ภาควิชาครุศาสตร์วิศวกรรม

คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

ใบรับรองปริญญานิพนธ์

ชื่อหัวข้อ ตู้รับความคิดเห็นสำหรับศูนย์ราชการใสสะอาด

Central for Clean and Transparent Goverment Opinion Box

ชื่อนักศึกษา

1. นางสาวชฎารัตน์ รัตนโชเด	รหัสประจำตัว	47035517
2. นายนฤชาติ สุวรรณชาตรี	รหัสประจำตัว	47035525
3. นายวิรุพห์ชัย แซ่เลี่ยง	รหัสประจำตัว	47035645
4. นายชาคริช คุ้มคง	รหัสประจำตัว	47035648

หลักสูตร ครุศาสตร์อุตสาหกรรมบัณฑิต **สาขาวิชา** วิศวกรรมอิเล็กทรอนิกส์

อาจารย์ที่ปรึกษา ผศ.กิดิพงศ์ มะโน

อาจารย์ที่ปรึกษาร่วม อ.ไพบูลย์ พวงวงศ์ตระกูล

คณะกรรมการสอบปริญญานิพนธ์	ลายมือชื่อ
1. อ.ปิยะ จิดธรรมมาภิรมย์	
2. ผศ.กิดิพงศ์ มะโน	
3. อ.วรวิทย์ สมหา	
4. อ.สุชิน อาจหาญ	
5. รศ.วิสุทธิ์ สุนทรกนกพงศ์	

วัน/เดือน/ปีที่สอบ วันจันทร์ที่ 24 เดือนเมษายน พ.ศ. 2549 เวลา 15.00 น.

สถานที่สอบ ห้อง ค.310 คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม สจล.

ภาควิชารับรองแล้ว

ลงนาม.....

(ผศ.สุรสิทธิ์ ราตรี)

หัวหน้าภาควิชาครุศาสตร์วิศวกรรม

วันที่ 1 เดือน พ.ค. พ.ศ. 2549

<BT462272>

ตู้รับความคิดเห็นสำหรับศูนย์ราชการใสสะอาด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สำนักหอสมุดกลาง พระจอมเกล้าลาดกระบัง

ปริญญานิพนธ์

ตู้รับความคิดเห็นสำหรับศูนย์ราชการใสสะอาด

CENTRAL FOR CLEAN AND TRANSPARENT GOVERMENT

OPINION BOX

ชฎารัตน์ รัตนโชเต
นฤชาติ สุวรรณชาตรี
วิรุฬห์ชัย แซ่เลี่ยง
ชาคริช คุ้มคง

เลขหมู่.....
เลขทะเบียน.....66718
วัน,เดือน,ปี.....- 8 พ.ย. 2549

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

ปริญญานิพนธ์ฉบับนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรครุศาสตร์อุตสาหกรรมบัณฑิต
สาขาวิชาวิศวกรรมอิเล็กทรอนิกส์
ภาควิชาครุศาสตร์วิศวกรรม คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
ปีการศึกษา 2548

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ปริญญานิพนธ์

เรื่อง ตู้รับความคิดเห็นสำหรับศูนย์ราชการใสสะอาด

CENTRAL FOR CLEAN AND TRANSPARENT GOVERMENT OPINION BOX

วัตถุประสงค์

1. เพื่อศึกษาการทำงานและการใช้งานของไมโครคอนโทรลเลอร์
2. เพื่อศึกษาการทำงานและการใช้งานของเมกคาทรอนิกส์
3. เพื่อออกแบบวงจรการทำงานของตู้รับความคิดเห็นสำหรับศูนย์ราชการใสสะอาด
4. เพื่อสร้างตู้รับความคิดเห็นสำหรับศูนย์ราชการใสสะอาด
5. เพื่อทดสอบประสิทธิภาพในการทำงานของตู้รับความคิดเห็นสำหรับศูนย์ราชการใสสะอาด
6. เพื่อนำตู้รับความคิดเห็นไปใช้รับความคิดเห็นสำหรับศูนย์ราชการใสสะอาด

ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1. มีความรู้เรื่องการทำงานและการใช้งานของไมโครคอนโทรลเลอร์
2. มีความรู้เรื่องการทำงานและการใช้งานของเมกคาทรอนิกส์
3. วงจรการทำงานของตู้รับความคิดเห็นสำหรับศูนย์ราชการใสสะอาด
4. ตู้รับความคิดเห็นสำหรับศูนย์ราชการใสสะอาด
5. ประสิทธิภาพในการทำงานของตู้รับความคิดเห็นสำหรับศูนย์ราชการใสสะอาด
6. ใช้ในการรับความคิดเห็นสำหรับศูนย์ราชการใสสะอาด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ชื่อหัวข้อ	ตู้รับความคิดเห็นสำหรับศูนย์ราชการใสสะอาด
นักศึกษา	นางสาวชฎารัตน์ รัตนโชเต
	นายนฤชาติ สุวรรณชาตรี
	นายวิรุฬห์ชัย แซ่เลี่ยง
	นายชาคริช คุ้มคง
อาจารย์ที่ปรึกษา	ผศ.กิติพงค์ มะโน
อาจารย์ที่ปรึกษาร่วม	อาจารย์ไพบูลย์ พวงวงศ์ตระกูล
หลักสูตร	ครุศาสตร์อุตสาหกรรมบัณฑิต
สาขาวิชา	วิศวกรรมอิเล็กทรอนิกส์
ปีการศึกษา	2548

บทคัดย่อ

บริญญานิพนธ์ฉบับนี้นำเสนอการออกแบบและการสร้างตู้รับความคิดเห็นสำหรับศูนย์ข้าราชการใสสะอาด ซึ่งมีการออกแบบให้สามารถประทับวันที่/เดือน/ปีและจำนวนซองพร้อมสัญลักษณ์ลงบนซองจดหมาย รวมทั้งสามารถแสดงผลจำนวนซองด้านหน้าของตู้ได้ อีกทั้งยังมีระบบไฟสำรองในกรณีฉุกเฉินและมีระบบป้องกันการดึงซองจดหมายกลับอีกด้วย เหตุนี้ก็เพื่อป้องกันการละเมิดเปิดอ่านข้อความ การสูญหายของจดหมาย และเพื่อง่ายต่อการตรวจสอบ ซึ่งกระบวนการหลักๆ ในการควบคุมการทำงานของตู้รับความคิดเห็นสำหรับศูนย์ราชการใสสะอาดนั้นสามารถแบ่งได้เป็น 4 ส่วน คือ ระบบควบคุมการเซต, ระบบควบคุมการรีเซต, ระบบควบคุมการเซนเซอร์ซองจดหมายและการประทับตรา, ระบบควบคุมการอ่านค่าเวลาเพื่อเปรียบเทียบกับฐานเวลาปัจจุบัน โดยอาศัยระบบการทำงานของมอเตอร์, โซลินอยด์ และรีเลย์ซึ่งจะประกอบด้วยชุดขับโซลินอยด์, ชุดขับถาดน้ำหมึก และชุดประทับตรา เป็นส่วนกลไกการทำงานของตู้รับความคิดเห็นสำหรับศูนย์ราชการใสสะอาด ควบคุมด้วยไมโครคอนโทรลเลอร์ และใช้เซนเซอร์เป็นตัวตรวจจับการทำงานต่างๆ ของตู้รับความคิดเห็นสำหรับศูนย์ข้าราชการใสสะอาด เมื่อเซนเซอร์มีการตรวจจับจะป้อนสัญญาณไปยังไมโครคอนโทรลเลอร์ แล้วจะทำการประมวลผลส่งสัญญาณไปควบคุมชุดควบคุมต่างๆ ของตู้รับความคิดเห็นสำหรับศูนย์ราชการใสสะอาดและมีการแสดงผลจำนวนซองจดหมายทั้งหมดภายในตู้รับความคิดเห็นสำหรับศูนย์ราชการใสสะอาดทางตัวแสดงผลแบบตัวเลข 7 ส่วนจำนวน 2 หลัก ในส่วนของโครงสร้างภายนอกทำจากอลูมิเนียม มีความกว้าง ความยาวและความสูงเท่ากับ 44 เซนติเมตร ใช้พลังงานจากแบตเตอรี่ขนาด 12 โวลต์ จำนวน 2 แหล่งจ่าย จากการทดสอบการทำงานและการใช้งานพบว่าสามารถทำงานได้ตามขีดความสามารถที่กำหนดไว้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Thesis Title	CENTRAL FOR CLEAN AND TRANSPARENT GOVERNMENT OPINION BOX	
Students	Miss.Chadarat	Rattanachota
	Mr.Naruchat	Suwanchatree
	Mr.Wirunchai	Sealaing
	Mr.Chakrit	Koomkong
Advisor	Assist.Pros.Kitipong	Mano
Co- Advisor	Mr.Paiboon	Pongwongtragoll
Education Level	Bachelor of Science in Industrial Education	
Program in	Electronics Engineering	
Academic Year	2005	

