

การควบคุมกล้องวงจรปิดด้วยรีโมทไร้สาย

CONTROL CAMERA BY WIRELESS REMOTE CONTROL



โดย
นางสาว วิไลวรรณ ต่ายเทศ
นาย สุระวุธ เรือนพันธ์

ปริญญานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต

สาขาวิชาวิศวกรรมโทรคมนาคม

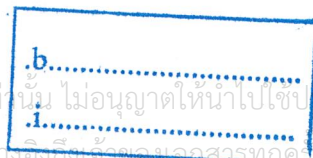
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

ปีการศึกษา 2545

เลขหมู่.....

เลขทะเบียน 50125

วัน,เดือน,ปี 21.1.2547



สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารฉบับนี้ที่มีการนำไปใช้

WMA

การควบคุมกล้องวงจรปิดด้วยรีโมทไร้สาย

CONTROL CAMERA BY WIRELESS REMOTE CONTROL



ปริญญานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต

สาขาวิชาวิศวกรรมโทรคมนาคม

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

ปีการศึกษา 2545

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ปริญญาโทปีการศึกษา 2545

ภาควิชาวิศวกรรมโทรคมนาคม

คณะวิศวกรรมศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

เรื่อง การควบคุมกล้องวงจรปิดด้วยรีโมทไร้สาย

CONTROL CAMERA BY WIRELESS REMOTE CONTROL

ผู้จัดทำ

1. นางสาว วิไลวรรณ ต่ายเทศ 43015086
2. นาย สุระวุธ เรือนพันธ์ 43015098

อาจารย์ที่ปรึกษา

(รศ. สมยศ จุณณปิยะ)



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การควบคุมกล้องวงจรปิดด้วยรีโมทไร้สาย

Control camera by wireless remote control

โดย นางสาววิไลวรรณ ต่ายเทศ 43015086

นายสุระวุธ เรือนพันธ์ 43015098

อาจารย์ที่ปรึกษา รศ. สมยศ จุณณะปิยะ

บทคัดย่อ

ในปัจจุบันกล้องมีใช้งานกันอย่างแพร่หลาย เช่น งานด้านรักษาความปลอดภัย หรือการบันทึกหรืองานถ่ายทอดต่าง ๆ เป็นต้น ในการใช้งานกล้องที่ติดตั้งอย่างถาวร เช่น ในจุดรักษาความปลอดภัยในที่ประชุมหรือในสถานที่ต่าง ๆ ต้องมีการควบคุมเพื่อให้จับภาพในมุมต่าง ๆ เพื่อความสะดวกของผู้ใช้งานเราจึงเลือกใช้รีโมทคอนโทรลไร้สายในการควบคุมการเคลื่อนไหวของกล้อง โดยบังคับได้ทั้งหันซ้ายขวา ก้ม และเงย โดยใช้ไมโครคอนโทรลเลอร์ในการประมวลผลสัญญาณที่รับมาจากรีโมทคอนโทรลแล้วทำการสั่งงานชุดควบคุมชุดเคลื่อนไหวที่ฐานกล้องซึ่งมีทั้งทางแนวแกนตั้งและแนวแกนนอน

ABSTRACT

At present, the video camera is used in several jobs such as security system , recording or broadcasting etc. Permanent mounting base camera in security or in meeting room is controlled to scan around the room . For comfortable, we choose Wireless Remote Control to control movement of camera in left- right directions, up-down directions . We use microcontroller for process signals which received from Remote Control and send control signals to control movement part that mount at the base of camera which have vertical and horizontal axis.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ

	หน้า
บทที่ 1 บทนำ	1
1.1 วัตถุประสงค์	1
1.2 ขอบเขตของโครงการ	1
1.3 ขั้นตอนการดำเนินงาน	1
บทที่ 2 ทฤษฎีและหลักการ	2
2.1 กล้องโทรทรรศน์วงจรถัด	2
2.2 สเตปป์มอเตอร์	5
2.3 พื้นฐานทั่วไปของตระกูล MCS-51	15
2.4 การเชื่อมโยง 8255 กับ MCS-51	27
บทที่ 3 การคำนวณและสร้าง	39
3.1 หลักการทำงาน	39
3.2 ภาคเครื่องส่ง	42
3.3 ภาคเครื่องรับ	42
3.4 ส่วนการหมุนของสเตปป์มอเตอร์	43
บทที่ 4 การทดลองและผลการทดลอง	46
4.1 ขั้นตอนการทดลองการรับส่งสัญญาณจากรีโมตคอนโทรล	46
4.2 ขั้นตอนการทดลองในส่วนของสเตปป์มอเตอร์	46
4.3 ขั้นตอนการทดลองในส่วนของไมโครคอนโทรลเลอร์	46
4.4 ผลการทดลอง	47
บทที่ 5 วิจารณ์และสรุปผล	59

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญรูปภาพ

	หน้า
บทที่ 2 ทฤษฎีและหลักการกลังอิทรทัศน์วงจรปิด	
รูปที่ 2.1 แสดงโครงสร้างทั่วไปของ ซีซีดี	4
รูปที่ 2.2 วงจรกระตุ้นสเตปป์มอเตอร์ 3 เฟส	5
รูปที่ 2.3 ไคอะแกรมของระบบขับเคลื่อนสเตปป์มอเตอร์	6
รูปที่ 2.4 โครงสร้างวาริเอเบิลรีลัคแตนซ์มอเตอร์	7
รูปที่ 2.5 ฟลักซ์แม่เหล็กที่เกิดขึ้น	7
รูปที่ 2.6 โรเตอร์และสเตเตอร์	8
รูปที่ 2.7 แสดงหน้าตัดของ 4 เฟสมอเตอร์มีฟันโรเตอร์ 50 ซี่ มุมสเตป 1.8 องศา	8
รูปที่ 2.8 โครงสร้างของสเตปป์มอเตอร์ 4 เฟส	9
รูปที่ 2.9 การวางแผนแม่เหล็กตามยาวเพื่อสร้างสนามขั้วเดียวกัน	10
รูปที่ 2.10 ชนิดของการขับเคลื่อนสเตปป์มอเตอร์	11
รูปที่ 2.11 การพันแบบไบฟีลา	12
รูปที่ 2.12 การพันแบบไมโนฟีลา	12
รูปที่ 2.13 วงจรสมมูลย์ของสเตปป์มอเตอร์	13
รูปที่ 2.14 วงจร Diode Suppressor	13
รูปที่ 2.15 วงจร Diode/Register Suppressor	14
รูปที่ 2.16 วงจร Zenor Diode Suppressor	14
รูปที่ 2.17 วงจร Condenser Suppressor	15
รูปที่ 2.18 แสดงการจัดวางขาต่าง ๆ ของ MCS-51	16
รูปที่ 2.19 แสดงรายละเอียดโครงสร้างหลักของไมโครคอนโทรลเลอร์ MCS-51	21
รูปที่ 2.20 วงจรภายในของพอร์ตทุกพอร์ตในไมโครคอนโทรลเลอร์ MCS-51 แบบแฟลช	22
รูปที่ 2.20 (ต่อ) วงจรภายในของพอร์ตทุกพอร์ตในไมโครคอนโทรลเลอร์ MCS-51 แบบแฟลช	23
รูปที่ 2.21 ไซเกิลการทำงานของไมโครคอนโทรลเลอร์ MCS-51 แบบแฟลช	26
รูปที่ 2.22 การจัดวางขาและโครงสร้างของ 8255	28
รูปที่ 2.23 การเชื่อมโยง 8255 เข้ากับ CPU	32
รูปที่ 2.24 CONTROL WORDS ทั้ง 2 แบบของ MODE และ BIT DEFINITION FORMAT	33
รูปที่ 2.25 การโปรแกรมบิทของพอร์ต C (ใช้เป็นเอาต์พุตเท่านั้น)	34
รูปที่ 2.26 ผังเวลา(โหมด 1)อินพุตพอร์ต	35
รูปที่ 2.27 ผังเวลา(โหมด 2)เอาต์พุตพอร์ต	36
รูปที่ 2.28 แสดงตาราง Control Word ของ mode 2 และ mode 0 (input) ญาติให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า	37
รูปที่ 2.29 แสดงตาราง Control Word ของ mode 2 และ mode 0 (output) ของเอกสารทุกครั้งที่มีก 37 นำไปใช้	37

รูปที่ 4.18 แสดงตัวสร้างรีโมตคอนโทรล	55
รูปที่ 4.19 แสดงวงจรภายในภาคส่งของรีโมตคอนโทรล	56
รูปที่ 4.20 แสดงส่วนหมุนของตัวกล้องเมื่อกดรีโมตให้หมุนขวา	56
รูปที่ 4.21 แสดงส่วนหมุนของตัวกล้องเมื่อกดรีโมตให้หมุนซ้าย	57
รูปที่ 4.22 แสดงส่วนหมุนของตัวกล้องเมื่อกดรีโมตให้หมุนลง	57
รูปที่ 4.23 แสดงส่วนหมุนของตัวกล้องเมื่อกดรีโมตให้หมุนขึ้น	58



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญตาราง

	หน้า
บทที่ 2 ทฤษฎีและหลักการ	
ตารางที่ 2.1 แสดงฟังก์ชันพิเศษของพอร์ต	17
ตารางที่ 2.2 หน้าที่ พิเศษของพอร์ต 1 ในไมโครคอนโทรลเลอร์ MCS-51 แบบแฟลชของ Atmel	24
ตารางที่ 2.3 สรุปลิโหมคต่างๆ ของ 8255	29
ตารางที่ 2.4 ตารางความจริงของ 8255	30
ตารางที่ 2.5 I/O ADDRESS ของ 8255	31
ตารางที่ 2.6 การโปรแกรม INTE ของพอร์ต A,B	35
บทที่ 3 การคำนวณและการสร้าง	
ตารางที่ 3.1 เปรียบเทียบหมายเลขช่องในฐาน 10 และฐาน 2	39



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 1

บทนำ

ในการดำรงชีวิตประจำวันของมนุษย์ต้องมีการต่อสู้ คืบร่น เพื่อจะได้มีชีวิตอยู่รอดต่อไปในสังคม จึงทำให้เกิดการก่ออาชญากรรม ดังนั้นจึงต้องมีแนวทางป้องกัน และใช้ตรวจสอบ อาชญากรรมที่เกิดขึ้นเบื้องต้น และสามารถนำมาใช้ได้จริง จึงได้มีการนำกล้องโทรทัศน์วงจรปิดมาติดตั้งตามสถานที่ต่าง ๆ เราจึงทำอุปกรณ์ที่ใช้ในการควบคุมกล้องวงจรปิดแบบไร้สายขึ้น

1.1 วัตถุประสงค์

1. สามารถนำกล้องไปใช้ในสถานที่ต่าง ๆ ได้
2. สามารถใช้ไมโครคอนโทรลเลอร์ในการควบคุมสัญญาณได้
3. สามารถสร้างรีโมทคอนโทรลเพื่อใช้ในการควบคุมกล้องได้

1.2 ขอบเขตของโครงการ

1. สร้างรีโมทคอนโทรลในการควบคุมกล้องโดยใช้อินฟราเรดให้มีระยะในการควบคุม 6-10 เมตร
2. รีโมทคอนโทรลสามารถควบคุมการเคลื่อนไหวของกล้องโดยบังคับทิศทางให้หันซ้าย ขวา ก้ม และ เงย ได้

1.3 ขั้นตอนการดำเนินงาน

1. สร้างตัวขับเคลื่อน
2. ทำภาครับภาคส่งรีโมทคอนโทรล
3. สร้างชุดควบคุมการเคลื่อนไหวของกล้อง
4. ทดลองการทำงาน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 2

ทฤษฎีและหลักการ

2.1 กล้องโทรทัศน์วงจรปิด

cctv (closed-circuit television) เป็นกล้องวงจรชนิดหนึ่งที่ใช้ในสถานที่ต่าง ๆ นั้นได้แก่ โรงงาน โรงพยาบาล ห้างสรรพสินค้า ร้านขายทอง เป็นต้น

สินค้าใหม่ ๆ ของ cctv นั้นเริ่มมีขนาดเล็กลง มีเลนส์ชนิดพิเศษ ราคาถูกลงทำให้เป็นที่แพร่หลายในวงการอุตสาหกรรม ซึ่งในระบบ cctv นั้นจะประกอบด้วย ตัวกล้อง เลนส์ จอรับภาพ และอุปกรณ์เพิ่มเติม

แน่นอนในการติดตั้งตัวกล้องนั้น จะต้องติดตั้งในที่ไกลจากส่วนควบคุม หรือที่ ๆ ต้องการจะทำการติดตั้ง ตัวอย่างของการติดตั้งตัวกล้อง และจอภาพขึ้นอยู่กับการวินิจฉัยและสภาวะการใช้งาน เช่น การใช้งานในโรงพยาบาลซึ่งต้องคุณนั้พิเศษหรือการจราจรที่ต้องตรวจสอบความเรียบร้อยและป้องกันการเกิดอาชญากรรม ในที่ ๆ มีความเสี่ยงสูง เช่น ในธนาคาร ที่จอดรถ สวนสาธารณะ ในร้านทอง เป็นต้น

การควบคุมภาพโทรทัศน์ถูกใช้ในที่ ๆ มีอาชญากรรมเกิดขึ้นนั้นจะมีการป้องกันสองแบบคือ

1. การป้องกันแบบปกปิด (covert)
2. การป้องกันแบบเปิดเผย (overt)

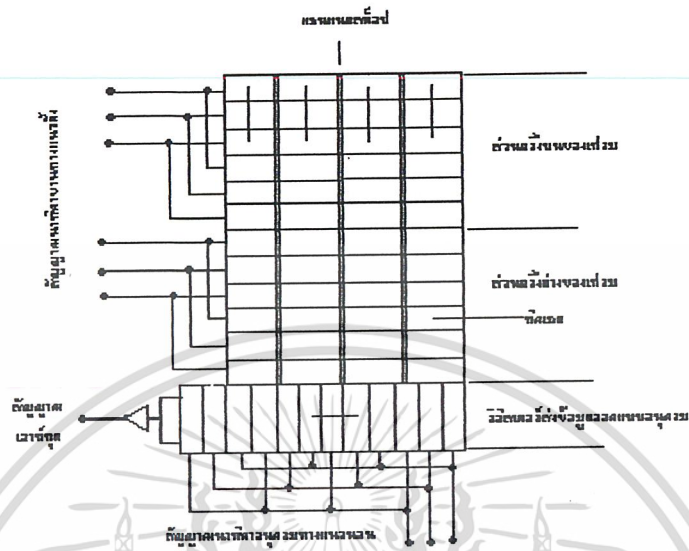
การป้องกันแบบปกปิดคือระบบที่นำกล้องไปซ่อนไว้ และ การป้องกันแบบเปิดเผยคือระบบที่นำกล้องไปติดตั้งในที่ ๆ เห็นเด่นชัดการป้องกันแบบเปิดเผยนั้นมีความคิดจากการตรวจดูใน ที่ส่วนบุคคล และการป้องกันการขโมยใช้สำหรับตรวจตราความปลอดภัย เพื่อที่จะได้ค้นหาในระยะใกล้ ๆ

การหมุนของกล้องนั้นสามารถแบ่งออกเป็นทั้งแบบคงที่และแบบเคลื่อนที่ได้ซึ่ง จะเรียกแบบเคลื่อนที่ได้ว่า การสแกน (scanner) คือ การสามารถเคลื่อนที่ได้โดยใช้มอเตอร์เล็ก ๆ ช่วยในการหมุน ซึ่งกล้องที่ทำการหมุนจะทำการหมุนจากด้านใดด้านหนึ่งไปสุดที่อีกด้านหนึ่ง การหมุนของกล้องนั้นสามารถปรับหมุนถึง 350 องศา โดยหมุนอย่างต่อเนื่องติดต่อกันซึ่งจะเรียกว่า การสแกนอัตโนมัติ (auto scanner) การสแกนสามารถที่จะสั่งให้สแกน หยุดการสแกน หมุนซ้าย หรือหมุนขวาโดยการใช้คำสั่งที่สั่งจากห้องควบคุม การสแกนที่หมุนตามทางแนวนอน (horizontal) เรียกว่าการแพนนิ่ง (panning) และการหมุนในทางแนวตั้ง (vertical) เรียกว่า การทิลต์ (tilt) และการหมุนได้ทั้งสองแกนในตัวเดียวกันเราจะเรียกว่า แพนน์ แอน ทิลต์ ไดรฟ์ (pan and tilt drive)

การป้องกันตัวกล้องจากสภาพแวดล้อม ในการใช้กล้องในสภาพแวดล้อมนั้นต้องการป้องกันจากการใช้งานมากมายหลาย ๆ ที่ ซึ่งจะมีสภาพแวดล้อมที่แตกต่างกันไป ตัวอย่างกล้องที่คิดไว้สังเกตคน และสภาพต่าง ๆ ภายนอกนั้นจะต้องมีการป้องกันจากความร้อนและความเย็นจากสภาพของอากาศ เพราะฉะนั้นกล้องที่ต้องติดตั้งภายนอกจะต้องมีส่วนป้องกัน

นอกจากนี้สภาพแวดล้อมที่ร้อนหรือเย็นเกินไปก็อาจทำให้กล้องทำงานผิดปกติได้เช่นกัน เราไม่สามารถแบ่งส่วนป้องกันออกตามราคาได้ว่าสภาพแวดล้อมใดก็ได้แก่ทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ย่านตอบสนองต่อคลื่นยาวได้กว้าง มีช่วงไดนามิกเรนจ์กว้าง และเก็บรายละเอียดได้อย่างมีประสิทธิภาพ



รูปที่ 2.1 แสดงโครงสร้างทั่วไปซีซีดี

รูปที่ 2.1 แสดงให้เห็นโครงสร้างทั่วไป และการคับปิ้งสัญญาณของอุปกรณ์ตัวนี้ จะเห็นได้ทันทีว่ามีการแบ่งพื้นที่ออกเป็นส่วนเล็ก ๆ มากมายซึ่งแต่ละชิ้นเรียกว่า พิกเซล (pixel) และถ้าสังเกตจากโครงสร้างแล้วจะเห็นได้ว่าไม่มีการแบ่งแต่ละพิกเซลออกเป็นตำแหน่งแอดเดรสเหมือนในหน่วยความจำชนิดอื่น ๆ แต่จะมีการแบ่งออกเป็นแถว (row) และหลัก (column) แต่มีส่วนคั่นกลางที่เรียกว่า แชนแนลสตอป (channel stop) คั่นระหว่างแต่ละหลัก ภายในแต่ละพิกเซลจะมีประจุอยู่ตัวหนึ่งทำให้เกิดภาพ และจะมีการถ่ายเทเมื่อมีแสงมาตกกระทบ การถ่ายเทก็ย่อมมีตัวพาหรือยึดเหนี่ยว ซึ่งซีซีดีจะใช้หลักการหมุนเฟส (phase lock voltages) ในแต่ละแถวจะมีการกำหนดสถานะทางไฟฟ้า ด้วยการหมุนเฟส 3 เฟสที่มีความสัมพันธ์กันของช่วงเวลาและแรงดัน ด้วยการทำงานเช่นนี้ประจุแต่ละพิกเซลจึงมีการถ่ายเทจากจุดหนึ่งไปยังอีกจุดหนึ่งได้ เมื่อประจุเคลื่อนมาถึงขอบของแถว ก็จะมีการส่งผ่านให้รีจิสเตอร์ เพื่อนำสัญญาณออกไปยังภายนอกโดยการทยอยข้อมูลแบบอนุกรมของรีจิสเตอร์ และถูกควบคุมโดยการหมุนเฟสเช่นเดียวกัน ดังนั้นผลรวมของการหมุนเฟสทั้งแนวนอนและแนวตั้งจึงสามารถนำประจุออกภายนอกได้ เพื่อใช้ในการประมวลผลและสร้างภาพต่อไป สำหรับความละเอียดของภาพและความไวต่อแสงสว่างน้อย ๆ ขึ้นอยู่กับจำนวนพิกเซลบนตัว ซีซีดี ซึ่งมีให้เลือกหลายขนาดตามต้องการ ยิ่งจำนวนพิกเซลมากเท่าไรประสิทธิภาพก็จะสูงขึ้นเท่านั้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1. ป้องกันจากฝุ่นละอองเศษผง ไม่ให้เข้าไปในตัวกล้อง
2. ป้องกันจากการเปลี่ยนแปลงของสภาพอากาศ
3. ป้องกันจากความร้อนจัดและความเย็นจัด
4. ป้องกันจากการระเบิด
5. ป้องกันจากการขโมยและจิกไม่ปรกติ
6. ป้องกันจากไฟฟ้าแรงสูง
7. ป้องกันจากรังสีต่าง ๆ ที่เป็นอันตรายกับตัวกล้อง

สิ่งที่ใช้ป้องกันจึงต้องนำมาคิด แต่ในกล้องระบบที่หมุนได้ทั้งสองแกน คือทั้งแกนนอนและแกนตั้ง สิ่งป้องกันและใช้ในการห่อหุ้มจะต้องคำนึงถึงน้ำหนักของสิ่งที่จะนำมาทำเป็นส่วนประกอบ สิ่งป้องกันตามธรรมชาติกำหนดให้มีหน้าตาต่างเล็ก ๆ สำหรับเลนส์ การติดตั้งภายนอกจะต้องมีข้อกำหนดของการล้างและการเช็ด การเสียหายจากน้ำแข็งและหมอก กล้องที่มีการป้องกันโดยสิ่งที่ห่อหุ้ม สิ่งห่อหุ้มนั้นจะต้อง ๆ ไม่มีการป้องกันจากส่วนประกอบของสภาพอากาศ โดยส่วนมากจะใช้กับกล้องที่หลบซ่อนอยู่ และเพื่อที่จะไม่น่าเกียดกล้องที่อยู่กับที่จะต่ออยู่กับสายไฟ จึงต้องร้อยสายผ่านท่อร้อยสาย ทั้งระบบภายในและภายนอกจะต้องมีสิ่งป้องกันและห่อหุ้ม แต่ที่ห่อหุ้มในระบบภายในที่ไม่เหมือนกับระบบภายนอกคือ

1. การหนาวจัด การระบายอากาศ การป้องกันจากแสงอาทิตย์
2. ความร้อน ขนาดและน้ำหนัก
3. ความสูงของกล้องและการสแกนภาพ
4. ความปลอดภัย

เพราะฉะนั้นสิ่งห่อหุ้มภายนอกนั้นจะต้องออกแบบเป็นพิเศษเพื่อป้องกันแสงจากพระอาทิตย์และความร้อนเป็นประการสำคัญ

อุปกรณ์อีกชนิดหนึ่งที่เริ่มจะนิยมนำมาทำกล้องคือ ซีซีดี (charge-coupled device) อุปกรณ์ซีซีดีถือกำเนิดมาเมื่อประมาณ 20 ปีที่แล้ว ซึ่งขณะนั้นยังอยู่ในรูปแบบของอุปกรณ์หน่วยความจำ (random access memory) แต่ ซีซีดี มีประโยชน์การใช้งานมากกว่านั้น ซึ่งเป็นได้ทั้งดีเลย์ไลน์ (delay line) ส่วนประมวลผลสัญญาณ และสำคัญที่สุดคือ เป็นอุปกรณ์ตรวจจับแสงประสิทธิภาพสูง อุปกรณ์นี้ทำหน้าที่เป็นตัวเปลี่ยนพลังงานแสงเป็นพลังงานไฟฟ้า เพื่อนำไปเข้าสู่ระบบอิมเมจโพรเซสซิ่ง (image processing) ซึ่งถ้าพิจารณาแล้วอุปกรณ์ประเภทนี้มีอยู่มากมาย แต่ซีซีดี มีคุณสมบัติไม่ธรรมดา รวมถึงการทำงานที่ไม่ธรรมดา ไม่มีการใช้ป็นอิเล็กตรอนเป็นส่วนประกอบ แต่เป็นการใช้เฟสควบคุมการทำงาน แทน ปัจจุบันจึงมีการนำมาใช้งานด้านถ่ายภาพอย่างแพร่หลาย เช่น ในกล้องถ่ายรูป กล้องโทรทัศน์ จนกระทั่งกล้องวีดีโอขนาดเล็ก ซีซีดีมีความพิเศษจากอุปกรณ์อื่นในตระกูลเดียวกันหลายประการ เช่นมี

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนลิขสิทธิ์ไว้สำหรับใช้ในงานเพื่อการศึกษาเท่านั้น เมื่อผู้ผู้ใดเห็นไปแจ้งไปยังศูนย์ดำเนินการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.2 สเตปปีงมอเตอร์

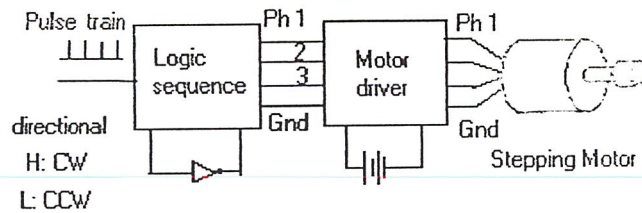
การทำงานของสเตปปีงมอเตอร์ ดูจากรูปที่ 2.2 เป็นสเตปปีงมอเตอร์ที่มี แกนเหล็ก สเตเตอร์ (Stator Core) มีซี่ฟัน (Teeth) ซึ่ง ขณะที่โรเตอร์ (Rotor) มีฟัน 4 ซึ่ง ทั้งโรเตอร์และสเตเตอร์เป็นเหล็กอ่อน ขดลวด (coil) 3 ชุด ถูกต่ออยู่ค้ำรูป แต่ละชุดขดลวดมี 2 ขดลวดต่อกันรวมกัน เรียกแต่ละชุดว่า เฟส (Phase) และผลจากการต่อแบบนี้เรียกว่ามอเตอร์ 3 เฟส (3 Phase Motor) กระแสถูกจ่ายไปยังขดลวดแต่ละชุดโดยผ่านสวิตช์ I, II และ III ในสภาวะ (1) ชุดขดลวดของเฟส 1 ได้รับกระแสโดยผ่านสวิตช์ I หรือ เฟส 1 ถูกกระตุ้น เส้นแรงแม่เหล็กที่เกิดขึ้นในช่องอากาศ (air gap) เกิดขึ้นเนื่องจากการกระตุ้นซึ่งแสดง ด้วยลูกศรในสภาวะนี้สเตเตอร์ 2 ขั้วของเฟส 1 จะอยู่ในแนวเดียวกับ 2 ซี่ที่อยู่ตรงข้ามกันของโรเตอร์ นี้ เป็นสภาวะคล้าย ซึ่งอยู่ในทอมของไดนามิก (Dynamics) เมื่อสวิตช์ II ปิด เพื่อกระตุ้นเฟส 2 กับเฟส 1 เส้นแรงแม่เหล็กจะถูกสร้างขึ้นที่ขั้วของสเตเตอร์ของเฟส 2 ในลักษณะซึ่งแสดงในสภาวะ (2) ทอร์ก (Torgue) ทิศทางทวนเข็มนาฬิกาจะถูกสร้างขึ้นจากความเครียด (Tension) ในปลั๊กซ์แม่เหล็กเอียงไปยัง แกนมอเตอร์ที่อยู่ใกล้ หลังจากนั้นโรเตอร์จะมาอยู่ในสภาวะ (3)



รูปที่ 2.2 วงจรกระตุ้นสเตปปีงมอเตอร์ 3 เฟส

ดังนั้นโรเตอร์จะหมุนไปด้วยการเปลี่ยนแปลงครั้งที่ ซึ่งเรียกว่ามุมสเตป (step angle) ในที่นี้คือ 15 องศา ขณะที่สวิตช์จะมีการเปลี่ยนแปลงอีกครั้งหนึ่งคือ สวิตช์ I จะถูกเปิด เพื่อลดพลังงานในเฟส 1 โดยโรเตอร์จะหมุนไป 15 องศา มาอยู่ในสภาวะ (4) ตำแหน่งมุมของโรเตอร์ จะถูกควบคุมโดยการเปิด ปิดสวิตช์ ถ้าสวิตช์ถูกปิด เปิด ตามลำดับ โรเตอร์จะหมุนไปในลักษณะที่สเตป ความเร็วเฉลี่ยจะสามารถ ควบคุมได้ด้วยการเปิด-ปิดสวิตช์ ดังแผนภาพรูปที่ 2.2

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.3 ไลอะแกรมของระบบขับสเตปป์ิงมอเตอร์

