขหมู่.....
เลขทะเบียน 40156
วัน, เดือน, ปี 17 ส.ค. 2544

.b 11092129
.i.....

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ปริญญานิพนธ์

เรื่อง เครื่องซักผ้าด้วยควบคุมด้วยฟัซซี่ลอจิก

Washing Machine Controlled by Fuzzy Logic

วัตถุประสงค์

1. เพื่อศึกษาทฤษฎีฟัซซี่ลอจิก
2. เพื่อศึกษาทฤษฎีของไมโครคอนโทรลเลอร์ MCS-51
3. เพื่อศึกษาแนวทางในการพัฒนาและออกแบบโปรแกรมให้สามารถควบคุมกระบวนการได้
4. เพื่อออกแบบชุดควบคุมเครื่องซักผ้าด้วยฟัซซี่ลอจิก
5. เพื่อจัดสร้างชุดควบคุมเครื่องซักผ้าด้วยฟัซซี่ลอจิก
6. เพื่อนำชุดควบคุมเครื่องซักผ้าด้วยฟัซซี่ลอจิกไปใช้งานได้จริง

ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1. รู้และเข้าใจทฤษฎีของฟัซซี่ลอจิก
2. รู้และเข้าใจกระบวนการทำงานของไมโครคอลโทรลเลอร์ MCS-51
3. รู้และเข้าใจแนวทางในการพัฒนาและออกแบบโปรแกรมให้สามารถควบคุมกระบวนการได้
4. ได้ทักษะในการออกแบบชุดควบคุมเครื่องซักผ้าด้วยฟัซซี่ลอจิก
5. ได้เครื่องต้นแบบเครื่องควบคุมเครื่องซักผ้าด้วยฟัซซี่ลอจิก
6. นำชุดควบคุมเครื่องซักผ้าด้วยฟัซซี่ลอจิกไปใช้งานได้จริง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ชื่อหัวข้อ	เครื่องซักผ้าด้วยควบคุมฟัซซี่ลอจิก
นักศึกษา	นายธงชัย เทียนทองดี
	นางสาวศิริรัตน์ สีแตงสุก
	นายสุทธิภัทร ทรัพย์วิลาวรรณ
อาจารย์ที่ปรึกษา	อาจารย์สุชิน อาจหาญ
อาจารย์ที่ปรึกษาร่วม	อาจารย์พงษ์เกียรติ เชษฐพิทักษ์สกุล
หลักสูตร	ครุศาสตร์อุตสาหกรรมบัณฑิต
สาขาวิชา	อิเล็กทรอนิกส์และคอมพิวเตอร์
ปีการศึกษา	2543

บทคัดย่อ

ปริญญานิพนธ์ฉบับนี้ได้นำเสนอการควบคุมเครื่องซักผ้าด้วยฟัซซี่ลอจิก ซึ่งเป็นการนำทฤษฎีฟัซซี่ลอจิกมาประยุกต์ใช้กับการควบคุมเครื่องซักผ้า โดยจะแบ่งการทำงานออกเป็น 2 ส่วน คือ ส่วนที่หนึ่งเป็นกระบวนทำงานของเครื่องซักผ้าตั้งแต่เริ่มซักจนเสร็จสิ้นกระบวนการซัก และจะแสดงฟังก์ชั่นการทำงาน ใช้แอลอีดีเป็นตัวแสดงสถานะการทำงานในส่วนต่างๆ ส่วนที่สองคือส่วนของโปรแกรมที่เขียนควบคุมการทำงานโดยใช้หลักการของไมโครโปรเซสเซอร์ และจะส่งโปรแกรมมาควบคุมให้เครื่องซักผ้าทำงานได้ตามเงื่อนไขที่กำหนด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Thesis Title	Washing Machine Controlled by Fuzzy Logic
Students	Mr.Thongchai Teantongdee
	Miss Sirirat Seetangsuk
	Mr.Suttipat Supwilawan
Advisor	Mr.Suchin Adhan
Co-Advisor	Mr.Pongkiat Chedpitaksakul
Education Level	Bachelor of Science in Industrial Education
Program in	Electronics and Computer
Academic Year	2000

ABSTRACT

This thesis presents Washing Machine Controlled by Fuzzy Logic. The Project use theory of Fuzzy Logic applied to use in the washing machine controlled. The Project can be devided into two parts. First the process of washing machine is begin wash to success process and show working function on screen, LED Display working state in the part second, the program that write to controlled working by use the theory of Microprocessor and send program to control the washing machine can working specialize.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กิตติกรรมประกาศ

ปริญญานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จลุล่วงไปด้วยดี เนื่องมาจากได้รับความอนุเคราะห์จากท่านอาจารย์สุชิน อาจหาญ หัวหน้าสาขาวิชาอิเล็กทรอนิกส์และคอมพิวเตอร์ ที่ได้ให้คำแนะนำขั้นตอนการทำงานตลอดจนให้คำแนะนำที่เป็นประโยชน์กับโครงงาน และคณาจารย์ภาควิชาครุศาสตร์วิศวกรรมทุกท่านที่ได้อนุเคราะห์เครื่องมือ และอุปกรณ์ รวมทั้งคำแนะนำ แนวความคิดและแนวทางแก้ปัญหาในการจัดทำปริญญานิพนธ์ ขอขอบคุณห้องสมุดคณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม ห้องสมุดคณะวิศวกรรมศาสตร์ และหอสมุดกลาง ที่ช่วยอำนวยความสะดวก และเอื้อเฟื้อสถานที่ในการค้นคว้าหาข้อมูล ขอขอบคุณเพื่อนสาขาเทคโนโลยีการวัดคุมที่ช่วยให้คำแนะนำในเรื่องของมอเตอร์ ขอขอบคุณเพื่อนๆ สาขาอิเล็กทรอนิกส์และคอมพิวเตอร์ ห้อง 1 ที่ได้ให้ความช่วยเหลือรวมทั้งยังให้กำลังใจทำให้การทำปริญญานิพนธ์ในครั้งนี้ไม่มีเหงารวมทั้งเรื่องราวต่างๆ ที่เกิดขึ้นมันเป็นประสบการณ์ที่สำคัญในช่วงหนึ่งของชีวิตที่มิอาจลืมได้จริงๆ ขอบคุณโครงงานชิ้นสำคัญชิ้นนี้ที่ได้ให้ประสบการณ์อันมีค่ามากมายหลายอย่างซึ่งหาซื้อจากที่ไหนไม่ได้เลย

สุดท้ายที่ควรระลึกอย่างยิ่ง คือ บิดา และมารดาที่เป็นผู้ให้ความสนับสนุนทางด้านการศึกษา และเป็นผู้ให้กำลังใจด้วยดีตลอดมาตั้งแต่อดีตจนถึงปัจจุบัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ

เรื่อง	หน้า
บทคัดย่อภาษาไทย	I
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ	II
กิตติกรรมประกาศ	III
สารบัญ	IV
สารบัญตาราง	IX
สารบัญรูป	X
บทที่ 1 บทนำ	1
1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปริญญานิพนธ์	1
1.2 ขีดความสามารถของโครงงาน	1
1.3 เนื้อหาโดยสังเขป	2
บทที่ 2 ทฤษฎี และหลักการ	3
2.1 กล่าวนำ	3
2.2 ทฤษฎีฟัซซี่เซต และฟัซซี่ลอจิก	3
2.2.1 คลิซเซต (Crisp Set)	3
2.2.2 การเป็นสับเซต	4
2.2.3 การเท่ากันของเซต	4
2.2.4 การไม่เท่ากันของเซต	4
2.2.5 การเป็นสับเซตแท้	4
2.2.6 การปฏิบัติงานเบื้องต้นของเซต	4
2.3 ฟัซซี่เซต	4
2.3.1 การเป็นสมาชิกของฟัซซี่เซต	5
2.3.2 นิยามที่ฟัซซี่เซตขยายมาจากคลิซเซต	5
2.4 ทฤษฎีฟัซซี่ลอจิก	6
2.5 ฟัซซี่ลอจิก	7
2.5.1 การ AND ของฟัซซี่ลอจิก	7
2.5.2 การ OR ของฟัซซี่ลอจิก	7
2.5.3 การ NOT ของฟัซซี่ลอจิก	8

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ (ต่อ)

เรื่อง	หน้า
2.6 การประยุกต์ใช้งานของฟัซซี่ลอจิก	8
2.7 กฎการวินิจฉัย	8
2.8 วิธีการ DEFUZZIER	9
2.8.1 เทคนิค Maximizer	9
2.8.2 ทฤษฎีค่าน้ำหนักเฉลี่ย	10
2.8.3 กรรมวิธีค่าศูนย์กลาง	10
2.8.4 กรรมวิธีชิงเกิลตัน (สังเคราะห์เอาเอาต์พุตเดียว)	10
2.9 หลักการหากฎของฟัซซี่คอนโทรล	11
2.9.1 ความรู้และประสบการณ์ของผู้เชี่ยวชาญ	11
2.9.2 การจำลองลักษณะการทำงานของผู้ควบคุม	11
2.9.3 การจำลองกระบวนการทำงาน	11
2.10 ส่วนที่ใช้แสดงผล	13
2.10.1 ไมโครคอนโทรลเลอร์	13
2.10.2 โครงสร้างของไมโครคอนโทรลเลอร์	14
2.10.3 โครงสร้างของหน่วยความจำภายในของไมโครคอนโทรลเลอร์	19
2.10.4 การเชื่อมต่อสัญญาณกับหน่วยความจำ EPROM ประกอบด้วย	20
2.10.5 การสร้างสัญญาณเลือก EPROM หลายตัว	22
2.10.6 หน่วยความจำข้อมูล	23
2.10.7 การอินเตอร์รัพต์	27
2.11 มอเตอร์	28
2.11.1 มอเตอร์แบบยูนิเวอร์แซล	28
2.11.2 มอเตอร์เหนี่ยวนำเฟสเดียว	28
2.11.3 มอเตอร์เหนี่ยวนำแบบแยกเฟส	28
2.11.4 หลักการทำงานของมอเตอร์	29
2.11.5 การนำไปใช้งาน	29
2.11.6 มอเตอร์แบบคาปาซิสเตอร์	30

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ (ต่อ)

เรื่อง	หน้า
2.11.7 คาปาซิสเตอร์สตาร์ท-คาปาซิสเตอร์รัน	31
2.11.8 มอเตอร์แบบคาปาซิสเตอร์สองค่า	32
2.12 เครื่องซักผ้าอัตโนมัติ	33
2.12.1 ส่วนประกอบที่สำคัญของเครื่องซักผ้าอัตโนมัติ	33
2.12.2 หลักการทำงานของเครื่องซักผ้าอัตโนมัติ	37
2.12.3 โปรแกรมเติมน้ำเข้าถังซัก	38
บทที่ 3 การออกแบบ การสร้าง และการทำงาน	39
3.1 กล่าวนำ	39
3.2 ภาคไมโครคอนโทรลเลอร์	40
3.2.1 ส่วนของพอร์ตควบคุมการทำงานของเครื่องซักผ้า	41
3.2.2 ส่วนของพอร์ตการควบคุมการสแกนคีย์บอร์ด	41
3.3 ภาคควบคุมมอเตอร์เครื่องซักผ้า	42
3.4 ภาคควบคุมการปล่อยน้ำยาซักฟอก	44
3.5 ภาคควบคุมการปล่อยน้ำยาปรับผ้านุ่ม	45
3.6 ภาคควบคุมการปล่อยน้ำเข้าถังซักผ้า	46
3.7 ภาคควบคุมการปล่อยน้ำออกจากถังซักผ้า	46
3.8 ภาคควบคุมการปั่นแห้ง	47
3.9 ภาคควบคุมแสดงผลการทำงาน	48
3.10 การควบคุมการแสดงผลด้วยไมโครคอนโทรลเลอร์	49
3.10.1 หลักการทำงานของวงจรรับข้อมูลจากคีย์บอร์ดเพื่อแสดงผล LED	50
3.10.2 หลักการทำงานของวงจรรับข้อมูลจากคีย์บอร์ดเพื่อแสดงผลตัวเลข 7 ส่วน	50
3.11 การควบคุมการแสดงผลโดยวงจรเกจวัดระดับน้ำ	51
3.12 ภาคควบคุมเสียงเตือน	52
3.13 การออกแบบวงจรเสียงพูด	53
3.14 การออกแบบวงจรควบคุมเสียงเตือน	53
3.15 ภาคควบคุมการจ่ายไฟ	54

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ (ต่อ)

เรื่อง	หน้า
3.16 การออกแบบหน้าจอแสดงผล	55
3.17 การออกแบบและการทำงานตัวควบคุมแบบฟัซซี่ลอจิก	58
บทที่ 4 การทดลองและผลการทดลอง	64
4.1 การทดลองที่ 1 การซักผ้าในรูปแบบปกติ	64
4.1.1 รายละเอียดของการซักผ้า	64
4.1.2 ลำดับขั้นการทดลอง	64
4.1.3 ผลการทดลอง	72
4.2 การทดลองที่ 2 การซักผ้าในรูปแบบปกติและไม่ใส่น้ำยาปรับผ้านุ่ม	73
4.2.1 รายละเอียดของการซักผ้า	73
4.2.2 ลำดับขั้นการทดลอง	73
4.2.3 ผลการทดลอง	76
4.3 การทดลองที่ 3 การซักผ้าในรูปแบบปกติและไม่ใส่น้ำยาซักฟอก	77
4.3.1 รายละเอียดของการซักผ้า	77
4.3.2 ลำดับขั้นการทดลอง	77
4.3.3 ผลการทดลอง	78
4.4 การทดลองที่ 4 การซักผ้าในรูปแบบปกติ ไม่ใส่น้ำยาปรับผ้านุ่ม และไม่ใส่น้ำยาซักฟอก	79
4.4.1 รายละเอียดของการซักผ้า	79
4.4.2 ลำดับขั้นการทดลอง	79
4.4.3 ผลการทดลอง	80
4.5 การทดลองที่ 5 การซักผ้าในรูปแบบเร็ว	81
4.5.1 รายละเอียดของการซักผ้า	81
4.5.2 ลำดับขั้นการทดลอง	81
4.5.3 ผลการทดลอง	82
4.6 การทดลองที่ 6 การซักผ้าในรูปแบบเร็วและไม่ใส่น้ำยาซักผ้า	83
4.6.1 รายละเอียดของการซักผ้า	83
4.6.2 ลำดับขั้นการทดลอง	83

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ (ต่อ)

เรื่อง	หน้า
4.6.3 ผลการทดลอง	85
4.7 การทดลองที่ 7 การซักผ้าในรูปแบบเร็วและไม่ใส่น้ำยาปรับผ้านุ่ม	86
4.7.1 รายละเอียดของการซักผ้า	86
4.7.2 ลำดับขั้นการทดลอง	86
4.7.3 ผลการทดลอง	87
4.8 การทดลองที่ 8 การซักผ้าในรูปแบบเร็ว, ไม่ใส่น้ำยาปรับผ้านุ่ม และไม่ใส่น้ำยาซักฟอก	88
4.8.1 รายละเอียดของการซักผ้า	88
4.8.2 ลำดับขั้นการทดลอง	88
4.8.3 ผลการทดลอง	89
บทที่ 5 บทสรุป ปัญหา แนวทางแก้ และพัฒนา	91
5.1 บทสรุป	91
5.1.1 ข้อดีของโครงงานฯ	91
5.1.2 ข้อเสียของโครงงานฯ	91
5.2 ปัญหาในการทำโครงงานฯ	92
5.3 วิธีการแก้ไขปัญหา	92
5.4 ประโยชน์ที่ได้รับจากการทำโครงงานฯ	92
5.5 แนวทางการพัฒนา	93
ภาคผนวก ก เครื่องต้นแบบ	94
ภาคผนวก ข โปรแกรมการทำงาน	99
ภาคผนวก ค ผังการทำงาน	130
ภาคผนวก ง รายละเอียดของอุปกรณ์	157
บรรณานุกรม	161
ประวัติผู้แต่ง	162

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญตาราง

ตาราง	หน้า
ตารางที่ 2.1 แสดงไมโครคอนโทรลเลอร์ตระกูล MCS-51 เบอร์ต่างๆ	13
ตารางที่ 2.2 ขาการใช้งานพิเศษของพอร์ต 3	18
ตารางที่ 2.3 การอ้างแอดเดรสหน่วยความจำของ EPROM จำนวนหลายตัว	23
ตารางที่ 2.4 แสดงตำแหน่งรีจีสเตอร์แบงก์	23
ตารางที่ 2.5 แสดงบิตและหน้าที่ของ PSW	25
ตารางที่ 2.6 สัญญาณที่เกิดการอินเตอร์รัพต์ 8051 เกิดได้ 5 สถานะ	27
ตารางที่ 3.1 หน้าที่ของพอร์ตที่ใช้ควบคุมการทำงาน	41
ตารางที่ 3.2 หน้าที่ของพอร์ตที่ใช้ควบคุมคีย์บอร์ด	42
ตารางที่ ง.1รายการอุปกรณ์ของภาคควบคุมการทำงานไมโครคอนโทรลเลอร์	158
ตารางที่ ง.2 รายการอุปกรณ์ของภาคควบคุมการทำงานมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสสลับ	158
ตารางที่ ง.3 รายการอุปกรณ์ของภาคควบคุมการทำงานมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรง	159
ตารางที่ ง.4 รายการอุปกรณ์ของภาคควบคุมการทำงานหน้าปัทม์แสดงผล	159
ตารางที่ ง.5 รายการอุปกรณ์ของภาคควบคุมการทำงานน้ำเข้าถังซัก	160
ตารางที่ ง.6 รายการอุปกรณ์อื่นๆ	160

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญรูป

รูป	หน้า
รูปที่ 2.1 ความสัมพันธ์ระหว่างอินพุตและเอาต์พุตของผู้ควบคุม	9
รูปที่ 2.2 โครงสร้างพื้นฐานของระบบฟัซซี่ลอจิก	11
รูปที่ 2.3 โครงสร้างพื้นฐานของระบบควบคุมป้อนกลับด้วยระบบควบคุมฟัซซี่	12
รูปที่ 2.4 โครงสร้างภายในของ MCS-51	13
รูปที่ 2.5 ตำแหน่งขาของ 8051	15
รูปที่ 2.6 โครงสร้างพอร์ต 0	16
รูปที่ 2.7 โครงสร้างพอร์ต 1	17
รูปที่ 2.8 โครงสร้างพอร์ต 2	17
รูปที่ 2.9 โครงสร้างพอร์ต 3	18
รูปที่ 2.10 ตำแหน่งของหน่วยความจำทั้งบิตและไบต์	24
รูปที่ 3.1 ผังงานของเครื่องซักผ้าควบคุมด้วยฟัซซี่ลอจิก	39
รูปที่ 3.2 วงจรสมมูลของไมโครคอนโทรลเลอร์	40
รูปที่ 3.3 วงจรควบคุมการทำงานของมอเตอร์เครื่องซักผ้า	42
รูปที่ 3.4 วงจรควบคุมการปล่อยน้ำยาซักฟอก	44
รูปที่ 3.5 วงจรควบคุมการปล่อยน้ำยาปรับผ้านุ่ม	45
รูปที่ 3.6 วงจรควบคุมการปล่อยน้ำเข้าถังซักผ้า	46
รูปที่ 3.7 วงจรควบคุมการปล่อยน้ำออกจากถังซักผ้า	47
รูปที่ 3.8 ผังงานการทำงานของการปั่นแห้ง	48
รูปที่ 3.9 วงจรแสดงผลการทำงานของไอซี MAX 7219	49
รูปที่ 3.10 วงจรควบคุมการแสดงผลตัวเลข 7 ส่วนตั้งแต่เวลาแช่ผ้า	50
รูปที่ 3.11 วงจรเกจวัดระดับน้ำ	51
รูปที่ 3.12 วงจรบันทึกเสียงพูด ISD1420	53
รูปที่ 3.13 วงจรเสียงเตือนโดยใช้ UM66	54
รูปที่ 3.14 วงจรแหล่งไฟฟ้า	54
รูปที่ 3.15 หน้าปัทม์การทำงานของเครื่องซักผ้า	55
รูปที่ 3.16 หลักการทำงานของตัวควบคุมฟัซซี่ลอจิก	59
รูปที่ 3.17 รูปแบบการเข้ากฎของอินพุตทั้ง 4 อินพุต	60

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญรูป (ต่อ)

รูป	หน้า
รูปที่ 3.18 ตัวอย่างการเข้ากฎของอินพุตทั้ง 4 อินพุต	62
รูปที่ 3.19 ผังการทำงานพื้นฐานของระบบควบคุม	63
รูปที่ 4.1 การกดปุ่ม Power ของเครื่องซักผ้า	
รูปที่ 4.2 การนำผ้าที่ต้องการซักใส่เข้าไปในเครื่อง	65
รูปที่ 4.3 การกดปุ่มเลือกพิเศษของผ้าที่จะซักไว้แบบปกติ	66
รูปที่ 4.4 การกดปุ่มเลือกผ้าที่ต้องการซักไว้ที่ผ้าฝ้าย	67
รูปที่ 4.5 การกดปุ่มเลือกจำนวนผ้าที่ต้องการซักไว้ที่ผ้ามาก	68
รูปที่ 4.6 การกดปุ่มเลือกปริมาณความสกปรกของผ้าไว้ที่ผ้าสกปรกน้อย	69
รูปที่ 4.7 การกดปุ่มจำนวนการซักไว้ที่ 1 รอบ	70
รูปที่ 4.8 การกดปุ่มตั้งเวลาของเครื่องซักไว้ที่ 00	71
รูปที่ 4.9 การกดปุ่ม Start ของเครื่องซักผ้า	72
รูปที่ 4.10 การกดปุ่มเลือกพิเศษไว้ที่แบบปกติและไม่ใส่น้ำยาปรับผ้านุ่ม	74
รูปที่ 4.11 การกดปุ่มจำนวนการซักไว้ที่ 2 รอบ	75
รูปที่ 4.12 การกดปุ่มตั้งเวลาของเครื่องซักผ้าไว้ 10 นาที	75
รูปที่ 4.13 การกดปุ่มเลือกพิเศษไว้ที่แบบปกติ และไม่ใส่น้ำยาซักฟอก	77
รูปที่ 4.14 การกดปุ่มเลือกพิเศษไว้ที่แบบปกติไม่ใส่น้ำยาปรับผ้านุ่ม และน้ำยาซักฟอก	80
รูปที่ 4.15 การกดปุ่มเลือกพิเศษของผ้าที่จะซักไว้ที่แบบเร็ว	82
รูปที่ 4.16 การกดปุ่มเลือกพิเศษไว้ที่แบบเร็ว และไม่ใส่น้ำยาปรับผ้านุ่ม	84
รูปที่ 4.17 การกดปุ่มเลือกพิเศษไว้ที่แบบเร็วและไม่ใส่น้ำยาซักฟอก	87
รูปที่ 4.18 การกดปุ่มเลือกพิเศษไว้ที่แบบเร็ว, ไม่ใส่น้ำยาปรับผ้านุ่ม และไม่ใส่น้ำยาซักฟอก	89
รูปที่ ก.1 เครื่องซักผ้าควบคุมด้วยฟัซซี่ลอจิกด้านหน้า	95
รูปที่ ก.2 เครื่องซักผ้าควบคุมด้วยฟัซซี่ลอจิกด้านหลัง	95
รูปที่ ก.3 เครื่องซักผ้าควบคุมด้วยฟัซซี่ลอจิกด้านซ้าย	96
รูปที่ ก.4 เครื่องซักผ้าควบคุมด้วยฟัซซี่ลอจิกด้านขวา	96
รูปที่ ก.5 เครื่องซักผ้าควบคุมด้วยฟัซซี่ลอจิกด้านบน	97
รูปที่ ก.6 วงจรของเครื่องควบคุมฟัซซี่ลอจิก	97
รูปที่ ก.7 ถังซักภายในเครื่องซักผ้าควบคุมด้วยฟัซซี่ลอจิก	98

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญรูป (ต่อ)

รูป	หน้า
รูปที่ ค.8 ถังปล่อยน้ำยาซักฟอกและน้ำยาปรับผ้านุ่ม	98
รูปที่ ข.1 โปรแกรมการทำงานควบคุมเครื่องซักผ้า	129
รูปที่ ค.1 ผังงานของโปรแกรมหลัก	131
รูปที่ ค.2 ผังงานของโปรแกรม	133
รูปที่ ค.3 ผังงานของโปรแกรมสแกนคีย์	134
รูปที่ ค.4 ผังงานของโปรแกรมการตรวจสอบการปล่อยคีย์	136
รูปที่ ค.5 ผังงานของโปรแกรมเมื่อเลือกปุ่มตัวเลือกพิเศษ	137
รูปที่ ค.6 ผังงานของโปรแกรมแสดงผล LED ตัวเลือกพิเศษ	139
รูปที่ ค.7 ผังงานของโปรแกรม SHIFT ข้อมูล IC MAX 7219	140
รูปที่ ค.8 ผังงานของโปรแกรม INIT MAX 7219	141
รูปที่ ค.9 ผังงานของโปรแกรม SEGMENT 2DIGI	142
รูปที่ ค.10 ผังงานของโปรแกรมย่อยประเภทผ้า	143
รูปที่ ค.11 ผังงานของโปรแกรมแสดงผลหน้าจอ	144
รูปที่ ค.12 ผังงานของโปรแกรมจำนวนผ้า	145
รูปที่ ค.13 ผังงานของโปรแกรมความสกปรกของผ้า	146
รูปที่ ค.14 ผังงานของโปรแกรมจำนวนการซักผ้า	147
รูปที่ ค.15 ผังงานของโปรแกรมการทำงานฟัซซี่ลอจิก	148
รูปที่ ค.16 ผังงานของโปรแกรมย่อยเข้ากฎฟัซซี่ลอจิก	149
รูปที่ ค.17 ผังงานของโปรแกรมแสดงผลตัวเลข 7 ส่วนของโหมด SET TIME CLOCK	150
รูปที่ ค.18 ผังงานของโปรแกรมแสดงผลตัวเลข 7 ส่วน	151
รูปที่ ค.19 ผังงานของโปรแกรมย่อยแสดงจำนวนการซักผ้า	151
รูปที่ ค.20 ผังงานของโปรแกรมหน่วงเวลา 10 ms	152
รูปที่ ค.21 ผังงานของโปรแกรมหน่วงเวลา 100 ms	152
รูปที่ ค.22 ผังงานของโปรแกรมหน่วงเวลา	153
รูปที่ ค.23 ผังงานของโปรแกรมหน่วงเวลา 200 ms	154
รูปที่ ค.24 ผังงานของโปรแกรมหน่วงเวลา 1 นาที	155
รูปที่ ค.25 ผังงานของโปรแกรมการปิด-เปิดเครื่องซักผ้า	156

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 1
บทนำ

1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปริญญานิพนธ์

แนวความคิดใน การทำโครงงานฯ นี้ได้มีจุดเริ่มต้นจากความต้องการนำระบบควบคุมแบบอัตโนมัติมาใช้แทนระบบเดิม ซึ่งอาศัยการสั่งงานจากผู้ปฏิบัติการ ในอดีตการควบคุมกระบวนการทางอุตสาหกรรมมีวิธีการในการควบคุมหลายวิธีด้วยกันซึ่งโดยปกติแล้วเรามักใช้ตัวควบคุมแบบ PID Control (Proportional Integral Derivative) แต่ในปัจจุบันกระบวนการทางอุตสาหกรรมมีความซับซ้อนมากขึ้น ซึ่งทำให้การควบคุมโดยใช้การควบคุมแบบ PID Control มีขีดจำกัดอยู่ในระดับหนึ่งและเนื่องจากความซับซ้อนของกระบวนการทำให้การหารูปแบบของกระบวนการออกมาเป็นแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ทำได้ยากและถ้าการประมาณค่าโมเดลทางคณิตศาสตร์ผิดพลาด จะทำให้ได้สมรรถนะของระบบไม่ดี ตามปกติแล้วความรู้และประสบการณ์ในการควบคุมกระบวนการเหล่านี้ มักจะอยู่ในรูปภาษามนุษย์ ซึ่งง่ายต่อการทำความเข้าใจและปฏิบัติตาม แต่ยากสำหรับการนำไปออกแบบและสร้างเป็นตัวควบคุมอัตโนมัติแบบดั้งเดิม จึงเริ่มมีการคิดวิธีการควบคุมแบบใหม่เพื่อแก้ปัญหาดังกล่าวซึ่งในปัจจุบันนี้ได้มีวิธีการในการควบคุมกระบวนการที่ได้รับคิดค้นและพัฒนาขึ้นมาหลายวิธี ซึ่งวิธีการที่ได้รับความนิยมอย่างแพร่หลายคือ การควบคุมโดยการเรียนแบบความคิดของมนุษย์ได้แก่การควบคุมโดยใช้ทฤษฎีฟัซซี่เซต (Fuzzy Set) และฟัซซี่ลอจิก (Fuzzy Logic) เพื่อใช้หาข้อสรุปตามหลักการเหตุผล (Approximate Reasoning) เมื่อตัวแปรของระบบถูกนิยามในเชิงคุณภายและความคลุมเครือ ในปี ค.ศ. 1974 Professor E.H. Mamdani ได้นำหลักการนี้มาประยุกต์ใช้ในการออกแบบตัวควบคุม ฟัซซี่ (Fuzzy Controller) โดยแปลงความรู้ที่ได้จากประสบการณ์ควบคุมของผู้ปฏิบัติการที่อยู่ในรูปเงื่อนไข ถ้า.....แล้ว..... ให้เป็นกฎการควบคุมที่มีตัวแปรเป็นฟัซซี่เซต (Fuzzy Rule) ตัวควบคุม ฟัซซี่นี้จะเป็นตัวกลางในการเชื่อมโยงระหว่างสัญญาณที่ใช้งานจริง เช่น สัญญาณในการตรวจวัดจากอุปกรณ์เซ็นเซอร์และสัญญาณในการควบคุมอุปกรณ์ ซึ่งถูกวัดเป็นตัวแปรเชิงปริมาณการควบคุมซึ่งถูกนิยามด้วยตัวแปรฟัซซี่

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1.2 ขีดความสามารถของโครงงาน

1. สามารถควบคุมเครื่องซักผ้าด้วยไมโครคอนโทรลเลอร์

2. สามารถควบคุมการซักผ้าได้ 3 ระดับ คือ ปั่นระดับเบา ปั่นระดับปานกลาง และปั่นระดับหนัก

3. สามารถตั้งเวลาแช่ผ้าได้ 1-60 นาที

4. สามารถปล่อยน้ำลงสู่ถังแบบอัตโนมัติ

5. สามารถปล่อยน้ำยาซักฟอก และน้ำยาปรับผ้านุ่มอัตโนมัติ

1.3 เนื้อหาโดยสังเขป

เนื้อหาภายในปริญญานิพนธ์ฉบับนี้แบ่งออกเป็นบทต่างๆ เพื่อสะดวกต่อการศึกษา และทำความเข้าใจ ในแต่ละบทจะประกอบด้วยเนื้อหาดังต่อไปนี้

บทที่ 2 ทฤษฎีและหลักการ จะประกอบด้วยเนื้อหาดังนี้คือ ทฤษฎีฟัซซี่เซตและทฤษฎีฟัซซี่ลอจิก, การประยุกต์ใช้งานของฟัซซี่ลอจิก, กฎการวินิจฉัย, วิธีการ Defuzzifier, หลักการหากฎของฟัซซี่คอนโทรล, ส่วนที่ใช้แสดงผล, ไมโครคอนโทรลเลอร์, มอเตอร์ และเครื่องซักผ้าอัตโนมัติ

บทที่ 3 การออกแบบ การสร้าง และการทำงาน กล่าวถึงเนื้อหาเกี่ยวกับวงจรต่างๆ ที่ใช้ในโครงงานฯ ได้แก่ การออกแบบ Hardware ประกอบด้วย ชุดมอเตอร์ไฟฟ้า, ชุดวงจรเกจวัดระดับน้ำ, ส่วนแสดงผลแอลอีดี, ชุด Drive Motor, ภาค AC และ DC, Power Supply, การออกแบบชุด Software ประกอบด้วยส่วนของโปรแกรม และมีการกำหนดเงื่อนไขการทำงานของเครื่องซักผ้า

บทที่ 4 การทดลองและผลการทดลอง ประกอบด้วย การทดลองและผลการทดลองของวงจรชุดวงจรเกจวัดระดับน้ำ, วงจร AC และ DC มอเตอร์, วงจรปล่อยน้ำเข้าและออก, วงจรปล่อยน้ำยาซักฟอก, วงจรปล่อยน้ำยาปรับผ้านุ่ม, ชุดแสดงผลบน Panel

บทที่ 5 บทสรุป ปัญหา แนวทางแก้ไข และพัฒนา ขั้นการสรุปผล ในการจัดทำโครงงานฯ ปัญหาที่เกิดขึ้น และได้เสนอแนวทางในการพัฒนาให้มีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้น

ภาคผนวก ก. เครื่องต้นแบบ

ภาคผนวก ข. โปรแกรมการทำงาน

ภาคผนวก ค. ผังการทำงาน

ภาคผนวก ง. รายละเอียดของอุปกรณ์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 2
ทฤษฎีและหลักการ

2.1 กล่าวนำ

ในการออกแบบตัวควบคุมฟัซซี่ จะต้องอาศัยความรู้ทางคณิตศาสตร์เกี่ยวกับฟัซซี่ เพื่อใช้เป็นพื้นฐานในการทำความเข้าใจโครงสร้างและหลักการทำงานของตัวควบคุมฟัซซี่ และเพื่อใช้ในการกำหนดโครงสร้าง และวิธีการออกแบบให้เหมาะสมกับลักษณะการใช้งาน เนื้อหาในบทนี้จะกล่าวถึงทฤษฎีทางคณิตศาสตร์ที่เกี่ยวกับฟัซซี่ดังนี้

2.2 ทฤษฎีฟัซซี่เซตและฟัซซี่ลอจิก (Fuzzy Set and Fuzzy Logic)

ระบบควบคุมแบบฟัซซี่มีพื้นฐานมาจากทฤษฎีฟัซซี่ลอจิก และจากทฤษฎีฟัซซี่เซต โดยฟัซซี่ลอจิกมีพื้นฐานอยู่บนทฤษฎีฟัซซี่เซต ซึ่งจะช่วยให้สามารถอธิบายการปฏิบัติการ และกฎการควบคุมของระบบที่เป็นคำพูดได้ชัดเจนมากขึ้น หลักสำคัญของทฤษฎีฟัซซี่เซตคือ การยอมรับสมาชิกที่มีลักษณะตามเซตเพียงบางส่วนเท่านั้นเข้ามาเป็นสมาชิก ซึ่งแตกต่างกับทฤษฎีเซตดังเดิมซึ่งจะเน้นชัดเจนว่าเป็นสมาชิกของเซตหรือไม่เท่านั้นไม่มีการเป็นสมาชิกของเซตเพียงบางส่วน ต่อไปเราจะกล่าวถึงรายละเอียดของทฤษฎีข้างต้นและนำทฤษฎีดังกล่าวมาประยุกต์ใช้ในการควบคุมระบบตามลำดับ

2.2.1 คลิซเซต (CRISP SET)

ทฤษฎีคลิซเซต เป็นทฤษฎีเซตที่เรารู้จักกันดีโดยหลักการพื้นฐานของคลิซเซตมีดังนี้

การเป็นสมาชิกของเซต

"ถ้า x เป็นสมาชิกของเซต A" จะใช้สัญลักษณ์

$$x \in A \tag{2.1}$$

"ถ้า x ไม่เป็นสมาชิกของเซต A" จะใช้สัญลักษณ์

$$x \notin A \tag{2.2}$$

ซึ่งในคลิซเซตนี้จะระบุชัดเจนว่าสมาชิกของ Universal เป็นสมาชิกของเซต A หรือไม่ ซึ่งสามารถแทนค่าระดับการเป็นสมาชิก (Membership Function) ซึ่งแทนด้วยสัญลักษณ์ μ_A ดังนี้

$\mu_A(x) = 1$ ก็ต่อเมื่อ $x \in A$

$\mu_A(x) = 0$ ก็ต่อเมื่อ $x \notin A$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.2.2 การเป็นสับเซต

"ถ้าสมาชิกทุกตัวของเซต A เป็นสมาชิกของเซต B จะเรียกว่าเซต A เป็นสับเซตของ B"

เราใช้สัญลักษณ์การเป็นสับเซตดังนี้

$$A \subseteq B \tag{2.3}$$

2.2.3 การเท่ากันของเซต

"ถ้าสมาชิกทุกตัวของเซต A เป็นสมาชิก B เราจะเรียกว่าเซต A เท่ากับเซต B"

เราจะใช้สัญลักษณ์การเท่ากันดังนี้

$$A = B \tag{2.4}$$

2.2.4 การไม่เท่ากันของเซต

"ถ้าสมาชิกทุกตัวของเซต A ไม่เท่ากับสมาชิกทุกตัวของเซต B เราจะเรียกว่าเซต A ไม่เท่ากับเซต B"

เราใช้สัญลักษณ์การไม่เท่ากันดังนี้

$$A \neq B \tag{2.5}$$

2.2.5 การเป็นสับเซตแท้

"ถ้าสมาชิกทุกตัวของ A เป็นสับเซตของเซต B และเซต A ไม่เท่ากับเซต B เราจะเรียกว่าเซต A เป็นสับเซตแท้ของเซต B"

เราใช้สัญลักษณ์การเป็นสับเซตแท้ดังนี้

$$A \subset B \tag{2.6}$$

2.2.6 การปฏิบัติงานเบื้องต้นของเซตได้แก่

Complement เป็นการสร้างเซตใหม่โดยสมาชิกของเซตจะไม่เป็นสมาชิกของเซต A เลย

$$\text{Complement } A = A'\text{-}0 \tag{2.7}$$

Union เป็นการสร้างเซตใหม่โดยสมาชิกของเซตใหม่จะมีสมาชิกของทุกเซตรวมอยู่

Intersection เป็นการสร้างเซตใหม่โดยสมาชิกของเซตจะมีสมาชิกซึ่งเป็นสมาชิกของทุกเซต

2.3 ฟัซซี่เซต

ทฤษฎีฟัซซี่เซตเป็นการรวมสมาชิกหลายๆ คลิชเซตที่มีอยู่จริงและพอจะมีลักษณะเข้ารวมกลุ่มได้ฟัซซี่เซตยอมรับการเป็นสมาชิกของสมาชิกที่มีลักษณะเป็นบางส่วนซึ่งจะมีการเปลี่ยนแปลงทีละน้อยระหว่างการมีคุณสมบัติของการเป็นสมาชิกอย่างครบถ้วนกับไม่มีคุณสมบัติของการเป็นสมาชิกเลย แม้ว่าจะไม่พร้อมกันก็ตาม จึงสามารถใช้ฟัซซี่เซตไปทำงานร่วมกับคริซเซตได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.3.1 การเป็นสมาชิกของฟัซซี่เซต

ในระบบคลิซเซตจะกำหนดเพียงว่า x เป็นสมาชิกของเซต A หรือไม่เป็นสมาชิกของเซต A โดยแทนด้วยฟังก์ชั่นระดับการเป็นสมาชิก (Membership Function) เป็น 0 หรือ 1 แต่ ฟัซซี่เซตจะยอมรับสมาชิกบางตัวที่มีลักษณะที่ถูกเพียงบางส่วนไม่มีขอบเขตที่แน่นอน การประยุกต์ใช้ทฤษฎีฟัซซี่เซต จะต้องแสดงค่าระดับซึ่งเป็นค่าที่เป็นไปได้ที่จะเป็นสมาชิกของเซตหรือฟังก์ชั่นระดับการเป็นสมาชิกโดยใช้สัญลักษณ์ μ แทนค่าระดับความเป็นสมาชิกซึ่งมีค่าระหว่าง 0 ถึง 1 ดังนี้

$$\mu_A(x) \longrightarrow [0,1] \tag{2.8}$$

หมายความว่าระดับการเป็นสมาชิก (Grade Of Membership หรือ Degree Of Membership) ของ X ในฟัซซี่เซต A อยู่ในช่วงทั้งหมดจาก 0 ถึง 1 เมื่อประยุกต์เข้ากับ ฟัซซี่ลอจิกค่า μ จะถูกเรียกว่าค่าความจริงที่แสดงค่าระดับขอบเขตของเซตคือ $0 \leq X \leq 1$ โดยถ้าค่าสูงแสดงว่ามีความเป็นสมาชิกมาก ถ้าค่าต่ำแสดงว่ามีความเป็นสมาชิกน้อย ค่า 0 จะหมายถึง ไม่เป็นสมาชิกเลย และ 1 คือ เป็นสมาชิกอย่างสมบูรณ์

ขอเน้นว่าฟังก์ชั่นระดับการเป็นสมาชิกของฟัซซี่เซตถึงแม้ว่าจะมีค่าระหว่าง 0 ถึง 1 แต่อย่านำไปสับสนกันความน่าจะเป็น (Probability) ของฟัซซี่เซต เป็นรูปแบบหนึ่งของความไม่แน่นอน (Uncertainly) และโดยธรรมชาติฟัซซี่เป็นคณิตศาสตร์ที่ไม่มีความเกี่ยวข้องกับสถิติ

2.3.2 นิยามที่ฟัซซี่เซตขยายมาจากคลิซเซต

1) ฟัซซี่เซตจะว่างก็ต่อเมื่อฟังก์ชั่นระดับการเป็นสมาชิกของฟัซซี่เซตนั้นเป็น 0 ตลอดทั้ง X ฟัซซี่เซต A และ B จะเท่ากันก็ต่อเมื่อ $\mu_A(X) = \mu_B(X)$ สำหรับทุกๆ X ใน X เขียนแทนด้วย A=B Subset หรือ Comtainment นิยามโดย

$$A \subset B \leftrightarrow \mu_A(X) \leq \mu_B(X) \tag{2.9}$$

2) Complement ของฟัซซี่เซต A เขียนแทนด้วย A' นิยามโดย

$$\mu_{A'}(X) = 1 - \mu_A(X) \tag{2.10}$$

3) Union ของฟัซซี่เซต A และB ซึ่งมีฟังก์ชั่นระดับการเป็นสมาชิก $\mu_A(X)$ และ $\mu_B(X)$ ตามลำดับสามารถแทนด้วย ฟัซซี่เซต C กำหนดโดย

$\mu_C(X) = \text{Max}[\mu_A(X), \mu_B(X)]$ หรืออาจเขียนย่อเป็น $\mu_C = \mu_A \vee \mu_B(x)$

Intersection ของฟัซซี่เซต A และ B ซึ่งมีฟังก์ชั่นระดับการเป็นสมาชิก μ_A และ $\mu_B(X)$ ตามลำดับสามารถแทนด้วย ฟัซซี่เซต C โดยฟังก์ชั่นระดับการเป็นสมาชิกของฟัซซี่ เซต C กำหนดโดย

$\mu_C(X) = \text{Max}[\mu_A(X), \mu_B(X)]$ หรืออาจเขียนย่อเป็น $\mu_C = \mu_A \wedge \mu_B(X)$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

อย่างไรก็ตามไม่มีหลักตายตัวว่า การ Union ต้องใช้ Max Operation ต้องใช้ Min Operation หรือการ Component ต้องใช้ $\mu_A(X) = 1-\mu_A(X)$ ดังนั้นเพื่อให้ General มากขึ้นจึงมีนิยามสัจพจน์ (Axiom)) ปฏิบัติการแต่ละชนิดดังนี้

1) Complement C : [0,1] $\longrightarrow$ [1,0]
2) Axiom C1 : c(0) = 1 และ c(1) = 0 หมายความว่าสามารถครอบคลุมคริซเซต
3) Axiom C2 : สำหรับทุกๆ a,b $\in$ [0,1] ถ้า a<B แล้ว C(a) $\geq$ C(b) หมายความว่า C เป็น Monotonic nonincreasing

ทุกๆ การปฏิบัติที่ถือว่าเป็นการ Complement ได้อย่างน้อยที่สุดจะต้องสอดคล้องกับสัจพจน์ทั้งสอง

4) Union U : [0,1] X[0,1] $\longrightarrow$ [0,1]
5) Axiom U1 : U(0,0) = 0 ; U(0,1) = U(0,1) = U(1,1) = 1 นั่นหมายความว่าจะต้องสามารถครอบคลุมคริซเซต
6) Axiom U2 : U(a,b) = U(b,a) ; มีคุณสมบัติการสลับที่
7) Axiom U3 : ถ้า a a' และ b b' แล้ว U(a',b') หมายความว่า U เป็น Monotinic
8) Axiom U4 : U(U(a,b),c) = U(a,U(b,c)) ; มีคุณสมบัติการจัดหมู่

ทุกๆ การปฏิบัติถือว่าเป็นการ Union ได้อย่างน้อยที่สุดจะต้องสอดคล้องกับสัจพจน์ทั้งสี่

9) Intersection I : [0,1] X[0,1] $\longrightarrow$ [0,1]
10) Axiom I1: I(1,1) = 1 ; I(0,1) = I(1,0) = I(0,0) = 0 นั่นหมายความว่าจะต้องสามารถครอบคลุมคลิซเซต
11) Axiom I2 : I(a,b) = I(b,a) ; มีคุณสมบัติการสลับที่
12) Axiom I3 : ถ้า a $\leq$ a' และ b $\leq$ b' แล้ว I(a,b) $\leq$ I(a',b') หมายความว่า I เป็น Monotonic
13) Axiom I4 : I(I(a,b),c) = I(a,I(b,c)) ; มีคุณสมบัติการจัดหมู่

ทุกๆ การปฏิบัติที่ถือว่าเป็นการ Intersection ได้อย่างน้อยที่สุดจะต้องสอดคล้องกับสัจพจน์ทั้งสี่

2.4 ทฤษฎีฟัซซี่ลอจิก

ระบบควบคุมแบบฟัซซี่เป็นระบบที่เรียกว่า Rule-Based System ซึ่งหมายความว่าจะมี Fuzzy Rule หรือกฎของฟัซซี่เป็นตัวตัดสินใจกลไกการทำงานของระบบควบคุมนั้นให้มีการปรับเปลี่ยนไปตามผลกระทบที่เกิดขึ้นในระบบ จุดมุ่งหมายของระบบควบคุมแบบฟัซซี่ก็คือให้ Rule-Based System นี้เข้าไปแทนการควบคุมแบบเก่าซึ่งใช้มนุษย์เป็นผู้ควบคุมอีกทั้งเป็นการ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ควบคุมที่มีความคลุมเครือไม่ชัดเจน และใช้กับระบบที่มีการควบคุมที่ซับซ้อนยุ่งยากมาก รวมทั้งในกรณีที่ระบบนั้น ๆ ไม่มีรูปแบบทางคณิตศาสตร์แต่มีความยุ่งยากและซับซ้อน

เหตุผลที่ต้องใช้ Fuzzy Control นั้นแบ่งได้เป็น 2 ส่วนใหญ่ ๆ คือ เหตุผลทางทฤษฎีและเหตุผลทางปฏิบัติ โดยทั่วไปแล้วหลักการทางวิศวกรรมที่ดีนั้น ควรจะต้องใช้ข้อมูลที่มีอยู่อย่างมีประสิทธิภาพสูงสุดเมื่อรูปแบบทางคณิตศาสตร์ของระบบนั้นยากเกินไป ที่จะหามาได้ซึ่งข้อมูลที่สำคัญที่สุดก็จะได้มาจาก Sensor ซึ่งจะวัดค่าตัวแปรที่สำคัญออกมาเป็นตัวเลข ผู้เชี่ยวชาญซึ่งจะอธิบายระบบออกมาเป็นภาษามนุษย์ (Linguistioedsonpuon) และ Control Instruction Fuzzy Controller นั้นสามารถออกแบบโดยนำข้อมูลจากผู้เชี่ยวชาญ ซึ่งมีลักษณะไม่ชัดเจนนั้นมาใช้ได้อย่างมีประสิทธิภาพ ซึ่งตัวควบคุมแบบเก่านั้น ไม่สามารถนำข้อมูลแบบภาษามนุษย์มาใช้ได้ จึงทำให้ในสถานการณ์ที่ข้อมูลที่สำคัญที่สุดได้มาจากผู้เชี่ยวชาญนั้น Fuzzy Control จะเป็นทางเลือกที่ดีที่สุด Fuzzy Control เป็น Model-Free Approach กล่าวคือ ไม่ต้องการรูปแบบสมการทางคณิตศาสตร์ที่ยุ่งยากซับซ้อน ประยุกต์ Model-Free Approach มีความสำคัญมากการ Control แบบเก่าก็มีบ้างที่เป็น Model-Free Approach เช่น Nonlinear Adaptive Control และ PID Control

Fuzzy Control นั้นเป็น Nonlinear Controller ซึ่งถูกปรับแต่งโดยทฤษฎี Universal Approximation ตัวควบคุมแบบฟัซซี่สามารถปรับแต่งให้ทำงานเป็น Nonlinear Control Action ใดๆ ก็ได้ ดังนั้นถ้าเลือก Parameter ของ Fuzzy Control ได้เหมาะสมก็จะสามารถควบคุมระบบ Nonlinear ได้

2.5 ฟัซซี่ลอจิก

ฟัซซี่ลอจิกจะมีการกระทำทางลอจิกเพื่อรวมค่าลอจิกต่างๆ ให้เป็นค่าฟัซซี่ลอจิกคล้ายตัวแปรในระบบลอจิก 2 ระดับ โดยจะต้องมีกำหนดลักษณะความหมายให้แตกต่างกันแต่ใช้คำสั่งทางลอจิกที่เหมือนกันคือ AND, OR และ NOT ความหมายต่างๆ ในระบบฟัซซี่ ถูกกำหนดโดย L.A. Zadeh ผู้คิดค้นระบบฟัซซี่ลอจิก

2.5.1 การ AND ของฟัซซี่ลอจิก

ตามคำจำกัดความของ Zadeh คือ ค่าความจริงที่น้อยที่สุด นั่นคือสำหรับค่าฟัซซี่ A และ B

$$\mu (A \text{ AND } B) = \min (\mu A, \mu B) \tag{2.11}$$

2.5.2 การ OR ของฟัซซี่ลอจิก

ตามคำจำกัดความของ Zadeh คือค่าความจริงเป็นค่ามากที่สุด

$$\mu (A \text{ OR } B) = \max (\mu A, \mu B) \tag{2.12}$$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.5.3 การ NOT ของฟัซซี่ลอจิก

$$\mu (\text{NOT A}) = 1 - \mu A \qquad (2.13)$$

การกระทำทั้ง 3 นี้ เป็นสมดุลของการกระทำในลอจิก 2 ระดับสำหรับค่า μ มีค่าอยู่ระหว่าง 0 ถึง 1

2.6 การประยุกต์ใช้งานของฟัซซี่ลอจิก

โดยทั่วไปมีลักษณะโครงสร้างพื้นฐานแบ่งได้ 3 ส่วนหลักคือ

1) การเปลี่ยนคลิซเซตเป็นฟัซซี่เซต (Fuzzier)

2) กฎการวินิจฉัย (Inference Mecchanism That Employs Ruled)

3) การเปลี่ยนฟัซซี่เซตเป็นคลิซเซต (Defuzzifier)

ในการใช้กับระบบจะต้องเปลี่ยนให้อยู่ในรูปของฟัซซี่โดเมน เคลื่อนย้ายประมวลผลข้อมูลแล้วเปลี่ยนกลับให้อยู่ในรูปคลิซโดเมนตามเดิมซึ่งเหมือนกับการทำทางแอนะลอกคือ เปลี่ยนให้อยู่ในรูปโดเมนความถี่ง่ายกว่าโดเมนเวลา ในระบบฟัซซี่ กฎพื้นฐานสามารถอธิบายการทำงานของระบบฟัซซี่ได้ง่าย ดั้งนั้นเราจะเปลี่ยนค่าอินพุตในรูปของคลิซเซตไปอยู่ในฟัซซี่โดเมนมากกว่าจะเปลี่ยนจากฟัซซี่ไปอยู่ในรูปคลิซโดเมน

2.7 กฎการวินิจฉัย

สำหรับกฎการวินิจฉัยค่าอินพุตและค่าความจริง จะสนับสนุนเงื่อนไขสำหรับการสร้างส่วนกำหนดรูปแบบฟัซซี่ ช่วงปกติฟัซซี่คอมไพเลอร์จะสุ่มค่าของอินพุตและนำมาวินิจฉัยค่าเพื่อให้ได้ผลออกมาทางเอาต์พุตของระบบตามทฤษฎี ระบบจะรวบรวมเอาค่าที่เป็นไปได้ทั้งหมดของอินพุต เพื่อนำมาวินิจฉัยและประมวลผล แต่จริงๆ แล้วการครอบคลุมค่าเหล่านี้ไม่จำเป็นในการใช้งานปกติ ทำการวินิจฉัยนั้นได้มาจากการสร้างความสัมพันธ์ระหว่างค่าอินพุตและค่าเอาต์พุตของผู้ควบคุมเป็นอินพุตของกระบวนการหรือการควบคุมอินพุต (ci) เราสามารถสร้างความสัมพันธ์ได้ดังนี้คือ

$$\text{IF er = LN AND ce = LN THEN ci = LP} \quad \text{OR} \qquad (2.14)$$

$$\text{IF er = SN AND ce = SN THEN ci = SP} \quad \text{OR} \qquad (2.15)$$

หมายเหตุ : LN = Large Negative

SN = Small Negative

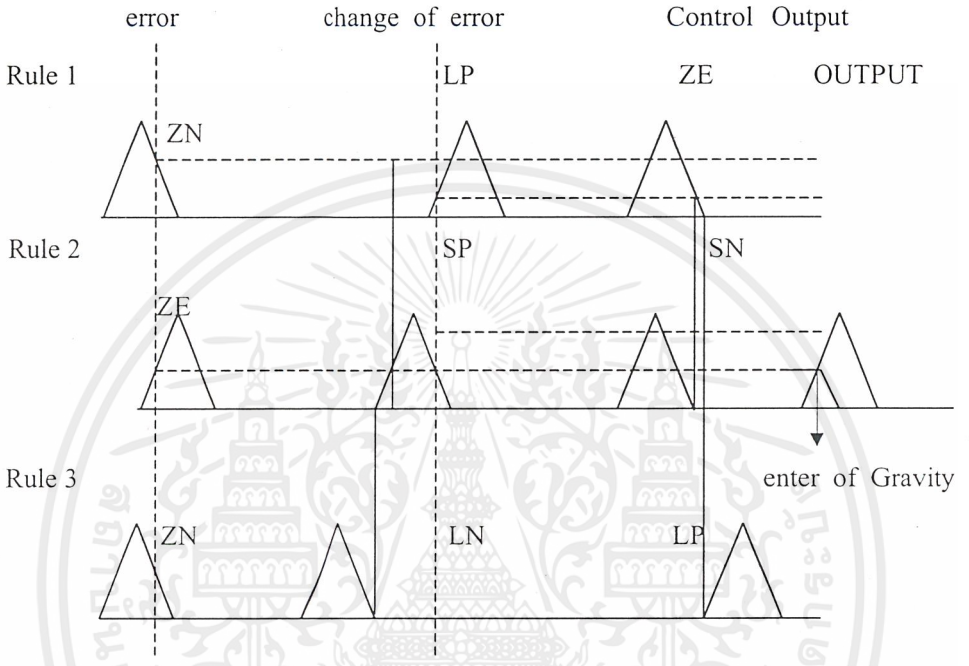
LP = Large Positive

SP = Small Positive

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากความสัมพันธ์ดังกล่าวนำมาแสดงได้ดังรูป 2.1

ซึ่งเมื่อนำ rule ทั้งหมดมารวมเข้าด้วยกัน ก็จะได้รูป Membership Function ของ Control Input โดยจะนำไปหาค่าของ Control Input ที่ต้องการต่อไป



รูปที่ 2.1 ความสัมพันธ์ระหว่างอินพุตและเอาต์พุตของผู้ควบคุม

2.8 วิธีการ Defuzzifier

มีเทคนิคและวิธีการเปลี่ยนฟัซซี่เป็นคลิซเซต มีอยู่หลายเทคนิค ซึ่งจะกล่าวถึงเป็นบางเทคนิคดังนี้

2.8.1 เทคนิค Maximizer

เลือกค่าสูงสุดจากหลายๆ แบบมาเพียงหนึ่งเป็นการใช้ค่าสูงสุดของค่าระดับการเป็นสมาชิก จากการกระทำหลายๆ แบบ แล้วเลือกการกระทำเพียงหนึ่งรูปแบบ ถ้าหากเกิดการกระทำที่มีค่า μ สูงสุดเท่ากัน 2 อย่าง จะต้องใช้รูปการแก้ปัญหาอีกลักษณะหนึ่ง คือ การใช้ค่าเฉลี่ยของเอาต์พุต หรือการเลือกกระทำที่สัมพันธ์กับค่าระบบพื้นฐาน ถึงแม้เทคนิค Maximizer จะเป็นวิธีที่ง่ายที่สุด แต่ก็ไม่มีประสิทธิภาพเท่าที่ควร