ABSTRACT

This thesis presents the opinion box designing and building for use in the Central for Clean and Transparent Government. This opinion box was designed to print a special sign on opinion mail as year, date, mail-number and opinion box 's sign. Number of opinion mail always has updated to be current and show in front of opinion box. The useful of this project are to protect the intimacy read and edit the opinion mail before the functionary checking, it also easy to check in accident case. The opinion box 's principles qualifications are these- Can set the start state to begin operation and reset the operation system when get off mail from box in a times. The opinion box has sensor control and data printing as refer with real time chip (RTC). In the machine technical it use DC. motor, stepping motor and solinoild was controlled

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กิตติกรรมประกาศ

ปริญญานิพนธ์ฉบับนี้สามารถสำเร็จลุล่วงได้ดีนั้น เนื่องมาจากความร่วมมือร่วมใจของสมาชิกภายในกลุ่มทุกท่าน คณะผู้จัดทำขอขอบพระคุณท่านอาจารย์กิติพงค์ มะโน อาจารย์ไพบูลย์ พวงวงศ์ตระกูลและอาจารย์ประจำภาควิชาครุศาสตร์วิศวกรรมทุกท่านเป็นอย่างมากที่ได้กรุณาให้คำปรึกษาและให้คำแนะนำในการแก้ไขปัญหาต่างๆ ตลอดจนถึงข้อมูลและอุปกรณ์ที่เป็นประโยชน์ต่อการทดลองโครงงาน และในการจัดทำปริญญานิพนธ์ฉบับนี้ ขอขอบคุณห้องสมุดคณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม ห้องสมุดคณะวิศวกรรมศาสตร์ และสำนักหอสมุดกลางที่ช่วยอำนวยความสะดวกและเอื้อเฟื้อสถานที่ในการค้นคว้าข้อมูล

ขอกราบขอบพระคุณบิดา มารดา และผู้มีพระคุณสำหรับพวกเราที่ได้ให้การสนับสนุนทุกสิ่งทุกอย่างทางด้านการศึกษาตลอดมาจนถึงปัจจุบัน และสุดท้ายต้องขอขอบคุณเพื่อนๆ ที่เป็นกำลังใจให้เสมอมา

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ

เรื่อง	หน้า
บทคัดย่อภาษาไทย	I
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ	II
กิตติกรรมประกาศ	III
สารบัญ	IV
สารบัญตาราง	VIII
สารบัญรูป	IX
บทที่ 1 บทนำ	1
1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา	1
1.2 จุดมุ่งหมายของโครงงาน	1
1.3 สมมุติฐานของการจัดทำโครงงาน	1
1.4 ขีดความสามารถของโครงงาน	1
1.5 ขั้นตอนการทำโครงงาน	2
1.6 เนื้อหาโดยสังเขป	2
บทที่ 2 ทฤษฎีและหลักการ	3
2.1 กล่าวนำ	3
2.2 ความเป็นมาของศูนย์ราชการใสสะอาด	3
2.2.1 ความเป็นมาของศูนย์ประสานราชการใสสะอาด สจล.	4
2.2.2 แนวความคิดของศูนย์ราชการใสสะอาด	5
2.2.3 แผนการสร้างโครงการรวมพลังแผ่นดินด้วยใจใสสะอาด	5
2.2.4 มาตรฐานทางคุณธรรมและจริยธรรม	6
2.3 ไมโครคอนโทรลเลอร์ MCS-51	8
2.3.1 คุณสมบัติของ MCS-51	8
2.3.2 โครงสร้างของไมโครคอนโทรลเลอร์ตระกูล MCS-51	10
2.3.3 ตำแหน่งของขา MCS-51	11
2.3.4 โครงสร้างภายในของไมโครคอนโทรลเลอร์ MCS-51	14
2.3.5 โครงสร้างหน่วยความจำภายใน MCS-51	15
2.3.6 รีจิสเตอร์ใช้งานเฉพาะ	17
2.3.7 รีจิสเตอร์สำหรับใช้งานทั่วไป	17