จากที่กล่าวมาพอที่จะทราบถึงคุณสมบัติของสเตปป์ิงมอเตอร์ได้ว่า

1. การหมุนของมอเตอร์จะเป็นสเตป (เป็นขั้นๆ) สเตปละกึ่งองศาขึ้นอยู่กับชนิดของมอเตอร์
2. ความเร็วในการหมุนของมอเตอร์จะขึ้นอยู่กับสัญญาณพัลส์ ให้เข้ามาทางอินพุทของมอเตอร์ (ความถี่)
3. ความผิดพลาดในการหมุน 1 สเตปมีค่าน้อยมาก แต่ต้องจำกัดอยู่ในความเร็วที่พอดี
4. คุณสมบัติของการตอบสนองสัญญาณในขณะที่มอเตอร์เริ่มทำงานและหยุดทำงานดีมาก
5. เนื่องจากไม่มีแปรงถ่าน (Commutator) เหมือนมอเตอร์ในระบบคิซี ดังนั้นจึงมีความแน่นอนในการทำงาน
6. แหล่งจ่ายแรงดันไฟที่ใช้ในการขับมอเตอร์มีค่าไม่มาก
7. ไม่ทำให้เกิดเสียงรบกวน แรงขับมอเตอร์มีค่าไม่มาก
8. ทำงานแบบโอเพนลูป (Open loop)

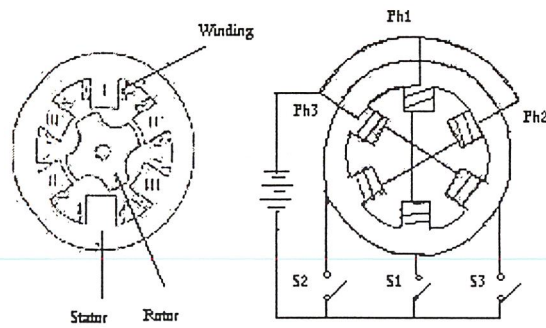
สเตปป์ิงมอเตอร์ที่ใช้กันส่วนมากมี 3 ชนิด

1. วาโรเบิลลิคแทนซ์สเตปป์ิงมอเตอร์ (Variable Steppeng Motor)
2. สเตปป์ิงมอเตอร์แบบแม่เหล็กถาวร (Permanent magnetic Stepping Motor)
3. สเตปป์ิงมอเตอร์แบบไฮบริด (Hybride Stepping Motor)

2.2.1 วาโรเบิลลิคแทนซ์สเตปป์ิงมอเตอร์

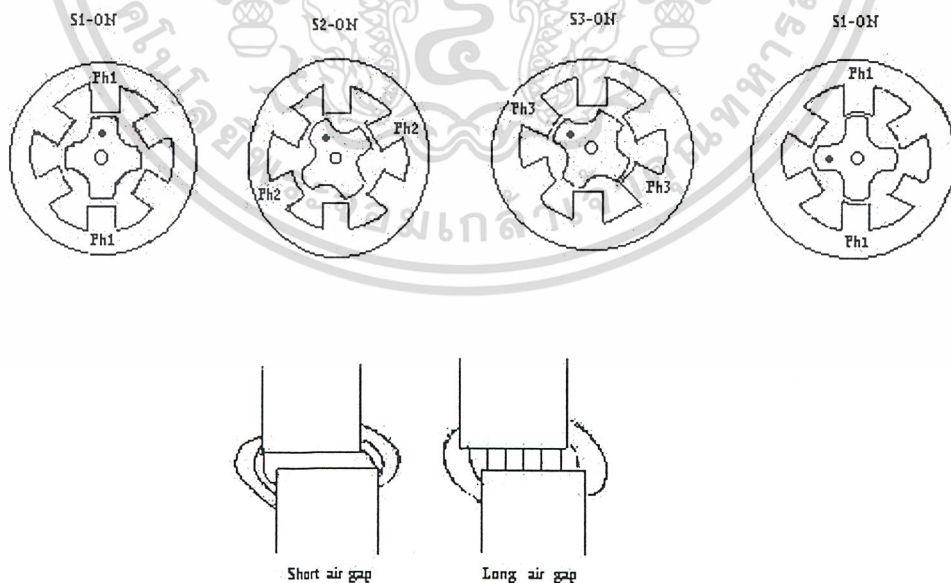
มอเตอร์แบบนี้โรเตอร์ทำด้วยเหล็กอ่อน ซึ่งค่าซึมซาบแม่เหล็ก (Permeability) สูงและสามารถให้ฟลักซ์แม่เหล็กผ่านได้มาก โดยโรเตอร์จะติดอยู่กับแกนมอเตอร์ และสเตเตอร์ติดอยู่กับโครงของตัวมอเตอร์ จากรูป 2.4 เป็นภาพตัดขวางของสเตปป์ิงมอเตอร์แบบนี้ ซึ่งเป็นมอเตอร์ 3 เฟส

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.4 โครงสร้างวาริเอเบิลรีลัคแทนซ์มอเตอร์

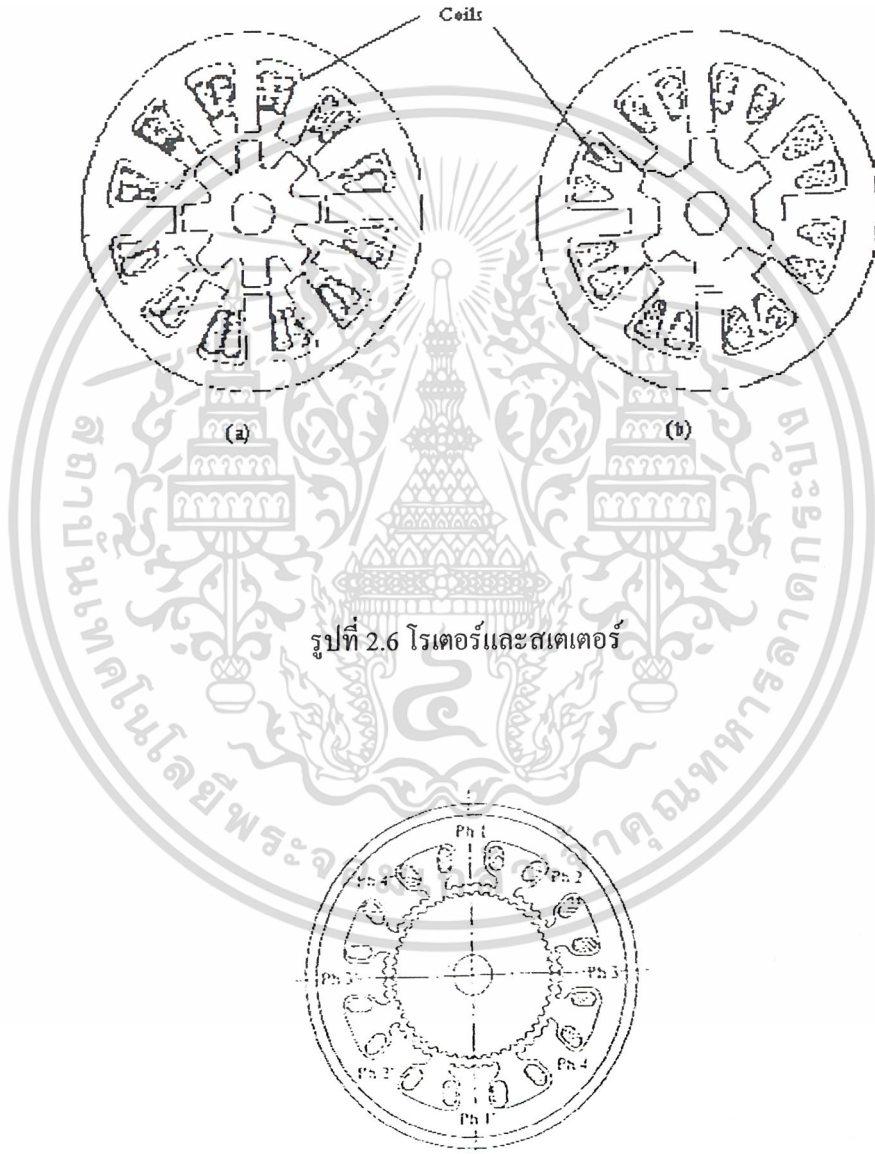
เราจะเห็นได้ว่าฟันของสเตเตอร์ 2 ซึ่งที่มีเฟสเดียวกัน จะมีขั้วแม่เหล็กตรงข้ามกันและกันดังแสดง ดังรูปที่ 2.4 สมมุติว่าฟัน I II และ III มีขั้วเป็นขั้วเหนือฟัน I II และ III จะเป็นขั้วใต้เมื่อถูกกระตุ้นกระแสแต่ละเฟสจะถูกกระตุ้นฟลักซ์แม่เหล็กก็จะเกิดดังรูปที่ 2.5 ฟันของโรเตอร์ก็จะมีตำแหน่งในแนวเดียวกันกับฟันของสเตเตอร์ ซึ่งจะมีผลให้แมกเนติกรีลัคแทนซ์ (Magnetic reluctance) น้อยที่สุด สถานะนี้คือตำแหน่งสมดุลย์



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
รูปที่ 2.5 ฟลักซ์แม่เหล็กที่เกิดขึ้น
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

โครงสร้างเบื้องต้น ของมอเตอร์แบบนี้ จะมีลักษณะดังนี้

1. ช่องว่างอากาศควรจะเล็กที่สุด เท่าที่จะเป็นไปได้ ช่องว่างอากาศระหว่างฟันของ โรเตอร์ กับฟันของสเตเตอร์ควรมีค่าความห่างกันน้อยมาก เพื่อที่จะได้ทอร์กสูง และตำแหน่งที่แน่นอนขึ้น
2. สำหรับมุมสเตปเล็ก ๆ จากรูป 2.6a แสดง 3 เฟสมอเตอร์ที่สเตเตอร์มีฟัน 12 ซี่ และฟันมีโรเตอร์ 8 ซี่ รูป 2.6 b เป็นรูป 4 เฟส มอเตอร์ที่สเตเตอร์มีฟัน 8 ซี่ และโรเตอร์มีฟัน 6 ซี่ ซึ่งทั้งสองรูปนี้มีมุมสเตปเท่ากับ 15 องศา



รูปที่ 2.6 โรเตอร์และสเตเตอร์

รูป ที่ 2.7 แสดงหน้าตัดของ 4 เฟสมอเตอร์มีฟันโรเตอร์ 50 ซี่ มุมสเตป 1.8 องศา

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ความสัมพันธ์ระหว่างมุมสเตป s จำนวนเฟส m โดยจำนวนฟันของโรเตอร์ N_r และจำนวนสเตปใน 1 รอบ S จะหาได้โดย

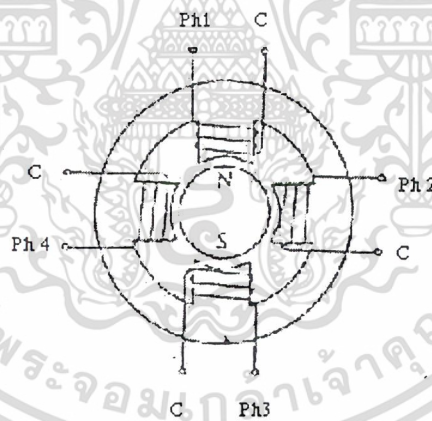
$$S = 360/s = m(N_r)$$

นั่นคือ เราสามารถลดจำนวนสเตปลงได้โดยเพิ่มจำนวนฟันบนโรเตอร์ ดังแสดงในรูป 2.7

2.2.2 สเตปปีงมอเตอร์แบบแม่เหล็กถาวร

สเตปปีงมอเตอร์แบบนี้ใช้ แม่เหล็กแบบถาวร รูปที่ 2.8 เป็นตัวอย่างของสเตปปีงมอเตอร์แบบถาวร แบบ 4 เฟส โรเตอร์ เป็นทรงกระบอก สเตเตอร์มีฟัน 4 ซี่ โดยที่แต่ละซี่มีขดลวดพันรอบ ถ้าจำนวนซี่บนสเตเตอร์และขั้วแม่เหล็กบนโรเตอร์เพิ่มขึ้นเป็น 2 เท่า มุมแต่ละสเตปลดลงจากเดิมครึ่งหนึ่ง ดังนั้นเพื่อที่จะลดมุมสเตปลงไปอีก ในสเตปปีงมอเตอร์แบบแม่เหล็กถาวรจะต้องเพิ่มจำนวนแม่เหล็กและซี่ฟันอย่างไรก็ตามขั้วแม่เหล็กที่จะเพิ่มขึ้นได้นั้นมีจำนวนจำกัด

ลักษณะทั่วไปของมอเตอร์แบบนี้คือ โรเตอร์จะถูกยึดติดอยู่กับที่ แม้ว่าไม่มีการกระตุ้นเฟส ลักษณะเช่นนี้เรียกว่า ดีเทนน์ แมคคาไนซึม (DETENT MECANISM)

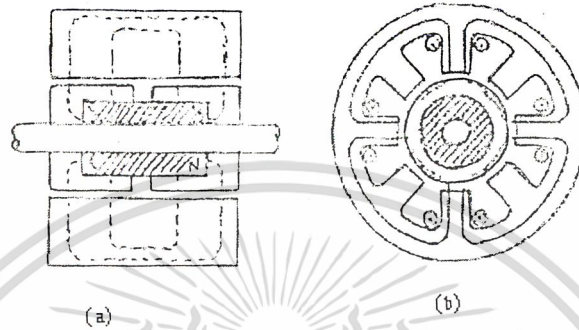


รูปที่ 2.8 โครงสร้างของสเตปปีงมอเตอร์ 4 เฟส

2.2.3 สเตปปีงมอเตอร์แบบไฮบริด

เป็นสเตปปีงมอเตอร์แบบหนึ่ง ที่มีโรเตอร์เป็นแบบแม่เหล็กถาวรการใช้ ชื่อไฮบริดได้มาจากการรวมหลักสำคัญของมอเตอร์แบบแม่เหล็กถาวรและแบบวาริเอเบิลรีลัคแทนซ์ โครงสร้างแกนของสเตเตอร์จะคล้ายกับแบบวาริเอเบิลรีลัคแทนซ์ แต่การพันและการต่อขดลวดจะต่างจากแบบวาริเอเบิลแทนซ์มอเตอร์ ซึ่งมีเพียง 1 ขดจาก 2 ขดของ 1 เฟส ที่ถูกพันบนขั้วเดียวในขณะที่ 4 เฟส ไฮบริดมอเตอร์ ชุดเอกสารชี้ชัดลวด 2 เฟสที่แตกต่างกันจะถูกพันเป็นขั้วเดียวกันแบบไบฟีลา (Bifilar Winding) ประซึ่งจะทำให้ขั้วไม่ว่าแม่เหล็กต่างกันขณะมีการกระตุ้น ลักษณะที่สำคัญอีกอย่างหนึ่งของไฮบริดมอเตอร์คือ โรเตอร์นั้นจะเป็น

แม่เหล็กทรงรูปร่างทรงกระบอกอยู่ในแกนเหล็กของโรเตอร์ มันถูกทำให้เป็นแม่เหล็กตามยาวเพื่อสร้างสนามขั้วเดียวดังรูปที่ 2.9 แต่ละขั้วของแม่เหล็กจะถูกล้อมรอบด้วยฟันเหล็กอ่อน ซึ่งฟันของโรเตอร์กับสเตเตอร์อยู่เหลื่อมกันอยู่ครึ่งช่วงฟัน



รูปที่ 2.9 การวางแผนแม่เหล็กตามยาวเพื่อสร้างสนามขั้วเดียวกัน

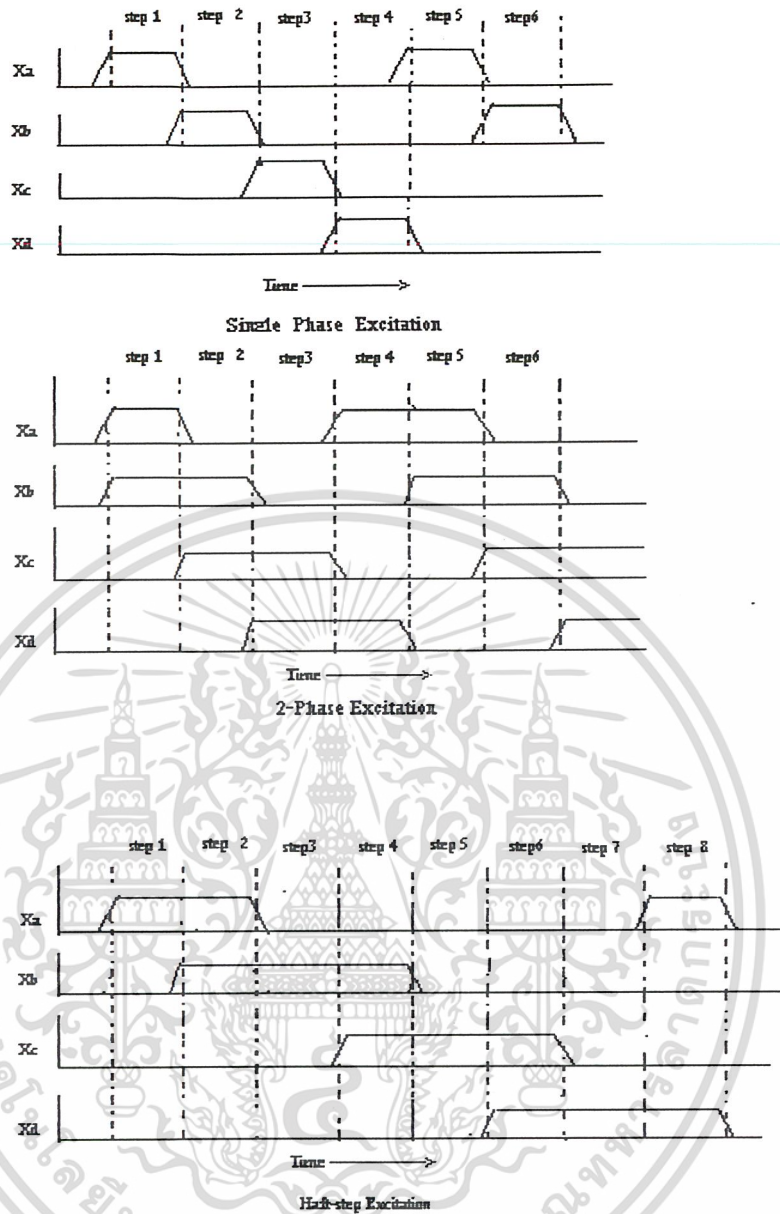
การทำงานพื้นฐาน

สเตปป์ังมอเตอร์เป็นมอเตอร์ที่ถูกใช้ทำงานโดยสัญญาณอินพุตที่เป็นพัลส์ ทุก ๆ สัญญาณพัลส์ที่ให้เข้ามา จะให้การเปลี่ยนแปลงสถานะสนามแม่เหล็กไฟฟ้าที่เกิดขึ้น และให้การหมุนของมอเตอร์เป็นมุมที่คงที่ซึ่งจะแตกต่างกับการหมุนของมอเตอร์แบบธรรมดาในระบบควบคุม ที่ใช้สัญญาณดิจิทัลทั้งหมด จึงทำให้การควบคุมการทำงานของสเตปป์ังมอเตอร์โดยตรงเป็นไปได้ การทำงานพื้นฐานของสเตปป์ังมอเตอร์ จะมีการขับเคลื่อนสเตปป์ังมอเตอร์ ทำให้กระแสไฟ ดีซี เรียงลำดับเข้าไปที่มอเตอร์ได้ซึ่งทำได้ด้วยการใช้งานของสวิตช์และเพื่อให้มอเตอร์หมุนจำเป็นต้องมีวงจรขับเคลื่อนสเตปป์ังมอเตอร์ที่จะควบคุมการไหลของกระแสไฟ คือสวิตช์ 1 และสวิตช์ 2 ถ้าให้การทำงานของสวิตช์ ตามรูปที่แสดงไว้ในรูปที่ 2.10 ถ้าให้การทำงานโดยรีเลย์ (Relay) หรือมือโยก สเตปมอเตอร์ก็จะหมุนเหมือนกันแต่หมุนช้า เนื่องจากรีเลย์หรือมือโยกให้การเปลี่ยนแปลงของสวิตช์ช้า ซึ่งจะทำให้เร็วเท่ากับความเร็วสูงสุดของสัญญาณพัลส์ที่มอเตอร์ทำงานสามารถทำงานได้ (เป็นจำนวนพัลส์ต่อวินาที)

วงจรขับเคลื่อนมอเตอร์มีหลายชนิด ขึ้นอยู่กับชนิดสเตปป์ังมอเตอร์ที่มีอยู่ 3 ระบบ คือ

1. ระบบการกระตุ้นสนามแม่เหล็กเฟสเดียว (Single Phase Excitation)
2. ระบบการกระตุ้นสนามแม่เหล็ก 2 เฟส (2-Phase Excitation)
3. ระบบการกระตุ้นสนามแม่เหล็ก 1-2 เฟส (Half-Step Excitation)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไมอนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

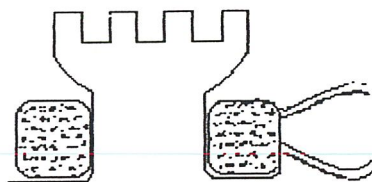


รูป 2.10 ชนิดของการขับสเตปป์มอเตอร์

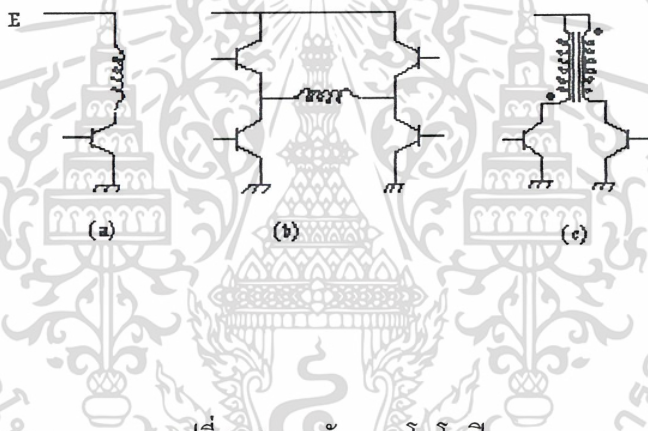
การพันลวดแบบโมนอฟิลลาและไบฟีลา (monofilar and Bifilar Winding)

แบบโมนอฟิลลา มีการพันลวดเส้นเดียว ส่วนแบบไบฟีลา เส้นลวดทั้ง 2 เส้นนี้จะถูกพันเหมือนกับเส้นเดียวกัน ดังรูปที่ 2.11 และขดลวดทั้งสองเส้นนี้จะแยกกันที่ปลายเป็นลักษณะ 2 เส้นแยกกัน ถ้าขดลวดเป็นของเฟส 1 อีกขดหนึ่งเป็นของเฟส 3 และทำนองเดียวกัน ถ้าขดหนึ่งเป็นของเฟส 2 ขดหนึ่งของเฟส 4 (กรณีนี้เป็นมอเตอร์ 4 เฟส)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนลิขสิทธิ์สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.11 การพันแบบไบโพลาร์



รูปที่ 2.12 การพันแบบโมนโพลาร์

จุดประสงค์ของการพันแบบไบโพลาร์ก็คือ เพื่อให้จะให้พลังงานกับขั้วแม่เหล็กสเตเตอร์ โดยการสลัดขั้วแม่เหล็ก การกระตุ้นแต่ละเฟสอาจเป็นแบบใดแบบหนึ่งใน 3 แบบในรูป

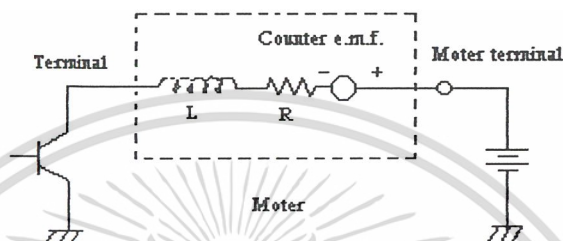
ในวงจรรูปที่ 2.12 เป็น โมนโพลาร์ ขั้วแม่เหล็กจะถูกกระตุ้นเป็นขั้วเหนือขั้วใต้เสมอซึ่งแสดงว่าไม่สามารถกลับขั้วแม่เหล็กได้ การกระตุ้นแบบนี้เป็นการกระตุ้นแบบขั้วเดียว (Unipolar Exited) ในวงจรรูปที่ 2.12 b ทิศทางของกระแสในขดลวดสามารถสลัดได้เนื่องจากเป็นวงจรบริดจ์ (Bridge Exited)

อย่างไรก็ตามจะต้องใช้ทรานซิสเตอร์ ถึง 4 ตัวต่อขดลวด 1 ขด แบบนี้จะทำให้ทอร์กที่ความเร็วต่ำมากกว่าแบบไบโพลาร์ แต่ก็มีโอกาสที่ทรานซิสเตอร์จะพังได้เนื่องจากจัดเวลาผิดพลาด

ในวงจรรูปที่ 2.12 c เกี่ยวกับคู่สายไบโพลาร์ และทรานซิสเตอร์ 2 ตัว โดยทำให้ สเตเตอร์ถูกกระตุ้นเป็นขั้วแบบไบโพลาร์ก็จะเกิดสนามแม่เหล็กคัปปลิง (Coupling) เมื่อขั้วใดขั้วหนึ่งถูกกระตุ้น ถ้าแทนการพันแบบไบโพลาร์ด้วยเส้นลวด 2 เส้นที่แยกจากกัน ความแตกต่างของอินดักแตนซ์ (Inductance) จะปรากฏระหว่างขด 2 ขด ทำให้ตำแหน่งผิดไปโดยทั่วไปประสิทธิภาพ ของมอเตอร์แบบแม่เหล็กถาวรกับแบบไฮบริดที่ใช้แบบไบโพลาร์นี้จะได้ประสิทธิภาพดีกว่าแบบโมนโพลาร์

2.2.4 วงจรขับมอเตอร์ (Motor Drive Circuit)

จุดประสงค์ของวงจรขับ คือ เพื่อให้จะได้โวลต์เตจ และกระแสที่ถูกต้องไปยังมอเตอร์ในช่วงเวลาที่สั้นและลักษณะที่มีประสิทธิภาพทิศทางของกระแสในขดลวดของมอเตอร์แบบแม่เหล็กถาวรแบบไฮบริดมีความสำคัญ เพราะจะต้องใช้ในทิศทางที่เหมาะสมในเวลาต่าง ๆ สำหรับการขับมอเตอร์แบบวาริเอเบิลรีลัคแทนซ์ จะไม่ขึ้นกับทิศทางของกระแสที่ไหลในขดลวดเนื่องจากไม่มีแม่เหล็กอยู่ในตัวมันเลย

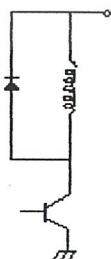


รูปที่ 2.13 วงจรสมมูลของสเตปป์มอเตอร์

วงจรขับมอเตอร์จะรับสัญญาณควบคุมมาจากวงจรจัดลำดับลอจิก ในการสร้างวงจรขับมอเตอร์จะมีปัญหาเกี่ยวกับอินดักแทนซ์และรีซิสแทนซ์ อนุกรมกัน ในวงจรสมมูลของมอเตอร์ ดังรูปที่ 2.13 อีกทั้งในการหมุนยังมีปัญหาเพิ่มขึ้นเกี่ยวกับแรงดันไฟกลับ (Backelectromotive Force : Back EMF.) นอกจากนี้ยังต้องคำนึงถึงแหล่งจ่ายไฟ ดีซีและการใช้การป้องกัน Power ทรานซิสเตอร์ด้วย

จากรูปที่ 2.13 เมื่อทรานซิสเตอร์หยุดทำงานจะเกิดสไปคโวลต์เตจ (Spilk Voltage) เนื่องจากขดลวด (ตัวเหนี่ยวนำ) ซึ่งอาจทำให้ทรานซิสเตอร์พังได้ จึงต้องมีวงจรป้องกันและลดลักษณะแบบนี้อย่างรวดเร็ว โดยวิธีการดังต่อไปนี้

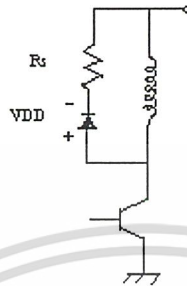
1. ลดโดยใช้ไดโอด (Diode Suppressor) ใช้ไดโอดต่อคร่อมขนานกับขดลวด ดังรูปที่ 2.14 กระแสจะไหลอยู่ในวงจรขดลวดกับไดโอด หลังจากทรานซิสเตอร์หยุดทำงาน ซึ่งกระแสนี้จะลดลงไปตามเวลาแต่ก็ใช้เวลาานานมากจึงยังเกิดทอร์คอยู่



รูปที่ 2.14 วงจร Diode Suppressor.

