สำนักหอสมุดกลาง พระจอมเกล้าลาดกระบัง

โครงงาน เครื่องปรุงส้มตำอัตโนมัติ

Papaya Salad Making Machine

นายกฤติศักดิ์ อำพรรณ 43015760

นายประพันธ์ ธนะไพบูลย์ 43015776

เลขหมู่.....
เลขทะเบียน 50291
วัน,เดือน,ปี 2 8 เม.ย. 2547

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

ปริญญานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรอุตสาหกรรมศาสตรบัณฑิต

ภาควิชาวิศวกรรมสารสนเทศ

สาขาวิชาเทคโนโลยีอิเล็กทรอนิกส์

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

ปีการศึกษา2545

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หัวข้อวิทยานิพนธ์	เครื่องปรุงส้มตำอัตโนมัติ
นักศึกษา	**นายกฤติศักดิ์ อำพรรณ รหัสประจำตัว 43015760**
	นายประพันธ์ ธนะไพบูลย์ รหัสประจำตัว 43015776
อาจารย์ผู้ควบคุมวิทยานิพนธ์	อาจารย์มยุรี เลิศเวชกุล
ระดับการศึกษา	ปริญญาอุตสาหกรรมศาสตรบัณฑิต
	สาขาวิชาเทคโนโลยีอิเล็กทรอนิกส์
ภาควิชา	วิศวกรรมสารสนเทศ
ปีการศึกษา	2545

บทคัดย่อ

โครงงานนี้เป็นโครงงานที่ใช้ไมโครคอนโทรลเลอร์มาควบคุมเครื่องปรุงส้มตำอัตโนมัติ เพื่อที่จะสามารถทำให้เครื่องปรุงส้มตำทำงานได้โดยอัตโนมัติ โดยที่มนุษย์ไม่ต้องมีส่วนร่วมในกระบวนการปรุงส้มตำเลย ทำให้ส้มตำที่ได้มีความสะอาดและ มีรสชาติคงที่

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

THESIS TITLE	**Papaya Salad Making Machine**
STUDENT	**Mr. Kittisak Umphan** **No.43015760**
	Mr. Praphan Thanaphaiboon **No.43015776**
ADVISOR	**Mayuree Lertwatechakul**
COURSE	**Bachelor of Industrial Technology in Electronics**
DEPARTMENT	**Information Engineering**
YEAR	**2002**

ABSTRACT

This project is development of "Papaya Salad Making Machine". The machine works by mixing all ingredients in the programmed quantity automatically. Human has not to concern how to make and how much of each ingradient. The result is clean and standard tasty thai food.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ

		หน้า
บทที่ 1	บทนำ	1
	วัตถุประสงค์และประโยชน์ของโครงงาน	1
	ขอบเขตของโครงงาน	2
บทที่ 2	ทฤษฎี	3
	ไมโครคอนโทรลเลอร์ 8051	3
	2.1 โครงสร้าง MCS-51แบบแฟลช	3
	2.2 คุณสมบัติของไมโครคอนโทรลเลอร์ MCS-51 อนุกรม AT89xx	4
	2.3 การจัดขาของไมโครคอนโทรลเลอร์ MCS-51	5
	2.4 โครงสร้างและการทำงานของพอร์ต	9
	2.5 การใช้งานเป็นพอร์ตอินพุต	10
	2.6 การใช้งานเป็นพอร์ตเอาต์พุต	11
	2.7 การอ่านค่าดอจิกจากพอร์ต	12
	2.8 จังหวะการทำงานของไมโครคอนโทรลเลอร์ MCS-51	13
	2.9 หน่วยความจำโปรแกรม (Program memory)	15
	2.10 หน่วยความจำข้อมูล (Data memory)	17
	2.11 รีจิสเตอร์ฟังก์ชั่นพิเศษ (Special Function Register : SFR)	20
	2.12 รีจิสเตอร์แสดงสถานะของโปรแกรม (Program Status Word : PSW)	20
	2.13 แอกคิวมูเลเตอร์ (Accumulator : ACC)	20
	2.14 รีจิสเตอร์ B	21
	2.15 โปรแกรมเคาน์เตอร์ (Program Counter : PC)	21
	2.16 สแต็กพอยน์เตอร์ (Stack Pointer : SP)	22
	2.17 รีจิสเตอร์ชี้ข้อมูลหรือดาต้าพอยน์เตอร์ (Data Pointer : DPTR)	22
	2.18 รีจิสเตอร์พอร์ต (Port register)	22
	2.19 รีจิสเตอร์บัฟเฟอร์ข้อมูลอนุกรม (Serial Data Buffer : SBUF)	23
	2.20 รีจิสเตอร์ไทเมอร์ (Timer register)	23
	2.21 รีจิสเตอร์แคปเจอร์ (Capture register)	24
	2.22 รีจิสเตอร์ควบคุม (Control register)	24

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หน้า

บทที่ 3 หลักการทำงานและการออกแบบ 26

ในส่วนของฮาร์ดแวร์ 26

3.1 ส่วนควบคุมการทำงานของส่วนต่างๆของเครื่องปรุงส้มตำอัตโนมัติ 27

3.2 ส่วนของเครื่องใส่เครื่องปรุงในส่วนของรสชาติ 29

3.3 ส่วนของเครื่องใส่วัตถุดิบต่างๆของส้มตำ 32

3.4 เครื่องย่อยมะละกอ 34

3.5 ส่วนของเครื่องผสมคลุกเคล้า 37

บทที่4 ผลการทดลอง 41

4.1 เครื่องใส่วัตถุดิบ 41

4.2 ชุดเครื่องปรุงในส่วนของรสชาติ 42

4.3 ชุดย่อยมะละกอ 43

4.4 ส่วนเครื่องคลุกเคล้า 43

4.4.1 ชุดเลื่อนหม้อผสมในแนวราบ 43

4.4.2 ชุดเลื่อนหม้อผสมในแนวนอน 44

4.4.3 ส่วนของใบกวน 44

สรุปผลการทดลอง 45

ภาคผนวก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญรูป

		หน้า
รูปที่ 2.1	โครงสร้างพื้นฐานของไมโครคอนโทรลเลอร์ MCS-51แบบ AT89Cxx	5
รูปที่ 2.2	โครงสร้างพื้นฐานของไมโครคอนโทรลเลอร์ MCS-51แบบ AT89Sxx	6
รูปที่ 2.3	รายละเอียดโครงสร้างหลักของไมโครคอนโทรลเลอร์แบบ Atmel	7
รูปที่ 2.4	การจัดขามาตรฐานของไมโครคอนโทรลเลอร์ MCS-51 ในอนุกรม AT89C5x	8
รูปที่ 2.5	วงจรภายในของพอร์ตทุกพอร์ตใน ไมโครคอนโทรลเลอร์ MCS-51	11
รูปที่ 2.6	วงจรพลูอัพภายในพอร์ตของไมโครคอนโทรลเลอร์แบบแฟลช	12
รูปที่ 2.7	ไซเกิลการทำงานของไมโครคอนโทรลเลอร์ MCS-51 แบบเฟส	13
รูปที่ 2.8	ไดอะแกรมเวลาแสดงการติดต่อและเข้าถึงหน่วยความจำภายนอก	14
รูปที่ 2.9	การจัดสรรหน่วยความจำโปรแกรมของไมโครคอนโทรลเลอร์ MCS-51	16
รูปที่ 2.10	การเชื่อมต่อหน่วยความจำโปรแกรมภายนอกของไมโครคอนโทรลเลอร์	16
รูปที่ 2.11	การเชื่อมต่อหน่วยความจำโปรแกรมภายนอกของไมโครคอนโทรลเลอร์ แบบแฟลช	17
รูปที่ 2.12	การจัดสรรพื้นที่ของหน่วยความจำข้อมูลภายในไมโครคอนโทรลเลอร์ MCS-51 แบบแฟลช	17
รูปที่ 2.13	การจัดสรรหน่วยความจำข้อมูลภายในส่วนล่างของไมโครคอนโทรลเลอร์ MCS-51 แบบแฟลช	18
รูปที่ 2.14	โครงสร้างของหน่วยความจำข้อมูลภายในส่วนบนของไมโครคอนโทรลเลอร์ MCS-51	19
รูปที่ 2.15	การจัดสรรพื้นที่ของรีจิสเตอร์ฟังก์ชั่นพิเศษ (SFR)	19
รูปที่ 2.16	รายละเอียดของรีจิสเตอร์แสดงสถานะของโปรแกรม PSW	21
รูปที่ 3.1	โครงสร้างโดยรวมของเครื่องปรุงส้มตำอัตโนมัติ	26
รูปที่ 3.2	วงจรส่วนควบคุมการทำงานของส่วนต่างๆของเครื่องปรุงส้มตำอัตโนมัติ	28
รูปที่ 3.3	วงจร IC 74HC541	29
รูปที่ 3.4	ส่วนของเครื่องใส่เครื่องปรุงในส่วนของรสชาติ	30
รูปที่ 3.5	วงจรควบคุมปั๊ม	30
รูปที่ 3.6	รูปแบบการจัดขาและวงจรภายในของไอซี ULN2003	31
รูปที่ 3.7	ส่วนของเครื่องใส่วัตถุดิบต่างๆ ของส้มตำ	32
รูปที่ 3.8	การออกแบบเครื่องใส่วัตถุดิบแบบ I	33

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รูปที่ 3.9	วงจรขับมอเตอร์	34
รูปที่ 3.10	ส่วนของเครื่องขูดมะละกอ	35
รูปที่ 3.11	การออกแบบเครื่องย่อยมะละกอแบบที่ 1	35
รูปที่ 3.12	การออกแบบเครื่องย่อยมะละกอแบบที่ 2	36
รูปที่ 3.13	การออกแบบเครื่องย่อยมะละกอแบบที่ 3	37
รูปที่ 3.14	รูปของเครื่องผสม	38
รูปที่ 3.15	การออกแบบเครื่องผสมแบบที่ 2	39
รูปที่ 4.1	เครื่องใส่วัตถุดิบเครื่องแรก	41

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญตาราง

หน้า

ตารางที่ 2.1 รายละเอียดโดยสรุปบางส่วนของไมโครคอนโทรลเลอร์ MCS-51 แบบแฟลช ที่ Atmel ผลิตขึ้น 6

ตารางที่ 2.2 หน้าที่พิเศษของพอร์ต 1 ในไมโครคอนโทรลเลอร์ MCS-51 แบบแฟลช ของ Atmel 10

ตารางที่ 2.3 การเลือกแบงก์ของหน่วยความจำส่วนล่างเพื่อติดต่อกับรีจิสเตอร์ แบงก์ R0-R7 22

ตารางที่ 4.1 ผลการทดลองเครื่องป้อนวัตถุดิบ 42

ตารางที่ 4.2 ผลการทดลองชุดปั๊มน้ำปรุงรส 42

ตารางที่ 4.3 ผลการทดลองชุดย่อยมะละกอ 43

ตารางที่ 4.4 ผลการทดลองชุดเลื่อนหม้อผสมวัตถุดิบในแนวราบ 44

ตารางที่ 4.5 ผลการทดลองชุดเลื่อนหม้อผสมวัตถุดิบในแนวดิ่ง 44

ตารางที่ 4.6 ผลการทดลองในส่วนของใบกวน 45

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบคุณ อาจารย์ที่ปรึกษา อาจารย์มยุรี เลิศเวชกุล, คุณตาเล็ก ที่ให้คำปรึกษาในการทำโปรเจ็ค ด้วยดีมาตลอด และขอบใจเพื่อนห้อง L ทุก ๆ คน

กฤติศักดิ์ อำพรรณ

ประพันธ์ ธนะไพบูลย์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 1
บทนำ

ในปัจจุบันเทคโนโลยีมีความเจริญก้าวหน้าไปอย่างรวดเร็ว มีการพัฒนาสิ่งต่างๆอย่างมาก เช่นเทคโนโลยีของคอมพิวเตอร์, หุ่นยนต์

หุ่นยนต์ เป็นเครื่องจักรที่ถูกออกแบบมาให้ทำงานโดยอัตโนมัติด้วยตัวของมันเอง โดยการที่เราต้องโปรแกรมสั่งงานให้หุ่นยนต์นั้นปฏิบัติตามคำสั่ง จะเห็นว่าในปัจจุบัน "หุ่นยนต์" ได้เข้ามามีบทบาทในชีวิตประจำวันมากขึ้น โดยเทคโนโลยีที่มนุษย์คิดค้นและผลิตขึ้นไม่มีวันหยุด เมื่อมนุษย์ต้องการความสะดวกสบายมากขึ้น จึงได้มีการพัฒนารูปแบบหุ่นยนต์ให้ใช้งานได้หลายๆด้าน เช่น ใช้เป็นเครื่องทุ่นแรง, เครื่องอำนวยความสะดวก

"ส้มตำ" เป็นอาหารที่ที่มีมานาน และเป็นที่นิยมมีผู้สรรหามารับประทาน ในชีวิตประจำวันปรากฏว่ามีร้านค้าที่เปิดขายเป็นร้านส้มตำกันมากมาย ไม่ว่าจะไปที่ไหนก็จะต้องพบร้านค้าชนิดนี้อยู่เสมอ เพราะฉะนั้นเราจึงคิดทำเครื่องมือในการอำนวยความสะดวกในการปรุงส้มตำขึ้นซึ่งก็คือเครื่องปรุงส้มตำนี้เองที่จะสามารถปรุงส้มตำออกมาได้โดยไม่ต้องออกแรงมากมายและสะดวกรวดเร็ว ซึ่งจะเป็นสิ่งอำนวยความสะดวกเป็นอย่างมากสำหรับผู้ที่จะเปิดกิจการร้านอาหารแบบนี้และแน่นอนรสชาติย่อมไม่ต่างไปจากเดิม เนื่องจากเป็นอุปกรณ์ที่มีขนาดไม่ใหญ่มากจึงสามารถลดพื้นที่ในการตั้งเครื่องมือในการทำได้มาก สามารถทำได้หลายๆจานในเวลาเดียวกันได้พร้อมกัน และยังสามารถนำไปติดตั้งขายตามห้างต่างๆได้ เนื่องจากอุปกรณ์นี้มีขนาดไม่ใหญ่นัก

วัตถุประสงค์และประโยชน์ของโครงงาน "เครื่องปรุงส้มตำอัตโนมัติ"

- เพื่ออำนวยความสะดวกในการปรุงส้มตำ ให้มีการผลิตที่รวดเร็วขึ้นทันเวลาต่อความต้องการ
- ประหยัดเวลาในการปรุงเพราะว่าเครื่องจะทำงานโดยอัตโนมัติ เพราะฉะนั้นเราจึงสามารถไปทำงานอย่างอื่นได้อีก
- ลดพื้นที่ให้การทำได้มาก ซึ่งจะสามารถผลิตได้หลายๆเครื่องพร้อมกันในเวลาเดียวกัน ซึ่งจะให้คนทำเพียงไม่กี่คน
- จะมีความสะอาดเพิ่มมากขึ้น เพราะวัตถุดิบในการทำต่างๆ ถูกเก็บอยู่ในกล่อง จะไม่ถูกสัมผัสโดยมนุษย์ในการหยิบจับวัตถุดิบมาใช้ในการปรุง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- การที่นำเอาไมโครคอนโทรลเลอร์มาควบคุมเครื่องปรุงส้มตำสามารถปรับเปลี่ยนปริมาณการปรุงได้ง่ายกว่า
- ศึกษาการใช้งานไมโครคอนโทรลเลอร์ (Micro Controller 8051)
- นอกจากจะมีประโยชน์ในด้านการปรุงแล้วยังมีประโยชน์ต่อตัวเองอีกด้วย ในด้านที่จะได้รับความรู้ความชำนาญ สามารถจำวิธีการทำงานไปดัดแปลงไปสร้างสิ่งที่เป็นประโยชน์ต่าง ๆ ได้อีก

ขอบเขตของโครงงาน

- สามารถปรุงส้มตำได้โดยอัตโนมัติ
- สามารถย่อยชิ้นมะละกอให้เป็นเส้นได้
- สามารถป้อนวัตถุดิบ ลงหม้อผสมได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 2
ไมโครคอนโทรลเลอร์ 8051

2.1 โครงสร้างและสถาปัตยกรรมของไมโครคอนโทรลเลอร์ MCS-51 แบบแฟลช

ไมโครคอนโทรลเลอร์ตระกูล MCS-51 ซึ่งมีหน่วยความจำภายในเป็นแบบแฟลช (flash memory) การเรียนรู้เพื่อใช้งานไมโครคอนโทรลเลอร์ตระกูล MCS-51 มีด้วยกันหลายประการดังนี้

- ต้นทุนและเวลาในการพัฒนาระบบไมโครคอนโทรลเลอร์ลดลงอย่างมาก เนื่องจากไม่ต้องใช้เครื่องมือพัฒนาจำพวกอีมูเลเตอร์และเครื่องโปรแกรมอีพรอม
- บริษัทผู้ผลิตได้ทำการผลิตไมโครคอนโทรลเลอร์ตระกูลนี้ออกมาหลายเบอร์ และมีหน่วยความจำโปรแกรมภายในตัวไมโครคอนโทรลเลอร์เป็นแบบแฟลช ทำให้สามารถลบและเขียนใหม่ได้นับพันครั้ง จึงสามารถใช้งานในรูปแบบของไมโครคอนโทรลเลอร์ชิปเดี่ยว ไม่ต้องใช้หน่วยความจำภายนอกส่งผลให้สามารถใช้งานพอร์ตอินพุตเอาต์พุตของไมโครคอนโทรลเลอร์ได้อย่างมีประสิทธิภาพ
- ความสามารถแตกต่างกันไป ทำให้มีทางเลือกในการใช้งานสูง
- ด้วยการใช้หน่วยความจำภายในตัวไมโครคอนโทรลเลอร์ ทำให้สามารถป้องกันการคัดลอกข้อมูลของหน่วยความจำโปรแกรมได้เป็นอย่างดี
- ในบางเบอร์ของไมโครคอนโทรลเลอร์ที่ผลิตโดย Atmel สามารถทำการโปรแกรมข้อมูลในหน่วยความจำโปรแกรมได้โดยที่ไม่ต้องถอดตัวไมโครคอนโทรลเลอร์ออกมาทำการโปรแกรมใหม่ หรือเรียกว่า การโปรแกรมในวงจรหรือในระบบ ทำให้การพัฒนาหรือการซ่อมบำรุง ตลอดจนการปรับปรุงหรืออัปเกรดข้อมูลในหน่วยความจำโปรแกรมทำได้อย่างสะดวก ภายใต้งบประมาณที่ไม่สูงมากนัก
- ชุดคำสั่งและสถาปัตยกรรมพื้นฐานเหมือนกับไมโครคอนโทรลเลอร์ MCS-51 ของผู้ผลิตอื่น ไม่ว่าจะเป็นอินเทล, ซีเมนส์ หรือ ดัลลัส

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.2 คุณสมบัติของไมโครคอนโทรลเลอร์ ตระกูล MCS-51 อนุกรม AT89xx

- เป็นไมโครคอนโทรลเลอร์ที่ใช้ซีพียูขนาด 8 บิต
- ภายในมีหน่วยความจำโปรแกรมเป็นแบบแฟลชสามารถลบและเขียนใหม่ได้พันครั้ง
- หน่วยความจำข้อมูลพื้นฐานเป็นหน่วยความจำแบบแรม ในบางเบอร์จะมีหน่วยความจำแบบอีอีพรอมเพิ่มเติม
- ขาพอร์ตเป็นแบบสองทิศทาง สามารถใช้งานเป็นได้ทั้งอินพุตและเอาต์พุต
- มีวงจรสื่อสารอนุกรมแบบฟูลดูเพล็กซ์
- ไทเมอร์/เคาน์เตอร์ขนาด 16 บิตอย่างน้อย 2 ตัว
- สามารถรองรับแหล่งกำเนิดอินเตอร์รัปต์ได้ 6 ประเภท
- สามารถขยายหน่วยความจำภายนอกเพิ่มเติมได้สูงสุด 64 กิโลไบต์
- มีวงจรกำเนิดสัญญาณนาฬิกาอยู่ภายในชิป
- มีวงจรสื่อสารอนุกรมแบบ SPI สำหรับในอนุกรม AT89Sxx
- มีวอตช์ด็อกไทเมอร์ในตัว สำหรับในอนุกรม AT89Sxx