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ (ต่อ)

เรื่อง	หน้า
2.3.8 ไทม์เมอร์/เคาน์เตอร์	19
2.3.9 พอร์ตสื่อสารข้อมูลแบบอนุกรม	20
2.3.10 โครงสร้างการอินเตอร์รัพต์	20
2.3.11 ไอซีสร้างฐานเวลา	21
2.3.12 ไอซีฐานเวลาจริง DS1307	22
2.3.13 โครงสร้างภายใน DS1307	23
2.3.14 การทำงานเบื้องต้นของไอซี DS1307	23
2.4 คุณสมบัติของอุปกรณ์เชื่อมโยงทางแสง	25
2.4.1 คุณสมบัติทั่วๆ ไปของอุปกรณ์เชื่อมโยงทางแสง	25
2.4.2 คุณสมบัติทางอินพุตของอุปกรณ์เชื่อมโยงทางแสง	25
2.4.3 คุณสมบัติทางเอาต์พุตของอุปกรณ์เชื่อมโยงทางแสง	26
2.5 อุปกรณ์ตรวจจับทางแสง	29
2.5.1 ความรู้ทั่วไปเกี่ยวกับอุปกรณ์ตรวจจับทางแสง	29
2.5.2 อุปกรณ์ส่งสัญญาณแสง	30
2.5.3 อุปกรณ์รับสัญญาณแสง	31
2.6 มอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรง	33
2.6.1 หลักการพื้นฐานของมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรง	33
2.6.2 การแยกประเภทของมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรง	34
2.6.3 การขับและกลับทิศทางของมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรง	38
2.6.4 การควบคุมความเร็วของมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรง	39
2.6.5 วิธีการมอดูเลชั่นทางความกว้างของพัลส์ (PWM)	39
2.7 สเต็ปปิงมอเตอร์	40
2.7.1 ชนิดของสเต็ปปิงมอเตอร์	41
2.7.2 ประโยชน์ของสเต็ปปิงมอเตอร์	43
2.7.3 หลักการทำงานของสเต็ปปิงมอเตอร์ทั่วๆ ไป	43
2.7.4 การพันขดลวดบนสเต็ปปิงมอเตอร์	44
2.7.5 การกระตุ้นและการควบคุมการหมุนของสเต็ปปิงมอเตอร์	46

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ (ต่อ)

เรื่อง	หน้า
2.8 โซลินอยด์	48
2.8.1 หลักการทำงานของโซลินอยด์	49
2.8.2 ขั้นตอนการเลือกใช้โซลินอยด์	51
2.8.3 แนวความคิดในการนำเอาโซลินอยด์ไปประยุกต์ใช้	51
2.8.4 ข้อระวังในการใช้โซลินอยด์เพื่อให้อายุยืนยาว	52
บทที่ 3 การออกแบบ การสร้าง และการทำงาน	53
3.1 กล่าวนำ	53
3.2 การออกแบบโครงสร้างตู้รับความคิดเห็นสำหรับศูนย์ราชการใสสะอาด	54
3.2.1 การทำงานเบื้องต้นของตู้รับความคิดเห็นสำหรับศูนย์ข้าราชการใสสะอาด	56
3.2.2 ชุดขับถาดน้ำหมึก	56
3.2.3 ชุดขับโรลเลอร์	57
3.2.4 ชุดหัวประทับวัน/เดือน/ปี/จำนวนของจดหมายและโลโก	58
3.2.5 ชุดแสดงผลแบบตัวเลข 7 ส่วน	59
3.2.6 แหล่งจ่ายไฟ	59
3.3 ส่วนวงจรควบคุม	60
3.3.1 วงจรไมโครคอนโทรลเลอร์	60
3.3.2 วงจรรีเลย์ขับมอเตอร์และโซลินอยด์	61
3.3.3 วงจรขับสเต็ปปิงมอเตอร์	64
3.3.4 วงจรแสดงผลแบบตัวเลข 7 ส่วน	65
3.3.5 วงจรสวิตช์ควบคุมตู้รับความคิดเห็นสำหรับศูนย์ราชการใสสะอาด	65
3.3.6 วงจรเซนเซอร์	66
3.3.7 วงจรแสดงสถานะการทำงาน	67
3.3.8 วงจรระบบไฟฟ้าสำรอง	68
3.3.9 ส่วนของผังงาน	68
บทที่ 4 การทดลองและผลการทดลอง	74
4.1 กล่าวนำ	74
4.2 การทดสอบการทำงานของตู้รับความคิดเห็นสำหรับศูนย์ราชการใสสะอาด	74
4.2.1 การทดลองของชุดขับโรลเลอร์	74
4.2.2 การทดลองของชุดขับถาดน้ำหมึก	75