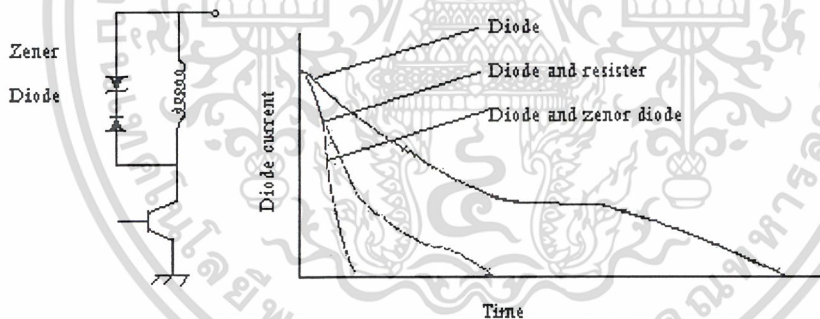
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น เมื่ออนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2. โดยใช้ไดโอดและตัวต้านทาน (diode and resistor suppressor) โดยการต่อความต้านทานอนุกรมกับไดโอดแล้วต่อขานานคร่อมขดลวด ดังรูปที่ 2.15 วิธีนี้จะช่วยลดเวลาในการที่จะทำให้กระแสหยุดไหลวน ยิ่งใช้ตัวต้านทานค่ามาก กระแสก็จะหยุดไหลเร็วขึ้น แต่ทรานซิสเตอร์ต้องทนโวลต์เดจคร่อมคอลเลกเตอร์ – อิมิตอร์ เพิ่มขึ้นด้วย



รูปที่ 2.15 วงจร Diode /Resistor Suppressor

3. โดยใช้ซีเนอร์ไดโอด (Zener Diode Suppressor) โดยการต่อซีเนอร์ไดโอด ดังรูปที่ 2.16 การต่อแบบนี้เมื่อเปรียบเทียบกับ 2 แบบแรก แล้วจะมีประสิทธิภาพมากกว่าซึ่งสามารถลดกระแสที่เกิดขึ้นได้เร็วกว่า

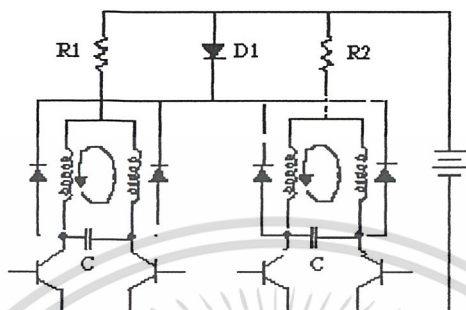


รูปที่ 2.16 วงจร Zener Diode Suppressor

4. โดยใช้ คอนเดนเซอร์ (Condenser Suppressor) วิธีนี้มักจะใช้กับสเตปป์มอเตอร์แบบไบฟีลา การต่อวงจรดังรูป 2.17 ของมอเตอร์ 4 เฟส ตัวคอนเดนเซอร์ที่ต่ออยู่ระหว่างเฟส 1 กับเฟส 3 และเฟส 2 กับเฟส 4 จะทำหน้าที่ดังนี้ ในตอนที่ทรานซิสเตอร์ T1 หยุดทำงาน ในการทำงานแบบกระตุ้นเฟสเดียว T2 หรือ T4 เริ่มทำงาน แต่ T3 ยังไม่เริ่มทำงาน เนื่องจากเฟส 1 และ เฟส 3 ต่ออยู่ในลักษณะไบฟีลา กระแสที่เกิดขึ้นหลังจากที่ T1 หยุดทำงานจะไหลวนไปตามเส้นไปปลายดังแสดงในรูปที่ 2.17 ถ้า T3 หรือ T4

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เริ่มทำงานแต่ T3 ยังไม่เริ่มทำงานประจุที่ชาร์จ (Charge) เก็บไว้ในคอนเดนเซอร์ จะช่วยเพิ่มทอร์คให้ โดยการปล่อยกระแสไหลผ่านเฟส 1 ทั้งนี้การต่อคอนเดนเซอร์สามารถใช้กับการกระตุ้นแบบ 2 เฟสได้ด้วย สำหรับค่า R1 R2 ใส่ไว้เพื่อปรับกระแสให้เหมาะสม นอกจากนั้นคอนเดนเซอร์ยังช่วยลดการสั่นของมอเตอร์ โดยเปลี่ยนพลังงานกลเป็นพลังงานความร้อนแทน



รูปที่ 2.17 วงจร Condenser Suppressor

2.3 พื้นฐานทั่วไปของตระกูล MCS-51

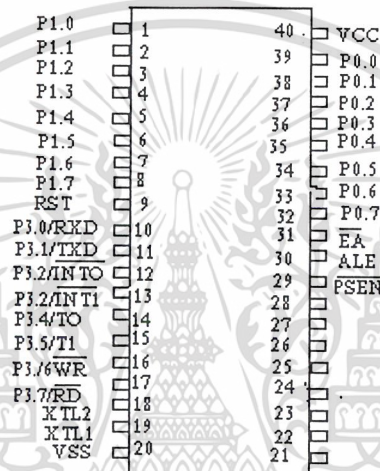
CPU เป็นมันสมองของระบบ การอ่านโปรแกรมและทำงานตามคำสั่งโปรแกรมจะกระทำส่วนนี้ โดยการใช้ส่วนคณิตศาสตร์ และตรรกศาสตร์ทำงานร่วมกับ register A, B, PSW (Program Status Word), SP (Stack Pointer) ตัวนับโปรแกรม (PC : Program Counter) ขนาด 16 บิต และตัวชี้ตำแหน่งข้อมูล (DPTR) ส่วนคณิตศาสตร์ และตรรกศาสตร์ (ALU : Arithmetic Logic Unit) นี้ทำงานในฟังก์ชันด้วยตัวแปรต่าง ๆ ขนาด 8 บิต ที่มีลักษณะการทำงานเป็น บวก, ลบ, คูณ และหาร รวมทั้งทางตรรก เช่น AND, OR, XOR รวมทั้งการเลื่อนและวนรอบบิต การเคลียค่าและกลับค่า และ ALU ยังสามารถจะตัดสินใจในการให้กระโดดไปทำคำสั่งของโปรแกรมในส่วนอื่น ๆ ตามเงื่อนไขที่ตั้งไว้

ตระกูล MCS-51 นี้เป็นอุปกรณ์ที่ออกแบบมาสนองตามความต้องการของผู้ใช้คือมีสายอินพุตและเอาต์พุตภายในตัวเอง พอร์ตของอินพุตและเอาต์พุตบัพเฟอร์อินเตอร์เฟส และสายควบคุมอื่น ๆ ที่ใช้สำหรับแยก Data กับ Address และยังมีคำสั่งเพิ่มขึ้นเป็นพิเศษเพื่อจัดการข้อมูล แอมทำด้วยวงจรถ่วงเวลากับวงจรรนับด้วย (ปกติวงจรรนับจะสามารถทำงานเป็นวงจรถ่วงเวลาได้ด้วย จึงเรียกควบคู่กันไปคือ วงจรถ่วงเวลา/ วงจรถ่วงจับ) จากรูปที่ 2.18 แสดงการจัดวางขาต่าง ๆ ของ MCS-51

หน่วยความจำภายในตัว MCS-51 หน่วยความจำนี้แบ่งได้เป็น 2 กลุ่ม คือ หน่วยความจำสำหรับเก็บโปรแกรม และหน่วยความจำสำหรับเก็บข้อมูล หน่วยความจำแรกมี Address ที่ต่ำกว่า 4 หรือ 6 Kbytes บรรจุอยู่ใน ROM ส่วน MCS-51 ที่ไม่มี ROM ภายในจะใช้หน่วยความจำภายนอกซึ่งอาจเป็น ROM, RAM, หรือ EPROM แทน MCS-51 จะอ่านหน่วยความจำสำหรับเก็บโปรแกรม เข้ามาเป็นภาษาเครื่องตามลำดับ ส่วนหน่วยความจำสำหรับเก็บข้อมูลจะใช้เป็นที่เก็บตัวแปรการคำนวณหาผลลัพธ์

ทันที หน่วยความจำสำหรับเก็บข้อมูลใช้ร่วมกับหน่วยความจำภายนอกได้ถึง 64 Kbytes ซึ่งเลือกใช้ ROM ก็ได้ และยังมี register พิเศษ ที่ใช้หน่วยความจำภายนอกของ RAM ได้ 128 หรือ 256 Kbytes รีจิสเตอร์ภายใน MCS-51

MCS-51 มีรีจิสเตอร์ที่อำนวยความสะดวกในการใช้งานตามคำสั่งต่าง ๆ ประกอบด้วย Accumulator, register B ที่ใช้ในการคูณและหาร program status word (PSW) stack pointer (SP), data pointer (DPTR), พอร์ต 0-3 รีจิสเตอร์แบบคู่ ซึ่งใช้ส่งและรับข้อมูลชนิดอนุกรม รีจิสเตอร์ 16 bit ที่เป็นวงจรถ่วงเวลา/วงจรถ่วงรีจิสเตอร์คำสั่ง สำหรับหน้าที่พิเศษ เช่น การ อินเทอร์รัพท์ RTC



รูปที่ 2.18 แสดงการจัดวางขาต่าง ๆ ของ MCS-51

2.3.1 การจัดขาลักษณะภายนอกของ MCS-51

จากรูป 2.18 แสดงการจัดขาลักษณะภายนอก ซึ่งมีรายละเอียดดังนี้

ขา Vss (ขา 20) เป็นขาสำหรับต่อลงดิน

ขา VCC (ขา 40) เป็นขาที่ต่อแรงดันไฟกระแสตรงขนาด 5 V

ขา P0.0-P0.7/AD0-AD7 (ขา 32-39) เป็นพอร์ตไอโอ 8 บิต แบบ open drain bi-directional การเขียนค่า “1” ที่พอร์ตนี้จะเป็นการปล่อยลอยทำให้พอร์ตอินพุตมีสถานะอิมพีแดนซ์สูง ในการให้พอร์ตนี้บริการแบบไอโอจะทำงานเป็นมัลติเพล็กซ์ ด้วยสัญญาณแอดเดรสไบต์ค่ากับบัสข้อมูล สำหรับการใช้งานแบบนี้จะใช้ลักษณะภายในเป็นตัวพูลอัพ พอร์ต 0 ยังใช้งานเป็นตัวส่งข้อมูลออกจากพอร์ตนี้ เมื่อใช้ด้านการตรวจสอบโปรแกรม ROM ภายใน และการโปรแกรม EPROM ภายใน ถ้าใช้งานในลักษณะนี้การพูลอัพจากภายนอกจะต้องต่อกับค่าความต้านทานที่มีค่า 10 K

ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ขา P1.0-P1.7 (ขา 1-8) เป็นพอร์ทไอโอ 8 บิต พร้อมด้วยการพูลอัพภายใน ถ้าให้เป็นพอร์ทเอาต์พุต บัฟเฟอร์สามารถขับ TTL ได้ 4 ตัว เมื่อเขียนค่า “1” ด้วยโปรแกรมการให้สถานะเช่นนี้ เป็นการ initial ใช้งานพอร์ทนี้เป็นอินพุต

ขา P2.0-P2.7 / A8-A15 (ขา 21-28) เป็นพอร์ทไอโอ 8 บิต พร้อมด้วยการพูลอัพภายใน พอร์ทจะถูกใช้งานเป็นตัวส่งแอดเดรสไบต์สูง เมื่อใช้งานร่วมกับหน่วยความจำภายนอก เพื่อให้ได้ถึง 16 บิต

ขา P3.0-P3.7 (ขา 10-17) เป็นพอร์ทไอโอ 8 บิต นอกจากนี้ยังใช้เป็นฟังก์ชันพิเศษได้ ดังตารางที่ 2.1

ขาพอร์ท	การทำงานฟังก์ชันพิเศษ
P3.0	RDX พอร์ทอนุกรม input
P3.1	TXD พอร์ทอนุกรม output
P3.2	INT0 อินเทอร์รัพภายนอกที่ 1
P3.3	INT1 อินเทอร์รัพภายนอกที่ 2
P3.4	T0 สัญญาณกระตุ้นเข้าที่ตัวตั้งเวลา/ตัวนับ 0
P3.5	T1 สัญญาณกระตุ้นเข้าที่ตัวตั้งเวลา/ตัวนับ 1
P3.6	WR สัญญาณควบคุมการเขียน
P3.7	RD สัญญาณควบคุมการอ่าน

ตารางที่ 2.1 แสดงฟังก์ชันพิเศษของพอร์ท

ขา RST (ขา 9) ต้องคงสถานะสูง เป็นเวลาประมาณสองคาบเวลาที่ออสซิลเลเตอร์ทำงาน ขณะที่ต้องการรีเซตทั้งระบบ แต่ทำให้ตัวรีเซ็ตโดยอัตโนมัติ ขณะเปิดไฟจะใช้คาปาซิเตอร์ต่อคร่อม ระหว่าง RST กับ ขา Vcc

ขา ALE / PROG (ขา 30) เป็นขาแอดเดรสแลทซ์อินาบิล ด้วยการส่งพัลส์ออกไปใช้สำหรับแลทซ์ค่าแอดเดรสไบต์ค่าจากพอร์ท 0 ในระหว่างการเข้าถึงข้อมูลจากหน่วยความจำภายใน ALE จะถูกส่งสัญญาณนาฬิกาออกมา ในอัตราความเร็ว 1/8 ของความถี่ออสซิลเลเตอร์ ตลอดเวลาแม้ว่าจะไม่มีการเข้าถึงข้อมูลภายใน ดังนั้นจึงสามารถใช้สัญญาณจากขา นี้ เป็นตัวตั้งเวลาภายนอก หรือเป็นความถี่สัญญาณนาฬิกา แต่ความถี่ของสัญญาณจะช้าลงไปเท่าหนึ่ง ในการทำงานแบบเข้าถึงหน่วยความจำข้อมูลภายนอก ขานี้ยังใช้เป็นสัญญาณพัลส์เข้า สำหรับการควบคุมการโปรแกรม EPROM ภายในชิป

ขา PSEN (ขา 29) เป็นสโตรปอ่านข้อมูลจากโปรแกรมหน่วยความจำภายนอก ขา PSEN จะสร้างสโตรปค่า 2 ครั้งใน 1 machine cycle และกลับเป็นสถานะสูง ถ้า PSEN ไม่มีพัลส์ส่งออก แสดงว่าชิปทำงาน ด้วยโปรแกรมหน่วยความจำภายใน อย่างไรก็ตามถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ขา EA/Vpp (ขา 31) มีสถานะสูงชีพจะทำงานตามโปรแกรมที่อยู่ในหน่วยความจำภายใน (โดยที่โปรแกรมจะต้องไม่ยาวกว่า 4 Kbytes สำหรับเบอร์ 8051AH และ 8 Kbytes สำหรับ 8052 AH) การทำให้ EA มีสถานะต่ำจะเป็นการควบคุมให้ชีพทำงานตามโปรแกรมหน่วยความจำภายนอกได้ 64 Kbytes ส่วนเบอร์ 8031 และ 8032 ขา EA ต้องต่อลงดินถึงแม้จะไม่มี ROM ภายในก็ตาม

ขา XTAL1 (ขา 19) ใช้เป็นอินพุต เข้าสู่ตัวออสซิลเลเตอร์

ขา XTAL2 (ขา 18) ใช้เป็นตัวเอาต์พุต จากตัวออสซิลเลเตอร์ขยายแบบอินเวท (invet) ที่กล่าวมาข้างต้นจะเป็นในแง่ของการกำหนดค่าขาต่าง ๆ เพื่อกำหนดค่าสภาวะในการทำงาน ในลักษณะใหม่ ยังมีอีกส่วนหนึ่งที่มีความสำคัญไม่น้อยที่ควรจะต้องเข้าใจเบื้องต้น ก่อนที่จะทำการเขียนโปรแกรมสั่งงานได้นั้น คือส่วนของโปรแกรม ฉะนั้นจะต้องทำความเข้าใจกับตัวแปรต่าง ๆ และรีจิสเตอร์ที่เป็นคุณสมบัติในการนำไปเขียนโปรแกรม

ACCUMULATOR : ACC

MCS-51 ใช้ ACC ที่มีขนาด 8 บิต คำสั่งส่วนใหญ่จะอ้างถึงรีจิสเตอร์นี้โดยถือค่าภายในเป็นตัวตั้ง และรับค่าผลลัพธ์ที่ได้จากคำสั่งทางคณิตศาสตร์ เช่น บวก ลบ คูณ หาร เข้ามาเก็บไว้ ACC ยังสามารถใช้เป็นตัวแหล่งกระทำหรือถูกกระทำในการทำงานตรรก และใช้เป็นตัวกลางในการถ่ายเทข้อมูลในการติดต่อกับอุปกรณ์ภายนอกไอโอ และหน่วยความจำภายนอก รวมถึงการตรวจสอบตารางข้อมูล

REGISTER B

เป็นรีจิสเตอร์พิเศษที่ใช้งานสำหรับคำสั่งของการ คูณ และ หาร โดยใช้เป็นที่เก็บตัวคูณ หรือ หาร และเป็นที่เก็บผลลัพธ์ตัวที่ 2 หลังการคูณ และเศษหลังการหาร

PROGRAM STATUS WORD : PSW

PSW เป็นรีจิสเตอร์ที่แสดงผลที่ได้หลังจากการใช้คำสั่งต่าง ๆ และใช้เป็นตัวเลือกกลุ่มทำงานของรีจิสเตอร์กลุ่มต่าง ๆ

STACK POINTER : SP

MCS-51 จะรวมเอา stack ของฮาร์ดแวร์ที่ใช้ RAM ภายในสำหรับการเชื่อมต่อระหว่างโปรแกรมหลัก stack การผ่านพารามิเตอร์ระหว่างงานในแต่ละส่วนโปรแกรม และ stack เก็บตัวแปรข้อมูลชั่วคราว หรือ stack การเก็บสถานะระหว่างการบริการอินเตอร์รัพท์ไว้ภายในชีพ โดย SP มีขนาด 8 บิต จะเพิ่มค่าขึ้นโดยอัตโนมัติก่อนที่ข้อมูลจะนำมาเก็บในหน่วยความจำ ระหว่างการใช้คำสั่ง PUSH หรือ CALL และจะลดค่าของ SP ลงหลังจากที่ได้ถ่ายเทข้อมูลออกไปแล้วในคำสั่ง POP หรือ RETURN ในทางปฏิบัติ SP มีเนื้อที่น้อยกว่า 128 Kbytes และจะเริ่มต้นทำตำแหน่ง 07H ฉะนั้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนลิขสิทธิ์สำหรับใช้เพื่อการศึกษาเท่านั้น เมื่อผู้ยืมหนังสือจะยืมคืนหนังสือค่า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

stack จะเริ่มบรรจุข้อมูลที่ตำแหน่ง 08H และ MCS-51 สามารถแปลงค่าใน SP ได้ซึ่งจะเป็นการเปลี่ยนตำแหน่งของ stack ไปยังที่ใดๆ ของ RAM ภายในชิพ

DATA POINTER : DPTR

DPTR เป็นรีจิสเตอร์ขนาด 16 บิต ที่ประกอบด้วยไบต์สูง (DPH) และ ไบต์ต่ำ (DPL) ที่สามารถแบ่งออกเป็นรีจิสเตอร์ 8 บิต สองตัวที่ใช้ได้อย่างอิสระหรือใช้รวมกันทั้ง 16 บิต ก็ได้ ในการ Increment หรือ Decrement เพื่อประโยชน์ในการใช้พื้นฐานของเลขที่อยู่ใน รีจิสเตอร์ ในการกระโดดในทางอ้อม ในการใช้คำสั่งเกี่ยวกับตารางข้อมูล และชี้ตำแหน่งของหน่วยความจำภายนอก

PORT 0-3

รีจิสเตอร์ P0, P1, P2 และ P3 ของกลุ่มรีจิสเตอร์ฟังก์ชันพิเศษ (SFR) จะเป็นตัวรีจิสเตอร์ที่แลตซ์ค่าของพอร์ตในขณะที่ใช้งาน

SERIAL DATA BUFFER : SBUF

บัฟเฟอร์ข้อมูลอนุกรมแบ่งออกเป็นรีจิสเตอร์สองตัว ตัวหนึ่งเป็นบัฟเฟอร์ตัวส่ง และอีกตัวเป็นบัฟเฟอร์ตัวรับ เมื่อข้อมูลถ่ายเทเข้า SBUF มันจะถ่ายเข้าบัฟเฟอร์ส่ง ซึ่งเป็นตัวจัดการส่งข้อมูลอนุกรม วิธีการเคลื่อนย้ายเข้า SBUF ขึ้นอยู่กับการเริ่มแรกการส่งเมื่อข้อมูลย้ายออกจาก SBUF จะเป็นการรับข้อมูลจากบัฟเฟอร์ตัวรับ

CONTROL REGISTER

กลุ่ม SFR ที่เป็น IP, IE, TMOD, TCON, T2CON, SCON, PCON จะประกอบด้วยบิตบิตที่ใช้ควบคุม และแสดงสถานะของการทำงานในระบบอินเทอร์พรีตตัวตั้งเวลา / ตัวนับ และพอร์ตอนุกรม ซึ่งแสดงค่าตำแหน่งดังนี้

		ตำแหน่ง
* ACC	Accumulator	0E0H
* B	B รีจิสเตอร์	0F0H
* PSW	Program Status Word	0D0H
SP	Stack Pointer	081H
DPTR	ตัวชี้ข้อมูลประกอบด้วย DPH และ DPL	083H
* P0	พอร์ต 0	082H
* P1	พอร์ต 1	080H
* P2	พอร์ต 2	090H
* P3	พอร์ต 3	0A0H
* IP	ตัวควบคุมการอินเทอร์พรีตตามลำดับ	0B0H

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนลิขสิทธิ์ ได้รับความเห็นชอบจากอธิการบดีมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง ไม่อนุญาติให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมีเหตุใดแบบสงวนเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

* IE	ตัวควบคุมการอินเตอร์รัพต์อื่นาเบิล	0B8H
TMOD	ตัวควบคุมการเลือกโหมดตัวตั้งเวลา/ ตัวนับ	0A8H
* T2CON	ตัวควบคุมตัวตั้งเวลา/ ตัวนับ 2	089H
TCON	ตัวควบคุมตัวตั้งเวลา/ ตัวนับ	088H
TH0	รีจิสเตอร์ตัวตั้งเวลา/ ตัวนับ 0 (ไบต์สูง)	0C8H
TL0	รีจิสเตอร์ตัวตั้งเวลา/ ตัวนับ 0 (ไบต์ต่ำ)	08CH
TH1	รีจิสเตอร์ตัวตั้งเวลา/ ตัวนับ 1 (ไบต์สูง)	08AH
TL1	รีจิสเตอร์ตัวตั้งเวลา/ ตัวนับ 1 (ไบต์ต่ำ)	08DH
+ TH2	รีจิสเตอร์ตัวตั้งเวลา/ ตัวนับ 2 (ไบต์สูง)	08BH
+ TL2	รีจิสเตอร์ตัวตั้งเวลา/ ตัวนับ 2 (ไบต์ต่ำ)	0CDH
+ RLDH	รีจิสเตอร์ตัวตั้งเวลา/ ตัวนับ 2 ประจุใหม่อัตโนมัติ(ไบต์สูง)	0CBH
+ RLDL	รีจิสเตอร์ตัวตั้งเวลา/ ตัวนับ 2 ประจุใหม่อัตโนมัติ(ไบต์ต่ำ)	0CAH
* SCON	ควบคุมการส่งข้อมูลอนุกรม 098H	
SBUF	บัฟเฟอร์ข้อมูลการส่งอนุกรม	099H
PCON	ควบคุมการใช้พลังงาน (Power)	097H

* = Bit assessable

+ = 8052 Only

2.3.2 โครงสร้างและการทำงานของพอร์ต

ไมโครคอนโทรลเลอร์ MCS-51 แบบแฟลชมีพอร์ตให้ใช้งานทั้งสิ้น 4 พอร์ต คือพอร์ต 0 ถึงพอร์ต 3 แต่ละพอร์ตมีขนาด 8 บิต เป็นพอร์ตแบบ 2 ทิศทาง กล่าวคือสามารถเป็นได้ทั้งอินพุต สำหรับรับสัญญาณข้อมูลเข้าและเอาต์พุตสำหรับส่งสัญญาณออก ทุกพอร์ตของไมโครคอนโทรลเลอร์ MCS-51 แบบแฟลชซีมีวงแลตซ์และวงจรจับตลอคจนบัฟเฟอร์อินพุต ดังแสดงให้เห็นในสถาปัตยกรรมรูป ที่ 2.19

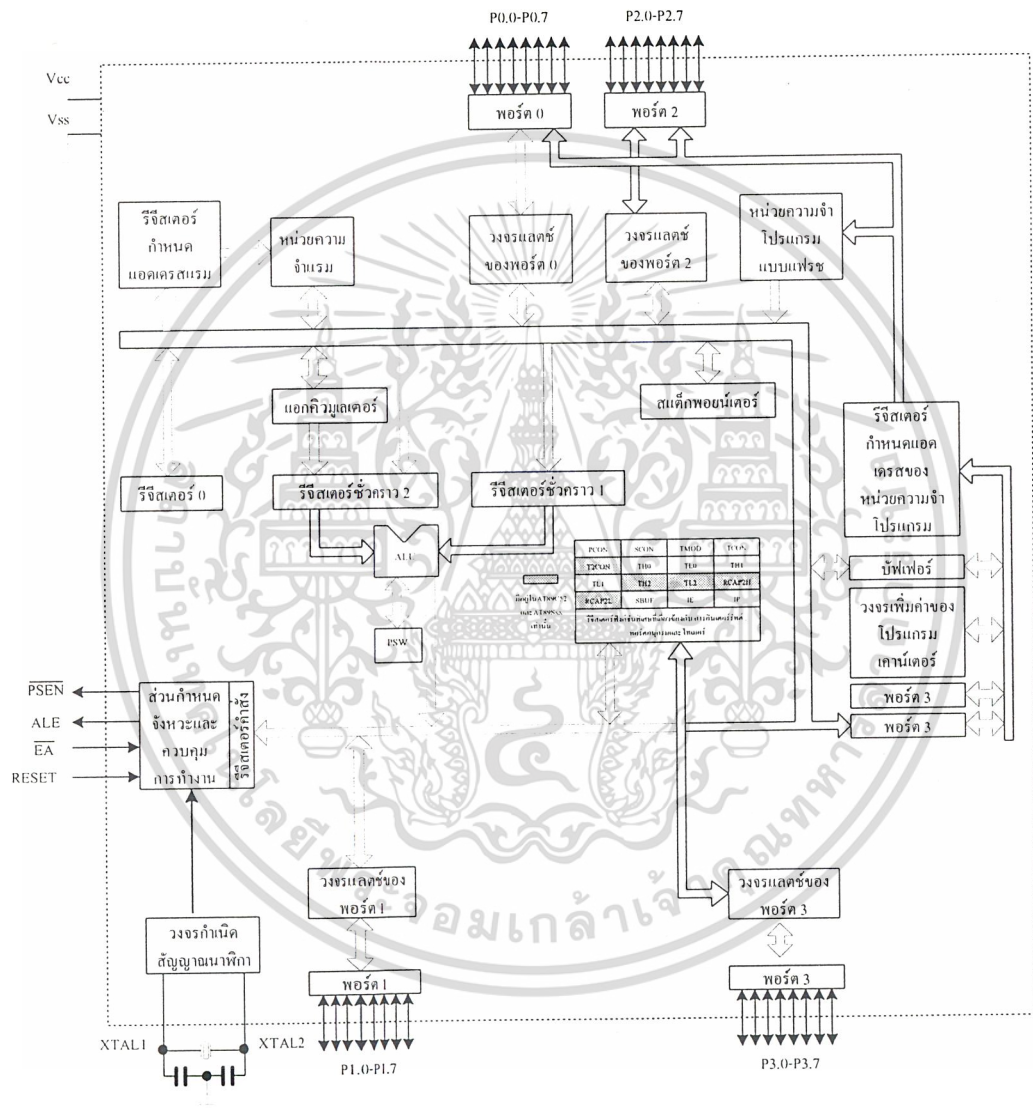
ที่พอร์ต 0 และพอร์ต 2 จะใช้งานเป็นพอร์ตอินพุตสำหรับงานทั่วไปและใช้ในการติดต่อกับหน่วยความจำภายนอก สำหรับพอร์ต 3 ทั้งพอร์ต และพอร์ต 1 บางงานนอกจากจะใช้เป็นขาพอร์ตอินพุตเอาต์พุตตามปกติแล้วยังสามารถใช้งานในหน้าที่พิเศษได้อีกขึ้นอยู่กับว่าไมโครคอนโทรลเลอร์ MCS-51 แบบแฟลชเบอร์ใด ดังสรุปในตารางที่ 2.2

ในรูปที่ 2.20 แสดงวงจรภายในของแต่ละพอร์ตของไมโครคอนโทรลเลอร์ MCS-51แบบแฟลช โดยในรูปที่ 2.20 (ก) เป็นวงจรของพอร์ต 0 วงจรแลตซ์ของแต่ละบิตในแต่ละพอร์ตก็คือวงจรดีฟลิปฟล็อปนั่นเอง การอ่านค่าสถานะของพอร์ตสถานะของวงจรแลตซ์สามารถกระทำได้อย่างอิสระด้วยสัญญาณที่แยกจากกันนั่นคือสัญญาณอ่านข้อมูลจากขาพอร์ต และสัญญาณอ่านข้อมูลจากขาของ