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.8.2 ทฤษฎีค่าน้ำหนักเฉลี่ย

จะใช้ค่าเฉลี่ยของการกระทำหลังจากการกำหนดระดับการเป็นสมาชิกไว้ล่วงหน้าแล้วเป็นวิธีการง่ายและใช้การคำนวณเพียงเล็กน้อย แต่ก็ยังให้ค่าที่ไม่ค่อยชัดเจน เช่นเดียวกับเทคนิค Maximizer ที่เกิดความไม่ชัดเจนเพราะว่าค่าของเอาทพุตของฟังก์ชั่นของการเป็นสมาชิกมีค่ามากกว่าหนึ่งค่าต่อค่า μ ที่กำหนดให้ ค่าเอาต์พุตของฟังก์ชั่นการเป็นสมาชิก มีลักษณะคล้ายกับรูปปิระมิดหรือปิระมิดตัดยอด ถ้า μ= 0.5 ค่าเอาต์พุตมาจากฟังก์ชั่นของขอบสัญญาณทั้งด้านขาขึ้นและขาลง ถ้า μ = 1 จะมีค่าตรงกับช่วงสัญญาณที่เกิดขึ้นทั้งหมด

วิธีการกำจัดความไม่ชัดเจนสามารถทำได้ด้วยกระบวนการการแดมปิ้งค่าในฟังก์ชั่นเอาต์พุต ด้วยค่าที่แน่นอนให้กลับอยู่ในฟังก์ชั่นอินพุตซึ่งเป็นวิธีที่น่าเบื่อ และไม่สามารถใช้ค่าที่เป็นค่าตรงข้ามฟังก์ชั่นอินพุตในการวิเคราะห์ด้วย

2.8.3 กรรมวิธีค่าศูนย์กลาง

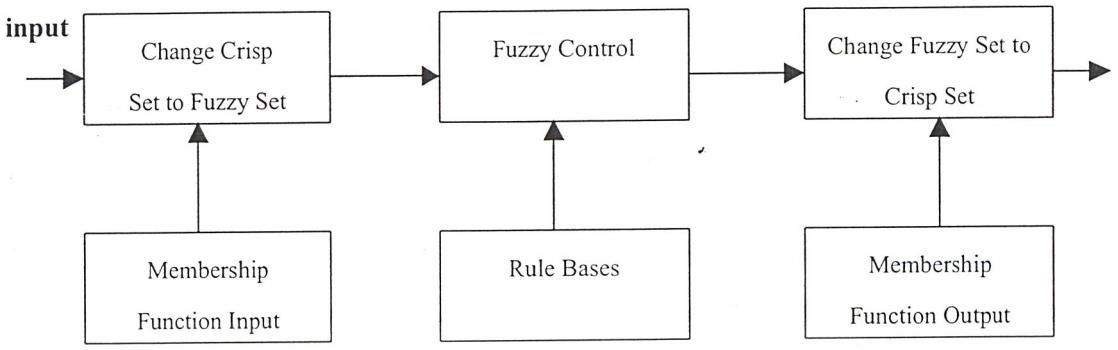
เป็นการแสดงค่าเอาต์พุตที่สัมพันธ์กับค่าศูนย์กลางของมวลเอาต์พุตในระดับที่ทำงาน เพราะว่าเราไม่ใช้ค่าขอบของฟังก์ชั่นในการเป็นสมาชิก และจะไม่เกิดความไม่ชัดเจนอีกต่อไป กรรมวิธีค่าศูนย์กลางเป็นการคำนวณที่แน่นอนและเป็นการแก้ไขข้อบกพร่องที่เกิดขึ้นในวิธีอื่นๆ ค่าศูนย์กลางมักจะสัมพันธ์กับค่าเอาต์พุตหนึ่งค่า ผลที่ได้จะเป็นการกระทำอย่างหยาบๆ ภายใน ช่วงของเอาต์พุตกฎทั่วไปจะต้องมีการปฏิบัติเพียงจุดเดียวของแต่ละระบบ ในกรณีที่ต้องการทำพร้อมๆ กันหลายกฎในการกระทำหนึ่งครั้งจะต้องเกิดการซ้อนทับกันของค่าฟังก์ชั่นอินพุตของระดับการเป็นสมาชิกเพื่อแก้ไขความไม่ต่อเนื่องของเอาต์พุต ถึงแม้ว่าจะมีข้อบกพร่องแต่ก็เป็นวิธีการที่ดีที่สุดในการรวมกัน และการแปลงค่าฟัซซี่กลับคืน

กรรมวิธีการรวมค่าเอาต์พุตของการกระทำหลายๆค่า เป็นค่าเดียวสำหรับใช้ในระบบ และค่าเอาต์พุตเดียวนี้เป็นค่าน้ำหนักเฉลี่ยของศูนย์กลางของ แต่ละฟังก์ชั่นระดับการเป็นสมาชิก

2.8.4 กรรมวิธีซิงเกิลตัน : สังเคราะห์เอาเอาต์พุตเดียว

เป็นเทคนิคพิเศษของแบบกรรมวิธีค่าศูนย์กลาง หรือ จะเรียกอีกอย่างหนึ่งคือ กรรมวิธี Remaining Combination/Defuzzification วิธีนี้เป็นการนำค่าฟัซพุตของฟัซซี่เซตมาใช้ใหม่ เป็นค่าเอาต์พุตค่าเดียวโดยใช้ค่าน้ำหนักเฉลี่ยจากการกระทำรวมกันหลายๆ อย่างวิธีนี้ได้ค่าความถูกต้องน้อยกว่ากรรมวิธีศูนย์กลาง และยังคงต้องการการซ้อนทับกันของอินพุตฟังก์ชั่นเพื่อเป็นการหลีกเลี่ยงความไม่ต่อเนื่องของเอาต์พุต ด้วยหลักการและการคำนวณที่ไม่ยุ่งยาก ประกอบกับยังไม่มีใครคิดค้นวิธีใหม่และดีกว่านี้ กรรมวิธีนี้จึงน่าที่จะใช้แทนกรรมวิธีค่าศูนย์กลางได้ดีที่สุด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.2 โครงสร้างพื้นฐานของระบบฟัซซี่ลอจิก

2.9 หลักการการหากฎของฟัซซี่คอนโทรล (ระบบควบคุมแบบฟัซซี่ Rule)

ในการออกแบบฟัซซี่คอนโทรลนั้น ปัญหาสำคัญอันหนึ่งคือการหากฎของฟัซซี่คอนโทรลที่เหมาะสม ซึ่งวิธีที่สามารถนำมาใช้ได้จริงในการควบคุมขบวนการมีอยู่ด้วยกัน 3 วิธี คือ

2.9.1 ความรู้และประสบการณ์ของผู้เชี่ยวชาญ

ระบบควบคุมแบบฟัซซี่ส่วนมากจะได้รับการออกแบบขึ้นโดยการอ้างอิงกับความรู้และประสบการณ์ของวิศวกรควบคุมซึ่งอันที่แท้จริงแล้วก็สามารถกล่าวได้ส่วนระบบควบคุมแบบฟัซซี่นั้นเป็นการประยุกต์ที่สามารถใช้ได้จริง อันแรกทางด้านระบบผู้เชี่ยวชาญ (Expert System) เลยที่เดียว การออกแบบด้วยวิธีนี้เหมาะกับระบบที่ผู้ควบคุม ควบคุมเป็นหลักสำคัญ กฎของการควบคุมนั้นก็จะได้มาจากการแสดงรายการวิธีการควบคุมต่างๆ โดยวิศวกรควบคุมแก้ข้อเสียของวิธีนี้คือส่วนมากผู้ควบคุมไม่สามารถถ่ายทอดความรู้ที่ออกมาได้เป็นลายลักษณ์อักษร โดยเฉพาะเมื่อระบบมีความซับซ้อนมาก

2.9.2 การจำลองลักษณะการทำงานของผู้ควบคุม

เมื่อทักษะของผู้ควบคุมเป็นสำคัญ จึงจำเป็นมากที่ต้องการหากฎของการควบคุมฟัซซี่มาจากการจำลองการทำงานของผู้ควบคุม ซึ่งวิธีนี้สามารถเป็นไปได้ที่จะแปลงการทำงานของผู้ควบคุมมาให้เป็นอินพุต และเอาต์พุตของตัวควบคุม (Controller) วิธีนี้ค่อนข้างคล้ายคลึงกับการจำลองขบวนการ แต่ว่าการจำลองการทำงานของผู้ควบคุมนั้นง่ายกว่าการจำลองกระบวนการเพราะอินพุตของระบบจะหาได้ง่ายกว่าแต่สถานการณ์จริง นั้นก็ควรเริ่มที่ 1 และ 2 เข้าด้วยกัน

2.9.3 การจำลองกระบวนการทำงาน

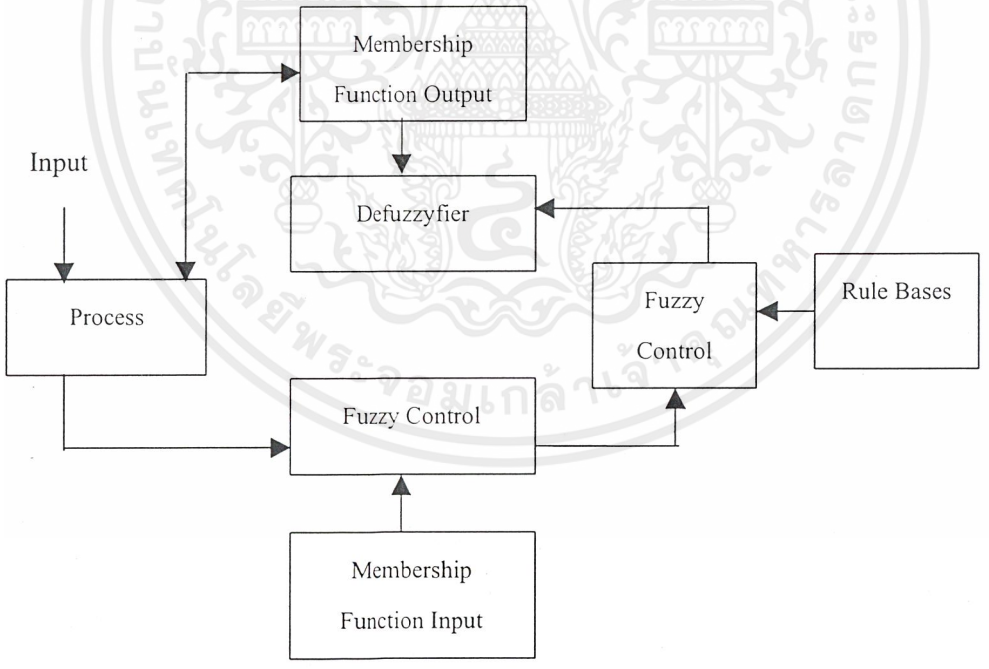
ในวิธีแรกนั้นจะมีพื้นฐานมาจากความคิดคร่าวๆ ที่เกี่ยวกับคุณลักษณะของกระบวนการ เช่น เอาต์พุตเพิ่มขึ้นเมื่ออินพุตเพิ่มขึ้น, กระบวนการที่มีการล้าหลังของเวลา (Timelage) ฯลฯ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ส่วนวิธีที่ 2 จะใช้เฉพาะตัวแปรที่มีให้แก่ผู้ควบคุมกระบวนการซึ่งทั้ง 2 วิธีนี้ จะใช้ได้ดีเฉพาะในกรณีที่ผู้ควบคุมมีบทบาทสำคัญในกระบวนการเท่านั้น แต่ถ้าไม่ต้องการขึ้นอยู่กับผู้ควบคุมและต้องการให้ผลควบคุมกว่าการควบคุมด้วยผู้ควบคุมก็จะมีการออกแบบอีกหนึ่งวิธีคือ การจำลองกระบวนการซึ่งเป็นวิธีซับซ้อนกว่า ซึ่งการออกแบบวิธีนี้ได้มีการศึกษาวิจัยมาแล้วหลายครั้งด้วยกัน การจำลองกระบวนการในที่นี้จะเป็นการแสดงคุณลักษณะของขบวนการออกมาด้วยฟัซซี่เซตโดยพิจารณาจากอินพุต, ตัวแปรสถานะ และเอาต์พุตมีแนวทางความคิดสองทางด้วยกันในการออกแบบระบบควบคุมแบบฟัซซี่ จากการจำลองฟัซซี่

1) ทางแรก คือ การออกแบบให้กฎของการควบคุมนั้นทำการชดเชยลักษณะที่ไม่ต้องการของกระบวนการเพื่อให้ได้ตามเป้าหมายที่ต้องการ

2) ทางที่สอง คือ เป็นไปตามทฤษฎีของการควบคุมที่ดีที่สุด (Optimal Control) ซึ่งจะให้โครงสร้างและพารามิเตอร์ (Parameter) ของกฎการควบคุมทำให้ระบบที่มี ระบบควบคุมแบบฟัซซี่ควบคุมอยู่นั้นเป็นไปตามเป้าหมายที่ต้องการ



รูปที่ 2.3 โครงสร้างพื้นฐานของระบบควบคุมป้อนกลับด้วยระบบควบคุมฟัซซี่

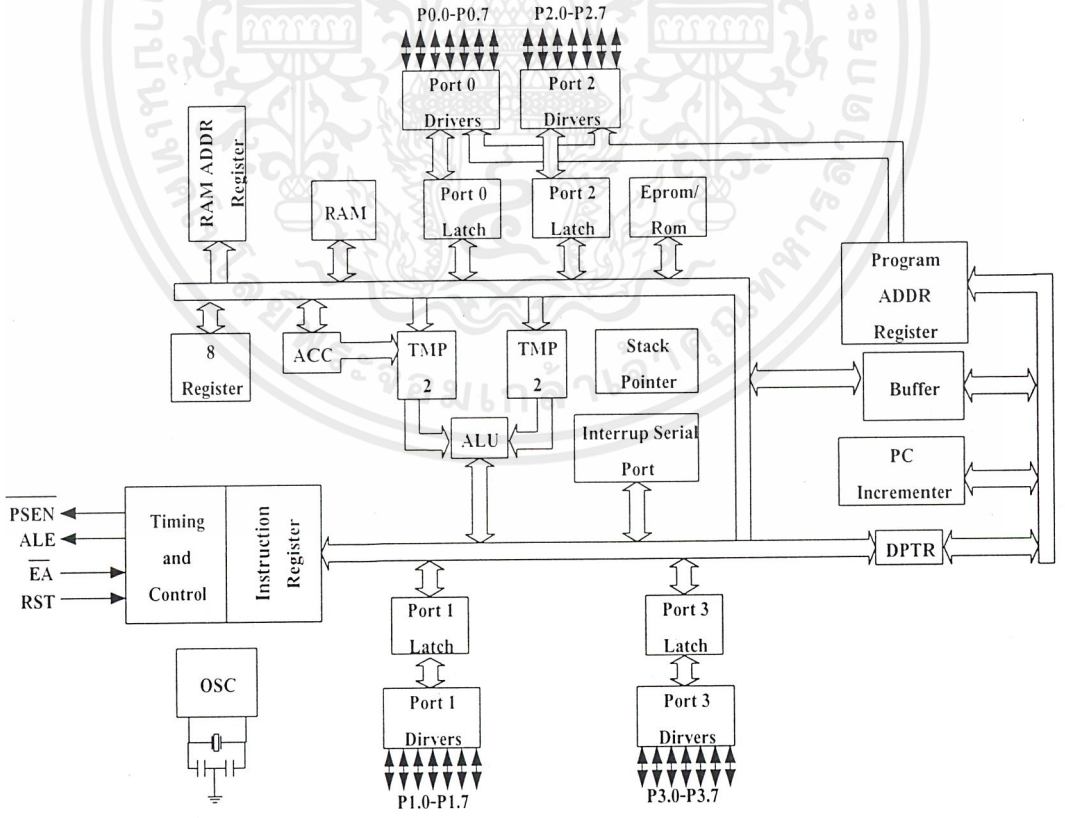
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.10 ส่วนที่ใช้แสดงผล

2.10.1 ไมโครคอนโทรลเลอร์

ตารางที่ 2.1 ไมโครคอนโทรลเลอร์ตระกูล MCS-51 เบอร์ต่างๆ

เบอร์	หน่วยความจำโปรแกรมบนชิพ	หน่วยความจำข้อมูลบนชิพ	TIMERS
8051	4K ROM	128 bytes	2
8031	-	128 bytes	2
8751	4K EPROM	128 bytes	2
8052	8K ROM	256 bytes	3
8032	-	256 bytes	3
8752	8K ROM	256 bytes	3



รูปที่ 2.4 โครงสร้างภายในของ MCS-51

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1) คุณสมบัติของไมโครคอนโทรลเลอร์ MSC-51

1.1) เป็นไมโครคอนโทรลเลอร์ขนาด 8 บิต

1.2) วงจรออสซิลเลเตอร์และวงจรผลิตสัญญาณนาฬิกาภายในไอซี

1.3) ขาสัญญาณอินพุตเอาต์พุตจำนวน 32 บิต

1.4)สามารถเชื่อมต่อหน่วยความจำข้อมูลภายนอก (Extemal Data Memory) ตำแหน่งแอสเดรสได้ 64 k

1.5)สามารถเชื่อมต่อหน่วยความจำโปรแกรมภายนอก (External Program Memory) โดยอ้างตำแหน่งแอสเดรสได้ 64 k

1.6) หน่วยความจำโปรแกรมภายในตัวขนาด 4 k

1.7) มีหน่วยความจำข้อมูลภายในตัว 128 ไบต์

1.8)หน่วยความจำข้อมูลภายในตัวบางส่วนสามารถเข้าถึงข้อมูลระดับบิตทำให้การควบคุมควบคุมหรือตรวจสอบสถานะบิตทำได้ง่าย

1.9) มีไทเมอร์/เคาเตอร์ 16 บิต 2 ตัว

1.10) การอินเตอร์รัพต์สามารถทำได้จาก 5 แหล่ง

1.11) มีพอร์ตสื่อสารอนุกรมภายในตัวเอง

1.12) มีคำสั่งในการคำนวณทางคณิตศาสตร์และตรรกศาสตร์

1.13) ใช้เวลาในการประมวลผลคำสั่ง 1 ไมโครวินาที

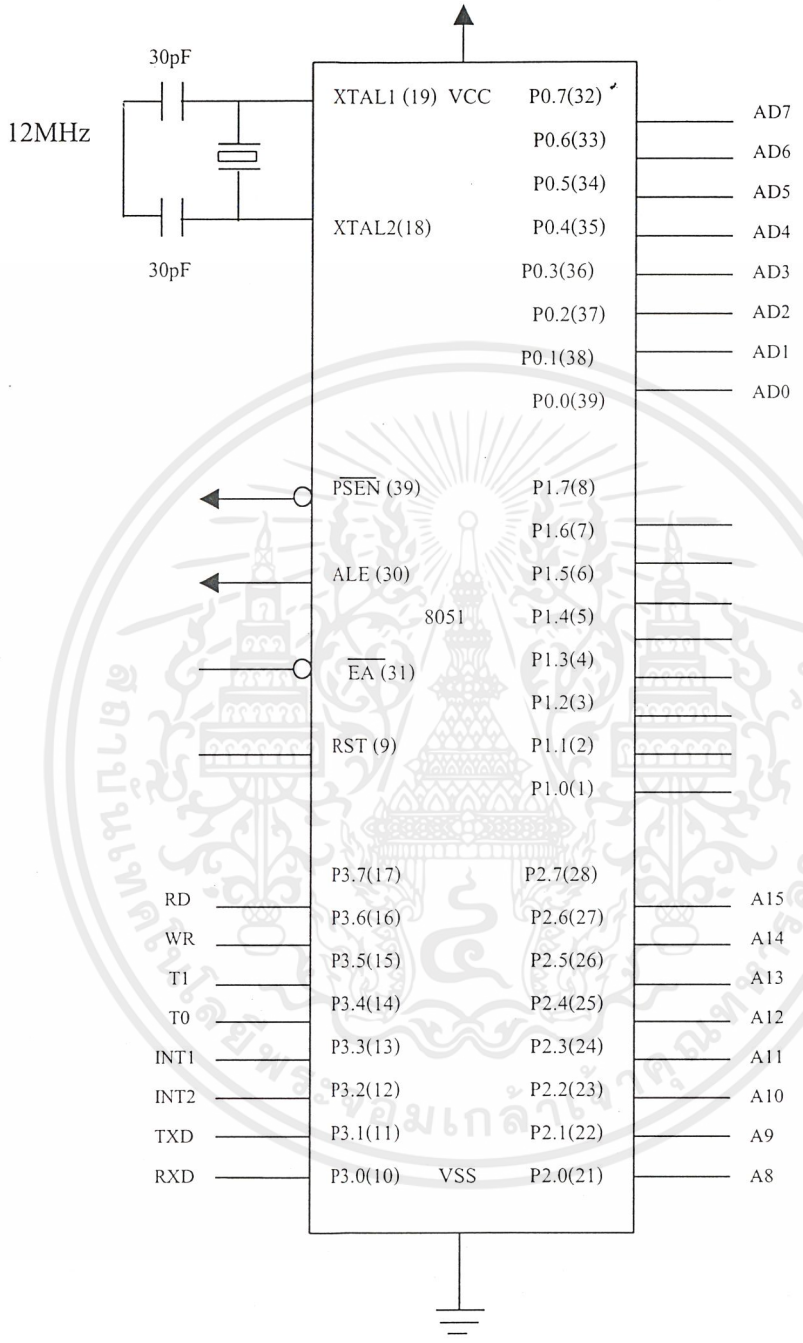
1.14) ต้องการแหล่งจ่าย 5 โวลต์ เพียงหนึ่งชุด

2.10.2 โครงสร้างของไมโครคอนโทรลเลอร์

การจัดขาใช้งานนั้นไมโครคอนโทรลเลอร์เป็นแบบ DIP มีทั้งหมด 40 ขา โดยขาต่างๆ จะเป็นขาพอร์ตอินพุต, เอาต์พุต, ขาสัญญาณควบคุม, ขาตำแหน่งหน่วยความจำ และขาข้อมูล ดังรูปที่ 2.5

พอร์ต 0 (ขา 32-39) มีทั้งหมด 8 บิต คือ (P0.7-P0.0)มีโครงสร้างแบบ Open Drain Bi-Directional แสดงดังรูปที่ 3 พอร์ต 0 มี 8 บิต ได้แก่ P0.0-P0.7 ซึ่งเป็นขาพอร์ตแบบอินพุต/เอาต์พุต 2 ทิศทางสำหรับใช้งานทั่วไป โดยถ้าใช้งานเป็นอินพุตพอร์ตต้องทำการเขียนค่า 1 ไปยังแต่ละบิตของพอร์ตเพื่อกำหนดให้ขาพอร์ตเหล่านั้นอยู่ในสถานะปล่อยลอยซึ่งในสถานะนี้เองที่สามารถนำมาเป็นพอร์ตอินพุตอิมพีแดนซ์สูงนอกจากใช้งานเป็นพอร์ตอินพุตเอาต์พุตแล้วสามารถที่จะติดต่อกับหน่วยความจำภายนอกได้ โดยการกำหนดค่าไบต์ต่ำ (A0 - A7) ซึ่งจะใช้งานแบบมัลติเพล็กซ์กับการรับส่งข้อมูลขนาด 8 บิต (D0 - D7)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.5 ตำแหน่งขาของ 8051

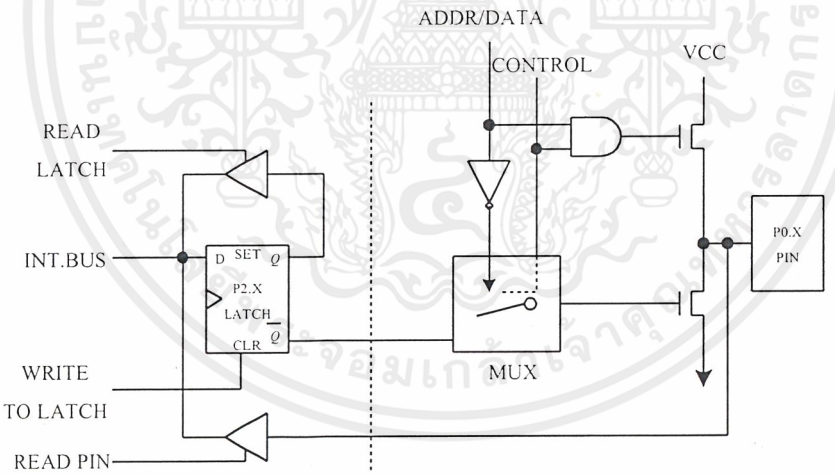
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ขารีเซต (ขา 9) ใช้ในการรีเซตการทำงานของไมโครคอนโทรลเลอร์โดยการรีเซตต้องคงสถานะเป็น 1 อย่างน้อยนาน 2 แมชชีนไซเกิ้ล

ขา ALE (Address Latch Enable) ขา 30 ใช้เป็นขาสัญญาณที่จะทำเพื่อทำหน้าที่ควบคุมการแลตช์ (Latch) ค่าตำแหน่งแอสเดรสไบต์ต่ำ เมื่อต้องการติดต่อหน่วยความจำภายนอก นอกจากนี้ขาอินพุตในการรับพัลส์ในการโปรแกรม Program Pulse Input ในส่วนของหน่วยความจำ อีพรอม

ขา PSEN (Program Store Enable) ขา 29 ทำหน้าที่เป็นสัญญาณสโตรบเพื่ออ่านคำสั่งจากหน่วยความจำโปรแกรมภายนอก ขานี้จะใช้สัญญาณสโตรบ 2 ครั้งในแต่ละแมกชีนไซเกิลแต่ในขณะที่ติดต่อกับหน่วยความจำข้อมูลภายในจะไม่มีการส่งสัญญาณสโตรบแต่อย่างใด

ขา EA / VPP (External Access Enable / VPP) ขา 30 เป็นขาที่ใช้ในการเลือกใช้หน่วยความจำโปรแกรมภายในหรือภายนอกโดยถ้ามีสถานะเป็น 0 หมายถึง ไมโครคอนโทรลเลอร์รับคำสั่งจากหน่วยความจำภายนอกที่ตำแหน่ง Address ที่ 0000H-0FFFH ขา XTAL 1 และขาของ XTAL 2 เป็นขาอินพุตและเอาต์พุตของวงจรอินเวอร์ติ้งออสซิลเลเตอร์แอมปลิไฟเออร์สำหรับต่อร่วมคริสตอล

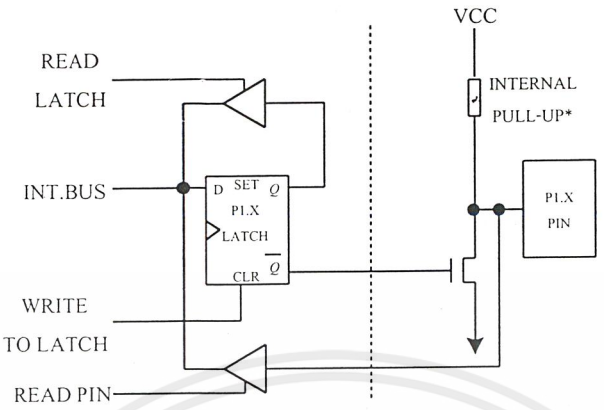


รูปที่ 2.6 โครงสร้าง พอร์ต 0

ขาพอร์ต 1 (Port 1) มี 8 ขา ได้แก่ขา P1.0 - P1.7 เป็นขาพอร์ตอินพุตเรียงพุตลบ 2 ทิศทางสำหรับใช้งานทั่วไป โดยถ้าใช้งานเป็นอินพุตพอร์ตต้องทำการเขียนค่า 1 ไปยังแต่ละบิตของพอร์ตเพื่อกำหนดพอร์ตอินพุตมีโครงสร้างรูปที่ 2.7

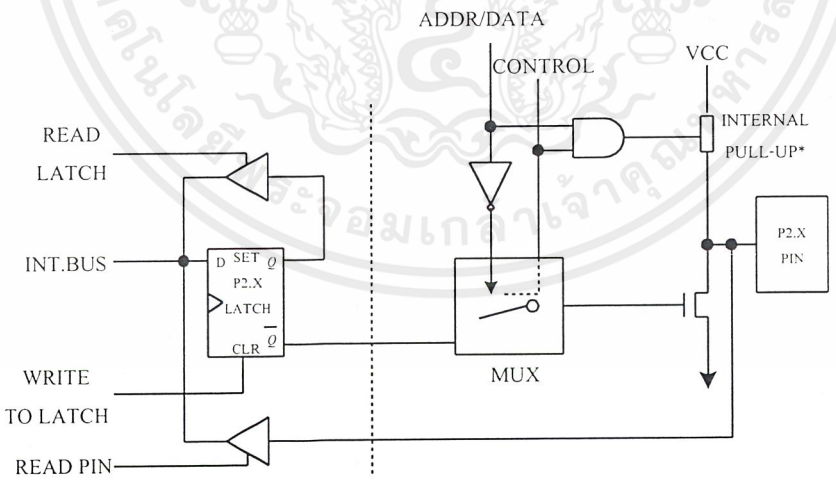
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สำนักหอสมุดกลาง พระจอมเกล้าลาดกระบัง



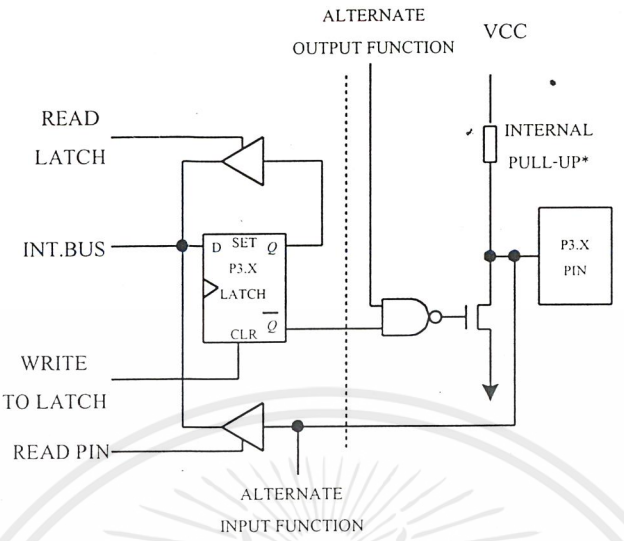
รูปที่2.7_ โครงสร้างพอร์ต 1

ขาพอร์ต 2 (Port 2) มี 8 ขาได้แก่ ขา P2.0 - P2.7 เป็นขาพอร์ตอินพุตเอาต์พุตแบบ 2 ทิศทาง สำหรับใช้งานทั่วไปโดยถ้าใช้งานเป็นอินพุตพอร์ตต้องทำการเขียนค่า 1 ไปยังแต่ละบิตของพอร์ตเพื่อกำหนดพอร์ตอินพุต จากนี้แล้วมันยังสามารถถูกใช้งานในการติดต่อกับหน่วยความจำภายนอกด้วย โดยการกำหนดค่าไบต์สูง (A8 - A15) มีโครงสร้างรูปที่ 2.8



รูปที่ 2.8 โครงสร้างพอร์ต 2

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้
40156



รูปที่ 2.9 โครงสร้างพอร์ต 3

ขาพอร์ต 3 (Port 3) มี 8 ขาได้แก่ ขา P3.0 - P3.7 ซึ่งเป็นขาพอร์ตอินพุตเอาต์พุตแบบ 2 ทิศทางสำหรับใช้งานทั่วไปโดยถ้าต้องการให้ที่เป็นอินพุตพอร์ตต้องทำการเขียนค่า 1 ไปยังแต่ละบิตของพอร์ต เพื่อต้องการเป็นอินพุตพอร์ตนอกจากจะเป็นพอร์ตอินพุตเอาต์พุตสามารถถูกใช้งานในหน้าที่พิเศษต่างๆ ดังในตารางที่ 2.2

ตารางที่ 2.2 ขาการใช้งานพิเศษของพอร์ต 3

ขาพอร์ต	หน้าที่พิเศษ
P3.0	RXD พอร์ตอินพุตอนุกรม
P3.1	TXD พอร์ตเอาต์พุตอนุกรม
P3.2	INT0 สัญญาณอินเตอร์รัพต์ภายนอก
P3.3	INT1 สัญญาณอินเตอร์รัพต์ภายนอก
P3.4	T0 สัญญาณการเกิดโอเวอร์โฟลว์ของ TIMER 0
P3.5	T1 สัญญาณการเกิดโอเวอร์โฟลว์ของ TIMER 1
P3.6	WR สัญญาณการเขียนข้อมูล
P3.7	RD สัญญาณการอ่านข้อมูล

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.10.3 โครงสร้างหน่วยความจำภายในของไมโครคอนโทรลเลอร์

โครงสร้างภายในตัวไมโครคอนโทรลเลอร์มีการแบ่งหน้าที่ของหน่วยความจำคือ

1) หน่วยความจำโปรแกรม

2) หน่วยความจำข้อมูล

3) หน่วยความจำโปรแกรมของ 8051

ในระบบของไมโครคอนโทรลเลอร์ 8051 จำเป็นต้องมีหน่วยความจำสำหรับบรรจุคำสั่งหรือโปรแกรมที่ผู้ใช้พัฒนาขึ้นจัดเก็บไว้ภายในหน่วยความจำที่เรียกหน่วยความโปรแกรม (Program Memory)โดยอาจจะประกอบอยู่ภายในตัวไอซีของ 8051 เองหรือเป็นไอซีหน่วยความจำ อีพรอม หรือ ROM แยกออกต่างหากได้ ในกรณีหลังนี้จำเป็นจะต้องมีการใช้พอร์ตอินพุต/เอาต์พุตทำหน้าที่เป็นบัสแอดเดรสและบัสข้อมูลเพื่อให้สามารถทำการเชื่อมต่อเข้ากับไอซีหน่วยความจำมาตรฐานทั่วไปได้ดังนั้นในบทนี้นอกจากจะได้มีการอธิบายเกี่ยวกับเรื่องหน่วยความจำโปรแกรมของ 8051 แล้วยังได้อธิบายรวมไปถึงพื้นฐานการใช้งานของไอซีหน่วยความจำมาตรฐานแบบต่างๆ ด้วย เพื่อให้มีความเข้าใจการเชื่อมต่อสัญญาณเข้ากับขาสัญญาณควบคุมและบัสของ 8051 ที่ชัดเจนขึ้น

หน่วยความจำโปรแกรมของ 8051 เป็นบริเวณหน่วยความจำสำหรับเก็บข้อมูลและคำสั่งใช้งานต่างๆ ซึ่งแม้ว่าจะไม่มีการจ่ายกระแสไฟฟ้าให้กับระบบ ข้อมูลเหล่านี้ยังคงอยู่ไม่สูญหาย โครงสร้างหน่วยความจำโปรแกรม มีลักษณะเช่นเดียวกับหน่วยความจำที่บรรจุอยู่ในไอซีหน่วยความจำประเภทต่างๆ เช่นหน่วยความจำแบบROM (Read Only Memory) หรือ อีพรอม (Erasable Programmable Read Only Memory) เป็นต้น 8051 สามารถอ่านข้อมูลหน่วยความจำโปรแกรมนี้ได้สูงสุดไม่เกิน 65 กิโลไบต์ และแยกประเภทความจำของหน่วยความจำโปรแกรมเป็น 2 ลักษณะตามตำแหน่งของหน่วยความจำนั้น คือ หน่วยความจำโปรแกรมภายใน (Inter Program Memory) ซึ่งเป็นหน่วยความจำ ROM หรือ อีพรอม ที่อยู่ภายในตัวไอซีไมโครคอนโทรลเลอร์เองและหน่วยความจำโปรแกรมภายนอก (External Program Memory) ซึ่งเป็นการใช้ไอซีหน่วยความจำมาทำหน้าที่เป็นหน่วยความจำโปรแกรมระบบไมโครโทรลเลอร์เบอร์ต่างๆ ที่จัดอยู่ภายในตระกูล 8051 นี้มีขนาดของหน่วยความจำโปรแกรมภายในแตกต่างกันออกไป เพื่อความเหมาะสมกับการไปใช้งานในลักษณะต่างๆ กัน 8052 และ 8052 มีหน่วยความจำแบบ ROM ขนาด 4 และ 8 กิโลไบต์ ตามลำดับประกอบอยู่ภายในแตกต่างกันออกไปเพื่อความเหมาะสมกับการนำไปใช้วงจรทางอุตสาหกรรมที่มีจำนวนการผลิตมาก เนื่องจากจะมีผลทำให้ต้นทุนค่าใช้จ่ายการผลิตหน่วยลดลงได้มาก 8751 มีหน่วยความจำแบบ อีพรอม ขนาด 4 กิโลไบต์อยู่ภายในไอซี

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ข้อมูลที่จัดเก็บอยู่ภายในนี้สามารถใช้แสงอัลตร้าไวโอเลตลบและนำกลับไปบรรจุโปรแกรมใหม่ได้อีกครั้งหนึ่งคล้ายคลึงกับไอซีหน่วยความจำ อีพรอม ที่จะกล่าวถึงในหัวข้อถัดไป ไมโครคอนโทรลเลอร์เบอร์นี้เหมาะสมกับงานด้านอุตสาหกรรมที่มีจำนวนการผลิตคราวละไม่มากนักหรืออาจจะเป็นงานประเภทต้นแบบภายในห้องปฏิบัติการ เป็นต้น

2.10.4 การเชื่อมต่อสัญญาณกับหน่วยความจำอีพรอมประกอบด้วย

สัญญาณที่เกี่ยวข้องสี่กลุ่มด้วยกัน คือ ขาสัญญาณสำหรับจ่ายไฟให้กับสัญญาณจ่ายไฟให้กับไอซี (Power) บัสแอดเดรสบัสข้อมูล และบัสสัญญาณควบคุมการส่งออกข้อมูลภายในอีพรอมจะประกอบด้วยบริเวณที่สามารถเก็บข้อมูลได้จำนวนมากซึ่งจะมีตำแหน่งในการอ้างถึงที่ระบุเฉพาะลงไปแน่นอน หรืออาจกล่าวในอีกลักษณะว่ามีแอดเดรส (Address) ที่แน่นอนสำหรับพื้นที่เก็บข้อมูลในแต่ละส่วนโดยปกติเราสามารถพิจารณาขนาดความจุได้จากลักษณะที่มักมีการอ้างถึงกัน เช่น 1024 x 8 หรือ 2048 x 8 เป็นต้น โดยค่าของตัวเลขชุดแรกจะระบุถึงจำนวนพื้นที่เก็บข้อมูลที่มีแอดเดรสระบุแน่นอนภายในไอซีนั้น ซึ่งในบางครั้งก็อาจจะระบุเป็นหน่วยของกิโลไบต์ (KB) แทน (1 KB เท่ากับ 1024 ไบต์) และค่าของตัวเลขที่สองนั้นเป็นการระบุถึงจำนวนบิตข้อมูลที่จะส่งออกมาจากไอซีหน่วยความจำในแต่ละตำแหน่งนั้น

สำหรับการพิจารณาจำนวนเส้นของสัญญาณแอดเดรสที่ใช้กับอีพรอมตัวหนึ่งๆ เท่านั้นยกตัวอย่างเช่น อีพรอม ที่มีขนาด 4096 x 8 เราจะนำตัวเลขค่าแรกที่บอกถึงจำนวนพื้นที่ที่จัดเก็บข้อมูลภายใน (ซึ่งก็คือความจุในการเก็บข้อมูล) มาแปลงให้อยู่ในรูปของเลขสองยกกำลัง ดังนี้ เมื่อค่าตัวเลข 4096 มีค่าเท่ากับ 2 ดังนั้นจำนวนของเส้นสัญญาณแอดเดรสที่มีใช้กับอีพรอมจึงมีทั้งหมด 12 เส้น เป็นต้น สัญญาณที่มาเชื่อมต่อเข้ากับกลุ่มสัญญาณแอดเดรสของอีพรอมมักจะเป็นกลุ่มของสัญญาณเอาต์พุตที่มาจากพอร์ตของไมโครคอนโทรลเลอร์ (โดยปกติจะเป็นบัสแอดเดรสของระบบ) เพื่อทำการกำหนดตำแหน่งของข้อมูลที่ต้องการข้อมูลภายในบัสแอดเดรสนี้จะถูกนำมาทำการถอดรหัสเพื่อหาตำแหน่งที่ต้องการภายในอีพรอมต่อไป ส่วนบัสข้อมูลมีหน้าที่สำหรับการเอาต์พุตข้อมูลที่เก็บอยู่ในตำแหน่งในหน่วยความจำซึ่งถูกระบุมาจากบัสแอดเดรสสำหรับสัญญาณควบคุมการส่งออกข้อมูล ได้แก่

1) สัญญาณ CS (Chip Select) มีหน้าที่เลือกให้อีพรอมทำงานโดยเมื่อสัญญาณแอกทีฟ (Active) หรือเป็นระดับลอจิกต่ำเป็นการยินยอมให้ อีพรอม ทำงานปกติ แต่ถ้าเป็นระดับลอจิกสูงจะไม่มีการทำงานใด ๆ ภายใน อีพรอม เกิดขึ้น รวมทั้งการถอดรหัสแอดเดรสหรือการส่งข้อมูลทางบัส

2) สัญญาณ QE (Output Enable) เมื่อสัญญาณแอกทีฟเป็นระดับลอจิกต่ำจะทำให้มีการไปนำข้อมูลภายในตำแหน่งที่ถูกระบุตามข้อมูลของบัสแอดเดรส และทำการส่งออกมายังบัสข้อมูล

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ของอีพรอมสัญญาณควบคุมนี้มักจะต่อเข้ากับสัญญาณ $\overline{RD}$ ของไมโครคอนโทรลเลอร์ลำดับสัญญาณการติดต่อเพื่ออ่านข้อมูลจาก อีพรอม เริ่มต้นไมโครคอนโทรลเลอร์จำต้องทำการส่งค่าแอดเดรสของหน่วยความจำที่ต้องการอ่านออกมาก่อนเป็นลำดับแรก ในช่วงเวลาถัดมาไมโครคอนโทรลเลอร์จะขับสัญญาณ CS ให้เป็นระดับลอจิกต่ำเพื่อเลือกให้ อีพรอม มีการทำงานขึ้นหลังจากนั้นจะหยุดรอระยะเวลาช่วงหนึ่งประมาณ 100 ถึง 300 นาโนวินาที ตามประเภทของอีพรอมที่ใช้งานช่วงเวลานี้เรียกว่า Access Time ทั้งนี้เพื่อเป็นการให้อีพรอมทำการถอดรหัสแอดเดรสที่รับเข้าและเตรียมพร้อมในการส่งข้อมูลออกมาไมโครคอนโทรลเลอร์ ดังนั้นจะขับสัญญาณ QE เป็นระดับลอจิกต่ำ เพื่อสั่งงานให้มีการนำข้อมูลภายในอีพรอมส่งออกมายังบัสข้อมูลจากนั้นไมโครคอนโทรลเลอร์จึงจะทำการรับข้อมูลภายในบัสข้อมูลได้ และเก็บเข้าไปยังรีจีสเตอร์ภายในต่อไป ในเวลาช่วงต่อมาไมโครคอนโทรลเลอร์จะต้องทำการขับสัญญาณ OE ให้กลับเป็นระดับลอจิกสูงเช่นเดิมเพื่อเป็นการทำให้สภาวะขาสัญญาณบัสข้อมูลของอีพรอมมีสภาวะเป็นทำให้อิมพีแดนซ์สูง (High Impedance) และไม่มีผลการทำงานอื่นๆ ที่เกี่ยวข้องกับบัสข้อมูลของระบบอีกต่อไป

3) การเชื่อมต่อหน่วยความจำโปรแกรมเนื่องจากระบบบัสแอดเดรส และบัสข้อมูลของไมโครคอนโทรลเลอร์ตัว8051 เป็นลักษณะแบบใช้การมัลติเพล็กซ์จากพอร์ตเดียวกัน คือ ในระยะเวลาเริ่มต้นเส้นสัญญาณเหล่านี้ของพอร์ตจะใช้ในการส่งค่าแอดเดรสของตำแหน่งที่ต้องการติดต่อด้วยในช่วงเวลาต่อมาจึงจะเปลี่ยนไปเป็นสภาวะอิมพีแดนซ์สูง เพื่อใช้ในงานในฐานะของบัสข้อมูล แต่ อีพรอม ที่ใช้ในงานกันทั่วไปนั้นไม่ใช้ในการมัลติเพล็กซ์ และมีขาสัญญาณบัสแอดเดรสและบัสข้อมูลแยกออกจากกันโดยชัดเจนดังนั้นการเชื่อมต่ออีพรอมเพื่อทำหน้าที่เป็นหน่วยความจำโปรแกรมจึงควรต้องมีวงจรประเภทแลตซ์ (Latch) ประกอบเพิ่มขึ้นเพื่อทำการค้างค่าของแอดเดรสที่ส่งออกมาจาก 8051 ในช่วงเวลาแรกให้กับขาสัญญาณแอดเดรสของ อีพรอม ต่อไปสัญญาณ EA (External Access) ใช้ในการกำหนดเลือกว่าจะอ่านข้อมูลมาจากหน่วยความจำโปรแกรมภายนอก หรือภายในตัวไอซีไมโครคอนโทรลเลอร์เอง ซึ่งหากเป็นระดับลอจิกต่ำจะอ่านข้อมูลมาจากหน่วยความจำโปรแกรมภายนอก และกรณีตรงข้ามจะอ่านข้อมูลมาจากหน่วยความจำโปรแกรมภายใน สิ่งที่ควรให้ความสังเกต คือ เมื่อมีการอ่านข้อมูลมาจากหน่วยความจำโปรแกรมภายใน และมีการใช้งานแอดเดรสที่อยู่ในช่วงที่สูงเกินกว่าค่าสูงสุดของหน่วยความจำภายในเช่นหากว่าเป็นเบอร์ 8751 ซึ่งหน่วยความจำโปรแกรมภายในสูงสุดเพียง 4 กิโลไบต์ (ไม่เกินแอดเดรส 0FFFH) แต่อ้างถึงตำแหน่งที่สูงกว่า 4 กิโลไบต์ เป็นต้น กรณีเช่นนี้ 8051 จะทำการอ่านค่าแอดเดรสที่สูงเกินกว่านี้มาจากหน่วยความจำโปรแกรมภายนอกโดยอัตโนมัติ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เวลาการติดต่อกับหน่วยความจำโปรแกรมภายนอกของ 8051 จะเห็นว่าภายในช่วงเวลาของแมชชีนไซเกิ้ลหนึ่งๆ นั้น 8051 มีการนำข้อมูลมาถึงสองครั้งด้วยกันดังนั้นการทำงานของ 8051 จึงจะไปอ่านข้อมูลโปรแกรมมาเป็นจำนวนทวีคูณเสมอในช่วงเวลาเริ่มต้นของการติดต่อกับหน่วยความจำภายนอกพอร์ต 0 จะทำเป็นค่าของแอดเดรสทางไบต์ต่ำ (A0-A7) และในเวลาต่อมาจึงจะเป็นบัสข้อมูลการส่งค่าของแอดเดรสไบต์ต่ำนี้จะอยู่ราวช่วงเวลาของขอบขาลงของสัญญาณ ALE และจะยังคงอยู่จนเมื่อสัญญาณ PSEN เปลี่ยนไปเป็นระดับสัญญาณลอจิกต่ำ ดังนั้นการออกแบบวงจรจึงมักใช้สัญญาณ ALE นี้ในการทำให้ไอซีค้างระดับสัญญาณแอดเดรสเหล่านี้ไว้ส่วนสัญญาณ PSEN จะใช้ในการเลือกให้เอาไว้อีพรอมทำงาน และอ่านค่าข้อมูลกลับมาเมื่อมีสัญญาณ PSEN เป็นระดับลอจิกต่ำอีพรอมก็ทำการถอดแอดเดรส และส่งข้อมูลที่อยู่ในตำแหน่งนั้นออกมาโดยสัญญาณ PSEN นี้จะค้างสภาวะไว้สภาวะที่เป็นลอจิกต่ำไว้ช่วงเวลาหนึ่งเพื่อให้ข้อมูลที่ถูกส่งออกมาจากอีพรอม เรียบร้อยแล้วจึงค่อยกลับเป็นระดับลอจิกสูงเช่นเดิม ในช่วงจังหวะขาขึ้นของสัญญาณ PSEN นี้เองที่ 8051 ทำการสุ่มอ่านข้อมูลเข้ามาสำหรับข้อมูลทางพอร์ต 2 ซึ่งเป็นค่าแอดเดรสไบต์สูง (A8 - A15) นั้นจะถูกส่งออกมาในราวช่วงกึ่งกลางระหว่างที่สัญญาณ ALE เป็นลอจิกสูงซึ่งก็เป็นเวลาใกล้เคียง กับการส่งค่าแอดเดรสไบต์ต่ำออกมาทางพอร์ต 0 สำหรับค่าแอดเดรสพอร์ต 2 นั้นจะค้างอยู่ตลอดช่วงรอบเวลาของการติดต่อกับหน่วยความจำโปรแกรม

การใช้งานไมโครคอนโทรลเลอร์ 8051 ไม่มีหน่วยความจำโปรแกรมนั้นจำเป็นจะต้องเชื่อมต่อเข้ากับหน่วยความจำโปรแกรมซึ่งเป็นไอซีอีพรอมและต้องกำหนดให้เริ่มต้นที่แอดเดรส 0000H เสมอทั้งนี้เพราะเมื่อมีการรีเซตหรือเริ่มต้นการจ่ายไฟฟ้าให้กับ 8051 จะได้เริ่มต้นทำงานตามคำสั่งที่แอดเดรสแสดงให้เห็นวิธีการเชื่อมต่อหน่วยความจำโปรแกรมภายนอกให้ได้เข้ากับระบบ 8051 ด้วยการใช้ไอซีหน่วยความจำ อีพรอม ขนาด 8K x 8 บิต เบอร์ 2764 ในรูปนี้ใช้สัญญาณ CS เชื่อมต่อโดยตรงเข้ากับขาสัญญาณ PSEN ของ 8051 ซึ่งจะมีผลทำให้ไม่ว่าจะทำคำสั่งใดๆ ที่เกี่ยวข้องกับหน่วยความจำโปรแกรมแล้วก็จะเป็นการเลือกให้ อีพรอม นี้ทำงานตลอดเวลา

2.10.5 การสร้างสัญญาณเลือกอีพรอมหลายตัว

ขนาดของหน่วยความจำโปรแกรมภายนอกจะได้สูงสุดถึง 64 กิโลไบต์ ดังนั้นในกรณีที่ต้องใช้อีพรอมจำนวนหลายตัวประกอบกันเพื่อให้ครอบคลุมแอดเดรสที่มากขึ้นกว่าความจุของอีพรอม เพียงตัวเดียวก็สามารถจะกระทำได้ ซึ่งเป็นการใช้วงจรถอดรหัสแอดเดรสสำหรับกำหนดพื้นที่หน่วยความจำของอีพรอมแต่ละตัวว่าอยู่ในบริเวณใดของส่วนทั้งหมด 64 กิโลไบต์ ในที่นี้เป็นไอซีเบอร์ 74ls138 (3-to Line decoder) โดยต่อทางด้านอินพุตเข้ากับสัญญาณ P2.5-P2.7 และนำสัญญาณทางด้านเอาต์พุตแต่ละเส้นมาสร้างเป็นสัญญาณ CS ให้กับ อีพรอม แต่ละตัว เพื่อให้ทำงานในช่วงกันช่วงละ 8 กิโลไบต์ ดังแสดงในตารางที่ 2.3

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สัญญาณทางด้านเอาต์พุตแต่ละเส้นมาสร้างเป็นสัญญาณ CS ให้กับ อีพรอม แต่ละตัว เพื่อให้ทำงานในช่วงกันช่วงละ 8 กิโลไบต์ ดังแสดงในตารางที่ 2.3

ตารางที่ 2.3 การอ้างแอดเดรสหน่วยความจำของอีพรอมจำนวนหลายตัว

อีพรอม	ตำแหน่ง	A15	A14	A13
1	0000H ถึง 1FFFH	0	0	0
2	2000H ถึง 3FFFH	0	0	1
3	4000H ถึง 5FFFH	0	1	0
4	6000H ถึง 7FFFH	0	1	1
5	8000H ถึง 9FFFH	1	0	0
6	A000H ถึง BFFFH	1	0	1
7	C000H ถึง DFFFH	1	1	0
8	E000H ถึง FFFFH	1	1	1

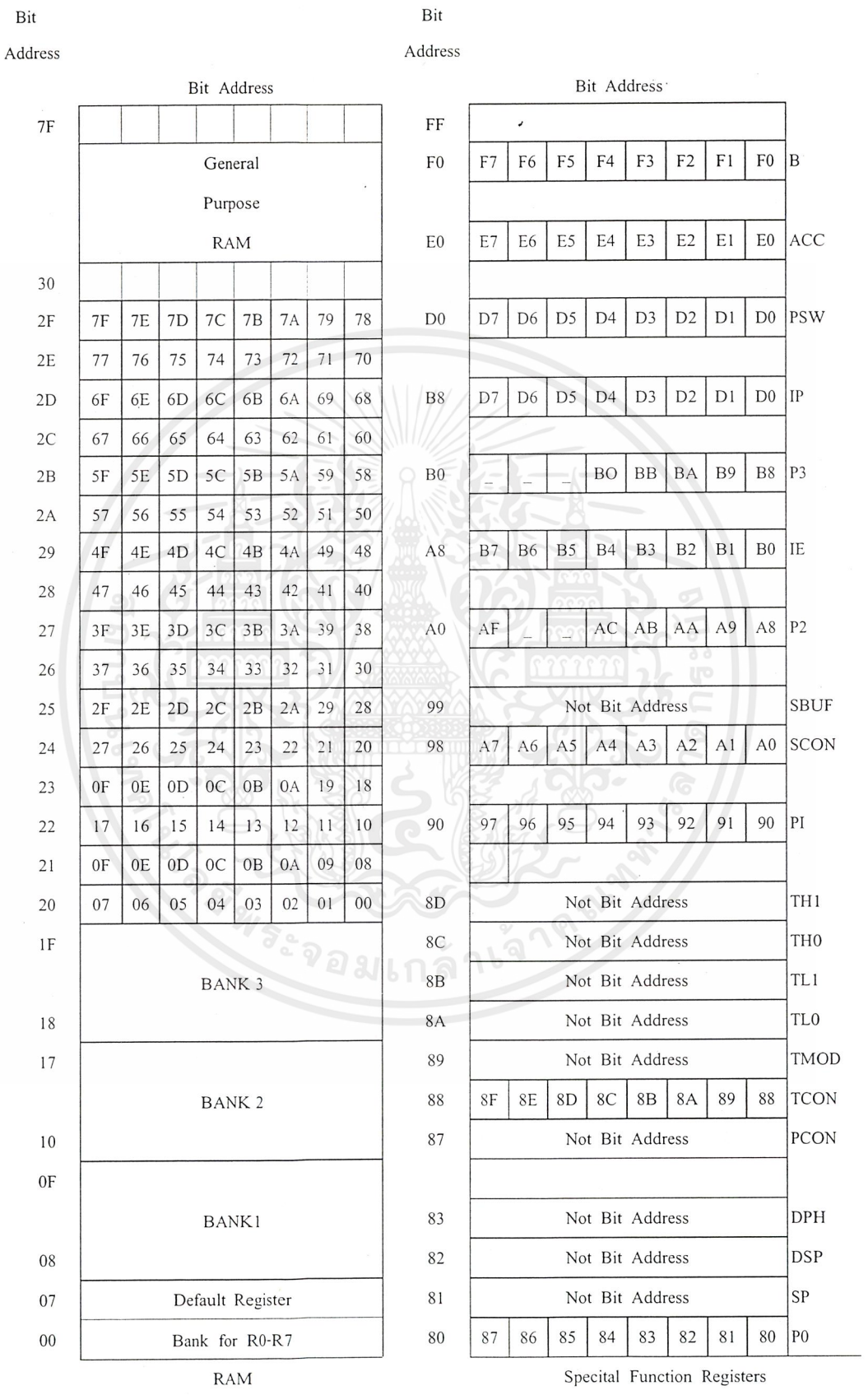
2.10.6 หน่วยความจำข้อมูล

หน่วยความจำข้อมูลทั้งหมดมี 256 ไบต์ โดยสามารถแยกออก 2 ลักษณะคือ พื้นที่ใช้เป็นตัวประมวลผลกลางและอีกส่วนคือรีจีสเตอร์โดยหน่วยความจำ 128 ไบต์แรกนั้นจะมีตำแหน่งแอดเดรสในช่วง 00H - 1FH โดยทำการแยกกลุ่มได้ 4 แบงก์ ข้อมูลกลุ่มละ 8 บิต โดยจะมีรีจีสเตอร์ R0 - R7 ใช้งานโดยทุกแบงก์สามารถใช้รีจีสเตอร์ R0 - R7 ได้หมดดังตารางที่ 2.4

ตารางที่ 2.4 ตำแหน่งรีจีสเตอร์แบงก์

แอสเดรส	รีจีสเตอร์แบงก์	ชื่อรีจีสเตอร์ใช้งาน
00H - 07H	0	R0 - R7
08H - 0FH	1	R0 - R7
10H - 17H	2	R0 - R7
18H - 1FH	3	R0 - R7

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.12 ตำแหน่งของหน่วยความจำทั้งแบบบิตและไบต์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1) ตำแหน่งของหน่วยความจำทั้งแบบบิตและไบต์

1.1) บริเวณแอสเดรสที่ 20H-2FH โดยจะเป็นบริเวณที่มีความพิเศษคือสามารถที่จะอ้างหน่วยความจำแบบ ไบต์ข้อมูล และอ้างแบบบิตได้โดยตรงแสดงในตารางที่ 2.5