ในรูปที่ 2.1 เป็นโครงสร้างพื้นฐานของไมโครคอนโทรลเลอร์ MCS-51 ในอนุกรม AT89Cxx จะเห็นได้ว่าโครงสร้างของ AT89Cxx จะเหมือนกับไมโครคอนโทรลเลอร์ตระกูล MCS-51 พื้นฐาน หากแต่แตกต่างกันเฉพาะหน่วยความจำโปรแกรมแบบแฟลชที่เพิ่มเติมเข้ามา หากเป็นไมโครคอนโทรลเลอร์ในอนุกรม 87xx หน่วยความจำโปรแกรมภายในจะเป็นแบบอีพรอม และบางเบอร์สามารถโปรแกรมได้เพียงครั้งเดียว

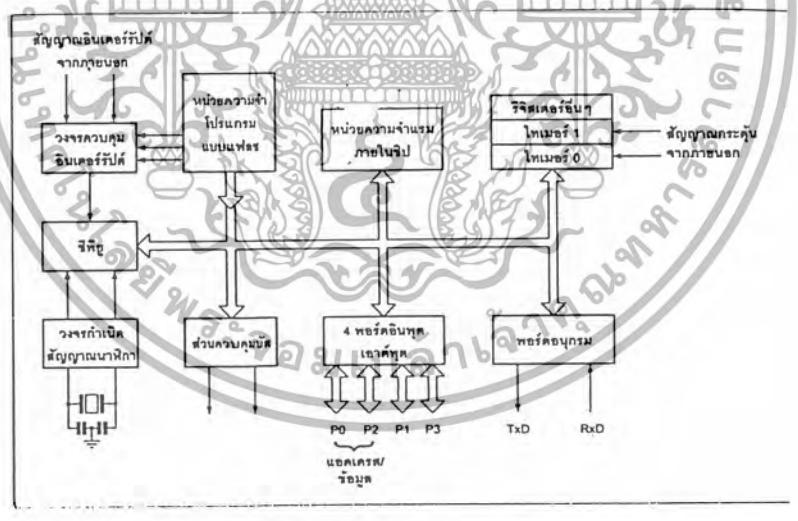
สำหรับในรูปที่ 2.2 เป็นโครงสร้างพื้นฐานของอนุกรม AT89Sxx จะเห็นได้ว่า มีส่วนประกอบที่เพิ่มเติมแตกต่างจาก AT89Cxx อยู่หลายส่วน อาทิ วงจรเชื่อมต่ออนุกรมแบบ SPI ซึ่งในไมโครคอนโทรลเลอร์อนุกรมนี้ใช้ในการเขียนข้อมูลลงในหน่วยความจำโปรแกรมโดยไม่ต้องถอดตัวชิปออกไปจากระบบหรือเรียกว่าการโปรแกรมในวงจร ไทเมอร์/เคาน์เตอร์ขนาด 16 บิตที่เพิ่มเติมเข้ามาอีกหนึ่งตัวเป็นไทเมอร์ 2 และวงจรวอตช์ด็อกที่ใช้ในการตรวจจอบการทำงานผิดพลาดของซีพียู

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.3 การจัดขาของไมโครคอนโทรลเลอร์ MCS-51

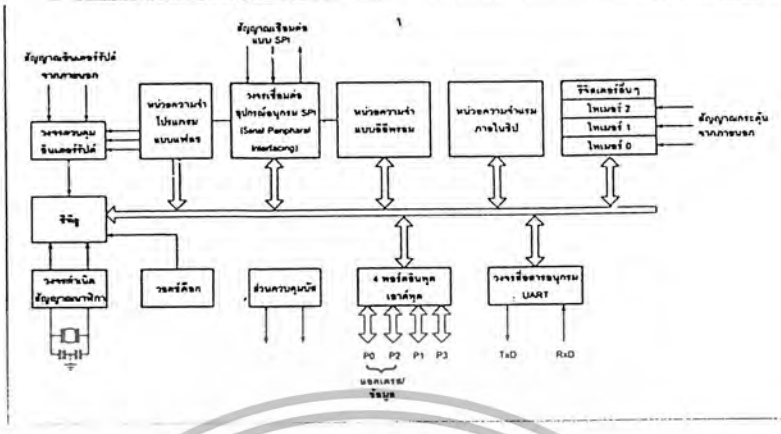
ขาพอร์ต 0 (P0.0-P0.7) มี 8 ขา แต่ละขาสามารถกำหนดให้เป็นได้ทั้งอินพุตและเอาต์พุต สำหรับใช้งานทั่วไป ถ้าหากต้องการกำหนดให้ขาพอร์ต 0 ขาใดขาหนึ่งเป็นอินพุตสามารถทำได้ โดยการเขียนข้อมูล "1" ไปยังแต่ละบิตของพอร์ตที่ต้องการติดต่อด้วย ส่งผลให้ขาพอร์ตนั้นมีสถานะปล่อยลอย จึงมีอินพุตอิมพีแดนซ์สูง สามารถใช้งานเป็นขาพอร์ตอินพุตได้ การติดต่อกับขาแอดเดรสไบต์ต่ำของหน่วยความจำภายนอก (A0-A7) และขาข้อมูล (D0-D7) โดยใช้กระบวนการมัลติเพล็กซ์เข้าช่วย เพื่อสลับการทำงานเป็นได้ทั้งขาติดต่อแอดเดรสและขาข้อมูล

ขาพอร์ต 1 (P1.0-P1.7) มี 8 ขา แต่ละขาสามารถกำหนดให้เป็นได้ทั้งอินพุตและเอาต์พุต สำหรับใช้งานทั่วไป ถ้าหากต้องการกำหนดให้ขาพอร์ตใดเป็นอินพุต สามารถทำได้โดยการเขียนข้อมูล "1" ไปยังแต่ละบิตของพอร์ตที่ต้องการติดต่อด้วย นอกจากนั้นในอนุกรม AT89Sxx จะใช้ขา P1.0 เป็นขาอินพุตสำหรับนับค่าของไทเมอร์ 2 และ P1.1 เป็นขาอินพุตทริกเกอร์ของไทเมอร์ 2 ในขณะที่ขา P1.4 ถึง P1.7 เป็นขาสำหรับเชื่อมต่อแบบ SPI เพื่อทำการโปรแกรมข้อมูลในระบบ



รูปที่ 2.1 โครงสร้างพื้นฐานของไมโครคอนโทรลเลอร์ MCS-51 แบบแฟลชในอนุกรม AT89Cxx

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.2 โครงสร้างพื้นฐานของไมโครคอนโทรลเลอร์ MCS-51 แบบแฟลชในอนุกรม AT89Sxx

เบอร์ของไมโครคอนโทรลเลอร์	หน่วยความจำโปรแกรม	หน่วยความจำข้อมูล	จำนวนไทเมอร์/เคาน์เตอร์ 16 บิต
AT89C1051	แบบแฟลชขนาด 1 กิโลไบต์	แรม 64 ไบต์	1
AT89C2051	แบบแฟลชขนาด 2 กิโลไบต์	แรม 128 ไบต์	2
AT89C51	แบบแฟลชขนาด 4 กิโลไบต์	แรม 128 ไบต์	2
AT89C52	แบบแฟลชขนาด 8 กิโลไบต์	แรม 256 ไบต์	3
AT89C55	แบบแฟลชขนาด 20 กิโลไบต์	แรม 256 ไบต์	3
AT89S8252	แบบแฟลชขนาด 8 กิโลไบต์	แรม 256 ไบต์ อีอีพรอม 2 กิโลไบต์	3
AT89S53	แบบแฟลชขนาด 12 กิโลไบต์	แรม 256 ไบต์	3

ตารางที่ 2.1 รายละเอียดโดยสรุปบางส่วนของไมโครคอนโทรลเลอร์ MCS-51 แบบแฟลชที่ Atmel ผลิตขึ้นและใช้ในการอ้างอิงในหนังสือเล่มนี้

ขาพอร์ต 2 (P2.0-P2.7) มี 8 ขา แต่ละขาสามารถกำหนดให้เป็นได้ทั้งอินพุตและเอาต์พุต สำหรับใช้งานทั่วไป ถ้าหากต้องการกำหนดให้ขาพอร์ตใดเป็นอินพุตสามารถทำได้โดยการเขียนข้อมูล "1" ไปยังแต่ละบิตของพอร์ตที่ต้องการติดต่อด้วย ส่งผลให้ขาพอร์ตนั้นมีสถานะปล่อยลอย จึงมีอินพุตอิมพีแดนซ์สูง สามารถใช้งานเป็นขาพอร์ตอินพุตได้ นอกจากนั้นขาพอร์ตนี้ยังถูกใช้งานในการติดต่อกับขาแอดเดรสไบต์สูงของหน่วยความจำภายนอก (A8-A15)

ขาพอร์ต 3 (P3.0-P3.7) มี 8 ขา แต่ละขาสามารถกำหนดให้เป็นได้ทั้งอินพุตและเอาต์พุต สำหรับใช้งานทั่วไป ถ้าหากต้องการกำหนดให้ขาพอร์ตใดเป็นอินพุตสามารถทำได้โดยการเขียนข้อมูล "1" ไปยังแต่ละบิตของพอร์ตที่ต้องการติดต่อด้วย ส่งผลให้ขาพอร์ตนั้นมีสถานะปล่อยลอย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จึงมีอินพุตอิมพีแดนซ์สูง สามารถใช้งานเป็นขาพอร์ตอินพุตได้ นอกจากนั้นขาพอร์ต 3 ยังเป็นขาที่มีหน้าที่การใช้งานพิเศษ ดังมีรายละเอียดขั้นต้นต่อไปนี้

P3.0 ใช้เป็นขาอินพุตสำหรับรับข้อมูลจากการสื่อสารแบบอนุกรม หรือขา RxD

P3.1 ใช้เป็นขาอินพุตสำหรับส่งข้อมูลจากการสื่อสารแบบอนุกรม หรือขา TxD

P3.2 ใช้เป็นขาอินพุตรับสัญญาณอินเตอร์รัปต์จากภายนอกช่อง 0 หรือขา INT0

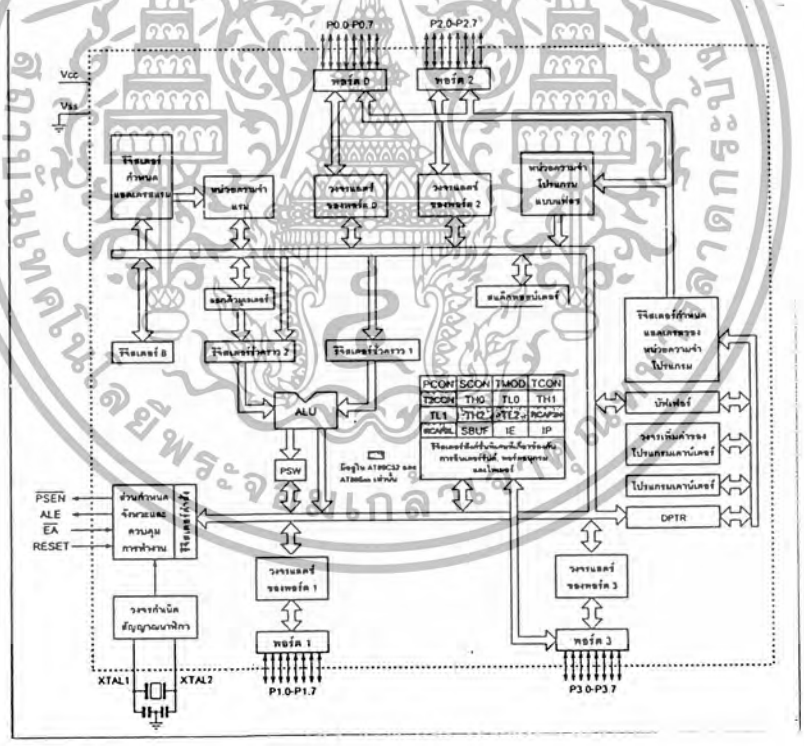
P3.3 ใช้เป็นขาอินพุตรับสัญญาณอินเตอร์รัปต์จากภายนอกช่อง 1 หรือขา INT1

P3.4 ใช้เป็นขาอินพุตสำหรับรับสัญญาณไทเมอร์จากภายนอกช่อง 0 หรือขา T0

P3.5 ใช้เป็นขาอินพุตสำหรับรับสัญญาณไทเมอร์จากภายนอกช่อง 1 หรือขา T1

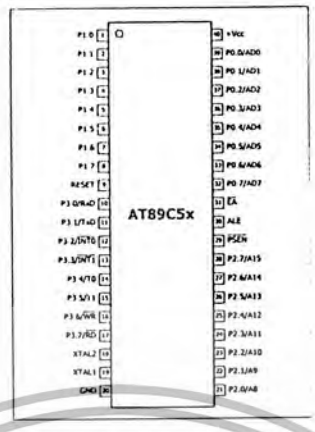
P3.6 ใช้เป็นขาสัญญาณ WR ในกรณีที่ใช้เชื่อมต่อกับหน่วยความจำภายนอก

P3.7 ใช้เป็นขาสัญญาณ RD ในกรณีที่ใช้เชื่อมต่อกับหน่วยความจำภายนอก



รูปที่ 2.3 รายละเอียดโครงสร้างหลักของไมโครคอนโทรลเลอร์ MCS-51 แบบแฟลชของ Atmel

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.4 การจัดขามาตรฐานของไมโครคอนโทรลเลอร์ MCS-51 ในอนุกรม AT89C5x

ขารีเซต (Reset) ใช้ในการรีเซตการทำงานของไมโครคอนโทรลเลอร์ โดยในการป้อนสัญญาณเพื่อรีเซตสถานะที่ขานี้ต้องอยู่ในระดับรีเซตอย่างน้อย 2 แมชชีนไซเกิล โดยที่วงจรกำเนิดสัญญาณนาฬิกายังคงทำงานต่อเนื่องไปอย่างเป็นปกติ

ขา ALE/PROG (Address Latch Enable/Program pulse input) เป็นขาที่ใช้ในการควบคุมการแลตช์ของขาพอร์ต 0 เมื่อมีการใช้งานหน่วยความจำภายนอก นอกจากนี้นขานี้ยังใช้เป็นขาสำหรับรับพัลส์ของการโปรแกรมสำหรับโปรแกรมข้อมูลลงในไมโครคอนโทรลเลอร์ MCS-51 ในรุ่นที่มีหน่วยความจำโปรแกรมเป็นแบบอีพรอม

ขา PSEN (Program Store Enable) ขานี้ใช้ในการส่งสัญญาณเพื่อร้องขอติดต่อกับหน่วยความจำโปรแกรมภายนอก เมื่อไมโครคอนโทรลเลอร์ต้องการอ่านข้อมูลจากหน่วยความจำโปรแกรมภายนอกตัวไมโครคอนโทรลเลอร์ต้องการอ่านข้อมูลจากหน่วยความจำโปรแกรมภายนอก ตัวไมโครคอนโทรลเลอร์จะส่งสัญญาณออกมาที่ขานี้ 2 ครั้งในแต่ละแมชีนไซเกิล แต่ถ้าหากติดต่อกับหน่วยความจำข้อมูลภายนอก ขานี้จะไม่มีการส่งสัญญาณใด ๆ ออกมา

ขา EA/Vpp (External Access Enable/Programming voltage input) ใช้สำหรับเลือกการติดต่อหน่วยความจำโปรแกรมจากภายนอกหรือภายในตัวไมโครคอนโทรลเลอร์ ถ้าหากขานี้เป็น "0" เป็นการเลือกให้ไมโครคอนโทรลเลอร์ติดต่อกับหน่วยความจำภายนอก แต่ถ้าหากขานี้เป็น "1" เป็นการเลือกให้ไมโครคอนโทรลเลอร์ติดต่อกับหน่วยความจำภายในตัวไมโครคอนโทรลเลอร์ นอกจากนี้ที่ขานี้ยังใช้เป็นขาอินพุตสำหรับรับแรงดันไฟสูงสำหรับการโปรแกรมหน่วยความจำภายในไมโครคอนโทรลเลอร์ สำหรับไมโครคอนโทรลเลอร์ MCS-51 แบบแฟลชต้องการแรงดันสำหรับการโปรแกรม +12V

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ขา XTAL1 และ XTAL2 เป็นขาสำหรับต่อคริสตอลเพื่อสร้างสัญญาณนาฬิกาในการกำหนดจังหวะการทำงานของไมโครคอนโทรลเลอร์

2.4 โครงสร้างและการทำงานของพอร์ต

ไมโครคอนโทรลเลอร์ MCS-51 แบบแฟลชมีพอร์ตให้ใช้งานทั้งสิ้น 4 พอร์ต คือ พอร์ต 0 ถึงพอร์ต 3 แต่ละพอร์ตมีขนาด 8 บิต เป็นพอร์ตแบบ 2 ทิศทาง กล่าวคือ สามารถเป็นได้ทั้งอินพุตสำหรับรับสัญญาณข้อมูลเข้าและเอาต์พุตสำหรับส่งสัญญาณข้อมูลออก ทุกพอร์ตของไมโครคอนโทรลเลอร์ MCS-51แบบแฟลชมีวงแลตช์และวงจรขับตลอดจนบัฟเฟอร์อินพุต ดังแสดงให้เห็นในสถาปัตยกรรมรูปที่ 2.3

ที่พอร์ต 0 และพอร์ต 2 จะใช้งานเป็นพอร์ตอินพุตและเอาต์พุตสำหรับงานทั่วไป และใช้ในการติดต่อกับหน่วยความจำภายนอก สำหรับพอร์ต 3 ทั้งพอร์ตและพอร์ต 1 บางขานอกจากจะใช้เป็นขาพอร์ตอินพุตเอาต์พุตตามปกติแล้ว ยังสามารถใช้งานในหน้าที่พิเศษได้อีก ขึ้นอยู่กับว่าเป็นไมโครคอนโทรลเลอร์ MCS-51 แบบแฟลชเบอร์ใด ดังสรุปได้ในตารางที่ 2.2

ในรูปที่ 2.5 แสดงวงจรภายในของแต่ละพอร์ตของไมโครคอนโทรลเลอร์ MCS-51 แบบแฟลช โดยในรูปที่ 2.5 (ก) เป็นวงจรของพอร์ต 0 วงจรแลตช์ของแต่ละบิตในแต่ละพอร์ตก็คือวงจรดีฟลิบฟลอปนั่นเอง การอ่านค่าสถานะของพอร์ตและสถานะของวงจรแลตช์สามารถกระทำได้อย่างอิสระด้วยสัญญาณที่แยกจากกัน นั่นคือสัญญาณอ่านข้อมูลจากขาพอร์ต และสัญญาณอ่านข้อมูลจากวงจรแลตช์ ส่วนการเขียนข้อมูลมายังพอร์ตต้องส่งสัญญาณมายังขา CLK ของดีฟลิปฟลอป ในขณะที่ข้อมูลจะผ่านมาทางขาบัสข้อมูลภายในเข้าสู่ขา D ของดีฟลิฟลอป

ที่พอร์ตนี้มีวงจรมัลติเพล็กซ์สำหรับกำหนดลักษณะการทำงานของพอร์ตว่า ต้องการใช้งานเป็นขาพอร์ตอินพุตเอาต์พุตปกติหรือใช้ในการติดต่อกับหน่วยความจำภายนอกไมโครคอนโทรลเลอร์

เนื่องจากที่ขาพอร์ต 0 ไม่มีวงจรพูลอัปภายใน หากมีการนำพอร์ต 0 ไปใช้งานเป็นพอร์ตอินพุตจะต้องต่อตัวต้านทานพูลอัปภายนอกเข้าที่ขาพอร์ต 0 ทุกขาด้วย

ในรูปที่ 2.5 (ข) เป็นวงจรของพอร์ต 1 ซึ่งมีลักษณะโดยทั่วไปคล้ายกับพอร์ต 0 หากแต่ไม่มีวงจรมัลติเพล็กซ์ เนื่องจากพอร์ตนี้จะไม่ใช้ในการติดต่อกับหน่วยความจำภายนอก แต่จะมีวงจรพูลอัปภายในที่แต่ละบิตของพอร์ตนี้แทน สำหรับรายละเอียดของวงจรพูลอัปแสดงในรูปที่ 2.6