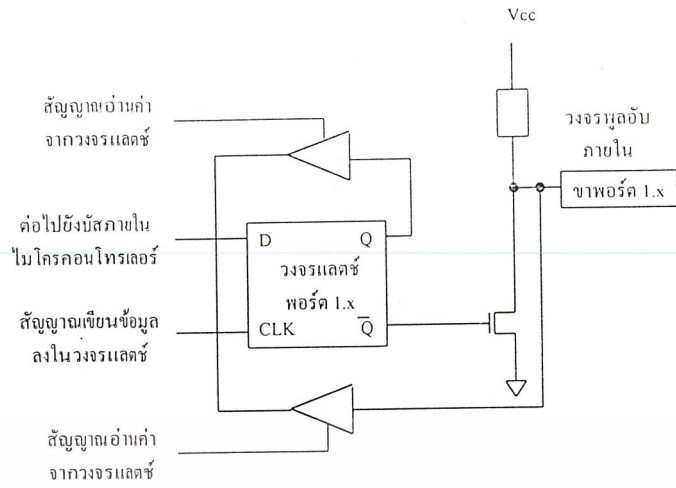
แลตซ์ ส่วนการเขียนข้อมูลยังพอร์ตต้องส่งสัญญาณมายังขา CLK ของดีฟลิปฟล็อปในขณะที่ข้อมูลจะผ่านมาจากขาบั๊ตข้อมูลภายในเข้าสู่ขา D ของดีฟลิปฟล็อป

ไม่ว่ากรณีใดๆ ฟังก์ชันอื่นๆ ที่ห้ามมิให้ดึงไปส่งในหน้าที่ และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

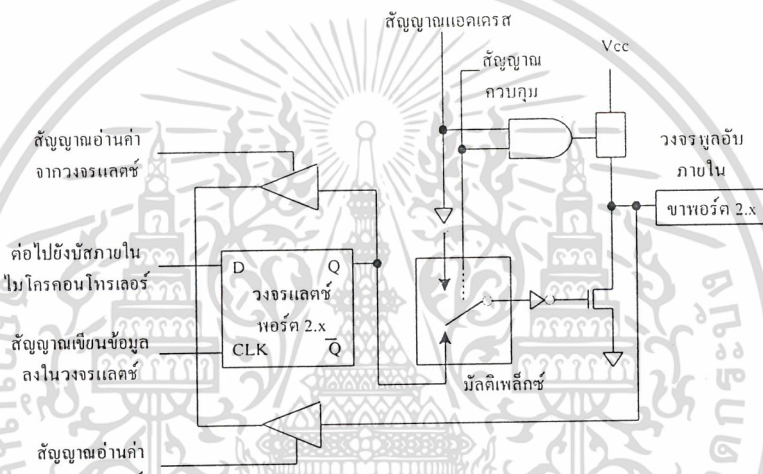
ที่วงจรนี้มีวงจรมัลติเพล็กซ์สำหรับกำหนดลักษณะการทำงานของพอร์ตว่า ต้องการใช้งานเป็นขาพอร์ตอินพุตเอาต์พุตปกติหรือใช้ในการติดต่อกับหน่วยความจำภายนอกไมโครคอนโทรลเลอร์ เนื่องจากที่ขาพอร์ต 0 ไม่มีวงจรพูลอัพภายใน หากมีการนำวงจรพอร์ต 0 ไปใช้งานเป็นพอร์ตอินพุตจะต้องต่อตัวต้านทานพูลอัพภายนอก เข้าที่ขาพอร์ต 0 ทุกขาด้วย



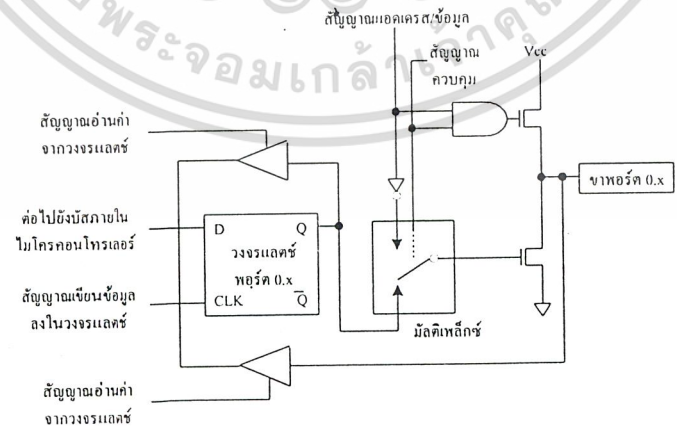
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า รูปที่ 2.19 แสดงรายละเอียดโครงสร้างหลักของ ไมโครคอนโทรลเลอร์ MCS-51
 ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



(ก)

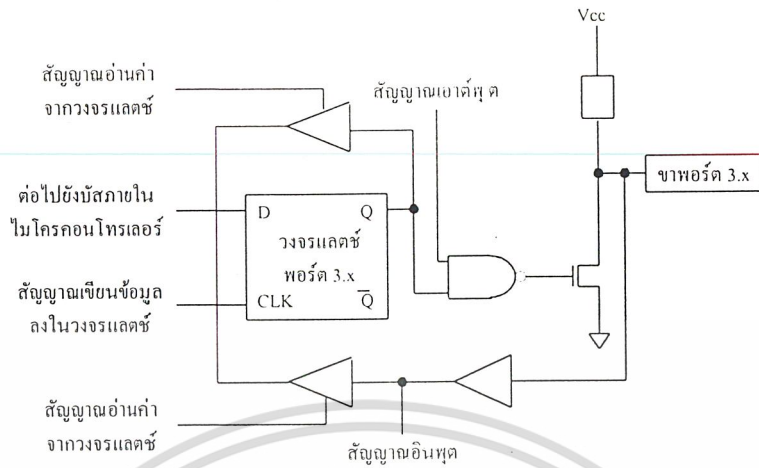


(ข)



(ค)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้เฉพาะกรณีศึกษาเท่านั้น ไม่สามารถนำออกจำหน่าย การค้า
รูปที่ 2.20 วงจรภายในของพอร์คทุกพอร์คในไมโครคอนโทรลเลอร์ MCS-51 แบบแฟลช
 ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



(ง)

รูปที่ 2.20 (ต่อ) วงจรภายในของพอร์ตทุกพอร์ตในไมโครคอนโทรลเลอร์ MCS-51 แบบแฟลช

ในรูปที่ 2.20 (ข) เป็นวงจรของพอร์ต 1 ซึ่งมีลักษณะโดยทั่วไปคล้ายกับพอร์ต 0 หากแต่ไม่มีวงจรมัลติเพล็กซ์ เนื่องจากพอร์ตนี้จะไม่ใช้ในการติดต่อกับหน่วยความจำภายนอก แต่จะมีวงจรทูลอัปภายในที่แต่ละบิตของพอร์ตนี้แทน

ในรูปที่ 2.20 (ค) เป็นวงจรภายในของพอร์ต 2 จะคล้ายกับพอร์ต 0 มาก ต่างกันเพียงมีวงจรทูลอัปเพิ่มเติมเข้ามา ส่วนในรูปที่ 2.20 (ง) เป็นวงจรภายในของพอร์ต 3 มีการเพิ่มเติมวงจรบัฟเฟอร์และวงจรถือเอาต์พุตเมื่อทำงานในฟังก์ชันพิเศษเข้ามา เนื่องจากพอร์ต 3 สามารถนำไปใช้งานในหน้าที่พิเศษได้ทุกขา

2.3.3 การใช้งานเป็นพอร์ตอินพุต

เนื่องจากพอร์ตทั้งหมดของไมโครคอนโทรลเลอร์ MSC-51 แบบแฟลชสามารถเป็นได้ทั้งอินพุตและเอาต์พุต ดังนั้นจึงมีความจำเป็นอย่างยั้งต้องทำความเข้าใจถึงการกำหนดลักษณะ การทำงานให้แก่พอร์ตของไมโครคอนโทรลเลอร์ MSC-51 แบบแฟลช

ในการกำหนดโดยใช้เป็นพอร์ตอินพุต ต้องเริ่มด้วยการเขียนข้อมูล "1" มาที่แต่ละบิต ของพอร์ตที่ต้องการใช้งานเป็นอินพุต เพื่อหยุดการทำงานของเฟตที่ใช้ในการขับสัญญาณเอาต์พุตของบิตนั้นๆ ทำให้ขาสัญญาณของพอร์ตเชื่อมต่อกับวงจรถูลอัปโดยตรงส่งผลให้ขานั้นมีลอจิกเป็น "1" สามารถรับสัญญาณลอจิก "0" จากอุปกรณ์ภายนอกได้ง่าย สัญญาณข้อมูลจากอุปกรณ์ภายนอกจะถูกส่งเข้ามาแล้วเก็บไว้ในวงจรบัฟเฟอร์ภายในพอร์ต แล้วรอให้ซีพียูมาอ่านค่าไป เมื่อเป็นเช่นนี้อุปกรณ์ภายนอกที่เชื่อมต่อกับพอร์ตอินพุตของไมโครคอนโทรลเลอร์ MSC-51แบบแฟลชควรกำหนดให้ทำงานในสถานะลอจิก "0" จะดีและไม่ว่า และสะดวกที่สุด (ซึ่งในปัจจุบัน ไมโครคอนโทรลเลอร์แทบทั้งหมดทำงานที่ลอจิก "0" แล้ว)

เอกสารนี้เป็นทรัพย์สินทางปัญญาของมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง ห้ามมิให้เผยแพร่โดยไม่ได้รับอนุญาต

ขา	เบอร์ของ ไมโครคอนโทรลเลอร์	หน้าที่พิเศษ
P1.0	AT89C52/AT89Sxx	ขา T2 เป็นอินพุตนับค่าของไทเมอร์/เคาน์เตอร์ 2 และ เป็นขาควบคุมทิศทางของสัญญาณ
P1.1	AT89C52/AT89Sxx	ขา T2 เป็นอินพุตนับค่าของไทเมอร์/เคาน์เตอร์ 2 และ เป็นขาควบคุมทิศทางของสัญญาณ
P1.4	AT89Sxx	ขา SS (Slave Select) เป็นขาเลือกการติดต่อในกรณีที่ ไมโครคอนโทรลเลอร์เป็นอุปกรณ์ในระบบการติดต่อ แบบ SPI
P1.5	AT89Sxx	ขา MOSI (Master data output slave data output) ใช้ ในการติดต่อกับพอร์ท SPI
P1.6	AT89Sxx	ขา MOSI (Master data output slave data output) ใช้ ในการติดต่อกับพอร์ท SPI
P1.7	AT89Sxx	ขา SCK(Master clock output) เป็นขาสัญญาณนาฬิกาของการติดต่อกับพอร์ท SPI

ตารางที่ 2.2 หน้าที่พิเศษของพอร์ท 1 ในไมโครคอนโทรลเลอร์ MCS-51 แบบแฟลชของ Atmel

2.3.4 การใช้งานเป็นพอร์ทเอาต์พุต.

โดยปกติแล้ว ขาพอร์ทจะกำหนดให้มีลักษณะเป็นเอาต์พุตอยู่แล้ว ดังนั้นสามารถส่งข้อมูลออกไปได้อย่างง่ายดายและตรงไปตรงมา กล่าวคือเมื่อต้องการส่งข้อมูล “0” ออกไปทางเอาต์พุตก็ให้เขียนข้อมูล “0” ไปยังวงจรรแลตซ์ ซึ่งก็จะส่งต่อไปขับเฟด ทำให้เฟดทำงาน ที่ขาพอร์ทที่กำหนดให้ทำงาน ก็จะเกิดลอจิก “0” ขึ้น ในทางตรงข้ามหากต้องการส่งข้อมูล “1” ออกไป ก็ให้เขียนข้อมูล “1” ไปยังวงจรรแลตซ์ วงจรขับก็จะหยุดทำงาน ทำให้ที่ขาพอร์ทเชื่อมต่อกับวงจรรลูอ์ภายในเกิดเป็นลอจิก “1” ที่ขาพอร์ทนั้น ซึ่งคล้ายกับการกำหนดให้เป็นขาอินพุตมาก เพียงแตกต่างกันที่กระบวนการในการเคลื่อนย้ายข้อมูล โดยถ้าเป็นอินพุตจะมีสัญญาณมาอ่านข้อมูลที่บัฟเฟอร์ แต่ถ้าเป็นเอาต์พุตจะไม่มี การอ่านข้อมูลที่บัฟเฟอร์ แต่อย่างไร เว้นแต่กรณีที่ต้องการตรวจสอบข้อมูลที่ส่งออกมาทางเอาต์พุต

เมื่อใช้งานเป็นพอร์ทเอาต์พุต แต่ละขา (หรือแต่ละบิต) ของแต่ละพอร์ทมีความสามารถในการจ่ายกระแสหรือที่เรียกว่า กระแสซอร์ส (source current) ได้สูงสุด 10 mA และทุกขา รวมกันในแต่ละพอร์ท (ทั้ง 8 บิต) สูงสุด 26 mA สำหรับพอร์ท 0 และ 15 mA สำหรับพอร์ท 1-3 ในกรณีที่ใช้งานทุกพอร์ทจะสามารถจ่ายกระแสได้รวมกันสูงสุด 71 mA ดังนั้นในการใช้งานเป็นพอร์ทเอาต์พุตเพื่อไม่ให้เกิด

เอกสารนี้ ปัญหาเกี่ยวกับความสามารถในการจ่ายกระแสจึงควรต่อวงจรบัฟเฟอร์ทางเอาต์พุตเพื่อช่วยในการขับ
ไม่ว่ากระแสอีกทางหนึ่งทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.3.5 การอ่านค่าลอจิกจากพอร์ท

ในไมโครคอนโทรลเลอร์ MCS-51 แบบแฟลชสามารถอ่านค่าลอจิกจากพอร์ทได้ 2 ลักษณะคือ อ่านจากขาพอร์ทโดยตรง และอ่านค่าจากวงจรแลตช์ของแต่ละพอร์ท

ในกรณีที่พอร์ทต่อกับขาเบสทรานซิสเตอร์ชนิด NPN และขาอิมิตเตอร์ของทรานซิสเตอร์ตัวนั้น ต่อลงกราวด์ หากมีการส่งข้อมูล “1” ไปยังทรานซิสเตอร์จะทำให้ทรานซิสเตอร์ทำงานสถานะลอจิกที่ขาพอร์ทจะเป็น “0” เนื่องจากเมื่อทรานซิสเตอร์ทำงาน จะเสมือนว่าขาพอร์ทนั้นถูกต่อลงกราวด์ ทำให้อ่านค่าลอจิกที่ขาพอร์ทจะได้ผลตรงข้ามกับที่ส่งออกมาแต่ถ้าหากทำงานอ่านค่าลอจิกที่วงจรถัดไป จะได้ค่าที่ตรงกับค่าที่ต้องการส่งจริง ดังนั้น ในการอ่านค่าลอจิกจากพอร์ทจึงต้องเลือกวิธีการให้เหมาะสมกับอุปกรณ์ที่นำมาต่อด้วย

2.3.6 จังหวะการทำงานของไมโครคอนโทรลเลอร์ MCS-51

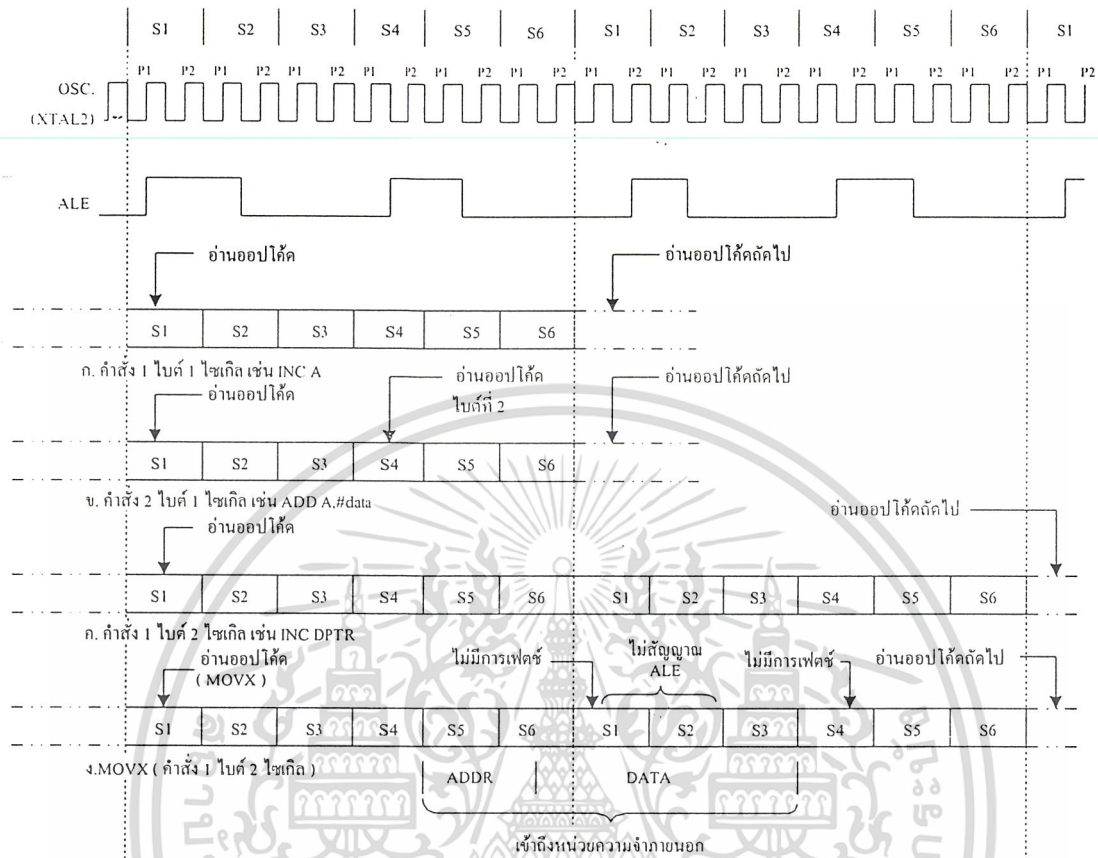
ในการใช้งาน ไมโครคอนโทรลเลอร์ MCS-51 จะต้องทำความเข้าใจถึงจังหวะการทำงานของซีพียู และลำดับขั้นตอนการประมวลผลคำสั่ง ในการประมวลผลคำสั่งของซีพียูจะมีขั้นตอนหลักๆ 2 ขั้นตอน คือ กระบวนการเฟตช์ (fetch) เป็นการเรียกคำสั่งออกจากหน่วยความจำโปรแกรมแล้วทำการแปลรหัสคำสั่งนั้นเป็นภาษาเครื่องเพื่อเตรียมการประมวลผล ขั้นตอนต่อมาคือ กระบวนการเอ็กซีคิวต์ (execute) เป็นการกระทำตามคำสั่งที่กำหนดหรือตามเฟตช์ที่ขึ้นมาโดยกระบวนการก่อนหน้านี้ เมื่อทำการเอ็กซีคิวต์คำสั่งเรียบร้อยแล้วก็จะไปเริ่มกระบวนการเฟตช์คำสั่งใหม่ต่อไป

เมื่อเริ่มจ่ายไฟให้แก่ไมโครคอนโทรลเลอร์จะเกิดการรีเซตในลักษณะที่เรียกว่า เพาเวอร์ออร์นรีเซต (power on reset) ซีพียูเริ่มต้นการทำงานที่แอดเดรส 0000H ของหน่วยความจำโปรแกรม จังหวะการทำงานของซีพียูจะเป็นไปตามรูปแบบ โดยได้รับการกำหนดมาจากรอบการทำงานหรือแมชชีนไซเคิล (machine cycle) ในรูปที่ 2.21 เป็นไคโอะแกรมเวลาแสดงจังหวะการทำงานของไมโครคอนโทรลเลอร์ MCS-51 โดยใน 1 รอบการทำงานหรือแมชชีนไซเคิลจะแบ่งย่อยออกเป็น 6 สเตต (state) กำหนดชื่อเป็น S1-S6 ในแต่ละสเตตมีค่าเวลาเท่ากับ 2 คาบเวลาของสัญญาณนาฬิกา ถ้าสัญญาณนาฬิกามีความถี่ 12 MHz จะมีคาบเวลาเท่ากับ 1ms คาบเวลาทั้งสองภายในหนึ่งสเตตจะเรียกว่า เฟส 1 (phase 1) และเฟส 2 (phase 2)

ในการเอ็กซีคิวต์คำสั่งที่ใช้เวลา 1 ไซเคิล เริ่มต้นที่สเตต 1 จะเป็นการอ่านค่าออปโค้ด อันเป็นกระบวนการแลตช์ค่าของออปโค้ดส่งไปให้รีจิสเตอร์คำสั่ง (Instruction Register : IR) การเฟตช์ครั้งที่ 2 จะเกิดขึ้นที่สเตต 4 ภายในแมชชีนไซเคิลเดียวกัน ในกรณีที่เป็นการส่งไบต์เดียว การเฟตช์ครั้งที่ 2 ภายในแมชชีนไซเคิลเดียวกันจะถูกตัดทิ้งไป ในคำสั่งที่มีใช้เวลา 1 ไซเคิล จะสิ้นสุดการทำงานลงในสเตต 6 ของแมชชีนไซเคิลเดียวกัน

ในกรณีที่คำสั่งใช้เวลา 2 ไซเคิล การทำงานของคำสั่งนั้นจะสิ้นสุดลงในสเตต 6 ของแมชชีนไซเคิลสอง สำหรับในการกระทำคำสั่ง MOVX ซึ่งเป็นคำสั่งขนาด 1 ไบต์ 2 ไซเคิลจะไม่มีเฟตช์เกิดขึ้นในไซเคิลที่สองของคำสั่ง MOVX นี้ เนื่องจากซีพียูจะไปทำการติดต่อกับหน่วยความจำภายนอก จะเห็นได้ว่า เวลาในการเอ็กซีคิวต์จะไม่ได้ขึ้นอยู่กับว่าทำการติดต่อกับหน่วยความจำโปรแกรมภายใน

เอกสารนี้เป็นเอกสารลิขสิทธิ์ของมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี ห้ามเผยแพร่โดยไม่ได้รับอนุญาต
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.21 ไชเกิดการทำงานของไมโครคอนโทรลเลอร์ MCS-51 แบบเฟลช

ช่วงจังหวะเวลาของ CPU

เมฆซินไชเกิด ประกอบด้วย 6 สถานะ หรือเท่ากับ 12 คาบของออสซิลเลเตอร์ แต่ละสถานะจะแบ่งเป็นเฟส (P1) ดังรูป 2.21 ครั้งหนึ่งเป็นช่องเฟส 1 แอคทีฟ และ เฟส 2 (P2) เป็นช่องเฟส 2 แอคทีฟ ดังนั้นในแต่ละเมฆซินไชเกิดจะประกอบด้วย 12 คาบออสซิลเลเตอร์เป็นจำนวน S1P1 คือ สถานะที่ 1 เฟสที่ 1 ถึง S6P2 คือสถานะที่ 6 เฟสที่ 2 โดยปกติการทำงานแบบคณิตศาสตร์และตรรกศาสตร์จะทำในช่องเฟส 1 และการถ่ายเทข้อมูลภายในระหว่างที่รีจิสเตอร์จะ ทำในช่องเฟส 2

จากรูปที่ 2.21 แสดงถึงช่วงเวลาเฟตซ์และการทำงานที่อ้างอิงลักษณะภายในแต่ละเฟส เนื่องจากสัญญาณนาฬิกาภายใน ผู้ใช้ไม่สามารถที่จะควบคุมการเข้าถึงภายในได้ตามปกติ ALE จะแอคทีฟ 2 ครั้งในแต่ละเมฆซินไชเกิด และจะเกิดขึ้นระหว่าง S1P2 ถึง S2P1 ครั้งหนึ่งระหว่าง S4P2 ถึง S5P1 อีกครั้งหนึ่ง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนลิขสิทธิ์ของมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี ห้ามเผยแพร่โดยไม่ได้รับอนุญาต
 การทำงานของแต่ละเมฆซินไชเกิด จะเริ่มที่ S1P2 เมื่อออปโค้ด (opcode) เก็บเข้าในตัวรีจิสเตอร์ ถ้าสั่งหรืออ่านออปโค้ดเข้ามา ถ้าคำสั่งมี 2 ไบต์ ไบต์ที่ 2 จะถูกอ่านในช่วง S4 ภายใน

แมชชีนไซเคิลเดียวกัน แต่ถ้าเป็น 1 ไบต์ คำสั่งจะยังคงเฟลช์ ที่ S4 แต่ไบต์ที่ถูกอ่าน (ซึ่งควรเป็นไบต์ที่ 2 ของคำสั่งเดียวกัน) จะไม่มีผล และตัว PC จะยังไม่เพิ่มค่าไม่ว่ากรณีใด ๆ

คำสั่ง MCS-51 ส่วนใหญ่จะทำงานในช่วง 1 แมชชีนไซเคิล ยกเว้นคำสั่ง MUL (คูณ) Div (หาร) ที่ใช้มากกว่าสองแมชชีนไซเคิล ที่จะทำงานให้สมบูรณ์ได้จะใช้ถึงสี่ แมชชีนไซเคิล

2.3.7 การเขียนไปยังพอร์ท

การทำงานตามคำสั่งที่เปลี่ยนค่าในแลทช์ (latch) ของแต่ละพอร์ทค่าใหม่จะเข้ามาเก็บในช่วงระหว่าง S6P2 ของแมชชีนไซเคิล สุดท้ายของคำสั่งอย่างไรก็ตาม พอร์ท จะเก็บค่าในแลทช์เมื่อมีการใช้ส่งข้อมูลออกที่บัฟเฟอร์เอาต์พุต (buffer output) ระหว่างเฟส 1 ของคาบบอเวลาใด ๆ ของสัญญาณนาฬิกา (ส่วนระหว่างเฟส 2 บัฟเฟอร์เอาต์พุต จะยังคงเก็บค่าเริ่มแรกที่ปรากฏในเฟส 1 ก่อนหน้านั้น) โดยลค่าค้ำใหม่ที่แลทช์ไว้ จะยังไม่ปรากฏที่ขาพอร์ท จนกว่าจะถึงเฟส 1 ตัวใหม่ ซึ่งอยู่ในช่วง S1P1 ของแมชชีนไซเคิล ตัวต่อมา

ที่ได้กล่าวมาเป็นเพียงคุณสมบัติเบื้องต้นที่จำเป็นอย่างยั้งที่จะต้องทำความเข้าใจเสียก่อนเพื่อเป็นการกำหนดวงจร และแนวทางการที่จะเขียน โปรแกรมสั่งงาน และคุณสมบัติพิเศษที่แตกต่างกันเฉพาะบางเบอร์ของตระกูล MCS-51

2.4 การเชื่อมโยง 8255 กับ MCS-51

8255A Programmable Peripheral Interface เป็นชิพขนาด 40 ขา มีอยู่ 3 พอร์ท คือ พอร์ท A พอร์ท B และพอร์ท C เป็นพอร์ท 8 บิตที่สามารถโปรแกรมให้เป็นอินพุทหรือเอาต์พุตก็ได้ โดยที่พอร์ท C ยังแบ่งเป็น 4 บิตล่างและ 4 บิตบน โดยมีโครงสร้างตามรูปที่ 2.22