1.2) บริเวณแอสเดรสที่ 30H-7FH เป็นการใช้งานอย่างอิสระสามารถที่จะอ้างถึงในลักษณะไบต์ข้อมูลได้ แสดงในรูปที่ 2.12

1.3) หน่วยความจำ 128 ไบต์ถัดไป โดยมีหน่วยความจำใช้งานเฉพาะ 8051 ที่ใช้เป็นรีจีสเตอร์หน้าที่พิเศษ (Special Function Register: SFR) มี 20 ตำแหน่งโดยอยู่ในตำแหน่งแอดเดรสที่ 80H - FFH แสดงดังในรูปที่ 2.12

1.4) รีจีสเตอร์ฟังก์ชั่นพิเศษ (Special Function Register: SFR)

1.5) Program Status Word (PSW) จะอยู่ที่ตำแหน่งD0Hซึ่งสามารถเข้าถึงข้อมูลระดับบิตได้โดยที่รีจีสเตอร์นี้เป็นตัวบอกสภาวะต่างๆ ของไมโครคอนโทรลเลอร์ความหมายของแต่ละบิตแสดงได้ดังในตารางที่ 2.5

ตารางที่ 2.5 บิตและหน้าที่ต่างๆ ของ PSW

CY	AC	F0	RS1	RS0	OV	-	P

บิต	ชื่อบิต	ตำแหน่ง	ความหมาย
PSW.7	CY	D7H	Carry Flag
PSW.6	AC	D6H	Auxilary Carry Flag
PSW.5	F0	D5H	Flog 0
PSW.4	RS1	D4H	บิตเลือก Register Bank 1
PSW.3	RS0	D3H	บิตเลือก Register Bank 0
			00 = Bank 0 ; Address 00H – 07H 01 = Bank 1 ; Address 08H – 0FH 10 = Bank 2 ; Address 10H – 17H 11 = Bank 3 ; Address 18H – 1FH
PSW.2	OV	D2H	Overflow Flag
PSW.1	-	D1H	Reserved
PSW.0	P	D0H	Even Parity Flag

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2) บิตและหน้าที่ต่างๆ ของ PSW

2.1) แฟลกตัวทด Carry Flag (CF) บิตนี้เป็นบิตที่ 7 ของ PSW บิตนี้จะมีความสำคัญมาก หากมีการกระทำทางคณิตศาสตร์โดยที่บิตนี้จะ Set เมื่อเกิดการทดของบิตที่ 7 ขณะที่ทำการบวกเลข หรือ Set เมื่อเกิดการยืมจนเกิดการลบเลข

2.2) แฟลกตัวช่วยทด Auxilary Carry Flag เมื่อมีการบวกแบบ Binary-Code-Decimal (BCD) บิต Auxilary Carry Flag นี้จะถูกเซตเมื่อทดจากบิตที่ 3 ไป บิตที่ 4 หรือถ้าใน Lower Nibble มีค่า 0AH-0FH เนื่องจากรหัส BCD นี้มีค่าสูงสุดแค่ 9 ถ้ามีการบวกเพิ่มต้องตามด้วย คำสั่ง ADD เพื่อปรับค่าเกิน 9 โดยบวกอีก 6 เข้าไปแทนเลขฐาน 10

2.3) แฟลก 0 เป็นแฟลกที่ใช้งานกันทั่วไป

2.4) บิตเลือกรีจีสเตอร์แบงก์ ตามที่ทราบว่าในชุดรีจีสเตอร์นั้นมีอยู่ 4 แบงก์ดังนั้นถ้าเลือกชุดใดที่แอกทีฟก็กำหนดได้ โดยใช้บิต RS1, RS0

2.5) แฟลกโอเวอร์โฟลว์จะถูก Set หลังจากที่ผ่านกระบวนทางคณิตศาสตร์และจะเกิด Overflow Flag คือจำนวนในการบวก หรือลบมีค่าที่จำนวนไบต์จะเป็นไปได้คือ มากกว่า +128 ถึง -128

2.6) บิตพาริตี้ เป็นบิตที่บอกพาริตี้ ของ Accumlator ซึ่งอาจถูกตรวจสอบความถูกต้องของข้อมูลได้

3) รีจีสเตอร์ B

เป็นรีจีสเตอร์ที่ใช้สำหรับการกระทำคำสั่งการคูณและการหารตัวเลขในกรณีที่ไม่ใช้ในการคำนวนทางคณิตศาตร์ก็สามารถที่จะใช้งาน เช่นเดียวกับรีจีสเตอร์อื่นๆ

4) รีจีสเตอร์ Data Pointer DPTR

เป็นรีจีสเตอร์ที่ใช้ในการชี้ตำแหน่งแอสเดรสของหน่วยความจำโปรแกรมหรือข้อมูลโดยมีรีจีสเตอร์ 2 ตัวคือ DPL และ DPH เป็นรีจีสเตอร์ขนาด 16 บิต

5) สแต็กพอยน์เตอร์ (Stack Pointer)

เป็นรีจีสเตอร์ที่มีขนาด 8 บิต ทำหน้าที่ในการเก็บตำแหน่งของตัวชี้พรือพอยน์เตอร์ของบริเวณสแต็กสำหรับเก็บข้อมูลของแอกคิวมูเลเตอร์รีจีสเตอร์ต่างๆ รวมทั้งข้อมูลโปรแกรมโดยจะกระทำเริ่มทำการชี้ที่ ตำแหน่ง 07H

6) รีจีสเตอร์ที่เกี่ยวกับพอร์ต

โดยเป็นรีจีสเตอร์ขนาด 8 บิตสามารถที่จะใช้งานเป็นพอร์ตอินพุตหรือเอาต์พุตได้ เช่น พอร์ต 1

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

7) รีจีสเตอร์ SBUF

เป็นบัฟเฟอร์ขนาด 8 บิตสำหรับในการสื่อสารแบบอนุกรมทั้งการรับและการส่ง

8) รีจิสเตอร์ PCON

เป็นรีจีสเตอร์ที่ใช้ในการควบคุมแบบสามสถานะอยู่ตำแหน่งที่ 87H คือจะหยุดจ่ายสัญญาณนาฬิกาให้กับ MCS-51 ข้อมูลไม่มีการเปลี่ยนแปลง

2.10.7 การอินเตอร์รัพต์

ไมโครคอนโทรลเลอร์สามารถที่จะเกิดการอินเตอร์รัพต์ได้โดยจำแนกได้เป็นสัญญาณอินเตอร์รัพต์จากภายนอกโดยจะสามารถตรวจสอบได้โดยเมื่อการเปลี่ยนแปลงระดับสัญญาณไปแล้วหรือจากลอจิกสูงไปสู่ลอจิกต่ำและการอินเตอร์รัพต์จากภายในซึ่งอยู่ภายในตัวไมโครคอนโทรลเลอร์เอง จากรูปที่ 2.13 โครงสร้างนั้นเมื่อเกิดการอินเตอร์รัพต์จะส่งผลไปให้โปรเซสเซอร์กระโดดไปทำงานที่ตำแหน่งแอสเดรสต่างๆ ตามประเภทของแหล่งกำเนิดสัญญาณอินเตอร์รัพต์ที่เกิดขึ้นโดยปกติแล้วควรจะมีการสร้างโปรแกรมที่ตำแหน่งเหล่านี้ไว้เพื่อเป็นโปรแกรมย่อยบริการอินเตอร์รัพต์

ตารางที่ 2.6 สัญญาณที่เกิดการทำอินเตอร์รัพต์ 8051 เกิดได้ 5 สถานะ

สัญญาณ	ความหมาย
INT0	สัญญาณอินเตอร์รัพต์จากภายนอกทางขาสัญญาณ P3.2 โดย 8051จะสุ่มตัวอย่างเมื่อสิ้นสุดทุกแมชชีนไซเคิ้ล
INT1	สัญญาณอินเตอร์รัพต์จากภายนอกทางขาสัญญาณ P3.3 โดย 8051จะสุ่มตัวอย่างเมื่อสิ้นสุดทุกแมชชีนไซเคิ้ล
Timer0	สัญญาณเกิดการโอเวอร์โฟลว์ของ Timer0
Time	สัญญาณเกิดการโอเวอร์โฟลว์ของ Timer1
พอร์ตอนุกรม	การเกิดสัญญาณอินเตอร์รัพต์ที่เกิดขึ้นจากการรับ/ส่งข้อมูลอนุกรมทำให้มีผลต่อแฟลกอินเตอร์รัพต์ R1 และ T1

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.11 มอเตอร์

2.11.1 มอเตอร์แบบยูนิเวอร์แซล (Universal motor)

มอเตอร์แบบนี้ทำงานโดยอาศัยหลักการของซีรีส์มอเต้อร์ คือ ขดลวดอาเมเจอร์บนโรเตอร์ต่ออนุกรมกับขดลวดฟิลด์ซึ่งพันอยู่ที่สเตเตอร์ ดังนั้นจึงรับพลังงานไฟฟ้าจากแหล่งจ่ายไฟเข้าไปในขดลวดอาเมเจอร์และขดลวดฟิลด์โดยตรงจึงไม่สามารถจัดให้มอเตอร์แบบยูนิเวอร์แซลอยู่ในประเภทมอเตอร์เหนี่ยวนำเฟสเดียวได้

2.11.2 มอเตอร์เหนี่ยวนำเฟสเดียว (Single Phase Induction Motor)

มอเตอร์เหนี่ยวนำเฟสเดียวมีสนามแม่เหล็กซึ่งเปลี่ยนแปลงตามความถี่ของไฟฟ้ากระแสสลับ เช่นเดียวกับมอเตอร์ 3 เฟส แต่แทนที่จะเกิดสนามแม่เหล็กหมุนเหมือนกับมอเตอร์ 3 เฟส ก็เพียงแต่สลับทิศทางตามการเปลี่ยนแปลงของของกระแสไฟฟ้าสลับเท่านั้นด้วยเหตุดังกล่าวโรเตอร์จึงไม่สามารถทำการหมุนได้ไม่ว่าวิธีใดก็สามารถสร้างสนามแม่เหล็กหมุนขึ้นได้เอง และสามารถหมุนแรงบิดหมุนต่อเนื่องต่อไปได้ เช่นเดียวกับกรณีมอเตอร์เหนี่ยวนำสามเฟส ขณะที่ไฟเฟสใดเฟสหนึ่งขาดหายไปขณะใช้งานหมุนอยู่ก็จะกลายเป็นมอเตอร์เหนี่ยวนำเฟสเดียว และยังคงหมุนต่อไปได้โดยไม่หยุด

ดังนั้นหลักสำคัญในการสร้างมอเตอร์เหนี่ยวนำเฟสเดียว ก็คือทำให้โรเตอร์เริ่มหมุนได้ด้วยตนเอง โดยใช้วิธีการต่างๆกัน ทำให้มีมอเตอร์เหนี่ยวนำเฟสเดียวเกิดขึ้นหลายแบบด้วยกันซึ่งแต่ละแบบก็มีคุณลักษณะและการนำไปใช้งานแตกต่างกัน

2.11.3 มอเตอร์เหนี่ยวนำแบบแยกเฟส

มีส่วนประกอบสำคัญดังนี้

1) สเตเตอร์ ประกอบด้วยชุดลวด 2 ชุด คือ ขดลวดสตาร์ท (Starting Winding Or Auxiliary Winding) และ ขดลวดหลัก หรือ ขดรัน (Running Winding Or Main Winding) ขดลวดสตาร์ทใช้ลวดขนาดเล็กกว่า และพันจำนวนรอบน้อยกว่าขดรัน จึงมีค่าความต้านทานสูง แต่ค่ารีแอคแตนซ์ต่ำเนื่องจากการพันทับขดรันจึงอยู่ส่วนบนของร่องอยู่ใกล้ระหว่างช่องสูญญากาศ จึงทำให้มีค่าอินดักแตนซ์ต่ำ แต่ค่ารีแอคแตนซ์สูงเนื่องจากพันอยู่ด้านล่างของร่องจึงมีแกนเหล็กล้อมรอบมากทำให้มีค่าอินดัคแตนซ์สูง

ขดลวดทั้งสองชุดจะถูกพันให้เรียงห่างกัน 90 องศา ทางไฟฟ้าโดยขดสตาร์ทจะต่ออนุกรมกับสวิตช์แรงเหวี่ยง (Centrifugal Switch) แล้วต่อขนานกับขดรันดังวงจร

2) โรเตอร์ เป็นแบบทรงกระบอก เช่นเดียวกับมอเตอร์เหนี่ยวนำสามเฟส

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3) ฝาครอบ หรือ ฝาปิดหัวท้าย (End Plates) ยึดติดกับสเตเตอร์ด้วยสกูรและโบลท์หน้าที่หลักของฝาครอบก็คือ รองรับเพลาของโรเตอร์ด้วยแบริ่งให้หมุนอยู่ในแนวศูนย์กลาง

4) สวิตซ์แรงเหวี่ยง (Centrifugal Switch) มีหน้าที่ตัดชดลวดสตาร์ทออกจากวงจรหลังจากโรเตอร์หมุนด้วยความเร็วประมาณ 75 % ของความเร็วเต็มพิกัด

2.11.4 หลักการทำงานของมอเตอร์

เมื่อป้อนแรงดันไฟฟ้ากระแสสลับให้กับขดลวดสเตเตอร์จะมีกระแสไหลในขดลวดแต่ละชุดเนื่องจากขดลวดทั้งสองชุดมีค่ารีแอคแตนซ์ต่างกันดังได้กล่าวมาแล้ว ดังนั้นกระแสไฟฟ้าในขดลวดแต่ละชุดจึงต่างเฟสกัน (Out Of Phase) โดยกระแสในขดรัน (Im) จะล้าหลังแรงดันป้อน (V) เกือบ 90 องศาทางไฟฟ้าต่อกระแสที่ไหลในขดสตาร์ท (Ia) เกือบจะอินเฟส (inphase) กับแรงดันป้อนดังเวคเตอร์ไดอะแกรม

การต่างเฟสกันของกระแสไหลในขดลวดทั้งสองชุดทำให้มีสนามแม่เหล็กหมุนเกิดขึ้นที่สเตเตอร์หมุนด้วยความเร็วซิงโครนัส สนามแม่เหล็กหมุนจากสเตเตอร์นี้จะตัดกับตัวนำในโรเตอร์ทำให้เกิดแรงเคลื่อนไฟฟ้าเหนี่ยวนำ และมีกระแสในโรเตอร์การดึงดูดและผลักกันระหว่างสนามแม่เหล็กทั้งสองแห่งทำให้เกิดแรงบิดที่โรเตอร์ ทำให้โรเตอร์หมุนได้และหมุนไปในทิศทางเดียวกันกับสนามแม่เหล็กหมุนเมื่อโรเตอร์หมุนได้ด้วยความเร็วประมาณ 75 % ของความเร็วเต็มพิกัดสวิตช์แรงเหวี่ยงจะเปิดวงจรขดลวดสตาร์ท มอเตอร์ก็จะทำงานต่อไปโดยอาศัยขดรันเพียงชุดเดียว

2.11.5 การนำไปใช้งาน

1) มอเตอร์แบบสปลิท-เฟส มีการออกแบบไว้เป็น 2 ลักษณะ คือ

1.1) แบบใช้งานทั่วไป (General-Purpose) มีขนาดพิกัดตั้งแต่ 1/20 – 3/4 hp. มีแรงบิดเริ่มหมุนประมาณ 90 – 2000% ของแรงบิดเต็มพิกัด แรงบิดสูงสุดประมาณ 185 – 250% ของแรงบิดเต็มพิกัดมีค่าเพาเวอร์แฟคเตอร์และประสิทธิภาพเมื่อโหลดเต็มพิกัดประมาณ 56–65% และ 62-67% ตามลำดับเหมาะกับงานประเภท พัดลม โบลวเวอร์ เครื่องถ่ายเอกสาร, เครื่องบดเนื้อ, เครื่องบดน้ำแข็ง และโหลดอื่นๆ ที่มีแรงเฉื่อยต่ำ (Low–Inertia Loads) โหลดที่ต้องการแรงบิดเริ่มหมุนต่ำหรือปานกลาง และโหลดที่ต้องทำงานอย่างต่อเนื่องเป็นเวลานานๆ

1.2) แบบใช้แรงบิดสูง (High-Torue) มีขนาดพิกัดกำลังตั้งแต่ 1/6 ถึง 1/3 hp. มีแรงบิดเริ่มหมุนประมาณ 200-275% ของแรงบิดเต็มพิกัดแรงบิดสูงสุดถึง 350% ของแรงบิดเต็มพิกัดมีค่าเพาเวอร์แฟคเตอร์และประสิทธิภาพเมื่อโหลดเต็มพิกัดประมาณ 50 - 62% และ 45 – 61% ตามลำดับเหมาะกับงานประเภท เครื่องซักผ้า, สูบน้ำระดับตื้นๆ, เตาน้ำมัน, หินเจียร์ และโหลดอื่นๆ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ที่ต้องการแรงบิดเริ่มหมุนสูงและปานกลางการกลับทางหมุนทำได้โดยสลับปลายสายของขดลวดสตาร์ทหรือขดรันอย่างใดอย่างหนึ่ง

2) หลักการทำงาน

เหมือนกับมอเตอร์แบบแยกเฟสคือ เมื่อมอเตอร์หมุนได้ความเร็วประมาณ 75% ของความเร็วเต็มพิกัด สวิตช์แรงเหวี่ยงจะเปิดวงจรขดสตาร์ทตัดคาปาซิเตอร์ และขดสตาร์ทออกจากวงจรมอเตอร์ยังคงทำงานต่อไปโดยอาศัยขดรันเพียงขดเดียว

3) คุณลักษณะและการนำไปใช้งาน

การต่อคาปาซิเตอร์เข้าไปในวงจรสตาร์ท ทำให้มอเตอร์แบบนี้มีแรงบิดหมุนสูงมากประมาณ 350-435% ของแรงบิดเต็มพิกัด มีแรงบิดสูงประมาณ 400% ของแรงบิดเต็มพิกัด มีค่าเพาเวอร์แฟคเตอร์และประสิทธิภาพเมื่อโหลดเต็มพิกัดประมาณ 80-95% และ 55-65% ตามลำดับมีกระแสขณะเริ่มสตาร์ทประมาณ 400-500% ของกระแสเต็มพิกัดขนาดพิกัดกำลังของมอเตอร์แบบนี้ประมาณ 1/8-1 hp. เหมาะกับงานประเภทปั๊มน้ำชนิดต่างๆ คอมเพรสเซอร์เครื่องบดน้ำแข็งสายพานลำเลียง เครื่องเจาะ หินเจียร์ และงานขับโหลดด้วยสายพานที่มีความฝืดสูงๆ

4) มอเตอร์แบบคาปาซิเตอร์ (Capacitor Type Motor)

เนื่องจากมอเตอร์แบบแยกเฟสมีแรงบิดเริ่มหมุนค่อยข้างต่ำ เพราะว่ากระแสในขดสตาร์ทกับขดรันต่างเฟสกันเป็นมุม 30-50 องศาไฟฟ้าเท่านั้น ดังนั้นเมื่อต้องการให้มอเตอร์มีแรงบิดเริ่มหมุนสูง จึงต้องใช้ คาปาซิเตอร์ต่อเข้ากับวงจรของขดสตาร์ท

มอเตอร์แบบคาปาซิเตอร์ แบ่งออกได้เป็น 3 แบบ แต่ละแบบมีคุณลักษณะที่แตกต่างกันสิ่งที่เหมือนๆ กันก็คือ มีขดลวดสเตเตอร์ 2 ชุด คือ ขดรันกับขดสตาร์ทพันไว้ห่างเรียงกัน 90 องศาทางไฟฟ้าและขดสตาร์ทจะต้องต่ออนุกรมกับคาปาซิเตอร์เสมอ

5) มอเตอร์แบบคาปาซิเตอร์สตาร์ท (Capacitor Start Motor)

มอเตอร์แบบนี้มีโครงสร้างส่วนใหญ่ เหมือนกับมอเตอร์แบบแยกเฟส แต่เพิ่มคาปาซิเตอร์อีก 2 ตัว เพื่อต่ออนุกรมกับขดลวดสตาร์ทเท่านั้น

การต่อคาปาซิเตอร์อนุกรมกับขดลวดสตาร์ท ทำให้กระแสที่ไหลผ่านขดลวดสตาร์ท (Ia) นำหน้าแรงดันป้อน (V) ซึ่งจะนำหน้ามากหรือน้อยขึ้นอยู่กับค่าความจุของ คาปาซิเตอร์ส่วนกระแสที่ไหลผ่านขอรัน ก็ยังคงล้าหลังแรงดันป้อนเหมือนเดิม จึงทำให้กระแสในขดสตาร์ท (Ia) นำหน้ากระแสในขดรัน (Im) เกือบ 90 องศาทางไฟฟ้า

2.11.6 มอเตอร์แบบคาปาซิเตอร์

คาปาซิเตอร์ที่ใช้ช่วยสตาร์ทมอเตอร์แบบนี้เป็นคาปาซิเตอร์ชนิดอิเล็กทรอไลติก (Dry–Type Electrolytic Capacitor) ผลิตขึ้นโดยม้วนแผ่นอลูมิเนียมบางๆ 2 แผ่นเข้าด้วยกัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตรงกลางระหว่างแผ่นมีวัสดุฉนวน เช่นผ้าก็อสชุบอิเล็กทรอไลต์ไว้จนอิ่มตัวอิเล็กทรอไลต์จะทำให้เกิดไขขึ้นตรงกลางระหว่างแผ่นอลูมิเนียมทั้งสองแล้วจึงม้วนเป็นรูปทรงกระบอกบรรจุลงในกล่องอลูมิเนียมหรือกล่องพลาสติก และมีขั้วไฟฟ้าต่อไว้พร้อมกับรูระบายแก๊ส

1) คุณสมบัติที่ควรทราบมีดังนี้

1.1) ขนาดของแรงดันไฟฟ้า (Voltage Rating) ควรเลือกใช้คาปาซิเตอร์ให้สามารถทนแรงดันไฟฟ้ากว่าแรงดันที่กำหนดขึ้นอีก 10-20% หรือตรงกับขนาดพิกัดแรงดันไฟฟ้าคือ 200 V เป็นอย่างต่ำ

1.2) ขนาดของความจุ (Capacitance Rating) ต้องเลือกใช้คาปาซิเตอร์ที่มีความจุพอดีกับขนาดของมอเตอร์อย่าลืมว่าขนาดความจุยิ่งสูงราคายิ่งแพงขนาดความจุของคาปาซิเตอร์ที่เหมาะสมกับพิกัดกระแสของมอเตอร์กับแรงดัน 200 V ขนาดของคาปาซิเตอร์ที่ควรเลือกใช้กับแรงดัน 200 V (Vmax 280 V)

1.3) อุณหภูมิและการใช้งาน (Ambient Temperature) ขนาดของความจุคาปาซิเตอร์ตามปกติวัด ณ ค่าอุณหภูมิ 25 องศาเซลเซียส แต่สามารถใช้งานได้จนกระทั่งอุณหภูมิของห้องเพิ่มขึ้นถึง 80 องศาเซลเซียสอุณหภูมิยิ่งสูงการใช้งานของคาปาซิเตอร์ยิ่งสั้นลง ณ อุณหภูมิ 95 องศาเซลเซียส ก็ยังพอใช้งานได้อยู่ แต่ต้องใช้แบบเดินๆ หยุดๆ

หากอุณหภูมิของห้องต่ำกว่า 0 องศาเซลเซียส คาปาซิเตอร์ยังใช้งานได้ดี แต่ขนาดค่าความจุจะลดลง เช่น อุณหภูมิ – 50 องศาเซลเซียส ค่าความจุจะลดลงประมาณ 50% เป็นต้น

1.4) พิกัดการใช้งาน (Duty Cycle) ตามปกติคาปาซิเตอร์ที่ใช้ในงานสตาร์ทมอเตอร์มักจะมีข้อกำหนดห้ามไว้ว่าจะสตาร์ทมอเตอร์ได้ไม่เกิน 20 ในหนึ่งชั่วโมง และช่วงเวลาในการสตาร์ทแต่ละครั้งต้องไม่เกิน 3 นาที โดยเฉพาะอย่างยิ่งคาปาซิเตอร์แบบอิเล็กทรอไลติกเป็นคาปาซิเตอร์ที่มีความจุสูงต่อไว้ใช้งานในช่วงเวลาสั้นๆ ประมาณ 2-3 วินาทีเท่านั้น (Intermittent- Duty) ถ้าต่อทิ้งไว้นานจะเกิดการเสียหายได้

2.11.7 มอเตอร์แบบคาปาซิเตอร์สตาร์ท-คาปาซิเตอร์รัน (Capacitor Start-Capacitor Run Motor)

มอเตอร์แบบนี้มีอีกชื่ออย่างหนึ่งว่ามอเตอร์แบบเปอร์มาเนนท์–สปลิทคาปาซิเตอร์ (Permanent–Split Capacitor Motor) มีลักษณะโครงสร้างทั่วๆ ไปเหมือนกับแบบคาปาซิเตอร์สตาร์ท แต่ไม่มีสวิตช์แรงเหวี่ยง ดังนั้นทั้งคาปาซิเตอร์ และขอลวดต้องต่ออยู่ในวงจรตลอดเวลาทั้งในขณะเริ่มสตาร์ทและขณะเดินเครื่องใช้งาน

คาปาซิเตอร์ที่ต่อใช้งานกับมอเตอร์แบบนี้เป็นคาปาซิเตอร์ชนิดบรรจุน้ำมัน (Oil-Filled-Capacitor) ฉนวนคั่นกลางระหว่างแผ่นอลูมิเนียมทำด้วยกระดาษแผ่นบางๆ อาบด้วยน้ำมันฉนวน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

แล้วม้วนเป็นทรงกระบอก หรือพับเป็นรูปสี่เหลี่ยม แล้วบรรจุลงในกล่องอลูมิเนียมหรือกล่องพลาสติก คาปาซิเตอร์แบบนี้มีความจุต่ำ แต่สามารถต่อใช้งานได้เป็นระยะเวลานานๆ (Continuous Duty)

1) คุณลักษณะและการนำไปใช้งาน

มอเตอร์แบบคาปาซิเตอร์ สตาร์ท-คาปาซิเตอร์ มีการออกแบบไว้ 2 ลักษณะ คือ

1.1) แบบแรงบิดเริ่มหมุนต่ำ (Low Starting Torque) มีขนาดแรงพิกัดกำลังตั้งแต่ 1/20–3/4 hp. มีแรงบิดเริ่มหมุนประมาณ 60-75%ของแรงบิดเต็มพิกัดและแรงบิดสูงสุดประมาณ 225% ของแรงบิดเต็มพิกัดมีค่าเพาเวอร์แฟคเตอร์และประสิทธิภาพเมื่อโหลดเต็มพิกัดประมาณ 80-95% และ 55-65% ตามลำดับ ไม่เหมาะกับงานที่ยึดติดกับเพลาของมอเตอร์โดยตรงเช่น พัดลม โบลว์เวอร์ ปั๊มแรงเหวี่ยง และโหลดอื่นๆ ที่ต้องการแรงบิดเริ่มหมุนต่ำ

1.2) แบบแรงบิดเริ่มหมุนปกติ (Normal Starting Torque) มีขนาดแรงดันพิกัดกำลังตั้งแต่ 1/6-3/4 hp. มีแรงบิดเริ่มหมุนและแรงบิดสูงสุดประมาณ 200% ของแรงบิดเต็มพิกัดมีค่าเพาเวอร์แฟคเตอร์ และประสิทธิภาพเมื่อโหลดเต็มพิกัด ประมาณ 80-95% และ 55-65% ตามลำดับ เหมาะกับงานขับสายพาน และโหลดที่ยึดติดกับเพลาของมอเตอร์โดยตรง เช่น พัดลม โบลว์เวอร์ปั๊มแรงเหวี่ยง เตาน้ำมัน และโหลดอื่นๆ ที่ต้องการแรงบิดเริ่มหมุนพอประมาณ

กระแสขณะสตาร์ทของมอเตอร์แบบนี้ ประมาณ 400-500 ของกระแสเต็มพิกัดการต่อคาปาซิเตอร์ ไว้ในวงจรขดสตาร์ทตลอดเวลา ช่วยให้มอเตอร์มีแรงบิดเริ่มหมุนและแรงบิดขณะเดินเครื่องใช้งานสม่ำเสมอ ทำให้มอเตอร์เดินเงียบและสม่ำเสมอดีมาก

ข้อสังเกตที่สำคัญอีกประการหนึ่งก็คือ คาปาซิเตอร์ที่ต่อไว้ในวงจรขดสตาร์ทตลอดเวลาที่มอเตอร์เดินเครื่องใช้งานอยู่นั้น ช่วยให้มอเตอร์สามารถลดความเร็วรอบขณะใช้งานต่ำลงมาจากความเร็วซิงโครนัสได้ถึงประมาณ 50% โดยการลดแรงดัน

การกลับทางหมุนของมอเตอร์แบบนี้ทำให้ง่ายกว่ามอเตอร์เหนี่ยวนำเฟสเดียวแบบอื่นๆ โดยสับสวิตช์ซึ่งโยกได้ 2 ทางเพื่อเลือกทิศทางการหมุนวงจรนี้ใช้มากในโบลวเวอร์

คุณลักษณะการทำงานของมอเตอร์แบบคาปาซิเตอร์สตาร์ท-คาปาซิเตอร์รัน ขนาด 1/4 hp. ลดความเร็วรอบต่ำสำหรับหมุนพัดลม

2.11.8 มอเตอร์แบบคาปาซิเตอร์สองค่า (Two-value Capacitor Motor)

มอเตอร์แบบนี้ใช้คาปาซิเตอร์สองตัวหรือสองเท่าคาปาซิเตอร์ตัวแรกเป็นชนิดอิเล็กทรอไลติกจะทำหน้าที่เป็นคาปาซิเตอร์สตาร์ทอีกตัวหนึ่งเป็นคาปาซิเตอร์ชนิดบรรจุน้ำมันเป็นตัวทำหน้าที่เป็นคาปาซิเตอร์รัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

คาปาซิเตอร์ชนิดบรรจุน้ำมันจะต่ออนุกรมกับขดสตาร์ทตลอดเวลาที่มอเตอร์ทำงาน ส่วนคาปาซิเตอร์ชนิดอิเล็กทรอไลติกจะต่ออนุกรมกับสวิตช์แรงเหวี่ยงแล้วต่อขนานกับคาปาซิเตอร์ชนิดบรรจุน้ำมัน ขณะที่เริ่มสตาร์ทคาปาซิเตอร์ทั้งสองตัวต่อขนานกันค่าความจุจะสูงขึ้น จึงทำให้มอเตอร์มีแรงบิดเริ่มหมุนสูง เมื่อมอเตอร์มีความเร็วประมาณ 75% ของความเร็วเต็มพิกัดแล้ว สวิตช์แรงเหวี่ยงจะเปิดวงจร และจะตัดคาปาซิเตอร์ชนิดอิเล็กทรอไลติกออกจากวงจรเหลือแต่คาปาซิเตอร์บรรจุน้ำมันเพียงตัวเดียวต่ออนุกรมกับขดสตาร์ท ซึ่งลักษณะของแรงบิดขณะหมุนการใช้งานจะเหมือนกับมอเตอร์แบบคาปาซิเตอร์สตาร์ท-คาปาซิเตอร์รัน

1) คุณลักษณะและการนำไปใช้งาน

มอเตอร์แบบนี้ มีขนาดพิกัดกำลังตั้งแต่ 1/8 – 3/4 hp. มีแรงบิดเริ่มหมุนสูงประมาณ 380% ของแรงบิดเต็มพิกัด แรงบิดสูงสุดประมาณ 260% ของแรงบิดเต็มพิกัด มีค่าเพาเวอร์แฟคเตอร์และประสิทธิภาพเมื่อโหลดเต็มพิกัด 80-95% และ 55-65% ตามลำดับ เหมาะกับโหลดที่ต้องการแรงบิดเริ่มหมุนสูง เช่นคอมเพรสเซอร์ปั๊ม และสายพานลำเลียง เป็นต้น

2.12 เครื่องซักผ้าอัตโนมัติ (Automatic Washers)

เครื่องซักผ้าอัตโนมัติเป็นเครื่องใช้ไฟฟ้าที่ออกแบบมาเพื่อสร้างความสะดวกสบาย และทำให้งานซักผ้าง่ายขึ้น เพราะลักษณะการทำงานของเครื่องจะมีการทำงานที่เป็นอัตโนมัติทั้งหมด กล่าวคือ เมื่อเรานำเอาผ้าที่ต้องการที่จะซักเข้าไปในเครื่อง และกดปุ่มบังคับให้เครื่องทำงานเครื่องจะทำงานเริ่มตั้งแต่นำน้ำเข้ามาภายในเครื่อง ต่อจากนั้นก็จะทำการซักผ้า และทำผ้าให้แห้ง ซึ่งขบวนการทำงานของเครื่องซักผ้าที่ได้กล่าวมาแล้วนี้จะใช้เวลาน้อยกว่าการซักผ้าด้วยวิธีธรรมดามาก

2.12.1 ส่วนประกอบที่สำคัญของเครื่องซักผ้าอัตโนมัติ

มีอยู่ 3 ส่วน คือ

1) ส่วนประกอบที่เกี่ยวกับระบบไฟฟ้า (Electric Components)

1.1) ไทเมอร์ (Timer)

ส่วนประกอบส่วนนี้จัดได้ว่าเป็นส่วนที่มีความสำคัญอย่างมากเกี่ยวกับการควบคุมเครื่องและบังคับการทำงานของเครื่องให้เป็นไปตามโปรแกรมที่ต้องการไทเมอร์ดังกล่าว จะประกอบด้วยมอเตอร์ไฟฟ้า, ชุดเฟืองทด และคอนแทค (Contact) ในขณะที่เครื่องทำงานมอเตอร์ไฟฟ้าซึ่งอยู่ภายในไทเมอร์จะหมุนและส่งกำลังไปยังชุดเฟืองทด และจากชุดเฟืองทดก็จะส่งกำลังไปตามแกนเฟืองลักษณะการหมุนที่ได้จากชุดเฟืองไปบังคับให้คอนแทค (Contact) ตัดต่ออุปกรณ์ หรือส่วนประกอบทางไฟฟ้าให้เป็นไปตามโปรแกรม (Program) ที่ตั้งไว้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1.2) วาล์วแมกเนต (Valve Magnet)

ในการใช้เครื่องบางครั้งผู้ใช้อาจจะต้องการให้เครื่องทำงานข้ามโปรแกรม หรือยกเลิกการทำงาน ดังนั้นจึงต้องใช้อุปกรณ์ที่เรียกว่า "วาล์วแมกเนต" (Valve Magnet) ซึ่งเมื่อเครื่องถูกบังคับให้ยกเลิกการทำงาน หรือให้ทำงานข้ามโปรแกรมอุปกรณ์ดังกล่าวนี้จะมีกระแสไฟฟ้าไหลผ่านขดลวด ซึ่งก็เป็นผลทำให้วาล์วแมกเนตเกิดมีสนามแม่เหล็กดึงดูดคันบังคับขึ้นมา และคันบังคับดังกล่าวนี้ก็จะผลักเฟืองทดขึ้นมา ดังนั้นแกนที่ส่งกำลังไปยังคอนแทคจะหมุนด้วยความเร็วสูงกว่าปกติประมาณ 48 วินาทีต่อรอบ (ความเร็วปกติประมาณ 30 นาทีต่อรอบ) ซึ่งก็ทำให้เครื่องสามารถทำงานข้ามโปรแกรมหรือหยุดการทำงานได้

1.3) เพรสเชอร์สวิตช์

เป็นสวิตช์ที่ทำหน้าที่ควบคุมการจ่ายน้ำเข้าเครื่อง กล่าวคือ ในขณะที่เครื่องอยู่ในโปรแกรมจ่ายน้ำเข้าเครื่องน้ำก็จะไหลเข้าถังจนกระทั่งน้ำไหลสูงถึงจุดกำหนดของเครื่อง (ประมาณ 7-11) ซึ่งก็เป็นผลทำให้เกิดแรงดันดันภายในท่อที่ต่อเข้าเพรสเชอร์มากพอที่จะดันให้แผ่นไดอะแฟรม (Diaphragm) เคลื่อนที่และไปดันคอนแทค (Contact) ให้ตัดกระแสไฟฟ้าไม่ให้ไหลผ่านโซลินอยด์ (Solenoid) ที่อยู่ในฟิลวาล์ว (Fill Valves) ดังนั้นน้ำจึงถูกฟิลวาล์วปิดไม่ให้เข้าเครื่อง

1.4) ปุ่มเลือกโปรแกรมการทำงานของเครื่อง (Program Selector)

ปุ่มควบคุมดังกล่าวนี้จะติดตั้งอยู่ที่แผงหน้าปัทม์ของเครื่อง โดยปุ่มดังกล่าวนี้จะเป็นตัวทำหน้าที่ควบคุมการทำงานของเครื่องให้เป็นไปตามความต้องการของผู้ใช้ เพราะในการใช้เครื่องบางครั้งผู้ใช้อาจไม่ต้องการให้เครื่องทำงานครบทุกโปรแกรม เช่น อาจจะให้เครื่องทำการซักหรือสะบัดผ้าแต่เพียงอย่างเดียว เป็นต้น และบางครั้งผ้าที่ซักอาจมีความหนาความบางต่างกัน หรือมีความสกปรกของเนื้อผ้าต่างกัน ซึ่งผู้ใช้ก็สามารถเลือกกดปุ่มควบคุมดังกล่าวให้เหมาะสมกับผ้าที่จะทำการซักได้ ตัวอย่าง ต่อไปนี้เป็นโปรแกรมของปุ่มควบคุม ซึ่งเมื่อกดปุ่มใดปุ่มหนึ่งแล้วเครื่องจะทำงานตามโปรแกรมของปุ่มที่กดทันที

1. กดเมื่อซักผ้าที่มีเนื้อบาง
2. กดเมื่อซักผ้าที่มีเนื้อหนา
3. กดเมื่อต้องการหยุดการทำงาน หรือต้องการให้เครื่องทำงานข้ามโปรแกรม
4. กดเมื่อใช้โปรแกรมอัตโนมัติสำหรับผ้าสกปรกน้อย
5. กดเมื่อใช้โปรแกรมอัตโนมัติสำหรับผ้าสกปรกปานกลาง
6. กดเมื่อใช้โปรแกรมอัตโนมัติสำหรับผ้าสกปรกมาก
7. กดเมื่อต้องการซักผ้ากับผสมน้ำยาซักฟอกเพียงอย่างเดียว
8. กดเมื่อต้องการซักผ้าด้วยน้ำเปล่าเพียงอย่างเดียว

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

9. กดเมื่อต้องการสะบัดผ้าเพียงอย่างเดียว
10. เลื่อนปุ่มขึ้นเมื่อต้องการยกเลิกการสะบัด และเลื่อนปุ่มลงเมื่อต้องการคงการสะบัดผ้าในโปรแกรมอัตโนมัติ

นอกจากปุ่มควบคุมหรือปุ่มเลือกโปรแกรมการทำงานของเครื่องแล้วที่หน้าปัทม์ของเครื่องยังมีปุ่มควบคุมอย่างอื่นที่ไม่เกี่ยวข้องกับโปรแกรมการทำงาน เช่น ปุ่มปรับความดังของเสียงออด ปุ่มปรับระดับน้ำภายในถังซัก และชุดไทเมอร์บอกตำแหน่งการทำงานของเครื่อง เป็นต้น

1.5) ฟิลวาล์ว (Fill Valves)

ฟิลวาล์วเป็นอุปกรณ์ที่ทำหน้าที่ปิด-เปิดน้ำที่จะเข้าเครื่องโดยการควบคุมของเพรสเชอร์สวิตช์ ฟิลวาล์วจะประกอบด้วยขดลวดโซลินอยด์ (Solenoid) และพลันเจอร์ (Planger) ซึ่งเมื่อโซลินอยด์มีกระแสไฟฟ้าไหลผ่านก็จะทำให้เกิดมีสนามแม่เหล็กดึงดูดพลันเจอร์ (Planger) ขึ้นซึ่งจะทำให้สามารถไหลผ่านฟิลวาล์วไปได้ แต่ถ้าไม่มีกระแสไฟฟ้าไหลผ่านโซลินอยด์ พลันเจอร์ก็จะลงมาปิดไม่ให้น้ำไหลผ่านฟิลวาล์ว

1.6) เซฟตี้สวิตช์ (Safety Switch)

เซฟตี้สวิตช์เป็นสวิตช์ที่ทำหน้าที่ตัดกระแสไฟฟ้าที่ไหลผ่านมอเตอร์ของเครื่องเมื่อมีการแกว่งของถังผิดปกติ ซึ่งปกติจะอยู่ในโปรแกรมสะบัดผ้า เพราะเมื่อถังซักแกว่งในอาการที่ผิดปกติถังซักจะแกว่งไปดันแกนของเซฟตี้สวิตช์ ซึ่งก็เป็นผลให้เซฟตี้สวิตช์จะตัดการทำงานของมอเตอร์ให้หยุดหมุนทันที และนอกจากนี้เซฟตี้สวิตช์ยังหยุดการทำงานของเครื่องอีกเมื่อฝาถังซักเปิดในขณะที่เครื่องทำงาน

1.7) มอเตอร์ไฟฟ้า (Electric Motor)

มอเตอร์ที่ใช้ในเครื่องซักผ้าจัดได้ว่าเป็นตัวต้นกำลังที่ทำให้เครื่องซักผ้าสามารถทำงานได้ มอเตอร์ที่ใช้ในเครื่องซักผ้าจะต้องมีแรงในขณะเริ่มหมุนสูง ดังนั้นมอเตอร์ที่ใช้จึงเป็นคาปาซิเตอร์สตาร์ทมอเตอร์ (Cap. Startmotor) เพราะมอเตอร์ชนิดนี้จะให้แรงในขณะที่เครื่องเริ่มหมุนสูงมาก (High Starting Torque) และในบางครั้งเครื่องซักผ้าจะต้องทำงานในระดับความเร็วที่แตกต่างกัน ดังนั้นมอเตอร์ที่ใช้จึงมักจะใช้มอเตอร์ที่เป็นแบบ 2 ระดับความเร็ว (Two *Speed-Motor)

2) ส่วนประกอบที่เกี่ยวกับระบบน้ำ (Water System Components)

2.1) วาล์วผสมน้ำ (Water Inlet Mixing Valve)

วาล์วดังกล่าวนี้จะทำหน้าที่ผสมน้ำระหว่างน้ำร้อนกับน้ำเย็นหรือบางครั้งอาจต้องจ่ายน้ำร้อนหรือน้ำเย็นเข้าเครื่องตามโปรแกรมของเครื่อง เพราะในการทำงานของเครื่องซักผ้าในบางโปรแกรมอาจจะต้องการน้ำเย็น, น้ำอุ่นหรือน้ำร้อน ซึ่งวาล์วผสมน้ำจะรับน้ำจากท่อน้ำร้อน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

และท่อน้ำเย็น และแยกออกเป็น 3 ท่อเพื่อจ่ายเข้าเครื่อง โดยในท่อทางออกแต่ละท่อจะมีโซลินอยด์วาล์วเป็นตัวควบคุมน้ำในแต่ละท่อจะถูกควบคุมโดยไทเมอร์เพื่อให้การจ่ายน้ำร้อน, น้ำอุ่น และน้ำเย็น เป็นไปตามโปรแกรมของเครื่อง

2.2) วาล์วสองทาง (Two-Way Valve)

วาล์วดังกล่าวนี้จะทำหน้าที่เป็นตัวควบคุมน้ำยาซักฟอกเข้าเครื่องและทำหน้าที่ปล่อยน้ำที่ใช้แล้วออกจากเครื่องลงท่อน้ำทิ้ง

2.3) ฟิลเตอร์ (Filter)

เป็นอุปกรณ์ที่กรองน้ำที่จะเข้าไปภายในเครื่องให้สะอาด เพราะบางครั้งน้ำที่จ่ายเข้าเครื่องอาจจะมีสิ่งเจือปนมากับน้ำ ซึ่งสิ่งเจือปนดังกล่าวเมื่อเข้ามาภายในเครื่องอาจจะทำให้ผ้าที่ซักเกิดมีจุดสกปรกบนเนื้อผ้าได้ ฟิลเตอร์จะมีตะแกรงโลหะเป็นรูเล็ก ๆ จำนวนมาก โดยรูดังกล่าวนี้จะทำหน้าที่เป็นตัวกรองสิ่งแปลกปลอมที่ผสมมากับน้ำไม่ให้ผ่านไปภายในเครื่องได้

2.4) ปั๊มน้ำ (Water pump)

ปั๊มน้ำเป็นอุปกรณ์ที่ทำหน้าที่ดูดและจ่ายน้ำเข้าเครื่องตามโปรแกรมการทำงาน ปั๊มน้ำที่ใช้ในเครื่องซักผ้าจะเป็นปั๊มที่ไม่มีมอเตอร์ของตัวเอง ดังนั้นจึงต้องอาศัยแรงจากมอเตอร์เครื่องซักผ้าเป็นตัวฉุดให้ทำงาน โดยใช้สายพานเป็นตัวส่งกำลัง แต่เครื่องซักผ้าบางแบบอาจจะไม่มีปั๊มน้ำดังกล่าว แต่จะอาศัยแรงดันจากน้ำที่อยู่ภายในท่อน้ำที่ต่อเข้าเครื่องเป็นตัวจ่ายน้ำแทน สำหรับเครื่องซักผ้าที่ไม่มีปั๊มน้ำอยู่ในบางเครื่องส่วนใหญ่จะเป็นเครื่องซักผ้าขนาดเล็ก และเหมาะที่จะใช้กับท่อจ่ายน้ำเข้าที่มีแรงดันของน้ำมากพอเท่านั้น ส่วนเครื่องซักผ้าที่มีปั๊มน้ำอยู่ภายในมักจะเป็นเครื่องซักผ้าขนาดใหญ่ที่ต้องการปริมาณของน้ำเพื่อใช้ในการซักมาก

3) ส่วนประกอบที่เกี่ยวกับระบบทางกล (Mechanical System Components)

3.1) มอเตอร์ขับเคลื่อน (Motor)

3.2) สปินเนอร์ พูลเล่ย์ (Spinner Pulley - ล้อขับเคลื่อนด้านล่าง)

3.3) พัลซ์เตอร์ (Pulsator -ใบพัดซัก)

3.4) สปริงคลัชด้านใน (Inner Clutch Spring)

3.5) เบรคแบน (Brake Band - ผ้าเบรค)

3.6) เบรคเลเวอร์ (Brake Lever)

3.7) คลัชสปริง (Clutch Spring)

3.8) คลัชโบส เอ (Clutch Boss A)

3.9) คลัชฮุค (Clutch Hook)

3.10) เบรควีล (Brake Wheel – ล้อเบรค)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.11) ซัสเพนเชี่ยล Suspension – โช๊คกันสะเทือน

3.12) ชุดกลไกทางกล (Gear Case Assembly)

ชุดกลไกทางกลของเครื่องซักผ้าจะเป็นอุปกรณ์ที่ทำหน้าที่รับการสั่งงานตามโปรแกรมจากไทเมอร์ ซึ่งอุปกรณ์ดังกล่าวนี้ จะสามารถทำให้เกิดการหมุนซ้ายขวาของในพัดซัก (Agitator) และหมุนถังซักในโปรแกรมสะบัดผ้าเพื่อให้ผ้าแห้ง

3.13) ชุดเบรค (Brake Assembly)

ชุดเบรกของเครื่องซักผ้าจะติดตั้งรวมอยู่ในชุดกลไกโดยจะทำหน้าที่หยุดถังซักในกรณีที่หมุนปุ่มควบคุมในตำแหน่งที่เครื่องหยุดการทำงาน (ตำแหน่ง Off) หรือสิ้นสุดการทำงานตามโปรแกรมของเครื่อง และเมื่อเปิดฝาถังซัก

2.12.3 หลักการทำงานของเครื่องซักผ้าอัตโนมัติ

การทำงานของเครื่องซักผ้าจะเป็นไปตามลำดับการทำงานหรือโปรแกรมของเครื่องซึ่งโปรแกรมการทำงานดังกล่าวจะถูกตั้งมาแล้ว ตัวที่ควบคุมให้อุปกรณ์ต่างๆ ภายในเครื่องทำงานตามโปรแกรมก็คือ ไทเมอร์ (Timer) ซึ่งไทเมอร์ดังกล่าวก็จะทำงานตามปุ่มบังคับบนหน้าปัทม์หน้าเครื่องโดยคอนแทคที่อยู่ภายในไทเมอร์จะทำหน้าที่เป็นตัวตัดต่อกระแสไฟฟ้าให้กับอุปกรณ์ของเครื่องตามโปรแกรมที่ตั้งไว้อีกทีหนึ่ง โปรแกรมของเครื่องซักผ้าโดยทั่วๆ ไปเต็มโปรแกรมจะแบ่งออกเป็น 16 ช่วงการทำงานโดยจะใช้เวลารวมทั้งสิ้นประมาณ 1/2 ชั่วโมง ดังมีรายละเอียดต่อไปนี้

1) น้ำเข้าถังซัก
2) ซักผ้ากับน้ำยาซักฟอก (ประมาณ 10 นาที)
3) ปล่อยน้ำทิ้ง (ประมาณ 2 นาที)
4) น้ำเข้าถังซัก
5) ซักผ้ากับน้ำเปล่า (ประมาณ 2 นาที)
6) ปล่อยน้ำทิ้ง (ประมาณ 1 1/2 นาที)
7) สะบัดผ้า (ประมาณ 2 นาที)
8) น้ำเข้าถังซัก
9) ซักผ้ากับน้ำเปล่า (ประมาณ 2 นาที)
10) ปล่อยน้ำทิ้ง (ประมาณ 1 1/2 นาที)
11) สะบัดผ้า (ประมาณ 2 นาที)
12) น้ำเข้าถังซัก
13) ซักผ้ากับน้ำเปล่า (ประมาณ 2 นาที)
14) ปล่อยน้ำทิ้ง (ประมาณ 1 1/2 นาที)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

15) สะบัดผ้า (ประมาณ 2 นาที)

16) จังหวะหยุดเครื่องพร้อมกับมีเสียงออดเตือนการทำงานครบโปรแกรมของเครื่อง สำหรับช่วงเวลาที่น้ำเข้าถังซักจะใช้เวลามากหรือน้อยก็ขึ้นอยู่กับความแรงของน้ำที่เข้าในถังซักและช่วงเวลาน้ำที่จ่ายเข้าถังซักนี้มอเตอร์ของไทเมอร์จะไม่หมุนจนกว่าจะผ่านช่วงการทำงานนี้ไปแล้ว จากโปรแกรมการซักของเครื่องซักผ้าอัตโนมัติ 16 ช่วงการทำงานจะเห็นได้ว่ามีช่วงการทำงานที่กระทำซ้ำกันมีอยู่หลายช่วง แต่ถ้าจะสรุปโปรแกรมการทำงานของเครื่องซักผ้าอัตโนมัติทั้งหมด 16 โปรแกรม จะมีโปรแกรมที่ทำงานจริงๆ เพียง 5 โปรแกรมเท่านั้น คือ

1) โปรแกรมเติมน้ำเข้าถังซัก
2) โปรแกรมซักผ้า
3) โปรแกรมปล่อยน้ำทิ้ง
4) โปรแกรมสะบัดผ้า
5) โปรแกรมหยุดการทำงานของเครื่องพร้อมเสียงเตือน

2.12.4 โปรแกรมเติมน้ำเข้าถังซัก

โปรแกรมดังกล่าวนี้จะเริ่มเมื่อเครื่องซักผ้าเริ่มทำงานหรือสิ้นสุดโปแกรมปล่อยน้ำทิ้งซึ่งโปรแกรมการปล่อยน้ำเข้าถังซักจะทำงานได้ก็ต่อเมื่อคอนแทคภายในไทเมอร์ต่อกระแสไฟฟ้าให้กับฟิลวาล์วก็จะเปิดและปล่อยน้ำเข้าถังซัก แต่ในโปรแกรมการปล่อยน้ำเข้าถังซักนี้มอเตอร์ของไทเมอร์จะไม่หมุนจนกว่าจะผ่านโปรแกรมนี้ไปแล้วมอเตอร์ของไทเมอร์จะเริ่มหมุนเพื่อให้เครื่องดำเนินไปตามโปแกรมอื่นๆ ต่อไป และเมื่อน้ำที่เติมเข้าถังซักมีปริมาณเพียงพอกับความต้องการของเครื่อง เพรสเชอร์สวิตช์ (Pressure Switch) ก็จะถูกแรงดันของน้ำที่อยู่ในถังซักดันอากาศที่อยู่ในท่อของเพรสเชอร์สวิตช์ (ระดับน้ำสูงจะมีแรงดันมาก) และอากาศก็จะดันแผ่นไดอะเฟรม (Diaphragm) และแผ่นไดอะเฟรมก็จะดันให้คอนแทคของเพรสเชอร์สวิตช์ส่วนที่ต่อกับฟิลวาล์วแยกจากกัน ซึ่งก็เป็นผลทำให้ฟิลวาล์วหยุดจ่ายน้ำเข้าถังซักทันที ส่วนคอนแทคของเพรสเชอร์สวิตช์ส่วนที่ต่อกับมอเตอร์ของไทเมอร์ก็จะสัมผัสกันซึ่งก็เป็นผลทำให้มอเตอร์ของไทเมอร์หมุนและเลื่อนโปแกรมการซักต่อไป

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 3
การออกแบบ การสร้างและการทำงาน

3.1 กล่าวนำ

ในการออกแบบเครื่องซักผ้าควบคุมด้วยฟัซซี่ลอจิกนั้นซึ่งมีการออกแบบวงจรการทำงานไว้ 6 ส่วนด้วยกัน โดยสามารถอธิบายได้ตามบล็อกไดอะแกรม ดังรูปที่ 3.1 ซึ่งในส่วนแรกที่มีความสำคัญก็คือภาคไมโครคอนโทรลเลอร์ โดยจะมีหน้าที่ในการควบคุมลำดับขั้นการทำงานทั้งหมดของเครื่องซักผ้า ในการตัดสินใจในการทำงานด้วยหลักการของฟัซซี่ลอจิกโดยจะอธิบายจากผังงานของโปรแกรมในส่วนที่สองก็คือ การรับข้อมูลจากอินพุตพอร์ตโดยผู้ใช้งานต้องการเลือกการทำงานใดก็สามารถป้อนข้อมูลผ่านคีย์บอร์ดได้ส่วนที่สามคือ ส่วนของการแสดงผลโดยทำหน้าที่ในการแสดงผลขณะที่มีการป้อนค่าทางคีย์บอร์ดเพื่อเป็นการตอบโต้กับผู้ใช้งานว่าได้ป้อนค่าต่างๆ ตามที่ต้องการ ส่วนที่สี่ คือ ส่วนของการควบคุมการทำงานของเครื่องซักผ้าโดยภายในนั้นจะประกอบไปด้วยส่วนแรกก็คือ วงจรซึ่งทำหน้าที่ควบคุมการทำงานของมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสสลับ (AC motor) ส่วนที่สองคือวงจรควบคุมการทำงานของการปล่อยน้ำเข้าและน้ำออก และส่วนที่สาม

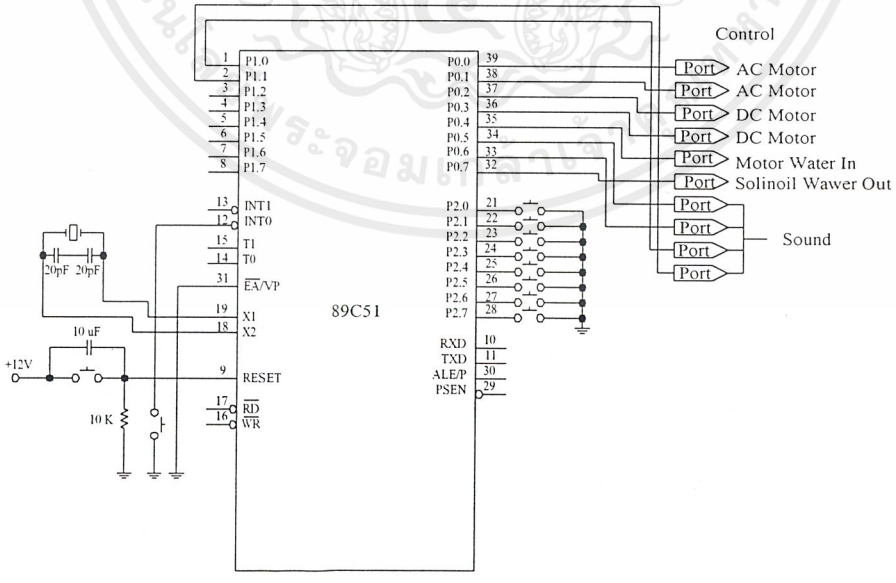
รูปที่ 3.1 ผังการทำงานของเครื่องซักผ้าด้วยฟัซซี่ลอจิก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