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ (ต่อ)

เรื่อง	หน้า
4.2.3 การทดลองของชุดประทับวัน/เดือน/ปี/จำนวนซองจดหมายและโลโก	76
4.2.4 การทดลองชุดแสดงผลแบบตัวเลข 7 ส่วน	77
บทที่ 5 บทสรุป	78
5.1 สรุป	78
5.2 ปัญหาและแนวทางแก้ไข	78
5.3 แนวทางการพัฒนา	79
บรรณานุกรม	80
ภาคผนวก ก เครื่องต้นแบบ	81
ภาคผนวก ข วงจรและแผ่นวงจรพิมพ์	84
ภาคผนวก ค รายการอุปกรณ์	90
ภาคผนวก ง รายละเอียดและคุณสมบัติของอุปกรณ์	95
ภาคผนวก จ ผังงาน	130
ภาคผนวก ฉ โปรแกรมการทำงานของตู้รับความคิดเห็นสำหรับศูนย์ราชการใสสะอาด	135
ภาคผนวก ช คู่มือการใช้งานตู้รับความคิดเห็นสำหรับราชการใสสะอาด	156
ประวัติผู้แต่ง	160

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญตาราง

ตารางที่	หน้า
2.1 การกำหนดความถี่ของคลื่น สำหรับบิต RS1 และRS2	24
2.2 ตัวอย่างคุณสมบัติทางเอาต์พุตของโฟโตทรานซิสเตอร์เบอร์ 4N26	27
2.3 ตัวอย่างคุณสมบัติทางเอาต์พุตของโฟโตทรานซิสเตอร์ดาร์ลิงตันเบอร์ 4N33	27
2.4 ตัวอย่างคุณสมบัติทางเอาต์พุตของโฟโตไตรแอกเบอร์ MOC3010	29
2.5 ย่านความถี่ของคลื่นและความยาวคลื่นแสง	30
2.6 ลักษณะของมุมโรเตอร์หมุนกับกระแสไฟฟ้าที่ป้อนแก่เฟสต่างๆ	42
2.7 มุมของโรเตอร์เทียบกับกระแสไฟฟ้าที่จ่ายแก่เฟสต่างๆ 8 ตำแหน่ง	42
2.8 ขั้นตอนการทำงานแบบเวฟ	46
2.9 ลำดับการกระตุ้นของขดลวดแบบ 2 เฟส	47
2.10 ลำดับการทำงานของแบบครึ่งเฟส	48
ค.1 รายการอุปกรณ์วงจรควบคุมของตู้รับความคิดเห็นสำหรับศูนย์ราชการใสสะอาด	91
ค.2 รายการอุปกรณ์วงจรแสดงผลแบบตัวเลข 7 ส่วนของตู้รับความคิดเห็นสำหรับศูนย์ราชการใสสะอาด	91
ค.3 รายการอุปกรณ์วงจรสวิตช์ควบคุมและเซนเซอร์ของตู้รับความคิดเห็นสำหรับศูนย์ราชการใสสะอาด	92
ค.4 รายการอุปกรณ์วงจรขับสเต็ปปิงมอเตอร์ของตู้รับความคิดเห็นสำหรับศูนย์ราชการใสสะอาด	92
ค.5 รายการอุปกรณ์วงจรฐานเวลาของตู้รับความคิดเห็นสำหรับศูนย์ราชการใสสะอาด	93
ค.6 รายการอุปกรณ์วงจรรีเลย์ขับมอเตอร์และโซลินอยด์ของตู้รับความคิดเห็นสำหรับศูนย์ราชการใสสะอาด	93
ค.7 รายการอุปกรณ์วงจรแสดงสถานะของตู้รับความคิดเห็นสำหรับศูนย์ราชการใสสะอาด	94
ค.8 รายการอุปกรณ์วงจรระบบไฟฟ้าสำรองของตู้รับความคิดเห็นสำหรับศูนย์ราชการใสสะอาด	94