2.4.1 โหมดการทำงานของ 8255

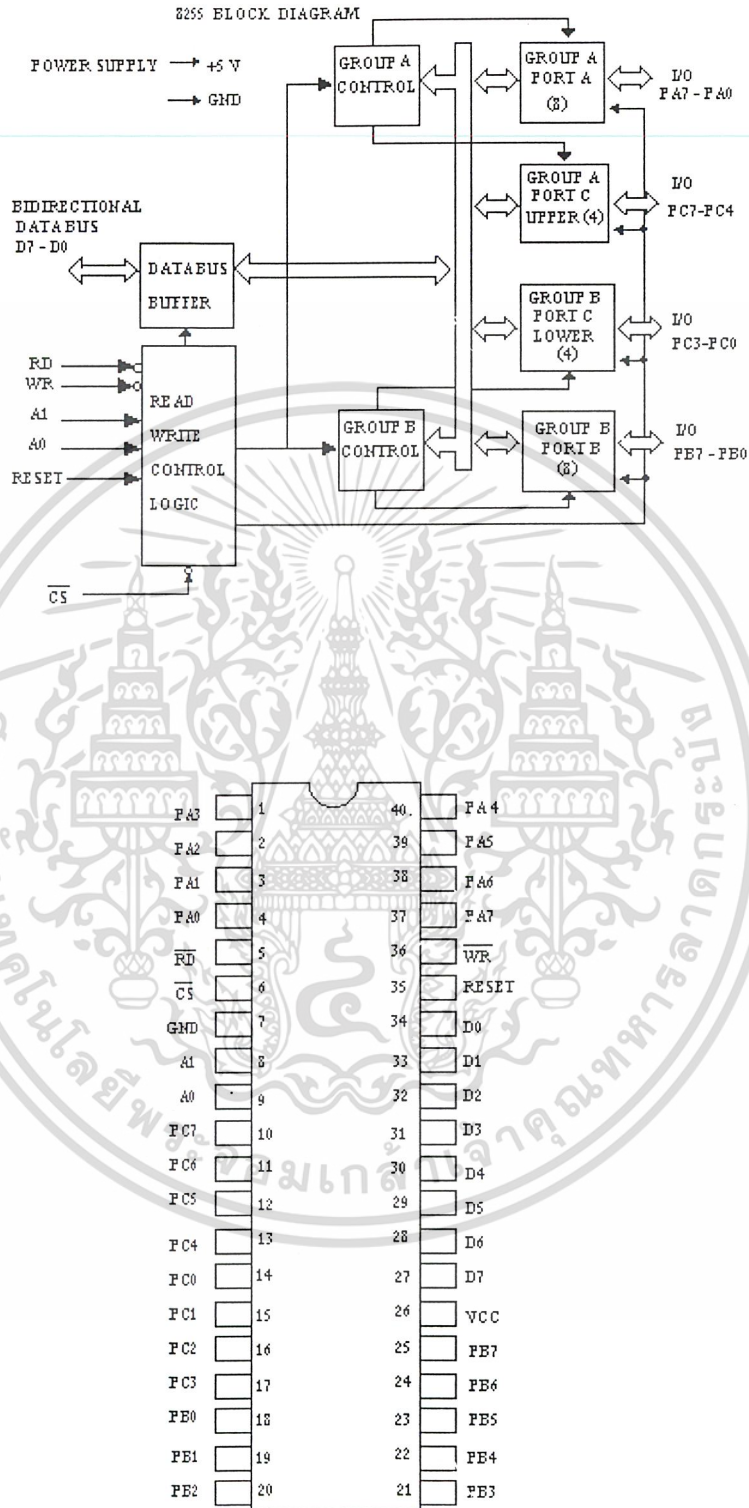
การทำงานมีอยู่ด้วยกัน 3 โหมด ดังตารางที่ 2.3

โหมด 0 มีการทำงานแบบ BASIC I/O ไม่มี สัญญาณแฮนด์เช็ค (handshake)

โหมด 1 โหมดนี้ใช้พอร์ท A B ในการรับหรือส่งข้อมูล และใช้พอร์ท C ในการตรวจสอบสัญญาณ แฮนด์เช็ค

โหมด 2 โหมดนี้ใช้พอร์ท A ในการรับส่งข้อมูล 2 ทิศทางและพอร์ท B ในการรับหรือส่งข้อมูล และใช้พอร์ท C บิต 0 บิต 1 บิต 2 ในการรับส่งข้อมูลบิตและบิต 3,4,5,6,7 เป็นสัญญาณแฮนด์เช็ค

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
 ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้
 รูปที่ 2.22 การจางวางขาและ โครงสร้างของ 8255

	MODE 0		MODE 1		MODE 2
	IN	OUT	IN	OUT	GROUP A ONLY
PA ₀	IN	OUT	IN	OUT	↔
PA ₁	IN	OUT	IN	OUT	↔
PA ₂	IN	OUT	IN	OUT	↔
PA ₃	IN	OUT	IN	OUT	↔
PA ₄	IN	OUT	IN	OUT	↔
PA ₅	IN	OUT	IN	OUT	↔
PA ₆	IN	OUT	IN	OUT	↔
PA ₇	IN	OUT	IN	OUT	↔
PB ₀	IN	OUT	IN	OUT	—
PB ₁	IN	OUT	IN	OUT	—
PB ₂	IN	OUT	IN	OUT	—
PB ₃	IN	OUT	IN	OUT	—
PB ₄	IN	OUT	IN	OUT	—
PB ₅	IN	OUT	IN	OUT	—
PB ₆	IN	OUT	IN	OUT	—
PB ₇	IN	OUT	IN	OUT	—
PC ₀	IN	OUT	INTR _B	INTR _B	I/O
PC ₁	IN	OUT	IBF _B	OBF _B	I/O
PC ₂	IN	OUT	STB _B	ACK _B	I/O
PC ₃	IN	OUT	INTR _A	INTR _A	INTR _A
PC ₄	IN	OUT	STB _A	I/O	STB _A
PC ₅	IN	OUT	IBF _A	I/O	IBF _A
PC ₆	IN	OUT	I/O	ACK _A	ACK _A
PC ₇	IN	OUT	I/O	OBF _A	OBF _A

ตารางที่ 2.3 สรุปลักษณะต่าง ๆ ของ 8255

ขาสัญญาณต่าง ๆ ของ 8255

D₇ - D₀ บัสข้อมูลเชื่อมโยงกับ CPU

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ใช้เลือกพอร์ท A, B, C และพอร์ทควบคุม
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

RESET เมื่อขา \overline{CS} นี้ได้รับสัญญาณกระตุ้นลอจิก 1 จะทำให้ 8255 ถูกรีเซ็ตที่มีผลทำให้ทุกพอร์ทเป็นอินพุททันที

$PA_7 - PA_0$ เป็นพอร์ทขนาน 8 บิต

$PB_7 - PB_0$ เป็นพอร์ทขนาน 8 บิต

$PC_7 - PC_0$ เป็นพอร์ทขนาน 8 บิต

\overline{RD} ในการอ่านข้อมูลที่พอร์ทของ 8255 ต้องทำให้ขานี้เป็นลอจิก 0 พร้อมกับ \overline{CS}

\overline{WR} ในการเขียนข้อมูลหรือโปรแกรมลงบน 8255 ต้องทำให้ขานี้เป็นลอจิก 0 พร้อมกับ \overline{CS}

\overline{CS} เป็นขาเลือกชิพ 8255 ได้ ขานี้โดยต่อกับ I/O DECODER

เมื่อขา \overline{WR} , \overline{RD} , A_0 , A_1 , \overline{CS} ทำงานทั้ง 5 ขาจะมีฟังก์ชันการทำงานดังตารางที่ 2.4

A1	A0	RD	WR	CS	
					Input operation (READ)
0	0	0	1	0	Port A → data bus
0	1	0	1	0	Port B → data bus
1	0	0	1	0	Port C → data bus
					Output operation (WRITE)
0	0	1	0	0	Data bus → Port A
0	1	1	0	0	Data bus → Port B
1	0	1	0	0	Data bus → Port C
1	1	1	0	0	Data bus → Control
					Disable function
X	X	X	X	1	Data bus → 3-state
1	1	0	1	0	Illegal condition
X	X	1	1	0	Data bus → 3-state

ตารางที่ 2.4 ตารางความจริงของ 8255

การถอดรหัสตำแหน่งพอร์ทของ 8255 จะได้เบอร์พอร์ทดังนี้

(8000H – 8FFFH)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

(9000H – 9FFFH)

ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น ลีเกิ้ลทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

(A000H – AFFFH)

(B000H – BFFFH)
 (C000H – CFFFH)
 (D000H – DFFFH)
 (E000H – EFFFH)
 (F000H – FFFFH)

และใช้เอาต์พุตที่ตำแหน่ง (F000H – FFFFH) มาถอดรหัสร่วมกับ A8 ,A9, A10 โดยใช้ 74 LS 138

ไต่พอร์ต

(F800H – F8FFH)
 (F900H – F9FFH)
 (FA00H – FAFFH)
 (FB00H – FBFFH)
 (FC00H – FCFFH)
 (FD00H – FDFFH)
 (FE00H – FEFFH)
 (FF00H – FFFFH)

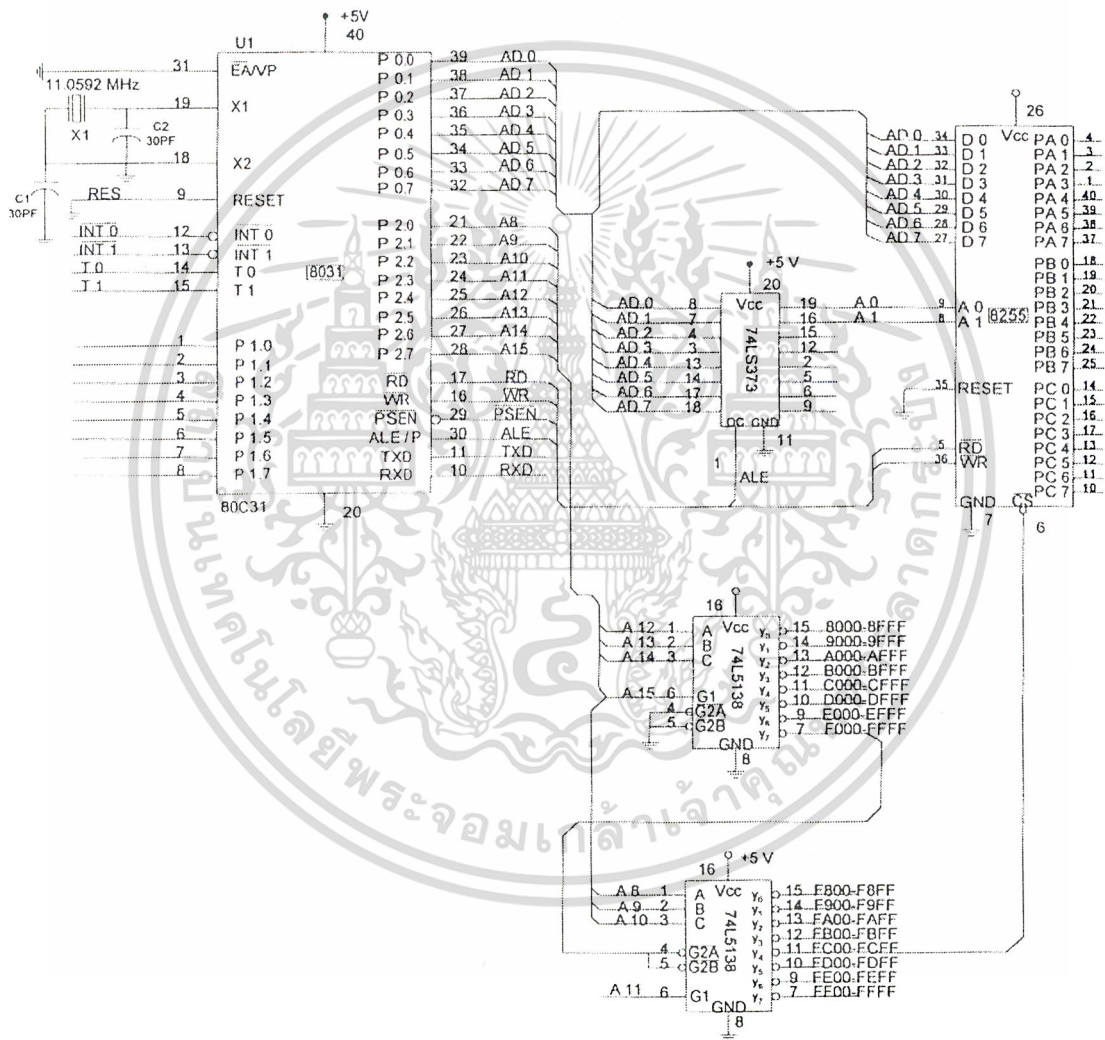
สัญญาณเลือกชิพ 8255 ใช้เบอร์พอร์ต (FC00H – FCFFH) และ A₀, A₁ ต่อเข้า A0, A1 ของ 8255 จะได้เบอร์พอร์ตของ 8255 ดังตารางที่ 2.5

I/O ADDRESS	8255 (PORT)
FC00H	A
FC01H	B
FC02H	C
FC03H	CONTROL

ตารางที่ 2.5 I/O ADDRESS ของ 8255

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
 ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

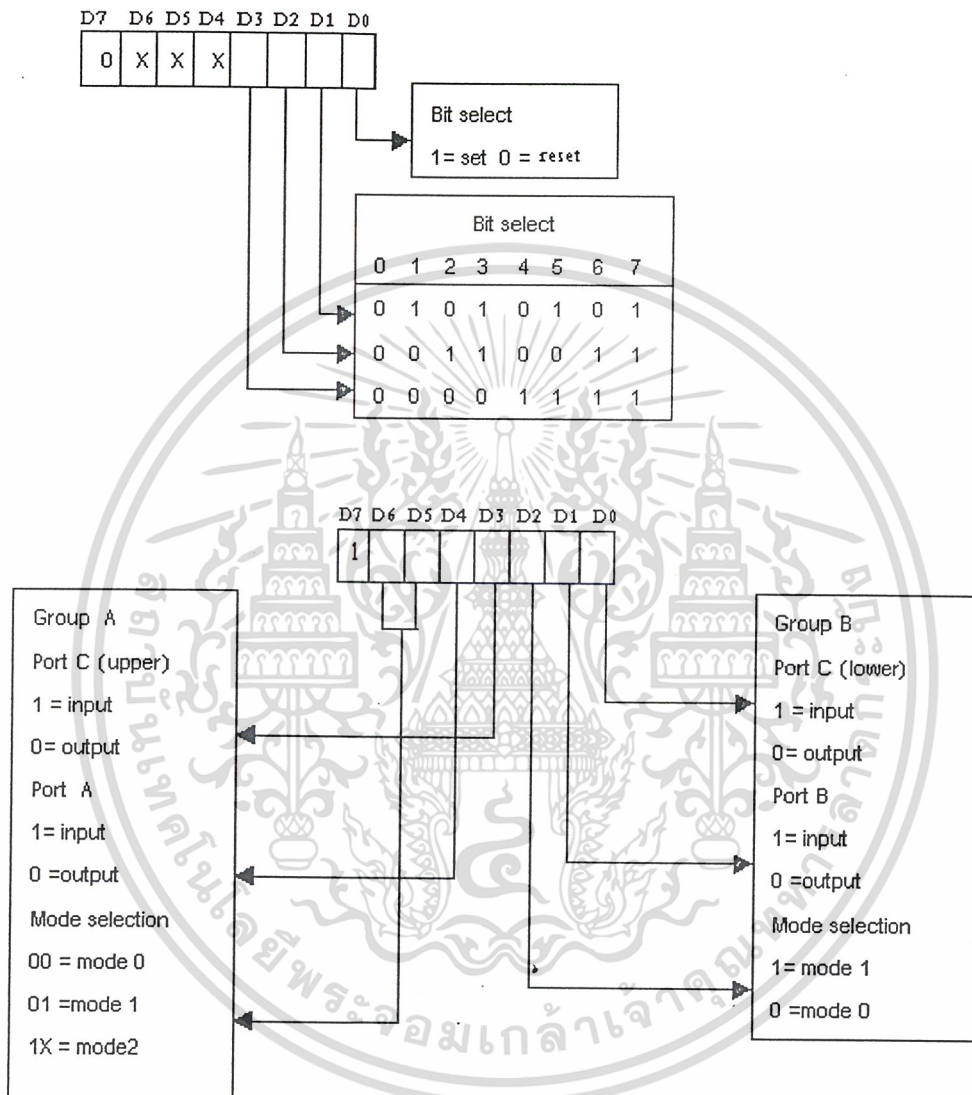
2.4.2 การเชื่อมโยง 8255 เข้ากับ CPU



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้รูปที่ 2.23 นี้ การเชื่อมโยง 8255 เข้ากับ CPU เอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.4.3 การโปรแกรม 8255

จะใช้ตารางการโปรแกรมดังรูปที่ 2.24

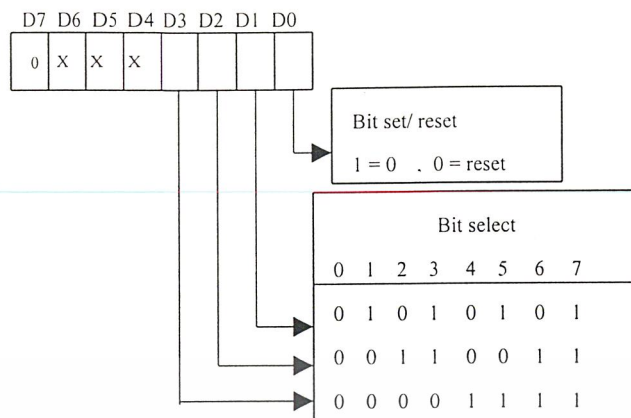


รูปที่ 2.24 CONTROL WORDS ทั้ง 2 แบบของ MODE และ BIT DEFINITION FORMAT

The Bit Set / Reset Mode

นอกจากเราจะใช้พอร์ท A,B,C ในการโปรแกรมให้เป็นอินพุต/ เอาท์พุตแล้วเรายังสามารถที่จะโปรแกรมพอร์ท C บิต PC0 - PC7 ให้เป็นลอจิก 0 หรือ 1 (ใช้งานเป็นเอาท์พุต) เพื่อใช้เป็นสัญญาณสตโรป(strobe) ได้วิธีการโปรแกรมพอร์ท C ดังแสดงในรูปที่ 2.25

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่นุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.25 การโปรแกรมบิตของพอร์ท C (ใช้เป็นเอาต์พุตเท่านั้น)

MODE 1 : Strobe I/O

โหมดนี้จะใช้พอร์ท A,B ในการส่งและรับข้อมูลและใช้พอร์ท C ตรวจสอบความพร้อม เมื่อโปรแกรมแล้ว พอร์ท C จะระบุเป็นขาสัญญาณดังต่อไปนี้
เมื่อเป็นอินพุตพอร์ท

$$PC_0 = \text{INTR}_B$$

$$PC_1 = \text{IBF}_B$$

$$PC_2 = \text{INTE}_B$$

$$PC_3 = \text{INTR}_A$$

$$PC_4 = \text{INTE}_A$$

$$PC_5 = \text{IBF}_A$$

$$PC_6 = \text{I/O}$$

$$PC_7 = \text{I/O}$$

เมื่อเป็นเอาต์พุตพอร์ท

$$PC_0 = \overline{\text{INTR}}_B$$

$$PC_1 = \overline{\text{OBF}}_B$$

$$PC_2 = \text{INTE}_B$$

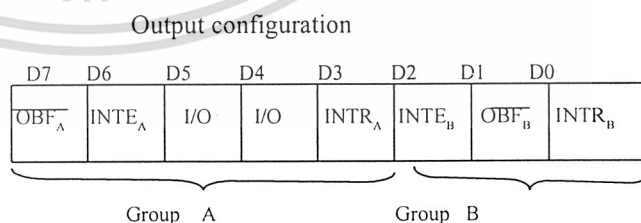
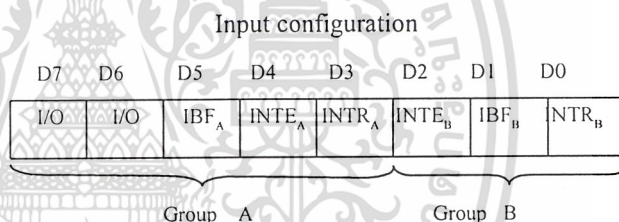
$$PC_3 = \text{INTR}_A$$

$$PC_4 = \text{I/O}$$

$$PC_5 = \text{I/O}$$

$$PC_6 = \overline{\text{INTE}}_A$$

$$PC_7 = \overline{\text{OBF}}_A$$



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนลิขสิทธิ์สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
โดยที่ INTR คือ Interrupt request (การร้องขออินเทอร์รัพท์)

IBF คือ Input Buffer full (บัฟเฟอร์เต็ม)

STB คือ Strobe(สตrobe)

I/O คือ Input/ Output (อินพุต/เอาต์พุต) โปรแกรมได้

INTE คือ Interrupts Enabled (อินเตอร์รัพท์ อีเนเบิล)

ACK คือ Acknowledge

พอร์ท	ชนิด	ชื่อ	คอนโทรลด้วยบิตเช็ท/รีเช็ทของ
A	Input	INTEA	PC4
A	Output	INTEA	PC6
B	Input	INTEB	PC2
B	Output	INTEB	PC2

ตารางที่ 2.6 การโปรแกรม INTE ของพอร์ท A,B

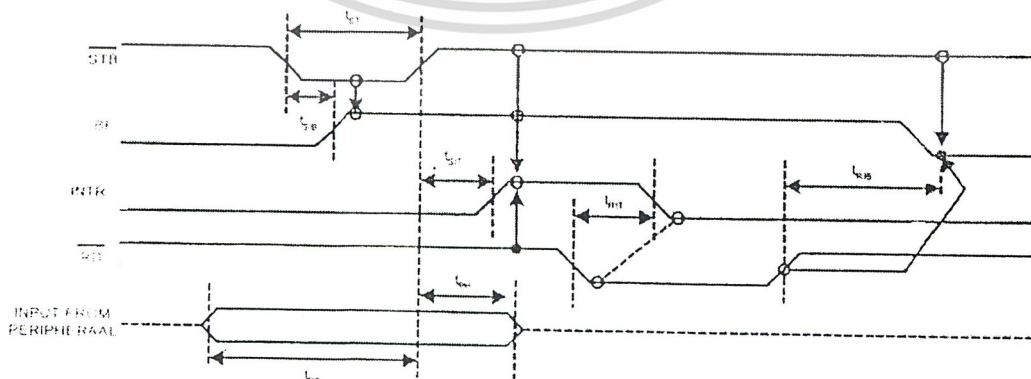
ผังเวลา (โหมด 1)อินพุตพอร์ท

เมื่อพอร์ท A, B ได้ถูกโปรแกรมเป็นพอร์ทในการรับส่งข้อมูลแล้ว จะต้องใช้สัญญาณควบคุม 3 สัญญาณคือ IBF, STB, \overline{INTR}

IBF เป็นขาเอาต์พุตแอกทีฟที่ 1 แสดงถึงอินพุตบัฟเฟอร์ เต็ม (เมื่อ CPU อ่านข้อมูลจากพอร์ทอินพุตไปแล้วจะทำให้ขานี้เปลี่ยนเป็นลอจิก 0 คือ วางพร้อมที่จะรับข้อมูลใหม่

STB เป็นขาอินพุตแอกทีฟที่ 0 เป็นขาที่อุปกรณ์ภายนอกส่งมากระตุ้นให้อินพุตพอร์ทแลตซ์ข้อมูลไว้

INTR เป็นขาเอาต์พุตแอกทีฟที่ 1 จะแอกทีฟหลังจากที่ได้รับ \overline{STB} แอกทีฟ 0 ช่วงที่ \overline{STB} เปลี่ยนจากระดับต่ำไปสูง ขา INTR จะแอกทีฟทันที (ต้องอีเนเบิล อินเตอร์รัพท์ ฟลิปฟลอปไว้ ก่อน) โดยเช็ทที่ PC4 ถ้าใช้งานพอร์ท A และเช็ทที่ PC2 ถ้าใช้งานพอร์ท B



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับภาวใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
รูปที่ 2.26 ผังเวลา (โหมด 1)อินพุตพอร์ท
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

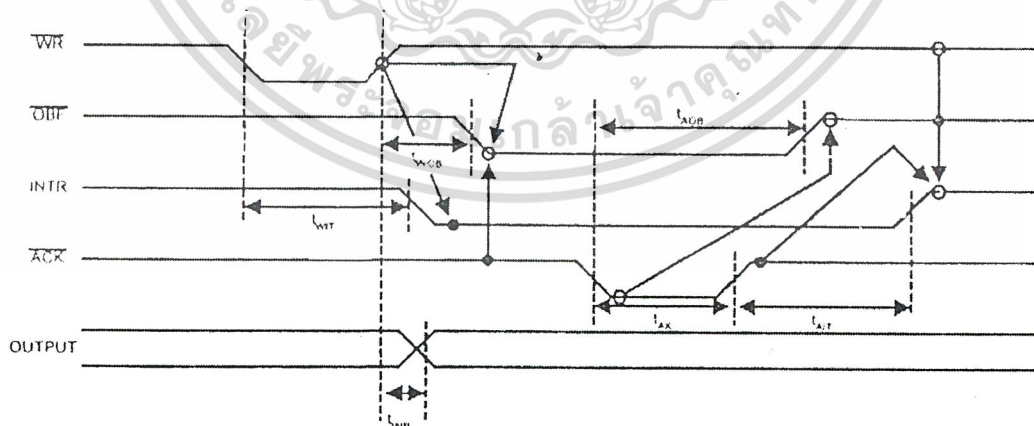
จากผังเวลาจะเห็นว่า ก่อนที่อุปกรณ์ภายนอกจะส่ง \overline{STB} มาเข้า 8255 จะต้องตรวจสอบขา IBF ว่าว่างหรือเปล่า (0 คือว่าง) ก็จะส่งข้อมูล 8 บิต มาตามหลังด้วย \overline{STB} แอคทีฟที่ 0 หลังจากนั้นไม่นาน IBF ก็จะเป็น 1 แสดงว่าข้อมูลถูกแลตช์ไว้ได้แล้ว ช่วงที่ \overline{STB} เปลี่ยนกลับเป็น 1 ช่วงนี้เอง INTR ก็จะเป็น 1 (มีลอจิก 1) สัญญาณนี้ถูกต่อกับขา \overline{INT} ของ CPU ก็จะกระโดดไปโปรแกรมบริการอินเทอร์รัพท์ ภายในโปรแกรมบริการอินเทอร์รัพท์ จะมีการอ่านข้อมูลไปเก็บ เมื่ออ่านข้อมูลไปเก็บเสร็จแล้ว IBF ก็จะว่างลงอีกครั้ง (เป็นลอจิก 0)

ผังเวลา (โหมด 1) เอาท์พุตพอร์ท

เมื่อพอร์ท A,B ได้ถูกโปรแกรมในโหมด 1 เพื่อใช้ในการส่งข้อมูล 8 บิต พอร์ท C จะถูกกำหนดให้เป็นพอร์ทในการตรวจสอบสัญญาณ (Handshake) สัญญาณที่ใช้มี 3 สัญญาณคือ \overline{OBF} , \overline{ACK} , INTR \overline{OBF} เป็นขาเอาต์พุตแอกทีฟที่ 0 เมื่อ CPU ส่งข้อมูลออกมาที่พอร์ทของ 8255 แล้วขา \overline{OBF} นี้ จะเป็น 0 หลังจากช่วงขอขา \overline{WR} และจะเปลี่ยนเป็น 1 ในช่วงขอขา \overline{ACK} (ขา \overline{OBF} ถ้ามีลอจิก 0 หมายถึงเอาต์พุตบัฟเฟอร์เต็ม ถ้าเป็น 1 หมายถึงว่าง)

\overline{ACK} เป็นขาอินพุตแอกทีฟที่ 0 เป็นสัญญาณตอบรับอุปกรณ์ภายนอกส่งมายัง 8255 หลังจากที่อินพุตพอร์ทเก็บข้อมูลได้แล้ว

INTR เป็นขาเอาต์พุตแอกทีฟที่ 1 ส่งไปอินเทอร์รัพท์ CPU หลังจากที่ 8255 ได้รับ \overline{ACK} ช่วงขอขา \overline{WR} ขึ้นก็จะส่ง INTR แอกทีฟ 1 ออกไป (ต้องโปรแกรม INTE ไว้ก่อนถ้าเป็นพอร์ท A ต้องเซ็ทที่ PC6 และพอร์ท B ต้องเซ็ทที่ PC2)

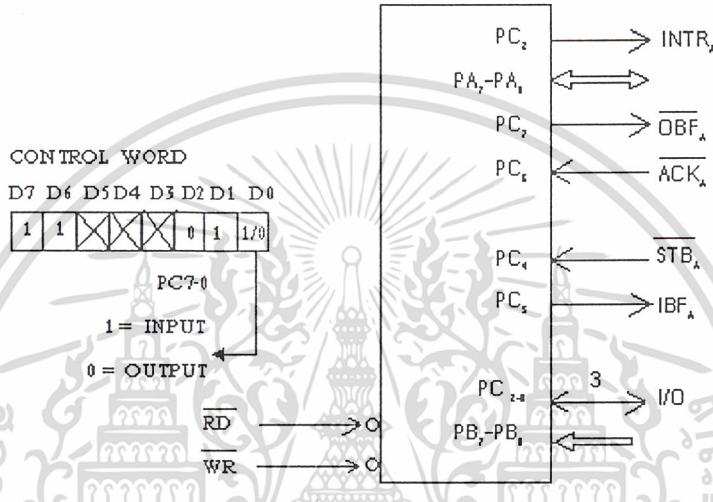


รูปที่ 2.27 ผังเวลา(โหมด 1)เอาต์พุตพอร์ท

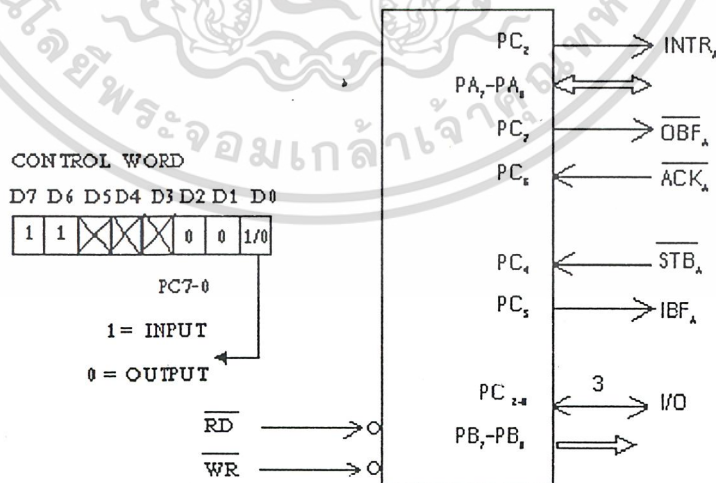
จากผังเวลาจะเห็นว่าการทำงานสามารถอธิบายได้ดังนี้ ก่อนที่ CPU จะส่งข้อมูลใหม่มายังเอกสารนี้เอาต์พุตพอร์ทจะต้องตรวจเช็ค \overline{OBF} ก่อนถ้า \overline{OBF} เป็น 1 (คือว่าง) ก็สามารถส่งข้อมูลใหม่มาที่เอาต์พุตได้ แต่ถ้า \overline{OBF} เป็น 0 แสดงว่าเอาต์พุตพอร์ทได้ข้ณะการส่งข้อมูลมาสัญญาณ \overline{WR} จะแอกทีฟ 0 และช่วง \overline{WR} เปลี่ยนเป็น 1 ช่วงนี้เองจะทำให้