คือการคุมการทำงานของการปล่อยน้ำยาซักฟอกและน้ำยาปรับผ้านุ่ม และส่วนสุดท้ายคือการควบคุมการทำงานของการปั่นแห้ง ในส่วนที่ห้าก็คือการควบคุมการทำงานของเสียงเตือน โดยจะมีหน้าที่ในการเตือนเมื่อผู้ใช้งานป้อนข้อมูลผิดพลาด หรือหยุดการทำงานชั่วขณะเพื่อเป็นการเตือนให้ผู้ใช้งานทราบได้ว่าเครื่องซักผ้าดำเนินการทำงานอยู่ หรือมีสิ่งผิดปกติอะไรทำให้ผู้ใช้งานสามารถแก้ไขหรือปรับเปลี่ยนได้ส่วนที่หก เป็นแหล่งจ่ายไฟฟ้ากระแสตรง เพื่อจ่ายแรงดันให้กับวงจรทั้งหมด ซึ่งในส่วนที่กล่าวนี้เป็นเพียงส่วนระบบการทำงานเพื่อใช้ควบคุมการทำงานเท่านั้นยังมีอีกส่วนที่สำคัญคือ หลักการออกแบบการทำงานโดยนำหลักการฟัซซี่ลอจิกมาใช้งานกับเครื่องซักผ้านั้นจะได้อธิบายในหัวข้อถัดไป

3.2 ภาคไมโครคอนโทรลเลอร์

ในการออกแบบวงจรภาคไมโครคอนโทรลเลอร์นั้นเลือกใช้ ไอซีเบอร์ 89C51 เป็น ตัวควบคุมการทำงานทั้งหมดของเครื่อง โดยออกแบบให้สามารถทำงานเพียงตัวเดียวโดยไม่ต้องต่ออุปกรณ์เพิ่มเติมเพราะไม่ต้องใช้หน่วยความจำมาก ซึ่งหน่วยความจำภายในไอซีจำนวน 4 กิโลไบต์ ซึ่งเพียงพอกับการใช้งาน โดยมีการต่ออุปกรณ์ภายนอกโดยใช้คลิสตอลมีความถี่ 11.0592 MHz และคาปาซิสเตอร์ ค่า 22 pF เป็นตัวกำเนิดความถี่ ให้กับไมโครคอนโทรลเลอร์ และต่อ ค่าความต้านทาน 10K คาปาซิสเตอร์ 10 uF และสวิตช์รีเซตให้กับวงจรโดยแสดงดังรูปที่ 3.2



รูปที่ 3.2 วงจรสมมูลของไมโครคอนโทรลเลอร์ที่ใช้ควบคุมการทำงาน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ในส่วนของการควบคุมการทำงานนั้นสามารถแบ่งออกเป็น 2 ส่วนก็คือส่วนของพอร์ตที่ใช้ควบคุมการทำงานของเครื่องซักผ้า และส่วนที่สองคือส่วนของการสแกนคีย์บอร์ดเพื่ออ่านค่าข้อมูลอินพุตจากผู้ป้อนข้อมูลในการเลือกการทำงาน

3.2.1 ส่วนของพอร์ตควบคุมการทำงานของเครื่องซักผ้า

ในส่วนของการควบคุมชุดคอนโทรลเครื่องซักผ้าด้วยระบบฟัซซี่ลอจิก จะใช้พอร์ต 0 ทั้งหมด 7 พอร์ต และใช้พอร์ต 1 โดยใช้บิตที่ P1.0 และP1.1 ในการควบคุมการทำงานซึ่งพอร์ตต่างๆ เหล่านี้จะถูกนำไปเชื่อมต่อกับอุปกรณ์ภายนอกอีกครั้งหนึ่งโดยจะขึ้นอยู่กับโปรแกรมที่ควบคุมการทำงานทั้งหมดโดยแสดงดังตารางที่ 3.1

ตารางที่ 3.1 หน้าที่ของพอร์ตที่ใช้ควบคุมการทำงาน

พอร์ตที่ใช้งาน	หน้าที่การทำงาน
P0.0	ควบคุมมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสสลับหมุนทางขวา
P0.1	ควบคุมมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสสลับหมุนทางซ้าย
P0.2	ควบคุมมอเตอร์ปล่อยน้ำยาซักฟอก
P0.3	ควบคุมมอเตอร์ปล่อยน้ำยาปรับผ้านุ่ม
P0.4	ควบคุมมอเตอร์ปล่อยน้ำลงถังซักผ้า
P0.5	ควบคุมวงจรเสียงเตือนใส่ข้อมูลผิดพลาด
P0.6	ควบคุมวงจรเสียงเตือนเมื่อกดปุ่ม PUSH
P0.7	ควบคุมมอเตอร์ปล่อยน้ำออกจากถังซักผ้า
P1.0	ควบคุมวงจรเสียงเตือนเมื่อซักผ้าเสร็จสิ้นแล้ว
P1.1	ควบคุมวงจรเสียงเตือนการแช่ผ้าในถังซักผ้า

3.2.2 ส่วนของพอร์ตควบคุมการสแกนคีย์บอร์ด

ในส่วนของการสแกนคีย์บอร์ดนั้นจะมีหน้าที่ในการป้อนข้อมูลให้กับเครื่องซักผ้าว่าจะต้องการซักผ้าในรูปแบบใด ซึ่งเมื่อผู้ใช้งานกดปุ่มคีย์ใดๆ แล้วข้อมูลที่ถูกป้อนเข้าไปจะถูกบันทึกลงไปในหน่วยความจำเพื่อให้ตัวไมโครคอนโทรลเลอร์ควบคุมการทำงานต่อไป โดยพอร์ตที่ใช้ในการควบคุมคือพอร์ต P2 ซึ่งใช้ในการควบคุมการทำงานทั้งหมด จำนวน 7 พอร์ต และใช้ขา

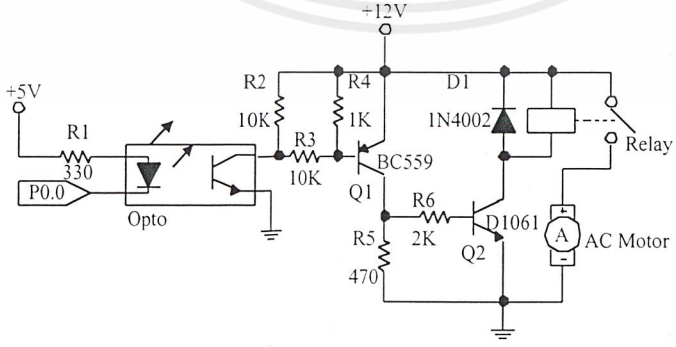
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สัญญาณรีเซตภายในตัวไมโครคอนโทรลเลอร์เอง เป็นสวิตช์รีเซต ให้กับระบบซึ่งจะแสดงดังตารางที่ 3.2 ดังต่อไปนี้

ตารางที่ 3.2 หน้าที่ของพอร์ตที่ใช้ควบคุมคีย์บอร์ด

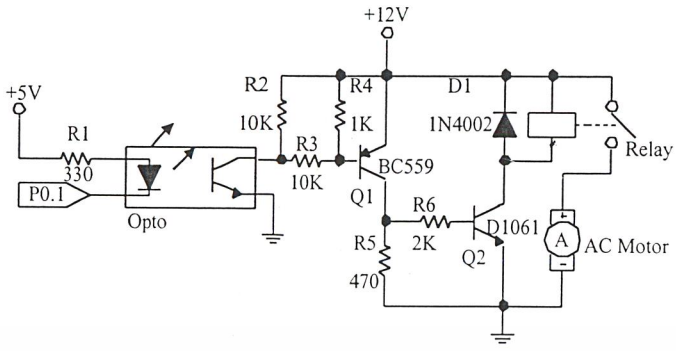
พอร์ตที่ใช้งาน	หน้าที่การทำงาน
P2.0	สวิตช์เลือกตัวเลือกพิเศษ
P2.1	สวิตช์เลือกชนิดที่ซักผ้า
P2.2	สวิตช์เลือกจำนวนที่จะซักผ้า
P2.3	สวิตช์เลือกความสกปรกของผ้าที่จะซัก
P2.4	สวิตช์เลือกจำนวนการซัก
P2.5	สวิตช์ตั้งเวลาแช่ผ้า 0-60 นาที
P2.6	สวิตช์เริ่มการทำงาน
P2.7	สวิตช์เริ่มต้นการทำงานต่อไป
ขารีเซต	สวิตช์หยุดการทำงานเพื่อเริ่มต้นการทำงานใหม่
INT0	สวิตช์หยุดการทำงานชั่วคราว

3.3 ภาคควบคุมมอเตอร์เครื่องซักผ้า



รูปที่ 3.3 วงจรควบคุมการทำงานของมอเตอร์เครื่องซักผ้า

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3.3 (ต่อ) วงจรควบคุมการทำงานของมอเตอร์เครื่องซักผ้า

ในการออกแบบวงจรที่ใช้ในการควบคุมการทำงานของมอเตอร์เครื่องซักผ้า เป็นมอเตอร์ AC 220V เฟสเดียวซึ่งในการควบคุมการทำงานนั้นต้องใช้วงจรที่สามารถแยกไฟฟ้ากระแสตรงและกระแสสลับออกจากกัน ซึ่งในการออกแบบนี้ จะใช้พอร์ต P0.0 และ P0.1 ส่งสัญญาณควบคุมมาที่ออปโต้คัปเปอร์เมื่อออปโต้คัปเปอร์ทำงาน ก็จะไปควบคุมรีเลย์อีกครั้งหนึ่งโดยแสดงวงจรสมมูลดังรูปที่ 3.3

3.3.1 หลักการทำงานของมอเตอร์เครื่องซักผ้า

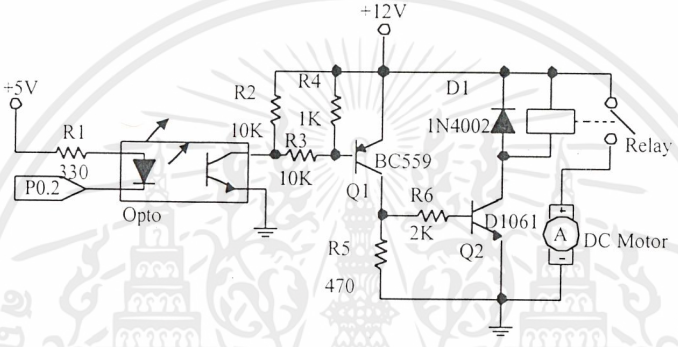
จากรูปที่ 3.3 เมื่อสภาวะปกติที่ P0.0 และ P0.1 มีค่าลอจิกเป็น '1' วงจรจะไม่สามารถทำงานได้ เพราะว่าขา 2 ซึ่งเป็นขาคาโถดของ LED ภายในออปโต้คัปเปอร์ ซึ่งทำให้ไม่มีไบอัสไปทำให้ทรานซิสเตอร์ทำงานได้ มอเตอร์จึงไม่สามารถทำงานได้ในเวลาต่อมาเมื่อให้ P0.0 มีค่าเป็นลอจิก '0' ทำให้ออปโต้คัปเปอร์ทำงานเกิดการไบอัสที่ขาเบส ของทรานซิสเตอร์ BC599 ซึ่งเป็นชนิดพีเอ็นพีทำให้เกิดแรงดันค่าๆ หนึ่งตกคร่อมที่ R5 470 ทำการไบอัสทรานซิสเตอร์ D1061 ซึ่งเป็นชนิดเอ็นพีเอ็นจึงเกิดนำกระแสขึ้น ส่งผลทำให้รีเลย์ทำงานมอเตอร์จึงเกิดการหมุนไปทางด้านซ้ายและถ้าให้ P0.0 เป็นลอจิก 1 มอเตอร์ก็จะหยุดหมุนทันที ในทางตรงกันข้ามเมื่อ P0.1 มีค่าเป็นลอจิก '0' ก็จะส่งผลทำให้ออปโต้เปอร์ทำงานเกิดการไบอัสที่ขาเบส ของทรานซิสเตอร์ BC599 ซึ่งเป็นชนิดพีเอ็นพีทำให้เกิดแรงดันค่าๆ หนึ่งตดคร่อมที่ R5 470 ทำการไบอัสทรานซิสเตอร์ D1061 ซึ่งเป็นชนิดเอ็นพีเอ็นจึงเกิดนำกระแสขึ้นส่งผลทำให้รีเลย์ทำงานมอเตอร์จึงเกิดการหมุนไปทางด้านขวา

ในการที่จะทำให้มอเตอร์หมุนได้นั้น จะต้องใช้ C Start เพราะว่าในการทำงานจริงๆ แล้วมอเตอร์เอง ไม่มีกำลังในการขับเคลื่อนด้วยตัวเองจะต้องอาศัย แรงดันสูงช่วงหนึ่ง เพื่อที่จะให้ตัวมอเตอร์เองนั้น ทำงานได้ สามารถศึกษาหลักการทำงานได้ในบทที่ 2

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.4 ภาคควบคุมการปล่อยน้ำยาซักฟอก

ในส่วนของการออกแบบวงจรควบคุมการปล่อยน้ำยาซักผ้า จะใช้มอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรง 12 V ซึ่งมีความแรงสูงในการดูดน้ำยาซักฟอก ลงสู่ถังซักผ้าโดยแสดงวงจรสมมูลดังรูปที่ 3.4 ในการเลือกมอเตอร์ 12 V เพราะว่าสามารถที่จะควบคุมการทำงานได้ง่าย และกรณีที่สำคัญคือเป็นมอเตอร์ที่ ติดตั้งมาพร้อมกับถังใส่น้ำ ซึ่งเหมาะสมกับการประยุกต์ใช้งานเป็นอย่างยิ่ง



รูปที่ 3.4 วงจรควบคุมการปล่อยน้ำยาซักฟอก

3.4.1 หลักการทำงานของวงจรควบคุมการปล่อยน้ำยาซักฟอก

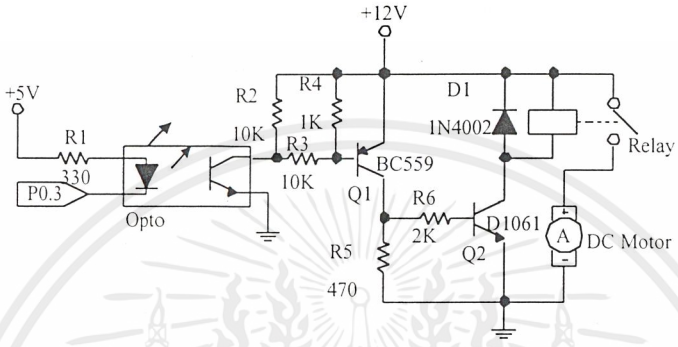
หลักการทำงานของการปล่อยน้ำยาซักฟอกนั้นจะใช้พอร์ตนี้ใช้ควบคุมมอเตอร์ดีซีที่ +12 V โดยเมื่อสภาวะปกติมันจะไม่ทำงาน คือพอร์ต P0.2 จะมีค่าเป็น '1' ส่งผลให้ออปโต้คัปเปอร์ไม่สามารถทำงานได้ เพราะโฟโต้ไดโอดไม่ส่องแสงไปยังโฟโต้ทรานซิสเตอร์ภายในตัว IC 4N26 มีผลทำให้ขาคอลเลคเตอร์ภายใน IC4N26 มีค่าเป็นลอจิก '1' เพราะมีค่าความต้านทานประมาณ 10KΩ คอยทำหน้าที่เป็น R-Pull-Up อยู่ ซึ่งทำให้ทรานซิสเตอร์เบอร์ BC 559 เป็นชนิดพีเอ็นพีไม่ทำงานจึงทำให้ไม่มีกระแสไหลจากอิมิเตอร์ไปสู่คอลเลคเตอร์ส่งผลให้ทรานซิสเตอร์เบอร์ D1061 ไม่ทำงานรีเลย์ก็จะไม่ทำงานไปด้วย

แต่เมื่อมี P0.2 มีสถานะจากลอจิก '1' เป็น '0' ทำให้ออปโต้คัปเปอร์ทำงาน และที่ขาเบสของ Q1 BC559 เป็นลอจิก '0' จึงเกิดนำกระแสขึ้น จากขาอิมิเตอร์ไปสู่ขาคอลเลคเตอร์ โดยมีตัวต้านทาน 470Ω ทำหน้าที่ควบคุมแรงดันอยู่โดยมี R6 มีค่าความต้านทานเท่ากับ 2KΩ จำกัดกระแสให้กับขาเบสของทรานซิสเตอร์ D1061 รีเลย์จึงทำงานในขณะนี้และส่งผลให้มอเตอร์ทำงานด้วย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.5 ภาคควบคุมการปล่อยน้ำยาปรับผ้านุ่ม

ในส่วนของการออกแบบวงจรควบคุมการปล่อยน้ำยาซักผ้าจะใช้มอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรง 12 V ซึ่งมีลักษณะการทำงานคล้ายกับวงจรควบคุมการปล่อยน้ำยาซักฟอกแตกต่างกันตรงพอร์ตที่ใช้ในการควบคุมการทำงานต่างกัน ในวงจรนี้ใช้ พอร์ต P0.3 โดยแสดงวงจรสมมูลดังรูปที่ 3.5



รูปที่ 3.5 วงจรควบคุมการปล่อยน้ำยาปรับผ้านุ่ม

3.5.1 หลักการทำงานของวงจรควบคุมการปล่อยน้ำยาปรับผ้านุ่ม

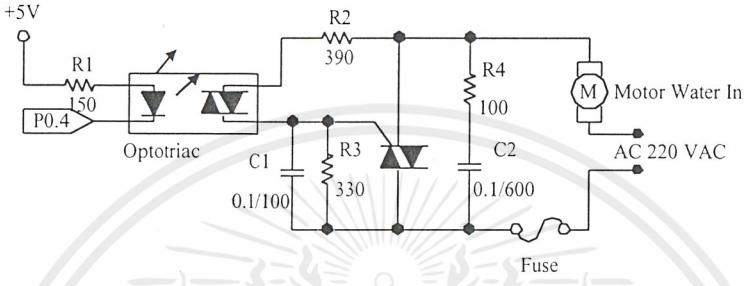
หลักการทำงานของการปล่อยน้ำยาปรับผ้านุ่ม จะใช้พอร์ตนี้ใช้ควบคุมมอเตอร์ DC ที่ +12V โดยเมื่อสภาวะปกติมันจะไม่ทำงาน คือพอร์ต P0.3 จะมีค่าเป็น '1' ส่งผลให้ออปโต้คัปเปอร์ไม่สามารทำงานได้ เพราะโฟโต้ไดโอดไม่ส่องแสงไปยังโฟโต้ทรานซิสเตอร์ภายในตัว IC4N26 มีผลทำให้ขาคอลเลคเตอร์ภายใน IC4N26 มีค่าเป็นลอจิก '1' เพราะมีค่าความต้านทานประมาณ 10KΩ คอยทำหน้าที่เป็น R-Pull-Up อยู่ ซึ่งทำให้ทรานซิสเตอร์เบอร์ BC 559 เป็นชนิดพีเอ็นพีไม่ทำงานจึงไม่มีกระแสไหลจากอิมิเตอร์ไปสู่คอลเลคเตอร์ส่งผลทำให้ทรานซิสเตอร์เบอร์ D1061 ไม่ทำงานรีเลย์ก็จะไม่ทำงานไปด้วย

แต่เมื่อมี P0.3 มีสถานะจากลอจิก '1' เป็น '0' ทำให้ออปโต้คัปเปอร์ทำงาน และที่ขาเบสของ Q1 BC559 เป็นลอจิก '0' จึงเกิดนำกระแสขึ้นจากขาอิมิเตอร์ไปสู่ขาคอลเลคเตอร์โดยมีตัวต้านทาน 470Ω ทำหน้าที่ควบคุมแรงดันอยู่โดยมี R6 มีค่าความต้านทานเท่ากับ 2KΩ จำกัดกระแสให้กับขาเบสของทรานซิสเตอร์ D1061 รีเลย์จึงทำงานในขณะนี้และส่งผลให้มอเตอร์ทำงานด้วย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.6 ภาคควบคุมการปล่อยน้ำเข้าถังซักผ้า

การควบคุมการปล่อยน้ำเข้าถังซักผ้าจะใช้ตัวโซลินอย์เป็นตัวควบคุมการ ปิด-เปิดการปล่อยน้ำซึ่งในการออกแบบวงจรควบคุมการทำงานจะใช้วงจรโซลิเตสรีเลย์แทนการใช้รีเลย์ เนื่องจากไม่ต้องใช้กระแสสูงมากในการควบคุมการทำงานแสดงวงจรสมมูลดังรูปที่ 3.6



รูปที่ 3.6 วงจรควบคุมการปล่อยน้ำเข้าถังซักผ้า

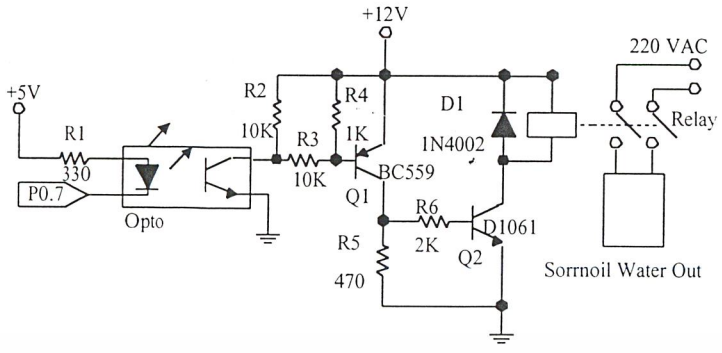
3.6.1 หลักการทำงานของวงจรควบคุมการปล่อยน้ำเข้าถังซักผ้า

จากรูปที่ 3.5 จะเป็นวงจรสำหรับการปล่อยน้ำเข้าถัง โดยหลักการทำงานก็คือจะใช้ P0.4 ของตัวไมโครคอนโทรลเลอร์เป็นตัวการควบคุมการทำงานต่อเข้ากับขาคาโถดของออปโต้ไตรแอค เบอร์ MOC3062 ซึ่งสภาวะแรกเมื่อ P0.4 มีค่าเป็นลอจิก '1' วงจรจะไม่สามารถทำงานได้ เนื่องจากไม่มีสัญญาณที่จะนำไปทริกที่ขาเกตของไตรแอค BTA1040B มอเตอร์จึงไม่ทำงาน ในเวลาต่อมาที่ P0.4 มีค่าเป็นลอจิก '0' จะมีผลทำให้ ออปโต้ไตรแอคทำงานซึ่งส่งผลให้ไตรแอคเบอร์ BTA 1040B เพราะเกิดการทริกที่ขาเกต ทำให้โซลินอย์ที่ต่ออยู่กับวงจรทำงาน โดยมีตัวต้านทาน R4 มีค่า 100Ω และ C1 มีค่าเท่ากับ 0.1 uF / 600V จะทำหน้าที่ป้องกันการกระชาก และแรงดันย้อนกลับของโหลดเอง

3.7 ภาคควบคุมการปล่อยน้ำออกจากถังซักผ้า

ในส่วนของการควบคุมการปล่อยน้ำออกจากถังซักผ้านั้นจะใช้ตัวโซลินอย์เช่นเดียวกับการปล่อยน้ำเข้าถังซักจะแตกต่างกันตรงที่การดึงกระแสต่างกัน ในส่วนของโซลินอย์ที่ใช้ในการปล่อยน้ำออกนั้นดึงกระแสสูงมากจึงต้องจัดวงจรเพื่อที่จะควบคุมการทำงานต่างกันโดยที่จะใช้รีเลย์ที่สามารถทนกระแสสูงมาใช้งาน แทนการใช้วงจรโซลิเตสรีเลย์โดยแสดงดังรูปที่ 3.7

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3.7 วงจรควบคุมการปล่อยน้ำออกจากถังซักผ้า

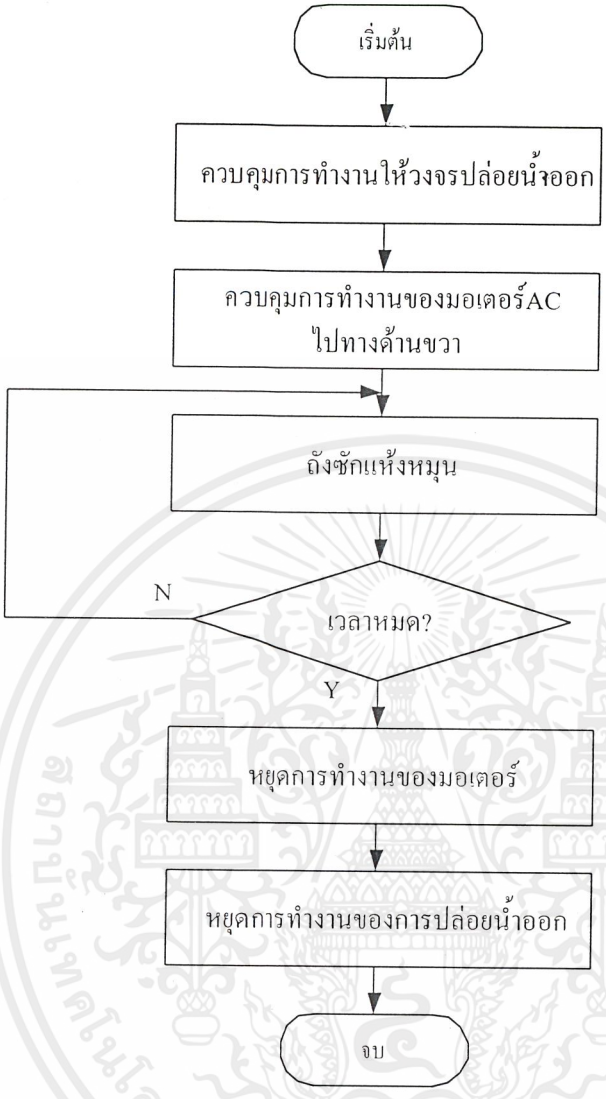
3.7.1 หลักการทำงานของวงจรควบคุมการปล่อยน้ำออกจากถังซักผ้า

จากรูปที่ 3.8 เป็นวงจรปล่อยน้ำออกจะโดยใช้พอร์ต P0.7 ควบคุมการทำงานโดยมีหลักการทำงานดังนี้ ในสภาวะแรก P0.7 มีค่าสถานะเป็นลอจิก '1' วงจรจะไม่ทำงานเพราะออปโต้คัปเปอร์ไม่ทำงาน ส่งผลให้มีระดับแรงดันเป็นลอจิก '1' ป้อนให้กับขา B ของ BC559 จึงไม่สามารถทำงานได้ เพราะเป็นทรานซิสเตอร์ชนิดพีเอ็นพีแต่ถ้าเมื่อใดที่สภาวะของพอร์ต P0.7 เป็นลอจิก '0' จะทำให้ออปโต้คัปเปอร์ทำงาน จากสถานะลอจิกจาก '1' จะเปลี่ยนเป็น '0' ที่ Q1 BC559 ทำงาน จึงทำให้ Q2 D1061 ทำงาน จึงมีกระแสไหลจากขาคอลเลคเตอร์ไปยังขาอิมิเตอร์รีเลย์จึงทำงาน ซึ่งทำให้มอเตอร์ปล่อยน้ำออกจากถังได้ปกติ

3.8 ภาคควบคุมการปั่นแห้ง

ในการออกแบบการควบคุมการปั่นแห้งของเครื่องซักผ้านั้นจะใช้หลักการการควบคุมชุดฟันเฟืองที่ข้อต่อของสายพานโดยการดึงสลักที่ติดอยู่กับฟันเฟืองออกจากตัวมอเตอร์ไฟฟ้าซึ่งจะต้องควบคุมส่วนของวงจรปล่อยน้ำออกโดยโซลินอยด์ที่ติดกับตัวถังซักจะถึงสลักตัวนี้อยู่ตลอดเวลาเมื่อเกิดการทำงาน จากนั้นก็ทำการสั่งงานมอเตอร์หมุนตามเข็มนาฬิกาโดยจะให้หมุนทางเดียวไม่สามารถที่จะหมุนทวนเข็มนาฬิกาได้ หลังจากนั้นถังซักจะหมุนอย่างแรงเพื่อปั่นผ้าให้แห้ง ในการหยุดการทำงานนั้นจะต้องสั่งให้มอเตอร์หยุดหมุนก่อน และจึงทำการสั่งให้โซลินอยด์หยุดการทำงานทีหลังที่กระทำเช่นนี้ก็เพราะว่า ถ้า สั่งให้มอเตอร์หยุดที่หลังและโซลินอยด์หยุดก่อนจะทำให้สลักไปกระทบกับฟันเฟืองภายในที่ติดอยู่กับแกนมอเตอร์ได้ ซึ่งจะเกิดความเสียหายอย่างยิ่ง โดยสามารถสรุปหลักการทำงานได้ตามผังการทำงานดังรูปที่ 3.8

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3.8 ผังงานการทำงานของการปั่นแห้ง

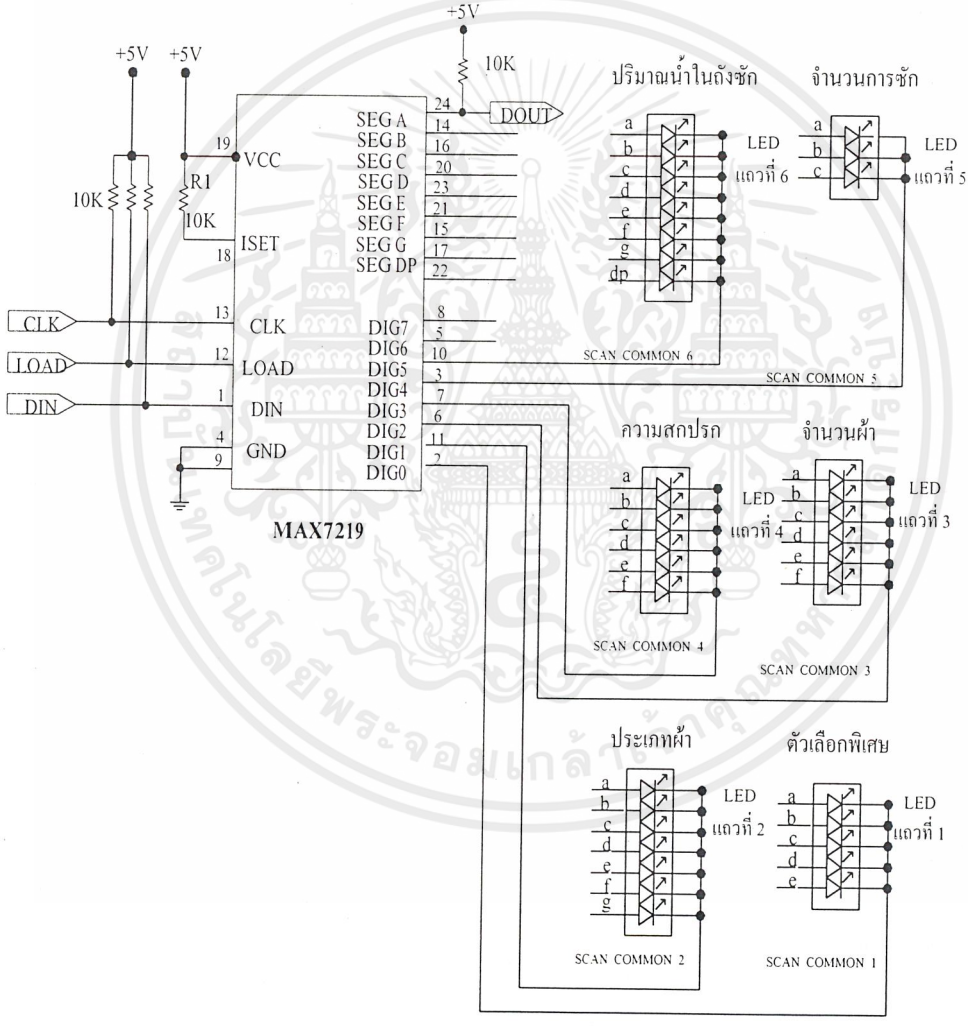
3. 9 ภาคควบคุมการแสดงผลการทำงาน

การควบคุมการแสดงผลการทำงานของเครื่องซักผ้ามีหน้าที่ในการโต้ตอบกับผู้ใช้งานว่าต้องการที่จะให้เครื่องซักผ้าทำงานอย่างไรจะสามารถแบ่งออกเป็น 2 ส่วนคือ ส่วนควบคุมการแสดงผลโดยควบคุมจากไมโครคอนโทรลเลอร์ และส่วนที่สองคือส่วนควบคุมการทำงานโดยวงจรเกจวัดระดับน้ำ ซึ่งทั้งสองส่วนนั้นมีหลักการออกแบบ และการทำงานต่างกันดังนี้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.10 การควบคุมการแสดงผลโดยไมโครคอนโทรลเลอร์

ในการควบคุมการแสดงผลโดยไมโครคอนโทรลเลอร์นั้นจะใช้ไอซี MAX7219 ซึ่งเป็นไอซีที่ทำหน้าที่ในการแสดงผล 7 หลัก ซึ่งใช้พอร์ตในการควบคุมการทำงาน 3 พอร์ต ในการออกแบบวงจรนั้นจะนำไอซีนี้มาเชื่อมต่อกับไมโครคอนโทรลเลอร์โดยจะรับข้อมูลจากคีย์บอร์ด และประมวลผลจากนั้นก็จะส่งข้อมูลออกมาแสดงผลที่หน้าจอโดยใช้ LED ในการแสดงผลซึ่ง LED แต่ละแถวก็จะมีคีย์บอร์ดประจำตำแหน่งนั้นอยู่แล้ว ซึ่งได้แสดงวงจรสมมูลไว้ดังรูปที่ 3.9



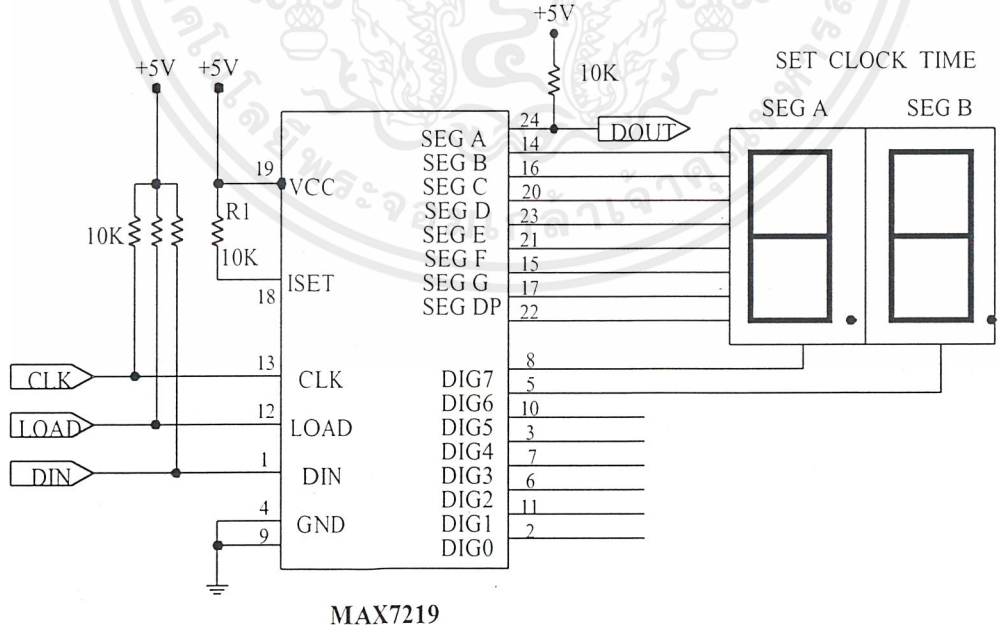
รูปที่ 3.9 วงจรแสดงผลการทำงานของไอซี MAX7219

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.10.1 หลักการทำงานของวงจรรับข้อมูลจากคีย์บอร์ดเพื่อแสดงผล LED

จากรูปที่ 3.9 เป็นวงจรแสดงผลการทำงานของไอซี MAX7219 ซึ่งหลักการทำงานก็คือจะใช้พอร์ต P1.0 ซึ่งเชื่อมต่อกับขา DIN เป็นขาสัญญาณอินพุตใช้สำหรับ รับข้อมูลอิน-พุตแบบอนุกรม โดยข้อมูลจะถูกโหลดเข้าไปสู่ในชิฟต์รีจิสเตอร์ ขนาด 16 บิต โดยจะสำพันธ์กับสัญญาณนาฬิกา ที่ส่งมาทางขา CLK โดยข้อมูลเริ่มจาก D15-D0 จากที่กล่าวมาขาสัญญาณ CLK นั้นจะทำหน้าที่เป็นสัญญาณนาฬิกาอินพุตจากภายนอก โดยเมื่อสัญญาณเป็นช่วงขอบขาขึ้น สัญญาณข้อมูลจาก DIN จะถูกเลื่อนเข้าสู่ชิฟต์รีจิสเตอร์ภายใน เมื่อสัญญาณนาฬิกาเป็นช่วงขอบขาลง ข้อมูลที่อยู่ในชิฟต์รีจิสเตอร์ ตำแหน่งสุดท้าย (D15) จะถูกเลื่อนออกไปที่ขา DOUT เมื่อข้อมูลทุกอย่างที่ต้องการแสดงผล เข้าไปอยู่ในรีจิสเตอร์ภายในแล้ว ขา LOAD จะทำการแอกตีฟ ลอจิก '1' เมื่อนั้นข้อมูลก็จะแสดงผลออกมาที่หน้าจอ โดยขึ้นอยู่กับผู้ใช้งานว่ากดคีย์ใดๆ เช่นเลือกประเภทของผ้า ข้อมูลก็จะถูกโหลดไปที่ตัวไอซี จากนั้นข้อมูลจะส่งออกไปที่ขา Segment A ถึงSegment F จากนั้นคอมมอน DIG1 แอคทีฟ '0' เมื่อแอคทีฟ '0' แล้ว LED ก็จะแสดงผลตามข้อมูลที่ส่งถูกส่งมาจากไมโครคอนโทรลเลอร์

3.10.2 หลักการทำงานของวงจรรับข้อมูลจากคีย์บอร์ดเพื่อแสดงผลตัวเลข 7 ส่วน



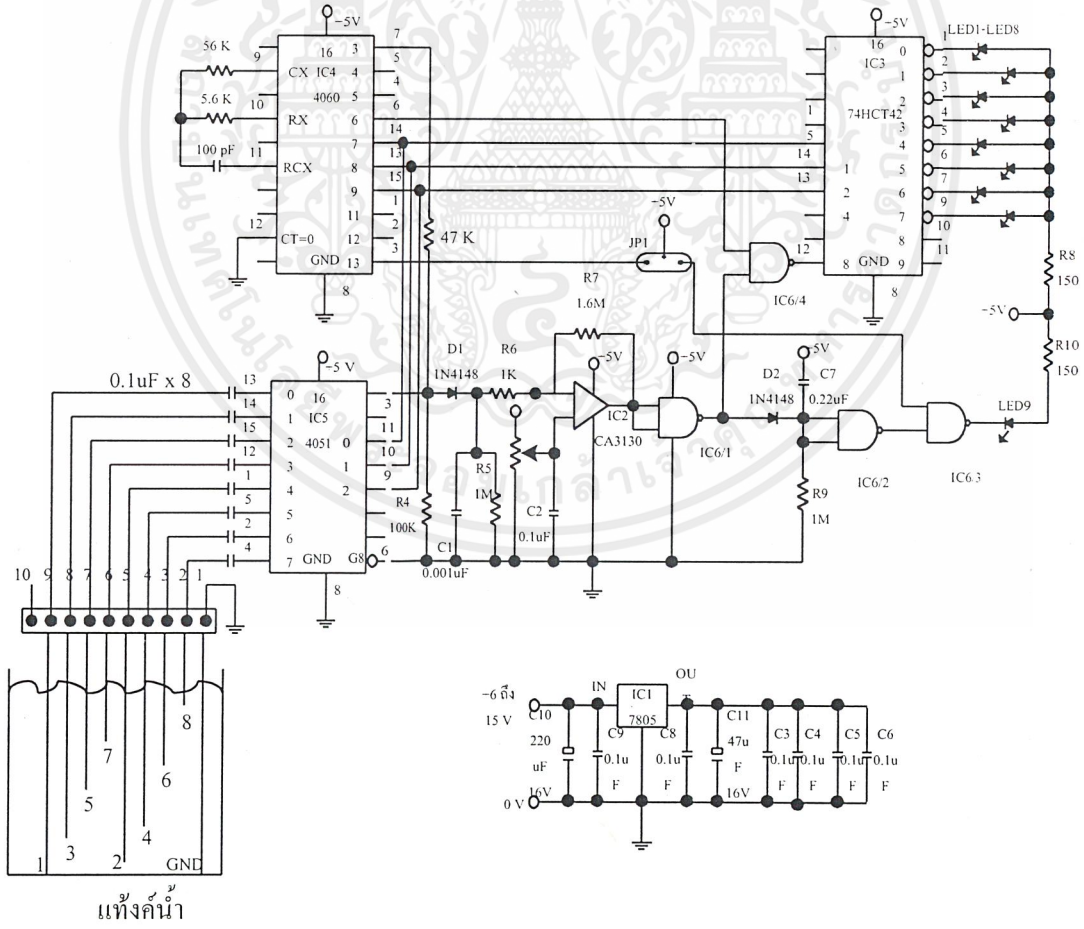
รูปที่ 3.10 วงจรควบคุมการแสดงผลตัวเลข 7 ส่วนเพื่อตั้งเวลาแช่ผ้า

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากวงจรดังรูปที่ 3.10 นี้เป็นวงจรแสดงผลที่ตัวเลข 7 ส่วนซึ่งใช้ไอซี MAX7219 เป็นตัวควบคุมการทำงานในการตั้งเวลาแช่ผ้าโดยผู้ใช้กดปุ่มเลือกเองตามต้องการโดยสามารถที่จะตั้งเวลาได้ 0-60 นาที ซึ่งจะใช้ DIGI 6 และ DIGI 7 ในการแสดงผลเวลาในการแช่ผ้า ซึ่งจะมีคีย์บอร์ดเพื่อให้ผู้ใช้งานกดเลือกเวลาได้ ถ้าไม่ต้องการให้ทำงานจะต้องเซตค่า เริ่มต้นให้หน้าจอเป็น 00 เสมอ เมื่อผู้ใช้ตั้งเวลาในการแช่ผ้า เช่น 3 นาที เมื่อหมดเวลาแล้วหน้าจอก็จะแสดงเป็น 00 เหมือนเดิม

3.11 การควบคุมการแสดงผลโดยวงจรเกจวัดระดับน้ำ

ในการแสดงผลโดยใช้วงจรเกจวัดระดับน้ำนั้นจะทำหน้าที่ในการแสดงผลน้ำยาปรับผ้านุ่มและน้ำยาซักฟอกในถังน้ำยาปรับผ้านุ่มเพื่อเป็นการบอกผู้ใช้ว่าระดับน้ำยาหมดหรือยัง ถ้าน้ำยาหมดส่วนของ LED จะไม่มีการแสดงผลในทางตรงข้ามถ้าระดับน้ำยาเต็มถัง LED ก็จะแสดงผลเต็มระดับซึ่งวงจรสมมูลจะแสดงดังรูปที่ 3.12



รูปที่ 3.11 วงจรเกจวัดระดับน้ำ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.11.1 หลักการทำงานของเกจวัดระดับน้ำ

จากรูป 3.11 เป็นวงจรเกจวัดระดับน้ำมีหลักคือที่ตัวแสดงผล LED 1 ถึง LED 8 เป็นตัวบอกระดับน้ำตั้งแต่ระดับ 1 ถึง ระดับ 8 ส่วน LED 9 เป็นไฟเตือนหาระดับน้ำลดลง และดับลงเมื่อน้ำเต็มถังถึงระดับ 8 การติดสว่างของ LED ทั้ง 9 ตัว จะกำหนดลักษณะการทำงานที่แอกทีฟโลว์หรือรับเอาต์พุตที่ออกมาจากขา 1 ถึง 9 ของ IC3 และขา 10 ของ IC6/3 ต้องมีแรงดันเป็นระดับลอจิก "0" จึงจะทำให้ LED ติดสว่างเคาน์เตอร์ออสซิสเลเตอร์ IC4 เป็นตัวควบคุมการทำงานของวงจร ซึ่งกำหนดโดยค่าตัวต้านทาน R1 กับ R2 และตัวเก็บประจุ C20 พัลซ์ R3 กับ R4 ผ่านมัลติเพล็กเซอร์ IC5 ตัวเก็บประจุ C12 ถึง C19 และคอนเน็กเตอร์ K1 ผ่านตัวตรวจจับ 1 ถึง 8 ผ่านน้ำถ้าหากตัวตรวจจับตัวใดตัวหนึ่งสัมผัสน้ำจะทำให้แรงดันตรวจสอบน้ำจะทำให้แรงดันตรวจสอบที่จุดแบ่งแรงดันตกลงจนถึงค่าค่าใดค่าหนึ่งและแรงดันตรวจสอบนี้จะถูกตัดออกไปโดยไดโอด D1 ตัวต้านทาน R5 และตัวเก็บประจุ C1 ให้เหลือเพียงแรงดันค่าใดค่าหนึ่งออกไป เข้าที่ขานอนอินเวอร์ติ้งหรือขา 3 ของ IC2 เพื่อเปรียบเทียบแรงดันกับขาอินเวอร์ติ้งหรือขา 2 ซึ่งมีตัวต้านทานปรับค่าได้ VR1 กำหนดแรงดันคงที่ให้กับขา 2 สัญญาณแรงดันเอาต์พุตที่ขา 6 ของ IC2 จะผ่านแนนด์เกต IC6/1 เอาต์พุตที่ออกจากขา 3 ของ IC6/1 สถานะหนึ่งจะผ่านแนนด์เกต IC6/2 และ IC6/3 ไปขับ LED9 อีกส่งจะผ่านแนนด์เกต IC6/4 เป็นสัญญาณอินพุตที่ขา 12 กระตุ้นการทำงานให้กับ IC3 ร่วมกับสัญญาณเอาต์พุตที่ออกจากขา 14,13 และ 15 ของ IC4 ซึ่งเป็นรหัส BCD เพื่อให้ IC3 ถอดรหัส BCD ออกไปขับ LED8 ต่อไป การรับรู้ว่าตัวตรวจจับ 1 ถึง 8 ตัวใดตัวหนึ่งมาสัมผัสระดับน้ำ และแสดงผลให้ตรงกับ LED1 ถึง LED8 ได้ถูกต้องจะมีมัลติเพล็กเซอร์ IC5 คอยอ่านพัลส์เอาต์พุต ส่วน LED ตัวอื่นๆ ก็เหมือนกันจะติดสว่างตรงกับตัวตรวจจับนั้นๆ สัมผัสน้ำเมื่อ LED1 ถึง LED 8 ทุกตัวติดสว่าง LED9 ก็จะดับแต่ถ้า LED ตัวใดตัวหนึ่งดับหรือตัวตรวจจับนั้นๆ ไม่สัมผัสน้ำ LED9 จะติดสว่างเตือนจะให้ติดกระพริบหรือติดต่อเนื่องก็เลือกได้ที่จั๊มเปอร์ JP1 ถ้าติดต่อกับ + 5 โวลต์ โดยตรงจะติดต่อเนื่อง แต่ถ้าติดกับเอาต์พุตที่ออกมาจากขา 3 ของ IC4 ไฟ LED9 ก็จะกระพริบ

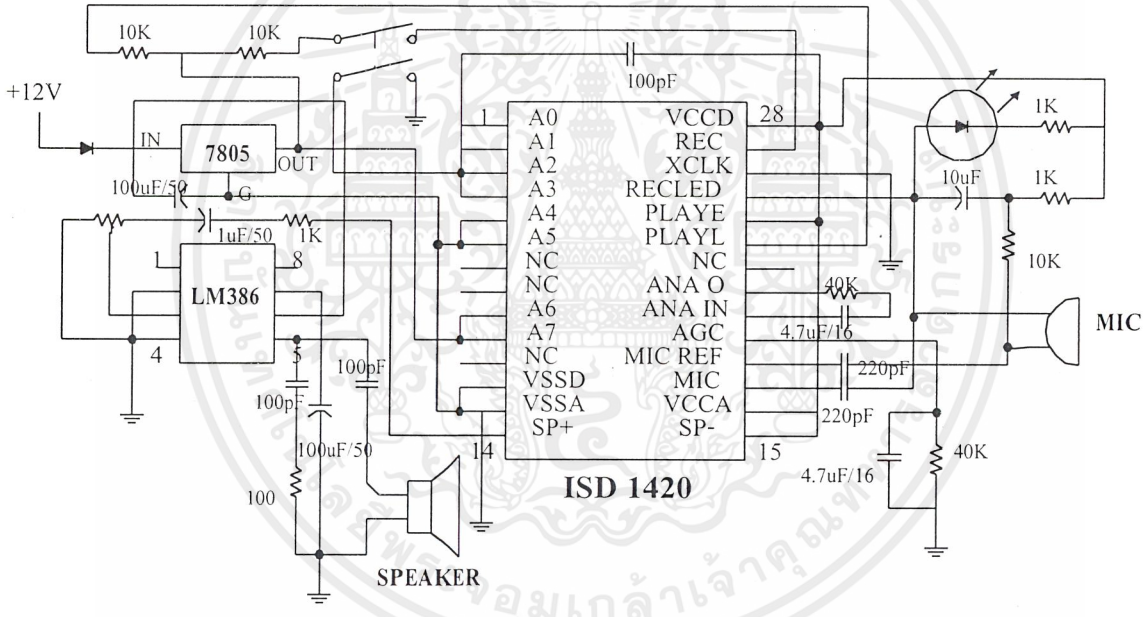
3.12 ภาคควบคุมเสียงเตือน

ในการทำงานของวงจรเสียงเตือนนั้น ได้มีการออกแบบไว้ 2 ส่วน คือ วงจรเสียงพูด และวงจรเสียงเตือน โดยในการออกแบบวงจรเสียงพูดจะใช้ ไอซี เบอร์ ISD1420 เป็นตัวบันทึกเสียงจะทำงานเมื่อเสร็จสิ้นการทำงานทั้งหมดแล้ว และอีกส่วนหนึ่งคือวงจรเสียงเตือนจะใช้ในการเตือนเมื่อมีการแช่ผ้า และเตือนเมื่อผู้ใช้งานกดปุ่ม PUSH โดยจะมีการอธิบายดังนี้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.13 การออกแบบวงจรเสียงพูด

ในการออกแบบวงจรเสียงพูดการบันทึกเสียงลงไปในไอซีเสียงเบอร์ ISD 1420 โดยสามารถที่จะบันทึกเสียงได้ 20 วินาที ในการควบคุมการทำงานนั้นจะใช้พอร์ต P0.5 พอร์ตนี้จะทำหน้าที่ในการพูดเมื่อมีการกดปุ่มการทำงานที่ผิดพลาด ส่วนพอร์ต P1.0 จะทำหน้าที่ในการพูดเมื่อทำงานเสร็จสิ้นแล้ว เมื่อต้องการให้วงจรทำงานก็จะต้องส่งสัญญาณควบคุมรีเลย์ ในสภาวะแรกพอร์ต P0.5 จะไม่ทำงานมีสถานะลอจิก '1' เมื่อต้องการให้มีการทำงานก็ส่งลอจิก '0' มาให้ตัวทรานซิสเตอร์เพื่อทำให้ทรานซิสเตอร์นำกระแส ดังนั้นรีเลย์จึงทำงานเสียงที่ได้บันทึกไว้ก็จะดังออกลำโพงส่วนหลักการทำงานของพอร์ต P1.0 ก็มีหลักการทำงานเช่นเดียวกัน ซึ่งแสดงวงจรสมมูลดังรูปที่ 3.11



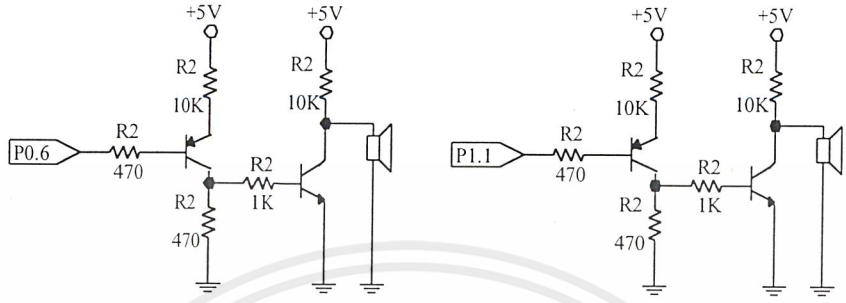
รูปที่ 3.12 วงจรบันทึกเสียงพูด ISD 1420

3.14 การออกแบบวงจรเสียงเตือน

ในส่วนของการออกแบบวงจรเสียงเตือน จะใช้ไอซีเสียงเพลงเบอร์ UM66 ซึ่งจะใช้พอร์ต P0.6 และ P1.1 ในการควบคุมการทำงาน โดยในสภาวะปกติ จะส่งลอจิก '1' มายังชุดควบคุมซึ่งเป็นทรานซิตเตอร์ชนิดเอ็นพีเอ็นในเวลาต่อมาเมื่อต้องการให้มีเสียงเตือนเมื่อกดปุ่ม PUSH ตัวไมโครคอนโทรลเลอร์จะส่งสัญญาณลอจิก '0' มาให้กับทรานซิสเตอร์ ซึ่งจะทำให้ทรานซิสเตอร์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

นำกระแส และจะมีเสียงเตือนออกมาเมื่อต้องการให้หยุดการทำงานก็ส่งสัญญาณลอจิก '1' ซึ่งจะทำให้ หยุดการทำงาน จะแสดงไว้ดังรูปที่ 3.13

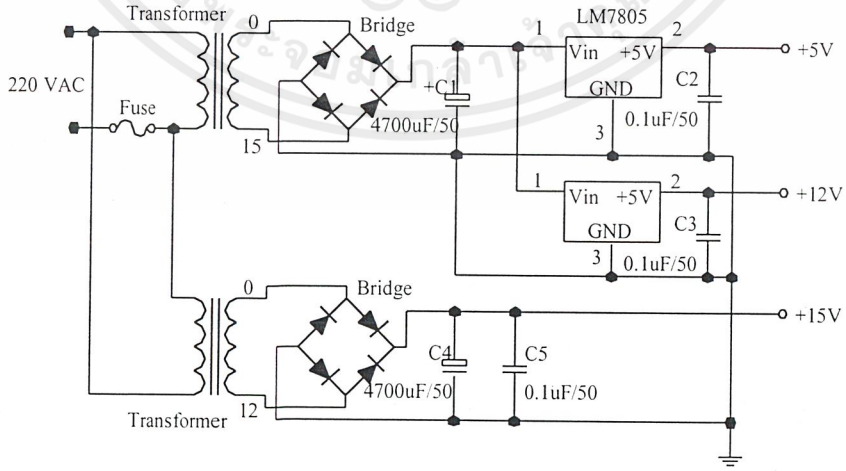


ก) วงจรเสียงเตือนเมื่อกดปุ่ม PAUSE ข) วงจรเสียงเตือนการแช่ผ้าในถังซัก

รูปที่ 3.13 วงจรเสียงเตือนโดยใช้ UM66

3.15 ภาคควบคุมการจ่ายไฟ

ในการควบคุมการจ่ายแรงดันให้กับวงจรนั้น จะประกอบด้วยแหล่งจ่าย ไฟ DC 3 ชุด ซึ่งจะทำหน้าที่ในการจ่ายแรงดันให้กับภาคควบคุมต่างๆ เช่น ภาคไมโครคอนโทรลเลอร์, ภาคควบคุมการหมุนของมอเตอร์ไฟฟ้า เป็นต้น โดยจะแสดงดังรูปที่ 3.14



รูปที่ 3.14 วงจรแหล่งไฟฟ้า

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.15.1 หลักการทำงานของวงจรแหล่งจ่ายไฟฟ้า

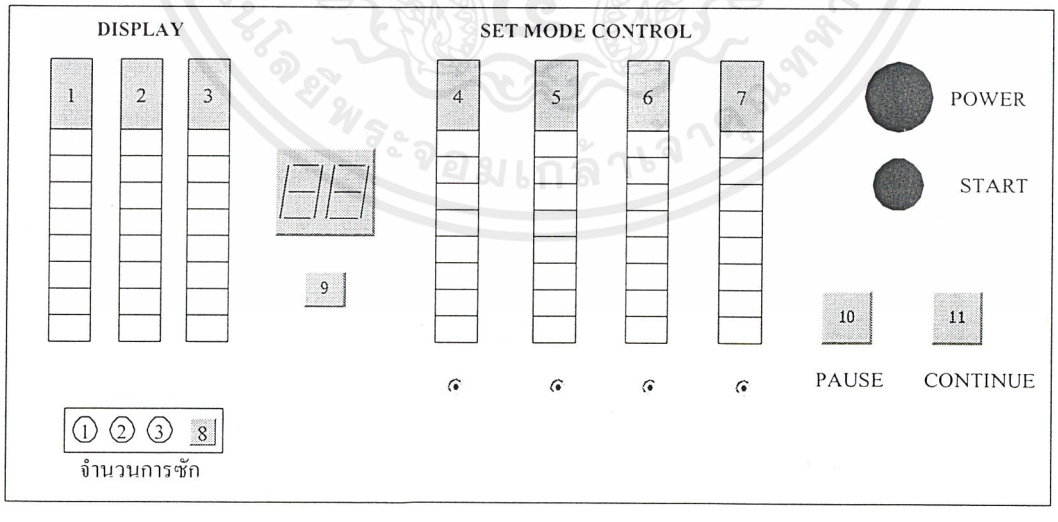
1) ในชุดที่ 1 นี้โดยจะต่อผ่านวงจรบริดเรคติไฟเออร์ประมาณ 16 VDC แล้วผ่านไอซีเรคกูเลเตอร์เบอร์ 7805 กระแส 1 แอมป์ โดยมี C1 และ C2 ทำหน้าที่เป็นตัวกรองแรงดันไฟตรงให้เรียบขึ้นในขั้นตอนนี้จะทำให้เราได้แรงดัน 5 VDC 1แอมป์