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญรูป

รูปที่	หน้า
2.1 การจัดขาของไมโครคอนโทรลเลอร์ MCS-51	11
2.2 โครงสร้างอย่างง่ายภายในพอร์ต 0	12
2.3 โครงสร้างอย่างง่ายภายในพอร์ต 1	12
2.4 วงจรรีเซต	13
2.5 การต่อวงจรสร้างสัญญาณนาฬิกา	14
2.6 โครงสร้างภายในของไมโครงคอนโทรลเลอร์ MCS-51	15
2.7 แผนผังหน่วยความจำแสดงตำแหน่งหน่วยความจำข้อมูลภายใน 128 ไบต์	16
2.8 การเลือกรีจิสเตอร์ใช้งานทั่วไป R0-R7 แต่ละกลุ่ม	18
2.9 ตำแหน่งหน่วยความจำของโปรแกรมบริการอินเตอร์รัพต์แต่ละชนิดใน MCS-51	20
2.10 ชิพ DS1202	21
2.11 การเชื่อมต่อ DS1202 เข้ากับไมโครคอนโทรลเลอร์	22
2.12 โครงสร้างภายในและการจัดขาของ DS1307	23
2.13 แผนผังหน่วยความจำและรีจิสเตอร์ภายใน	24
2.14 การต่อใช้งานอินฟราเรดแอลอีดี	30
2.15 สัญลักษณ์และการไบอัสใช้งานโฟโตไดโอด	31
2.16 สัญลักษณ์ โครงสร้าง และวงจรสมมูลของโฟโตทรานซิสเตอร์	32
2.17 สัญลักษณ์และโครงสร้างของโฟโตดาร์ลิงตันทรานซิสเตอร์	32
2.18 หลักการพื้นฐานมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรง	33
2.19 มอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรง	33
2.20 โครงสร้างทั่วไปของมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรง	34
2.21 การกลับทิศทางของมอเตอร์กระแสตรงโดยใช้รีเลย์	38
2.22 การใช้ทรานซิสเตอร์เพื่อขับรีเลย์ให้ทำงาน	38
2.23 การใช้ทรานซิสเตอร์เป็นวงจรขับและกำหนดทิศทางของมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรง	39
2.24 ความกว้างของพัลส์ขนาดต่างๆ และค่าดิวตี้ไซเคิลของช่วงพัลส์ที่มีความถี่คงที่	40
2.25 โครงสร้างและวงจรเทียบเท่าของมอเตอร์ ชนิด 4 ขด	41
2.26 โครงสร้างภายในสเต็ปปิงมอเตอร์	43
2.27 การควบคุมระบบสเต็ปปิงมอเตอร์	44
2.28 วงจรจ่ายกำลังไฟฟ้าให้กับสเต็ปปิงมอเตอร์	45

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญรูป (ต่อ)