OBF และ INTR เป็น 0 อยู่ช่วงหนึ่งจนกว่าจะมีสัญญาณ ACK (สัญญาณตอบรับจากอุปกรณ์ภายนอก บอกว่ารับข้อมูลไว้แล้วหลังจาก ACK เป็นสถานะต่ำทำให้ OBF เป็น 1 คือเอาท์พุตบัฟเฟอร์จะว่างลงอีกครั้งเมื่อ ACK เปลี่ยนเป็น 1 ช่วง leading edge จะทำให้ INTR เปลี่ยนเป็น 1 ด้วยช่วงนี้เองโปรแกรมจะกระโดดไป ISR (Interrupt Service Routine) เพื่อจะได้นำข้อมูลใหม่ที่เอาท์พุตพอร์ท

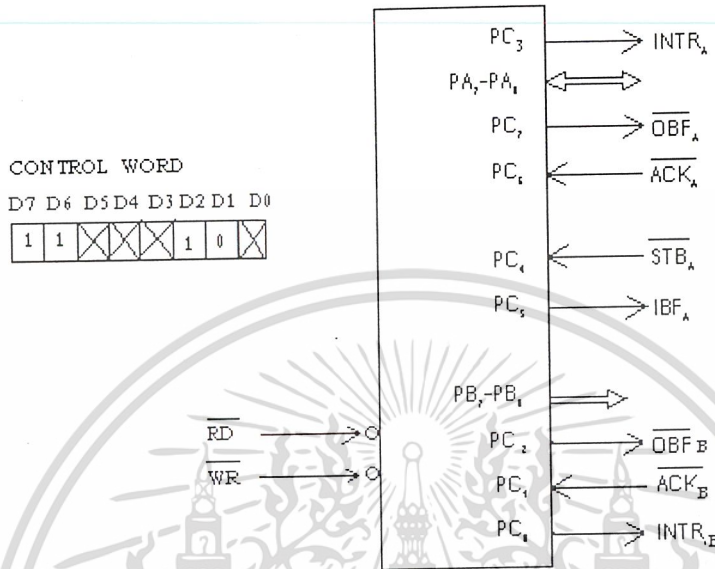
8255 (โหมด 2) ใช้พอร์ท A รับส่งข้อมูลแบบบัส 2 ทิศทาง พอร์ท B เป็นไอโอพอร์ท และพอร์ท C ใช้สำหรับรับส่งสัญญาณตรวจสอบความพร้อม มีตาราง Control Word และผังเวลาคิงรูปที่ 2.28-2.31



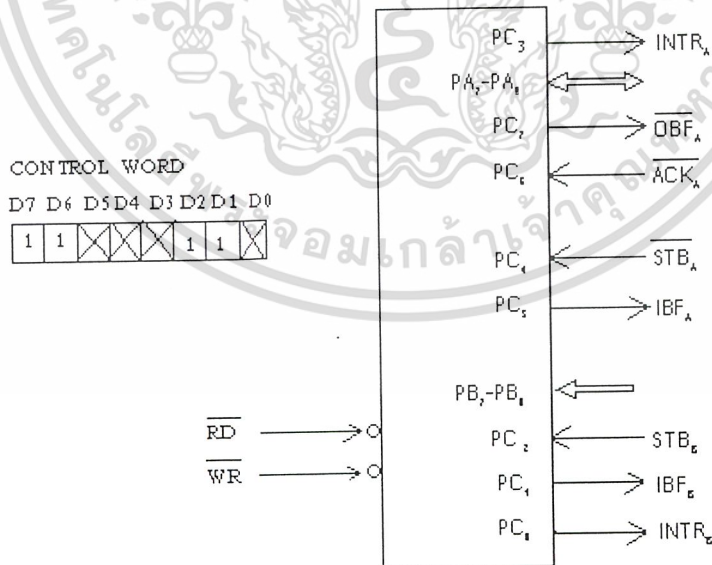
รูปที่ 2.28 แสดงตาราง Control Word ของ mode 2 และ mode 0 (input)



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
รูปที่ 2.29 แสดงตาราง Control Word mode 2 และ mode 0 (output)
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามเผยแพร่ลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.30 แสดงตาราง control word ของ mode 2 mode 1 (output)



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับรูปที่ 2.31 แสดงตาราง control word ของ mode 2 mode 1 (input) ยখনด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 3

การคำนวณและการสร้าง

3.1 หลักการทำงาน

ในการสร้างรีโมตคอนโทรลอินฟราเรดนั้นเราจะใช้สัญญาณควบคุมเป็นสัญญาณไบนารี (binary) หรือสัญญาณเลขฐานสอง

จากตารางที่ 3.1 แสดงการเปรียบเทียบเลขฐานสิบกับเลขฐานสอง โดยให้เลขฐานสองมีขนาด 4 หลัก หรือ 4 บิต จะได้เลข 0 – 15 ของฐานสิบ ซึ่งเท่ากับ 16 ช่องแต่ ช่องเลขศูนย์ ไม่ใช้งาน เนื่องจากที่สถานะ “0” ทั้ง 4 บิต จะไม่เกิดการเปลี่ยนแปลงอินพุตของวงจร ดังนั้นสัญญาณที่จะใช้ควบคุมจึงมีเพียง 15 ช่อง เท่านั้น สัญญาณที่ส่งออกไปแต่ละช่องอาศัยความแตกต่างของความกว้างของพัลส์แยกสถานะ “0” กับ “1”

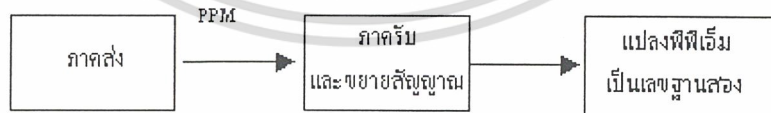
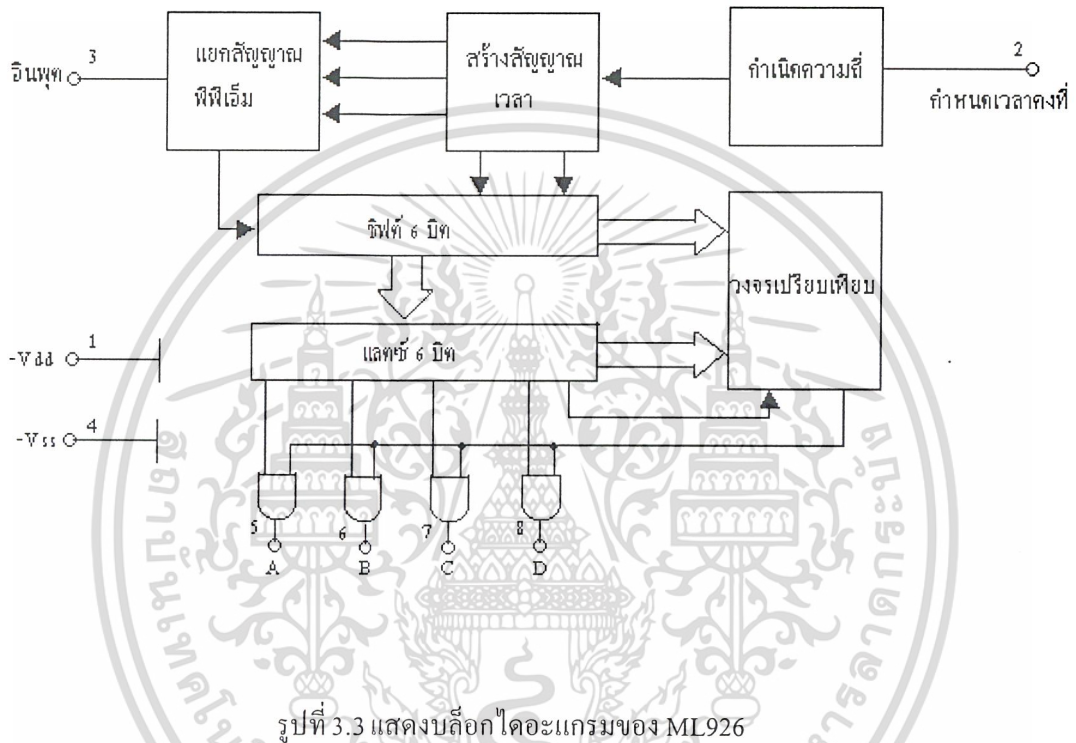
ฐานสิบ	ฐานสอง
0	0000
1	0001
2	0010
3	0011
4	0100
5	0101
6	0110
7	0111
8	1000
9	1001
10	1010
11	1011
12	1100
13	1101
14	1110
15	1111

ตารางที่ 3.1 เปรียบเทียบหมายเลขช่องในฐาน 10 และฐาน 2

เอกสารนี้เป็นเราจะใช้ไอซี เบอร์ SL490B ใช้สำหรับภาคส่ง และ SL486 กับ ML926 เป็นภาครับและขยาย
ไม่สัญญาใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

SL486 เป็นภาครับสัญญาณเข้ามาโดยผ่านไดโอดรับคลื่น แล้วทำการขยายสัญญาณพีพีเอ็มที่รับเข้ามาก่อนส่งไป ML926

ML926 จะรับสัญญาณพีพีเอ็มเข้ามาแยกแล้วแปลงออกมาเป็นสัญญาณ เลขฐานสองออกมาทางขา 5 ขา 6 ขา 7 และ ขาที่ 8 โดย ML926 มีโครงสร้างดังรูปที่ 3.3

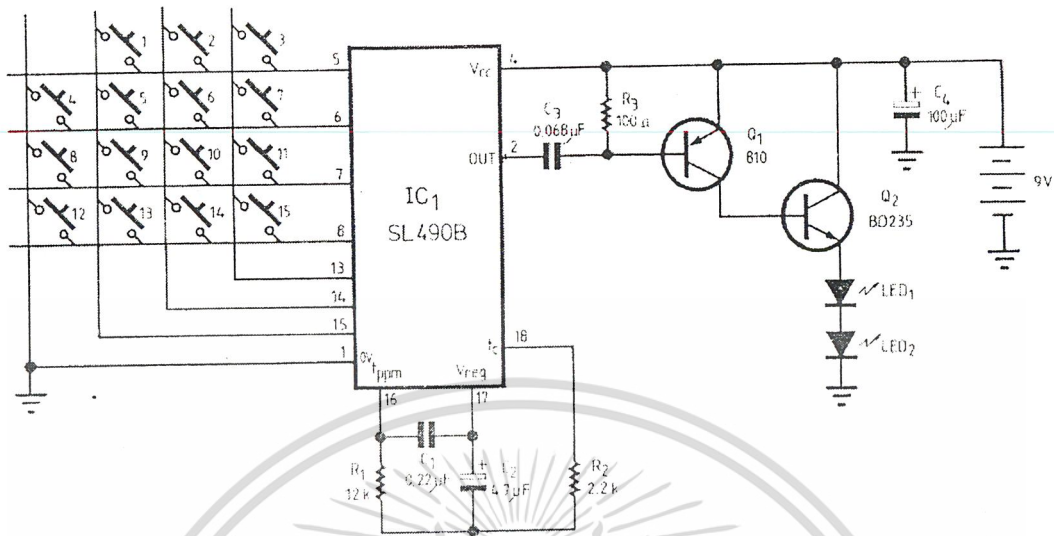


รูปที่ 3.4 แสดงหลักการทำงานเบื้องต้นของรีโมตคอนโทรล

จากรูปที่ 3.4 เป็นบล็อกไดอะแกรมของทั้งระบบ มีภาคส่งสัญญาณพีพีเอ็มออกมาแล้วภาครับจะรับสัญญาณมาขยายก่อนเปลี่ยนเป็นสัญญาณเลขฐานสองเพื่อนำไปใช้งานต่อไป

ไม่ทราบกรณใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมีเหตุใดแต่สิ่งเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.2 ภาคเครื่องส่ง



รูปที่ 3.5 แสดงวงจรภาคส่ง 15 ช่อง ระบบอินฟราเรด

วงจรภาคส่งใช้ไฟ 9 โวลต์ป้อนเข้ามา 4 ของ SL 490B และเป็นไฟเลี้ยงให้แก่ทรานซิสเตอร์ Q_1 และ Q_2 เมื่อ ขา 2 ให้สัญญาณเอาต์พุตเป็น ไบแอสสำหรับ Q_1 เพื่อขับ Q_2 ให้ทำงาน LED₁ และ LED₂ จะส่งพัลส์อินฟราเรดออกมา โดยมี R_1 , R_2 , C_1 , C_2 เป็นตัวกำหนดความถี่คลื่นพาห์

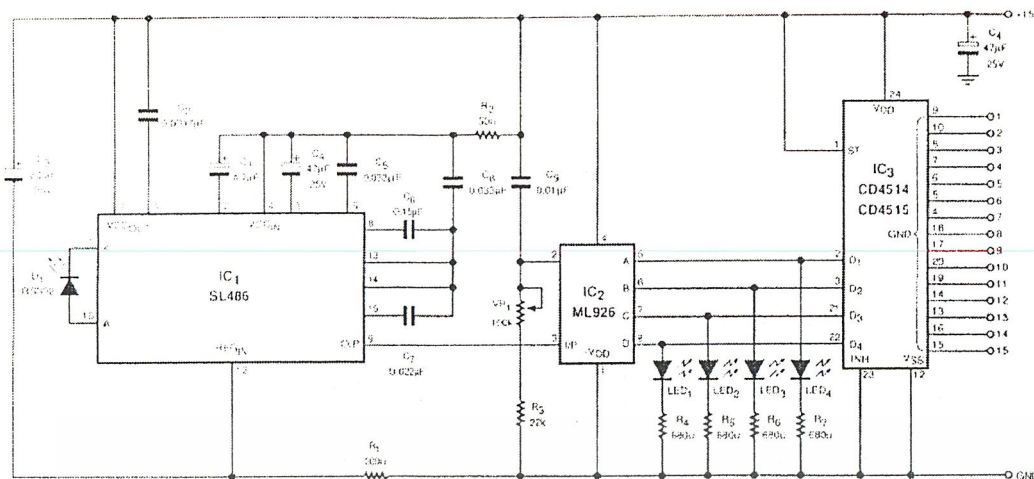
3.3 ภาคเครื่องรับ

วงจรภาครับในรูปที่ 3.6 ใช้แหล่งจ่ายไฟ 15 โวลต์ เล็ง SL486, ML926 และ CD4514 มีไดโอด RS302 เป็นตัวรับแสงอินฟราเรด ซึ่งต่อเข้ากับขา 1, 16 ของ SL486 ซึ่งจะดี.โอดและขยายสัญญาณพีพีเอ็ม แล้วส่งเข้าอินพุตขา 3 ของ ML926 VR1 ค่า 100 k Ω ปรับค่าได้ใช้สำหรับปรับความถี่ออสซิลเลเตอร์ของ IC₂ เป็นเอาต์พุตสัญญาณเลขฐานสอง ซึ่งจะแสดงผลผ่าน LED₁- LED₄ สำหรับ IC₃ CD4514 รับสัญญาณเข้ามาถอดรหัสให้ได้เอาต์พุต 15 ช่อง ในกรณีของ CD4514 เมื่อยังไม่มีการทำงานเอาต์พุตทั้งหมดจะเป็น “0” เวลากดสวิตช์ช่องใดช่องหนึ่งช่องนั้นจะมีเอาต์พุตเป็น “1”

ตรงอินพุตของ IC₃ นี้ จะมีสภาวะเป็น “0” ทั้งหมดทั้ง 4 อินพุต เมื่อยังไม่กดสวิตช์เลือกช่อง ถ้าสมมุติว่าเรามีสวิตช์สำหรับเลือกช่องโดยใช้สัญญาณฐานสองเป็น “0000” จะมีสัญญาณพีพีเอ็ม มาจากเครื่องส่ง ผ่านภาครับภาคขยายพอดออกจาก ML926 เอาต์พุตที่ได้จะเป็นสภาวะ “0000”

ซึ่งเป็นสภาวะปกติของอินพุตของ IC₃ อยู่แล้ว ดังนั้นจึงไม่มีอะไรเกิดขึ้นทำให้เราไม่สามารถใช้งานช่อง 0

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนลิขสิทธิ์ไว้สำหรับใช้เรียนการสอนเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปเผยแพร่หรือใช้ในการค้า
ไม่มีการรับประกันใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3.6 แสดงวงจรภาครับ

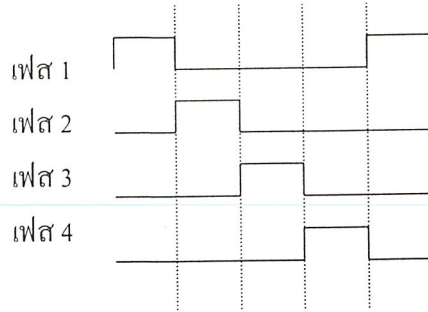
3.4 ส่วนการหมุนของสเตปป์มอเตอร์

ในการที่จะทำให้สเตปป์มอเตอร์หมุนได้นั้น จะต้องมีกระแสกระตุ้นเฟสของสเตปป์มอเตอร์เรียงกันไปตามลำดับ ถ้าเกิดการกระตุ้นเฟสไม่เรียงตามลำดับ จะเกิดการหยุดอยู่กับที่ เพราะฉะนั้นการกระตุ้นเฟสให้เรียงกันไม่ว่าจะเดินหน้าหรือถอยหลังจะต้องมีวงจรนับขึ้นหรือลง แต่ในโครงนี้จะไม่ใช้วงจรนับขึ้นลงแต่จะใช้การกำหนดการกระตุ้นแต่ละเฟสโดยไมโครคอนโทรลเลอร์ ซึ่งถ้าหากต้องการให้มอเตอร์หมุนกลับข้างก็ป้อนพัลส์กระตุ้นในทิศทางตรงกันข้าม การป้อนพัลส์กระตุ้นเพื่อขับสเตปป์มอเตอร์มีด้วยกัน 3 วิธีดังนี้

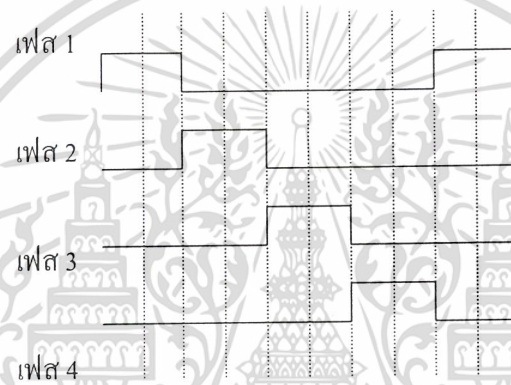
1. การป้อนพัลส์กระตุ้นเฟสเดียว (Single phase excitation) เป็นวิธีการป้อนพัลส์ให้กับขดลวดของสเตปป์มอเตอร์ทีละขด แสดงลักษณะของพัลส์ได้ดังรูปที่ 3.7
2. การป้อนพัลส์กระตุ้นสองเฟส (Two phase excitation) วิธีการนี้จะป้อนพัลส์เข้าขดลวดของสเตปป์มอเตอร์ทีละ 2 ขด ไทมิ่งไดอะแกรมของการป้อนพัลส์การกระตุ้นแบบนี้แสดงดังรูปที่ 3.8
3. การป้อนพัลส์กระตุ้นแบบฮาล์ฟสเตป (Half step operation) การป้อนพัลส์กระตุ้นแบบนี้จะทำให้การหมุนของสเตปป์มอเตอร์มีสเตปการหมุนที่ละเอียดขึ้น ไทมิ่งไดอะแกรมของการป้อนพัลส์กระตุ้นแบบนี้แสดงดังรูปที่ 3.9

การป้อนพัลส์กระตุ้นนี้มีความสำคัญมาก เพราะสามารถทำให้สเตปป์มอเตอร์ที่มีความละเอียดในการหมุนต่ำ เป็นสเตปป์มอเตอร์ที่มีความละเอียดในการหมุนหรือเคลื่อนที่เพิ่มมากขึ้น ซึ่งในที่นี้ใช้สเตปป์มอเตอร์ที่มีจำนวน 4 เฟส เป็นมอเตอร์มีฟันโรเตอร์ 50 ซี่ มีอัตราการเคลื่อนที่ 1.8 องศาต่อสเตป จึงมีสเตปของการเคลื่อนที่หรือการหมุนทั้งสิ้น 200 สเตป (360 องศา หารด้วย 1.8) แต่ถ้าหากใช้วงจรขับสเตปป์มอเตอร์ที่มีลักษณะการป้อนพัลส์กระตุ้นแบบฮาล์ฟสเตป จะทำให้มอเตอร์ตัวนี้มีสเตปการเคลื่อนที่เพิ่มขึ้นเป็น 400 สเตป

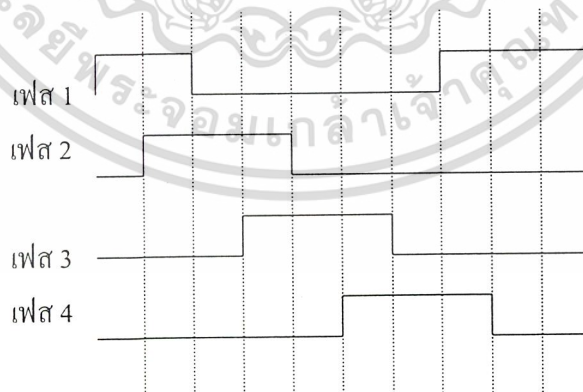
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3.7 ไทม์มิงไดอะแกรมของการป้อนพัลส์กระตุ้นแบบเฟสเดียว



รูปที่ 3.8 ไทม์มิงไดอะแกรมของการป้อนพัลส์กระตุ้นแบบสองเฟส



รูปที่ 3.9 ไทม์มิงไดอะแกรมของการป้อนพัลส์กระตุ้นแบบฮาล์ฟสเตป

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```

CPL P2.6
LCALL DELAY
CPL P2.3
LCALL DELAY
SETB P2.2
LCALL DELAY
CPL P2.2
LCALL DELAY
SETB P2.1
LCALL DELAY
CPL P2.1
LCALL DELAY
SETB P2.0
LCALL DELAY
CPL P2.0
LCALL DELAY
CLR P1.1
LJMP KEY2

KEY2: JB SW_UP,UP
      JB SW_DOWN,DOWN
      LJMP START

; ##### Pluse Port 2
; ##### High #####
;*****up*****
UP: MOV DATA,#00H
    CLR 04H
    SETB 05H
    MOV P2,DATA
    SETB P2.4
    CPL P2.5
    LCALL DELAY
    CPL P2.4
    LCALL DELAY
    SETB P2.5
    LCALL DELAY
    CPL P2.5
    LCALL DELAY
    SETB P2.6
    LCALL DELAY
    CPL P2.6
    LCALL DELAY
    SETB P2.7
    LCALL DELAY
    CPL P2.7
    LCALL DELAY
CLR P1.2
LJMP START

; ##### Pluse Port 2
; ##### Right #####
;*****down*****
DOWN: MOV DATA,#00H
      CLR 05H
      SETB 04H
      MOV P2,DATA
      SETB P2.7
      CPL P2.4
      LCALL DELAY

```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนลิขสิทธิ์ไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
 ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น ยกเว้นที่ผู้จัดทำดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```

CPL P2.7
LCALL DELAY
SETB P2.6
LCALL DELAY
CPL P2.6
LCALL DELAY
SETB P2.5
LCALL DELAY
CPL P2.5
LCALL DELAY
SETB P2.4
LCALL DELAY
CPL P2.4
LCALL DELAY
CLR P1.3
LJMP START

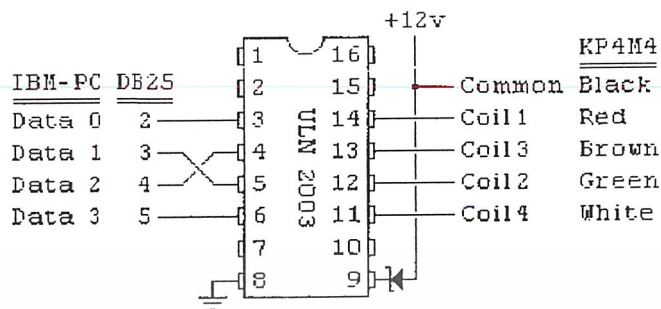
DELAY: MOV R2, #8FH
LOOP3: MOV R1, #7FH
LOOP2: MOV R0, #9FH
LOOP1: DJNZ R0, LOOP1
        DJNZ R1, LOOP2
        DJNZ R2, LOOP3
RET
END

```



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ในโครงการนี้การออกแบบเราจะใช้ IC ULN2003 ซึ่งเป็นไอซีที่ทีแอล 7 บิต 50V 500 mA ซึ่งมีลักษณะของโครงสร้างดังรูปที่ 3.10



รูปที่ 3.10 แสดงลักษณะและขาต่างๆ ของ IC ULN2003

ในการคอนโทรลนั้นเราต้องป้อน Data ให้กับขาที่ 2,3,4 และขาที่ 5 ส่วนขาที่ 11,12,13 และ 14 ต่อกับคอยล์ มอเตอร์ โดยถ้าเราป้อน Data ให้ขาที่ 2 แล้วตามด้วยขา 3 ขา 4 และขา 5 ตามลำดับเพื่อให้มอเตอร์หมุนซ้าย เมื่อต้องการให้มอเตอร์หมุนขวาก็จะทำการป้อน Data ที่ขา 5 ,4,3,2 ตามลำดับเพื่อให้สเตปป์มอเตอร์หมุนขวา

ในการคอนโทรลภายในโครงการนี้เราจะใช้ ไอซีเบอร์นี้จำนวน 2 ตัว โดยให้ตัวที่หนึ่งไว้สำหรับการทำให้สเตปป์มอเตอร์หมุนขึ้นและหมุนลง ส่วนอีกตัวหนึ่งไว้สำหรับการหมุนซ้ายและหมุนขวา

บทที่ 4

การทดลองและผลการทดลอง

4.1 ขั้นตอนการทดลองการรับส่งสัญญาณจากรีโมตคอนโทรล

1. จ่ายไฟให้แก่ภาครับและภาคส่งของเครื่องรับและส่งอินฟราเรด
2. ใช้ Oscilloscope วัดรูปสัญญาณของเอาต์พุตของภาคส่งที่ขา 3 ของ IC SL490B
3. กดปุ่มส่งสัญญาณจากเครื่องควบคุมระยะไกลไปยังตัวรับสัญญาณอินฟราเรด
4. พิมพ์รูปสัญญาณที่อ่านได้จาก Oscilloscope
5. ทำการทดลองจาก ข้อ 1-3 ให้ครบทุกปุ่มของเครื่องควบคุมระยะไกล

4.2 ขั้นตอนการทดลองในส่วนของสเตปป์มอเตอร์

1. ป้อนไฟ 12 V ให้กับมอเตอร์และไอซีควบคุมมอเตอร์
2. ป้อนพัลส์ให้อินพุตของไอซี ULN 2003 โดยเรียงจากอินพุตที่ 1 ไปยังอินพุต 4
3. ป้อนพัลส์ให้กับอินพุตของไอซี ULN 2003 โดยสลับอินพุต จากอินพุต 4 ไปยัง อินพุต 1