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ในรูปที่ 2.5 (ค) เป็นวงจรภายในของพอร์ต 2 จะคล้ายกับพอร์ต 0 มาก ต่างกันเพียงมีวงจรพูลอัปเพิ่มเติมเข้ามา ส่วนในรูปที่ 2.5 (ง) เป็นวงจรภายในของพอร์ต 3 จะเห็นได้ว่าคล้ายกับพอร์ต 1 มีการเพิ่มเติมวงจรพัฟเฟอร์และวงจรอินพุตเอาต์พุตเมื่อทำงานในฟังก์ชั่นพิเศษเข้ามา เนื่องจากพอร์ต 3 สามารถนำไปใช้งานในหน้าที่พิเศษได้ทุกขา

2.5 การใช้งานเป็นพอร์ตอินพุต

เนื่องจากพอร์ตทั้งหมดของไมโครคอนโทรลเลอร์ MCS-51 แบบแฟลชสามารถเป็นได้ทั้งอินพุตและเอาต์พุต ดังนั้นจึงมีความจำเป็นอย่างยิ่งต้องทำความเข้าใจถึงการกำหนดลักษณะการทำงานให้แก่พอร์ตของไมโครคอนโทรลเลอร์ MCS-51 แบบแฟลช

ในการกำหนดให้เป็นพอร์ตอินพุต ต้องเริ่มต้นด้วยการเขียนข้อมูล "1" มาที่แต่ละบิตของพอร์ตที่ต้องการใช้งานเป็นอินพุต เพื่อหยุดการทำงานของเฟตที่ใช้ในการขับสัญญาณเอาต์พุตของบิตนั้นๆ ทำให้ขาสัญญาณของพอร์ตเชื่อมต่อเข้ากับวงจรพูลอัปภายในโดยตรง ส่งผลให้ขาพอร์ตนั้นมีลอจิกเป็น "1" สามารถรับสัญญาณลอจิก "0" จากอุปกรณ์ภายนอกได้ง่าย สัญญาณข้อมูลจากอุปกรณ์ภายนอกจะถูกส่งเข้ามาแล้วเก็บไว้ในวงจรบัฟเฟอร์ภายในพอร์ต แล้วรอให้ซีพียูมาอ่านค่าไป เมื่อเป็นเช่นนี้ อุปกรณ์ภายนอกที่เชื่อมต่อกับพอร์ตอินพุตของไมโครคอนโทรลเลอร์ MCS-51 แบบแฟลชควรกำหนดให้ทำงานในสภาวะลอจิก "0" จะดีและสะดวกที่สุด (ซึ่งในปัจจุบันอุปกรณ์อินพุตที่เชื่อมต่อไมโครคอนโทรลเลอร์แทบทั้งหมดทำงานที่ลอจิก "0" แล้ว)

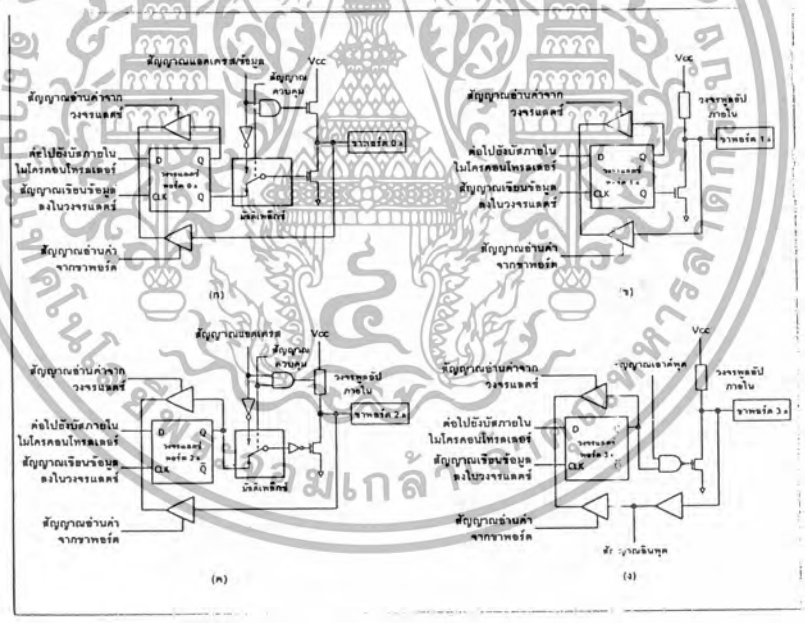
ขา	เบอร์ของไมโครคอนโทรลเลอร์	หน้าที่พิเศษ
P1.0	AT89C52/AT89Sxx	ขา T2 เป็นขาอินพุตนับค่าของไทเมอร์/เคาน์เตอร์ 2
P1.1	AT89C52/AT89Sxx	ควบคุมทิศทางของสัญญาณ
P1.4	AT89Sxx	ขา SS เป็นขาเลือกการติดต่อในกรณีที่ไมโครคอนโทรลเลอร์เป็นอุปกรณ์สเลฟ ในระบบการติดต่อแบบ SPI
P1.5	AT89Sxx	ขา MOSI ใช้ในการติดต่อกับพอร์ต SPI
P1.6	AT89Sxx	ขา MOSI ใช้ในการติดต่อกับพอร์ต SPI
P1.7	AT89Sxx	ขา SCK เป็นขาสัญญาณนาฬิกาของการติดต่อกับพอร์ต SPI

ตารางที่ 2.2 หน้าที่พิเศษของพอร์ต 1 ในไมโครคอนโทรลเลอร์ MCS-51 แบบแฟลชของ Atmel

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

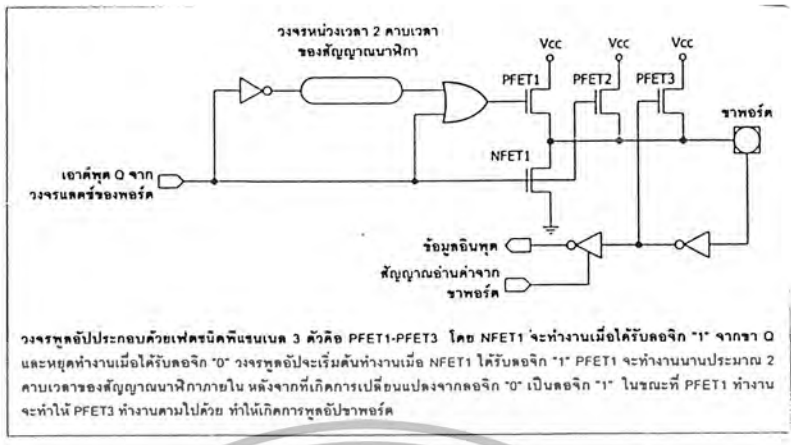
2.6 การใช้งานเป็นพอร์ตเอาต์พุต

โดยปกติแล้วขาพอร์ตจะกำหนดให้มีลักษณะเป็นเอาต์พุตอยู่แล้ว ดังนั้นจึงสามารถส่งข้อมูลออกไปได้อย่างง่ายดายและตรงไปตรงมา กล่าวคือ เมื่อต้องการส่งข้อมูล “0” ออกไปทางเอาต์พุตก็ให้เขียนข้อมูล “0” ไปยังวงจรแลตช์ ซึ่งก็จะส่งต่อไปขับเฟต ทำให้เฟตทำงาน ที่ขาพอร์ตที่กำหนดให้ทำงานก็จะเกิดลอจิก “0” ขึ้น ในทางตรงข้ามหากต้องการส่งข้อมูล “1” ออกไป ก็ให้เขียนข้อมูล “1” ไปยังวงจรแลตช์ วงจรขับก็จะหยุดทำงาน ทำให้ที่ขาพอร์ตเชื่อมต่อกับวงจรพูลอัปภายในเกิดเป็นลอจิก “1” ที่ขาพอร์ตนั้น ซึ่งจะคล้ายกับการกำหนดให้เป็นขาอินพุตมาก เพียงแต่แตกต่างกันที่กระบวนการในการเคลื่อนย้ายข้อมูล โดยถ้าเป็นอินพุตจะมีสัญญาณมาอ่านข้อมูลที่บัฟเฟอร์ แต่ถ้าเป็นเอาต์พุตจะไม่มีการอ่านข้อมูลที่บัฟเฟอร์แต่อย่างใด เว้นแต่ในกรณีที่ต้องการตรวจสอบข้อมูลที่ส่งออกมาทางเอาต์พุต



รูปที่ 2.5 วงจรภายในของพอร์ตทุกพอร์ตในไมโครคอนโทรลเลอร์ MCS-51 แบบแฟลช

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.6 วงจรพูลอัปภายในพอร์ตของไมโครคอนโทรลเลอร์ MCS-51 แบบแฟลช

เมื่อใช้งานเป็นพอร์ตเอาต์พุต แต่ละขา (หรือแต่ละบิต) ของแต่ละพอร์ตมีความสามารถในการจ่ายกระแส หรือที่เรียกว่า กระแสซอร์ส ได้สูงสุด 10 mA และทุกขารวมกันในแต่ละพอร์ต (ทั้ง 8 บิต) สูงสุด 26 mA สำหรับพอร์ต 0 และ 15 mA สำหรับพอร์ต 1-3 ในกรณีที่ใช้งานทุกพอร์ตเอาต์พุตจะสามารถจ่ายกระแสได้รวมกันสูงสุด 71 mA ดังนั้นในการใช้งานเป็นพอร์ตเอาต์พุตเพื่อไม่ให้เกิดปัญหาเกี่ยวกับความสามารถในการจ่ายกระแสจึงควรต่อวงจรบัฟเฟอร์ทางเอาต์พุตเพื่อช่วยในการขับกระแสอีกทางหนึ่ง

2.7 การอ่านค่าลอจิกจากพอร์ต

ค่าลอจิกจากพอร์ตได้ 2 ลักษณะคือ อ่านจากขาพอร์ตโดยตรง และอ่านจากวงจรแลตช์ของแต่ละพอร์ต ขาเบสของทรานซิสเตอร์ชนิด NPN และขาอิมิตเตอร์ของทรานซิสเตอร์ตัวนั้นต่อลงกราวด์ หากมีการส่งข้อมูล "1" ไปยังทรานซิสเตอร์ จะทำให้ทรานซิสเตอร์ทำงานสถานะลอจิกที่ขาพอร์ตจะเป็น "0" เนื่องจากทรานซิสเตอร์ทำงาน จะเสมือนว่าขาพอร์ตนั้นถูกต่อลงกราวด์ ทำให้หากอ่านค่าลอจิกที่ขาพอร์ตจะได้ผลตรงข้ามกับที่ส่งออกมา แต่ถ้าหากทำงานอ่านค่าลอจิกที่วงจรแลตช์ จะได้ค่าที่ตรงกับค่าที่ต้องการส่งจริง ในการอ่านค่าลอจิกจากพอร์ตจึงต้องเลือกวิธีการให้เหมาะสมกับอุปกรณ์ที่นำมาต่อด้วย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.8 จังหวะการทำงานของไมโครคอนโทรลเลอร์ MCS-51

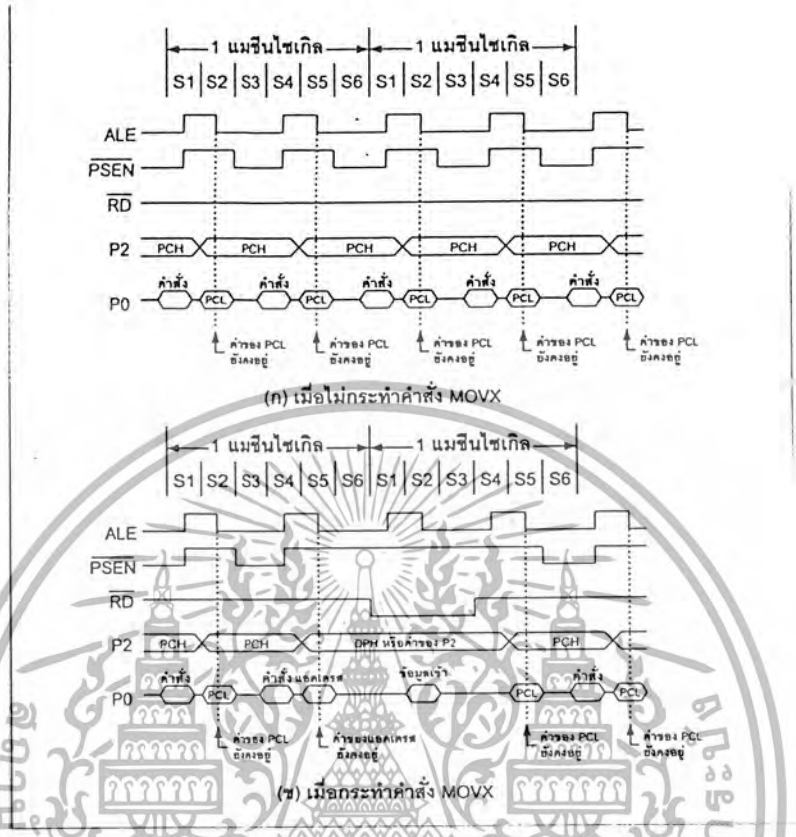
การประมวลผลคำสั่งของซีพียูจะมีขั้นตอนหลักๆ 2 ขั้นตอนคือ กระบวนการเฟตช์ (fetch) เป็นการเรียกคำสั่งออกจากหน่วยความจำโปรแกรมแล้วทำการแปลงรหัสคำสั่งนั้นเป็นภาษาเครื่องเพื่อเตรียมการประมวลผล กระบวนการเอ็กซิคิวต์ (execute) เป็นการกระทำตามคำสั่งที่กำหนดหรือตามที่เฟตขึ้นมา โดยกระบวนการก่อนหน้านี้ เมื่อทำการเอ็กซิคิวคำส่งเรียบร้อยแล้ว ก็จะไปเริ่มกระบวนการเฟตช์คำสั่งใหม่ต่อไป

รูปที่ 2.7 ไซเกิลการทำงานของไมโครคอนโทรลเลอร์ MCS-51 แบบเฟส

เมื่อเริ่มจ่ายไฟแก่ไมโครคอนโทรลเลอร์จะเกิดการรีเซตในลักษณะที่เรียกว่าเพาเวอร์ออนรีเซต(power on reset) ซีพียูเริ่มต้นการทำงานที่แอดเดรส 0000H ไปตามรูปแบบ โดยได้รับการกำหนดมาจากรอบการทำงานหรือแมชีนไซเกิล โดยใน 1 รอบการทำงานหรือแมชีนไซเกิลจะแบ่งย่อยออกเป็น 6 สเตต ในแต่ละสเตตมีค่าเวลาเท่ากับ 2 คาบเวลาของสัญญาณนาฬิกา ถ้าสัญญาณนาฬิกาทีความถี่ 12 MHz จะมีคาบเวลาเท่ากับ 1ms จะเรียกว่า เฟส 1 และเฟส 2

ในรูปที่ 2.7 จะเป็นการอ่านค่าออปโค้ด ส่งไปให้รีจิสเตอร์คำสั่ง การเฟตช์ครั้งที่สองจะเกิดขึ้นที่สเตต 4 ภายในแมชชีนไซเกิลเดียวกัน ในกรณีที่เป็นคำสั่งไบต์เดียว การเฟตช์ครั้งที่ 2 ภายในแมชีนไซเกิลเดียวกันจะถูกตัดทิ้งไป ในคำสั่งที่มีใช้เวลา 1 ไซเกิล จะสิ้นสุดการทำงานในสเตต 6 ของแมชีนไซเกิลเดียวกัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.8 ไดอะแกรมเวลาแสดงการติดต่อและเข้าถึงหน่วยความจำโปรแกรมภายนอกของไมโครคอนโทรลเลอร์ MCS-51 แบบแฟลช

ในการกระทำคำสั่ง MOVX ซึ่งเป็นคำสั่งขนาด 1 ไบต์ 2 ไซเกิล จะไม่มีการเฟตช์เกิดขึ้นในไซเกิลที่สองของคำสั่ง MOVX นี้ เนื่องจากซีพียูจะไปทำการติดต่อกับหน่วยความจำภายนอกดังรูปที่ 2.7 จะเห็นได้ว่าเวลาในการเอ็กซิคิวต์จะไม่ได้ขึ้นอยู่กับว่าทำการติดต่อหน่วยความจำโปรแกรมภายนอกหรือภายใน หน่วยความจำโปรแกรมภายนอกโดยในรูปที่ 2.8 เป็นไดอะแกรมเวลาในขณะที่ยังไม่มีการกระทำคำสั่ง MOVX สัญญาณที่ขา ALE และ PSEN จะเกิดการแอกตีฟ 2 ครั้งภายใน 1 แมชีนไซเกิล ในทุกครั้งที่ ALE เกิดการแอกตีฟที่พอร์ต 0 จะมีค่ารีจิสเตอร์ PC ในไบต์ต่ำออกมา ในขณะที่พอร์ต 2 ก็จะมีค่าของ PC ในไบต์สูงเพื่อชี้ไปยังแอดเดรสต่อไปที่ต้องไปดำเนินการ สำหรับขา PSEN ก็จะเกิดการแอกตีฟเมื่อมีการติดต่อกับหน่วยความจำโปรแกรมภายนอก PSEN จะไม่เกิดการแอกตีฟ 2 ครั้งภายใน 1 แมชีนไซเกิลเนื่องจากบัสแอดเดรสและบัสข้อมูลจะถูกใช้ในการติดต่อกับหน่วยความจำข้อมูลภายนอกแทน แต่สำหรับสัญญาณ ALE ยังคงแอกตีฟตามจังหวะการทำงานเหมือนกัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

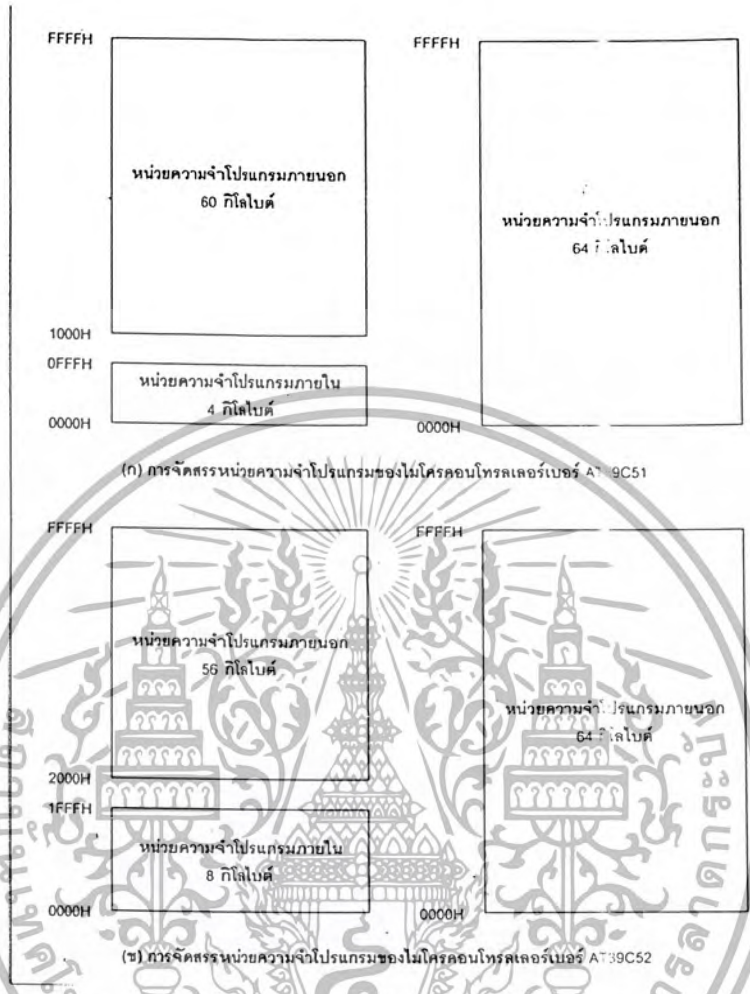
2.9 หน่วยความจำโปรแกรม (Program memory)