2) ชุดที่ 2 จะเป็น IC เรคกูลเลเตอร์ เบอร์ 7812 ได้แรงดันไฟ 12V 1 แอมป์

3) ชุดที่ 3 จะจ่ายไฟ AC จากทรานฟอร์เมอร์ 12 VAC ผ่านบริดเรคติไฟเออร์ และทำการฟิลเตอร์แรงดันไฟจะได้ประมาณ +15V แรงดันชุดนี้จะไปเลี้ยงวงจรในส่วนของมอเตอร์, น้ำยาปรับผ้านุ่ม และน้ำยาซักฟอก ในโครงงานฯ นี้จำเป็นต้องใช้กระแสสูงมากเพราะ ดังนั้นจึงไม่สามารถใช้ ไอซีเรคกูเลเตอร์ขนาด 1 แอมป์

3.16 การออกแบบหน้าจอแสดงผล

การออกแบบหน้าจอเครื่องซักผ้าด้วยฟัซซี่ลอจิกนี้ จะเป็นการออกแบบลักษณะของการเลือกใช้งาน เพื่อให้ผู้ใช้งานง่าย โดยมีฟังก์ชั่นการทำงานที่สามารถเลือกการทำงานได้โดยผู้ใช้เลือกได้จากหน้าปัทม์ดังรูปที่ 3.15 ซึ่งใช้ LED ในการแสดงผล โดยใช้พลาสติกเป็นหน้ากากครอบเอาไว้ และส่วนสวิตซ์จะใช้ลักษณะของสวิตช์กดติดปล่อยดับ เมื่อต้องการเลือกฟังก์ชันใดก็กดสวิตซ์ใต้ LED นั้น



รูปที่ 3.15 หน้าปัทม์การทำงานของเครื่องซักผ้า

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หมายเหตุ: หมายเลข 1 ปริมาณน้ำ

หมายเลข 2 ปริมาณผงซักฟอก

หมายเลข 3 ปริมาณน้ำยาปรับผ้านุ่ม

หมายเลข 4 ตัวเลือกพิเศษ

หมายเลข 5 ชนิดผ้า

หมายเลข 6 ปริมาณผ้า

หมายเลข 7 ความสกปรก

หมายเลข 8 จำนวนการซัก

หมายเลข 9 ปุ่มตั้งเวลาแช่ผ้า

หมายเลข 10 ปุ่มหยุดการทำงานชั่วคราว PUSH

หมายเลข 11 เริ่มทำงานต่อไป CONTINUE

3.16.1 แผงหน้าปัทม์

จากรูปที่ 3.12 สามารถที่จะอธิบายได้ 3 ส่วนด้วยกันคือ

1) Set Mode Control

ในส่วนนี้จะเห็นว่ามีปุ่มให้ผู้ใช้กดเลือกการทำงาน ซึ่งผู้ใช้สามารถกดเลือกได้เองและเป็นผู้กำหนดลักษณะของอินพุต ให้กับเครื่องซักผ้าสามารถเลือกและกำหนดได้ในส่วนของ Set Mode Control จะแบ่งออกเป็น 5 ส่วนคือ

1.1) ตัวเลือกพิเศษ

1. ซักปกติ
2. ซักแบบรวดเร็ว
3. ไม่ใส่น้ำยาปรับผ้านุ่ม
4. ไม่ใส่น้ำยาซักฟอก

1.2) ชนิดผ้า

1. บางเบา
2. อ่อน
3. ไหมพรม
4. ฝ้าย
5. ธรรมดา
6. ยีนส์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1.3) ปริมาณผ้า

1. เบามาก
2. เบา
3. ปานกลาง
4. หนัก
5. หนักมาก

1.4) ความสกปรก

1. สกปรกน้อยมาก
2. สกปรกน้อย
3. สกปรกปานกลาง
4. สกปรกมาก
5. สกปรกมากที่สุด

2) Display

ส่วนแสดงผลของแอลอีดีที่บอกปริมาณของน้ำ, ปริมาณของน้ำซักฟอก และปริมาณของน้ำยาปรับผ้านุ่มจะอยู่ด้านซ้ายของหน้าปัทม์ซึ่งแสดงดังรูปที่ 3.15 ในส่วนนี้ผู้ใช้ไม่สามารถที่จะเลือกการทำงานใดๆ หรือจะกำหนดลักษณะการทำงานไม่ได้เมื่อผู้ใช้เลือกฟังก์ชั่นของ Set Mode Control แล้วก็จะเสร็จหน้าที่ขั้นตอนต่อไปก็จะเป็นกระบวนการทำงานของเครื่องซักผ้าเองทั้งหมด เมื่อผู้ใช้กดเลือก ตัวเลือกพิเศษ, ชนิดผ้า, จำนวนผ้า, และความสกปรกของผ้า, และจำนวนการซักแล้วข้อมูล หรืออินพุตที่ได้ก็จะส่งไปเข้ากฎฟัซซี่ลอจิกซึ่งเป็นโปรแกรมการทำงานในแต่ละเงื่อนไขของเครื่องซักผ้าที่กำหนดไว้แล้วซึ่งจะไปเป็นตัวกำหนดในเรื่องของปริมาณน้ำ, ปริมาณน้ำยาซักฟอก, น้ำยาปรับผ้านุ่ม และระยะเวลาในการทำงาน โดยการแสดงผลในแต่ละส่วนจะมีอยู่ 3 ประเภท คือ

2.1) การแสดงผลของน้ำยาซักฟอก

เมื่อผู้ใช้ได้ทำการเลือกอินพุตที่ต้องการทั้ง 4 อินพุตครบแล้วต่อไปก็จะมาเข้าสู่กระบวนการทำงานของเครื่องซักผ้า แต่ก่อนที่เครื่องซักผ้าจะทำงานได้ ก็ต้องผ่านขั้นตอนของการตัดสินใจโดยใช้หลักการควบคุมของฟัซซี่ลอจิกเสียก่อน เมื่อเงื่อนไขทางด้านอินพุตที่ได้รับเมื่อรู้เงื่อนไขแล้วทางด้านหน้าปัทม์ของเครื่องซักผ้าก็จะแสดงให้ผู้ใช้รู้ว่าจะใช้จำนวนของผงซักฟอกเป็นจำนวนเท่าใด โดยจะแสดงที่ LED การแสดงผลในขั้นแรกจะเป็นจำนวนของน้ำยาซักฟอกที่ต้องใช้ในการซักผ้าครั้งนี้หลังจากเมื่อได้มีการปล่อยน้ำยาซักฟอกเข้าสู่ถังแล้วไฟที่ LED ก็จะค่อยๆ ลดลงไป

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.2) การแสดงผลของน้ำยาปรับผ้านุ่ม

โดยการแสดงผลของน้ำยาปรับผ้านุ่มจะมีหลักการเดียวกับน้ำยาซักฟอกเลย โดยใช้หลักการควบคุมของฟัซซี่ลอจิกเสียก่อน เมื่อเงื่อนไขทางด้านอินพุตที่ได้รับเมื่อรู้เงื่อนไขแล้วส่วนของหน้าปัทม์ของเครื่องซักผ้าก็จะแสดงให้ผู้ใช้รู้ว่า จะใช้จำนวนของน้ำยาปรับผ้านุ่มเท่าใดโดยจะแสดงที่ LED การแสดงผลในขั้นแรกจะเป็นจำนวนของน้ำยาปรับผ้านุ่มที่ต้องใช้ในการแช่ผ้าครั้งนี้ หลังจากเมื่อได้มีการปล่อยน้ำยาปรับผ้านุ่มเข้าสู่ถังแล้วไฟที่ LED ก็จะค่อยๆ ลดลงไป

2.3) การแสดงผลของน้ำในถังซัก

ในการแสดงผลปริมาณในถังซักจะสามารถวัดระดับได้ 8 ระดับ โดยจะใช้ไมโครคอนโทรลเลอร์เป็นตัวตัวสอบการปล่อยน้ำในถัง โดยปริมาณของน้ำจขึ้นอยู่กับอินพุตที่ผู้ใช้ป้อนข้อมูลเข้าไปเมื่อถึงระดับที่ตั้งไว้ก็จะหยุดการทำงานและ LED ก็จะแสดงผลให้ผู้ใช้ทราบทันที

3) คีย์บอร์ด

หน้าปัทม์ของเครื่องซักผ้า จะมีคีย์ให้ผู้ใช้ป้อน คือ

1.1) ปุ่มเลือกตัวเลือกพิเศษ

1.2) ปุ่มเลือกชนิดผ้า

1.3) ปุ่มเลือกปริมาณผ้า

1.4) ปุ่มเลือกความสกปรก

1.5) ปุ่มเลือกจำนวนการซัก

1.6) ปุ่มเซตเวลาแช่ผ้า

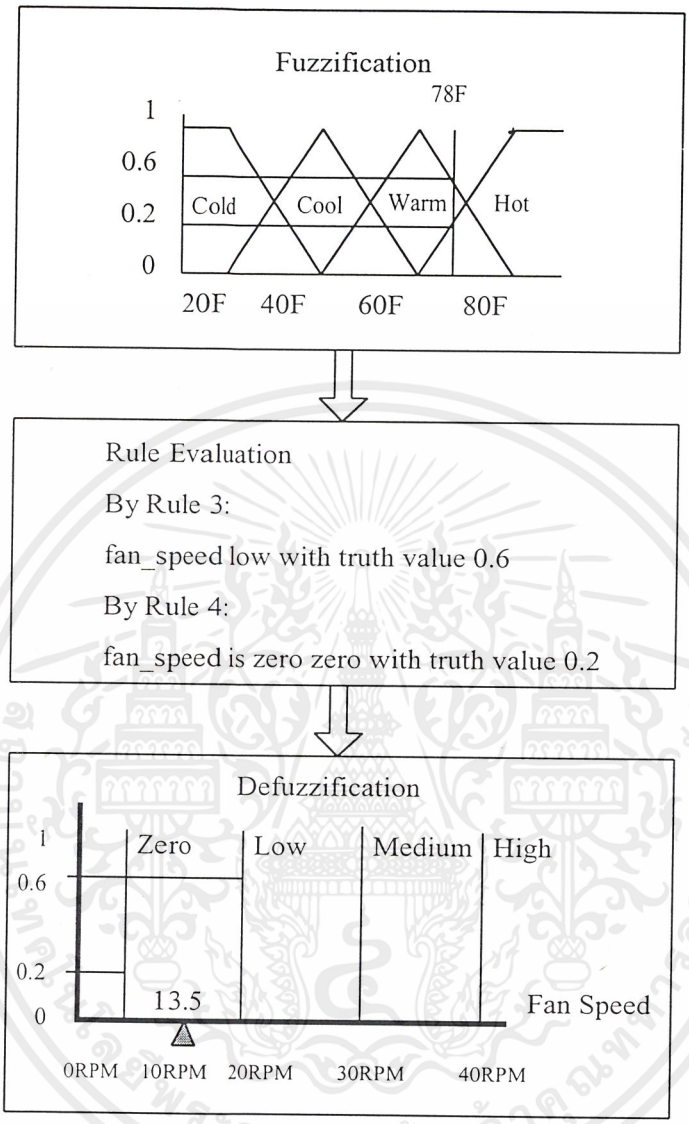
1.7) ปุ่มหยุดการทำงานชั่วคราว (PUSH)

1.8) ปุ่มเริ่มทำงานต่อไป (CONTINUE)

3.17 การออกแบบและการทำงานตัวควบคุมแบบฟัซซี่ลอจิก

การทำงานของตัวควบคุมฟัซซี่ลอจิกนั้น จะเป็นส่วนสำคัญของการควบคุมการทำงานให้เป็นไปตามกฎที่ได้กำหนดไว้ โดยจะเป็นการนำอินพุตที่ได้จากคีย์บอร์ดมาแปลงเป็นข้อมูลที่ต้องการ จากนั้นข้อมูลที่ได้จะถูกตรวจสอบว่าตรงกับกฎหรือขอบเขตใดที่ได้ตั้งเอาไว้หรือไม่ ถ้าไม่ตรงตามรูปแบบก็จะเลือกกฎที่มีความใกล้เคียงมากที่สุด จากนั้นก็จะส่งไปให้เอาต์พุตต่อไปซึ่งโครงสร้างการทำงานจะประกอบไปด้วย 3 ส่วน ซึ่งแสดงดังรูปที่ 3.16

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3.16 หลักการทำงานของตัวควบคุมฟัซซี่ลอจิก

จากรูปที่ 3.16 เป็นตัวอย่างของหลักการทำงานของตัวควบคุมฟัซซี่ซึ่งได้นำวิธีการของหลักการทำงานของตัวควบคุมฟัซซี่มาประยุกต์ใช้ในการออกแบบเครื่องซักผ้าควบคุมด้วยฟัซซี่ลอจิกจากตัวอย่างรูปที่ 3.16 ก็สามารถอธิบายได้ดังนี้

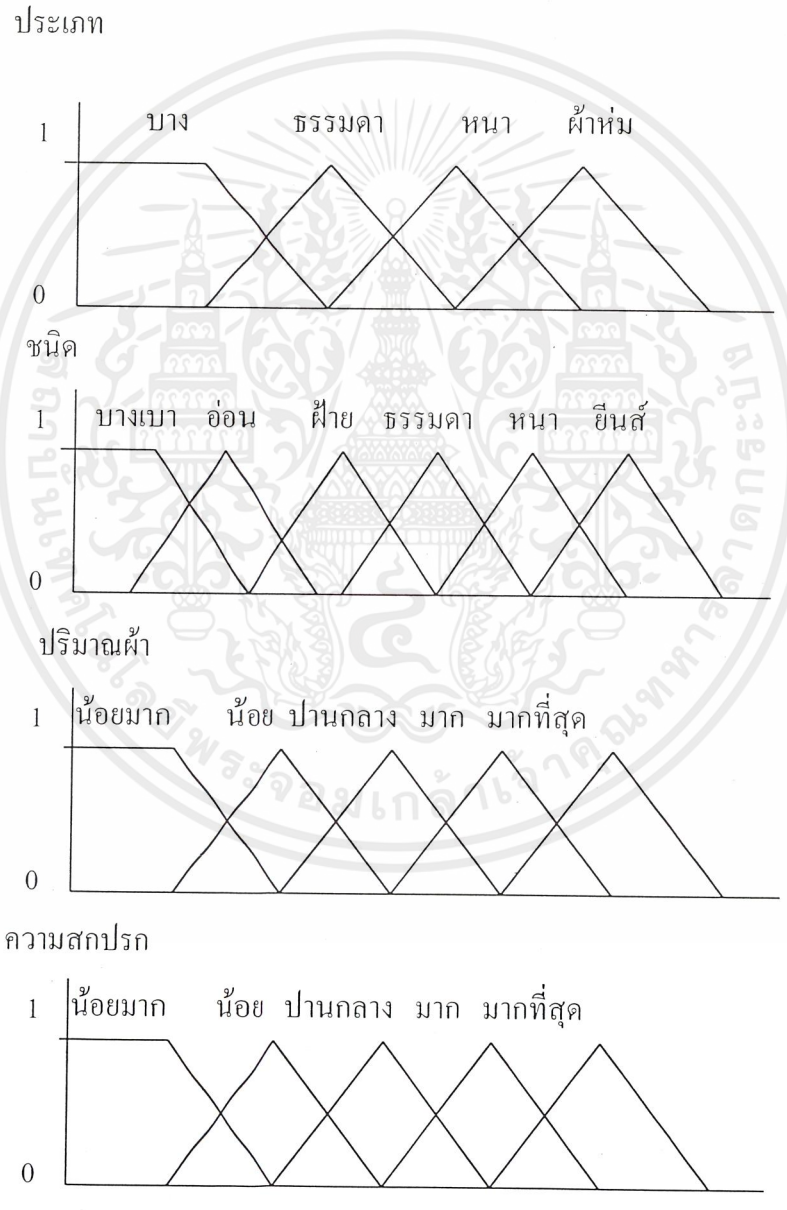
1) การแปลงสัญญาณจากอุปกรณ์เซ็นเซอร์ ซึ่งเป็นตัวแปรเชิงปริมาณให้เป็นตัวแปรฟัซซี่ เรียกว่า การฟัซซิเคชั่น (Fuzzification) ในส่วนนี้จะเป็นการรับข้อมูลจากคีย์บอร์ด

2) การประมวลผลเพื่อหาสัญญาณควบคุมจากกฎการควบคุม โดยใช้วิธีการหาข้อสรุปจากหลักการเหตุผลตามอัลกอริทึมแบบฟัซซี่เรียกว่า การฟัซซิอินเฟอร์เรนซ์ (Fuzzy Inference) จะใช้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หลักการการตั้งกฎฟัซซี่ลอจิกโดยใช้ ความรู้และประสบการณ์ของผู้เชี่ยวชาญ ซึ่งในส่วนนี้ได้กล่าวในบทที่ 2

3) การหาขนาดของสัญญาณควบคุม โดยการแปลงตัวแปรฟัซซี่ให้เป็นตัวแปรเชิงปริมาณ เรียกว่า การดีฟัซซิฟิเคชัน (Defuzzification) ซึ่งในส่วนนี้ใช้หลักการเทคนิค Maximizer และวิธีการสังเคราะห์ เอาต์พุตเดียว



รูปที่ 3.17 รูปแบบการเข้ากฎของอินพุตทั้ง 4 อินพุต

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากรูปที่ 3.16 เป็นหลักการทำงานของตัวควบคุมฟัซซี่ทั้ง 3 ขั้นตอน ในขั้นตอนแรกซึ่งเป็นส่วนของ Fuzzification จะมีอินพุตที่ตัดแล้วจะมีเอาต์พุต 2 ค่าจะต้องทำการเลือกมาเพียงค่าใดค่าหนึ่งจะเลือกค่าที่สูงสุด (Max.) หรือต่ำสุด (Min.) ก็ได้ หลังจากนั้นก็นำค่าเอาต์พุตที่เลือกได้แล้วมาเข้ากฎในขั้นที่ 2 จะเป็นส่วนของการเลือกการทำงานจากค่าอินพุตที่ได้จริงๆ เมื่อทราบแล้วว่าขั้นตอนการทำงานได้เป็นอะไร ก็จะไปสู่ขั้นตอนที่ 3 ก็คือ การรวมระยะเวลาทั้งหมดว่ามีขั้นตอนการทำงานเป็นเท่าใด ตามรูปที่ 3.16 นี้ได้ค่าของเอาต์พุตจำนวน 2 ค่า เพราะฉะนั้นจะต้องนำค่าที่ได้มารวมกันแล้วหาร 2 เพื่อหาค่าเฉลี่ย และจะได้เวลาที่แท้จริงในการทำงาน กระบวนการทั้งหมดในการทำงานของตัวควบคุมฟัซซี่ก็จะมีหลักการอยู่ 3 ขั้นตอนเมื่อทำการศึกษาหลักการทำงานของตัวควบคุมแล้ว ก็นำขั้นตอนทั้ง 3 ขั้นตอนนี้มาดัดแปลงในการเข้ากฎของโครงงานเครื่องซักผ้าควบคุมด้วยฟัซซี่ลอจิก ในส่วนของการรับอินพุตจะแบ่งเป็น 4 ส่วนคือ ผู้ใช้จะต้องเป็นผู้กำหนด ประเภทผ้า, ชนิดผ้า, จำนวนผ้า และความสกปรกของผ้า เมื่อได้รับอินพุตทั้งหมด 4 อย่าง ครบแล้ว ก็จะนำอินพุตเหล่านี้ไปเข้ากฎ ก็จะได้จำนวนเงื่อนไขทั้งหมด 600 เงื่อนไขเพราะมีอินพุตทั้งหมดดังนี้

1) ชนิด มี 6 ชนิด

2) จำนวนผ้า มี 5 อย่าง

3) ความสกปรกมี 5 อย่าง

เมื่อนำอินพุตทั้งหมดมาคูณกันก็จะได้ 6*5*5 = 150 ซึ่งค่าที่ได้นี้จะเป็นเงื่อนไขทุกเงื่อนไขที่จะเป็นไปได้ โดยเงื่อนไขทุกเงื่อนไขจะมีเอาต์พุตที่ออกมาต่างกันอย่างแน่นอน ดังรูปที่ 3.18 จะเป็นรูปแบบการเข้ากฎของอินพุตในทุกอินพุต ซึ่งจะได้จำนวนเอาต์พุตจะเท่ากับจำนวนอินพุตเช่นกันคือเท่ากับ 150 ค่า

สาเหตุที่ได้เลือกใช้ตัวควบคุมฟัซซี่ในโครงงานก็เพราะว่าปัจจุบันตัวควบคุมฟัซซี่ได้เข้ามามีบทบาทสำคัญในเรื่องการควบคุมกระบวนการทางอุตสาหกรรม เนื่องจากมีข้อดีที่เป็นจุดเด่นหลายประการ ดังนี้

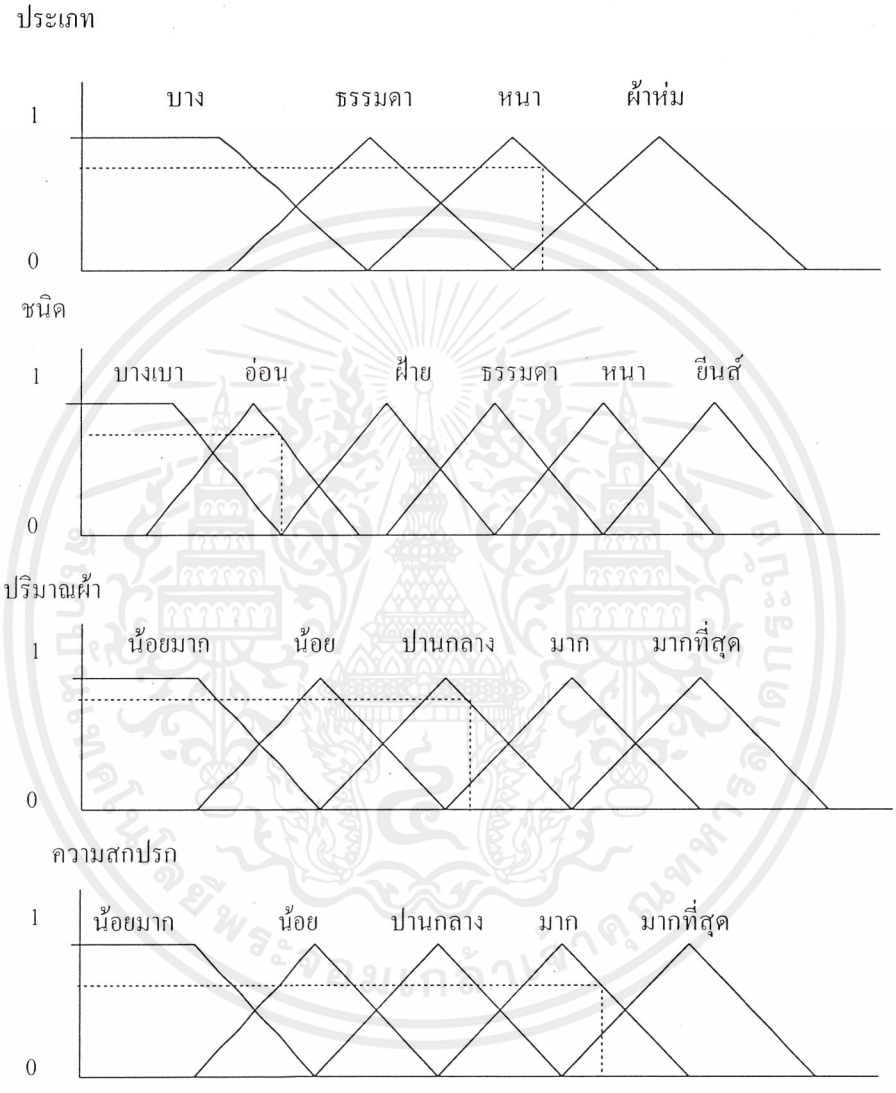
1) สามารถออกแบบตัวควบคุมได้โดยไม่ต้องรู้โมเดลทางคณิตศาสตร์ของกระบวนการ เนื่องจากการออกแบบตัวควบคุม ใช้วิธีแปลงความรู้หรือประสบการณ์ของผู้เชี่ยวชาญให้เป็นกฎการควบคุมในรูปเงื่อนไข

2) สามารถควบคุมกระบวนการที่ไม่เป็นเชิงเส้นได้ เนื่องจากความไม่เป็นเชิงเส้นนี้ จะถูกควบคุมได้ โดยการกำหนดความสัมพันธ์ของกฎการควบคุมแบบไม่เป็นเชิงเส้น

3) สามารถออกแบบตัวควบคุม สำหรับควบคุมกระบวนการที่มีหลายอินพุตหลายเอาต์พุตได้สะดวก เนื่องจากความซับซ้อนของความสัมพันธ์ระหว่างแต่ละอินพุตและเอาต์พุตจะถูกแทน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

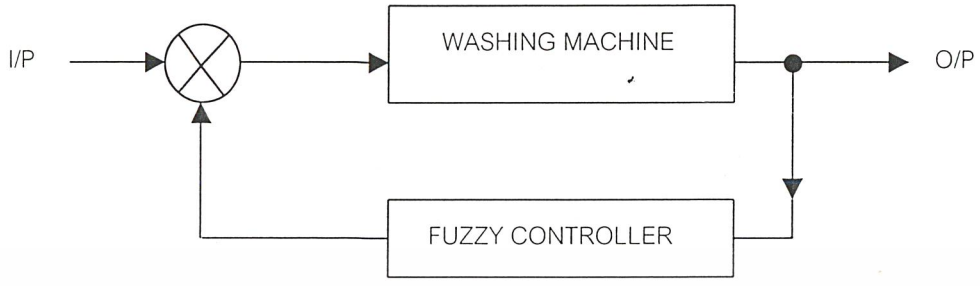
ด้วยความสัมพันธ์ของกฎการควบคุม ซึ่งอยู่ในรูปแบบที่สามารถทำความเข้าใจและทำการปรับเปลี่ยนได้ง่าย



รูปที่ 3.18 ตัวอย่างการกำหนดอินพุตทั้ง 4 ให้กับเครื่องซักผ้า

เราได้นำหลักการของฟัซซี่เซตมาใช้ในการออกแบบตัวควบคุมเพราะว่ามีความเข้าใจง่ายและตายตัวเมื่อเราได้กำหนดเงื่อนไขการทำงานแล้ว ส่วนกระบวนการที่จะควบคุมนั้นเราจะนำไปใช้ในการควบคุมเครื่องซักผ้าและยังสามารถนำไปประยุกต์ใช้งานในระบบควบคุมอื่นๆ ได้ ขึ้นอยู่กับเงื่อนไขของระบบควบคุมนั้น ๆ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3.19 แผนผังการทำงานพื้นฐานของระบบควบคุม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 4

การทดลองและผลการทดลอง

4.1 การทดลองที่ 1 การซักผ้าในรูปแบบปกติ

4.1.1 รายละเอียดของการซักผ้า

1) ซักผ้าแบบปกติ

2) ชนิดผ้า ผ้าฝ้าย

3) จำนวนผ้ามาก

4) ความสกปรกของผ้าน้อย

5) ไม่มีการแช่ผ้าก่อนการซัก

6) ซักผ้า 1 รอบ

4.1.2 ลำดับขั้นการทดลอง

1) กดปุ่มสวิตซ์ Power ของเครื่องซักผ้าเพื่อให้เครื่องซักผ้าพร้อมที่จะทำงาน

รูปที่ 4.1 การกดปุ่ม Power ของเครื่องซักผ้า

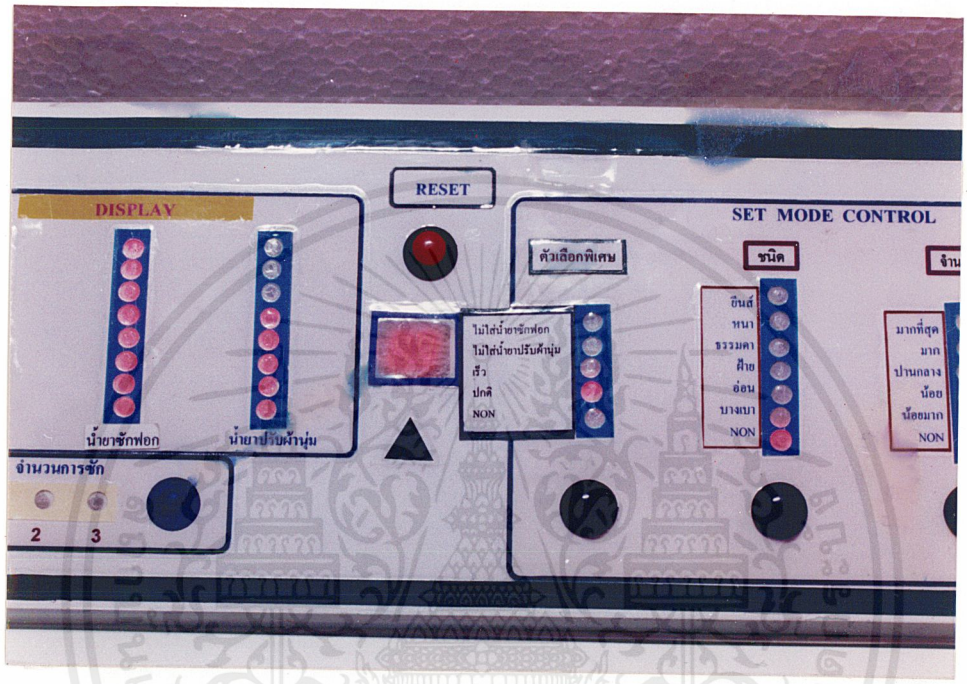
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2) นำผ้าที่ต้องการจะซักใส่เข้าไปเครื่องตัวถังของเครื่องซักผ้า

รูปที่ 4.2 การนำผ้าที่ต้องการซักใส่เข้าไปในเครื่อง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

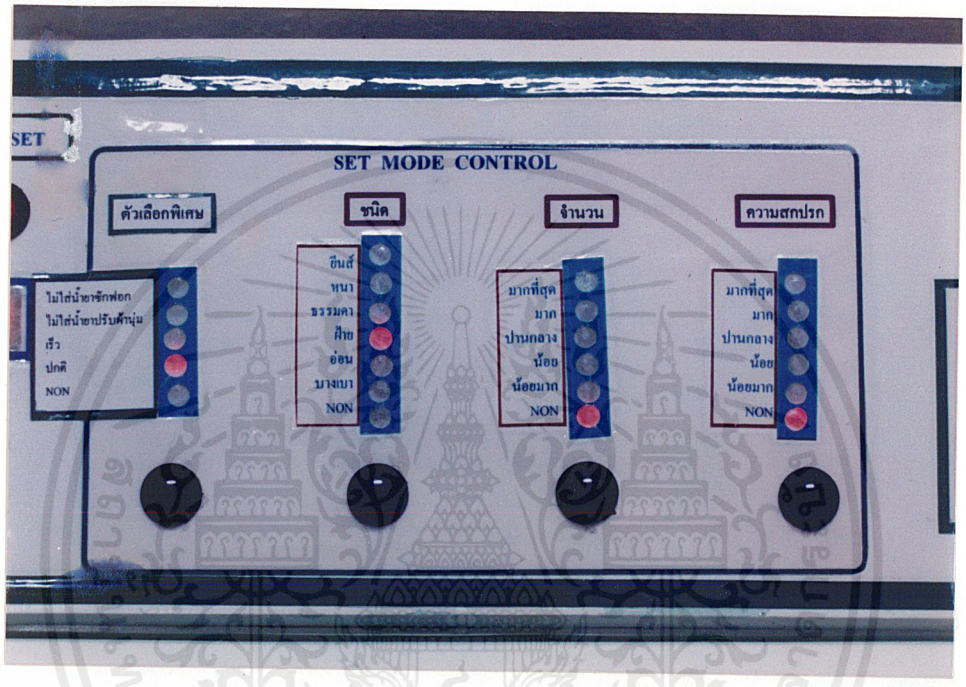
3) ทำการกดปุ่มสวิตซ์ตัวเลือกพิเศษ เพื่อเลือกรูปแบบการทำงาน (ในการทดลองนี้เลือกแบบปกติ)



รูปที่ 4.3 การกดปุ่มเลือกพิเศษของผ้าที่จะซักไว้ที่แบบปกติ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4) ทำการกดปุ่มสวิตซ์ชนิดของผ้า เพื่อเลือกชนิดของผ้าที่ต้องการซัก (ในการทดลองนี้เลือกชนิดผ้าฝ้าย)



รูปที่ 4.4 การกดปุ่มเลือกชนิดผ้าที่ต้องการซักไว้ที่ผ้าฝ้าย

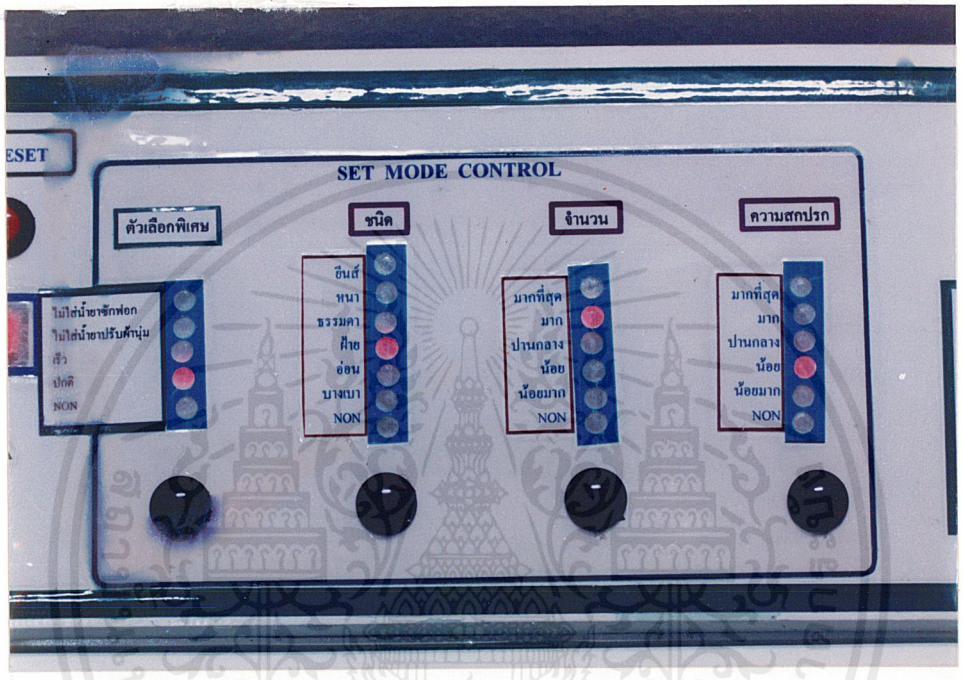
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

5) ทำการกดปุ่มสวิตซ์จำนวนของผ้าที่ต้องการซัก เพื่อปริมาณจำนวนผ้าที่ใส่เข้าไปในเครื่องตามข้อ 2 (ในการทดลองนี้มีผ้าฝ้ายจำนวนมาก)

รูปที่ 4.5 การกดปุ่มเลือกจำนวนผ้าที่ต้องการซักไว้ที่ผ้ามาก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

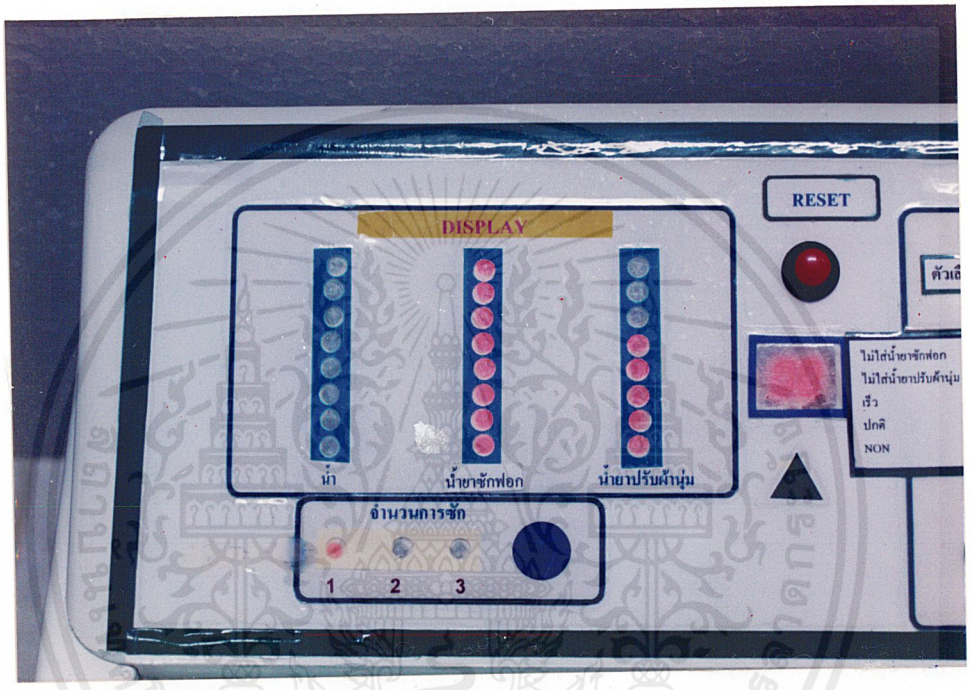
6) ทำการกดปุ่มสวิตซ์ความสกปรกของผ้า เพื่อระบุความสกปรกของผ้าที่จะซักว่ามีความสกปรกมากน้อยเพียงใด (ในการทดลองนี้ ผ้าฝ้ายที่นำมาทำการทดลองซักมีความสกปรกน้อย)



รูปที่ 4.6 การกดปุ่มปริมาณความสกปรกของผ้าไว้ที่ผ้าสกปรกน้อย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

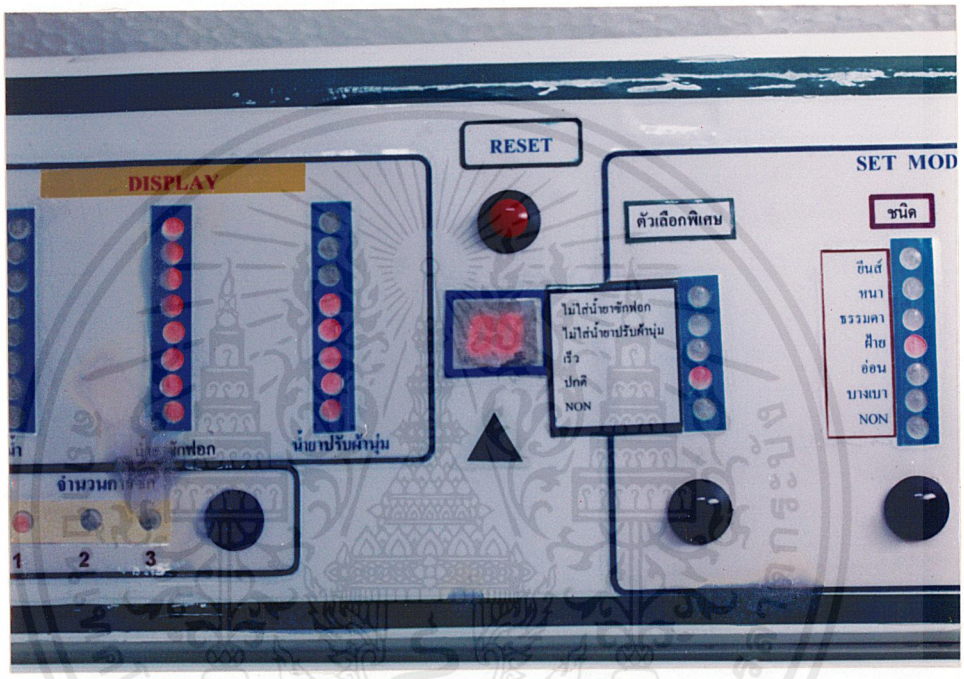
7) ทำการกดปุ่มสวิตช์จำนวนการซัก ซึ่งปกติถ้าไม่มีการกดเครื่องจะตั้งค่าไว้ที่ 1 อยู่แล้ว แต่ถ้าต้องการซักผ้ามากกว่า 1 รอบ ก็ทำการกดเลือกได้ที่ปุ่มนี้ เครื่องก็จะทำการซักตามจำนวนรอบที่แสดงไว้ (ในการทดลองนี้จะซักผ้าเพียง 1 รอบ)



รูปที่ 4.7 การกดปุ่มจำนวนการซักไว้ที่ 1 รอบ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

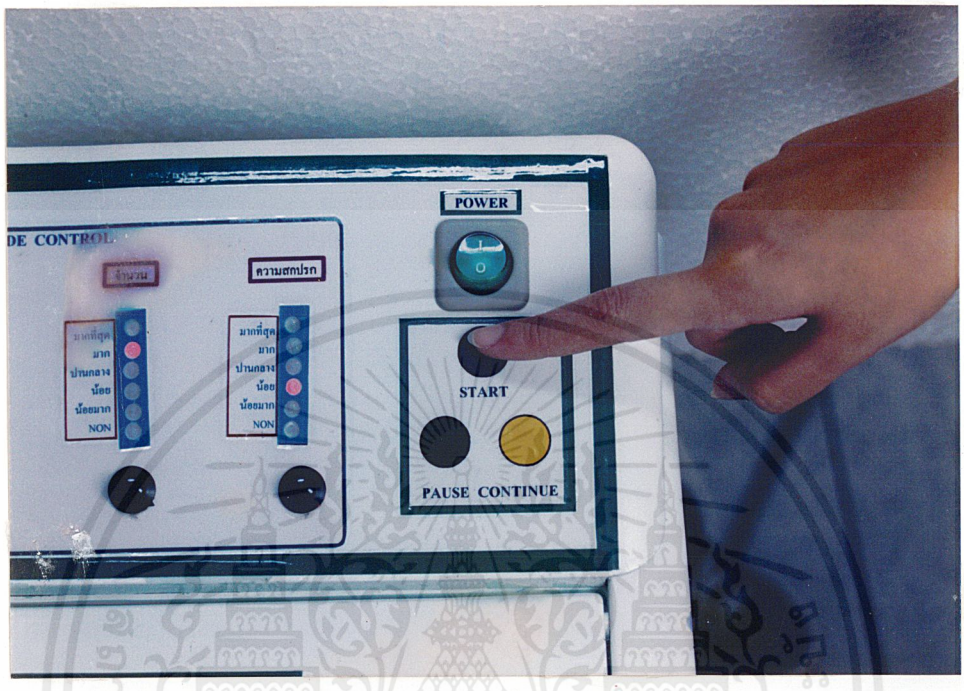
8) ทำการกดปุ่มตั้งเวลา ซึ่งปกติถ้าไม่มีการกดเครื่องจะตั้งค่าไว้ที่ 00 คือไม่มีการหน่วงเวลาเพื่อทำการแช่ผ้าก่อนมีการซัก แต่ถ้าต้องการที่จะแช่ผ้าไว้ก่อนซัก ก็ทำการกดปุ่มสวิตซ์ตั้งค่าเวลาที่ต้องการแช่ผ้าได้ (ในการทดลองนี้จะไม่แช่ผ้าก่อนซัก. การแสดงผลของตัวเลข 7 ส่วน จะอยู่ที่ 00)



รูปที่ 4.8 การกดปุ่มตั้งเวลาของเครื่องซักผ้าไว้ที่ 00

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

9) ทำการกดปุ่ม Start เพื่อเริ่มทำการซักผ้า



รูปที่ 4.9 การกดปุ่ม Start ของเครื่องซักผ้า

4.1.3 ผลการทดลอง

หลังจากที่กดปุ่ม Start เพื่อเริ่มทำการซักผ้า เครื่องจะหน่วงการทำงาน 5 วินาที และจะมีการแสดงผลบริเวณ Display เพื่อบอกจำนวนปริมาณน้ำที่เครื่องต้องการ และเครื่องจะบอกจำนวนปริมาณของน้ำยาซักฟอกและน้ำยาปรับผ้านุ่มด้วยว่ามีเท่าใด

มอเตอร์ปล่อยน้ำเข้าก็จะทำงานปล่อยน้ำเข้าไปในเครื่องซักผ้า เมื่อระดับน้ำได้ตามที่จะต้องแล้ว มอเตอร์ปล่อยน้ำเข้าก็จะหยุดทำงาน หลังจากนั้นเครื่องซักผ้าก็จะปล่อยน้ำยาซักผ้าเข้าไปในเครื่อง ซึ่งเครื่องซักผ้าจะปล่อยน้ำยาซักผ้าเข้าไปตามปริมาณความสกปรกที่เลือกไว้ตามข้อ 6 หลังจากนั้นมอเตอร์ที่ทำการซักก็จะหมุน ทำหน้าที่ในการซักตามระยะเวลาที่กำหนดไว้จากโปรแกรมการซัก (ระยะเวลาการซักขึ้นอยู่กับชนิดของผ้า ความสกปรกของผ้า) เมื่อมีการซักผ้าตามระยะเวลาที่กำหนดแล้ว มอเตอร์ที่ทำการซักจะหยุดทำงาน โซลินอยด์วาวล์จะทำงานมีการปล่อยน้ำออกจากตัวเครื่อง

เมื่อปล่อยน้ำออกจนหมดแล้ว มอเตอร์ปล่อยน้ำเข้าก็จะทำการปล่อยน้ำเข้า เพื่อทำการล้างน้ำยาซักฟอกออกจากผ้า ซึ่งการทำงานของขั้นตอนนี้มอเตอร์ที่ทำงานซักจะหมุนเพื่อทำให้ผ้ามีการ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ล้างที่สะอาด การล้างผ้าจะทำ 2 รอบ โดยเมื่อล้างผ้าสะอาดแล้วเครื่องก็จะปล่อยน้ำเข้ามาอีก เพื่อมาผสมกับน้ำยาปรับผ้านุ่ม ขั้นตอนนี้จะมีการแช่น้ำยาปรับผ้านุ่ม 5 นาที เพื่อให้น้ำยาปรับผ้านุ่มถูกดูดซึมเข้าไปในเนื้อผ้า ปริมาณของน้ำยาปรับผ้านุ่มนั้นจะขึ้นอยู่กับชนิดของผ้าแล้วจำนวนของผ้า

เมื่อแช่น้ำยาปรับผ้านุ่มครบ 5 นาทีแล้ว จะปล่อยน้ำออก เมื่อปล่อยน้ำจดหมดแล้ว เครื่องก็จะทำการปั่นผ้าหมาด ให้น้ำออกจากตัวผ้าก่อนมีการนำไปตาก

หมายเหตุ การจะเปลี่ยนการทำงานทุกขั้นตอน เครื่องจะทำการหน่วงเวลา 5 วินาทีเสมอ ไม่ว่าจะเลือก ชนิดผ้า จำนวนผ้า ความสกปรก ในแบบในก็ตาม

หากต้องการหยุดการทำงานชั่วขณะให้กดปุ่ม Pause และถ้าต้องการทำงานต่อให้กดปุ่ม Continue ถ้าหากมีการกดปุ่ม Reset เมื่อใดเครื่องจะหยุดการทำงานและกลับไปอยู่สภาวะเริ่มต้น

4.2 การทดลองที่ 2 การซักผ้าในรูปแบบปกติและไม่ใส่น้ำยาปรับผ้านุ่ม

4.2.1 รายละเอียดของการซักผ้า

1) ซักผ้าแบบปกติ และไม่ใส่น้ำยาปรับผ้านุ่ม

2) ชนิดผ้า ผ้ายีนส์

3) จำนวนผ้าปานกลาง

4) ความสกปรกของผ้ามาก

5) แช่ผ้าก่อนการซัก 10 นาที

6) ซักผ้า 2 รอบ

4.2.2 ลำดับขั้นการทดลอง

1) กดปุ่มสวิตซ์ Power ของเครื่องซักผ้าเพื่อให้เครื่องซักผ้าพร้อมที่จะทำงาน

2) นำผ้าที่ต้องการจะซักใส่เข้าไปเครื่องตัวถังของเครื่องซักผ้า

3) ทำการกดปุ่มสวิตซ์ตัวเลือกพิเศษ เพื่อเลือกรูปแบบการทำงาน (การทดลองนี้เลือกแบบปกติและไม่ใส่น้ำยาปรับผ้านุ่ม)

4) ทำการกดปุ่มสวิตซ์ชนิดของผ้า เพื่อเลือกชนิดของผ้าที่ต้องการซัก (การทดลองนี้เลือกชนิดผ้ายีนส์)

5) ทำการกดปุ่มสวิตซ์จำนวนของผ้าที่ต้องการซัก เพื่อปริมาณจำนวนผ้า ที่ใส่เข้าไปในเครื่องตามข้อ 2 (ในการทดลองนี้มีผ้ายีนส์จำนวนปานกลาง)

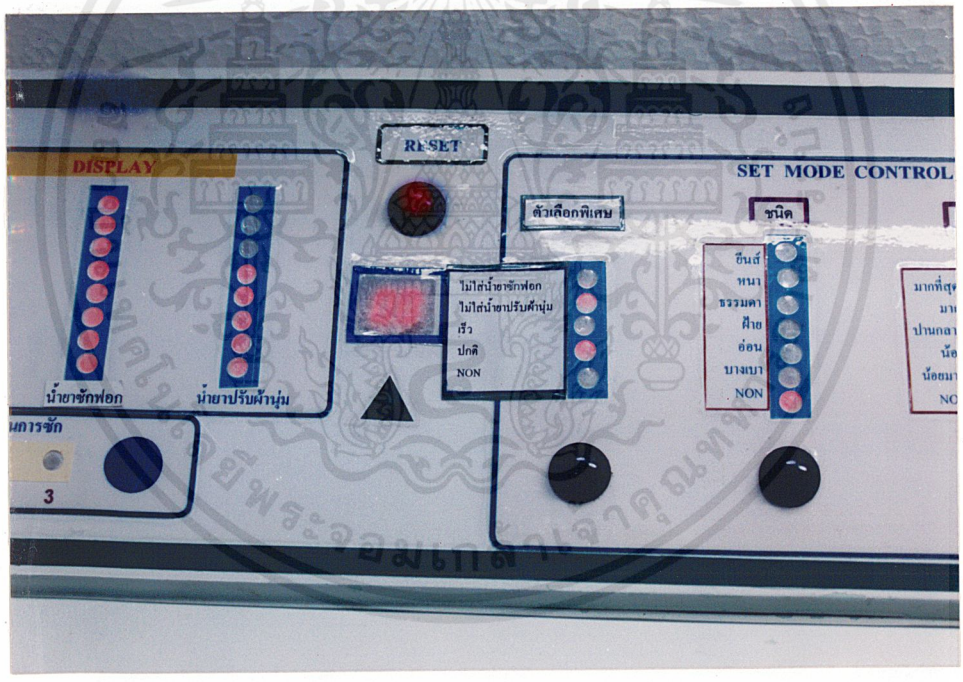
6) ทำการกดปุ่มสวิตซ์ความสกปรกของผ้า เพื่อระบุความสกปรกของผ้า ที่จะซักว่ามีความสกปรกมากน้อยเพียงใด (ในการทดลองนี้ ผ้าฝ้ายที่นำมาทำการทดลองซักมีความสกปรกมาก)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

7) ทำการกดปุ่มสวิตซ์จำนวนการซัก ซึ่งปกติถ้าไม่มีการกดเครื่องจะตั้งค่าไว้ที่ 1 อยู่แล้ว แต่ถ้าต้องการซักผ้ามากกว่า 1 รอบ ก็ทำการกดเลือกได้ที่ปุ่มนี้ เครื่องก็จะทำการซักตามจำนวนรอบที่แสดงไว้ (ในการทดลองนี้จะซักผ้าเพียง 2 รอบ)

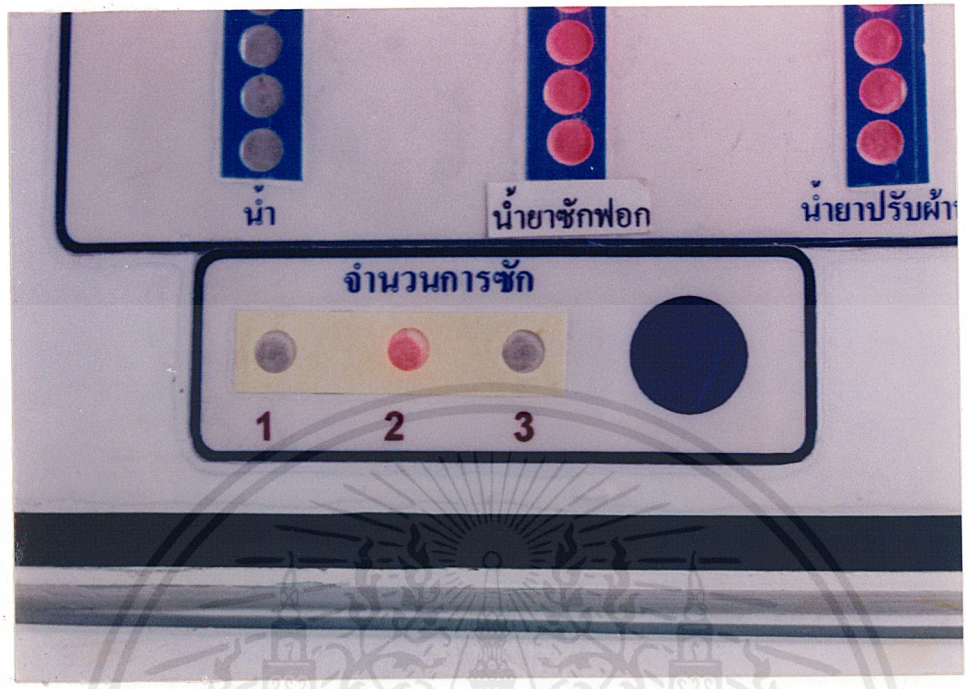
8) ทำการกดปุ่มตั้งเวลาซึ่งปกติถ้าไม่มีการกดเครื่องจะตั้งค่าไว้ที่ 00 คือไม่มีการหน่วงเวลาเพื่อทำการแช่ผ้าก่อนมีการซัก แต่ถ้าต้องการที่จะแช่ผ้าไว้ก่อนซักก็ทำการกดปุ่มสวิตซ์ตั้งค่าเวลาที่ต้องการแช่ผ้าได้ (ในการทดลองนี้จะแช่ผ้าก่อนซัก 10 นาที การแสดงผลของตัวเลข 7 ส่วน จะอยู่ที่ 10)

9) ทำการกดปุ่ม Start เพื่อเริ่มทำการซักผ้า

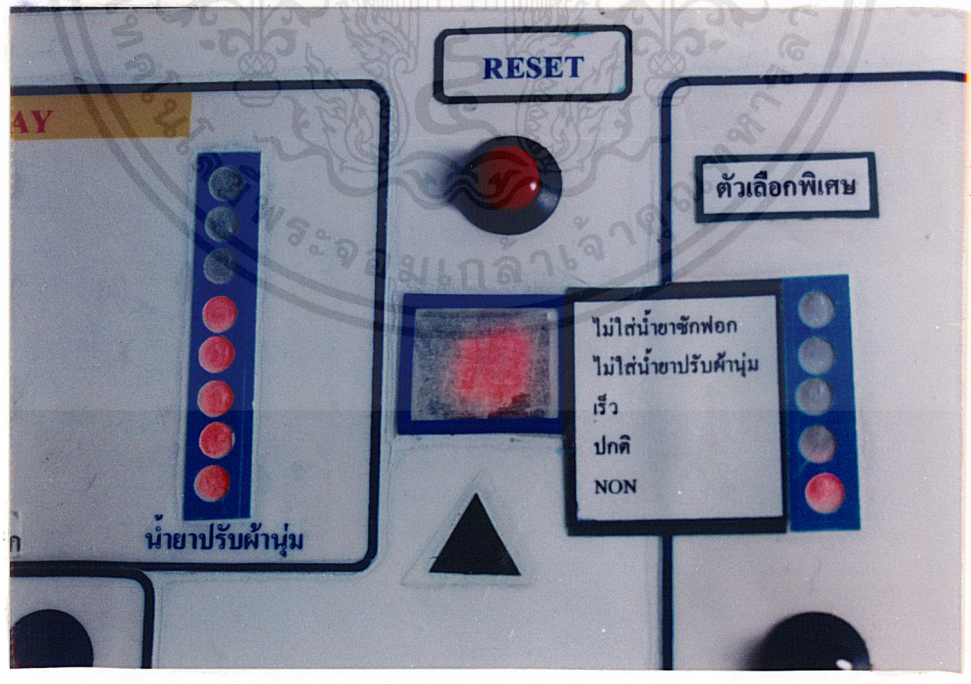


รูปที่ 4.10 การกดปุ่มเลือกพิเศษไว้ที่แบบปกติและไม่ใส่น้ำยาปรับผ้านุ่ม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.11 การกดปุ่มจำนวนการซักไว้ที่ 2 รอบ



รูปที่ 4.12 การกดปุ่มตั้งเวลาของเครื่องซักผ้าไว้ที่ 10

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.2.3 ผลการทดลอง

หลังจากที่กดปุ่ม Start เพื่อเริ่มทำการซักผ้า เครื่องจะหน่วงการทำงาน 5 วินาที และจะมีการแสดงผลบริเวณ Display เพื่อบอกจำนวนปริมาณน้ำที่เครื่องต้องการ และเครื่องจะบอกจำนวนปริมาณของน้ำยาซักฟอกและน้ำยาปรับผ้านุ่มด้วยว่ามีเท่าใด