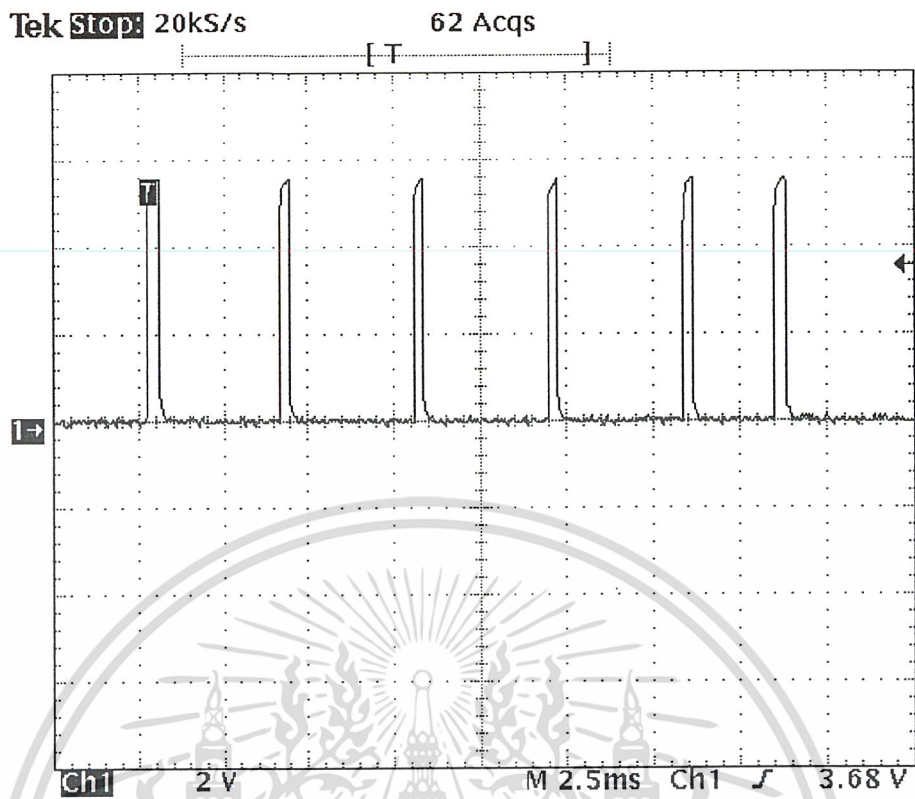
4.3 ขั้นตอนการทดลองในส่วนของไมโครคอนโทรลเลอร์

1. โหลดโปรแกรมลงในไมโครคอนโทรลเลอร์ ทำการคอมไพล์ (compile) ดูว่าผ่านหรือไม่ หรือเกิดค่าผิดพลาดขึ้น (error) ถ้าเกิดการผิดพลาดต้องทำการแก้ไขและคอมไพล์ใหม่จนผ่าน
2. เมื่อโปรแกรมรันผ่านนำมาทดลองในบอร์ดจริง แล้วนำ LED มาต่อเพื่อจำลองเป็นเอาต์พุต
3. เอาสัญญาณของรีโมตไปป้อนให้กับอินพุตของชุดคอนโทรลเลอร์แล้วดูว่าเอาต์พุตเป็นไปตามเงื่อนไขที่ต้องการหรือไม่

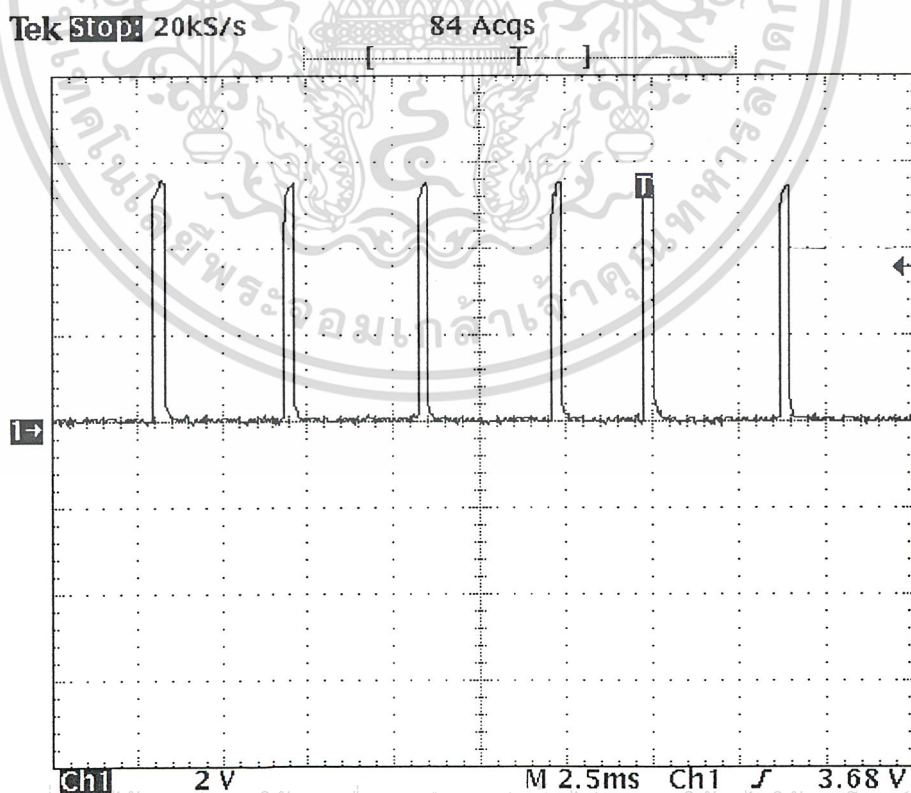
4.4 ผลการทดลอง

เมื่อทำการวัดค่าเอาต์พุตที่ออกจากขา 3 ของ ไอซีเบอร์ SL490B แล้วจะได้รูปสัญญาณพัลส์จากการกดสวิทช์ต่าง ๆ ดังรูปที่ 4.1-4.15

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



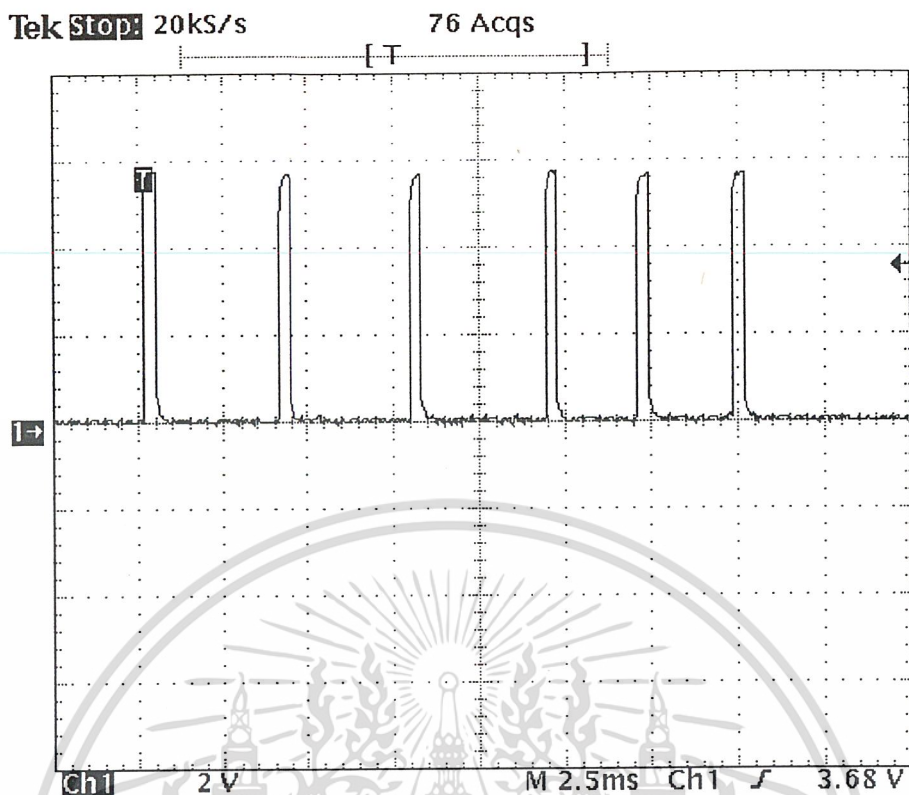
รูปที่ 4.1 รูปสัญญาณเอาต์พุตของไอซี SL490B ที่ขา 3 เมื่อกดสวิตช์ 1



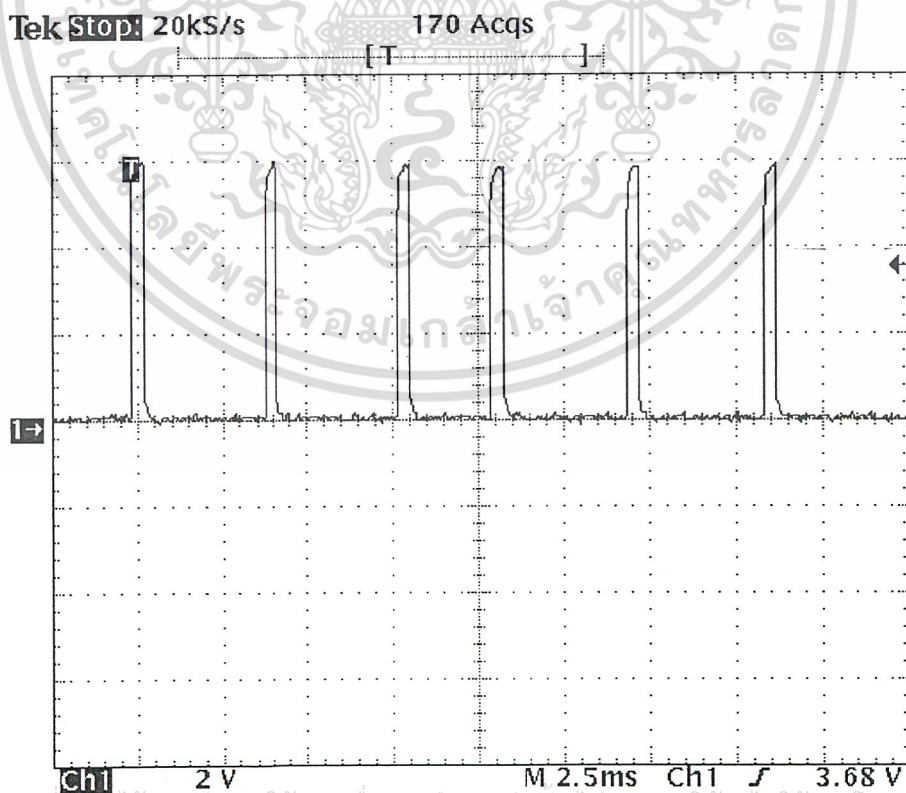
รูปที่ 4.2 รูปสัญญาณเอาต์พุตของไอซี SL490B ที่ขา 3 เมื่อกดสวิตช์ 2

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่นิยมนำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น



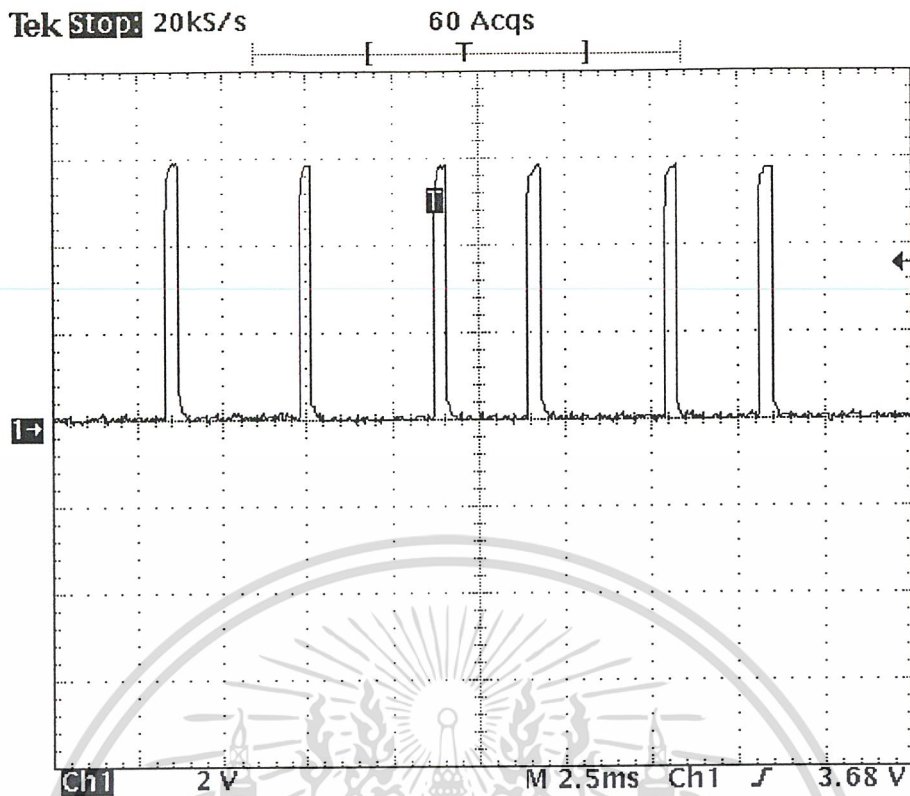
รูปที่ 4.3 รูปสัญญาณเอาต์พุตของไอซี SL490B ที่ขา 3 เมื่อกดสวิตช์ 3



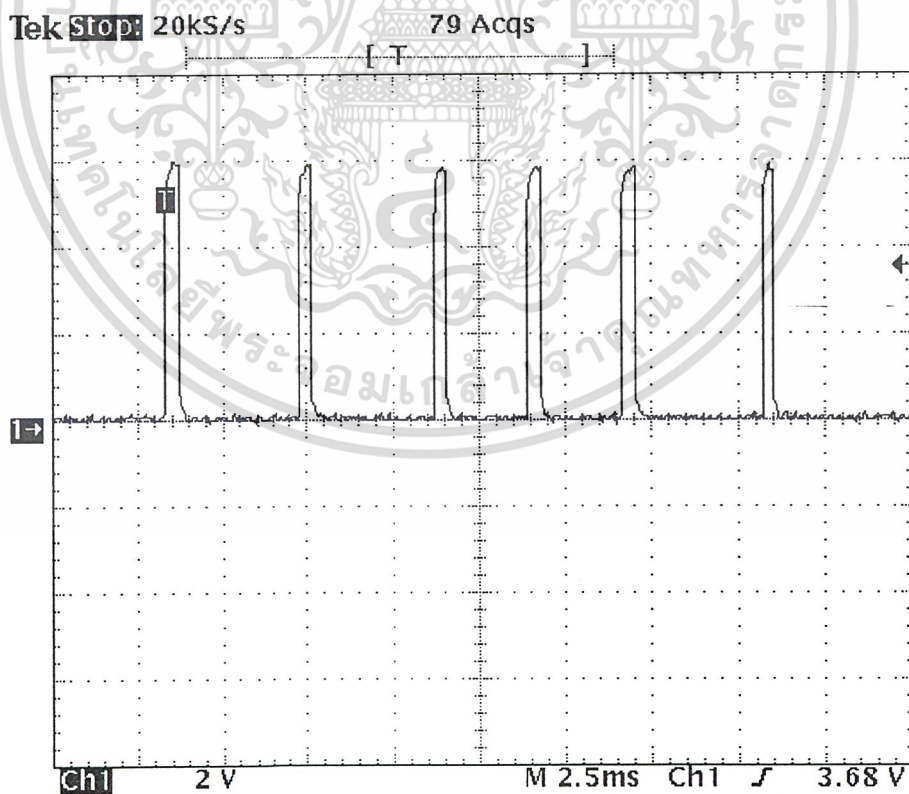
รูปที่ 4.4 รูปสัญญาณเอาต์พุตของไอซี SL490B ที่ขา 3 เมื่อกดสวิตช์ 4

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

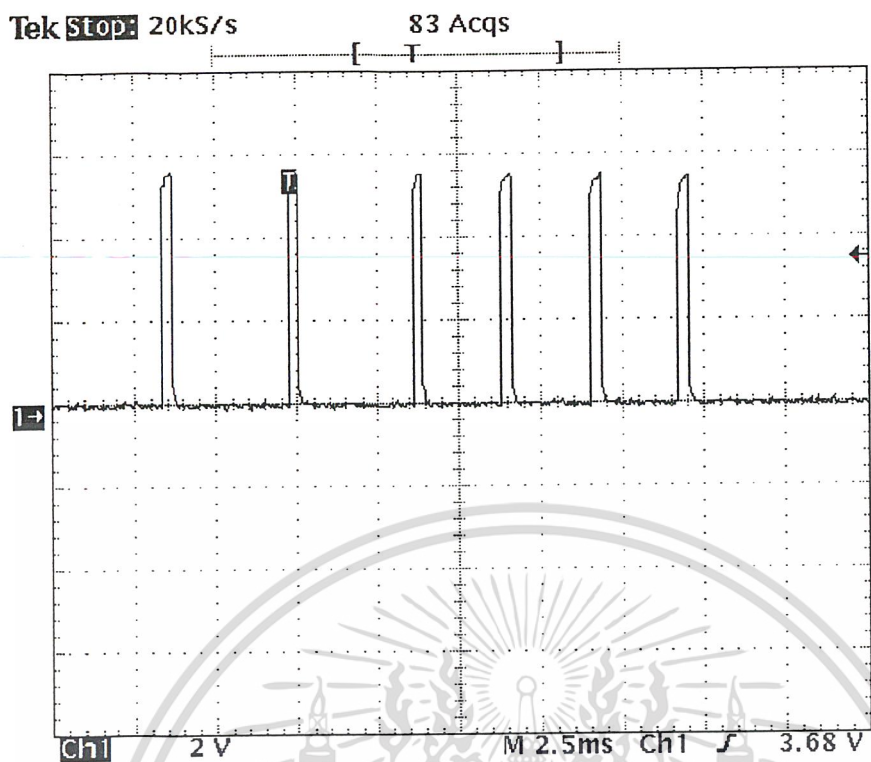
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น



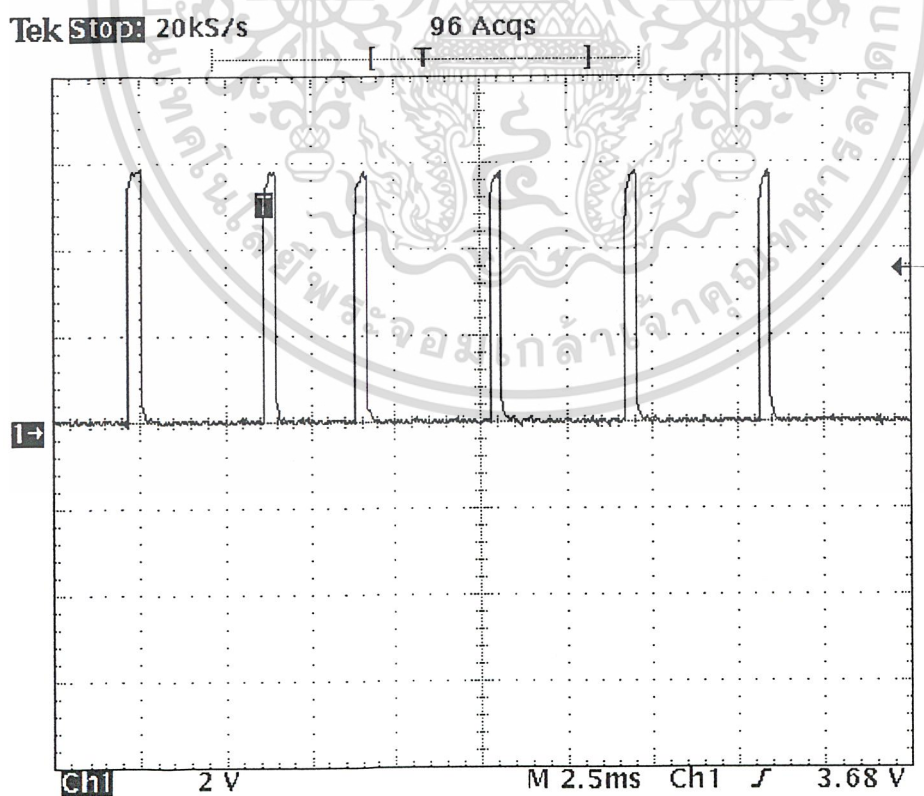
รูปที่ 4.5 รูปสัญญาณเอาต์พุตของไอซี SL490B ที่ขา 3 เมื่อกดสวิตช์ 5



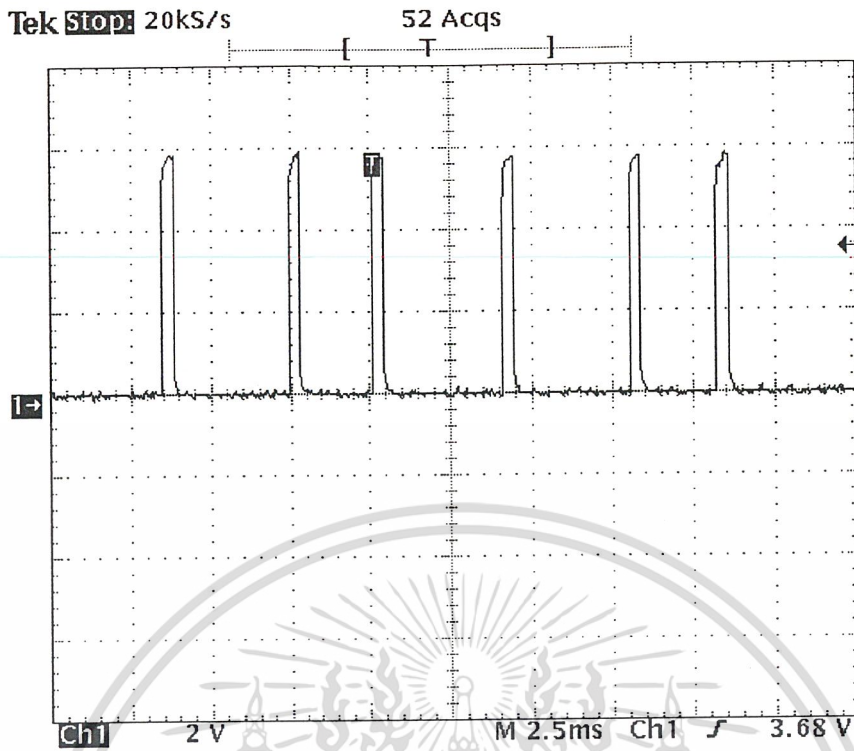
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น รูปที่ 4.6 รูปสัญญาณเอาต์พุตของไอซี SL490B ที่ขา 3 เมื่อกดสวิตช์ 6 ั้งที่มีการนำไปใช้



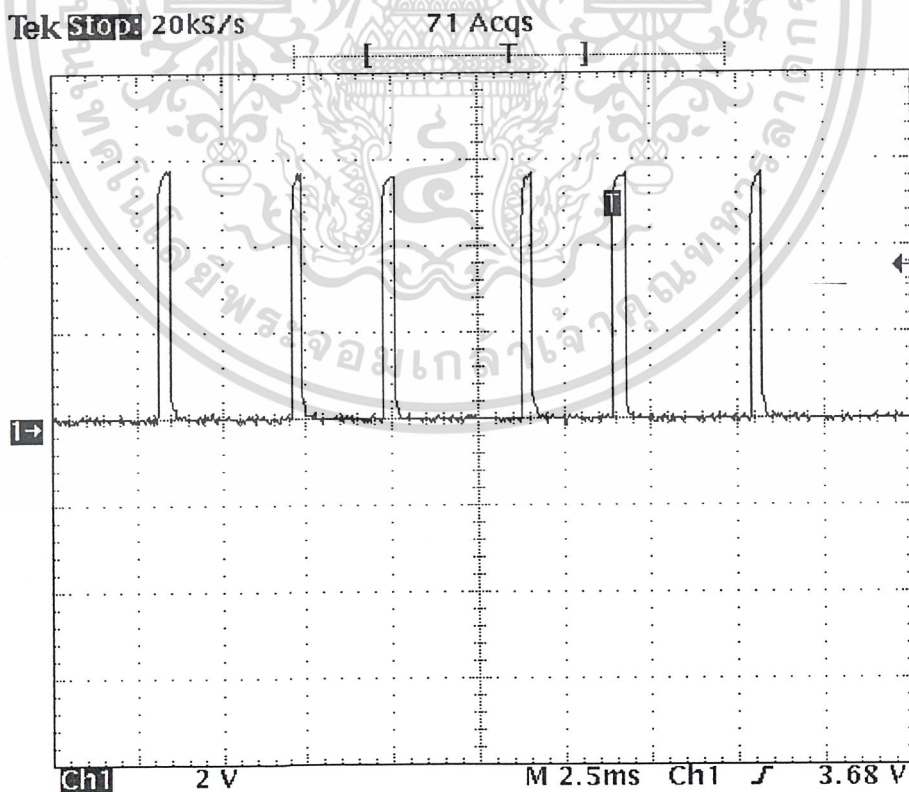
รูปที่ 4.7 รูปสัญญาณเอาต์พุตของ ไอซี SL490B ที่ขา 3 เมื่อกดสวิทช์ 7



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น รูปที่ 4.8 รูปสัญญาณเอาต์พุตของ ไอซี SL490B ที่ขา 3 เมื่อกดสวิทช์ 8



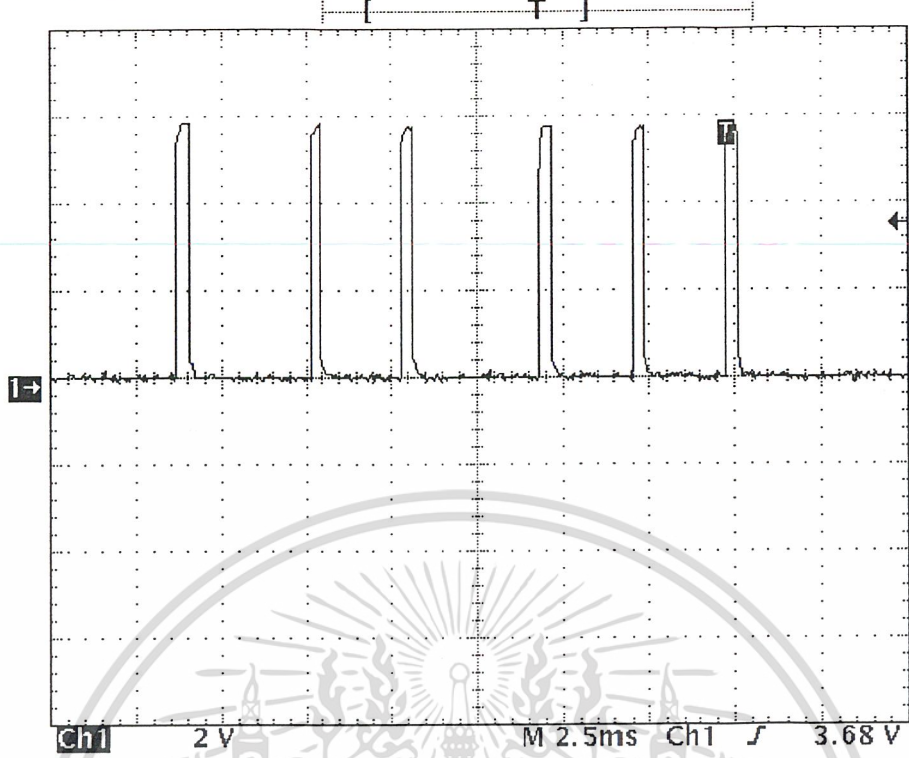
รูปที่ 4.9 รูปสัญญาณเอาต์พุตของไอซี SL490B ที่ขา 3 เมื่อกดสวิทช์ 9



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
รูปที่ 4.10 รูปสัญญาณเอาต์พุตของไอซี SL490B ที่ขา 3 เมื่อกดสวิทช์ 10
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Tek Stop: 20kS/s