ในกรณีที่ใช้หน่วยความจำภายในและภายนอกรวมกัน หากใช้ AT89C51 ก็จะสามารถติดต่อกับหน่วยความจำภายนอกได้ 60 กิโลไบต์ และถ้าใช้เบอร์ AT89C52 จะสามารถติดต่อกับหน่วยความจำโปรแกรมภายนอกได้ 56 กิโลไบต์ หน่วยความจำใช้เก็บข้อมูลของโปรแกรมควบคุมการทำงานของไมโครคอนโทรลเลอร์หรือที่เรียกว่า โปรแกรมมอนิเตอร์ หากใช้หน่วยความจำภายนอกมักจะบรรจุอยู่ในหน่วยความจำชนิดอีพรอม ซึ่งสามารถทำการอ่านได้เพียงอย่างเดียว อย่างไรก็ตามในพื้นที่ของหน่วยความจำโปรแกรมไม่ว่าจะใช้งานจากภายในหรือภายนอกก็ตาม ต้องมีการสงวนพื้นที่ บางตำแหน่งเอาไว้สำหรับการบริการอินเตอร์รัปต์ 6 ประเภท ประเภทละ 8 ไบต์ ประกอบด้วย

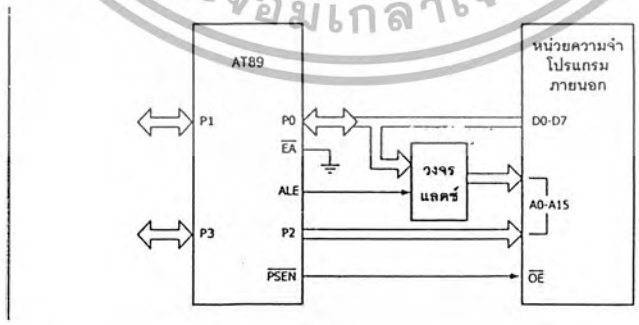
พื้นที่สำหรับบริการอินเตอร์รัปต์ 0 จากภายนอก กำหนดไว้ที่แอดเดรส 0003H
พื้นที่สำหรับบริการอินเตอร์รัปต์จากไทเมอร์ 0 กำหนดไว้ที่แอดเดรส 000BH
พื้นที่สำหรับบริการอินเตอร์รัปต์ 1 จากภายนอก กำหนดไว้ที่แอดเดรส 0013H
พื้นที่สำหรับบริการอินเตอร์รัปต์จากไทเมอร์ 1 กำหนดไว้ที่แอดเดรส 001BH
พื้นที่สำหรับบริการอินเตอร์รัปต์ 2 จากภายนอก กำหนดไว้ที่แอดเดรส 0023H
พื้นที่สำหรับบริการอินเตอร์รัปต์จากไทเมอร์ 2 กำหนดไว้ที่แอดเดรส 002BH

กรณีที่ใช้ไมโครคอนโทรลเลอร์ MCS-51 แบบแฟลชที่มีหน่วยความจำโปรแกรมภายในแต่ต้องการติดต่อกับหน่วยความจำภายนอกด้วย สามารถทำได้โดยต้องกำหนดแอดเดรสของหน่วยความจำโปรแกรมให้ต่อจากแอดเดรสสุดท้ายของหน่วยความจำโปรแกรมภายใน การต่อหน่วยความจำภายนอกแสดงดังในรูปที่ 2.10 ขาพอร์ต P0.0-P0.7 ใช้เป็นขาข้อมูล D0-D7 และขาแอดเดรสไบต์ต่ำ โดยผ่านวงจรแลตช์ ซึ่งปกติใช้ไอซีเบอร์ 74HC573 และใช้สัญญาณ ALE และ PSEN ในการเลือกใช้งานขา P0.0-P0.7 เพื่อเป็นขาข้อมูลหรือขาแอดเดรส ในขณะที่ขา P2.0-P2.7 ใช้ในการเชื่อมต่อขาแอดเดรสไบต์สูง A8-A15 เมื่อมีการติดต่อกับหน่วยความจำโปรแกรมภายนอกไมโครคอนโทรลเลอร์จะเหลือขาพอร์ตเพียง 16 บิต คือ ที่ขาพอร์ต P1.0-P1.7 และ P3.0-P3.7

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.9 การจัดสรรหน่วยความจำโปรแกรมของไมโครคอนโทรลเลอร์ MCS-51 แบบแฟลช



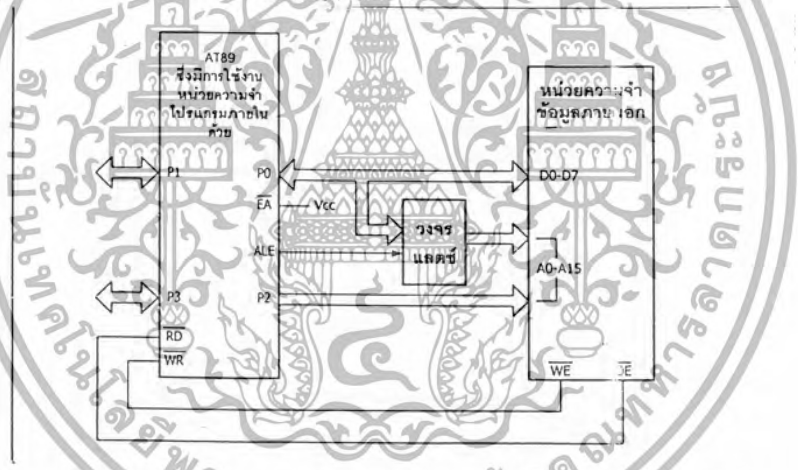
รูปที่ 2.10 การเชื่อมต่อหน่วยความจำโปรแกรมภายนอกของไมโครคอนโทรลเลอร์ MCS-51

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

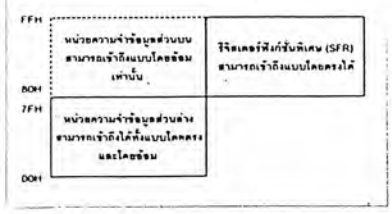
สำนักหอสมุดกลาง พระจอมเกล้าลาดกระบัง

2.10 หน่วยความจำข้อมูล (Data memory)

มี 2 แบบคือ หน่วยความจำภายนอกและหน่วยความจำภายใน โดยไมโครคอนโทรลเลอร์ MCS-51 แบบแฟลชในอนุกรม AT89 สามารถติดต่อกับหน่วยความจำข้อมูลภายนอกได้สูงสุด 64 กิโลไบต์ โดยการใช้คำสั่ง MOVX ในการติดต่อกับหน่วยความจำข้อมูลภายนอก การติดต่อกับหน่วยความจำข้อมูลภายนอกของไมโครคอนโทรลเลอร์ MCS-51 แบบแฟลชดังรูปที่ 2.11 มีลักษณะคล้ายกับการติดต่อกับโปรแกรมภายนอก แตกต่างกันที่มีสัญญาณที่ใช้สำหรับการอ่านและเขียนหน่วยความจำข้อมูลภายนอก นั่นคือขา RD และ WR ในเบอร์ AT89C51 มีหน่วยความจำข้อมูลภายในขนาด 128 ไบต์ ในขณะที่เบอร์ AT89C52 มีขนาด 256ไบต์ สำหรับการจัดสรรหน่วยความจำข้อมูลภายในแบ่งเป็น 3 ส่วนคือ หน่วยความจำข้อมูลส่วนล่าง, ส่วนบน, และรีจิสเตอร์ฟังก์ชั่นพิเศษ แต่ละส่วนมีขนาด 128 ไบต์ ดังรูปที่ 2.12



รูปที่ 2.11 การเชื่อมต่อหน่วยความจำข้อมูลภายนอกของไมโครคอนโทรลเลอร์ MCS-51 แบบแฟลช

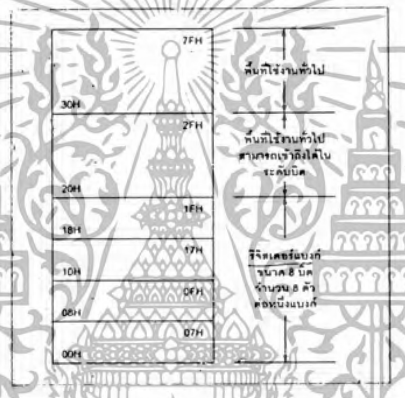


รูปที่ 2.12 การจัดสรรพื้นที่ของหน่วยความจำข้อมูลภายในไมโครคอนโทรลเลอร์ MCS-51 แบบแฟลช

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

50291

หน่วยความจำข้อมูลส่วนบนและรีจิสเตอร์ฟังก์ชั่นพิเศษมีตำแหน่งทับซ้อนกัน แต่จะให้การติดต่อแตกต่างกัน และในไมโครคอนโทรลเลอร์ MCS-51 บางเบอร์จะไม่มีหน่วยความจำข้อมูลส่วนบน ขนาดของหน่วยความจำข้อมูลของไมโครคอนโทรลเลอร์ โดยแท้จริงแล้วมีเพียง 256 ไบต์ ด้วยการจัดการเข้าถึงที่แตกต่างกันจึงดูเสมือนว่า แฟลชมีหน่วยความจำข้อมูลภายในสูงถึง 384 ไบต์ โดยในหน่วยความจำข้อมูลส่วนล่างขนาด 128 ไบต์ มีแอดเดรสอยู่ที่ 00H-7FH สามารถเข้าถึงได้โดยตรงและโดยอ้อม สำหรับหน่วยความจำข้อมูลส่วนบนมีขนาด 128 ไบต์เช่นกัน มีแอดเดรสอยู่ที่ 80H-FFH สามารถเข้าถึงแบบโดยอ้อม ขณะที่รีจิสเตอร์ SFR มีแอดเดรสอยู่ที่ 80H-FFH เช่นเดียวกันกับหน่วยความจำข้อมูลส่วนบน แต่สำหรับรีจิสเตอร์ SFR ใช้การเข้าถึงแบบโดยตรง

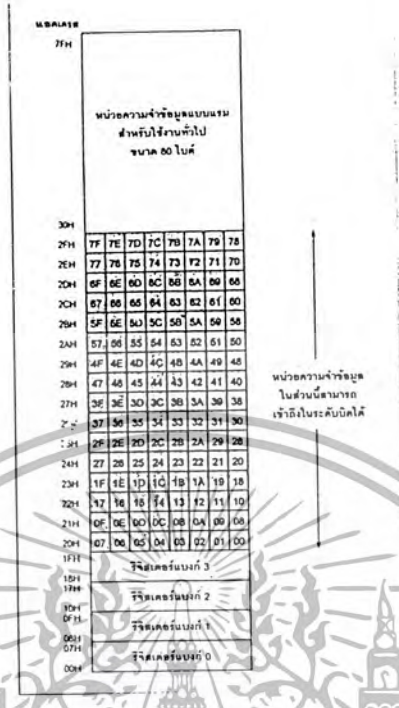


รูปที่ 2.13 การจัดสรรพื้นที่ของหน่วยความจำข้อมูลภายในส่วนล่างของไมโครคอนโทรลเลอร์ MCS-51 แบบแฟลช

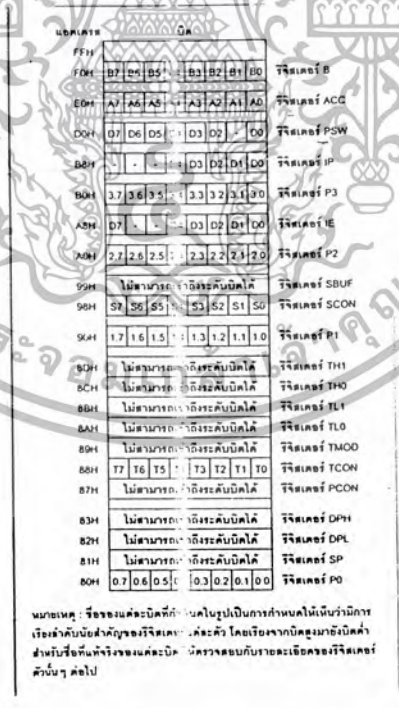
ในรูปที่ 2.13 แสดงการจัดสรรหน่วยความจำข้อมูลส่วนล่าง หน่วยความจำ 32 ไบต์ต่ำสุดที่แอดเดรส 00H-1FH แบ่งเป็น 4 กลุ่ม เรียกว่า 4 แบงก์ แต่ละแบงก์มีรีจิสเตอร์ 8 ตัวคือ R0-R7 การติดต่อกับหน่วยความจำในแบงก์ใดให้กำหนดที่รีจิสเตอร์ PSW (Program Status Word register)

ในรูปที่ 2.14 แสดงโครงสร้างของหน่วยความจำข้อมูลส่วนบน ซึ่งจะมีลักษณะที่คล้ายกับหน่วยความจำข้อมูลส่วนล่าง หากแต่ใน 80 ไบต์บนไม่จำเป็นต้องสำรองไว้สำหรับสแต็ก และต้องใช้การเข้าถึงในลักษณะโดยอ้อมเท่านั้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.14 โครงสร้างของหน่วยความจำข้อมูลภายในส่วนบนของไมโครคอนโทรลเลอร์ MCS-51



รูปที่ 2.15 การจัดสรรพื้นที่ของรีจิสเตอร์ฟังก์ชั่นพิเศษ (SFR)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.11 รีจิสเตอร์ฟังก์ชั่นพิเศษ (Special Function Register : SFR)

เป็นรีจิสเตอร์ที่ใช้ควบคุมการทำงานของไมโครคอนโทรลเลอร์ MCS-51 มีด้วยกัน 22 ตัว สำหรับเบอร์ AT89C51 และ 28 ตัวในเบอร์ AT89C52 และอนุกรม AT89Sxx ทั้งนี้เนื่องจากใน AT89C52 และ AT89Sxx มีจำนวนไทเมอร์เคาน์เตอร์มากกว่า AT89C51 รีจิสเตอร์ SFR มีแอดเดรสอยู่ระหว่าง 80H-FFH ในพื้นที่ของหน่วยความจำข้อมูลส่วนบน สามารถเข้าถึงได้โดยตรง (direct addressing) ในรูปที่ 2.15 แสดงการจัดสรรพื้นที่ของรีจิสเตอร์ SFR แต่ละตัวในหน่วยความจำข้อมูลส่วนบน สำหรับรายละเอียดเบื้องต้นของรีจิสเตอร์ SFR มีดังนี้

2.12 รีจิสเตอร์แสดงสถานะของโปรแกรม (Program Status Word : PSW)

เป็นรีจิสเตอร์ขนาด 8 บิต สามารถเข้าถึงได้ในระดับบิต มีแอดเดรสอยู่ที่ D0H ทำหน้าที่เก็บสถานะของการทำงานของโปรแกรมในขณะนั้นจะเรียกสถานะต่างๆของโปรแกรมว่า แฟลก (flag) และลอจิกแล้วเกิดการเปลี่ยนแปลงสถานะขึ้น ผลของการเปลี่ยนแปลงนั้นจะมาปรากฏที่บิตต่างๆ รายละเอียดดังรูป 2.16

2.13 แอกคิวมูเลเตอร์ (Accumulator : ACC)

มีขนาด 8 บิต มีแอดเดรสอยู่ที่ตำแหน่ง E0H เป็นรีจิสเตอร์ที่ใช้สำหรับเก็บข้อมูลหรือผลลัพธ์ที่ได้จากการทำงานของไมโครคอนโทรลเลอร์ โดยเฉพาะอย่างยิ่งในการคำนวณทางคณิตศาสตร์ และลอจิก ก่อนที่จะส่งข้อมูลหรือผลลัพธ์ที่ได้ให้แก่ซีพียูเพื่อทำการประมวลผลต่อไป

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.14 รีจิสเตอร์ B

มีขนาด 8 บิต มีแอดเดรสอยู่ที่ F0H หน้าที่คือ หากต้องการคูณหรือหารทางคณิตศาสตร์ ต้องนำข้อมูลที่ต้องการหารหรือคูณมาเก็บไว้ในรีจิสเตอร์ B แล้วจึงกระทำคำสั่งการคูณหรือหารกับค่าในรีจิสเตอร์ A ต่อไป

2.15 โปรแกรมเคาน์เตอร์ (Program Counter : PC)

มีขนาด 16 บิต มีหน้าที่แจ้งแอดเดรสของหน่วยความจำโปรแกรมในตำแหน่งถัดไปที่ซีพียูจะต้องไปทำงาน รีจิสเตอร์ PC เป็นรีจิสเตอร์ตัวเดียวที่ไม่ได้จัดสรรไว้รวมกับรีจิสเตอร์ SFR ตัวอื่นๆ การเปลี่ยนแปลงค่าของรีจิสเตอร์ PC จะขึ้นอยู่กับผลของการกระทำคำสั่งภายใน หน่วยความจำโปรแกรมที่ผู้เขียนโปรแกรมกำหนด

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

CY : แฟลกทด (Carry flag) เป็น "1" เมื่อมีการกระทำคำสั่งทางคณิตศาสตร์และลอจิก แล้วค่าของแอกคิวมูเลเตอร์เกิน 255 (ฐานสิบ) หรือ FFH

AC : แฟลกทดเสริม (Auxiliary Carry flag) เป็น "1" เมื่อมีการกระทำคำสั่งทางคณิตศาสตร์แล้วทำให้เกิดการทดข้ามจากบิต 3 มายังบิต 4

F0 : แฟลกใช้งานทั่วไป เมื่อผู้เขียนโปรแกรมกำหนดค่าที่บิตนี้แล้ว ไม่ว่าจะกระทำคำสั่งใดๆ ที่บิตนี้จะไม่มีการเปลี่ยนแปลง

RS1 : บิตเลือกรีจิสเตอร์แบงก์ (Register Select1) ใช้งานร่วมกับบิต RS0 เพื่อเลือกแบงก์ของรีจิสเตอร์ R0-R7

RS0 : บิตเลือกรีจิสเตอร์แบงก์ (Register Select0) ใช้งานร่วมกับบิต RS1 เพื่อเลือกแบงก์ของรีจิสเตอร์ R0-R7

OV : บิตเกิน (Overflow) เป็น "1" เมื่อมีการกระทำคำสั่งทางคณิตศาสตร์และลอจิกแล้ว ทำให้เกิดการทดข้ามจากบิต 6 มายังบิต 7 ของแอกคิวมูเลเตอร์ หรือแอกคิวมูเลเตอร์มีค่าเกิน 127 (ฐานสิบ) นอกจากนั้นยังใช้เป็นการแสดงค่าลบด้วย

\- : บิตนี้ผู้ใช้งานสามารถกำหนดใช้งานได้อย่างอิสระ

P : บิตพาริตี้ (Parity) ใช้ในการตรวจสอบจำนวนค่า "1" ภายในแอกคิวมูเลเตอร์ ถ้าหากในแอกคิวมูเลเตอร์มีจำนวนบิตที่เป็น "1" รวมกันเป็นเลขคู่ บิตนี้จะเป็น "0" ถ้ารวมกันเป็นเลขคี่ บิตนี้จะเป็น "1"

รูปที่ 2.16 รายละเอียดของรีจิสเตอร์แสดงสถานะของโปรแกรม หรือ PSW

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

RS1	RS0	แบงก์ของรีจิสเตอร์	ช่วงแอดเดรส
0	0	แบงก์ 0	00H-07H
0	1	แบงก์ 1	08H-0FH
1	0	แบงก์ 2	10H-17H
1	1	แบงก์ 3	18H-1FH

ตารางที่ 2.3 การเลือกแบงก์ของหน่วยความจำส่วนล่างเพื่อติดต่อกับรีจิสเตอร์แบงก์ R0-R7

2.16 สแต็กพอยน์เตอร์ (Stack Pointer : SP)

มีขนาด 8 บิต มีแอดเดรสอยู่ที่ 81H ใช้ในการเก็บค่าตำแหน่งของตัวชี้สแต็กซึ่งสามารถเปลี่ยนแปลงได้เมื่อซีพียูมีการกระโดดไปทำงานที่โปรแกรมย่อย หรือกระโดดโปรแกรมย่อยกลับมายังโปรแกรมหลักเมื่อมีการรีเซ็ตเกิดขึ้น

2.17 รีจิสเตอร์ชี้ข้อมูลหรือดาต้าพอยน์เตอร์ (Data Pointer : DPTR)