รูปที่	หน้า
2.29 ลักษณะการพันขดลวดบนสเตเตอร์	46
2.30 โครงสร้างพื้นฐานของโซลินอยด์	49
2.31 ทิศทางของสนามแม่เหล็กที่เกิดขึ้นเมื่อมีกระแสไหลผ่านขดลวด	49
2.32 ทิศทางของสนามแม่เหล็กที่เกิดขึ้นในขดลวดที่มีกระแสไหล	50
2.33 การเพิ่มเหล็กอ่อนเข้ามาเพื่อเพิ่มความเข้มของสนามแม่เหล็ก	50
2.34 การเคลื่อนที่ของแกนกระทุ้ง	50
3.1 โครงสร้างของตู้รับความคิดเห็นสำหรับศูนย์ราชการใสสะอาดที่ออกแบบ	54
3.2 ขนาดและลักษณะด้านข้างของตู้รับความคิดเห็นสำหรับศูนย์ราชการใสสะอาดที่ออกแบบ	55
3.3 ขนาดและลักษณะด้านหน้าของตู้รับความคิดเห็นสำหรับศูนย์ราชการใสสะอาดที่ออกแบบ	55
3.4 ลักษณะชุดขับถาดน้ำหมึกที่ได้ออกแบบ	57
3.5 ชุดขับโรลเลอร์ที่ได้ออกแบบ	58
3.6 ชุดประทับตราของตู้รับความคิดเห็นสำหรับราชการใสสะอาด	59
3.7 แบตเตอรี่ 12 โวลต์ 1.2 แอมแปร์	59
3.8 วงจรไมโครคอนโทรลเลอร์	61
3.9 ขาต่างๆ ของรีเลย์	61
3.10 วงจรรีเลย์ขับมอเตอร์ทิศทางเดียว	62
3.11 วงจรรีเลย์ขับมอเตอร์ 2 ทิศทาง	62
3.12 วงจรรีเลย์ขับโซลินอยด์	63
3.13 วงจรรีเลย์ขับมอเตอร์และโซลินอยด์	63
3.14 วงจรขับสเต็ปปิงมอเตอร์	64
3.15 วงจรแสดงผลแบบตัวเลข 7 ส่วน	65
3.16 วงจรสวิตช์ควบคุมตู้รับความคิดเห็นสำหรับศูนย์ราชการใสสะอาด	66
3.17 วงจรเซนเซอร์	67
3.18 วงจรแสดงสถานะการทำงาน	68
3.19 วงจรระบบไฟฟ้าสำรอง	68
3.20 ผังงานโดยรวมของตู้รับความคิดเห็นสำหรับศูนย์ราชการใสสะอาด	69

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญรูป (ต่อ)

รูปที่	หน้า
3.21 ผังงานระบบควบคุมการเซตของตู้รับความคิดเห็นสำหรับศูนย์ราชการใสสะอาด	70
3.22 ผังงานระบบควบคุมการรีเซตของตู้รับความคิดเห็นสำหรับศูนย์ราชการใสสะอาด	70
3.23 ผังงานระบบควบคุมเซนเซอร์ของตู้รับความคิดเห็นสำหรับศูนย์ราชการใสสะอาด	72
3.24 ผังงานระบบควบคุมการอ่านค่าเปรียบเทียบจากฐานเวลาของตู้รับความคิดเห็นสำหรับศูนย์ราชการใสสะอาด	73
4.1 ชุดขับโรลเลอร์	74
4.2 ชุดขับถาดน้ำหมึก	75
4.3 ชุดประทับวัน/เดือน/ปี/จำนวนซองจดหมายและโลโก	76
4.4 ชุดแสดงผลแบบตัวเลข 7 ส่วน	77
ก.1 ด้านหน้าของตู้รับความคิดเห็นสำหรับศูนย์ราชการใสสะอาด	82
ก.2 ด้านหลังของตู้รับความคิดเห็นสำหรับศูนย์ราชการใสสะอาด	82
ก.3 ด้านข้างของตู้รับความคิดเห็นสำหรับศูนย์ราชการใสสะอาด	83
ก.4 ด้านบนของตู้รับความคิดเห็นสำหรับศูนย์ราชการใสสะอาด	83
ข.1 วงจรควบคุมตู้รับความคิดเห็นสำหรับศูนย์ราชการใสสะอาด	85
ข.2 แผ่นวงจรพิมพ์วงจรควบคุมตู้รับความคิดเห็นสำหรับศูนย์ราชการใสสะอาด	86
ข.3 ตำแหน่งการวางอุปกรณ์แผ่นวงจรพิมพ์วงจรควบคุมตู้รับความคิดเห็นสำหรับศูนย์ราชการใสสะอาด	86
ข.4 แผ่นวงจรพิมพ์วงจรขับสเต็ปปิงมอเตอร์	87
ข.5 ตำแหน่งการวางอุปกรณ์แผ่นวงจรพิมพ์วงจรขับสเต็ปปิงมอเตอร์	87
ข.6 แผ่นวงจรพิมพ์วงจรขับมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรง	87
ข.7 ตำแหน่งการวางอุปกรณ์แผ่นวงจรพิมพ์วงจรขับมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรง	88
ข.8 วงจรระบบไฟฟ้าสำรอง	88
ข.9 แผ่นวงจรพิมพ์วงจรระบบไฟฟ้าสำรอง	88
ข.10 ตำแหน่งการวางอุปกรณ์แผ่นวงจรพิมพ์วงจรระบบไฟฟ้าสำรอง	89
จ.1 ผังงานการทำงานโดยรวมของตู้รับความคิดเห็นสำหรับศูนย์ราชการใสสะอาด	131
จ.2 ผังงานการทำงานระบบควบคุมการเซตของตู้รับความคิดเห็นสำหรับศูนย์ราชการใสสะอาด	132
จ.3 ผังงานการทำงานระบบควบคุมการของตู้รับความคิดเห็นสำหรับศูนย์ราชการใสสะอาด	132