มอเตอร์ปล่อยน้ำเข้าก็จะทำงานปล่อยน้ำเข้าไปในเครื่องซักผ้า เมื่อระดับน้ำได้ตามที่จะต้องแล้ว มอเตอร์ปล่อยน้ำเข้าก็จะหยุดทำงาน และจะทำการแช่ผ้าทิ้งไว้ 10 นาที เพื่อให้ความสกปรกหลุดออกและทำการซักได้สะอาดยิ่งขึ้น หลังจากนั้นเครื่องซักผ้าก็จะปล่อยน้ำยาซักผ้าเข้าไปในเครื่อง ซึ่งเครื่องซักผ้าจะปล่อยน้ำยาซักผ้าเข้าไปตามปริมาณความสกปรกที่เลือกไว้ตามข้อ 6 หลังจากนั้นมอเตอร์ที่ทำการซักก็จะหมุน ทำหน้าที่ในการซักตามระยะเวลาที่กำหนดไว้จากโปรแกรมการซัก (ระยะเวลาการซักขึ้นอยู่กับชนิดของผ้า ความสกปรกของผ้า) เมื่อมีการซักผ้าตามระยะเวลาที่กำหนดแล้ว มอเตอร์ที่ทำการซักจะหยุดทำงาน โซลินอยด์วาวล์จะทำงานมีการปล่อยน้ำออกจากเครื่อง และจะมีการปล่อยน้ำเข้ามาผสมกับน้ำยาซักฟอกอีก 1 ครั้ง แล้วทำการซัก อีก 1 รอบ

เมื่อปล่อยน้ำออกจนหมดแล้ว มอเตอร์ปล่อยน้ำเข้าก็จะทำการปล่อยน้ำเข้า เพื่อทำการล้างน้ำยาซักฟอกออกจากผ้า ซึ่งการทำงานของขั้นตอนนี้มอเตอร์ที่ทำงานซักจะหมุนเพื่อทำให้ผ้ามีการล้างที่สะอาด การล้างผ้าจะทำ 2 รอบ โดยเมื่อล้างผ้าสะอาดแล้วเครื่องจะปล่อยน้ำออก เมื่อปล่อยน้ำจดหมดแล้ว เครื่องก็จะทำการปั่นผ้าหมาด ให้น้ำออกจากตัวผ้าก่อนมีการนำไปตาก

หมายเหตุ การจะเปลี่ยนการทำงานทุกขั้นตอน เครื่องจะทำการหน่วงเวลา 5 วินาทีเสมอ ไม่ว่าจะเลือก ชนิดผ้า จำนวนผ้า ความสกปรก ในแบบในก็ตาม

หากต้องการหยุดการทำงานชั่วขณะให้กดปุ่ม Pause และถ้าต้องการทำงานต่อให้กดปุ่ม Continue ถ้าหากมีการกดปุ่ม Reset เมื่อใดเครื่องจะหยุดการทำงานและกลับไปอยู่สภาวะเริ่มต้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.3 การทดลองที่ 3 การซักผ้าในรูปแบบปกติและไม่ใส่น้ำยาซักฟอก

4.3.1 รายละเอียดของการซักผ้า

1) ซักผ้าแบบปกติ และไม่ใส่น้ำยาซักฟอก

2) ชนิดผ้า ผ้าบางเบา

3) จำนวนผ้าปานกลาง

4) ความสกปรกของผ้าน้อยมาก

5) ไม่มีการแช่ผ้าก่อนการซัก

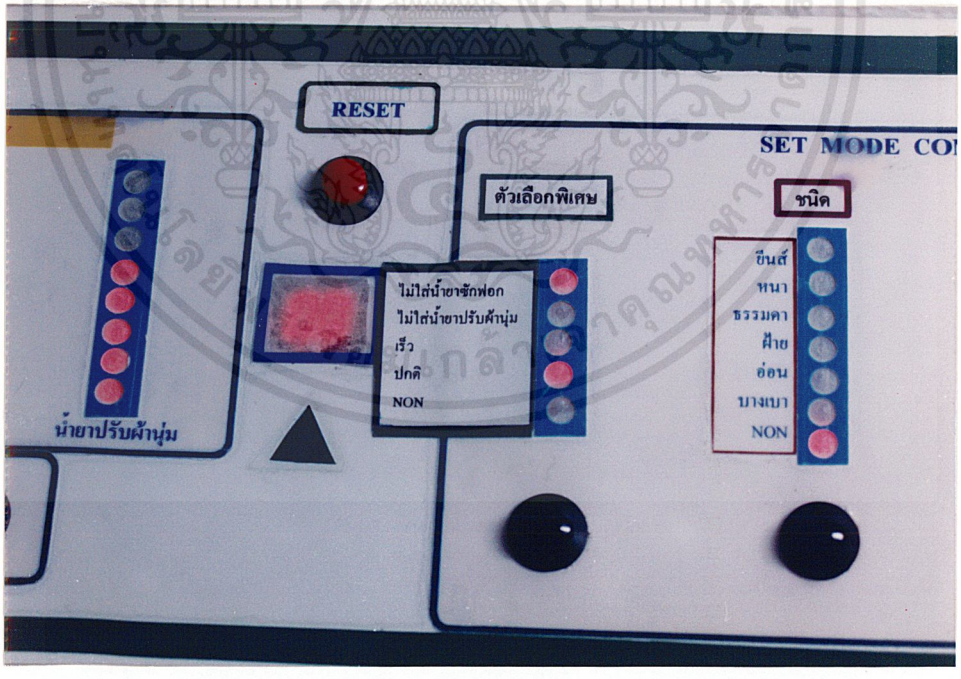
6) ซักผ้า 1 รอบ

4.3.2 ลำดับขั้นการทดลอง

1) กดปุ่มสวิตซ์ Power ของเครื่องซักผ้าเพื่อให้เครื่องซักผ้าพร้อมที่จะทำงาน

2) นำผ้าที่ต้องการจะซักใส่เข้าไปเครื่องตัวถังของเครื่องซักผ้า

3) ทำการกดปุ่มสวิตซ์ตัวเลือกพิเศษ เพื่อเลือกรูปแบบการทำงาน (การทดลองนี้เลือกแบบปกติ และไม่ใส่น้ำยาซักฟอก)



รูปที่ 4.13 การกดปุ่มเลือกพิเศษไว้ที่แบบปกติและไม่ใส่น้ำยาซักฟอก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4) ทำการกดปุ่มสวิตซ์ชนิดของผ้า เพื่อเลือกชนิดของผ้าที่ต้องการซัก (การทดลองนี้เลือกชนิดผ้าบางเบา)

5) ทำการกดปุ่มสวิตซ์จำนวนของผ้าที่ต้องการซัก เพื่อเลือกปริมาณจำนวนผ้าที่ใส่เข้าไปในเครื่องตามข้อ 2 (การทดลองนี้มีผ้าบางเบาจำนวนปานกลาง)

6) ทำการกดปุ่มสวิตซ์ความสกปรกของผ้า เพื่อระบุความสกปรกของผ้าที่จะซักว่ามีความสกปรกมากน้อยเพียงใด (ในการทดลองนี้ ผ้าฝ้ายที่นำมาทำการทดลองซักมีความสกปรกน้อยมาก)

7) ทำการกดปุ่มสวิตซ์จำนวนการซัก ปกติถ้าไม่มีการกดเครื่องจะตั้งค่าไว้ที่ 1 อยู่แล้ว แต่ถ้าต้องการซักผ้ามากกว่า 1 รอบ ก็ทำการกดเลือกได้ที่ปุ่มนี้ เครื่องก็จะทำการซักตามจำนวนรอบที่แสดงไว้ (ในการทดลองนี้จะซักผ้าเพียง 1 รอบ)

8) ทำการกดปุ่มตั้งเวลา ปกติถ้าไม่มีการกดเครื่องจะตั้งค่าไว้ที่ 00 คือไม่มีการหน่วงเวลาเพื่อทำการแช่ผ้าก่อนมีการซัก แต่ถ้าต้องการที่จะแช่ผ้าไว้ก่อนซัก ก็ทำการกดปุ่มสวิตซ์ตั้งค่าเวลาที่ต้องการแช่ผ้าได้ (ในการทดลองนี้จะไม่แช่ผ้าก่อนซัก การแสดงผลของตัวเลข 7 ส่วน จะอยู่ที่ 00)

9) ทำการกดปุ่ม Start เพื่อเริ่มทำการซักผ้า

4.3.3 ผลการทดลอง

หลังจากที่กดปุ่ม Start เพื่อเริ่มทำการซักผ้า เครื่องจะหน่วงการทำงาน 5 วินาที และจะมีการแสดงผลบริเวณ Display เพื่อบอกจำนวนปริมาณน้ำที่เครื่องต้องการ และเครื่องจะบอกจำนวนปริมาณของน้ำยาซักฟอกและน้ำยาปรับผ้านุ่มด้วยว่ามีเท่าใด

มอเตอร์ปล่อยน้ำเข้าก็จะทำงานปล่อยน้ำเข้าไปในเครื่องซักผ้า เมื่อระดับน้ำได้ตามที่จะต้องแล้ว มอเตอร์ปล่อยน้ำเข้าก็จะหยุดทำงาน หลังจากนั้นมอเตอร์ที่ทำการซักก็จะหมุนทำหน้าที่ในการซักตามระยะเวลาที่กำหนดไว้จากโปรแกรมการซัก (ระยะเวลาการซักขึ้นอยู่กับชนิดของผ้า ความสกปรกของผ้า) เมื่อมีการซักผ้าตามระยะเวลาที่กำหนดแล้ว มอเตอร์ที่ทำการซักจะหยุดทำงาน โซลินอยด์วาวล์จะทำงานมีการปล่อยน้ำออกจากเครื่อง

เมื่อปล่อยน้ำออกจนหมดแล้ว มอเตอร์ปล่อยน้ำเข้าก็จะทำการปล่อยน้ำเข้า เพื่อทำการล้างผ้า ซึ่งการทำงานของขั้นตอนนี้มอเตอร์ที่ทำงานซักจะหมุนเพื่อทำให้ผ้ามีการล้างที่สะอาด การล้างผ้าจะทำ 1 รอบ โดยเมื่อล้างผ้าสะอาดแล้วเครื่องก็จะปล่อยน้ำเข้ามาอีก เพื่อมาผสมกับน้ำยาปรับผ้านุ่ม ขั้นตอนนี้จะมีการแช่น้ำยาปรับผ้านุ่ม 5 นาที เพื่อให้น้ำยาปรับผ้านุ่มถูกดูดซึมเข้าไปในเนื้อผ้า ปริมาณของน้ำยาปรับผ้านุ่มนั้นจะขึ้นอยู่กับชนิดของผ้าแล้วจำนวนของผ้า

เมื่อแช่น้ำยาปรับผ้านุ่มครบ 5 นาทีแล้ว จะปล่อยน้ำออก เมื่อปล่อยน้ำจดหมดแล้ว เครื่องก็จะทำการปั่นผ้าหมาด ให้น้ำออกจากตัวผ้าก่อนมีการนำไปตาก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หมายเหตุ การจะเปลี่ยนการทำงานทุกขั้นตอน เครื่องจะทำการหน่วงเวลา 5 วินาทีเสมอ ไม่ว่าจะเลือก ชนิดผ้า จำนวนผ้า ความสกปรก ในแบบในก็ตาม

หากต้องการหยุดการทำงานชั่วขณะให้กดปุ่ม Pause และถ้าต้องการทำงานต่อให้กดปุ่ม Continue ถ้าหากมีการกดปุ่ม Reset เมื่อใดเครื่องจะหยุดการทำงานและกลับไปอยู่สภาวะเริ่มต้น

4.4 การทดลองที่ 4 การซักผ้าในรูปแบบปกติ ไม่ใส่น้ำยาปรับผ้านุ่มและไม่ใส่น้ำยาซักฟอก

4.4.1 รายละเอียดของการซักผ้า

1) ซักผ้าแบบปกติ ไม่ใส่น้ำยาปรับผ้านุ่มและไม่ใส่น้ำยาซักฟอก

2) ชนิดผ้า ผ้าอ่อน

3) จำนวนผ้ามากที่สุด

4) ความสกปรกของผ้าน้อยมาก

5) ไม่มีการแช่ผ้าก่อนการซัก

6) ซักผ้า 1 รอบ

4.4.2 ลำดับขั้นการทดลอง

1) กดปุ่มสวิตซ์ Power ของเครื่องซักผ้าเพื่อให้เครื่องซักผ้าพร้อมที่จะทำงาน

2) นำผ้าที่ต้องการจะซักใส่เข้าไปเครื่องตัวถังของเครื่องซักผ้า

3) ทำการกดปุ่มสวิตซ์ตัวเลือกพิเศษ เพื่อเลือกรูปแบบการทำงาน (การทดลองนี้เลือกแบบปกติ ไม่ใส่น้ำยาปรับผ้านุ่มและไม่ใส่น้ำยาซักฟอก)

4) ทำการกดปุ่มสวิตซ์ชนิดของผ้า เพื่อเลือกชนิดของผ้าที่ต้องการซัก (การทดลองนี้เลือกชนิดผ้าอ่อน)

5) ทำการกดปุ่มสวิตซ์จำนวนของผ้าที่ต้องการซัก เพื่อเลือกปริมาณจำนวนผ้าที่ใส่เข้าไปในเครื่องตามข้อ 2 (การทดลองนี้มีผ้าอ่อนจำนวนมากที่สุด)

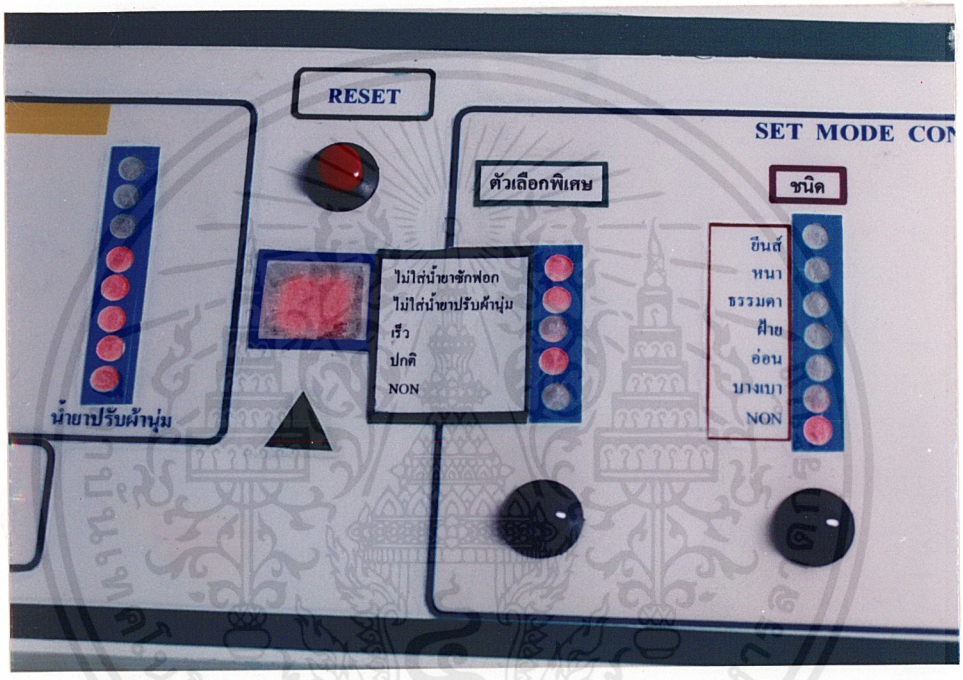
6) ทำการกดปุ่มสวิตซ์ความสกปรกของผ้า เพื่อระบุความสกปรกของผ้าที่จะซักว่ามีความสกปรกมากน้อยเพียงใด (การทดลองนี้ ผ้าฝ้ายที่นำมาทำการทดลองซักมีความสกปรกน้อยมาก)

7) ทำการกดปุ่มสวิตซ์จำนวนการซัก ซึ่งปกติถ้าไม่มีการกดเครื่องจะตั้งค่าไว้ที่ 1 อยู่แล้ว แต่ถ้าต้องการซักผ้ามากกว่า 1 รอบ ก็ทำการกดเลือกได้ที่ปุ่มนี้ เครื่องก็จะทำการซักตามจำนวนรอบที่แสดงไว้ (การทดลองนี้จะซักผ้าเพียง 1 รอบ)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

8) ทำการกดปุ่มตั้งเวลา ปกติถ้าไม่มีการกดเครื่องจะตั้งค่าไว้ที่ 00 คือไม่มีการหน่วงเวลาเพื่อทำการแช่ผ้าก่อนมีการซัก แต่ถ้าต้องการที่จะแช่ผ้าไว้ก่อนซัก ก็ทำการกดปุ่มสวิตซ์ตั้งค่าเวลาที่ต้องการแช่ผ้าได้ (ในการทดลองนี้จะไม่แช่ผ้าก่อนซัก การแสดงผลของตัวเลข 7 ส่วน จะอยู่ที่ 00)

9) ทำการกดปุ่ม Start เพื่อเริ่มทำการซักผ้า



รูปที่ 4.14 การกดปุ่มเลือกพิเศษไว้ที่แบบปกติและไม่ใส่น้ำยาปรับผ้านุ่มและไม่ใส่น้ำยาซักฟอก

4.4.3 ผลการทดลอง

หลังจากที่กดปุ่ม Start เพื่อเริ่มทำการซักผ้า เครื่องจะหน่วงการทำงาน 5 วินาที และจะมีการแสดงผลบริเวณ Display เพื่อบอกจำนวนปริมาณน้ำที่เครื่องต้องการ และเครื่องจะบอกจำนวนปริมาณของน้ำยาซักฟอกและน้ำยาปรับผ้านุ่มด้วยว่ามีเท่าใด

มอเตอร์ปล่อยน้ำเข้าก็จะทำงานปล่อยน้ำเข้าไปในเครื่องซักผ้า เมื่อระดับน้ำได้ตามที่จะต้องแล้ว มอเตอร์ปล่อยน้ำเข้าก็จะหยุดทำงาน หลังจากนั้นมอเตอร์ที่ทำการซักก็จะหมุน ทำหน้าที่ในการซักตามระยะเวลาที่กำหนดไว้จากโปรแกรมการซัก (ระยะเวลาการซักขึ้นอยู่กับชนิดของผ้า ความสกปรกของผ้า) เมื่อมีการซักผ้าตามระยะเวลาที่กำหนดแล้ว มอเตอร์ที่ทำการซักจะหยุดทำงาน โซลินอยด์วาวล์จะทำงานมีการปล่อยน้ำออกจากเครื่อง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เมื่อปล่อยน้ำออกจนหมดแล้ว มอเตอร์ปล่อยน้ำเข้าก็จะทำการปล่อยน้ำเข้า เพื่อทำการล้างผ้าซึ่งการทำงานของขั้นตอนนี้มอเตอร์ที่ทำงานซักจะหมุนเพื่อทำให้ผ้ามีการล้างที่สะอาดการล้างผ้าจะทำ 1 รอบ เมื่อปล่อยน้ำออกจดหมดแล้ว เครื่องก็จะทำการปั่นผ้าหมาด ให้น้ำออกจากตัวผ้าก่อนมีการนำไปตาก

หมายเหตุ การจะเปลี่ยนการทำงานทุกขั้นตอน เครื่องจะทำการหน่วงเวลา 5 วินาทีเสมอ ไม่ว่าจะเลือก ชนิดผ้า, จำนวนผ้า และความสกปรก ในแบบในก็ตาม

หากต้องการหยุดการทำงานชั่วขณะให้กดปุ่ม Pause และถ้าต้องการทำงานต่อให้กดปุ่ม Continue ถ้าหากมีการกดปุ่ม Reset เมื่อใดเครื่องจะหยุดการทำงานและกลับไปอยู่สภาวะเริ่มต้น

4.5 การทดลองที่ 5 การซักผ้าในรูปแบบเร็ว

4.5.1 รายละเอียดของการซักผ้า

1) ซักผ้าแบบเร็ว

2) ชนิดผ้า ผ้าธรรมดา

3) จำนวนผ้าน้อย

4) ความสกปรกของผ้าน้อยมาก

5) ไม่มีการแช่ผ้าก่อนการซัก

6) ซักผ้า 1 รอบ

4.5.2 ลำดับขั้นการทดลอง

1) กดปุ่มสวิตซ์ Power ของเครื่องซักผ้าเพื่อให้เครื่องซักผ้าพร้อมที่จะทำงาน

2) นำผ้าที่ต้องการจะซักใส่เข้าไปเครื่องตัวถังของเครื่องซักผ้า

3) ทำการกดปุ่มสวิตซ์ตัวเลือกพิเศษ เพื่อเลือกรูปแบบการทำงาน (การทดลองนี้เลือกแบบเร็ว)

4) ทำการกดปุ่มสวิตซ์ชนิดของผ้า เพื่อเลือกชนิดของผ้าที่ต้องการซัก (การทดลองนี้เลือกชนิดผ้าธรรมดา)

5) ทำการกดปุ่มสวิตซ์จำนวนของผ้าที่ต้องการซัก เพื่อเลือกปริมาณจำนวนผ้าที่ใส่เข้าไปในเครื่องตามข้อ 2 (การทดลองนี้มีผ้าธรรมดาจำนวนน้อย)

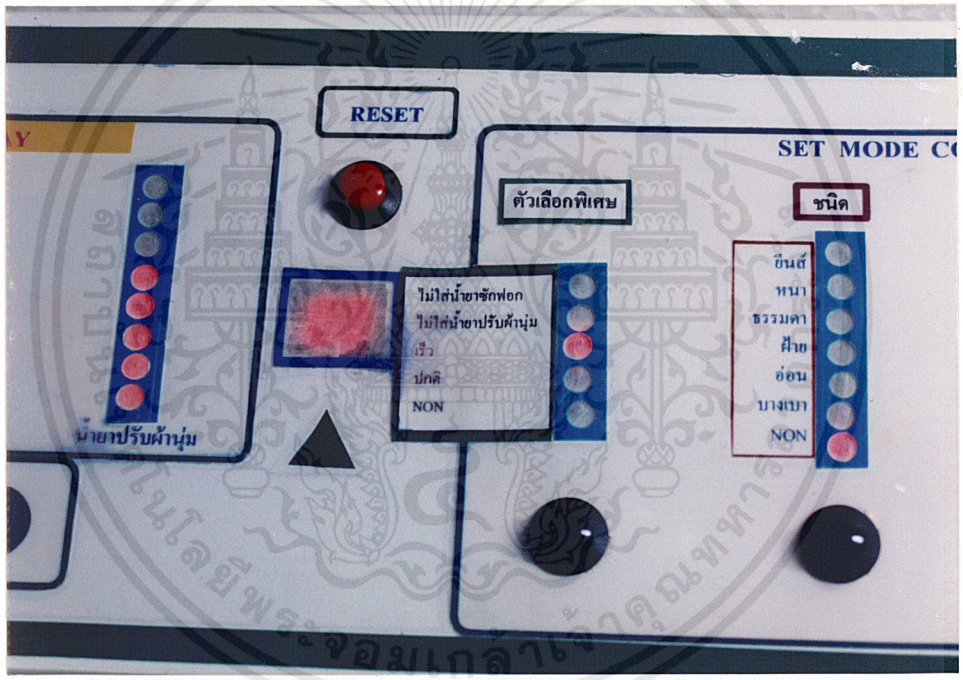
6) ทำการกดปุ่มสวิตซ์ความสกปรกของผ้า เพื่อระบุความสกปรกของผ้าที่ต้องการจะซักว่ามีความสกปรกมากน้อยเพียงใด (การทดลองนี้ผ้าธรรมดาที่นำมาทำการทดลองซักมีความสกปรกน้อยมาก)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

7) ทำการกดปุ่มสวิตซ์จำนวนการซัก ปกติถ้าไม่มีการกดเครื่องจะตั้งค่าไว้ที่ 1 อยู่แล้ว แต่ถ้าต้องการซักผ้ามากกว่า 1 รอบ ก็ทำการกดเลือกได้ที่ปุ่มนี้ เครื่องก็จะทำการซักตามจำนวนรอบที่แสดงไว้ (ในการทดลองนี้จะซักผ้าเพียง 1 รอบ)

8) ทำการกดปุ่มตั้งเวลา ปกติถ้าไม่มีการกดเครื่องจะตั้งค่าไว้ที่ 00 คือไม่มีการหน่วงเวลาเพื่อทำการแช่ผ้าก่อนมีการซัก แต่ถ้าต้องการที่จะแช่ผ้าไว้ก่อนซักก็ทำการกดปุ่มสวิตซ์ตั้งค่าเวลาที่ต้องการแช่ผ้าได้ (ในการทดลองนี้จะไม่แช่ผ้าก่อนซัก การแสดงผลของตัวเลข 7 ส่วนจะอยู่ที่ 00)

9) ทำการกดปุ่ม Start เพื่อเริ่มทำการซักผ้า



รูปที่ 4.15 การกดปุ่มเลือกพิเศษของผ้าที่จะซักไว้ที่แบบเร็ว

4.5.3 ผลการทดลอง

หลังจากที่กดปุ่ม Start เพื่อเริ่มทำการซักผ้า เครื่องจะหน่วงการทำงาน 5 วินาที และจะมีการแสดงผลบริเวณ Display เพื่อบอกจำนวนปริมาณน้ำที่เครื่องต้องการ และเครื่องจะบอกจำนวนปริมาณของน้ำยาซักฟอกและน้ำยาปรับผ้านุ่มด้วยว่ามีเท่าใด

มอเตอร์ปล่อยน้ำเข้าก็จะทำงานปล่อยน้ำเข้าไปในเครื่องซักผ้า เมื่อระดับน้ำได้ตามที่จะต้องแล้วมอเตอร์ปล่อยน้ำเข้าก็จะหยุดทำงานหลังจากนั้นเครื่องซักผ้าก็จะปล่อยน้ำยาซักผ้าเข้าไปใน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เครื่องซึ่งเครื่องซักผ้าจะปล่อยน้ำยาซักผ้าเข้าไปตามปริมาณความสกปรกที่เลือกไว้ตามข้อ 6 หลังจากนั้นมอเตอร์ที่ทำการซักก็จะหมุน ทำหน้าที่ในการซักตามระยะเวลาที่กำหนดไว้จากโปรแกรมการซัก (ระยะเวลาการซักขึ้นอยู่กับชนิดของผ้า ความสกปรกของผ้า) เมื่อมีการซักผ้าตามระยะเวลาที่กำหนดแล้วมอเตอร์ที่ทำการซักจะหยุดทำงาน โซลินอยด์วาวล์จะทำงานมีการปล่อยน้ำออกจากเครื่อง

เมื่อปล่อยน้ำออกจนหมดแล้ว มอเตอร์ปล่อยน้ำเข้าก็จะทำการปล่อยน้ำเข้า เพื่อทำการล้างน้ำยาซักฟอกออกจากผ้า ซึ่งการทำงานของขั้นตอนนี้มอเตอร์ที่ทำงานซักจะหมุนเพื่อทำให้ผ้ามีการล้างที่สะอาด การล้างผ้าจะทำ 1 รอบ (เนื่องจากเลือกการซักแบบเร็ว) โดยเมื่อล้างผ้าเสร็จแล้วเครื่องก็จะปล่อยน้ำเข้ามาอีก เพื่อมาผสมกับน้ำยาปรับผ้านุ่ม ขั้นตอนนี้จะมีการแช่น้ำยาปรับผ้านุ่ม 5 นาที เพื่อให้น้ำยาปรับผ้านุ่มถูกดูดซึมเข้าไปในเนื้อผ้า ปริมาณของน้ำยาปรับผ้านุ่มนั้นจะขึ้นอยู่กับชนิดของผ้าแล้วจำนวนของผ้า

เมื่อแช่น้ำยาปรับผ้านุ่มครบ 5 นาทีแล้ว จะปล่อยน้ำออก เมื่อปล่อยน้ำจดหมดแล้ว เครื่องก็จะทำการปั่นผ้าหมาด ให้น้ำออกจากตัวผ้าก่อนมีการนำไปตาก

หมายเหตุ การจะเปลี่ยนการทำงานทุกขั้นตอน เครื่องจะทำการหน่วงเวลา 5 วินาทีเสมอ ไม่ว่าจะเลือก ชนิดผ้า จำนวนผ้า ความสกปรก ในแบบในก็ตาม

หากต้องการหยุดการทำงานชั่วขณะให้กดปุ่ม Pause และถ้าต้องการทำงานต่อให้กดปุ่ม Continue ถ้าหากมีการกดปุ่ม Reset เมื่อใดเครื่องจะหยุดการทำงานและกลับไปอยู่สภาวะเริ่มต้น

4.6 การทดลองที่ 6 การซักผ้าในรูปแบบเร็วและไม่ใส่น้ำยาปรับผ้านุ่ม

4.6.1 รายละเอียดของการซักผ้า

1) ซักผ้าแบบเร็ว และไม่ใส่น้ำยาปรับผ้านุ่ม
2) ชนิดผ้า ผ้าบางเบา
3) จำนวนผ้ามากที่สุด
4) ความสกปรกของปานกลาง
5) ไม่มีการแช่ผ้าก่อนการซัก
6) ซักผ้า 1 รอบ

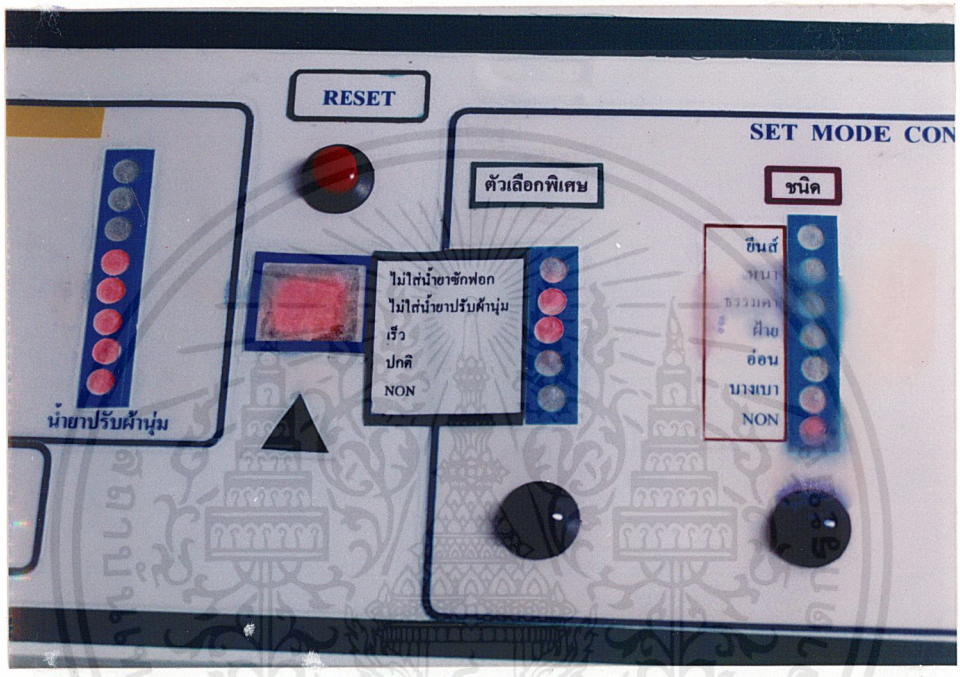
4.6.2 ลำดับขั้นการทดลอง

1) กดปุ่มสวิตซ์ Power ของเครื่องซักผ้าเพื่อให้เครื่องซักผ้าพร้อมที่จะทำงาน
2) นำผ้าที่ต้องการจะซักใส่เข้าไปเครื่องตัวถังของเครื่องซักผ้า

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3) ทำการกดปุ่มสวิตซ์ตัวเลือกพิเศษ เพื่อเลือกรูปแบบการทำงาน (การทดลองนี้เลือกแบบเร็วและไม่ใส่น้ำยาปรับผ้านุ่ม)

4) ทำการกดปุ่มสวิตซ์ชนิดของผ้า เพื่อเลือกชนิดของผ้าที่ต้องการซัก (การทดลองนี้เลือกชนิดผ้าบางเบา)



รูปที่ 4.16 การกดปุ่มเลือกพิเศษไว้ที่แบบเร็วและไม่ใส่น้ำยาปรับผ้านุ่ม

5) ทำการกดปุ่มสวิตซ์จำนวนของผ้าที่ต้องการซัก เพื่อเลือกปริมาณจำนวนผ้าที่ต้องการใส่เข้าไปในเครื่องตามข้อ 2 (การทดลองนี้มีผ้าบางเบาจำนวนมากที่สุด)

6) ทำการกดปุ่มสวิตซ์ความสกปรกของผ้า เพื่อระบุความสกปรกของผ้าที่ต้องการจะซักว่ามีความสกปรกมากน้อยเพียงใด (การทดลองนี้ผ้าธรรมดาที่นำมาทำการทดลองซักมีความสกปรกปานกลาง)

7) ทำการกดปุ่มสวิตซ์จำนวนการซัก ปกติถ้าไม่มีการกดเครื่องจะตั้งค่าไว้ที่ 1 อยู่แล้ว แต่ถ้าต้องการซักผ้ามากกว่า 1 รอบ ก็ทำการกดเลือกได้ที่ปุ่มนี้ เครื่องก็จะทำการซักตามจำนวนรอบที่แสดงไว้ (การทดลองนี้จะซักผ้าเพียง 1 รอบ)

8) ทำการกดปุ่มตั้งเวลา ปกติถ้าไม่มีการกดเครื่องจะตั้งค่าไว้ที่ 00 คือไม่มีการหน่วงเวลาเพื่อทำการแช่ผ้าก่อนมีการซัก แต่ถ้าต้องการที่จะแช่ผ้าไว้ก่อนซักก็ทำการกดปุ่มสวิตซ์ตั้งค่าเวลา

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เวลาที่ต้องการแช่ผ้าได้ (ในการทดลองนี้จะไม่แช่ผ้าก่อนซักการแสดงผลของตัวเลข 7 ส่วน จะอยู่ที่ 00)

9) ทำการกดปุ่ม Start เพื่อเริ่มทำการซักผ้า

4.6.3 ผลการทดลอง

หลังจากที่กดปุ่ม Start เพื่อเริ่มทำการซักผ้า เครื่องจะหน่วงการทำงาน 5 วินาที และจะมีการแสดงผลบริเวณ Display เพื่อบอกจำนวนปริมาณน้ำที่เครื่องต้องการ และเครื่องจะบอกจำนวนปริมาณของน้ำยาซักฟอกและน้ำยาปรับผ้านุ่มด้วยว่ามีเท่าใด

มอเตอร์ปล่อยน้ำเข้าก็จะทำงานปล่อยน้ำเข้าไปในเครื่องซักผ้า เมื่อระดับน้ำได้ตามที่จะต้องแล้ว มอเตอร์ปล่อยน้ำเข้าก็จะหยุดทำงาน หลังจากนั้นเครื่องซักผ้าก็จะปล่อยน้ำยาซักผ้าเข้าไปในเครื่อง ซึ่งเครื่องซักผ้าจะปล่อยน้ำยาซักผ้าเข้าไปตามปริมาณความสกปรกที่เลือกไว้ตามข้อ 6 หลังจากนั้นมอเตอร์ที่ทำการซักก็จะหมุน ทำหน้าที่ในการซักตามระยะเวลาที่กำหนดไว้จากโปรแกรมการซัก (ระยะเวลาการซักขึ้นอยู่กับชนิดของผ้า ความสกปรกของผ้า) เมื่อมีการซักผ้าตามระยะเวลาที่กำหนดแล้ว มอเตอร์ที่ทำการซักจะหยุดทำงาน โซลินอยด์วาวล์จะทำงานมีการปล่อยน้ำออกจากเครื่อง

เมื่อปล่อยน้ำออกจนหมดแล้ว มอเตอร์ปล่อยน้ำเข้าก็จะทำการปล่อยน้ำเข้า เพื่อทำการล้างน้ำยาซักฟอกออกจากผ้า ซึ่งการทำงานของขั้นตอนนี้มอเตอร์ที่ทำงานซักจะหมุนเพื่อทำให้ผ้ามีการล้างที่สะอาด การล้างผ้าจะทำ 1 รอบ (เนื่องจากเลือกการซักแบบเร็ว) และจะทำการปล่อยน้ำออก เมื่อปล่อยน้ำจดหมดแล้ว เครื่องก็จะทำการปั่นผ้าหมาด ให้น้ำออกจากตัวผ้าก่อนมีการนำไปตาก

หมายเหตุ การจะเปลี่ยนการทำงานทุกขั้นตอน เครื่องจะทำการหน่วงเวลา 5 วินาทีเสมอ ไม่ว่าจะเลือก ชนิดผ้า จำนวนผ้า ความสกปรก ในแบบใดก็ตาม

หากต้องการหยุดการทำงานชั่วขณะให้กดปุ่ม Pause และถ้าต้องการทำงานต่อให้กดปุ่ม Continue ถ้าหากมีการกดปุ่ม Reset เมื่อใดเครื่องจะหยุดการทำงานและกลับไปอยู่สภาวะเริ่มต้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.7 การทดลองที่ 7 การซักผ้าในรูปแบบเร็วและไม่ใส่น้ำยาซักฟอก

4.7.1 รายละเอียดของการซักผ้า

1) ซักผ้าแบบเร็ว และไม่ใส่น้ำยาซักฟอก

2) ชนิดผ้า ผ้าหนา

3) จำนวนผ้าปานกลาง

4) ความสกปรกของผ้าปานกลาง

5) ไม่มีการแช่ผ้าก่อนการซัก

6) ซักผ้า 1 รอบ

4.7.2 ลำดับขั้นการทดลอง

1) กดปุ่มสวิตซ์ Power ของเครื่องซักผ้าเพื่อให้เครื่องซักผ้าพร้อมที่จะทำงาน

2) นำผ้าที่ต้องการจะซักใส่เข้าไปเครื่องตัวถังของเครื่องซักผ้า

3) ทำการกดปุ่มสวิตซ์ตัวเลือกพิเศษ เพื่อเลือกรูปแบบการทำงาน (การทดลองนี้เลือกแบบเร็วและไม่ใส่น้ำยาซักฟอก)

4) ทำการกดปุ่มสวิตซ์ชนิดของผ้า เพื่อเลือกชนิดของผ้าที่ต้องการซัก (การทดลองนี้เลือกชนิดผ้าหนา)

5) ทำการกดปุ่มสวิตซ์จำนวนของผ้าที่ต้องการซัก เพื่อปริมาณจำนวนผ้าที่ต้องการใส่เข้าไปในเครื่องตามข้อ 2 (การทดลองนี้มีผ้าหนาจำนวนปานกลาง)

6) ทำการกดปุ่มสวิตซ์ความสกปรกของผ้า เพื่อระบุความสกปรกของผ้าที่ต้องการจะซักว่ามีความสกปรกมากน้อยเพียงใด (การทดลองนี้ผ้าธรรมดาที่นำมาทำการทดลองซักมีความสกปรกน้อยมาก)

7) ทำการกดปุ่มสวิตซ์จำนวนการซัก ซึ่งปกติถ้าไม่มีการกดเครื่องจะตั้งค่าไว้ที่ 1 อยู่แล้ว แต่ถ้าต้องการซักผ้ามากกว่า 1 รอบ ก็ทำการกดเลือกได้ที่ปุ่มนี้ เครื่องก็จะทำการซักตามจำนวนรอบที่แสดงไว้ (การทดลองนี้จะซักผ้าเพียง 1 รอบ)

8) ทำการกดปุ่มตั้งเวลา ซึ่งปกติถ้าไม่มีการกดเครื่องจะตั้งค่าไว้ที่ 00 คือไม่มีการหน่วงเวลาเพื่อทำการแช่ผ้าก่อนมีการซัก แต่ถ้าต้องการที่จะแช่ผ้าไว้ก่อนซัก ก็ทำการกดปุ่มสวิตซ์ตั้งค่าเวลาที่ต้องการแช่ผ้าได้ (ในการทดลองนี้จะไม่แช่ผ้าก่อนซัก การแสดงผลของตัวเลข 7 ส่วน จะอยู่ที่ 00)

9) ทำการกดปุ่ม Start เพื่อเริ่มทำการซักผ้า

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รูปที่ 4.17 การกดปุ่มเลือกพิเศษไว้ที่แบบเร็วและไม่ใส่น้ำยาซักฟอก

4.7.3 ผลการทดลอง

หลังจากที่กดปุ่ม Start เพื่อเริ่มทำการซักผ้า เครื่องจะหน่วงการทำงาน 5 วินาที และจะมีการแสดงผลบริเวณ Display เพื่อบอกจำนวนปริมาณน้ำที่เครื่องต้องการ และเครื่องจะบอกจำนวนปริมาณของน้ำยาซักฟอกและน้ำยาปรับผ้านุ่มด้วยว่ามีเท่าใด

มอเตอร์ปล่อยน้ำเข้าก็จะทำงานปล่อยน้ำเข้าไปในเครื่องซักผ้า เมื่อระดับน้ำได้ตามที่จะต้องแล้ว มอเตอร์ปล่อยน้ำเข้าก็จะหยุดทำงาน หลังจากนั้นมอเตอร์ที่ทำการซักก็จะหมุน ทำหน้าที่ในการซักตามระยะเวลาที่กำหนดไว้จากโปรแกรมการซัก (ระยะเวลาการซักขึ้นอยู่กับชนิดของผ้าความสกปรกของผ้า) เมื่อมีการซักผ้าตามระยะเวลาที่กำหนดแล้ว มอเตอร์ที่ทำการซักจะหยุดทำงาน โซลินอยด์วาวล์จะทำงานมีการปล่อยน้ำออกจากเครื่อง

เมื่อปล่อยน้ำออกจนหมดแล้ว มอเตอร์ปล่อยน้ำเข้าก็จะทำการปล่อยน้ำเข้า เพื่อทำการล้างน้ำยาซักฟอกออกจากผ้า ซึ่งการทำงานของขั้นตอนนี้มอเตอร์ที่ทำงานซักจะหมุนเพื่อทำให้ผ้ามีการล้างที่สะอาด การล้างผ้าจะทำ 1 รอบ (เนื่องจากเลือกการซักแบบเร็ว) โดยเมื่อล้างผ้าเสร็จแล้วเครื่องก็จะปล่อยน้ำเข้ามาอีก เพื่อมาผสมกับน้ำยาปรับผ้านุ่ม ขั้นตอนนี้จะมีการแช่น้ำยาปรับผ้านุ่ม 5 นาที

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เพื่อให้น้ำยาปรับผ้านุ่มถูกดูดซึมเข้าไปในเนื้อผ้า ปริมาณของน้ำยาปรับผ้านุ่มนั้นจะขึ้นอยู่กับชนิดของผ้าแล้วจำนวนของผ้า

เมื่อแช่น้ำยาปรับผ้านุ่มครบ 5 นาทีแล้ว จะปล่อยน้ำออก เมื่อปล่อยน้ำจดหมดแล้ว เครื่องก็จะทำการปั่นผ้าหมาด ให้น้ำออกจากตัวผ้าก่อนมีการนำไปตาก

หมายเหตุ การจะเปลี่ยนการทำงานทุกขั้นตอน เครื่องจะทำการหน่วงเวลา 5 วินาทีเสมอ ไม่ว่าจะเลือก ชนิดผ้า จำนวนผ้า ความสกปรก ในแบบในก็ตาม

4.8 การทดลองที่ 8 การซักผ้าในรูปแบบเร็ว ไม่ใส่น้ำยาปรับผ้านุ่มและไม่ใส่น้ำยาซักฟอก

4.8.1 รายละเอียดของการซักผ้า

1) ซักผ้าแบบเร็ว ไม่ใส่น้ำยาปรับผ้านุ่มและไม่ใส่น้ำยาซักฟอก

2) ชนิดผ้า ผ้าอ่อน

3) จำนวนผ้าน้อยมาก

4) ความสกปรกของผ้าน้อยมาก

5) ไม่มีการแช่ผ้าก่อนการซัก

6) ซักผ้า 1 รอบ

4.8.2 ลำดับขั้นการทดลอง

1) กดปุ่มสวิตซ์ Power ของเครื่องซักผ้าเพื่อให้เครื่องซักผ้าพร้อมที่จะทำงาน

2) นำผ้าที่ต้องการจะซักใส่เข้าไปเครื่องตัวถังของเครื่องซักผ้า

3) ทำการกดปุ่มสวิตซ์ตัวเลือกพิเศษ เพื่อเลือกรูปแบบการทำงาน (การทดลองนี้เลือกแบบเร็วไม่ใส่น้ำยาปรับผ้านุ่มและไม่ใส่น้ำยาซักฟอก)

4) ทำการกดปุ่มสวิตซ์ชนิดของผ้าเพื่อเลือกชนิดของผ้าที่ต้องการจะซัก (การทดลองนี้เลือกชนิดผ้าอ่อน)

5) ทำการกดปุ่มสวิตซ์จำนวนของผ้าที่ต้องการซัก เพื่อปริมาณจำนวนผ้าที่ใส่เข้าไปในเครื่องตามข้อ 2 (ในการทดลองนี้มีผ้าอ่อนจำนวนน้อยมาก)

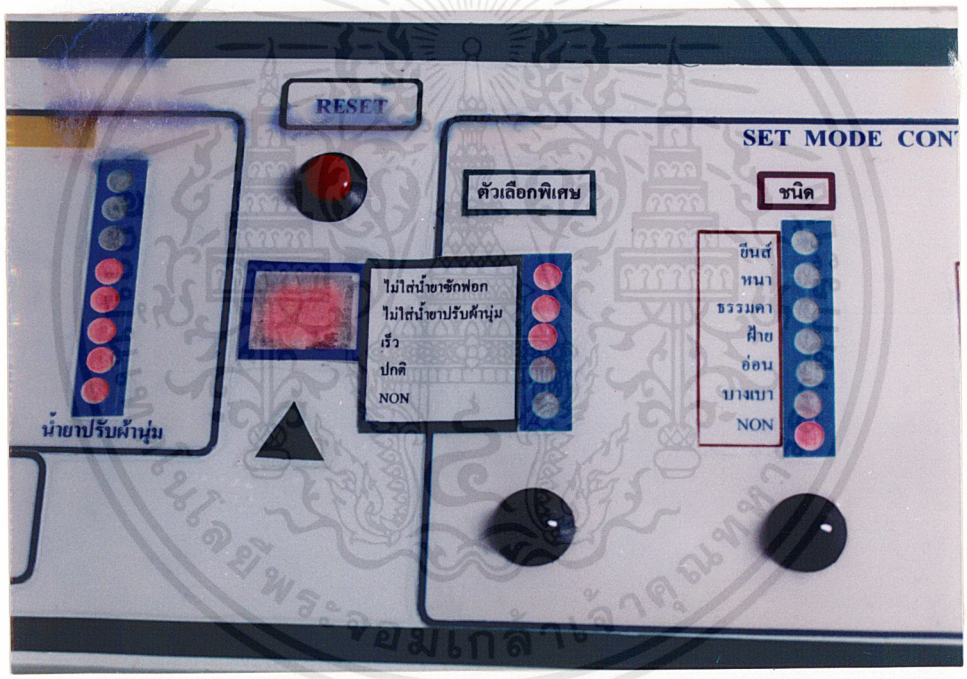
6) ทำการกดปุ่มสวิตซ์ความสกปรกของผ้า เพื่อระบุความสกปรกของผ้าที่จะซักว่ามีความสกปรกมากน้อยเพียงใด (ในการทดลองนี้ผ้าธรรมดาที่นำมาทำการทดลองซักมีความสกปรกน้อยมาก)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

7) ทำการกดปุ่มสวิตซ์จำนวนการซัก ปกติถ้าไม่มีการกดเครื่องจะตั้งค่าไว้ที่ 1 อยู่แล้ว แต่ถ้าต้องการซักผ้ามากกว่า 1 รอบ ก็ทำการกดเลือกได้ที่ปุ่มนี้ เครื่องก็จะทำการซักตามจำนวนรอบที่แสดงไว้ (ในการทดลองนี้จะซักผ้าเพียง 1 รอบ)

8) ทำการกดปุ่มตั้งเวลา ปกติถ้าไม่มีการกดเครื่องจะตั้งค่าไว้ที่ 00 คือไม่มีการหน่วงเวลาเพื่อทำการแช่ผ้าก่อนมีการซัก แต่ถ้าต้องการที่จะแช่ผ้าไว้ก่อนซัก ก็ทำการกดปุ่มสวิตซ์ตั้งค่าเวลาที่ต้องการแช่ผ้าได้ (ในการทดลองนี้จะไม่แช่ผ้าก่อนซัก การแสดงผลของตัวเลข 7 ส่วน จะอยู่ที่ 00)

9) ทำการกดปุ่ม Start เพื่อเริ่มทำการซักผ้า



รูปที่ 4.18 การกดปุ่มเลือกพิเศษไว้ที่แบบเร็ว ไม่ใส่น้ำยาปรับผ้านุ่มและไม่ใส่น้ำยาซักฟอก

4.8.3 ผลการทดลอง

หลังจากที่กดปุ่ม Start เพื่อเริ่มทำการซักผ้า เครื่องจะหน่วงการทำงาน 5 วินาที และจะมีการแสดงผลบริเวณ Display เพื่อบอกจำนวนปริมาณน้ำที่เครื่องต้องการ และเครื่องจะบอกจำนวนปริมาณของน้ำยาซักฟอกและน้ำยาปรับผ้านุ่มด้วยว่ามีเท่าใด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

มอเตอร์ปล่อยน้ำเข้าก็จะทำงานปล่อยน้ำเข้าไปในเครื่องซักผ้า เมื่อระดับน้ำได้ตามที่จะต้องแล้ว มอเตอร์ปล่อยน้ำเข้าก็จะหยุดทำงาน หลังจากนั้นมอเตอร์ที่ทำการซักก็จะหมุน ทำหน้าที่ในการซักตามระยะเวลาที่กำหนดไว้จากโปรแกรมการซัก (ระยะเวลาการซักขึ้นอยู่กับชนิดของผ้า ความสกปรกของผ้า) เมื่อมีการซักผ้าตามระยะเวลาที่กำหนดแล้ว มอเตอร์ที่ทำการซักจะหยุดทำงาน โซลินอยด์วาวล์จะทำงานมีการปล่อยน้ำออกจากเครื่อง

เมื่อปล่อยน้ำออกจนหมดแล้ว มอเตอร์ปล่อยน้ำเข้าก็จะทำการปล่อยน้ำเข้า เพื่อทำการล้างผ้า ซึ่งการทำงานของขั้นตอนนี้มอเตอร์ที่ทำงานซักจะหมุนเพื่อทำให้ผ้ามีการล้างที่สะอาด การล้างผ้าจะทำ 1 รอบ (เนื่องจากเลือกการซักแบบเร็ว) โดยเมื่อล้างผ้าเสร็จแล้วเครื่องจะปล่อยน้ำออก เมื่อปล่อยน้ำจดหมดแล้ว เครื่องก็จะทำการปั่นผ้าหมาด ให้น้ำออกจากตัวผ้าก่อนมีการนำไปตาก

หมายเหตุ การจะเปลี่ยนการทำงานทุกขั้นตอน เครื่องจะทำการหน่วงเวลา 5 วินาทีเสมอ ไม่ว่าจะเลือก ชนิดผ้า จำนวนผ้า ความสกปรก ในแบบในก็ตาม

หากต้องการหยุดการทำงานชั่วขณะให้กดปุ่ม Pause และถ้าต้องการทำงานต่อให้กดปุ่ม Continue ถ้าหากมีการกดปุ่ม Reset เมื่อใดเครื่องจะหยุดการทำงานและกลับไปอยู่สภาวะเริ่มต้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 5
บทสรุป ปัญหา แนวทางแก้ไขและพัฒนา

5.1 บทสรุป

จากการทำงานของการควบคุมเครื่องซักผ้าด้วยฟัซซี่ลอจิก (Washing Machine Controled By Fuzzy Logic) จะพบว่าขณะการใช้งานนั้นง่ายและสะดวกต่อผู้ใช้งานเป็นอย่างมากและยังมีฟังก์ชั่นที่ให้ผู้ใช้งานได้เลือกอย่างง่ายดายจากปุ่มสวิตช์ ซึ่งแสดงอยู่บนหน้าปัทม์ของเครื่องซักผ้า การทำงานของฟัซซี่ลอจิกที่ได้มาประยุกต์ใช้กับเครื่องซักผ้านี้ ทำให้ฟังก์ชั่นการทำงานมีเพิ่มขึ้นซึ่งละเอียดกว่าเครื่องซักผ้าที่วางจำหน่ายตามท้องตลาดทั่วๆ อย่างแน่นอน ซึ่งเครื่องซักผ้าที่ใช้ฟัซซี่ลอจิกเป็นตัวควบคุมนี้จะเลือกการทำงานให้กับผู้ใช้งานเองโดยจะตัดสินใจแทนในเรื่องของปริมาณของน้ำ, ปริมาณน้ำยาซักฟอก และปริมาณของน้ำยาปรับผ้านุ่มด้วย ส่วนระยะเวลาในการซักเครื่องซักผ้าก็จะกำหนดระยะเวลาทั้งหมดให้เหมาะสมกับเงื่อนไขหรืออินพุตที่ได้รับ

5.1.1 ข้อดีของโครงงานฯ

ข้อดีของเครื่องซักผ้าควบคุมด้วยฟัซซี่ลอจิกนี้มีหลายอย่างด้วยกัน เช่น

1) ประหยัดน้ำ
2) ประหยัดผงซักฟอก
3) ประหยัดน้ำยาปรับผ้านุ่ม
4) ประหยัดระยะเวลาในการซัก
5) ช่วยรักษาเนื้อผ้าให้คงสภาพอยู่ได้นาน เป็นต้น

การควบคุมเครื่องซักผ้าแบบฟัซซี่ลอจิกนี้มีประโยชน์และช่วยประหยัดทั้งเงินทองและเวลา

5.1.2 ข้อเสียของโครงงานฯ

ข้อเสียของเครื่องซักผ้าควบคุมด้วยฟัซซี่ลอจิกก็คือ มีราคาค่อนข้างแพง เพราะในวงจรควบคุมนั้นจะต้องใช้อุปกรณ์ และวงจรในการควบคุมเป็นจำนวนมากซึ่งถ้าเทียบกับราคาเครื่องซักผ้าตามท้องตลาดแล้วย่อมแพงกว่าแน่นอน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

5.2 ปัญหาในการทำโครงงาน

5.2.1 ในกระบวนการซักและระยะเวลาการหมุนมอเตอร์ของเครื่องซักผ้าน้อยไป ยังไม่เหมาะสมกับน้ำหนักและจำนวนของผ้า เวลาซักผ้านั้นความหนักของผ้าก็มีส่วนทำให้เวลาการหมุนนั้นน้อยไปเนื่องจากเวลามอเตอร์หมุนขณะที่ถังว่างเปล่ากับเวลาที่ในถังมีผ้านั้นจะแตกต่างกัน

5.2.2 ในขั้นการทดลองซักผ้าในบทที่ 4 พบว่าผ้าที่ใส่เข้าถังซักได้ดูดซึมน้ำเข้าไปมีผลทำให้น้ำในถังมีปริมาณน้อยกว่าและไม่เหมาะสมเนื่องมาจากในการออกแบบไว้ผู้ออกได้ใช้ความรู้สึกและการคาดคะเนว่าน้ำที่กำหนดไว้นั้นเหมาะสมแล้ว แต่ไม่ได้คำนึงถึงจำนวนผ้าที่จะซักด้วย

5.3 วิธีการแก้ปัญหา

5.3.1 ในส่วนของโปรแกรมการทำงานการควบคุมเครื่องซักผ้า ผู้จัดทำได้ทำการเพิ่มส่วนของระยะเวลาการหมุนของมอเตอร์ในแต่ละเงื่อนไขให้มีระยะเวลาให้นานกว่าเดิม

5.3.2 ในโปรแกรมการทำงานการควบคุมเครื่องซักผ้า ผู้จัดทำได้เพิ่มปริมาณของน้ำในถังในส่วนของเงื่อนไขแต่ละเงื่อนไขให้เพิ่มมากขึ้น

5.4 ประโยชน์ที่ได้รับจากการทำโครงงานฯ

5.4.1 ทำให้คณะผู้จัดทำได้เกิดความสามัคคีกันมากขึ้น

5.4.2 ได้รับทำให้รู้และเข้าใจทฤษฎีของฟัซซี่ลอจิกมากยิ่งขึ้น

5.4.3 ให้ได้รู้และเข้าใจขั้นตอนการทำงานของไมโครคอนโทรลเลอร์อย่างละเอียด

5.4.4 ได้ความรู้และเข้าใจแนวทางในการพัฒนาและออกแบบโปรแกรมให้สามารถควบคุมขั้นตอนการทำงานของเครื่องซักผ้าในแต่ละเงื่อนไขการเข้ากฎของฟัซซี่ลอจิก

5.4.5 เมื่อเกิดปัญหาในการทำโครงงานฯ ขึ้นทำได้รู้วิธีและแนวทางในการแก้ไขปัญหาเฉพาะหน้าระหว่างการทำโครงงานฯ

5.4.6 ทำให้ได้ทักษะในการออกแบบชุดควบคุมเครื่องซักผ้าด้วยฟัซซี่ลอจิก

5.4.7 ได้เครื่องต้นแบบเครื่องควบคุมเครื่องซักผ้าด้วยฟัซซี่ลอจิกซึ่งสามารถนำไปประยุกต์กับการควบคุมการทำงานในด้านอื่นๆ ได้อีก