มีขนาด 16 บิต โดยแบ่งเป็นรีจิสเตอร์ชี้ข้อมูลไบต์สูง (DPH) และรีติสเตอร์ชี้ข้อมูลไบต์ต่ำ (DPL) แต่ละตัวมีขนาด 8 บิต มีแอดเดรสอยู่ที่ 82H สำหรับ DPL และ 83H สำหรับ DPH รีจิสเตอร์ DPTR นี้ใช้ในการเก็บค่า แอดเดรสของหน่วยความจำหรืออุปกรณ์ภายนอกที่ไมโครคอนโทรลเลอร์ต้องการติดต่อด้วย

2.18 รีจิสเตอร์พอร์ต (Port register)

เป็นรีจิสเตอร์ขนาด 8 บิต ที่ใช้เก็บข้อมูล ของแต่ละพอร์ตของไมโครคอนโทรลเลอร์ มี 4 ตัวคือ รีจิสเตอร์พอร์ต 0 มีแอดเดรสอยู่ที่ 80H, รีจิสเตอร์พอร์ท 1 มีแอดเดรสอยู่ที่ 90H, รีจิสเตอร์พอร์ท 2 มีแอดเดรสอยู่ที่ A0H และรีจิสเตอร์พอร์ท 3 มีแอดเดรสอยู่ที่ B0H รีจิสเตอร์ทุกตัวสามารถ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เข้าถึงได้ในระดับ บิต เมื่อต้องการอ่านหรือเขียนข้อมูลออกไปยังพอร์ตของไมโครคอนโทรลเลอร์ จะต้องกระทำผ่าน รีจิสเตอร์นี้ทุกครั้ง

2.19 รีจิสเตอร์บัฟเฟอร์ข้อมูลอนุกรม (Serial Data Buffer : SBUF)

เป็นรีจิสเตอร์ขนาด 8 บิต มีแอดเดรสอยู่ที่ 99H ใช้ในการเก็บข้อมูล ที่ส่งออกหรือรับเข้าของวงจร สื่อสาร อนุกรม ที่มีอยู่ในไมโครคอนโทรลเลอร์ MCS-51 แบบแฟลช จะแบ่งออกเป็น 2 ส่วน คือ รีจิสเตอร์ บัฟเฟอร์ สำหรับส่งข้อมูล และรีจิสเตอร์สำหรับรับข้อมูล ข้อมูลจะถูกส่งต่อไปยังบัฟเฟอร์สำหรับส่งข้อมูลเพื่อส่งออกจากไมโครคอนโทรลเลอร์ผ่านทางขา TxD หรือขา P3.1 ในกรณีที่มีการอ่านข้อมูลจากรีจิสเตอร์ SBUF ข้อมูลจะถูกส่งผ่านไปยังรีจิสเตอร์บัฟเฟอร์สำหรับรับข้อมูลเพื่อส่งไปยังไมโครคอนโทรลเลอร์ต่อไป สำหรับการรับข้อมูลอนุกรมจากภายนอกนั้นจะผ่านมาทางขา RxD หรือ P3.0 ของไมโครคอนโทรลเลอร์ MCS-51

2.20 รีจิสเตอร์ไทม์เมอร์ (Timer register)

เป็นรีจิสเตอร์ขนาด 16 บิต แบ่งเป็นไบต์สูงและไบต์ต่ำเช่นเดียวกับรีจิสเตอร์ DPTR รีจิสเตอร์ไทเมอร์ใช้ในการเก็บค่าของตัวนับหรือเคาเตอร์ ภายในไมโครคอนโทรลเลอร์เพื่อใช้ในการสร้างฐานเวลา, จับเวลา หรือนับจำนวนพัลส์สัญญาณนาฬิกาภายใน บางทีเรียกรีจิสเตอร์ตัวนี้ว่า รีจิสเตอร์ไทม์เมอร์/เคาน์เตอร์ ไทม์เมอร์/เคาน์เตอร์ 2 ตัว แบ่งเป็น T0 หรือ Timer 0 และ T1 หรือ Timer 1 ในรีจิสเตอร์ ในรีจิสเตอร์ยังแบ่งเป็นรีจิสเตอร์ไทเมอร์ไบต์ต่ำ (TL) และรีจิสเตอร์ไทม์เมอร์ไบต์สูง (TH) เหมือนกัน โดยรีจิสเตอร์ TL0 มีแอดเดรสอยู่ที่ 8AH รีจิสเตอร์ TH0 มีแอดเดรสอยู่ที่ 8BH ในขณะที่ TL1 และ TH1 มีแอดเดรสอยู่ที่ 8CH และ BDH โดยมีรีจิสเตอร์ TL2 และ TH2 ซึ่งมีแอดเดรสอยู่ที่ 0CCH และ 0CDH เพิ่มเติมเข้ามา

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.21 รีจิสเตอร์แคปเจอร์ (Capture register)

เป็นรีจิสเตอร์ขนาด 16 บิต มีเฉพาะในไมโครคอนโทรลเลอร์ MCS-51 แบบแฟลชเบอร์ AT89C52 และในอนุกรม AT89xx เท่านั้น เนื่องจากต้องใช้ร่วมกับไทม์เมอร์/เคาเตอร์ 2 รีจิสเตอร์ RCPA2 ซึ่งแบ่งออกเป็นไบต์ต่ำคือ RCPA2L มีแอดเดรสอยู่ที่ 0CAH และไบต์สูงคือ RCAP2H มีแอดเดรสอยู่ที่ 0CBH รีจิสเตอร์แคปเจอร์จะถูกใช้งานเมื่อกำหนดให้ไทม์เมอร์ 2 ทำงานในโหมดแคปเจอร์ซึ่งเป็นโหมดที่กำหนดให้ไมโครคอนโทรลเลอร์ทำการเปลี่ยนแปลงสถานะทางลอจิกที่ขา T2EX ทั้งนี้เพื่อใช้ประโยชน์ในการวัดคาบเวลา ความถี่ และการเปลี่ยนแปลงของสัญญาณ พัลส์ที่ขา T2EX

2.22 รีจิสเตอร์ควบคุม (Control register)

- รีจิสเตอร์ **PCON** เป็นการกำหนดอัตราการรับส่งข้อมูลของวงจรสื่อสารอนุกรมและกำหนดการทำงานในโหมดประหยัดพลังงานของไมโครคอนโทรลเลอร์ MCS-51 แบบแฟลช
- รีจิสเตอร์ **SCON** เป็นรีจิสเตอร์ใช้ในการควบคุมการทำงานของวงจรสื่อสารอนุกรมภายในไมโครคอนโทรลเลอร์ MCS-51 แบบแฟลช
- รีจิสเตอร์ **TCON** และ **T2CON** เป็นรีจิสเตอร์ใช้ในการควบคุมการทำงานของไทเมอร์/เคาเตอร์ ภายในไมโครคอนโทรลเลอร์ MCS-51 แบบแฟลชโดย T2CON ใช้สำหรับไทเมอร์/เคาเตอร์ 2 ของไมโครคอนโทรลเลอร์ MCS-51 แบบแฟลชเบอร์ AT89C52 และในอนุกรม AT89Sxx
- รีจิสเตอร์ **TMOD** และ **T2MOD** เป็นรีจิสเตอร์ที่ใช้กำหนดโหมดหรือลักษณะในการทำงานของไทเมอร์/เคาเตอร์ภายในไมโครคอนโทรลเลอร์ MCS-51 แบบแฟลช โดย T2MOD ใช้สำหรับไทเมอร์/เคาเตอร์ 2 ของไมโครคอนโทรลเลอร์MCS-51แบบแฟลช AT89C52 และในอนุกรม AT89Sxx
- รีจิสเตอร์ **IE** และ **IP** เป็นรีจิสเตอรีที่เกี่ยวข้องกับการตอบสนองการอินเตอร์รัปต์ โดย IE เป็นรีจิสเตอร์สำหรับเอ็นเอเบิลหรือใช้ในการกำหนดลักษณะของการตอบสนองการอินเตอร์รัปต์ ในขณะที่ IP เป็นรีจิสเตอร์สำหรับกำหนดลำดับความสำคัญ ของการ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตอบสนองการอินเตอร์รัปต์ จะให้ซีพียูตอบสนองการเกิดการอินเตอร์รัปต์ในลักษณะใดก่อนหรือหลัง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 3
การทำงานโดยรวมของเครื่องปรุงส้มตำอัตโนมัติ

การทำงานโดยรวมของเครื่องปรุงส้มตำอัตโนมัติ

การทำงานของเครื่องปรุงส้มตำอัตโนมัติโดยรวม ทำงานดังต่อไปนี้

รูปที่ 3.1 โครงสร้างโดยรวมของเครื่องปรุงส้มตำอัตโนมัติ

โครงสร้างประกอบไปด้วยส่วนต่างๆ ดังต่อไปนี้

3.1 ส่วนควบคุมการทำงานของส่วนต่างๆ ของเครื่องปรุงส้มตำอัตโนมัติ

3.2 ส่วนของเครื่องใส่เครื่องปรุงในส่วนของรสชาติ

3.3 ส่วนของเครื่องวัตถุดิบต่างๆ ของส้มตำ

3.4 ส่วนของเครื่องผสมคลุกเคล้า

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.1 ส่วนควบคุมการทำงานของส่วนต่างๆ ของเครื่องปรุงส้มตำอัตโนมัติ

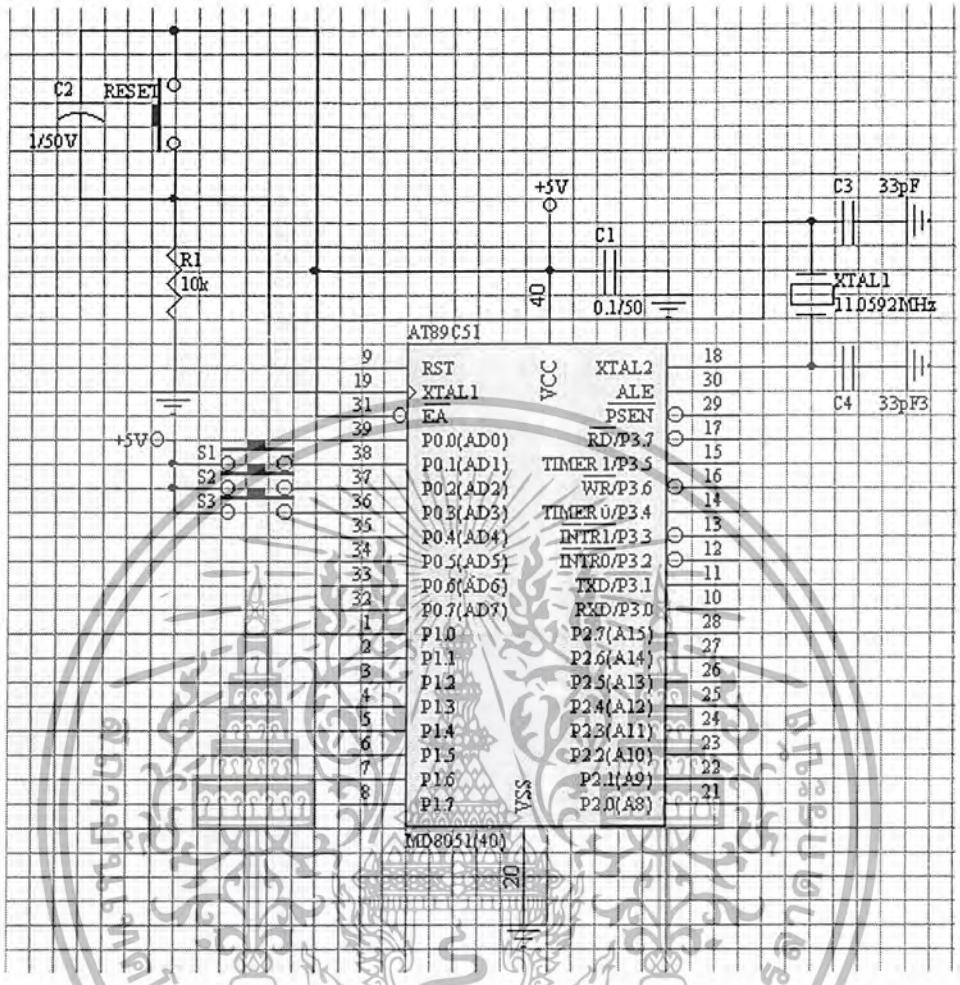
หลักการในการออกแบบ การทำงานนั้นสามารถแบ่งออกเป็น 3 ส่วนใหญ่ๆ คือการทำงานของการปรุงส้มตำที่มีรสธรรมดา การปรุงส้มตำที่มีรสเผ็ดปานกลาง และการปรุงส้มตำที่มีรสเผ็ด ดังนั้นการควบคุมจะต้องมี สวิตช์ ที่มาควบคุมการทำงานทั้ง 3 นี้ และมีตัวที่สามารถรับคำสั่งจากสวิตช์ ทั้ง 3 แล้วไปควบคุมการทำงานของวงจรอื่นๆ ต่อไปให้ได้ตามการทำงานที่ต้องการได้

การออกในการแบบวงจร การทำงานของส่วนต่างๆ ของเครื่องปรุงส้มตำเริ่มด้วยการควบคุมการทำงาน โดยใช้ไมโครคอลโทรลเลอร์ เป็นตัวประมวลผลในการควบคุมวรจรขับมอเตอร์ส่วนต่างๆ ให้ทำงานเพื่อให้วัตถุดิบที่ใช้ต่างๆ ถูกป้อนลงไปตามปริมาณ และลำดับที่กำหนดไว้คือ

- ควบคุมให้ส่วนของเครื่องใส่เครื่องปรุงในส่วนของรสชาติ
- ควบคุมเครื่องย่อยมะละกอที่ใช้ในการปรุง
- ควบคุมให้ส่วนของการใส่วัตถุดิบต่างๆ ของส้มตำ
- ควบคุมในส่วนของการผสมคลุกเคล้า

จากรูปที่ 3.2 จะประกอบไปด้วยตัว IC 89C51 ซึ่งเป็นส่วนสำคัญในการใช้ควบคุมการทำงานของส่วนอื่นๆ ให้เป็นไปตามกระบวนการทำงานที่ต้องการ ซึ่งโครงสร้างและการทำงานได้กล่าวไว้แล้วในบทที่ 2 โดยจะรับคำสั่งจาก สวิตช์ ซึ่งจะมีอยู่ด้วยกัน 3 ตัว ซึ่งตัวแรกนั้นจะเป็นการควบคุมการทำงานในการปรุงรสชาติให้มีรสชาติธรรมดา ตัวที่ 2 นั้นจะเป็นการควบคุมการทำงานในการปรุงรสชาติให้มีรสเผ็ดปานกลาง และตัวที่ 3 นั้นจะเป็นการควบคุมการทำงานในการปรุงรสชาติให้มีรสชาติเผ็ด ทั้ง 3 สวิตช์ นี้เมื่อเกิดกระบวนการทำงานขึ้นก็คือเกิดการกดปุ่มใดปุ่มหนึ่งขึ้น IC ไมโครคอลโทลเลอร์ ก็จะรับข้อมูลมาประมวลผลตามโปรแกรมที่ได้กำหนดไว้ แล้วจะทำการส่งข้อมูลที่เป็นการทำงานของส่วนต่างๆ ให้ทำงานเป็นไปตามขั้นตอนที่ถูกต้อง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3.2 วงจรส่วนควบคุมการทำงานของส่วนต่างๆ ของเครื่องปรุงส้มตำอัตโนมัติ

นอกจากนั้นแต่ละ Port ของ IC 89C51 นั้นก็คือ พอร์ต0, พอร์ต1, พอร์ต2 และ พอร์ต3 จะถูกต่อด้วย IC 74HC541 ดังรูปที่ 3.3 ก่อนส่งไปยังส่วนต่างๆ การที่ข้อมูลถูกส่งไปยังไอซีบัฟเฟอร์เบอร์ 74HC541 นั้นเพื่อที่จะขยายกระแสให้กับขาเอาต์พุตของขา พอร์ต ทั้ง 3 พอร์ต นอกจากนั้นยังทำหน้าที่เป็นตัวป้องกันความเสียหายที่อาจเกิดกันพอร์ตขนานอีกด้วย

การเชื่อมต่อของแต่ละ พอร์ต ของ IC 89C51 เป็นไปดังต่อไปนี้

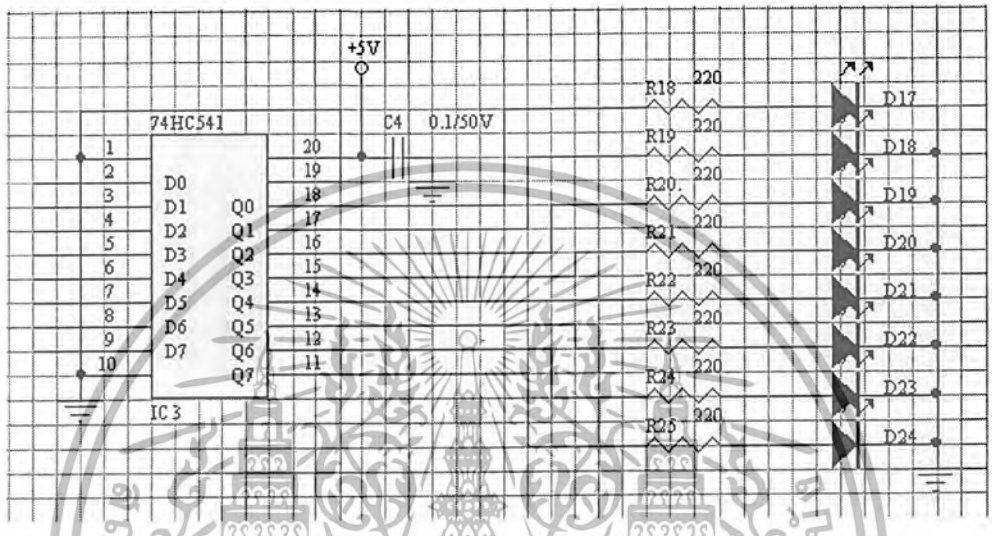
Port 0 เป็นการเชื่อมต่อกับส่วนของ สวิตช์

Port 1 เป็นการเชื่อมต่อกับส่วนของวงจรของเครื่องใส่วัตถุดิบ

Port 2 เป็นการเชื่อมต่อกับส่วนของวงจรของเครื่องผสม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Port 3 เป็นการเชื่อมต่อกับส่วนของวงจรเครื่องใส่ในส่วนของรสชาติและเครื่องย่อยมะละกอ