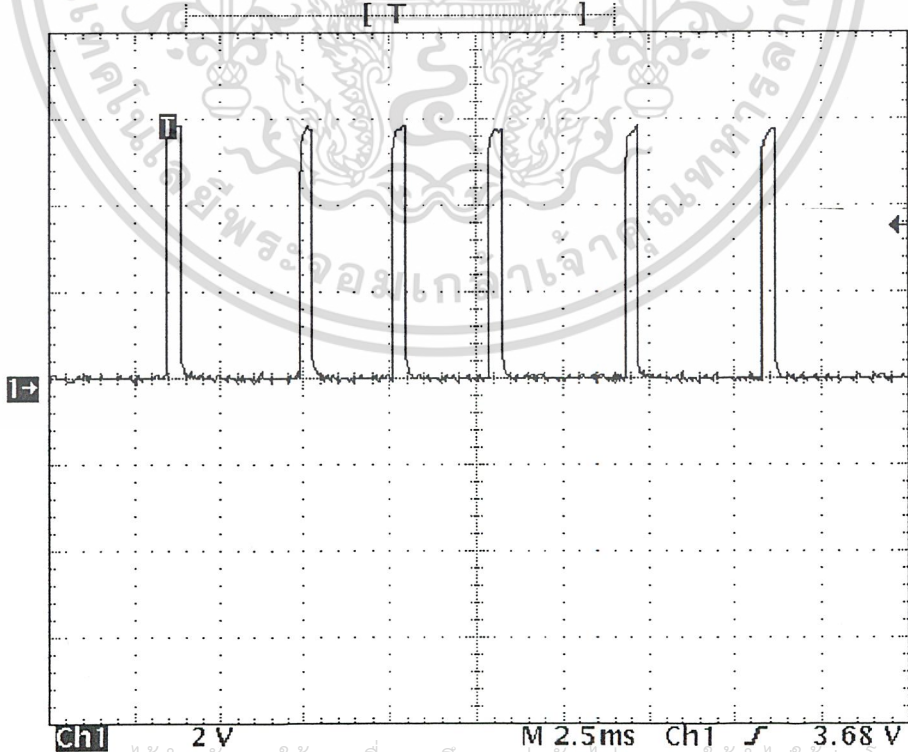
99 Acqs



รูปที่ 4.11 รูปสัญญาณเอาต์พุตของไอซี SL490B ที่ขา 3 เมื่อกดสวิตช์ 11

Tek Stop: 20kS/s

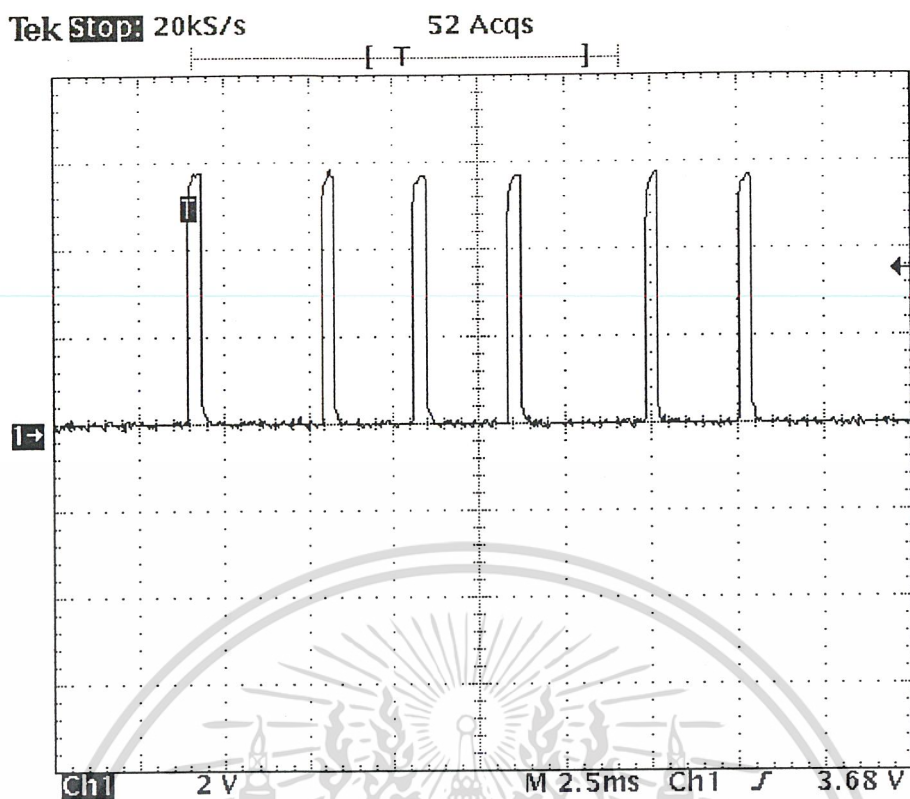
40 Acqs



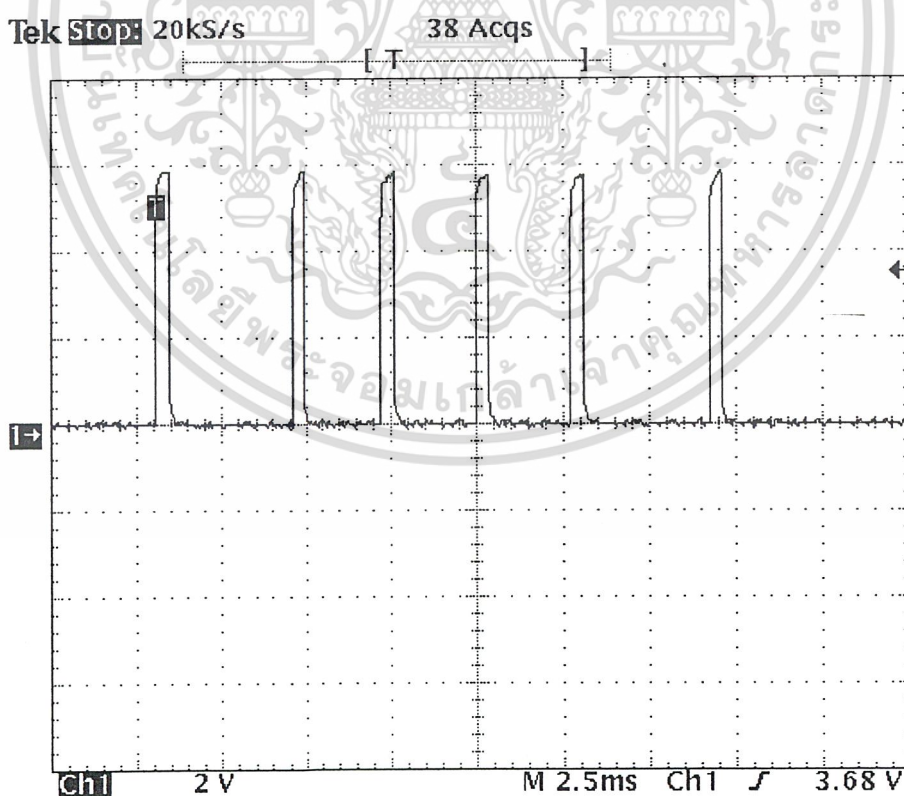
รูปที่ 4.12 รูปสัญญาณเอาต์พุตของไอซี SL490B ที่ขา 3 เมื่อกดสวิตช์ 12

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่นิยมนำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

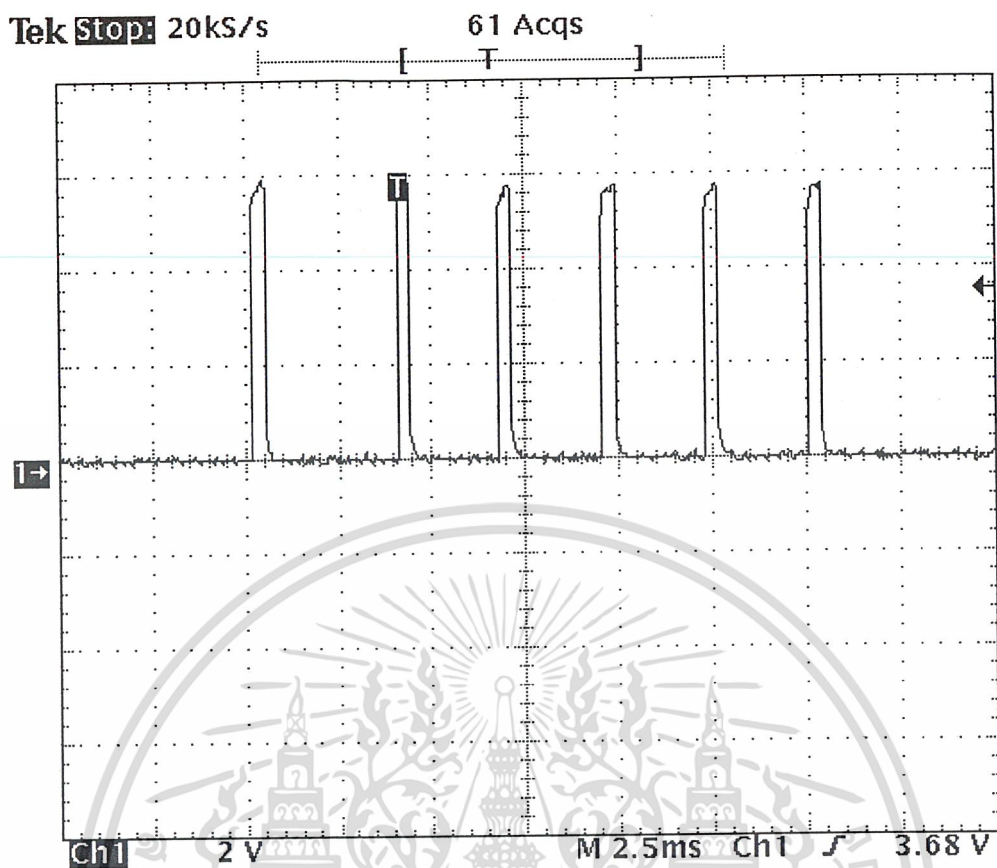
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น รูปที่ 4.11 รูปสัญญาณเอาต์พุตของไอซี SL490B ที่ขา 3 เมื่อกดสวิตช์ 11 ที่มีการนำไปใช้



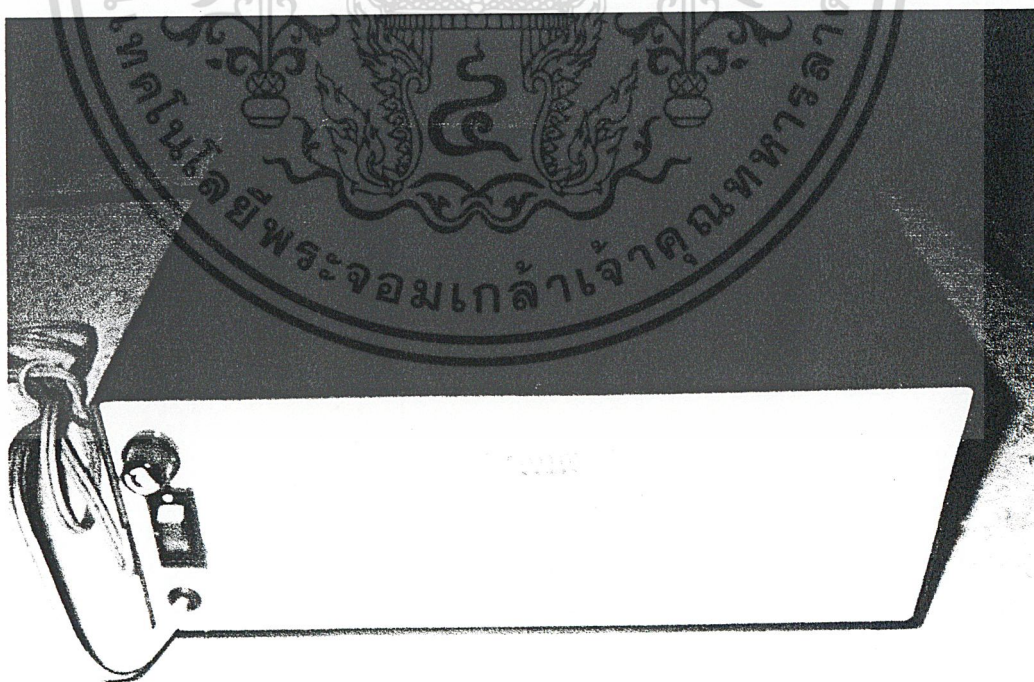
รูปที่ 4.13 รูปสัญญาณเอาต์พุตของไอซี SL490B ที่ขา 3 เมื่อกดสวิตช์ 13



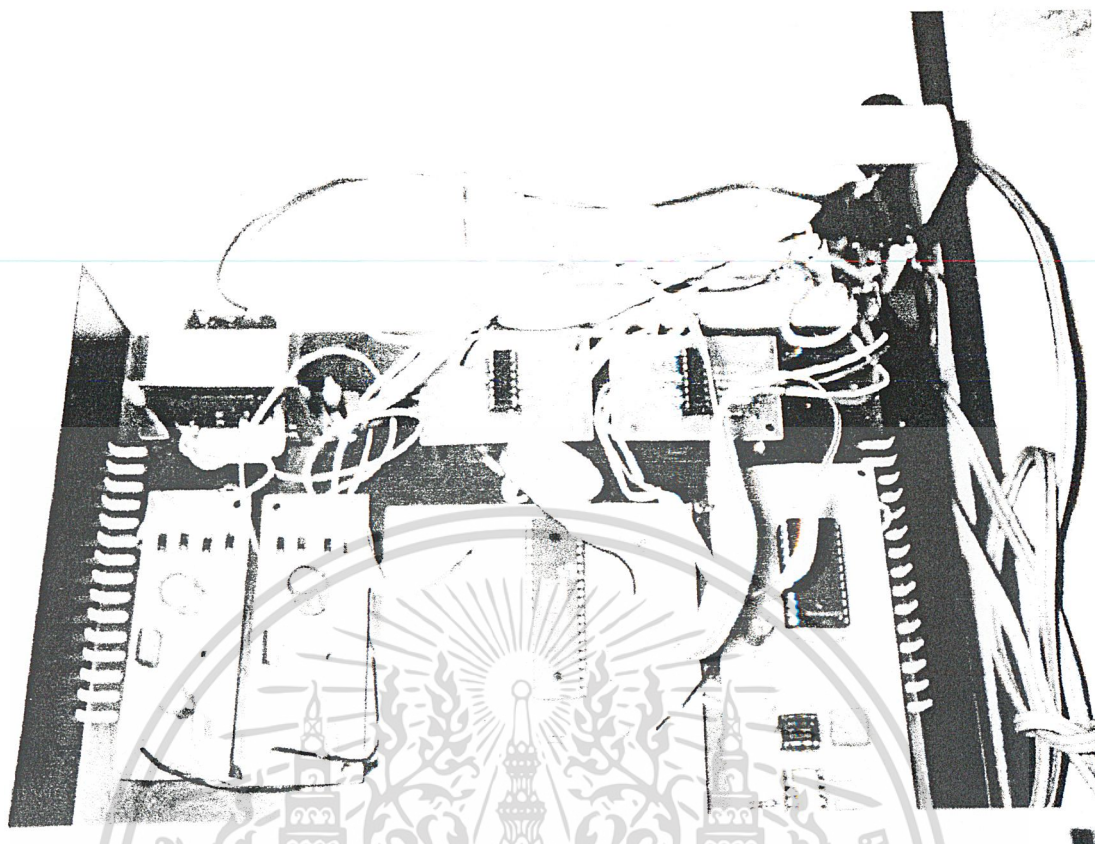
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้นรูปที่ 4.14 รูปสัญญาณเอาต์พุตของไอซี SL490B ที่ขา 3 เมื่อกดสวิตช์ 14 ที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.15 รูปสัญญาณเอาต์พุตของไอซี SL490B ที่ขา 3 เมื่อกดสวิทช์ 15



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น รูปที่ 2.16 แสดงรูปชิ้นงานของภาครับรีโมตคอนโทรลและส่วนควบคุม

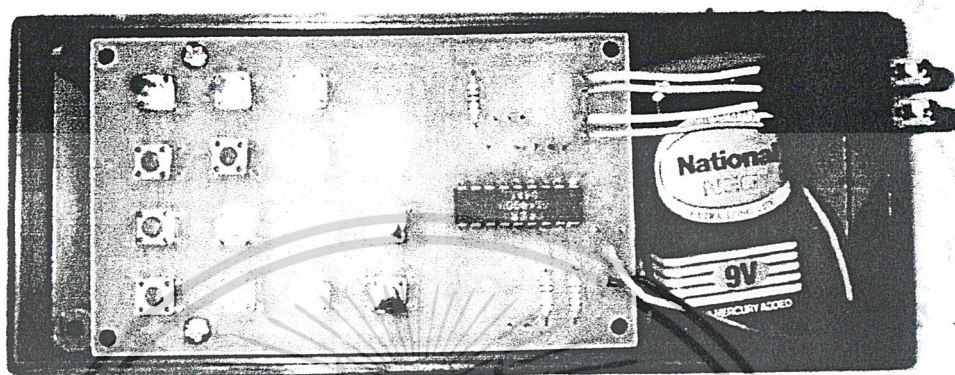


รูปที่ 4.17 แสดงภายในของเครื่องรับรีโมตและควบคุม

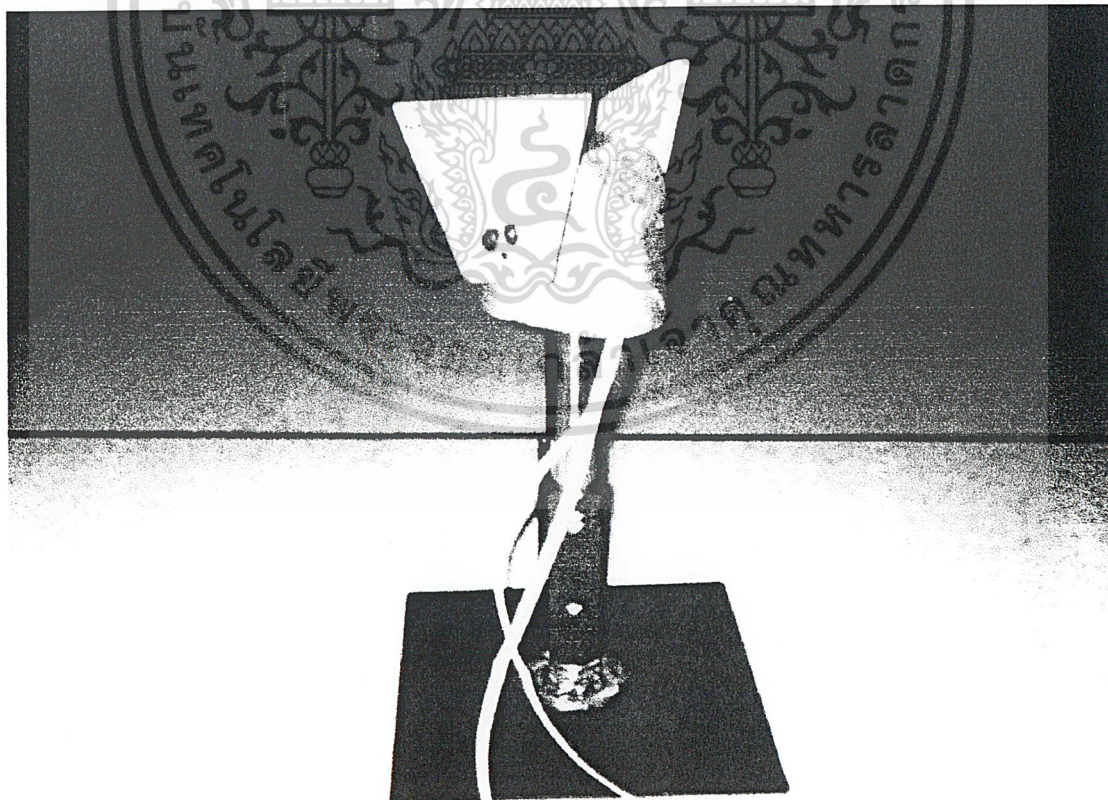


รูปที่ 4.18 แสดงตัวส่งรีโมตคอนโทรล

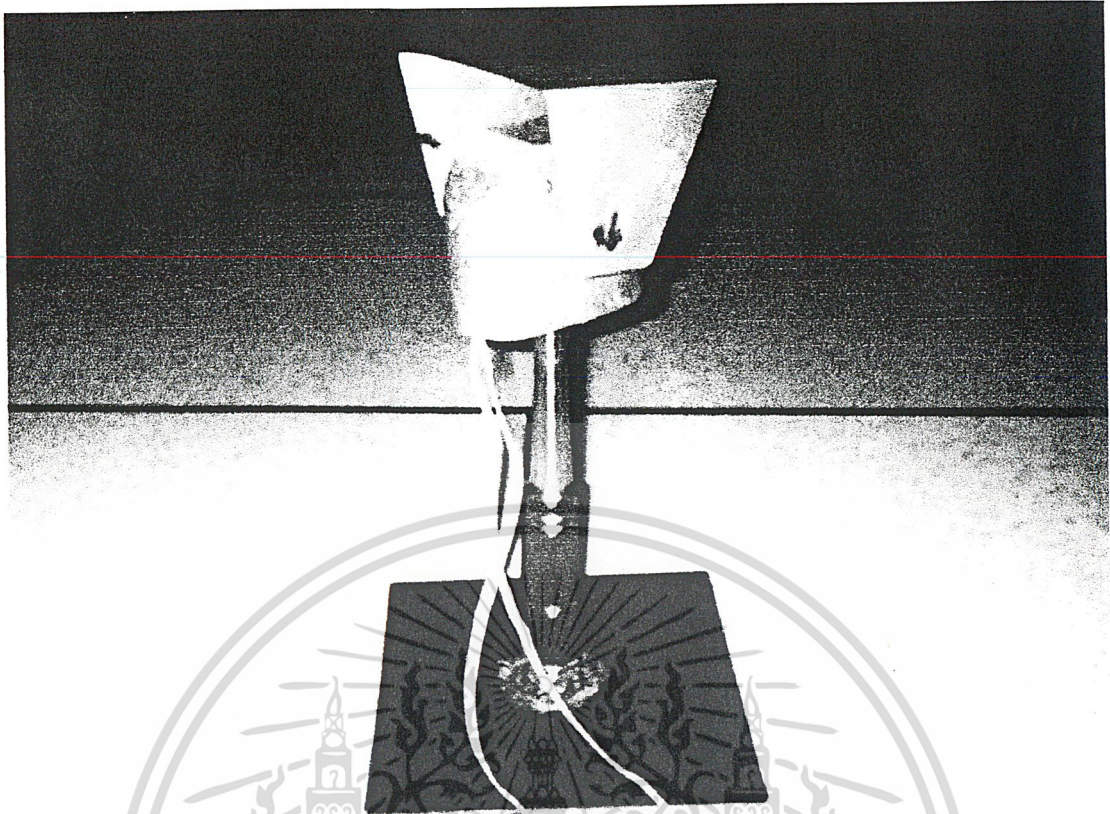
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษานี้เท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



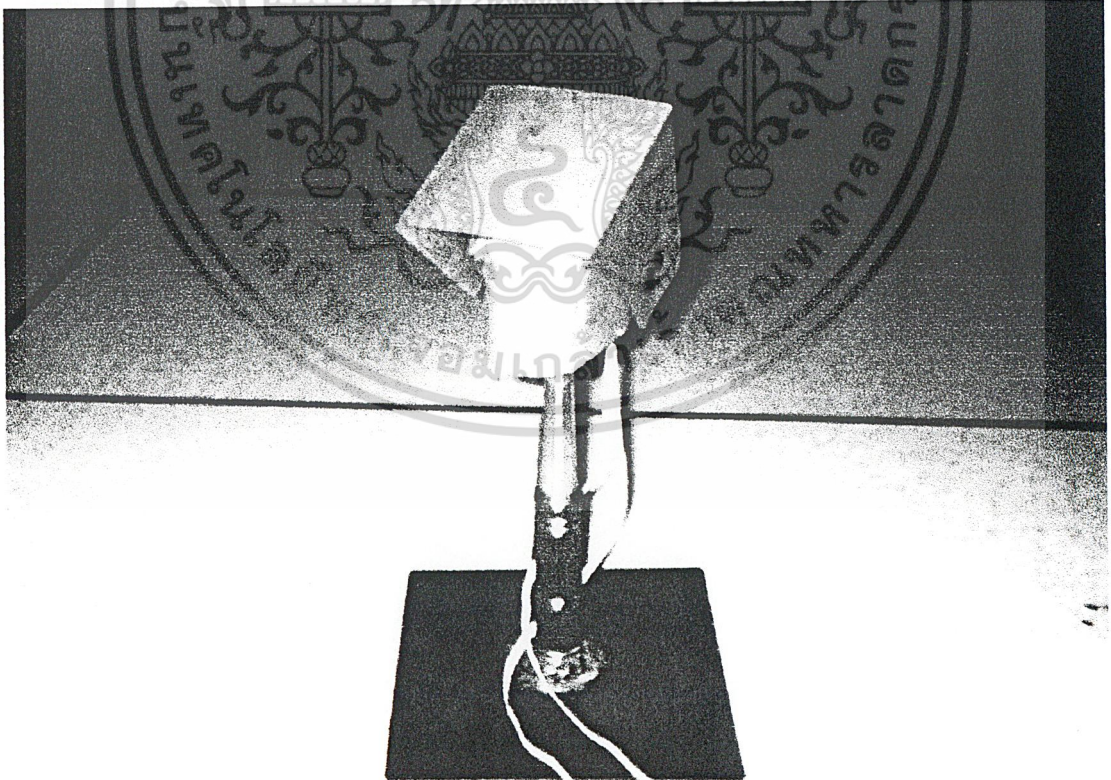
รูปที่ 4.19 แสดงวงจรภายในภาคส่งของรีโมตคอนโทรล



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษานั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
รูปที่ 4.20 แสดงส่วนหมุนของตัวกล้องเมื่อกรีโมตให้หมุนขวา
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.21 แสดงส่วนหมุนของตัวกลองเมือกครี โมคหมุนซ้าย



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้ภายในเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
 รูปที่ 2.22 แสดงส่วนหมุนของตัวกลองเมือกครี โมคให้หมุนลง
 ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.23 แสดงส่วนหมุนของตัวกลิ้งเมื่อกรีโมตให้หมุนขึ้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 5 บทวิจารณ์และสรุป

การทำโครงการในครั้งนี้ทำให้เราได้ทราบถึงขั้นตอนการทำงานต่าง ๆ ซึ่งทุกสิ่งทุกอย่างย่อมมีความยากง่ายสลับกันไป ซึ่งต้องใช้ความพยายามในการทำความเข้าใจและหาแนวทางในการแก้ปัญหาในสิ่งที่เกิดขึ้น โดยโครงการนี้จะเป็นการสร้างรีโมตคอนโทรลอินฟราเรดสำหรับควบคุมการหมุนของกล่องวงจรปิด โดยงานที่ทำก็คือ

1. สร้างรีโมตคอนโทรลอินฟราเรดที่สามารถรับส่งสัญญาณได้
2. ทำการควบคุมกล่องวงจรปิดโดยใช้ สเตปปีงมอเตอร์

ปัญหาและอุปสรรคที่เราได้พบก็คือ

1. ในการสร้างชุดรีโมตคอนโทรลนั้นวงจรที่ออกแบบมาในครั้งแรกนั้นไม่สามารถสร้างคลื่นอินฟราเรดที่มีระยะทางในการส่งได้ไกลตามที่กำหนดไว้ และไม่สามารถรับสัญญาณที่มาจากคนละแนวกันได้ ความไกลของระยะทางที่ส่งได้มีเพียง 2-3 เมตรเท่านั้นจึงต้องเพิ่มกำลังส่งให้มากขึ้น
2. การวางสเตปปีงมอเตอร์นั้นเราต้องออกแบบขนาดของอุปกรณ์ให้มีขนาดเหมาะสมกับขนาดของมอเตอร์
3. การไหลคโปรแกรมนั้นเราต้องกำหนดเวคเตอร์ในการรันให้ตรงกับไมโครคอนโทรลเลอร์
4. ต้องระวังการช็อตกันของอุปกรณ์ให้ดี เนื่องจากหากมีการช็อตกันขึ้นจะทำให้วงจรทั้งหมดเกิดความผิดพลาดขึ้นได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หนังสืออ้างอิง

- (1) คณะผู้จัดทำบริษัทซีเอ็ด , 2545 “รีโมตเครื่องควบคุมไร้สาย” กรุงเทพฯ
: สำนักพิมพ์ซีเอ็ดยูเคชั่น จำกัด (มหาชน)
- (2) สมยศ จุณณะปิยะ , 2543 “ การประยุกต์ใช้งานไมโครคอนโทรลเลอร์” กรุงเทพฯ
: โรงพิมพ์สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้


```

CPL P2.6
LCALL DELAY
CPL P2.3
LCALL DELAY
SETB P2.2
LCALL DELAY
CPL P2.2
LCALL DELAY
SETB P2.1
LCALL DELAY
CPL P2.1
LCALL DELAY
SETB P2.0
LCALL DELAY
CPL P2.0
LCALL DELAY
CLR P1.1
LJMP KEY2

KEY2: JB SW_UP,UP
      JB SW_DOWN,DOWN
      LJMP START

      ; ##### Pluse Port 2
      ; ##### High #####
;*****up*****
UP: MOV DATA,#00H
    CLR 04H
    SETB 05H
    MOV P2,DATA
    SETB P2.4
    CPL P2.5
    LCALL DELAY
    CPL P2.4
    LCALL DELAY
    SETB P2.5
    LCALL DELAY
    CPL P2.5
    LCALL DELAY
    SETB P2.6
    LCALL DELAY
    CPL P2.6
    LCALL DELAY
    SETB P2.7
    LCALL DELAY
    CPL P2.7
    LCALL DELAY
CLR P1.2
LJMP START

      ; ##### Pluse Port 2
      ; ##### Right #####
;*****down*****
DOWN: MOV DATA,#00H
      CLR 05H
      SETB 04H
      MOV P2,DATA
      SETB P2.7
      CPL P2.4
      LCALL DELAY

```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนลิขสิทธิ์การใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีเมล: info@kru.ac.th แปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```

CPL P2.7
LCALL DELAY
SETB P2.6
LCALL DELAY
CPL P2.6
LCALL DELAY
SETB P2.5
LCALL DELAY
CPL P2.5
LCALL DELAY
SETB P2.4
LCALL DELAY
CPL P2.4
LCALL DELAY
CLR P1.3
LJMP START

DELAY: MOV R2,#8FH
LOOP3: MOV R1,#7FH
LOOP2: MOV R0,#9FH
LOOP1: DJNZ R0,LOOP1
        DJNZ R1,LOOP2
        DJNZ R2,LOOP3
RET
END

```



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้