5.4.8 สามารถนำชุดควบคุมเครื่องซักผ้าด้วยฟัซซี่ลอจิกไปใช้งานได้จริง

5.5 แนวทางในการพัฒนา

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1. เพิ่มฟังก์ชั่นการทำงานของเครื่องซักผ้าให้มีมากขึ้นกว่านี้โดยนำหลักการทฤษฎีฟัซซี่ลอจิกที่ได้ทำการศึกษานำไปปรับปรุงให้ฟังก์ชั่นการทำงานให้มีหลากหลายมากขึ้นเพื่อเพิ่มความสนใจให้กับผู้ใช้ได้

2. รูปแบบของหน้าปัทม์ของเครื่องซักผ้าต้องปรับปรุงให้ดูสวยงามมากขึ้นเพื่อดึงดูดความสนใจให้กับผู้ใช้

3. พัฒนาโปรแกรมควบคุมการทำงานในบางส่วน เพราะในการทำโครงงานฯ ครั้งนี้ก็ยังมีข้อผิดพลาดในส่วนของโปรแกรมจึงต้องมีการพัฒนาโปรแกรมให้มีประสิทธิภาพมากขึ้น

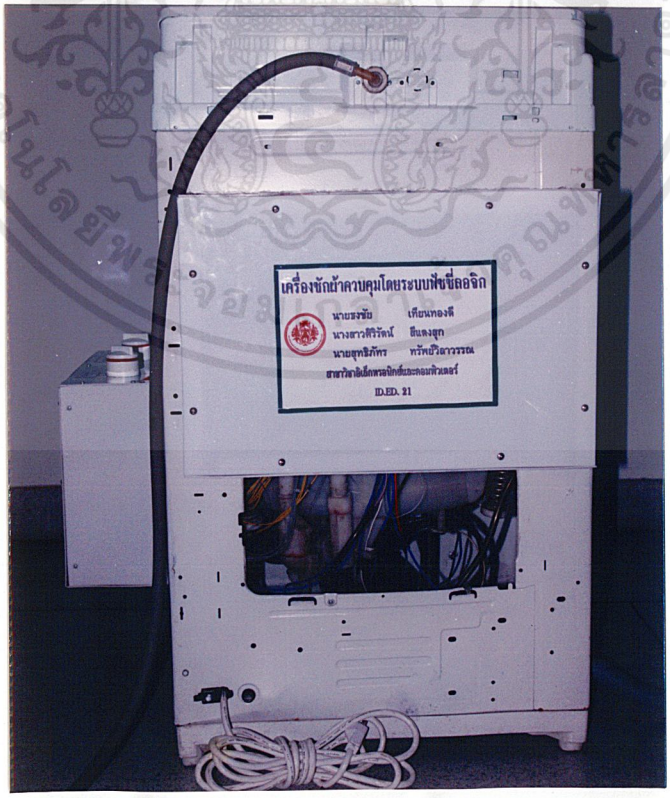
4. เพิ่มส่วนของโปรแกรมที่ให้ผู้ใช้สามารถระบบควบคุมด้วยมือได้ด้วย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ก
เครื่องต้นแบบ

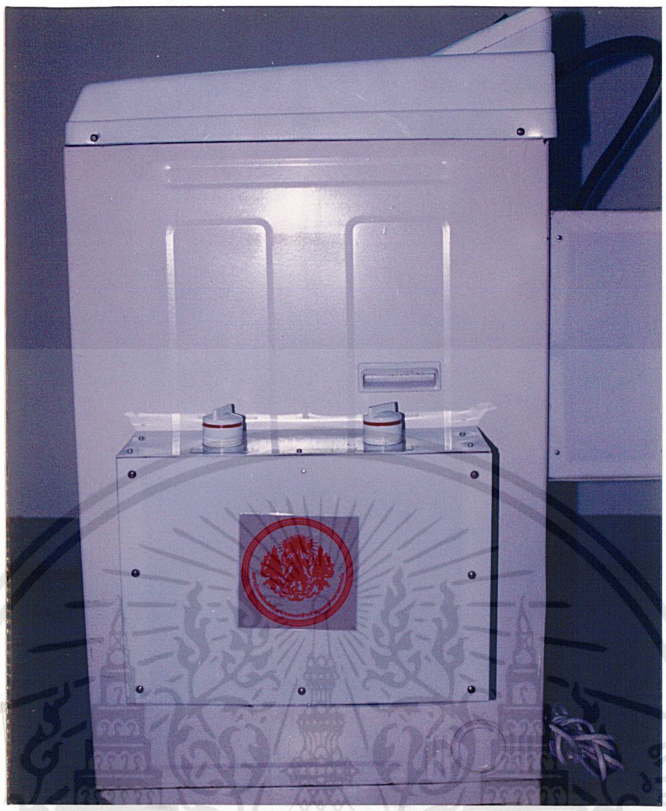
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รูปที่ ก.1 เครื่องซักผ้าควบคุมด้วยฟัซซี่ลอจิก ด้านหน้า



รูปที่ ก.2 เครื่องซักผ้าควบคุมด้วยฟัซซี่ลอจิก ด้านหลัง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

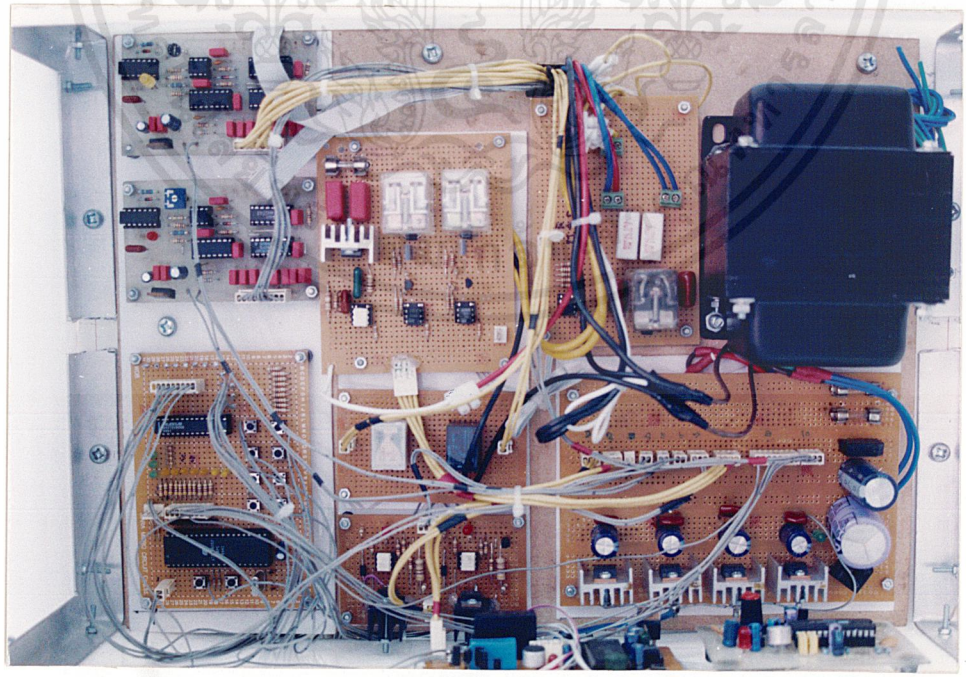


รูปที่ ก.3 เครื่องซักผ้าควบคุมด้วยฟัซซี่ลอจิก ด้านซ้าย

รูปที่ ก.4 เครื่องซักผ้าควบคุมด้วยฟัซซี่ลอจิก ด้านขวา

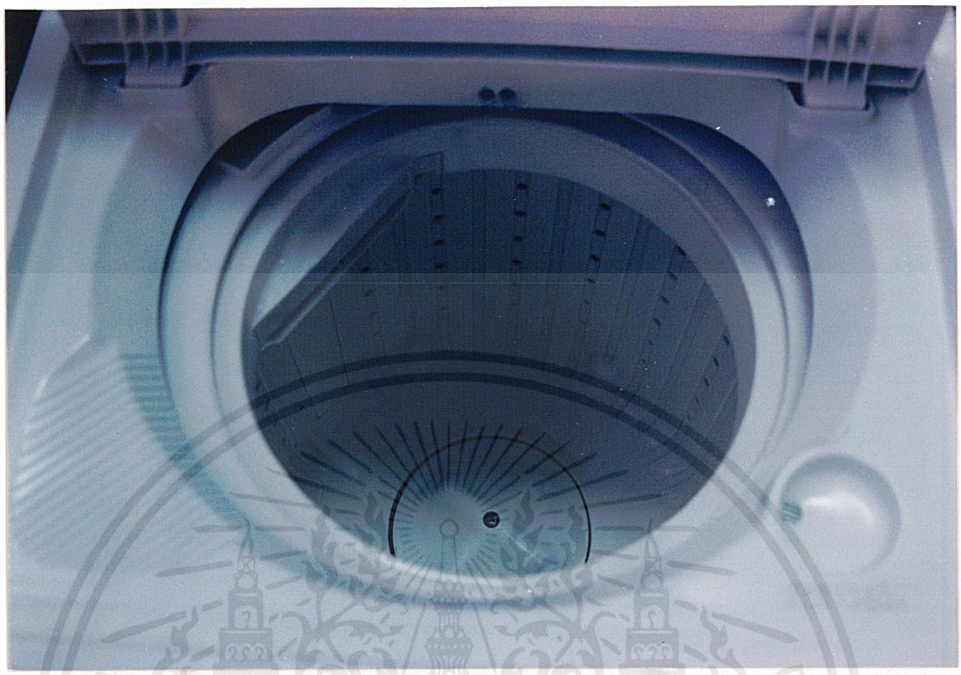
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รูปที่ ก.5 เครื่องซักผ้าควบคุมด้วยฟัซซี่ลอจิก ด้านบน

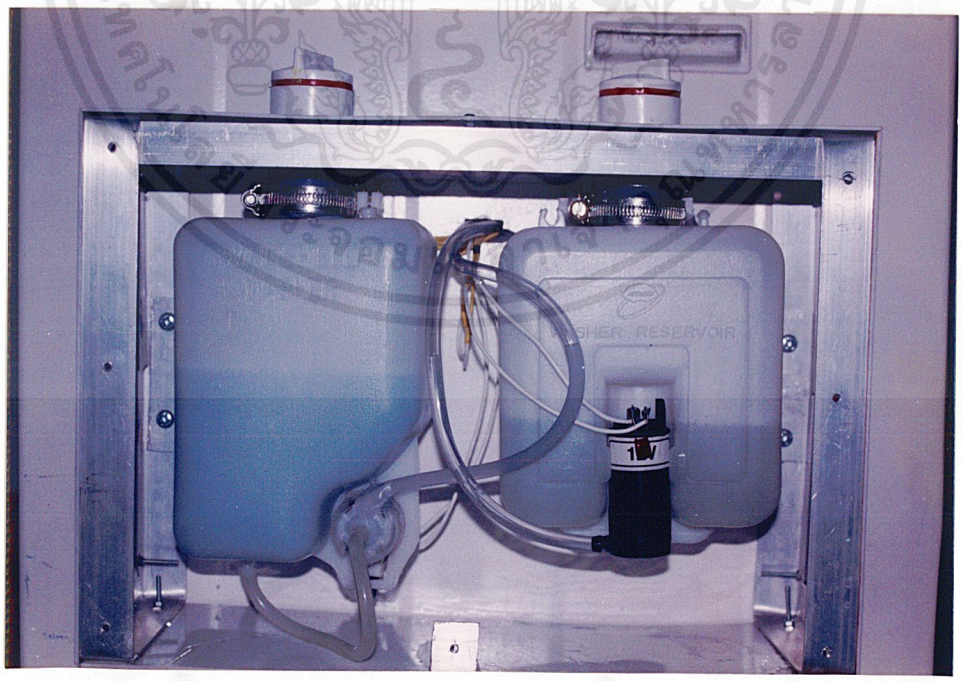


รูปที่ ก.6 วงจรของเครื่องซักผ้าควบคุมด้วยฟัซซี่ลอจิก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ ก.7 ถังซักผ้าภายในเครื่องซักผ้าด้วยฟัซซี่ลอจิก



รูปที่ ก.8 ถังปล่อยน้ำยาซักฟอกและน้ำยาปรับผ้านุ่ม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ข

โปรแกรมการทำงาน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
DATA            BIT     P1.4
LOAD            BIT     P1.3
CLOCK           BIT     P1.5

*****************************************************************
                ORG     30H
FUZZY_1:        DS      1       ; hard & soft mortor.
FUZZY_2:        DS      1       ; drit  chart.
FUZZY_3:        DS      1       ; number chart.
FUZZY_4:        DS      1       ; number water.
FUZZY_5:        DS      1       ; number  count  wash.
BUF1:           DS      1
BUF2:           DS      1
BUF3:           DS      1
BUF4:           DS      1
BUF5:           DS      1
                ORG     40H
DSP_BUFF:       DS      1
LONG_WASH:      DS      1
COUNT_WASH:     DS      1
MOTOR_WASH:     DS      1
WATER_IN:       DS      1
WATER_OUT:      DS      1
FAB:            DS      1
COMFORT:        DS      1
SPIN:           DS      1
CLEAN_WATER:    DS      1
COUNT_CLEAN:    DS      1

DSP_LAVEL_WATER:    DS      1
SEC_LOW:        DS      1
SEC_HIGH:       DS      1
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
COUNT_CLOCK:        DS      1
*****************************************************************
FLIG                EQU     20H
FUZZY1_FLIG         BIT     FLIG.0
FUZZY2_FLIG         BIT     FLIG.1
FUZZY3_FLIG         BIT     FLIG.2
FUZZY4_FLIG         BIT     FLIG.3
CK_CLOCK            BIT     FLIG.4
PUSH_KEY    EQU     21H
P_KEY0              BIT     PUSH_KEY.0
P_KEY1              BIT     PUSH_KEY.1
P_KEY2              BIT     PUSH_KEY.2
P_KEY3              BIT     PUSH_KEY.3
*****************************************************************
            ORG     0000H
            LJMP    INIT
            ORG     0003H
            LJMP    INIT_PUSH
*****************************************************************
            INIT_PROGRAM
*****************************************************************
INIT        MOV     SP,#256-32
            LCALL   PW_DELAY
            MOV     IE,#85H
            LCALL DELAY_1S
            MOV     P0,#0FFH
            MOV   P1,#0FFH
            MOV   P2,#0FFH
            LCALL    CLEAR_BUF
            LCALL  INIT_MAX
            LCALL  INIT_PARNEL
            LCALL  INIT_SECMENT
LOOP_KEY:   LCALL  SCAN_KEY
            LCALL  DELAY_100MS
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
                SJMP    LOOP_KEY
*****************************************************************
                CK_FLIG_SWITCH
                PORT P0.6  =  SOUND  TALK
*****************************************************************
CK_FLIG_SWITCH:     MOV    A,FLIG
                ANL    A,#00001111B
                CJNE   A,#00001111B,TEL
                AJMP   LOOK_UP
TEL:            MOV    R0,#0AH
                CLR    P0.6
TEL1:           LCALL DELAY_1S
                DJNZ   R0,TEL1
                SETB   P0.6
                AJMP   LOOP_KEY
*************************************************************
                CK_FLIG_SET TIME
                FLIG =  CK_CLOCK
                SOUND = P1.0
*************************************************************
 CK_CLOCK_TIME:PUSH  03H
                JNB    CK_CLOCK,EXIT_CLOCK
                CLR    CK_CLOCK
                CLR    P1.0
                MOV    R3,#01H                    ;COUNT_CLOCK
DELAY_CLOCK: LCALL DELAY_1M
                DJNZ   R3,DELAY_CLOCK
                LCALL INIT_SECMENT
                SETB   P1.0
EXIT_CLOCK:     POP    03H
                RET
*************************************************************
                LOOK  UP  FUZZY  LOGIC
*************************************************************
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
LOOK_UP:    MOV     A,BUF3                      ; number
            MOV   DPTR,#TAB_WATER_IN            ; water in  tank
            MOVC A,@A+DPTR
            MOV    WATER_IN,A
            MOV    A,BUF3
            MOV    DPTR,#TAB_WATER_OUT          ; number
            MOVC  A,@A+DPTR                     ; water out tank
            MOV    WATER_OUT,A
            LCALL  FAB_DATA                     ; fab  time
            LCALL  MOTOR_TIME
            MOV    A,BUF3
            MOV    DPTR,#TAB_COMFORT            ; comfort  time
            MOVC  A,@A+DPTR
            MOV     COMFORT,A
            MOV    A,BUF3                       ;  clean water
            MOV    DPTR,#TAB_CLEAN_WATER
            MOVC  A,@A+DPTR
            MOV    CLEAN_WATER,A
            MOV    A,BUF3
            MOV    DPTR,#TAB_COUNT_CLEAN        ;  count  clean  water
            MOVC  A,@A+DPTR
            MOV    COUNT_CLEAN,A
            MOV    A,BUF3
            MOV    DPTR,#TAB_SPIN               ;  spin  time
            MOVC  A,@A+DPTR
            MOV    SPIN,A
            MOV    A,BUF3
            MOV    DPTR,#TAB_LONG
            MOVC  A,@A+DPTR
            MOV    LONG_WASH,A
            MOV    A,BUF3
            MOV    DPTR,#TAB_LAVEL_WATER
            MOVC  A,@A+DPTR
            MOV    DSP_LAVEL_WATER,A
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
                MOV   A,BUF5                          ; number count wash
                MOV   DPTR,#TAB_COUNT_WASH
                MOVC  A,@A+DPTR
                MOV   COUNT_WASH,A
                JB    P_KEY1,CC
                LJMP  RE0
CC:             LJMP  REEQ0
*************************************************************
  WATER  IN TANK       PORT P0.4    MOTOR DC
*************************************************************
WATER_IN_TANK:LCALL  DELAY_5S
                MOV   R0,WATER_IN
                CLR   P0.4
WA:             CALL  DELAY_1M
                DJNZ  R0,WA
                SETB  P0.4
                LCALL DELAY_1S
                RET
*************************************************************
        WATER  OUT  TANK
        PORT   P0.7  =  RELAY
*************************************************************
WATER_OUT_TANK:LCALL DELAY_5S
                MOV   R0,WATER_OUT
                CLR   P0.7
WA1:            LCALL DELAY_1M
                DJNZ  R0,WA1
                SETB  P0.7
                LCALL DELAY_5S
                RET
*************************************************************
        DRIVE MOTER AC  CAPACITER START
        PORT  =  P0.0    MOTOR L     P0.1 MOTOR  R
*************************************************************
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
DRIVE_MOTOR_AC: LCALL  DELAY_5S
                MOV   R1,#0CH
DR_AC:          MOV   R0,MOTOR_WASH
                CLR    P0.0
DR_AC0:         LCALL  DELAY_1S
                DJNZ   R0,DR_AC0
                SETB   P0.0
                LCALL  DELAY_5S
                MOV    R0,MOTOR_WASH
                CLR    P0.1
DR_AC1:         LCALL DELAY_1S
                DJNZ   R0,DR_AC1
                SETB   P0.1
                LCALL DELAY_5S
                DJNZ   R1,DR_AC
                RET
*****************************************************************
       FAB  TIME          PORT  = 0.2
*****************************************************************
DR_FAB:         JB    P_KEY2,EXIT_FAB
                LCALL DELAY_5S
                MOV    R0,FAB
                CLR    P0.2
DR_F1:          LCALL DELAY_1S
                DJNZ   R0,DR_F1
                SETB   P0.2
                LCALL DELAY_1S
EXIT_FAB:       CLR    P_KEY2
                RET
*****************************************************************
        COMFORT  TIME        PORT  = P0.0
        P0.1           PORT  = P0.3
*****************************************************************
DR_COMFORT:  JB P_KEY3,EXIT_COMFORT
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
                LCALL  DELAY_5S
                MOV    R0,COMFORT
                CLR     P0.3
DR_C1:          LCALL DELAY_1S
                DJNZ   R0,DR_C1
                SETB   P0.3
                LCALL DELAY_5S
                MOV     R1,#0AH                 ;  drive motor
DE_C2:          MOV    R0,#05H
                CLR     P0.0
DE_C3:          LCALL DELAY_1S
                DJNZ   R0,DE_C3
                SETB   P0.0
                LCALL DELAY_5S
                MOV     R0,#05H
                CLR     P0.1
DR_C4:          LCALL DELAY_1S
                DJNZ   R0,DR_C4
                SETB   P0.1
                LCALL DELAY_5S
                DJNZ   R1,DE_C2
                MOV   R1,#02H                   ; delay 4 - 5 min
DR_C5:          LCALL DELAY_1M
                DJNZ   R1,DR_C5
EXIT_COMFORT:CLR     P_KEY3
                RET
*************************************************************************
        WATER CLEAN  FAB
        PORT     =  P0.0
        P0.1
*************************************************************************
WATER_CLEAN:    LCALL  DELAY_1S
W_CLEAN_CONTI: LCALL  WATER_IN_TANK
                MOV    R1,#10H
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
W_C:        MOV   R0,CLEAN_WATER
            CLR    P0.0
W_C0:       LCALL DELAY_1S
            DJNZ   R0,W_C0
            SETB   P0.0
            LCALL DELAY_5S
            MOV    R0,CLEAN_WATER
            CLR    P0.1
W_C1:       LCALL DELAY_1S
            DJNZ   R0,W_C1
            SETB   P0.1
            LCALL DELAY_5S
            DJNZ   R1,W_C
            LCALL WATER_OUT_TANK
            AJMP   CK_F_WATER
EXIT_CLEAN: RET
*********************************************************************
        CK  FLIG  WATER CLEAN
*********************************************************************
CK_F_WATER: MOV    R7,COUNT_CLEAN
            DEC    R7
            MOV   COUNT_CLEAN,R7
            MOV   A,R7
            CJNE   A,#00H,W_CLEAN_CONTI
            AJMP  EXIT_CLEAN
*********************************************************************
        WATER  CLRAN FRIT FAB
        PORT     =  P0.0
        P0.1
*********************************************************************
FRIT_CLEAN: LCALL   DELAY_5S              ;driver  motor  ac clean water
            MOV   R1,#0AH
FW_C:       MOV   R0,CLEAN_WATER
            CLR   P0.0
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
FW_C0:          LCALL  DELAY_1S
                DJNZ   R0,FW_C0
                SETB   P0.0
                LCALL  DELAY_5S
                MOV    R0,CLEAN_WATER
                CLR    P0.1
FW_C1:          LCALL DELAY_1S
                DJNZ    R0,FW_C1
                SETB    P0.1
                LCALL DELAY_5S
                DJNZ    R1,FW_C
                RET
 ***************************************************************************
        SPIN  WATER
        PORT  =  P0.7  RELAY
        P0.1  MOTOR
 ***************************************************************************
SPIN_WATER:     LCALL DELAY_5S
                MOV     R0,SPIN
                CLR     P0.7
                LCALL DELAY_2S
                CLR     P0.1
 SP_W:          LCALL DELAY_1M
                DJNZ    R0,SP_W
                SETB    P0.1
                LCALL DELAY_5S
                SETB    P0.7
                LCALL DELAY_5S
                RET
 ***************************************************************************
        CK  COUNT  WASH  = 0 ?
 ***************************************************************************
CK_COUNT_WASH:      MOV     R7,COUNT_WASH
                DEC     R7
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
                CJNE    R7,#00H,CK_CO1
                MOV     COUNT_WASH,R7
                LJMP    NEXT
CK_CO1:         MOV     COUNT_WASH,R7
                LJMP    RE1
*****************************************************************************
        SCAK KEY
        PORT   = P2
*****************************************************************************
SCAN_KEY:
SK1:            MOV     A,P2
                CJNE    A,#11111110B,SK2
                LCALL DELAY_100MS
                LCALL CK_BOUND1
                LCALL PUSH_DATA1
                RET
 SK2:           MOV     A,P2
                CJNE    A,#11111101B,SK3
                LCALL DELAY_100MS
                LCALL CK_BOUND2
                LCALL PUSH_DATA2
                RET
SK3:            MOV     A,P2
                CJNE    A,#11111011B,SK4
                LCALL DELAY_100MS
                LCALL CK_BOUND3
                LCALL PUSH_DATA3
                RET
SK4:            MOV     A,P2
                CJNE    A,#11110111B,SK5
                LCALL DELAY_100MS
                LCALL CK_BOUND4
                LCALL PUSH_DATA4
                RET
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
SK5:            MOV     A,P2
                CJNE    A,#11101111B,SK6
                LCALL DELAY_100MS
                LCALL CK_BOUND5
                LCALL PUSH_DATA5
                RET
SK6:            MOV     A,P2
                CJNE    A,#11011111B,SK7
                LCALL DELAY_100MS
                LCALL CK_BOUND6
                LCALL PUSH_FLAG
                LJMP    PROCESS0
SK7:            MOV     A,P2
                CJNE    A,#10111111B,EXIT8   ;  set  time  7 secment
                LCALL DELAY_100MS
                LCALL CK_BOUND7
                LCALL SCAN_DIGI
EXIT8:          RET
SK8:                                         ;  switch  continew
                MOV     A,P2                 ;  for  interrup
                CJNE    A,#01111111B,SK8     ;
                LCALL DELAY_100MS
                LCALL CK_BOUND8
                RET                  ;
*************************************************************************
                CHACK_BOUND
*************************************************************************
CK_BOUND1:      MOV     A,P2
                CJNE    A,#11111110B,CK1
                LCALL   DELAY_10MS
                AJMP    CK_BOUND1
CK1:            LCALL DELAY_100MS
                RET
CK_BOUND2:      MOV     A,P2
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
                CJNE    A,#11111101B,CK2
                LCALL DELAY_10MS
                AJMP    CK_BOUND2
CK2:            LCALL DELAY_100MS
                RET
CK_BOUND3:      MOV     A,P2
                CJNE    A,#11111011B,CK3
                LCALL DELAY_10MS
                AJMP    CK_BOUND3
CK3:            LCALL DELAY_100MS
                RET
CK_BOUND4:      MOV     A,P2
                CJNE    A,#11110111B,CK4
                LCALL DELAY_10MS
                AJMP    CK_BOUND4
CK4:            LCALL DELAY_100MS
                RET
CK_BOUND5:      MOV     A,P2
                CJNE    A,#11101111B,CK5
                LCALL DELAY_10MS
                AJMP    CK_BOUND5
CK5:            LCALL DELAY_100MS
                RET
CK_BOUND6:      MOV     A,P2
                CJNE    A,#11011111B,CK6
                LCALL DELAY_10MS
                AJMP    CK_BOUND6
CK6:            LCALL DELAY_100MS
                RET
CK_BOUND7:      MOV     A,P2
                CJNE    A,#10111111B,CK7
                LCALL DELAY_10MS
                AJMP    CK_BOUND7
CK7:            LCALL DELAY_100MS
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
                RET
CK_BOUND8:      MOV     A,P2
                CJNE    A,#01111111B,CK8
                LCALL   DELAY_10MS
                AJMP    CK_BOUND8
CK8:            LCALL   DELAY_100MS
                RET
;*************************************************************************
        PUSH  DATA  ALL
;*************************************************************************
PUSH_DATA1:     SETB    FUZZY1_FLIG
                MOV     A,FUZZY_1
                CJNE    A,#09H,PD1
                CLR     FUZZY1_FLIG
                CLR     A
                MOV     FUZZY_1,A
PD1:            MOV     BUF1,A
                MOV     DSP_BUFF,A
                INC     A
                MOV     FUZZY_1,A
                MOV     R1,#01H
                LCALL   DSP_SCAN
                RET
PUSH_DATA2:     SETB    FUZZY2_FLIG
                MOV     A,FUZZY_2
                CJNE    A,#07H,PD2
                CLR     FUZZY2_FLIG
                CLR     A
                MOV     FUZZY_2,A
PD2:            MOV     BUF2,A
                MOV     DSP_BUFF,A
                MOV     R1,#02H
                INC     A
                MOV     FUZZY_2,A
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
                MOV     R1,#02H
                LCALL DSP_DATA
                RET
PUSH_DATA3:     SETB    FUZZY3_FLIG
                MOV     A,FUZZY_3
                CJNE    A,#06H,PD3
                CLR     FUZZY3_FLIG
                CLR     A
                MOV     FUZZY_3,A
PD3:            MOV     BUF3,A
                MOV     DSP_BUFF,A
                INC     A
                MOV     FUZZY_3,A
                MOV     R1,#03H
                LCALL DSP_DATA
                RET
PUSH_DATA4:     SETB    FUZZY4_FLIG
                MOV     A,FUZZY_4
                CJNE    A,#06H,PD4
                CLR     FUZZY4_FLIG
                CLR     A
                MOV     FUZZY_4,A
PD4:            MOV     BUF4,A
                MOV     DSP_BUFF,A
                INC     A
                MOV     FUZZY_4,A
                MOV     R1,#04H
                LCALL DSP_DATA
                RET
PUSH_DATA5:     MOV     A,FUZZY_5
                CJNE    A,#03H,PD5
                CLR     A
                MOV     FUZZY_5,A
PD5:            MOV     DSP_BUFF,A
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
                INC     A
                MOV     BUF5,A
                MOV     FUZZY_5,A
                MOV     R1,#05H
                LCALL   DSP_COUNT_WASH
                RET
*************************************************************************
        INIT PARNEL DISPLAY
*************************************************************************
INIT_PARNEL:    MOV     R1,#05H
                MOV     R0,#01H
DSP1:           MOV     A,#80H
                MOV     DPH,R0
                MOV     DPL,A
                ACALL   SHIFT
                INC     R0
                DJNZ    R1,DSP1
                MOV     R1,#03H
                MOV     R0,#06H
DSP2:           MOV     A,#00H
                MOV     DPH,R0
                MOV     DPL,A
                ACALL SHIFT
                INC     A
                DJNZ    R1,DSP2
                RET
*********************************************************************
        INIT  7 SECMENT  2 DIGI
*********************************************************************
INIT_SECMENT:  MOV     R1,#07H      ; digi  1  low
                MOV     A,#7EH
                MOV     DPH,R1
                MOV     DPL,A
                ACALL   SHIFT
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
                MOV     R1,#08H      ; digi 2 high
                MOV     A,#7EH
                MOV     DPH,R1
                MOV     DPL,A
                ACALL   SHIFT
                RET
*************************************************************************
        DISPLAY LAVEL  WATER
*************************************************************************
DSP_WATER:      MOV     R0,#06H
DSP_W:          MOV     A,DSP_LAVEL_WATER
                MOV     DPH,R0
                MOV     DPL,A
                ACALL SHIFT
                RET
*************************************************************************
        DISPLAY 3 INPUT FUZZY LOGIC
*************************************************************************
DSP_DATA:       MOV     R0,#DSP_BUFF
                MOV     A,@R0
                MOV     DPTR,#TAB_SEG
                MOVC  A,@A+DPTR
                MOV     DPH,R1
                MOV     DPL,A
                ACALL   SHIFT
                RET
*************************************************************
        DISPLAY 1 INPUT FUZZY LOGIC SCAN 1 COL
*************************************************************
DSP_SCAN:       MOV     R0,#DSP_BUFF
                MOV     A,@R0
                MOV     DPTR,#TAB_SEG2
                MOVC  A,@A+DPTR
                MOV     DPH,R1
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
                MOV     DPL,A
                ACALL  SHIFT
                RET
*********************************************************************

        INITERRUP
        PORT   = P0.5  SOUND  PUSH
*********************************************************************
INIT_PUSH:      PUSH    80H       ; data  port p0  in stack
                PUSH    90H       ; data  port  p1  in stack
                MOV     P0,#11111111B
                CLR     P0.5
                LCALL   DELAY_10MS
                LCALL   SK8       ; conti
                SETB    P0.5
                LCALL   DELAY_10MS
                POP     90H
                POP     80H
                RETI

*********************************************************************
        DISPLAY  CLOCK TIME
*********************************************************************
DSP_CLOCK:      MOV     R0,#DSP_BUFF
                MOV     A,@R0
                MOV     DPTR,#TAB_CLOCK
                MOVC  A,@A+DPTR
                MOV     DPH,R1
                MOV     DPL,A
                ACALL   SHIFT
                RET
*********************************************************************
        DISPLAY  COUNT  WASH  1 - 3
*********************************************************************
DSP_COUNT_WASH:     MOV     R0,#DSP_BUFF
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
                MOV     A,@R0
                MOV     DPTR,#TAB_SEG1
                MOVC  A,@A+DPTR
                MOV     DPH,R1
                MOV     DPL,A
                ACALL   SHIFT
                RET
*********************************************************************
        SHIFT_DATA_TO_MAX7219
*********************************************************************
SHIFT:          MOV     R2,#8
                MOV     A,DPH
                CLR     C
                CLR     CLOCK
                CLR     LOAD
SHIFT1:         RLC     A
                MOV     DATA,C
                SETB    CLOCK
                CLR     CLOCK
                DJNZ    R2,SHIFT1
                MOV     R2,#8
                MOV     A,DPL
                CLR     C
SHIFT2:                 RLC     A
                MOV     DATA,C
                SETB    CLOCK
                CLR     CLOCK
                DJNZ    R2,SHIFT2
                SETB    LOAD
                CLR     LOAD
                RET
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
;*************************************************************************
;
;        INIT_MAX7219
;
;*************************************************************************
INIT_MAX:       MOV     DPTR,#0A0CH
                ACALL   SHIFT
                MOV     DPTR,#0B07H
                ACALL   SHIFT
                MOV     DPTR,#0900H
                ACALL   SHIFT
                MOV     DPTR,#0C01H
                ACALL   SHIFT
                MOV     DPTR,#0F00H
                ACALL   SHIFT
                RET
;*************************************************************************
;        CLEAR_BUFF
;*************************************************************************
CLEAR_BUF:      MOV     R2,#06H
                MOV     R0,#30H
                MOV     A,#01H
CLEAR_BUF2:     MOV     @R0,A
                INC     R0
                DJNZ    R2,CLEAR_BUF2
                MOV     FLIG,#00H
                MOV     DSP_BUFF,#00H
                MOV     R2,#06H
                MOV     R0,#BUF1
                CLR     A
CLREA_BUF3:     MOV     @R0,A
                INC     R0
                DJNZ    R2,CLREA_BUF3
                MOV     R2,#0FH
                MOV     R0,#40H
                CLR     A
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
CLEAR_BUF4:   MOV    @R0,A
              INC    R0
              DJNZ   R2,CLEAR_BUF4
              MOV    SEC_LOW,#01H
              MOV    SEC_HIGH,#01H
              MOV    PUSH_KEY,#00H
              RET
*********************************************************************
        LOOK UP  FAB
*********************************************************************
FAB_DATA:     MOV    A,BUF3
              CJNE   A,#01H,FAB_0
              MOV    A,BUF4
              MOV    DPTR,#TAB_FAB0
              MOVC   A,@A+DPTR
              MOV    FAB,A
              RET
FAB_0:        CJNE   A,#02H,FAB_1
              MOV    A,BUF4
              MOV    DPTR,#TAB_FAB1
              MOVC   A,@A+DPTR
              MOV    FAB,A
              RET
FAB_1:        CJNE   A,#03H,FAB_2
              MOV    A,BUF4
              MOV    DPTR,#TAB_FAB2
              MOVC A,@A+DPTR
              MOV    FAB,A
              RET
FAB_2:        CJNE   A,#04H,FAB_3
              MOV    A,BUF4
              MOV    DPTR,#TAB_FAB3
              MOVC   A,@A+DPTR
              MOV    FAB,A
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
                RET
FAB_3:          CJNE    A,#05H,EXIT
                MOV     A,BUF4
                MOV     DPTR,#TAB_FAB4
                MOVC  A,@A+DPTR
                MOV     FAB,A
EXIT:           RET
*************************************************************************
        LOOK  UP   MOTOR
*************************************************************************
MOTOR_TIME:     MOV     A,BUF2
                CJNE    A,#01H,MOTOR_0
                MOV     A,BUF4
                MOV     DPTR,#TAB_MOTOR0
                MOVC  A,@A+DPTR
                MOV     MOTOR_WASH,A
                RET
MOTOR_0:        CJNE    A,#02H,MOTOR_1
                MOV     A,BUF4
                MOV     DPTR,#TAB_MOTOR1
                MOVC  A,@A+DPTR
                MOV     MOTOR_WASH,A
                RET
MOTOR_1:        CJNE    A,#03H,MOTOR_2
                MOV     A,BUF4
                MOV     DPTR,#TAB_FAB2
                MOVC  A,@A+DPTR
                MOV     MOTOR_WASH,A
                RET
MOTOR_2:        CJNE    A,#04H,MOTOR_3
                MOV     A,BUF4
                MOV     DPTR,#TAB_MOTOR3
                MOVC  A,@A+DPTR
                MOV     MOTOR_WASH,A
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
                RET
MOTOR_3:        CJNE    A,#05H,MOTOR_4
                MOV     A,BUF4
                MOV     DPTR,#TAB_MOTOR4
                MOVC    A,@A+DPTR
                MOV     MOTOR_WASH,A
                RET
MOTOR_4:        CJNE    A,#06H,EXIT_1
                MOV     A,BUF4
                MOV     DPTR,#TAB_MOTOR5
                MOVC    A,@A+DPTR
                MOV     MOTOR_WASH,A
EXIT_1:         RET

;*************************************************************************
        SCAN  DIGI  CLOCK
;*************************************************************************
SCAN_DIGI:      CLR     A
                SETB    CK_CLOCK        ; enable clock time
                MOV     A,SEC_LOW
                CJNE    A,#0AH,DIGI0
                AJMP    DIGI1
DIGI:           CLR     A
DIGI0:          MOV     DSP_BUFF,A
                INC     A
                MOV     SEC_LOW,A
                MOV     R1,#07H
                LCALL   DSP_CLOCK
                MOV     A,COUNT_CLOCK
                INC     A
                CJNE    A,#3CH,GG       ; if = 60 sec ?
                CLR     A
GG:             MOV     COUNT_CLOCK,A
                RET
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
DIGI1:      MOV   A,SEC_HIGH
            MOV   DSP_BUFF,A
            INC   A
            CJNE  A,#06H,HH
            CLR   CK_CLOCK        ; desible  clock :00:
            CLR   A
HH:         MOV   SEC_HIGH,A
            MOV   R1,#08H
            LCALL DSP_CLOCK
            AJMP  DIGI
*************************************************************************
     PUSH  FLAG
*************************************************************************
PUSH_FLAG:  MOV   A,BUF1
            CJNE  A,#01H,PUSH_F0
            SETB  P_KEY0
            RET
PUSH_F0:    CJNE  A,#02H,PUSH_F1
            SETB  P_KEY1
            RET
PUSH_F1:    CJNE  A,#03H,PUSH_F2
            SETB  P_KEY0
            SETB  P_KEY2
            RET
PUSH_F2:    CJNE  A,#04H,PUSH_F3
            SETB  P_KEY0
            SETB  P_KEY3
            RET
PUSH_F3:    CJNE  A,#05H,PUSH_F4
            SETB  P_KEY0
            SETB  P_KEY1
            SETB  P_KEY2
            RET
PUSH_F4:    CJNE  A,#06H,PUSH_F5
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
                SETB   P_KEY1
                SETB   P_KEY2
                RET
PUSH_F5:        CJNE   A,#07H,PUSH_F6
                SETB   P_KEY1
                SETB   P_KEY3
                RET
PUSH_F6:        CJNE   A,#08H,PUSH_EXIT
                SETB   P_KEY1
                SETB   P_KEY2
                SETB   P_KEY3
PUSH_EXIT:      RET

;*********************************************************************
        PROCESS0
;*********************************************************************
PROCESS0:       JNB     P_KEY0,PRO0
                LJMP    PROCESS1
PRO0:           JNB     P_KEY1,PRO_EXIT
                LJMP    PROCESS2
PRO_EXIT:               LJMP    INIT
;*********************************************************************
        PROCESS1
;*********************************************************************
 PROCESS1:      LCALL  CK_FLIG_SWITCH          ; ck switch
                                               ; if no push switch
                                               ;   then sound  and rep
                                               ; if  push switch
                                               ;   then process  wash
RE0:            LCALL  CK_CLOCK_TIME
                LCALL  DSP_WATER
RRR:            LCALL  WATER_IN_TANK
                LCALL  DR_FAB                  ; driver motot  dc   fab
                LCALL  DRIVE_MOTOR_AC          ; driver motor  ac   wash
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
                LCALL  WATER_OUT_TANK
                LCALL  CK_COUNT_WASH        ; ck wash 1 2 3
                                            ; if 1 next
                                            ; if 2 -3  continew wash
RE1:            LCALL   WATER_IN_TANK       ; process clean fab
                LCALL   FRIT_CLEAN          ; Then  conti wash
                LCALL   WATER_OUT_TANK
                SJMP    RRR                 ; continew 1 loop  at  re0

NEXT:           LCALL  WATER_CLEAN          ; program clean  by table fuzzy
                                            ; clean  1,2,3
                LCALL  WATER_IN_TANK
                LCALL  DR_COMFORT           ; push  comfort in tank
                LCALL  WATER_OUT_TANK
                LCALL  SPIN_WATER           ; spin  water in tank
                LCALL  DELAY_5S
                MOV    R1,#08H
                CLR    P1.1
NEX:            LCALL  DELAY_1S
                DJNZ   R1,NEX
                SETB   P1.1
                LCALL  CLEAR_BUF
                LJMP   INIT
*************************************************************************
        PROCESS2
*************************************************************************
PROCESS2:       LCALL CK_FLIG_SWITCH        ; ck switch
                                            ; if no push switch
                                            ;   then sound  and rep
                                            ; if  push switch
                                            ;   then process  wash
REEQ0:          LCALL  CK_CLOCK_TIME
                LCALL  DSP_WATER
                LCALL  WATER_IN_TANK
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
                LCALL  DR_FAB                ; driver motot  dc   fab
                LCALL  DRIVE_MOTOR_AC        ; driver motor  ac   wash
                LCALL  WATER_OUT_TANK
                LCALL  WATER_CLEAN           ; program clean  by table fuzzy
                                             ; clean  1,2,3
                LCALL  WATER_IN_TANK
                LCALL  DR_COMFORT            ; push  comfort in tank
                LCALL  WATER_OUT_TANK
                LCALL  SPIN_WATER            ; spin  water in tank
                LCALL  DELAY_5S
                MOV    R1,#08H
                CLR    P1.1
NEXEQ:          LCALL  DELAY_1S
                DJNZ   R1,NEXEQ
                SETB   P1.1
                LCALL  CLEAR_BUF
                LJMP   INIT
*************************************************************************
                DELAY
*************************************************************************
DELAY:          MOV    R6,#07H
DEL1:           MOV    R7,#00H
                DJNZ   R7,$
                DJNZ   R6,DEL1
                RET
DELAY_10MS:     PUSH   07H
                PUSH   06H
                MOV    R7,#010
DELAY_10MS_1:   MOV    R6,#0E6H
ELAY_10MS_2:    NOP
                NOP
                DJNZ   R6,DELAY_10MS_2
                DJNZ   R7,DELAY_10MS_1
                POP    07H
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
                POP     06H
                RET
DELAY_100MS:    PUSH    07H
                PUSH    06H
                MOV     R7,#100
DELAY_100MS_1:MOV       R6,#0E6H
DELAY_100MS_2:NOP
                NOP
                DJNZ    R6,DELAY_100MS_2
                DJNZ    R7,DELAY_100MS_1
                POP     07H
                POP     06H
                RET
DELAY_200MS:    PUSH    05H
                MOV     R5,#2
DELAY_200MS1:LCALL      DELAY_100MS
                DJNZ    R5,DELAY_200MS1
                POP     05H
                RET
DELAY_1S:       PUSH    05H
                MOV     R5,#105
DELAY_1S_1:     LCALL   DELAY_10MS
                DJNZ    R5,DELAY_1S_1
                POP     05H
                RET
DELAY_2S:       PUSH    07H
                MOV     R7,#02H
DELAY_2S_1:     LCALL   DELAY_1S
                DJNZ    R7,DELAY_2S_1
                POP     07H
                RET
DELAY_5S:       PUSH    05H
                MOV     R5,#05H
DELAY_5S_1:     LCALL   DELAY_1S
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
                DJNZ    R5,DELAY_5S_1
                POP     05H
                RET
DELAY_1M:       PUSH    04H
                MOV     R4,#39H
DELAY_1M_1:     LCALL DELAY_1S
                DJNZ    R4,DELAY_1M_1
                POP     04H
                RET
PW_DELAY:       PUSH   DPH
                PUSH   DPL
                PUSH   ACC
                MOV    DPTR,#8000H
PW_DEL:         INC     DPTR
                MOV    A,DPL
                ORL    A,DPH
                JNZ     PW_DEL
                POP     ACC
                POP     DPL
                POP     DPH
                RET
*************************************************************************
    TABLE FORM  DATA SCAN PANEL
*************************************************************************
TAB_SEG:        DB      80H,40H,20H,10H
                DB      08H,04H,02H,01H
TAB_SEG1:       DB      80H,40H,20H,10H
TAB_SEG2:       DB      80H,40H,20H,50H,48H
                DB      58H,30H,28H,38H
TAB_CLOCK:      DB      7EH,30H,6DH,79H
                DB      33H,5BH,5FH,70H
                DB      7FH,7BH
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
*****************************************************************************

                        TABLE  NON

*****************************************************************************

TAB_MOTOR_TIME:     DB      03H,04H,05H,06H,07H,08H,09H
TAB_WATER_IN:       DB      01H,01H,01H,02H,02H,03H
TAB_WATER_OUT:      DB      01H,01H,01H,02H,02H,03H
TAB_FAB0:           DB      01H,02H,02H,02H,03H,03H
TAB_FAB1:           DB      01H,02H,03H,03H,04H,04H
TAB_FAB2:           DB      02H,02H,03H,04H,04H,05H
TAB_FAB3:           DB      02H,02H,03H,04H,05H,06H
TAB_FAB4:           DB      02H,03H,04H,04H,05H,06H
TAB_MOTOR0:         DB      02H,05H,05H,06H,06H,07H
TAB_MOTOR1:         DB      02H,05H,06H,06H,07H,07H
TAB_MOTOR2:         DB      02H,05H,06H,07H,08H,08H
TAB_MOTOR3:         DB      03H,05H,07H,08H,08H,09H
TAB_MOTOR4:         DB      04H,05H,06H,08H,08H,0AH
TAB_MOTOR5:         DB      05H,06H,07H,09H,0AH,0AH
TAB_LONG:           DB      0AH,0AH,14H,1EH,28H,32H
TAB_COMFORT:        DB      07H,02H,03H,04H,05H,06H
TAB_SPIN:           DB      02H,01H,01H,02H,03H,03H
TAB_CLEAN_WATER:    DB      05H,06H,07H,08H,09H,0AH
TAB_COUNT_CLEAN:    DB      01H,01H,01H,01H,01H,02H
TAB_COUNT_WASH:     DB      01H,01H,02H,03H
TAB_LAVEL_WATER:    DB      0CH,0C0H,0E0H,0F8H,0FEH,0FFH
*****************************************************************************

                        TABLE  EQ

*****************************************************************************

TAB_WATER_EQIN:     DB      01H,01H,01H,02H,02H,03H
TAB_WATER_EQOUT:    DB      01H,01H,01H,02H,02H,03H
TAB_FABEQ0:         DB      01H,02H,02H,02H,03H,03H
TAB_FABEQ1:         DB      01H,02H,03H,03H,04H,04H
TAB_FABEQ2:         DB      02H,02H,03H,04H,04H,05H
TAB_FABEQ3:         DB      02H,02H,03H,04H,05H,06H
TAB_FABEQ4:         DB      02H,03H,04H,04H,05H,06H
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

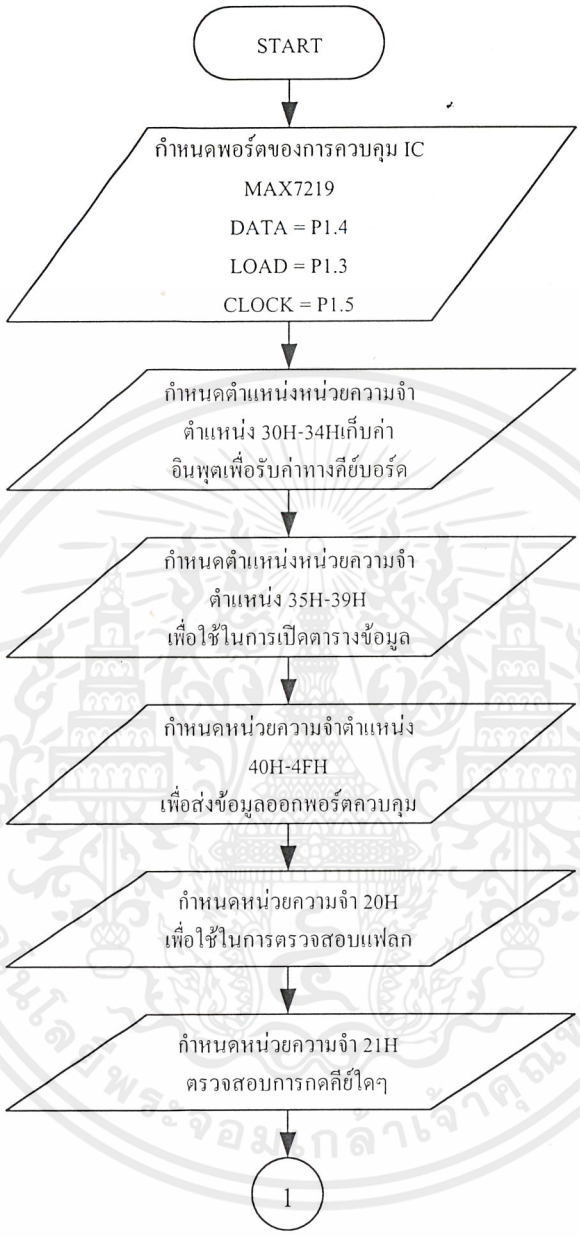
```
TAB_MOTOREQ0:        DB      02H,05H,05H,06H,06H,07H
TAB_MOTOREQ1:        DB      02H,05H,06H,06H,07H,07H
TAB_MOTOREQ2:        DB      02H,05H,06H,07H,08H,08H
TAB_MOTOREQ3:        DB      03H,05H,07H,08H,08H,09H
TAB_MOTOREQ4:        DB      04H,05H,06H,08H,08H,0AH
TAB_MOTOREQ5:        DB      05H,06H,07H,09H,0AH,0AH
TAB_LONGEQ:          DB      0AH,0AH,14H,1EH,28H,32H
TAB_COMFORTEQ:       DB      07H,02H,03H,04H,05H,06H
TAB_SPINEQ:          DB      02H,01H,01H,02H,03H,03H
TAB_CLEAN_WATEREQ:   DB      05H,06H,07H,08H,09H,0AH
TAB_COUNT_CLEANEQ:   DB      01H,01H,01H,01H,01H,02H
TAB_COUNT_WASHEQ:    DB      01H,01H,02H,03H
TAB_LAVEL_WATEREQ:   DB      0CH,0C0H,0E0H,0F8H,0FEH,0FFH
                     END
```

รูปที่ ข.1 โปรแกรมการทำงานควบคุมเครื่องซักผ้าด้วยฟัซซี่ลอจิก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

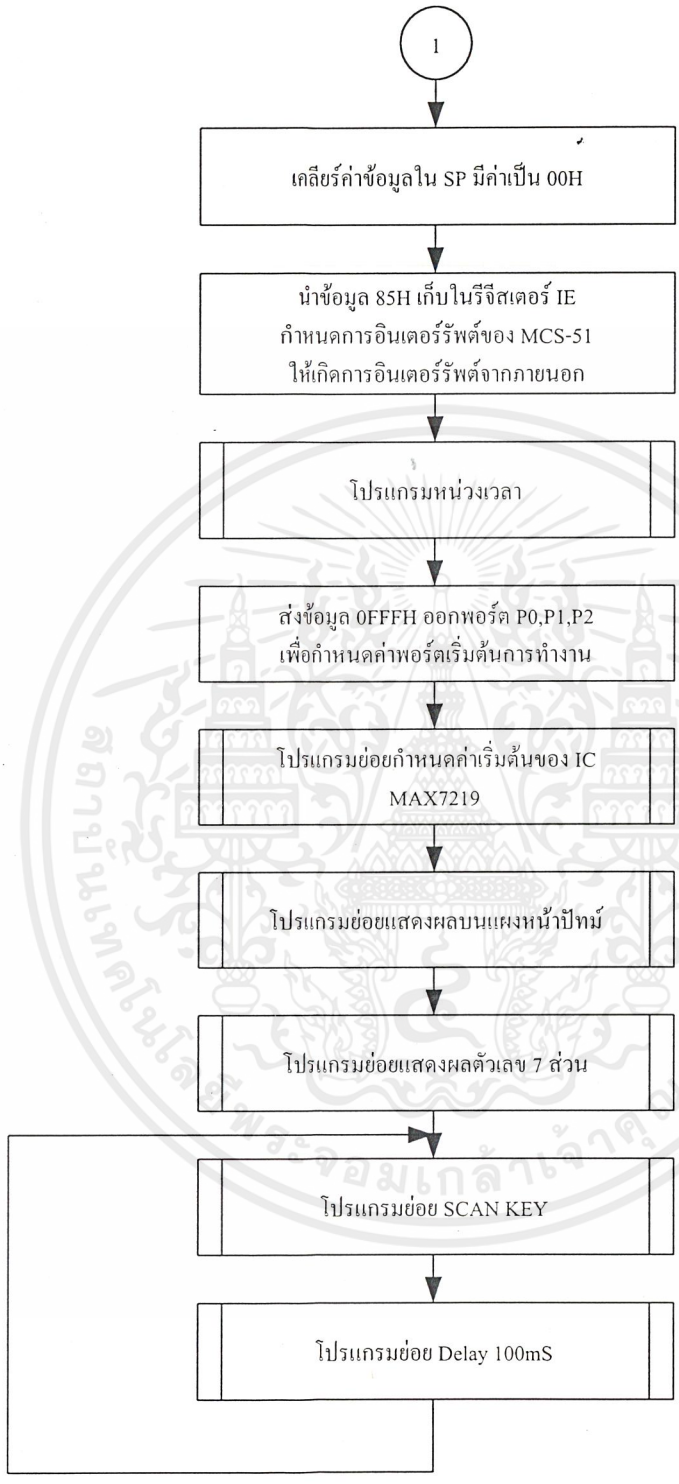
ภาคผนวก ค
แผนผังการทำงาน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



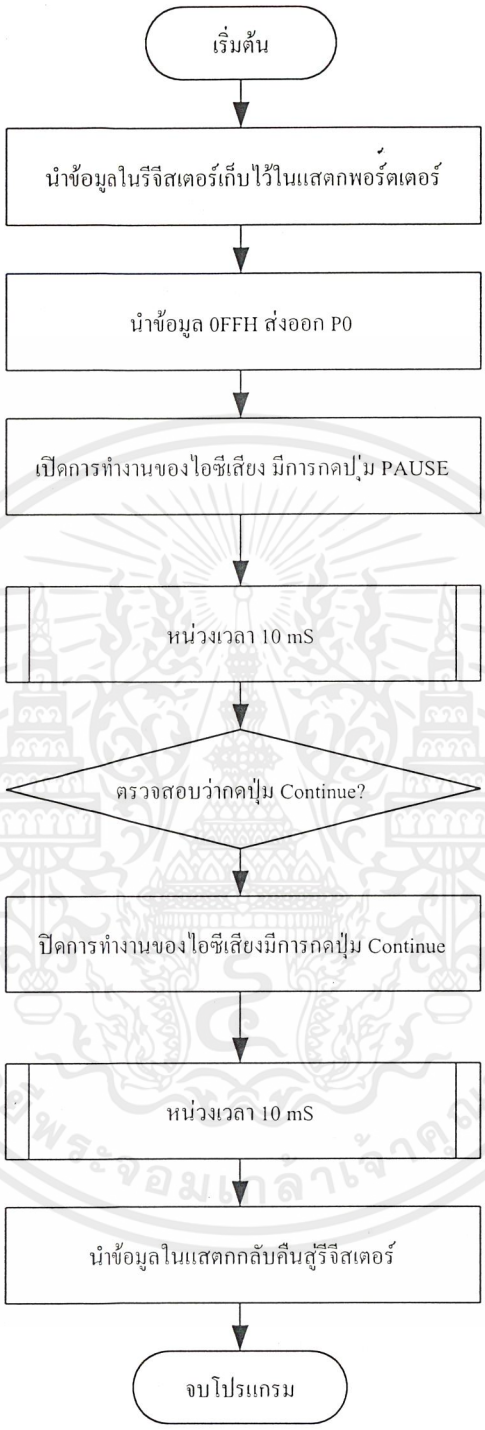
รูปที่ ค.1 ผังงานของโปรแกรมหลัก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