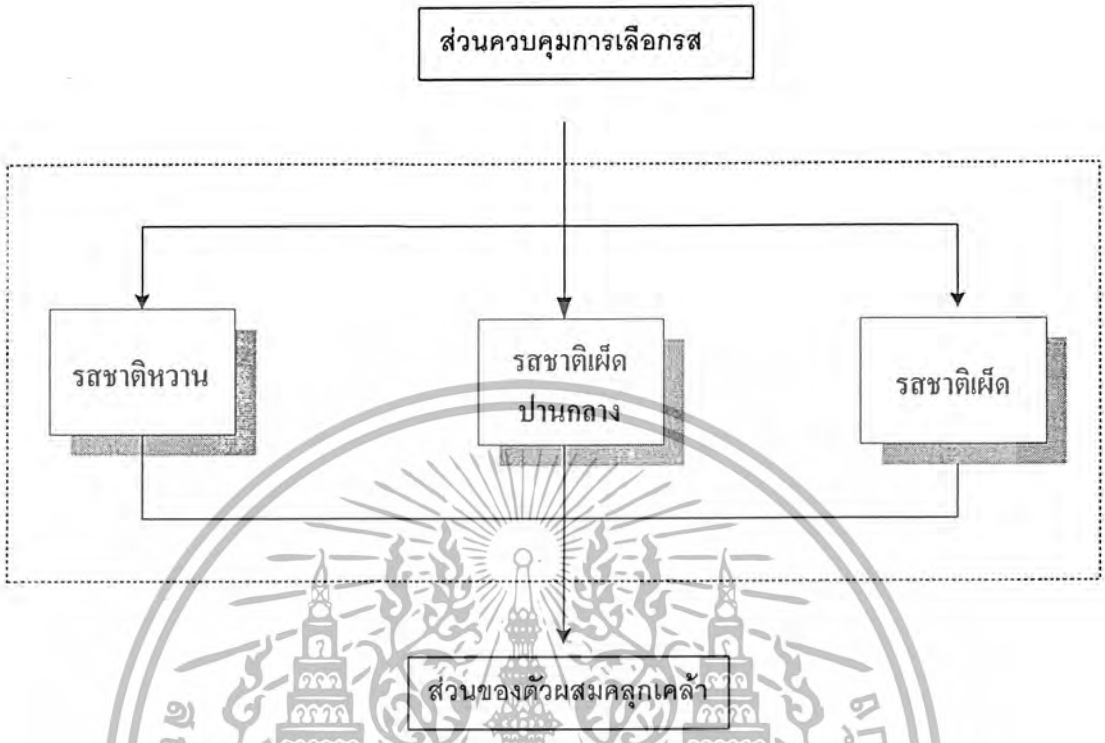


รูปที่ 3.3 วงจร IC 74HC541

3.2 ส่วนของเครื่องใส่เครื่องปรุงในส่วนของรสชาติ

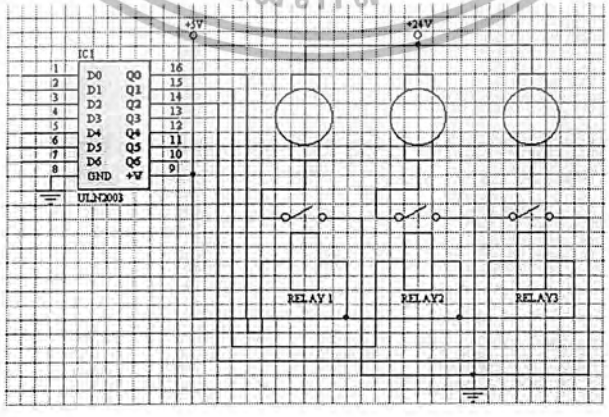
หลักการในการออกแบบ เป็นการทำงานในการปรุงในเรื่องของรสชาติซึ่งจะแบ่งเป็น 3 รสชาติ คือ รสชาติธรรมดา, รสชาติเผ็ดปานกลาง และรสชาติเผ็ด การทำงานทั้ง 3 ส่วนนี้จะเป็นการในเครื่องปรุงที่เป็นของเหลวทั้งหมด โดยเป็นการทำรสชาติไว้สำเร็จรูปไว้แล้ว สามารถเปลี่ยนแปลงรสชาติได้แล้วแต่ความชอบของผู้ที่ปรุงขึ้นมา หรือรสชาติในส่วนนี้จะไม่เหมือนกันขึ้นอยู่กับว่าผู้ใดเป็นคนปรุงขึ้นมา โดยที่กล่าวมาแล้วว่าในส่วนนี้จะเป็นเครื่องปรุงที่เป็นของเหลวทั้งหมด ดังนั้นจึงต้องออกแบบโดยใช้ในแบบของปั๊มดูดน้ำ อย่างไรก็ตามน้ำปรุงในส่วนนี้ก็ยังไม่เป็นของเหลวทั้งหมดเสียทีเดียว แต่ก็ยังมีเศษวัตถุดิบจำพวก กระเทียม, พริกขี้หนู ที่ทุบละเอียดแล้วปนอยู่ด้วย ดังนั้นจะต้องเลือกปั๊มที่มีลักษณะท่อที่ดูดน้ำขั้นมีเป็นท่อที่มีเส้นผ่านศูนย์การที่มีขนาดกว่างพอที่จะให้ของพวกนี้ผ่านไปได้ จึงสามารถนำมาใช้เป็นอุปกรณ์ในส่วนนี้ได้ต่อไป

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3.4 ส่วนของเครื่องใส่เครื่องปรุงในส่วนของรสชาติ

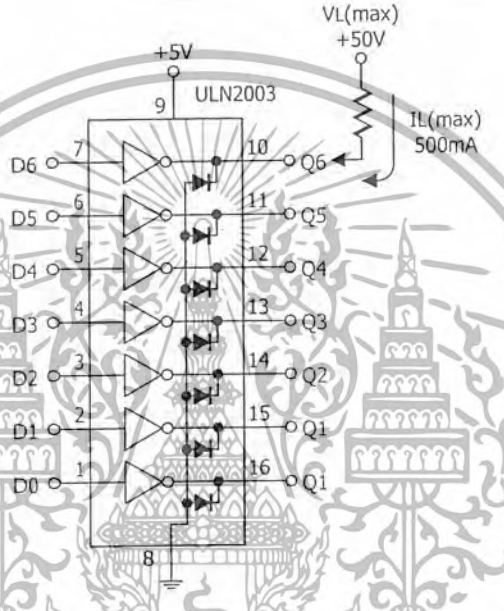
จากรูปที่ 3.4 เครื่องปรุงในส่วนของรสชาตินั้นจะแบ่งออกเป็น 3 ชนิดแล้วแต่ความชอบของแต่ละบุคคลที่จะเลือกโดยจะมี รสหวาน, รสเผ็ดปานกลาง หรือรสปกติธรรมดา และรสเผ็ด ทั้ง 3 ส่วนนี้จะเป็นการทำงานของปั๊มดูดน้ำที่เหมือนกันทั้ง 3 ส่วน แล้วแต่ว่าจะสั่งงานจากตัวควบคุมว่าจะให้ปั๊มไหนทำงาน



รูปที่ 3.5 วงจรควบคุมปั๊ม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การออกแบบวงจร จากรูปที่ 3.5 เป็นวงจรควบคุมการขับมอเตอร์ของปั๊มที่จะนำมาดูดน้ำปรุง โดยภายในวงจรจะประกอบด้วย IC เบอร์ ULN2003, IC ULN2003 เป็นไอซ์อินเวอร์เตอร์ไดรเวอร์ มีรูปแบบการจัดขาและวงจรภายในแสดงในรูปที่ 3.6 สามารถใช้กับแรงดันได้สูงสุด +50V กระแสเอาส์พุตสูงสุดในแต่ละขาเท่ากับ 500mA ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับความสามารถในการจ่ายกระแสของแหล่งจ่ายไฟด้วย



รูปที่ 3.6 รูปแบบการจัดขาและวงจรภายในของไอซี ULN2003

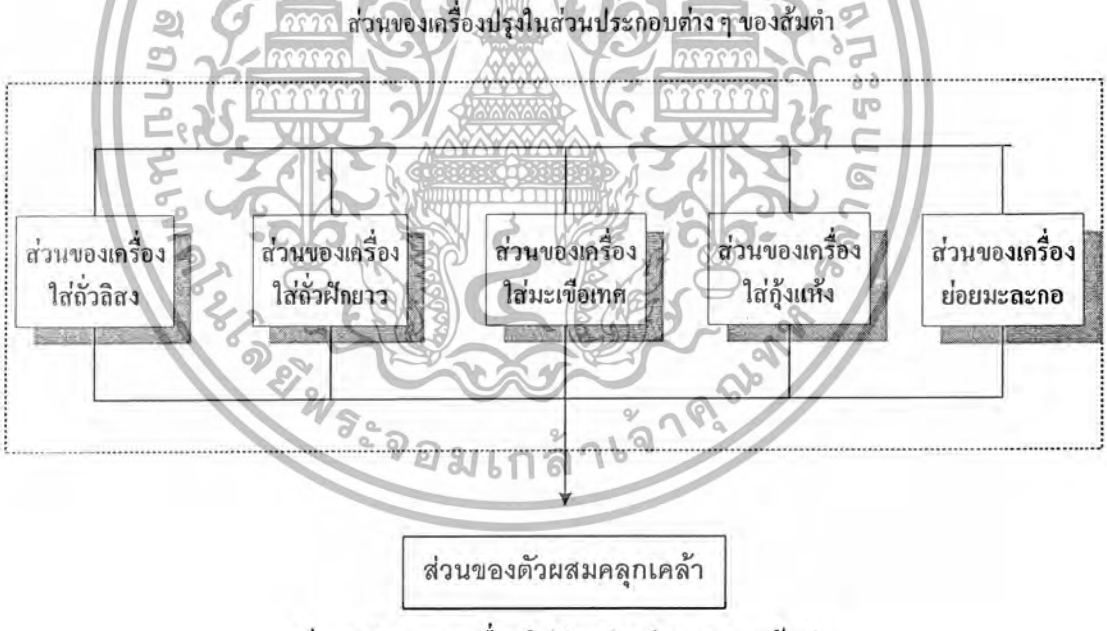
นอกจากนั้นยังต่อไดโอดป้องกันแรงดันย้อนกลับจากอุปการณ์เอาต์พุตที่มีโครงสร้างเป็นขดลวดไว้ที่ทุกขาเอาร์ตพุต ทำให้สามารถขับโหลดที่เป็นขดลวด อาทิ รีเลย์ หรือมอเตอร์ไฟตรงขนาดเล็กถึงขนาดกลางได้ทันที จากไอซีแล้วก็จะมีรีเลย์ รีเลย์เป็นอุปการณ์แม่เหล็กไฟฟ้าแบบหนึ่งที่ใช้ในการตัดต่อวงจร เมื่อขดลวดรีเลย์มีการระแสไฟฟ้าไหลผ่าน จะเกิดสนามแม่เหล็กขึ้น ทำให้หน้าสัมผัสโลหะที่ปกติเปิดวงจรแยกกันอยู่ ถูกดูดติดกันเกิดการต่อวงจรขึ้น ส่วนหน้าสัมผัสที่ปกติต่อวงจรอยู่ก็จะแยกออกจากกัน เกิดการเปิดวงจรขึ้นแทน การควบคุมรีเลย์โดยใช้ไอซี ULN2003 สามารถทำได้อย่างง่ายๆ ดังแสดงในวงจรในรูปที่ 3.5 ต่อขาพอร์ต data บิตใดบิตหนึ่งมาเข้าที่ขาอินพุตของ ULN2003 ส่วนที่เอาต์พุตของ ULN2003 ให้ต่อเข้ากับขาขดลวดของรีเลย์ขาใดขาหนึ่ง ส่วนอีกขาที่เหลือให้ต่อกับไฟเลี้ยงขดลวดรีเลย์ เหตุผลที่ต้องต่อแบบนี้เนื่องจากหากต้องการขับรีเลย์ให้ทำงานโดยไม่สร้างภาระให้แก่วงจรจ่ายไฟเลี้ยงของพอร์ตขนานควรต่อแหล่งจ่ายไฟสำหรับรีเลย์แยกต่างหาก ภายใน ULN 2003 เป็นอินเวอร์หรือนอตเกต เมื่อต้องการสั่งให้รีเลย์ทำงานต้องส่งข้อ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

มูล "1" มาที่อินพุตของ ULN2003 ก็จะเกิดการกลับลอจิกเป็น "0" ทำให้เกิดการครบวงจร มีกระแสไฟฟ้าไหลจากแหล่งจ่ายไฟของรีเลย์ผ่านขดลวดรีเลย์มาครบวงจรที่ขาเอาต์พุตของ ULN2003 ซึ่งในขณะนี้เป็นลอจิก "0" สามารถเทียบเป็นกราวด์ได้ เมื่อเกิดกระแสไฟฟ้าไหลผ่านขดลวดรีเลย์ได้ รีเลย์ก็จะทำงาน และมอเตอร์ของปั๊มก็จะทำงานทันที

3.3 ส่วนของเครื่องใส่วัตถุดิบต่างๆ ของส้มตำ

หลักการในการออกแบบ เป็นการทำงานของการใส่วัตถุดิบต่างๆ ของส้มตำ เช่น ถั่วฝักยาว, ถั่วลิสง, กุ้งแห้ง และมะเขือเทศ เป็นต้น โดยจะแยกเป็นองค์ประกอบได้ดังนี้



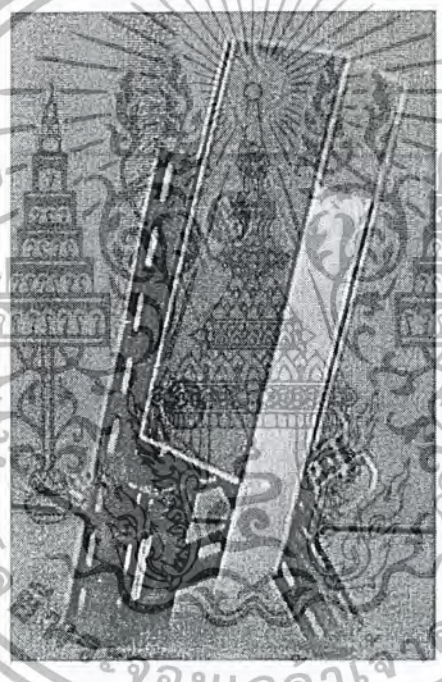
รูปที่ 3.7 ส่วนของเครื่องใส่วัตถุดิบต่าง ๆ ของส้มตำ

เป็นการทำงานในการใส่วัตถุดิบต่างๆ ของส้มตำโดยการทำงานของทั้ง 4 จะทำงานคล้ายคลึงกัน คือ ส่วนของเครื่องใส่ถั่วลิสง, ส่วนของเครื่องใส่ถั่วผักยาว, ส่วนของเครื่องใส่มะเขือเทศ และส่วนของเครื่องใส่กุ้งแห้ง อุปกรณ์ทั้ง 4 นี้จะใส่วัตถุดิบลงไปในกล่องสี่เหลี่ยมผืนผ้า กล่องใส่วัตถุดิบนั้นจะมีฝาปิดซึ่งสามารถเลื่อนขึ้นลงได้แต่ในลักษณะของการเปิดเพื่อให้วัตถุดิบออกมา นั้นจะกำหนดให้ฝาทำการเลื่อนลง เพื่อเป็นการเลี่ยงการเกิดการติดกันของฝากล่องกับวัตถุดิบจะทำ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ให้อุปกรณ์ในส่วนนี้ทำงานต่อไปไม่ได้ การเปิดฝานั้นจะใช้มอเตอร์ DC เป็นตัวขับโซ่ซึ่งติดตัวเกี่ยวเกี่ยวกับฝากล่องอยู่ ซึ่งจะสามารถทำการเลื่อนฝากล่องนั้นๆ ได้ตามต้องการ

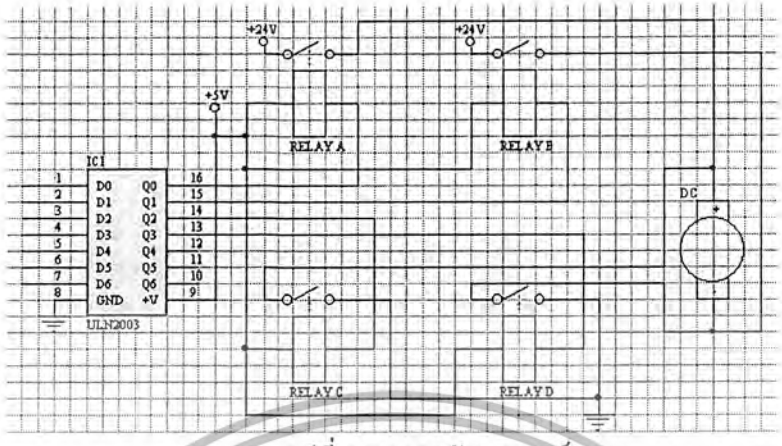
การออกแบบ จากรูปที่ 3.7 เป็นการออกแบบเครื่องใส่วัตถุดิบที่มีการทำงานโดยใช้ Step moter เป็นตัวหมุนเพื่อขับให้ฝาของกล่องเลื่อนลง โดนที่หัวโรเตอร์ของมอเตอร์จะมีชุดเฟืองที่ใช้เป็นตัวขับเฟืองที่ฝาให้เลื่อนลง จากการทดลองปรากฏว่าสามารถทำงานได้ โดยฝาสามารถเลื่องขึ้นและลงได้ แต่เมื่อมาให้งานจริงวัตถุดิบเช่น มะเขือเทศ จะมีน้ำหนักของมันอยู่มาก Step moter ตัวที่ใช้นี้จึงไม่สามารถที่จะมีแรงไปขับให้ฝาเลื่อนเลื่อนขึ้นลงได้ จึงไม่สามารถนำไปทำงานได้จริง



รูปที่ 3.8 การออกแบบเครื่องใส่วัตถุดิบแบบ 1

เมื่อการออกแบบข้างต้นนั้นไม่สามารถนำไปใช้งานได้จริง จึงต้องมีการแก้ไข โดยการเปลี่ยนมอเตอร์ที่สามารถขับฝาเปิดเมื่อมีน้ำหนักมากดมากๆ ได้ ดังนั้นจึงได้เปลี่ยนมาใช้ชุดมอเตอร์ DC 24V โดยภายในชุดมอเตอร์นั้นจะมีชุดเฟืองซึ่งทดอยู่ จึงสามารถเลื่อนฝาเลื่อนที่มีวัตถุดิบที่มีน้ำหนักมากดมากๆ ได้ ดังนั้นจึงสามารถนำไปใช้งานได้จริง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3.9 วงจรขับมอเตอร์

การออกแบบวงจร จากรูปเป็นวงจรขับมอเตอร์ในส่วนของเครื่องใส่วัตถุดิบต่างๆ ของส้มตำ จะเป็นการทำงานของไอซี ULN2003 กับรีเลย์ โดยตัวควบคุมจะเป็นตัวส่ง data มาควบคุมไอซีอีกทีหนึ่งและไอซี ULN2003 ก็จะสั่งให้รีเลย์ทำงานดังที่ได้กล่าวมาแล้ว เนื่องจากในส่วนนี้เราต้องการให้มอเตอร์มีการทำงานในลักษณะหมุน 2 ทิศทาง คือให้มอเตอร์หมุนฝาเลื่อนขึ้นและลง ดังนั้นเราจึงให้การทำงานของรีเลย์ 4 ตัวต่อลักษณะดังรูปที่ 3.8 การทำงานจะมีลักษณะดังนี้คือ ถ้าจะให้มอเตอร์หมุนลงเราจะต้องให้รีเลย์ A และรีเลย์ D ทำงาน แรงดัน 24V ก็จะผ่านเข้าไปในรีเลย์ A ไปยังขั้วบวกของมอเตอร์และผ่าน ไปยังรีเลย์ D ลงกราวด์ และถ้าจะให้มอเตอร์หมุนขึ้นเราจะต้องให้รีเลย์ B และรีเลย์ C ทำงาน แรงดัน 24V ก็จะผ่านเข้าไปในรีเลย์ A ไปยังขั้วลบของมอเตอร์และผ่านไปยังรีเลย์ C ลงกราวด์ ดังนี้ก็จะสามารถสั่งให้รีเลย์สามารถหมุนขึ้นลงได้ตามต้องการ

3.4 เครื่องย่อยมะละกอ

หลักการในการออกแบบ เครื่องย่อยมะละกอ จะต้องทำงานโดยใส่มะละกอที่ปอกเปลือกแล้วนำไปใส่ในเครื่องย่อย เครื่องย่อยทำการขูดเป็นเส้นเองโดยอัตโนมัติก่อนที่จะป้อนเข้าสู่กระบวนการ คลุกเคล้าอีกที จากรูปที่ 3.10 การทำงานของเครื่องย่อยมะละกอนั้น เมื่อมะละกอถูกย่อยออกมาแล้วจะต้องสามารถไหลลงสู่เครื่องผสมซึ่งอยู่ข้างล่างได้ ดังนั้นการทำงานต้องเป็นลักษณะที่ใบขูดจะต้องอยู่ต่ำกว่าชิ้นมะละกอ เมื่อทำการขูดแล้วเส้นมะละกอจะต้องหล่นลงข้างล้างทันที และต้องคำนึงด้วยว่ามะละกอนั้นเมื่อทำการขูดแล้วจะมีความหนืดมาก จะต้องออกแบบให้มะละกอที่ขูดออกมานั้นจะต้องไม่ติดสิ่งใดด้วยเพื่อที่ให้เส้นมะละกอไหลลงมาได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รูปที่ 3.10 ส่วนของเครื่องขูด