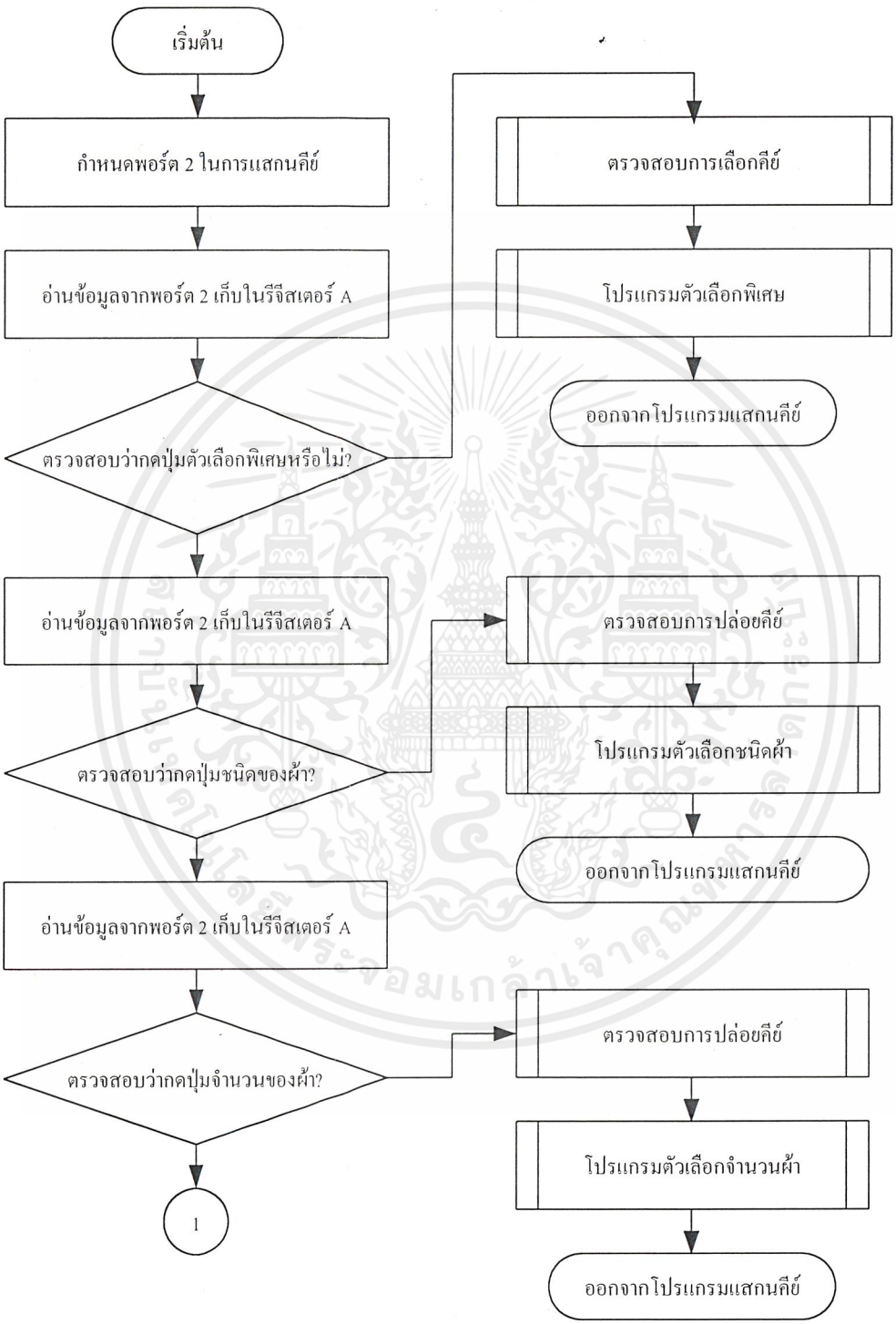
รูปที่ ค.1 ผังงานของโปรแกรมหลัก (ต่อ)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



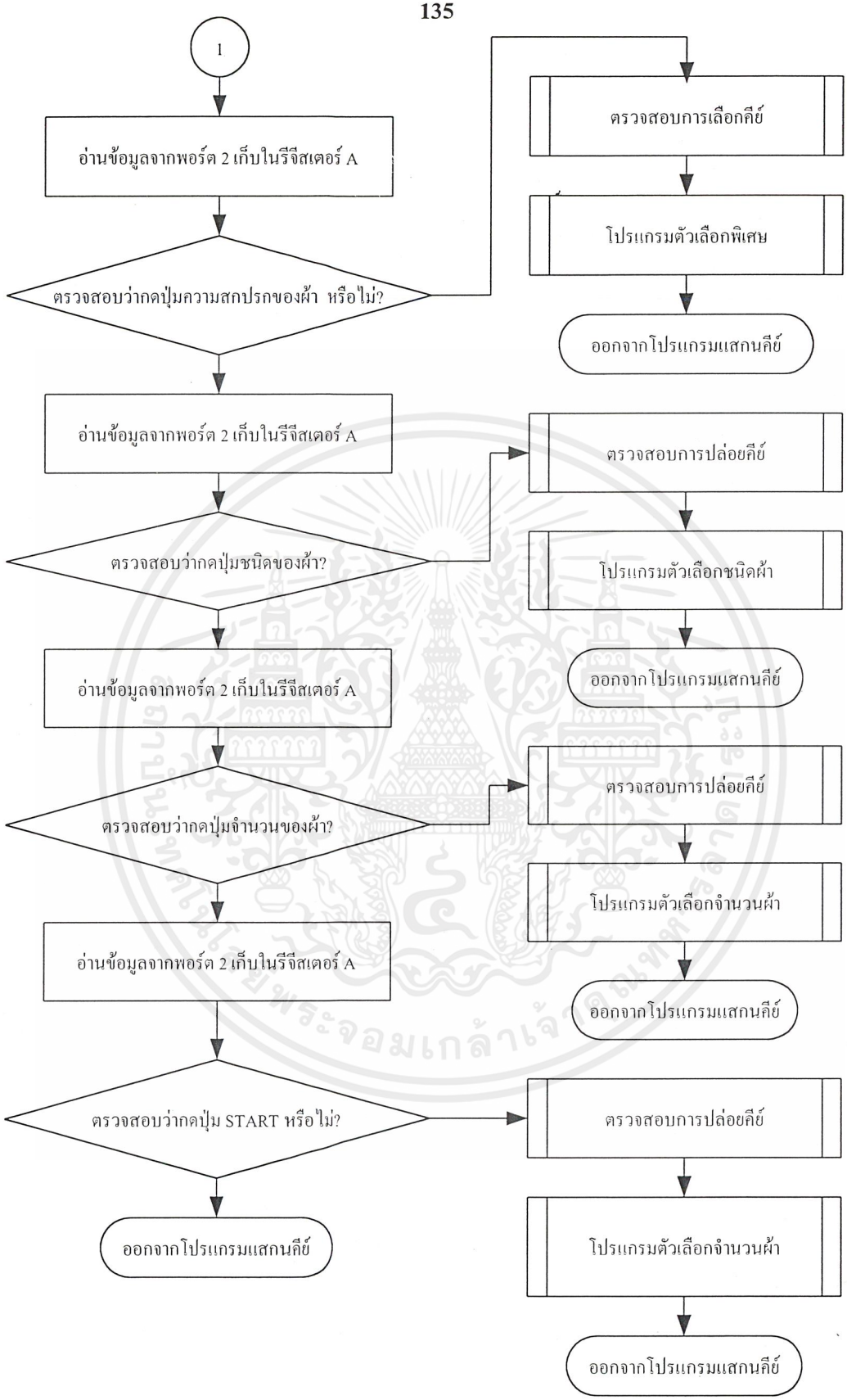
รูปที่ ค.2 แผนผังการอินเตอร์รัพต์ หยุดการทำงานชั่วคราว

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



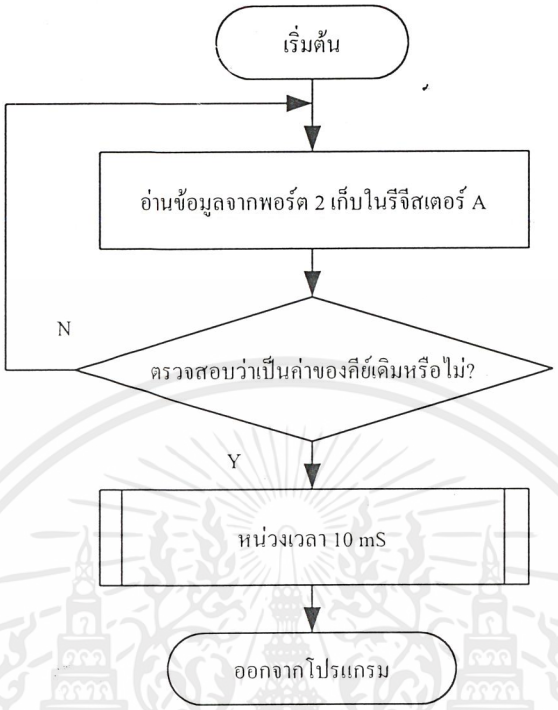
รูปที่ ค.3 ผังงานของโปรแกรมสแกนคีย์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



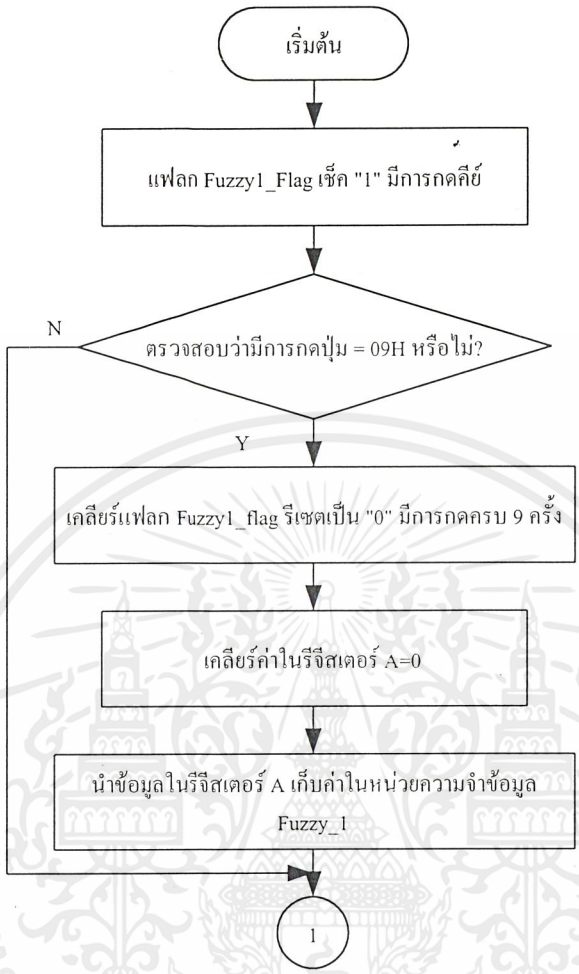
รูปที่ ค.3 (ต่อ) ผังงานของโปรแกรมสแกนคีย์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



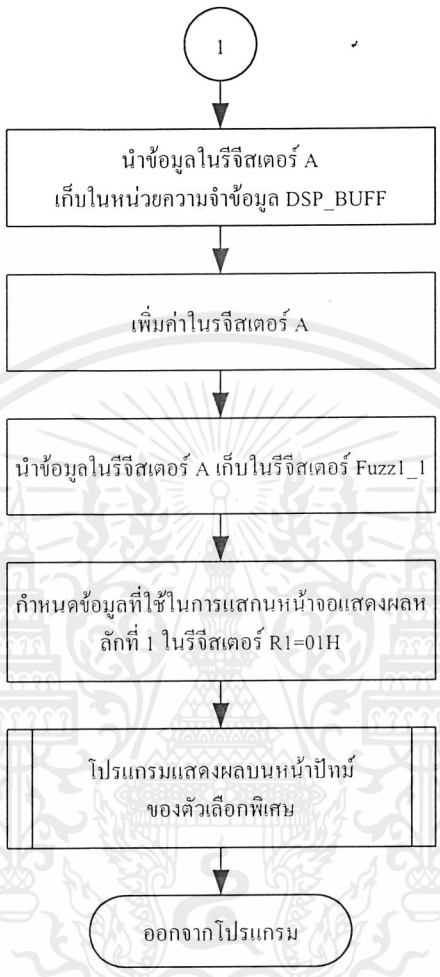
รูปที่ ค.4 ผังงานของโปรแกรมการตรวจสอบการปล่อยคีย์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



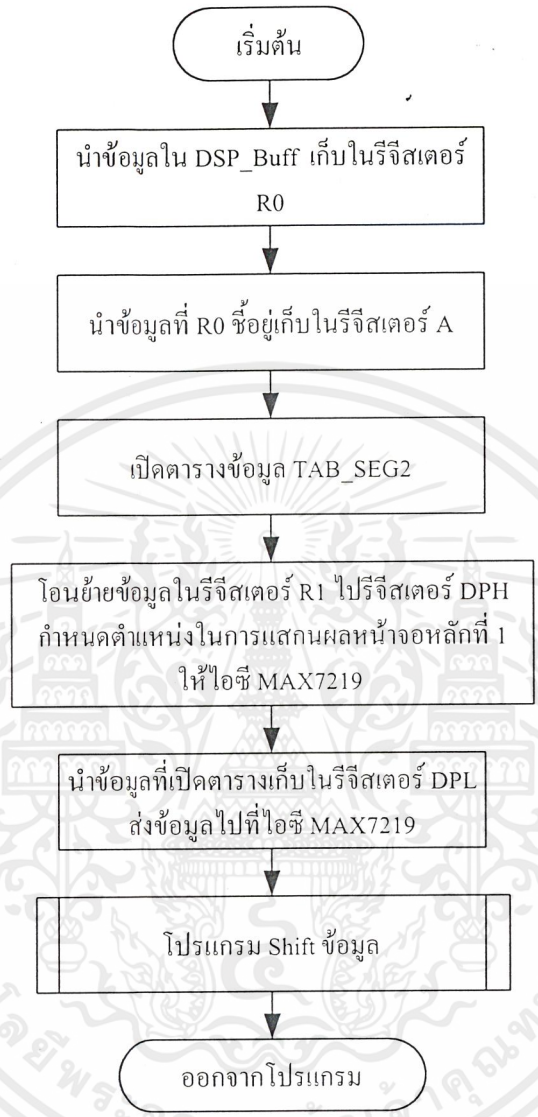
รูปที่ ค.5 ผังงานของโปรแกรมเมื่อเลือกปุ่มตัวเลือกพิเศษ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



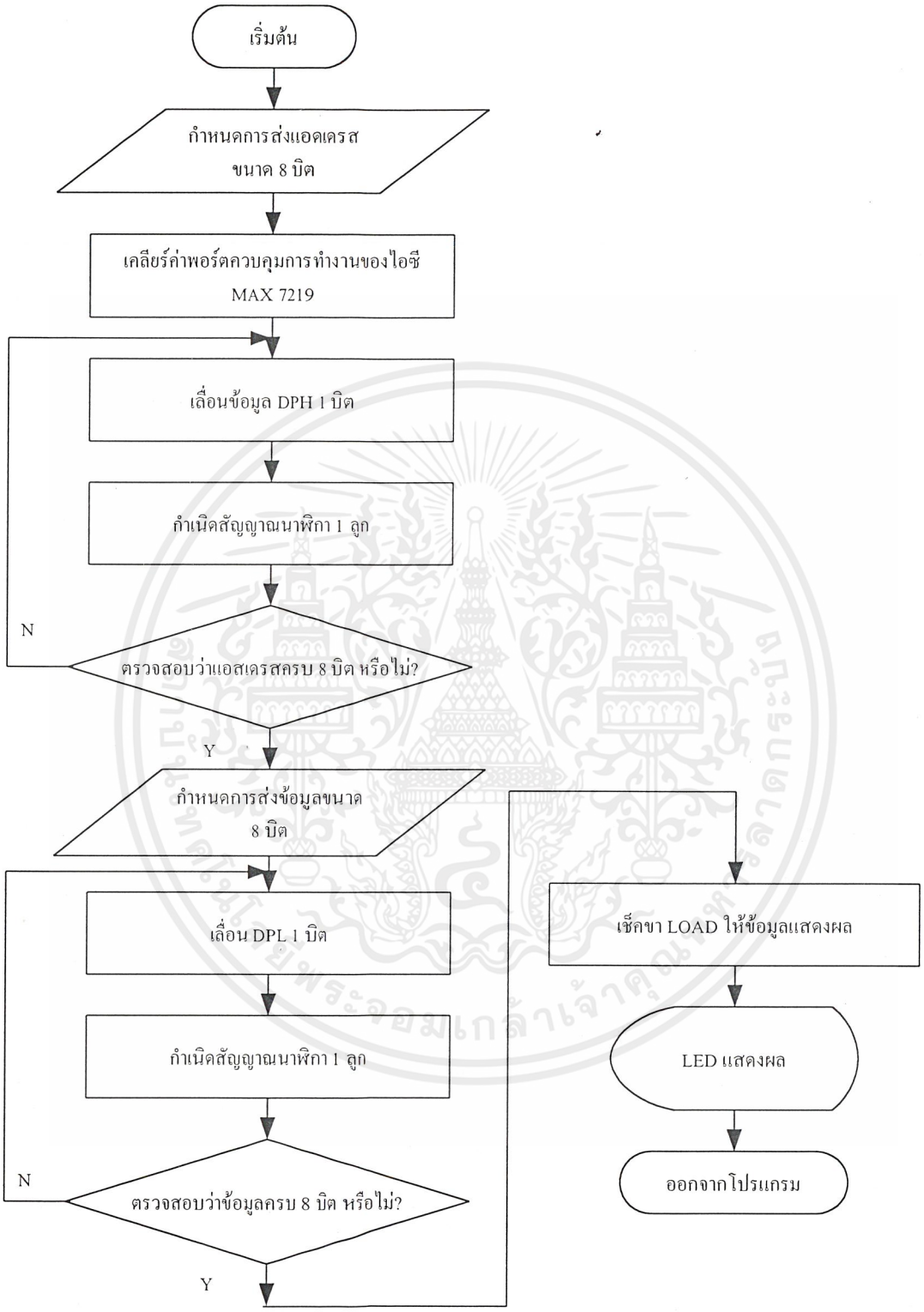
รูปที่ ค.5 (ต่อ) ผังงานของโปรแกรมเมื่อเลือกปุ่มตัวเลือกพิเศษ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ ค.6 ผังงานของโปรแกรมแสดงผล LED ตัวเลือกพิเศษ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ ค.7 ผังงานของโปรแกรม SHIFT ข้อมูล IC MAC7219

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รูปที่ ค.8 ผังงานของโปรแกรม INIT MAX7219

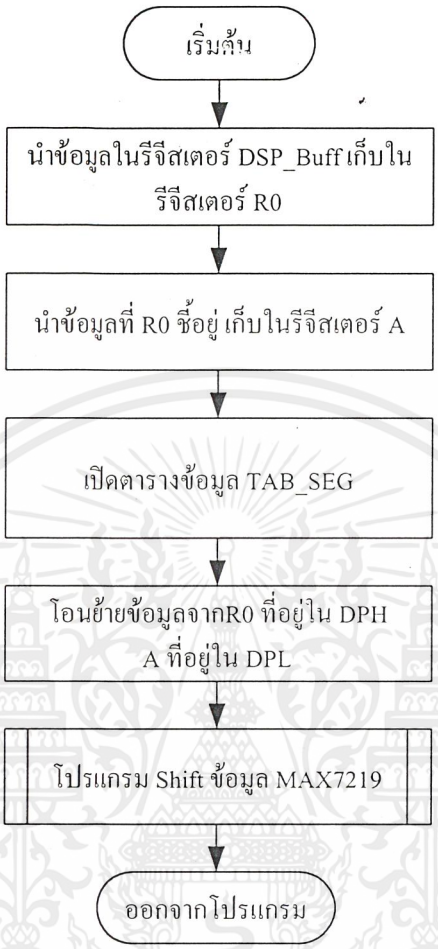
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รูปที่ ค.9 ผังงานของโปรแกรม INIT 7 SEGMENT 2 DIGI

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

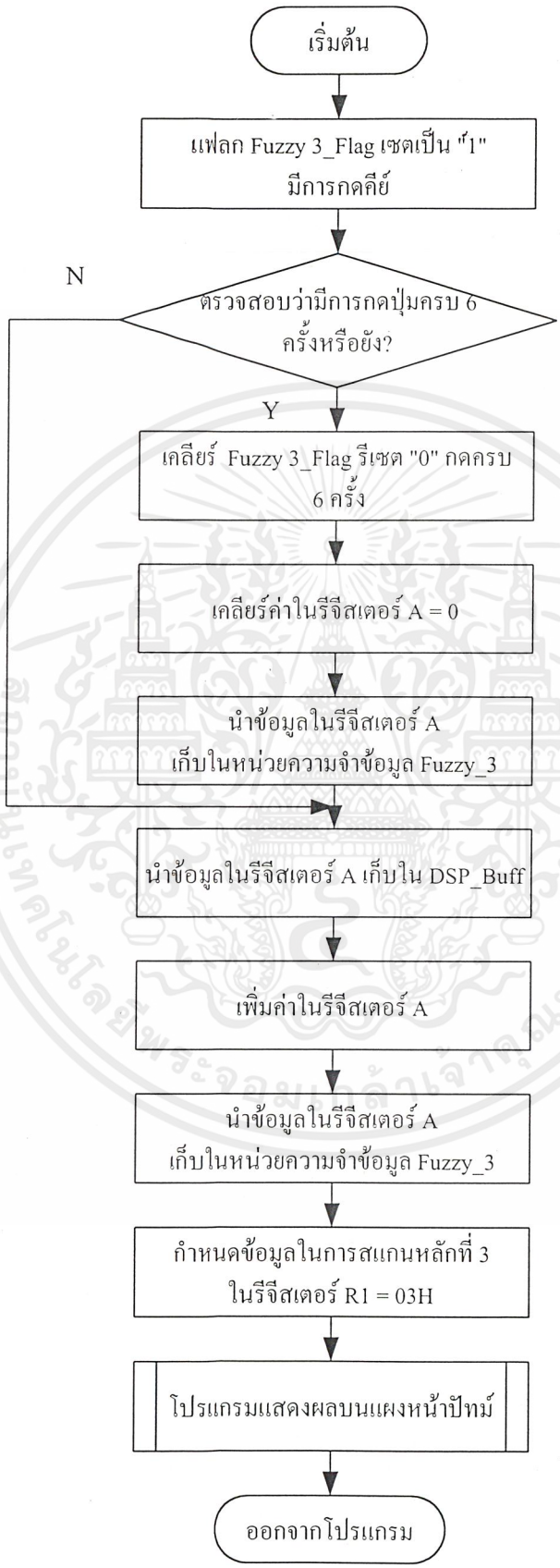
รูปที่ ค.10 ผังงานของโปรแกรมย่อย ประเภทผ้า

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



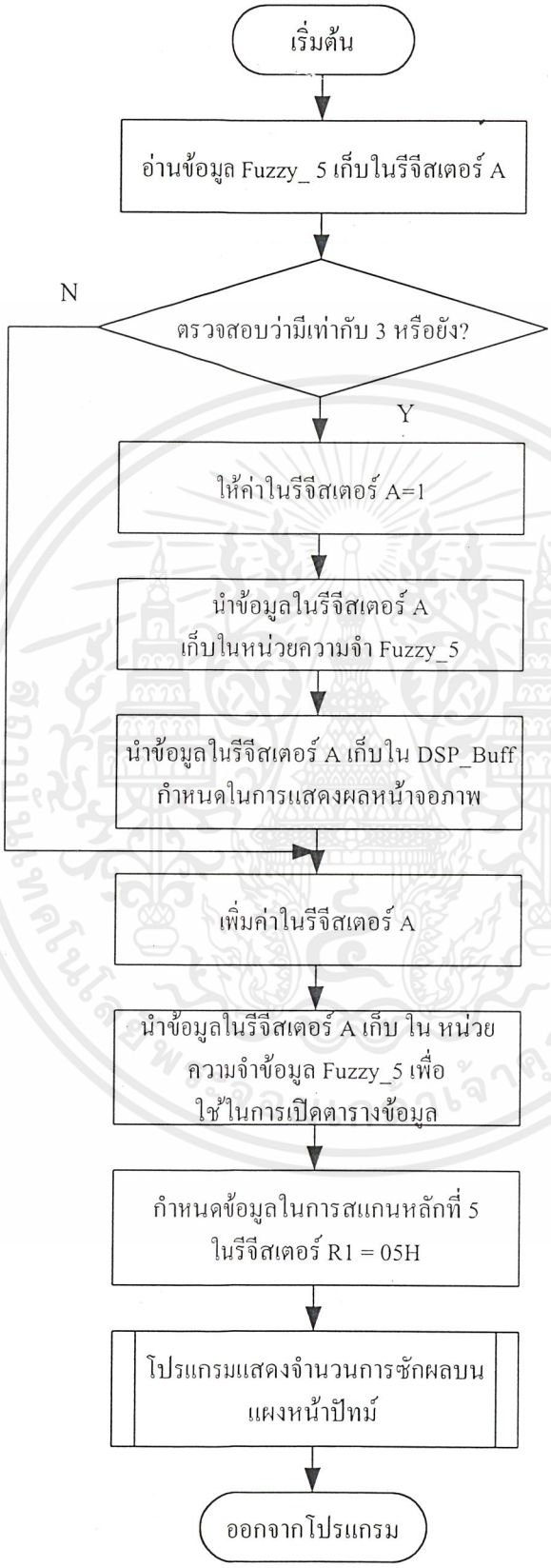
รูปที่ ค.11 ผังงานของโปรแกรมย่อย แสดงผลหน้าจอ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



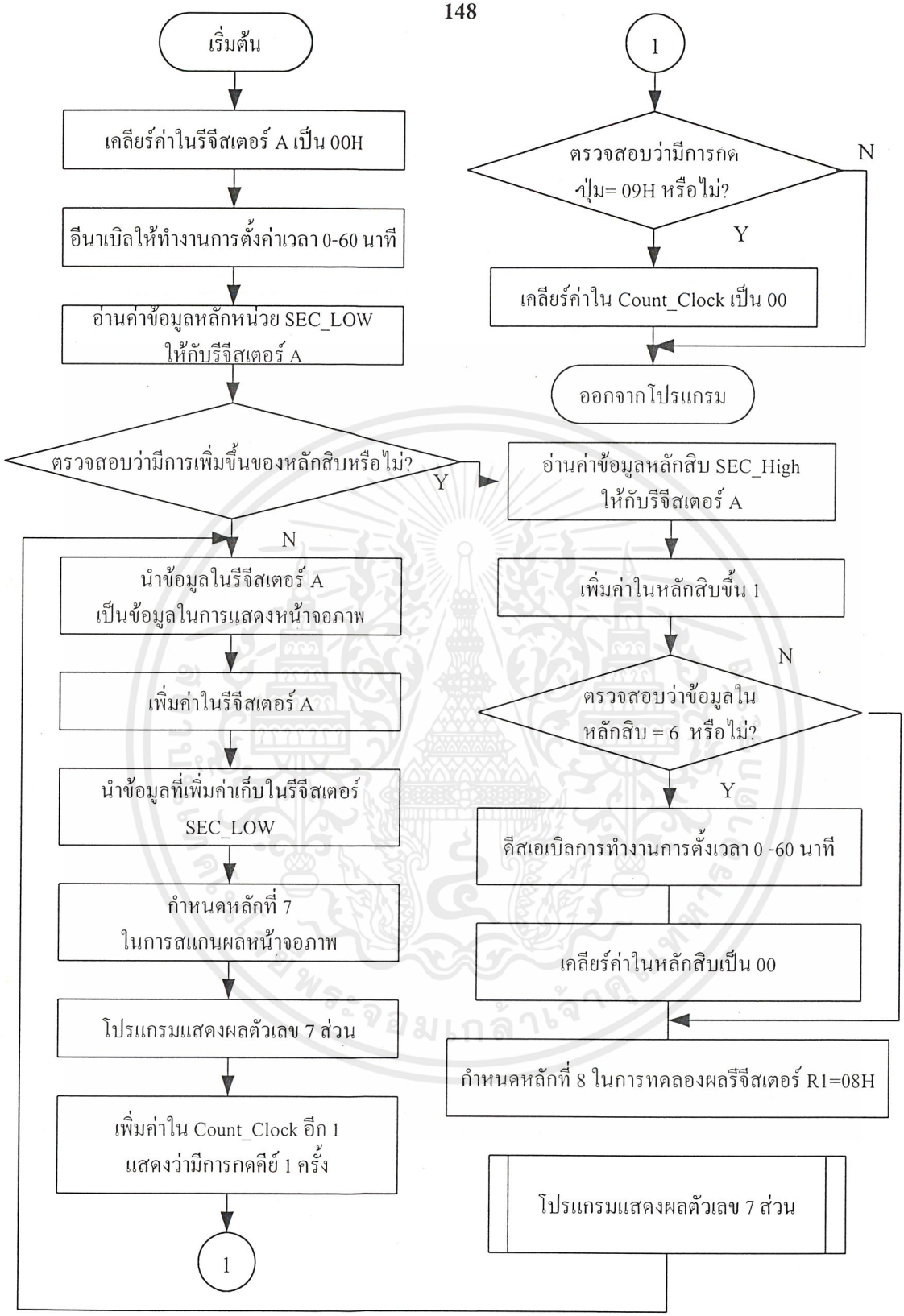
รูปที่ ค.12 ผังงานของโปรแกรมย่อย จำนวนผ้า

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



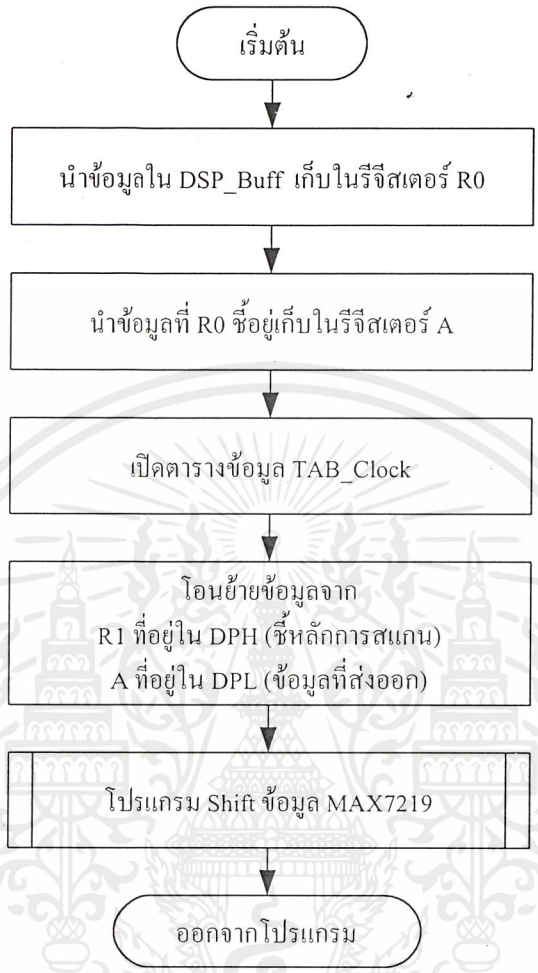
รูปที่ ค.14 ผังงานของโปรแกรมย่อยจำนวนการซักผ้า

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ ค.15 ผังงานของโปรแกรมย่อยแสดงผล 7 SEGMENT SET TIME CLOCK

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

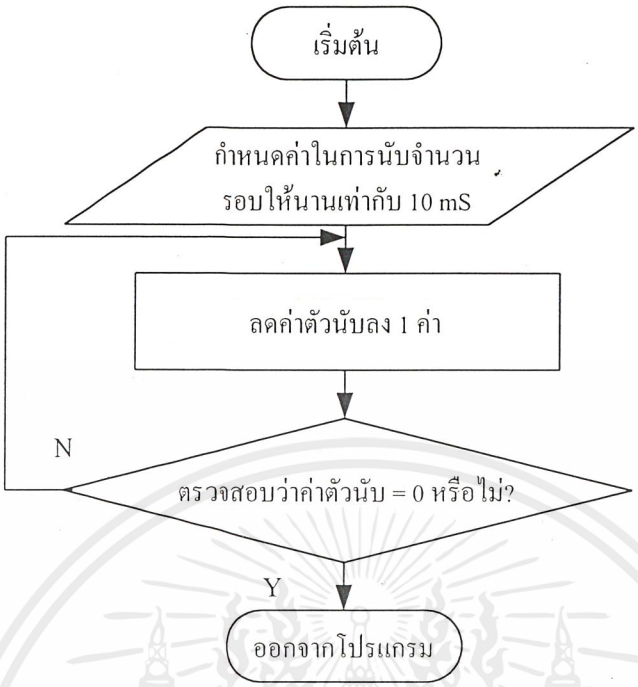


รูปที่ ค.16 ผังงานของโปรแกรมแสดงผลตัวเลข 7 ส่วน

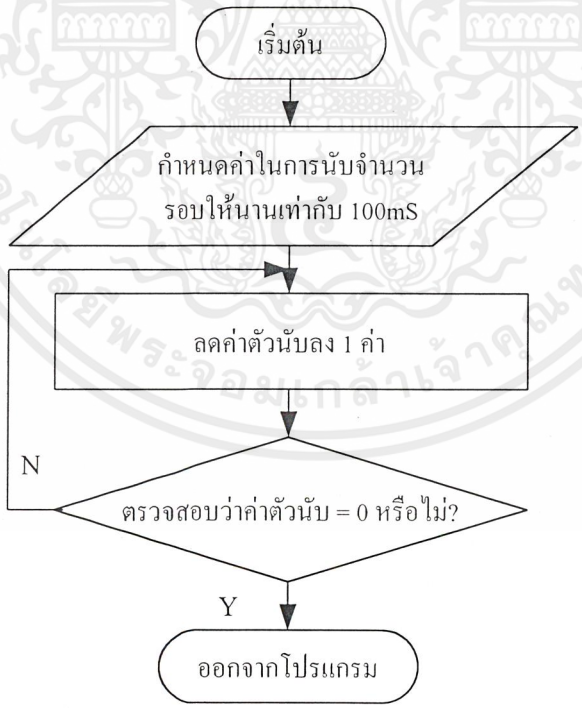
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รูปที่ ค.17 ผังงานของโปรแกรมย่อย แสดงจำนวนการซักผ้า

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

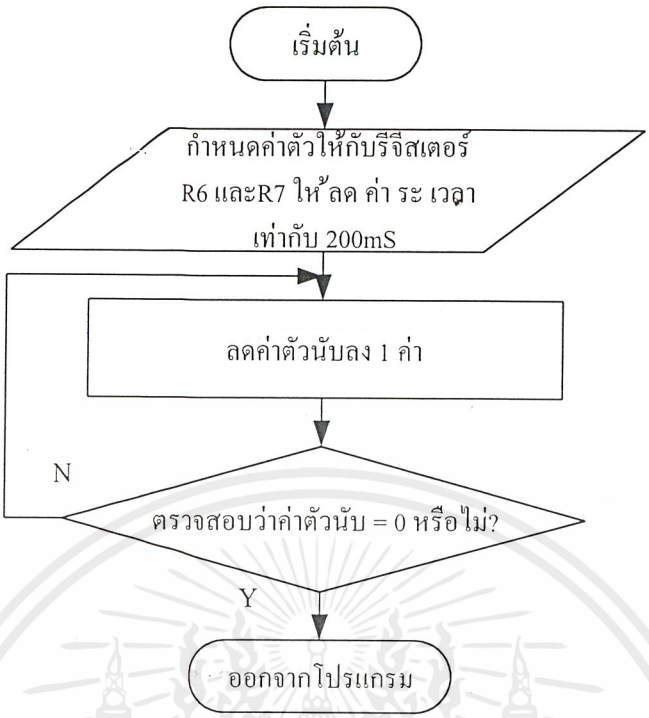


รูปที่ ค.18 ผังงานของโปรแกรมหน่วงเวลา 10MS

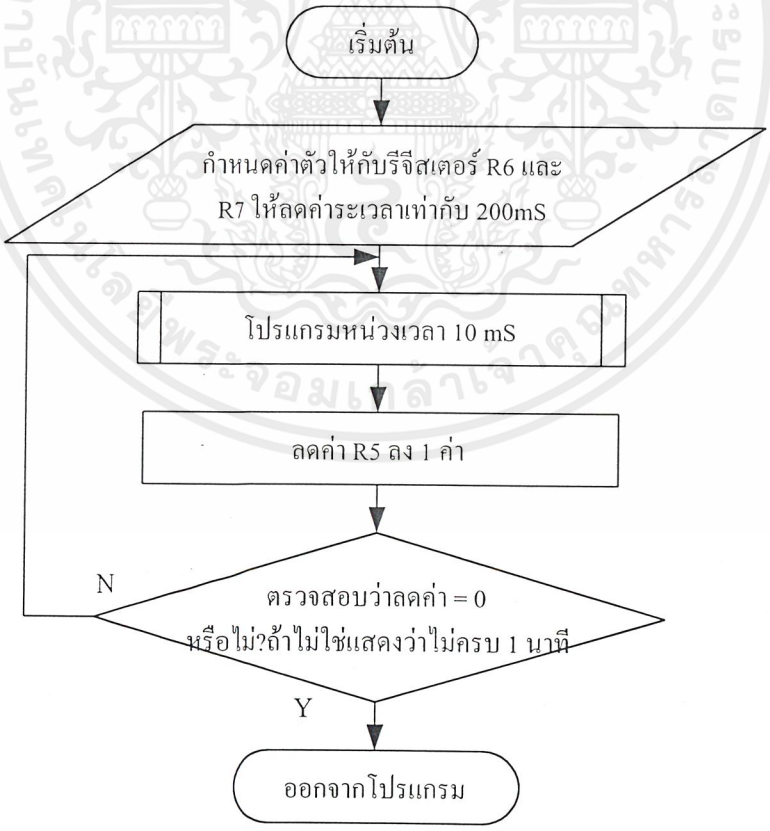


รูปที่ ค.19 ผังงานของโปรแกรมหน่วงเวลา 100MS

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

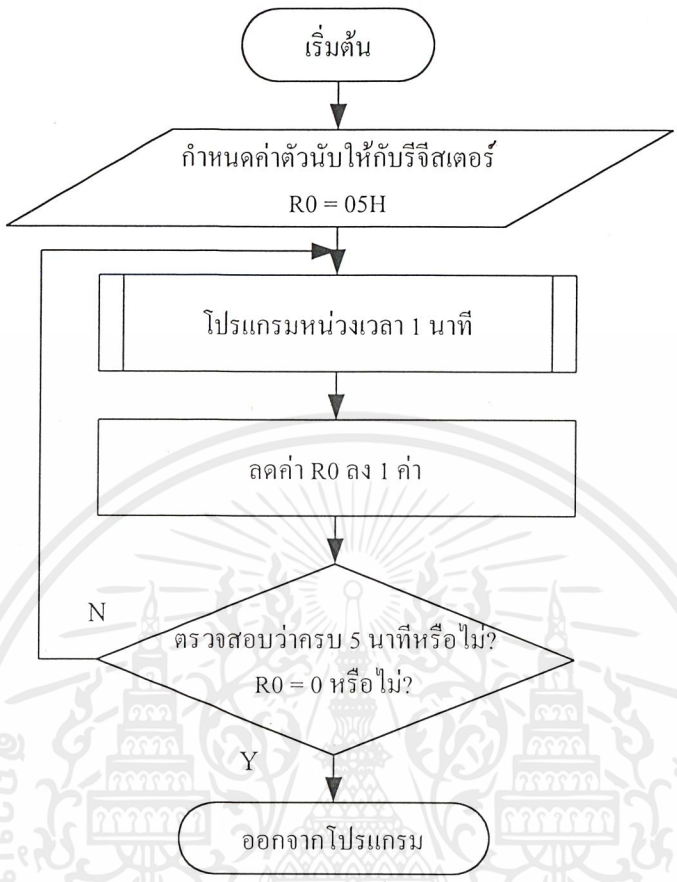


รูปที่ ค.20 ผังงานของโปรแกรม



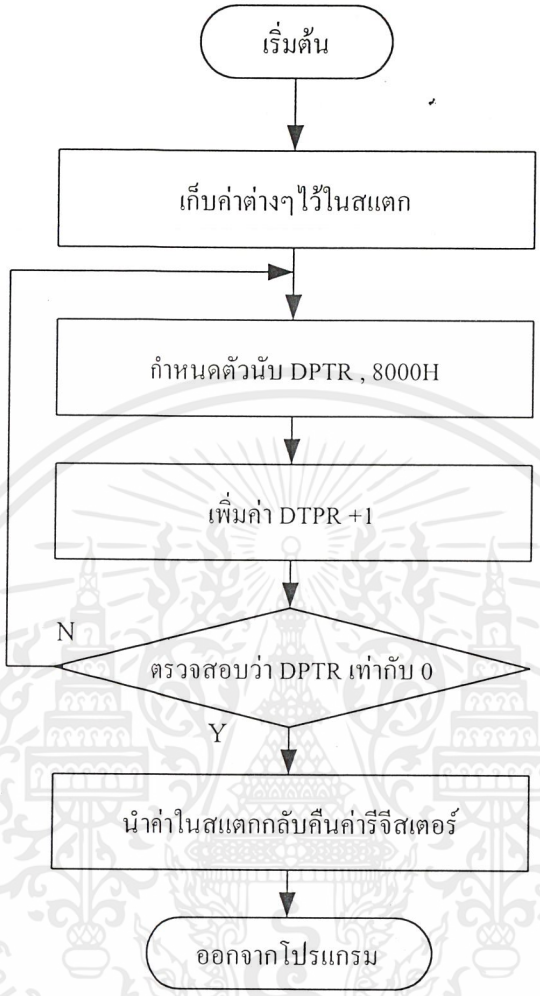
รูปที่ ค.21 ผังงานของโปรแกรมหน่วงเวลา 200MS

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



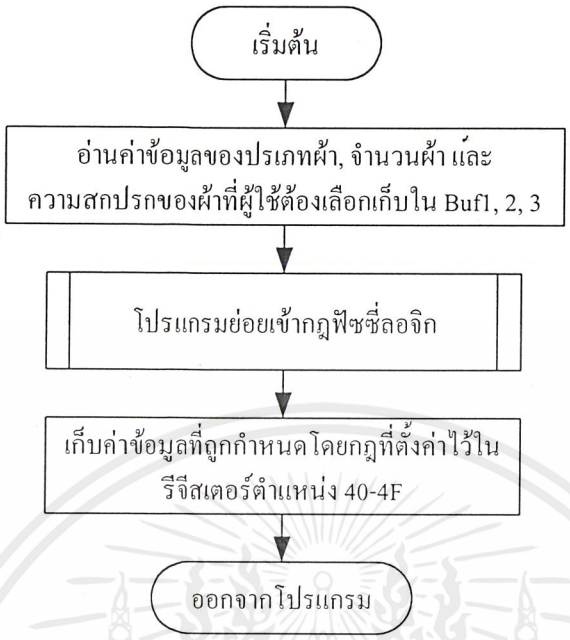
รูปที่ ค.22 ผังงานของโปรแกรมหน่วงเวลา 1 นาที

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



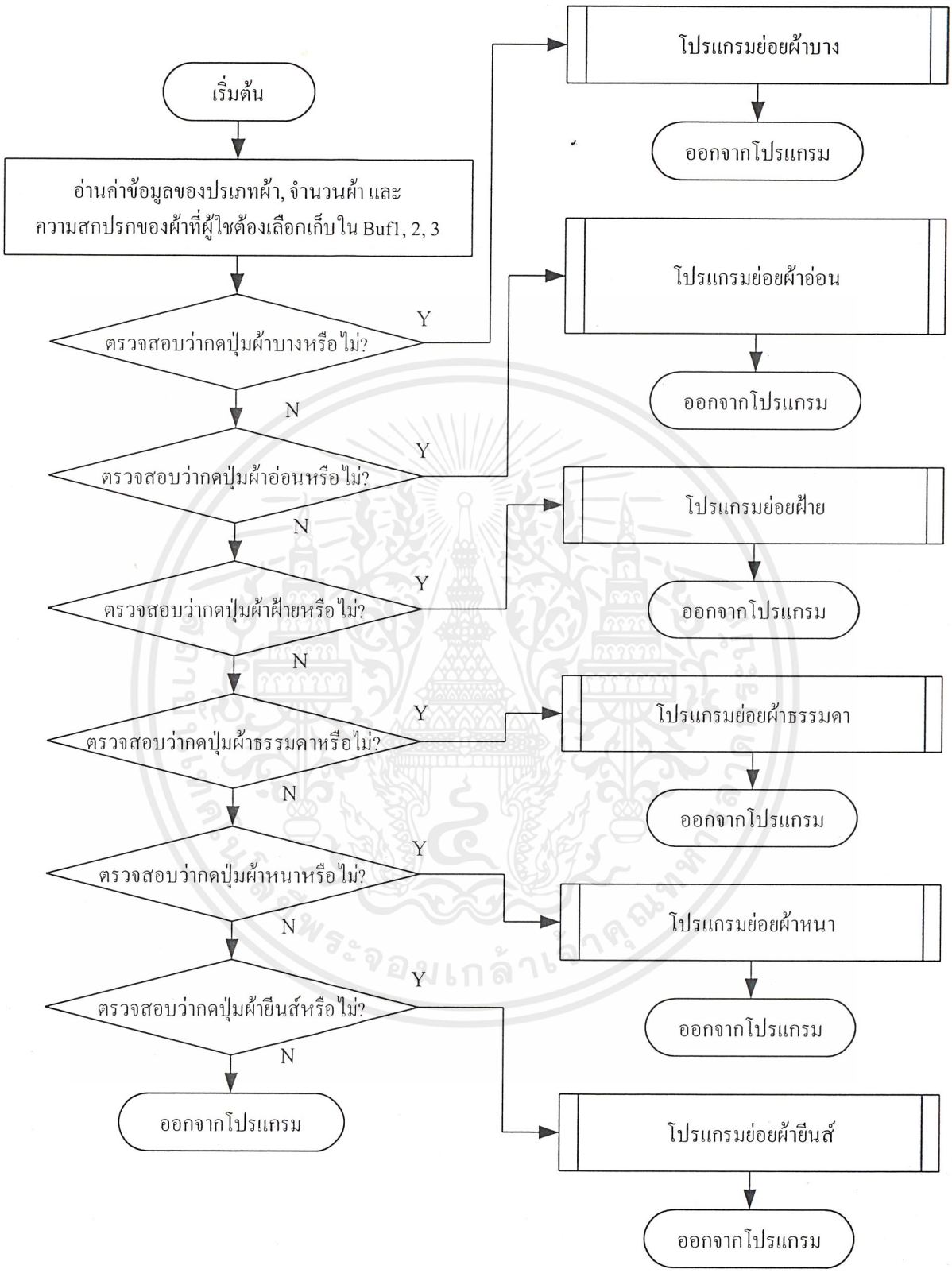
รูปที่ ค.23 ผังงานของโปรแกรมหน่วงเวลาการปิด-เปิด เครื่องซักผ้า

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ ค.24 ผังงานของโปรแกรมการทำงานฟัซซี่ลอจิก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ ค. 25 ผังงานของโปรแกรมย่อยเข้ากฎฟัซซี่ลอจิก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ง
รายละเอียดของอุปกรณ์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1. ภาคไมโครคอนโทรเลอร์

ตารางที่ ง.1 รายการอุปกรณ์ของภาคไมโครคอนโทรลเลอร์

ลำดับ	รายการอุปกรณ์	หน่วย/ตัว
1	IC 8951	1
2	XTAL 11.0592 MHz	1
3	C 10 UF 16 V	1
4	C 22Pf	2
5	R 10 K ¼ W	1
6	สวิตช์กดปุ่มกดติดปล่อยดับ	10

2. ภาคควบคุมการทำงานมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสสลับ

ตารางที่ ง.2 รายการอุปกรณ์ของภาคควบคุมการทำงานมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสสลับ

ลำดับ	รายการอุปกรณ์	หน่วย/ตัว
1	MOC 3062	1
2	BTA 10 400B	1
3	C 0.1 UF /600	1
4	C 0.1 UF /100	1
5	R 150 ¼ W	1
6	R 330 ¼ W	1
7	R 390 ¼ W	1
8	R 100 ¼ W	1
9	RELAY 10 A 600 V	1
9	FUSE 3 A	1

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3. ภาคควบคุมการทำงานมอเตอร์ DC

ตารางที่ ง.3 รายการอุปกรณ์ของภาคควบคุมการทำงานมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรง

ลำดับ	รายการอุปกรณ์	หน่วย/ตัว
1	4N26	1
2	Q1 BC559	1
3	Q2 2SD1601D	1
4	R 10K ¼ W	1
5	R 1K ¼ W	1
6	R 330 ¼ W	1
7	R 2K ¼ W	1
8	R 470 ¼ W	1
9	RELAY 5 A 250 V	1
9	1N 4007	1

4. หน้าปัทม์แสดงผล

ตารางที่ ง.5 รายการอุปกรณ์ของหน้าปัทม์แสดงผล

ลำดับ	รายการอุปกรณ์	หน่วย/ตัว
1	สวิตช์กดติดปล่อยดับ	10
2	LED สีแดง	54
3	พลาสสติกสีขาวขุ่น	5
4	กาวซีเมนต์	1
5	สีกระป๋องขาว	1
6	อลูมิเนียมฉาก 6 เมตร	1
7	สติกเกอร์ใส,เขียว	3

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

5. ภาคควบคุมการทำงานน้ำเข้าถังซัก

ตารางที่ ง.5 รายการอุปกรณ์ของภาคควบคุมการทำงานน้ำเข้าถังซัก

ลำดับ	รายการอุปกรณ์	หน่วย/ตัว
1	MOC 3032	1
2	BTA10 400B	1
3	Q2 2SD1601D	1
4	R 150 ¼ W	1
5	R 390 ¼ W	1
6	R 100 ¼ W	1
7	C 0.1/ 100V	1
8	C 0.1/ 100V	1
9	FUSE 3 A	1

6. อื่นๆ

ตารางที่ ง.6 รายการอุปกรณ์อื่นๆ

ลำดับ	รายการอุปกรณ์	หน่วย/ตัว
1	สายไฟ AC 20 เมตร	1
2	สายไฟอ่อน 10 เมตร	1
3	น็อตตัวผู้,ตัวเมีย	30
4	กระดาษทราย	5
5	สายยางท่อน้ำ 5 เมตร	1
6	สายทองแดง 40 เมตร	1
7	ผ้าเทปพันสายไฟฟ้า	1

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บรรณานุกรม

ไกรวุฒิ โรจน์ประเสริฐสุด. เข้าใจ/สร้าง/เล่น ไมโครโปรเซสเซอร์ 2. พิมพ์ครั้งที่ 1 .กรุงเทพฯ : ยูเคชั่น. 2539

บรรจง วัฒนกิจรุ่งโรจน์ และคณะ. "เครื่องควบคุมอุณหภูมิ 8 ช่อง ด้วยฟัซซี่ลอจิก." วิทยานิพนธ์ปริญญาวิศวกรรมศาสตร์มหาบัณฑิต สาขาวิศวกรรมศาสตร์ บัณฑิตวิทยาลัย, สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง. 2539

ธิดาพร พิทักษ์พรพันธุ์. "ตัวควบคุมฟัซซี่แบบปรับแต่งพารามิเตอร์ด้วยตนเอง." วิทยานิพนธ์ปริญญาวิศวกรรมศาสตร์มหาบัณฑิต สาขาวิศวกรรมไฟฟ้า บัณฑิตวิทยาลัย, สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง. 2539

ธีรวัฒน์ ประกอบผล. การประยุกต์ใช้งานไมโครคอนโทรลเลอร์. พิมพ์ครั้งที่ 3. กรุงเทพฯ : ประชาชน. 2542

ธีรวัฒน์ ประกอบผล. ปฏิบัติการทดลองไมโครคอนโทรลเลอร์ด้วย JASS-31. เล่มที่ 2. กรุงเทพฯ : ศิลารีเสิร์ช. 2540

มานะ ลัทธิวนิชพันธ์. "ฟัซซี่ลอจิกเทคโนโลยีที่พัฒนาเพื่อความรู้สึกของมนุษย์ ตอน แนวทางการออกแบบเพื่อการใช้งาน (ตอนจบ)." สารานุกรมอิเล็กทรอนิกส์: หน้า 52-55. 2540

มานะ ลัทธิวนิชพันธ์. "ฟัซซี่ลอจิกเทคโนโลยีที่พัฒนาเพื่อความรู้สึกของมนุษย์ ตอน เริ่มแรกของฟัซซี่." สารานุกรมอิเล็กทรอนิกส์: หน้า 63-67. 2540

William, L and Charles, A. Industrial Electronic And Robotics. Singapore: Fong & Sons. 1986

Timothy, J. Fuzzy Logic With Engineering Applications.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ประวัติผู้แต่ง

ชื่อผู้ทำปริญญานิพนธ์	นายธงชัย เทียนทองดี
วันเดือนปีเกิด	31 มีนาคม 2522
สถานที่เกิด	จังหวัดสมุทรสาคร
ภูมิลำเนาเดิม	105/1 ตำบลหนองบัว อำเภอบ้านแพ้ว
	จังหวัดสมุทรสาคร 74120
โทรศัพท์	034- 482147
ที่อยู่ปัจจุบัน	13/10 หมู่ 3 ถนนฉลองกรุง ซอยคุณหญิงเลี่ยม
	ซอยเกกีงาม 1 แขวงลำปลาทิว กรุงเทพฯ 10520

ประวัติการศึกษา

ระดับประถมศึกษา	โรงเรียนวัดหลักสี่ราษฎรสโมสร
ระดับมัธยมศึกษาตอนต้น	โรงเรียนวัดหลักสี่พิพัฒน์ราษฎ์อุปถัมภ์
ระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพ	วิทยาลัยเทคนิคสมุทรสาคร
ระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง	วิทยาลัยเทคนิคสมุทรสาคร
ระดับปริญญาตรี	สาขาวิชาอิเล็กทรอนิกส์และคอมพิวเตอร์
	ภาควิชาครุศาสตร์วิศวกรรม
	คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม
ผลงานที่ได้รับ	1) รางวัลชนะเลิศ ผลงานทางไฟฟ้าและอิเล็กทรอนิกส์
	เครื่องปิด-เปิดประตูด้วยโทรศัพท์ ไร้สาย ปี 2538
	บริษัท ฟิลลิปส์ แห่งประเทศไทย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2) รางวัลรองชนะเลิศ อันดับที่ 2 สิ่งประดิษฐ์คนรุ่นใหม่ กลุ่มภาคกลาง ประเภทเครื่องใช้ในบ้านและสำนักงาน ปี 2538 ปี 2539

3) รางวัลชมเชย สิ่งประดิษฐ์คนรุ่นใหม่ ระดับชาติ ประเภทเครื่องใช้ในบ้านและสำนักงาน ปี 2538 ปี 2539

ทุนการศึกษา -

คติพจน์ อย่าคิดว่ายาก...ถ้ายังไม่ได้ลงมือทำ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ประวัติผู้แต่ง

ชื่อผู้ทำปริญญานิพนธ์	นางสาวศิริรัตน์ สีแตงสุก
วันเดือนปีเกิด	28 สิงหาคม 2522
สถานที่เกิด	จังหวัดกรุงเทพมหานคร
ภูมิลำเนาเดิม	601/171 หมู่บ้านพูลผลนิเวศน์ ตำบลคูคต อำเภอลำลูกกา จังหวัดปทุมธานี 12130
โทรศัพท์	01-8032571 , 5236819
ที่อยู่ปัจจุบัน	หอพักดีพร้อม 205-205/1 ซอยฉลองชัย 1 แขวงลำปลาทิว เขตลาดกระบัง กรุงเทพฯ 10520

ประวัติการศึกษา

ระดับประถมศึกษา	โรงเรียนวัดประดู่ (พ่วงอุทิศ)
ระดับมัธยมศึกษาตอนต้น	โรงเรียนฤทธิยะวรรณาลัย
ระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพ	วิทยาลัยเทคนิคพระนครศรีอยุธยา
ระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง	วิทยาลัยเทคนิคพระนครศรีอยุธยา
ระดับปริญญาตรี	สาขาวิชาอิเล็กทรอนิกส์และคอมพิวเตอร์ ภาควิชาครุศาสตร์วิศวกรรม คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม
ผลงานที่ได้รับ	-
ทุนการศึกษา	ทุนยกเว้นหน่วยกิตปีการศึกษา 2542
คติพจน์	สิ่งที่เห็นว่าดี อาจไม่ดีอย่างที่เราเห็น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ประวัติผู้แต่ง

ชื่อผู้ทำปริญญานิพนธ์	นายสุทธิภัทร ทรัพย์วิลาวรรณ
วันเดือนปีเกิด	25 กันยายน 2522
สถานที่เกิด	จังหวัดกรุงเทพมหานคร
ภูมิลำเนาเดิม	484 หมู่ 4 ตำบลจรเข้สามพัน อำเภออู่ทอง จังหวัดสุพรรณบุรี 72160
โทรศัพท์	035-426040
ที่อยู่ปัจจุบัน	275 หมู่ 10 ถนนฉลองกรุง ซอยฉลองชัย1 แขวงลำปลาทิว เขตลาดกระบัง กรุงเทพฯ 10520

ประวัติการศึกษา

ระดับประถมศึกษา	โรงเรียนวัดเทศบาล 2 ศรีบุญเรือง
ระดับมัธยมศึกษาตอนต้น	โรงเรียนเลยพิทยาคม
ระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพ	วิทยาลัยเทคนิคเลย
ระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง	วิทยาลัยเทคนิคเลย
ระดับปริญญาตรี	สาขาวิชาอิเล็กทรอนิกส์และคอมพิวเตอร์ ภาควิชาครุศาสตร์วิศวกรรม คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม
ผลงานที่ได้รับ	-
ทุนการศึกษา	-
คติพจน์	จะดี จะชั่ว ก็อยู่ที่ตัวเรา

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้