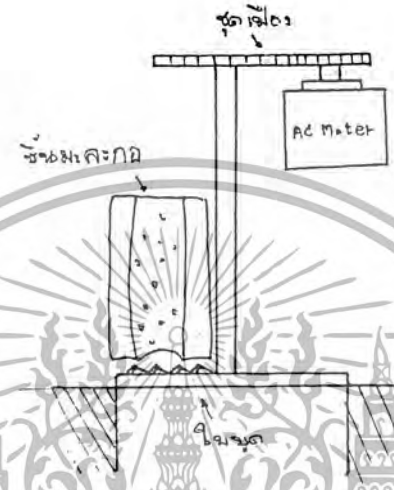
การออกแบบ จากรูปที่ 3.11 โดยมอเตอร์จะอยู่ข้างบนโดยโรเตอร์จะมีที่ยึดชิ้นมะละกอ ซึ่งเมื่อมอเตอร์ทำงานชิ้นมะละกอก็จะเกิดการหมุนขึ้น และใต้ชิ้นมะละกอนั้นก็จะเป็นใบซึ่งเป็นใบที่สามารถขูดชิ้นมะละกอออกเป็นเส้นได้ซึ่งได้ยึดติดอยู่กับฐาน เมื่อขูดแล้วเส้นมะละกอก็จะสามารถไหลลงข้างล่างได้ เมื่อทดลองการทำงานแล้วปรากฏว่าไม่สามารถยึดชิ้นมะละกอไว้ได้ อันเนื่องมาจากมอเตอร์เกิดการรอบหมุนที่มากเกินไป เมื่อมอเตอร์หมุนแล้วชิ้นมะละกอจะถูกดีดออกไปจากเครื่องย่อย จึงไม่สามารถนำไปใช้งานจริงได้

รูปที่ 3.11 การออกแบบเครื่องย่อยมะละกอแบบที่ 1

จากรูปที่ 3.12 ทำการต่อมอเตอร์ไว้ในแบบเดิมแต่จะทำการทดเฟืองให้มอเตอร์มีรอบหมุนที่น้อยลงมาจากแบบแรก และจะแตกต่างกับแบบแรกก็คือเมื่อมอเตอร์เกิดการหมุนขึ้นจะทำให้ใบขูดมะละกอหมุนแทน โดยจะใส่ชิ้นมะละกอไว้บนใบเหมือนเดิม และที่ใส่ชิ้นมะละกอก็จะออกแบบเป็นช่องเพื่อกันชิ้นมะละกอถูกดีดกระเด็นหลุดไปอีก เมื่อทำการทดลองแล้วปรากฏว่าสามารถ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

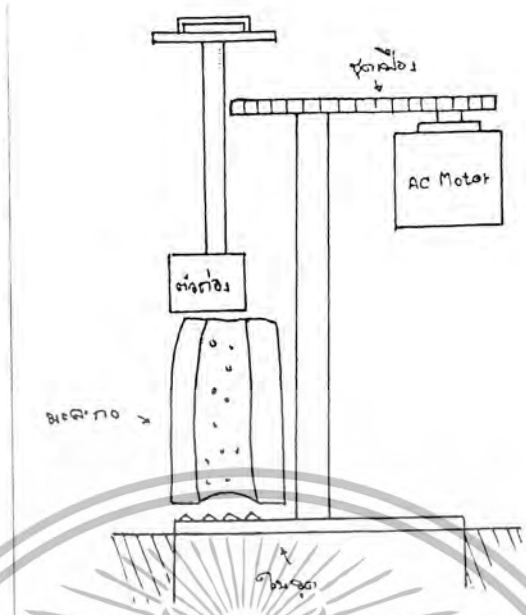
ขูดมะละกอได้ และเมื่อขูดแล้วสามารถไหลลงข้างล่างได้ แต่เส้นมะละกอที่ได้นั้นเป็นเส้นมะละกอที่บางมากไม่เหมาะสมที่จะนำไปทำส้มตำได้ จึงไม่สามารถนำไปใช้งานได้จริง



รูปที่ 3.12 การออกแบบเครื่องย่อยมะละกอแบบที่ 2

เมื่อแบบที่แล้วนั้นสามารถทำงานได้แต่เส้นมะละกอที่ได้นั้นมีความบางเกินไปไม่เหมาะสมที่จะนำไปทำส้มตำ จึงต้องหาวิธีในการที่ทำให้เส้นมะละกอที่ได้มีความหนาขึ้น พบว่าเมื่อเครื่องทำงานทำการขูดมะละกอไปนั้นถ้าเราทำการกดมะละกอเบาๆ และค่อยกดให้แรงขึ้นทีละนิด จะทำให้เส้นมะละกอที่ได้นั้นจะมีความหนาขึ้นตามแรงที่กด ดังนั้นในการออกแบบครั้งที่ 3 นี้ จะเหมือนการออกแบบที่ 2 แต่จะมีตัวกดดังแสดงในรูปที่ 3.13 โดยจะเป็นตัวกดชิ้นมะละกอซึ่งตัวกดนี้จะมีน้ำหนักพอดีที่จะทำให้ชิ้นมะละกอมีความหนาและไม่หนักเกินไปที่ทำให้มะละกอบี้แบนเนื่องจากน้ำหนักของการกดได้ เหมาะสมที่จะนำไปทำเป็นส้มตำได้ เพราะฉะนั้นการออกแบบครั้งนี้สามารถนำเครื่องย่อยมะละกอไปทำงานได้จริง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



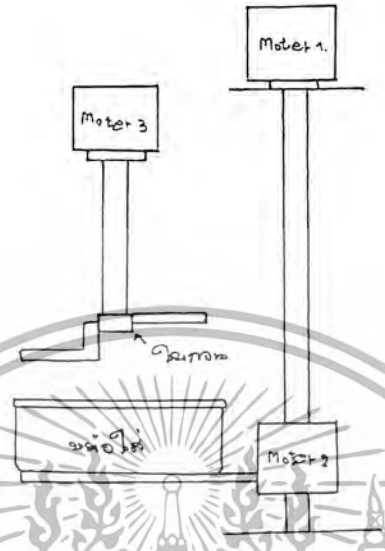
รูปที่ 3.13 การออกแบบเครื่องย่อยมะละกอแบบที่ 3

การออกแบบวงจร วงจรควบคุมของเครื่องย่อยมะละกอจะมีลักษณะเหมือนกับวงจรในรูปที่ 3.5 และการทำงานนั้นก็เหมือนกัน แต่จะแตกต่างกันตรงที่มอเตอร์ที่ใช้ในอุปกรณ์ส่วนนี้จะเป็นมอเตอร์ AC

3.5 ส่วนของเครื่องผสมคลุกเคล้า

หลักการในการออกแบบ เมื่ออุปกรณ์ต่างๆ ทำหน้าที่ส่งวัตถุดิบออกมาแล้วก็จะถึงหน้าที่ของเครื่องผสม เครื่องผสมจะต้องมีการทำงานอยู่หลายขั้นตอนด้วยกันนั้นก็คือ เมื่อเครื่องป้อนวัตถุดิบคือ ถั่วลิสง, ถั่วฝักยาว, กุ้งแห้ง และมะเขือเทศ กับเครื่องปรุงในส่วนของรสชาติออกมาแล้ว มันก็จะไปคอยให้ส่วนต่างๆ ที่กล่าวมานี้ไหลลงหม้อผสม ต่อจากนั้นมันจะหมุนไปรับมะละกอที่ถูกย่อยจนเป็นเส้นแล้ว และมันก็จะหมุนไปตรงใบกวนแล้วดึงตัวเองขึ้นไปผสมคลุกเคล้า เมื่อคลุกเคล้าจนได้ที่แล้วมันก็จะลดระดับลงมาเป็นขั้นตอนสุดท้านจนสำเร็จเป็นส้มตำที่รับประทานได้ ในส่วนนี้จะใช้มอเตอร์ DC จำนวน 3 ตัวด้วยกัน ตัวแรกทำหน้าที่หมุนไปรับวัตถุดิบต่างๆ ตัวที่ 2 เป็นตัวยกขึ้นและลงเพื่อไปหาใบกวน และตัวที่ 3 เป็นตัวขับใบกวนให้หมุน ดังรูปที่ 3.14

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

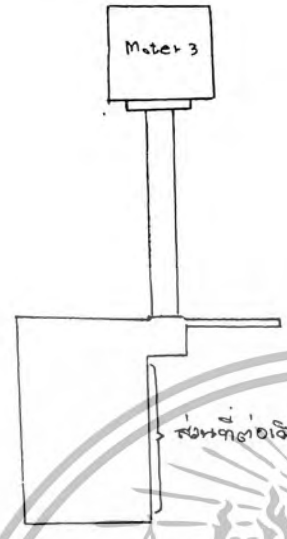


รูปที่ 3.14 รูปของเครื่องผสม

การออกแบบ ดังแสดงในรูปที่ 1.14 แต่เมื่อทดลองการทำงานแล้วพบว่า การทำงานของมอเตอร์ตัวที่ 2 ที่มีหน้าที่เลื่อนขึ้นและเลื่อนลงนั้น การทำงานจะช้ามากกว่าที่หม้อใส่วัตถุดิบจะไปถึงใบกวนใน และลงในตำแหน่งที่ต้องการ

เราสามารถลดเวลาขึ้นและลงของมอเตอร์ 2 ให้เร็วขึ้นได้ โดยการเพิ่มความยาวของใบกวนให้มีความสูงขึ้นดังแสดงในรูปที่ 1.15 เพื่อให้ระยะทางที่มอเตอร์ 2 ขึ้นและลงนั้นมีระยะทางที่สั้นลง และการที่ใบกวนมีความสูงขึ้นนั้นยังสามารถกันไม่ให้เส้นมะละกอขึ้นไปติดบนใบได้เมื่อมอเตอร์ 2 ทำการเลื่อนหม้อผสมลง จึงสามารถนำชุดของเครื่องผสมนี้นำไปใช้งานได้จริง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3.15 การออกแบบเครื่องผสมแบบที่ 2

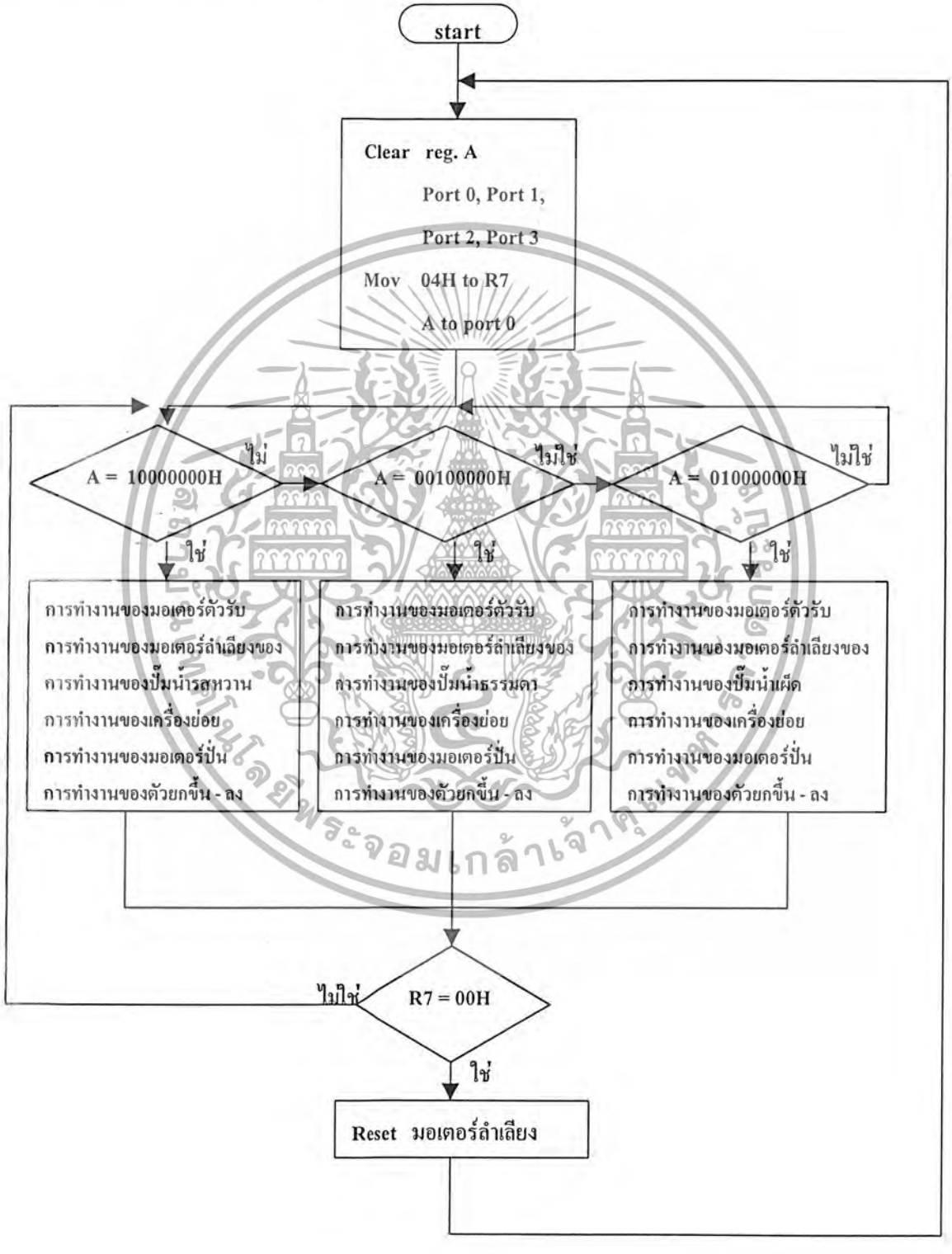
การออกแบบวงจร ส่วนวงจรของส่วนนี้ทั้งหมดและการทำงานของวงจรนั้นจะเหมือนกันกับรูปที่ 3.9 ที่อธิบายไว้ก่อนหน้านี้แล้ว

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Flow Chart แสดงขั้นตอนการทำงาน

โปรแกรมสั่งงานเครื่องปรุงส้มตำอัตโนมัติ

เขียน Flow Chart แสดงขั้นตอนการทำงาน

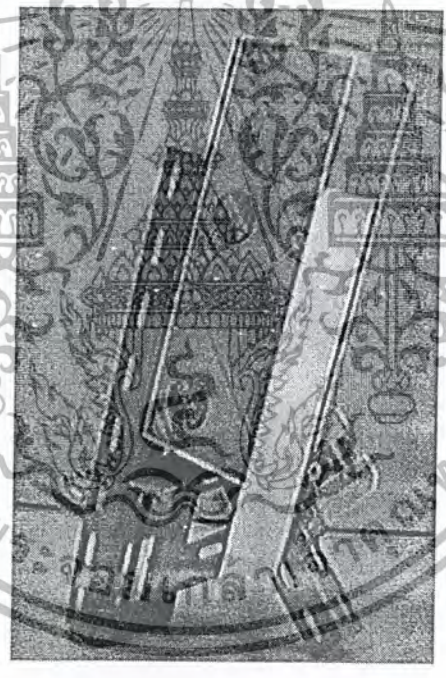


เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 4
ผลการทดลอง

4.1 เครื่องใส่วัตถุดิบ

ในการทดลองนี้เป็นการทดสอบการทำงานของเครื่องใส่วัตถุดิบของส้มตำ โดยการทดลองนั้นเราจะใช้การส่งข้อมูลเพื่อขับสเต็ปเปอร์มอเตอร์จากคอมพิวเตอร์ก่อน โดยส่งข้อมูลจากโปรแกรม "Visual Basic" ผ่านไปยังวงจร EX-01 จึงจะส่งข้อมูลไปที่วงจร EX-02



รูปที่ 4.1 เครื่องใส่วัตถุดิบ เครื่องแรก

แต่ผลที่ได้คือสเต็ปเปอร์มอเตอร์ที่เรานำมาใช้นั้น มีขนาดเล็ก ทำให้ไม่สามารถมำลังพอที่จะดึงฝากกล่องให้เปิดขณะที่กล่องบรรจุวัตถุดิบอยู่ได้

ต่อมาเราได้ปรับปรุงโดยเปลี่ยน จากสเต็ปเปอร์มอเตอร์ มาใช้ "ดีซี มอเตอร์" แล้วใช้โซ่เป็นตัวเลื่อนเปิด-ปิดฝา แต่ ดีซี มอเตอร์ที่นำมาใช้นั้น มีกำลังที่จะเปิดฝากล่องที่บรรจุวัตถุดิบได้จริง แต่เกิดความผิดพลาดจากวงจรที่ออกแบบ ทำให้ตัวกล่องสามารถเลื่อนเปิดฝาได้ทางเดียว แต่ไม่สามารถเลื่อนกลับขึ้นมาอีกด้านได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ทดลองป้อนค่า	ระยะทางที่ฝากล่องเลื่อน (นิ้ว)
00000101B; DELAY 1	1.8
00000101B; DELAY 3	2.1
00000101B; DELAY 6	2.4
00000101B; DELAY 7	2.5
00000101B; DELAY8	2.6

ตารางผลการทดลองที่ 4.1 เครื่องป้อนวัตถุดิบ

4.2 ชุดเครื่องปรุงในส่วนของรสชาติ

ในส่วนของชุดน้ำปรุงรสนี้ เราใช้ "ไมโครคอนโทรลเลอร์" ควบคุมระยะเวลาที่เปิดปั๊ม เนื่องจากชุดปั๊มที่เราใช้ เป็นมอเตอร์ดีซีปริมาณน้ำปรุงที่จ่ายออกมาจะขึ้นอยู่กับระยะเวลาที่เปิดปั๊มทำงาน

ทดลองป้อนค่า	ระยะเวลาที่ปั๊มทำงาน (วินาที)
01000000B	1
01000000B	3
01000000B	5
01000000B	7
01000000B	9

ตารางผลการทดลองที่ 4.2 ชุดปั๊มน้ำปรุงรส

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.3 ชุดย่อยมะละกอ

ในส่วนของชุดขูดมะละกอนี้เราได้ลองทำการขูดชิ้นมะละกอให้เป็นเส้นแล้ว ปรากฏว่าเส้นมะละกอที่ขูดได้นั้น จะมีความเหนียว ทำให้เส้นที่ขูดได้ติดกับรางที่ใช้ใส่วัตถุดิบ ทำให้วัตถุดิบอื่นๆ ไหลลงมาติดด้วย ทำให้ไม่สามารถใส่วัตถุดิบลงหม้อผสมได้ตามต้องการ เราจึงทำการย้าย ชุดเครื่องขูดมะละกอนี้ มาไว้ในส่วนหลังขบวนการ ใส่วัตถุดิบอย่างอื่น ทำให้รางใส่วัตถุดิบนี้ไม่เหนียว วัตถุดิบชนิดอื่นที่นำมาใช้สามารถไหลลงหม้อผสมได้อย่างราบลื่น

ทดลองป้อนค่า	ระยะเวลาที่ชุดย่อยทำงาน(วินาที)
00000001B	1
00000001B	2
00000001B	3
00000001B	5
00000001B	7

ตารางผลการทดลองที่ 4.3 ชุดย่อยมะละกอ

4.4 ส่วนเครื่องคลุกเคล้า

ในส่วนของเครื่องคลุกเคล้านี้ เราจะแบ่งย่อย ได้ 3 ส่วน

- ชุดเลื่อนหม้อผสมในแนวราบ
- ชุดเลื่อนหม้อผสมในแนวตั้ง
- ส่วนของใบกวน

4.4.1 ชุดเลื่อนหม้อผสมในแนวราบ

ในส่วนของชุดนี้ จะทำหน้าที่ เลื่อนหม้อผสมไปรองรับ วัตถุดิบจากส่วนอื่นๆ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ทดลองป้อนค่า	หม้อผสมเลื่อนทำมุม (องศา)
00000101B; DELAY 2	เดินหน้า 135
00000101B; DELAY 3	เดินหน้า 160
00001010B; DELAY 2	ถอยกลับ 30
00001010B; DELAY 3	ถอยกลับ 45
00001010B; DELAY 4	ถอยกลับ 90

ตารางผลการทดลองที่ 4.4 ชุดเลื่อนหม้อผสมวัตถุดิบในแนวราบ

4.4.2 ชุดเลื่อนหม้อผสมในแนวดิ่ง

ในส่วนนี้จะกระทำสองหน้าที่คือ การยกหม้อผสมขึ้นไปหาใบกวนเพื่อทำการคลุกเคล้า และอีกหน้าที่คือ เลื่อนหม้อผสมลงในกรณีที่กระทำการผสมคลุกเคล้าเสร็จเรียบร้อยแล้ว

ทดลองป้อนค่า	ระยะทางที่หม้อผสมเลื่อน (นิ้ว)
01010000B; DELAY 10	เลื่อนขึ้น 2.2
01010000B; DELAY 15	เลื่อนขึ้น 3.1
01010000B; DELAY 22	เลื่อนขึ้น 4
10100000B; DELAY 15	เลื่อนลง 3.5
10100000B; DELAY 16	เลื่อนลง 4

ตารางผลการทดลองที่ 4.5 ชุดเลื่อนหม้อผสมวัตถุดิบในแนวดิ่ง

4.4.3 ส่วนของใบกวน

ในส่วนของชุดกวนจะทำหน้าที่ คลุกเคล้า ส่วนผสมต่างๆให้เข้ากัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ทดลองป้อนค่า	ระยะเวลาที่ใบกวนทำงาน (วินาที)
10000000B; DELAY 7	21
10000000B; DELAY 8	23
10000000B; DELAY 9	25
10000000B; DELAY 10	27
10000000B; DELAY 12	35

ตารางผลการทดลองที่ 4.6 ในส่วนของใบกวน

สรุปผลการทดลอง

หลังจากที่เราได้ทำการทดลองการทำงานร่วมกันของส่วนต่างๆแล้ว เราได้พบกับปัญหาดังนี้

- วัตถุดิบสามารถหล่นออกมาจาก กล่องใส่ได้ ในช่วงเวลาที่ไม่ต้องการใส่วัตถุดิบ เนื่องจาก กล่องใส่วัตถุดิบจะเปิดตลอดจนกว่าวัตถุดิบจะหมดจึงทำให้ วัตถุดิบที่อยู่บริเวณด้านบนจะหล่นลงมา ในขณะที่เครื่องเกิดการสั่นสะเทือนจากการทำงานในส่วนอื่น
- น้ำปรุงไหลลงมา หลังจากหม้อผสมเลื่อนผ่านไปทำงานในส่วนอื่นแล้ว เนื่องจากโปรแกรมหน่วงเวลาที่เราตั้งไว้สั้นไป ทำให้หม้อผสมรอน้ำปรุงได้ปริมาณหนึ่ง แต่น้ำปรุงส่วนที่เหลืออยู่บนพื้นลาด ก็จะไหลมาไม่ทันทำให้ไม่ลงหม้อผสม
- ชุดเลื่อนหม้อผสมในแนวราบ เลื่อนมาไม่ตรงกับ "ใบกวน" ทำให้เวลายกขึ้นไปผสมแล้ว ใบกวนจะหมุนขัดกับบริเวณของหม้อผสม อาการนี้เกิดเนื่องจากหัวมอเตอร์ที่ใช้ทำหน้าที่เลื่อนซ้ายขวา กับหัวแกนแนวดิ่งไม่สนิทจะทำให้เหลือช่องว่างระหว่าง หัวมอเตอร์กับแกน ในเวลาที่เราสั่งงานให้เลื่อนซ้ายหรือขวา หม้อผสมจึงเลื่อนฟรีไปได้อีกนิดหน่อย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
;**********START**********;
        ORG   0000H
MAIN2:  MOV   R7,#04H
MAIN:   MOV   P0,#00000000B
        MOV   P1,#00000000B
        MOV   P2,#00000000B
        MOV   P3,#00000000B
        MOV   A,#00000000B
START:   MOV  A,P0
        CJNE  A,#10000000B,MEDIUM
        ACALL   PSUGARY
MEDIUM: CJNE  A,#00100000B,HARD
              ACALL  PMEDIUM
HARD:   CJNE  A,#01000000B,START
              ACALL  PHARD

;********RESET 1&2&3&4*********;
RESET:  DJNZ   R7,MAIN
        MOV    A,#00001010B
        MOV    P1,A
        ACALL  DELAY1
        ACALL  DELAY1
        ACALL  DELAY1
        ACALL  DELAY1
        MOV    A,#10100000B
        MOV    P1,A
        ACALL  DELAY1
        ACALL  DELAY1
        ACALL  DELAY1
        ACALL  DELAY1
        AJMP   MAIN2

;***********PSUGARY************;
PSUGARY: MOVA,#00000101B      ;11 (forward)
         MOV  P3,A
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
ACALL       DELAY2
ACALL       CLEAR
MOV  A,#00000101B   ;1&2
MOV  P1,A
ACALL       DELAY1
ACALL       CLEAR
MOV   A,#01010000B     ;3&4
MOV  P1,A
ACALL       DELAY1
ACALL       CLEAR
MOV  A,#01000000B     ;sugary water
MOV  P2,A
ACALL  DELAY7
ACALL       CLEAR
ACALL       DELAY1
MOV  A,#00001010B   ;11 (reverse1)
MOV  P3,A
ACALL  DELAY3
ACALL       CLEAR
MOV   A,#00000001B     ;papaya
MOV  P2,A
ACALL       DELAY2
ACALL       CLEAR
MOV  A,#00000000B
MOV  P3,A
ACALL       DELAY1
ACALL       CLEAR
MOV  A,#00001010B     ;11 (reverse2)
MOV  P3,A
ACALL       DELAY4
ACALL       CLEAR
MOV  A,#01010000B   ;up to mixing
MOV  P3,A
ACALL       DELAY5
ACALL       DELAY5
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
        ACALL   DELAY6
        ACALL   DELAY6
        ACALL   CLEAR
        MOV     A,#10000000B ;mixing
        MOV     P2,A
        ACALL   DELAY6
        ACALL   DELAY6
        ACALL   CLEAR
        MOV   A,#10100000B      ;down from mixing
        MOV   P3,A
        ACALL   DELAY5
        ACALL   DELAY5
        ACALL   DELAY6
        ACALL   CLEAR
        AJMP  RESET

;************PSUGARY*************;
PMEDIUM: MOV A,#00000101B     ;11 (forward)
        MOV   P3,A
        ACALL   DELAY2
        ACALL   CLEAR
        MOV   A,#00000101B    ;1&2
        MOV   P1,A
        ACALL   DELAY1
        ACALL   CLEAR
        MOV     A,#01010000B      ;3&4
        MOV   P1,A
        ACALL   DELAY1
        ACALL   CLEAR
        MOV   A,#00100000B      ;sugary water
        MOV   P2,A
        ACALL  DELAY7
        ACALL   CLEAR
        ACALL   DELAY1
        MOV   A,#00001010B    ;11 (reverse1)
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
MOV  P3,A
ACALL    DELAY3
ACALL        CLEAR
MOV    A,#00000001B      ;papaya
MOV  P2,A
ACALL        DELAY2
ACALL        CLEAR
MOV  A,#00000000B
MOV  P3,A
ACALL        DELAY1
ACALL        CLEAR
MOV  A,#00001010B      ;11 (reverse2)
MOV  P3,A
ACALL        DELAY4
ACALL        CLEAR
MOV  A,#01010000B   ;up to mixing
MOV  P3,A
ACALL        DELAY5
ACALL        DELAY5
ACALL        DELAY6
ACALL        DELAY6
ACALL        CLEAR
MOV    A,#10000000B ;mixing
MOV     P2,A
ACALL        DELAY6
ACALL        DELAY6
ACALL        CLEAR
MOV  A,#10100000B      ;down from mixing
MOV  P3,A
ACALL        DELAY5
ACALL        DELAY5
ACALL        DELAY6
ACALL        CLEAR
AJMP RESET
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
;**************HARD**************;
PHARD:    MOV A,#00000101B      ;11 (forward)
          MOV  P3,A
          ACALL          DELAY2
          ACALL          CLEAR
          MOV  A,#00000101B   ;1&2
          MOV  P1,A
          ACALL          DELAY1
          ACALL          CLEAR
          MOV    A,#01010000B      ;3&4
          MOV  P1,A
          ACALL          DELAY1
          ACALL          CLEAR
          MOV  A,#00010000B     ;sugary water
          MOV  P2,A
          ACALL  DELAY7
          ACALL          CLEAR
          ACALL          DELAY1
          MOV  A,#00001010B   ;11 (reverse1)
          MOV  P3,A
          ACALL    DELAY3
          ACALL          CLEAR
          MOV    A,#00000001B      ;papaya
          MOV  P2,A
          ACALL          DELAY2
          ACALL          CLEAR
          MOV  A,#00000000B
          MOV  P3,A
          ACALL          DELAY1
          ACALL          CLEAR
          MOV  A,#00001010B     ;11 (reverse2)
          MOV  P3,A
          ACALL          DELAY4
          ACALL          CLEAR
          MOV  A,#01010000B   ;up to mixing
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
        MOV  P3,A
        ACALL       DELAY5
        ACALL       DELAY5
        ACALL       DELAY6
        ACALL       DELAY6
        ACALL       CLEAR
        MOV   A,#10000000B ;mixing
        MOV    P2,A
        ACALL       DELAY6
        ACALL       DELAY6
        ACALL       CLEAR
        MOV  A,#10100000B     ;down from mixing
        MOV  P3,A
        ACALL       DELAY5
        ACALL       DELAY5
        ACALL       DELAY6
        ACALL       CLEAR
        AJMP RESET

;**********DELAY 1&2**********;
DELAY1:          MOV  R2,#06H
DELAY_3:  MOVR1,#0FFH
DELAY_2:  MOVR0,#0FFH
DELAY_1:  DJNZ        R0,DELAY_1
        DJNZ R1,DELAY_2
        DJNZ R2,DELAY_3
        RET
;********DELAY 11(FORWARD)******;
DELAY2:          MOV  R2,#0AH
DELAY_6:  MOVR1,#0FFH
DELAY_5:  MOVR0,#0FFH
DELAY_4:  DJNZ        R0,DELAY_4
        DJNZ R1,DELAY_5
        DJNZ R2,DELAY_6
        RET
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

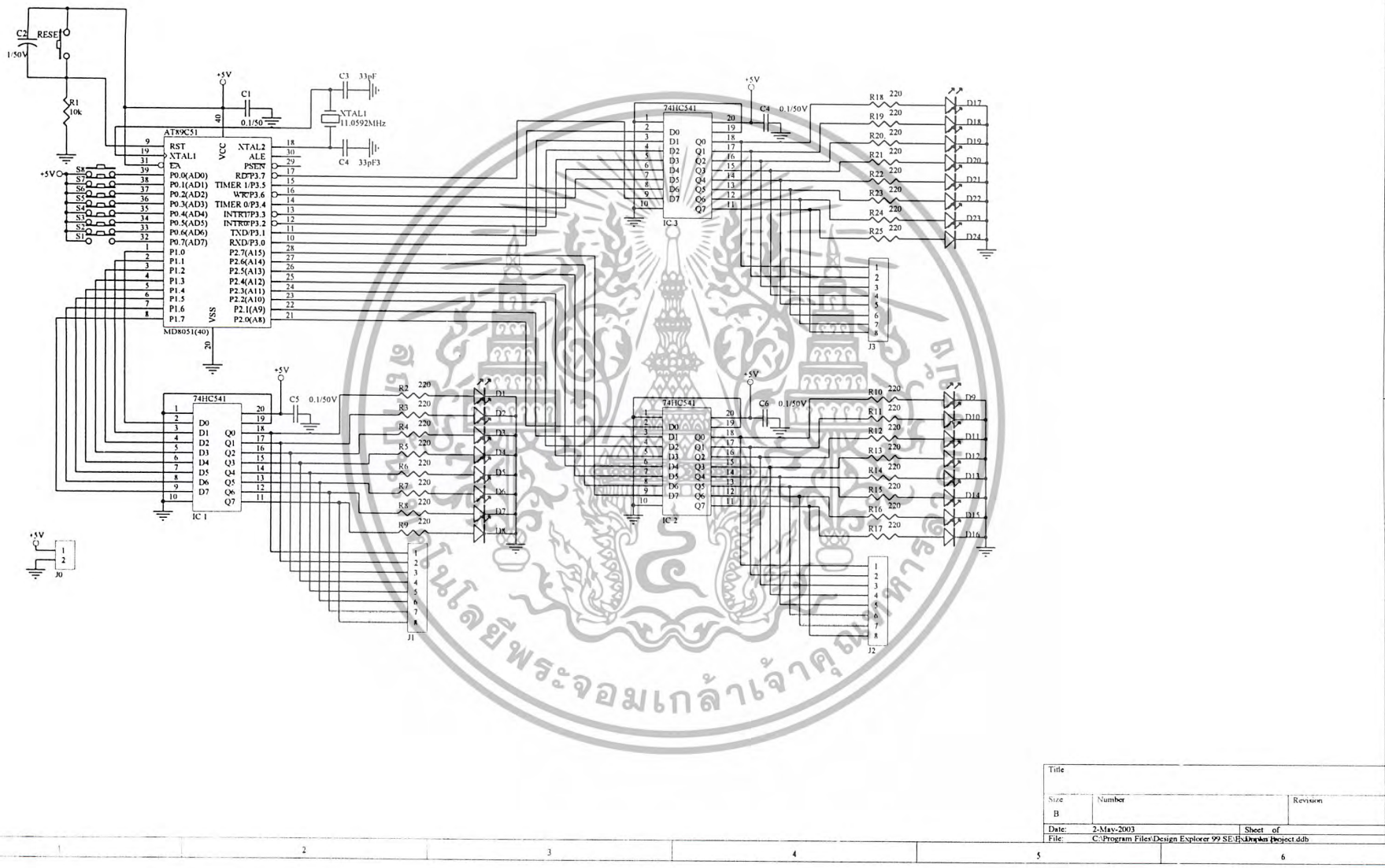
```
;******DELAY 11(REVERSE1)*******;
DELAY3:          MOV  R2,#04H
DELAY_9:   MOVR1,#0FFH
DELAY_8:   MOVR0,#0FFH
DELAY_7:   DJNZ          R0,DELAY_7
           DJNZ R1,DELAY_8
           DJNZ R2,DELAY_9
           RET
;******DEALY 11(REVERSE2)*******;
DELAY4:          MOV  R2,#06H
DELAY_12:  MOVR1,#0FFH
DELAY_11:  MOVR0,#0FFH
DELAY_10:  DJNZ          R0,DELAY_10
           DJNZ R1,DELAY_11
           DJNZ R2,DELAY_12
           RET
;************ DELAY5 ************;
DELAY5:          MOV  R2,#0FFH
DELAY_15:  MOVR1,#0FFH
DELAY_14:  MOVR0,#0FFH
DELAY_13:  DJNZ          R0,DELAY_13
           DJNZ R1,DELAY_14
           DJNZ R2,DELAY_15
           RET
;************ DELAY6 ************;
DELAY6:          MOV  R2,#20H
DELAY_18:  MOVR1,#0FFH
DELAY_17:  MOVR0,#0FFH
DELAY_16:  DJNZ          R0,DELAY_16
           DJNZ R1,DELAY_17
           DJNZ R2,DELAY_18
           RET
;******** DELAY WATER *********;
DELAY7:          MOV  R2,#13H
DELAY_21:  MOVR1,#0FFH
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

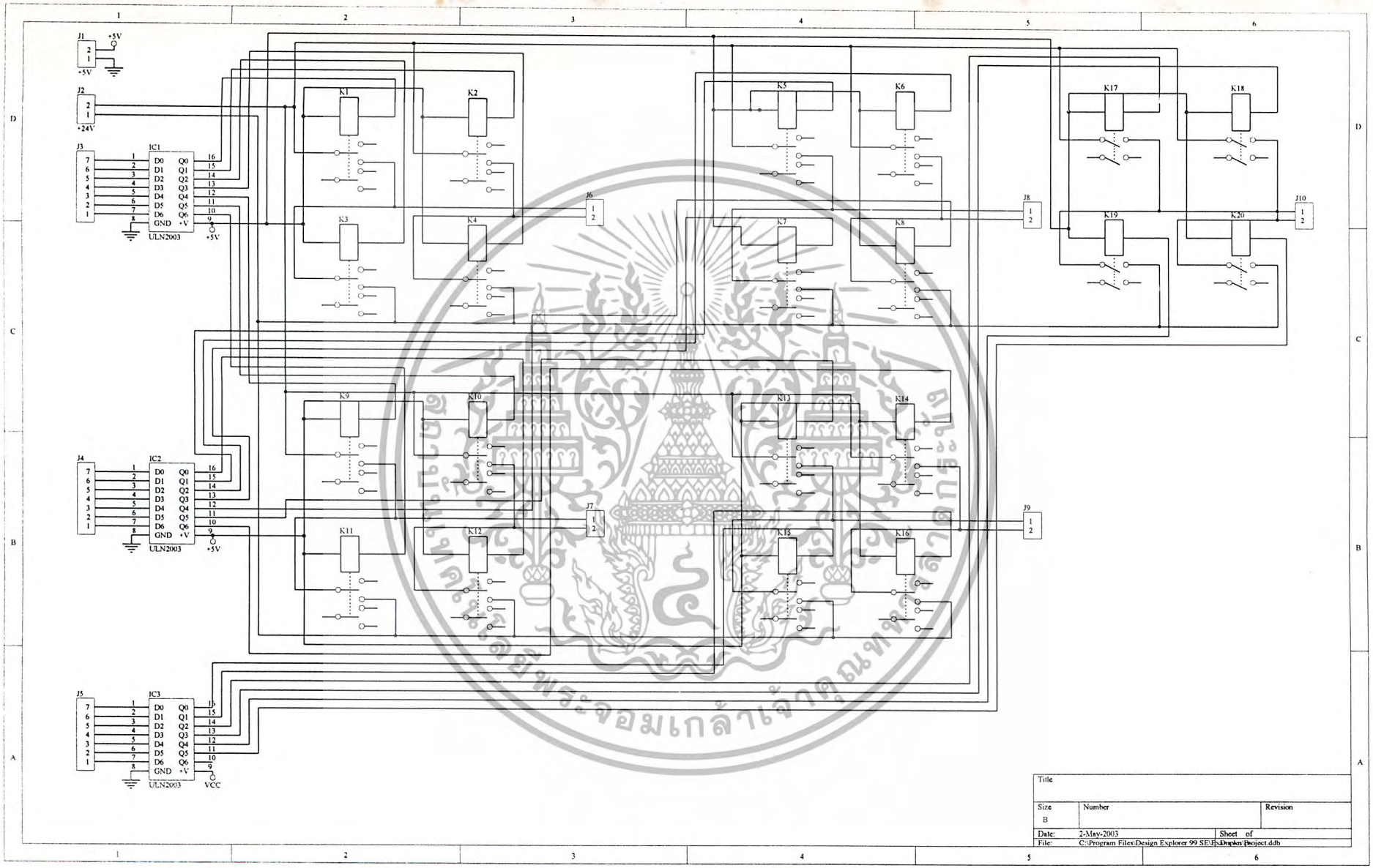
```
DELAY_20:  MOVR0,#0FFH
DELAY_19:  DJNZ          R0,DELAY_19
           DJNZ R1,DELAY_20
           DJNZ R2,DELAY_21
           RET
;********** DELAY ***********;
DELAY8:              MOV  R2,#08H
DELAY_24:  MOVR1,#0FFH
DELAY_23:  MOVR0,#0FFH
DELAY_22:  DJNZ          R0,DELAY_22
           DJNZ R1,DELAY_23
           DJNZ R2,DELAY_24
           RET

;************CLEAR**************;
CLEAR:   MOV   A,#00000000B
         MOV     P1,A
         MOV     P2,A
         MOV     P3,A
         RET
          END
;**************END************;
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



Title		
Size: B	Number	Revision
Date: 2-May-2003		Sheet of
File: C:\Program Files\Design Explorer 99 SE\Examples\Project.ddb		


J1
+5V
+5V
J2
+24V
J3
IC1
D0 Q0
D1 Q1
D2 Q2
D3 Q3
D4 Q4
D5 Q5
D6 Q6
GND +V
ULN2003
+5V
J4
IC2
ULN2003
+5V
J5
IC3
ULN2003
VCC
K1
K2
K3
K4
K5
K6
K7
K8
K9
K10
K11
K12
K13
K14
K15
K16
K17
K18
K19
K20
J6
J7
J8
J9
J10
Title
Size
B
Number
Revision
Date:
2-May-2003
Sheet of
File:
C:\Program Files\Design Explorer 99 SE\Examples\Project.ddb