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญรูป (ต่อ)

รูปที่	หน้า
จ.4 ผังงานระบบควบคุมการทำงานเซนเซอร์ของตู้รับความคิดเห็นสำหรับศูนย์ราชการใสสะอาด	133
จ.5 ผังงานระบบควบคุมการทำงานการอ่านค่าเปรียบเทียบจากฐานเวลาของตู้รับความคิดเห็นสำหรับศูนย์ราชการใสสะอาด	134
ช.1ชุดสวิตซ์ควบคุมที่ใช้ในการ SET, UP, DOWN, RESET	158

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 1
บทนำ

1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

ปัจจุบันตามสำนักงานหรือในสถาบันการศึกษาต่างๆ มีการวางตู้รับความคิดเห็นไว้เพื่อใช้ในการแจ้งเรื่องหรือเสนอความคิดเห็นต่างๆ ในรูปของจดหมาย ผ่านไประยะหนึ่งไม่สามารถรู้ได้ว่าจำนวนซองที่ส่งกับจำนวนซองทั้งหมดในตู้มีจำนวนตรงกันหรือไม่อีกทั้งยังไม่สามารถตรวจสอบวัน/เดือน/ปีของซองจดหมายในตู้นั้นได้

1.2 จุดมุ่งหมายของโครงงาน

คณะผู้จัดทำอ้างถึงได้สร้างตู้รับความคิดเห็นสำหรับศูนย์ราชการใสสะอาดขึ้นมาเพื่อแก้ไขข้อบกพร่องในการตรวจสอบจำนวนซองที่ไม่สามารถรู้ได้ว่าจำนวนซองที่ส่งกับจำนวนซองทั้งหมดในตู้มีจำนวนตรงกันหรือไม่ อีกทั้งยังไม่สามารถตรวจสอบวัน/เดือน/ปีของซองจดหมายในตู้นั้นได้ ซึ่งตู้รับความคิดเห็นสำหรับศูนย์ราชการใสสะอาดได้พัฒนาให้สามารถระบุวัน/เดือน/ปีที่รับข้อมูลบนตัวซองจดหมายและสามารถแสดงจำนวนซองที่ระบุข้อมูลได้ เพื่อความสะดวกในการตรวจสอบและการรับแจ้งเรื่องผ่านทางตู้รับความคิดเห็น

1.3 สมมุติฐานของการจัดทำโครงงาน

ตู้รับความคิดเห็นได้พัฒนาขึ้น สามารถระบุวัน/เดือน/ปีที่รับข้อมูลบนตัวซองจดหมายและสามารถแสดงจำนวนซองที่บรรจุข้อมูลได้ เพื่อความสะดวกในเรื่องของการตรวจสอบซองจดหมายที่รับมา

1.4 ขีดความสามารถของโครงงาน

โครงงานนี้มีขีดความสามารถดังนี้

1. สามารถประทับวัน/เดือน/ปี/จำนวนซองจดหมายและโลโกได้
2. สามารถนับและแสดงจำนวนซองได้ 2 หลัก ตั้งแต่ 00-30 ซอง
3. มีระบบป้องกันความผิดพลาดจากการดึงซองกลับ
4. มีระบบรีเซต
5. มีระบบไฟสำรอง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1.5 ขั้นตอนการทำโครงงาน

โครงงานนี้ในระยะแรกเป็นการออกแบบชุดหัวประทับและเป็นการออกแบบชุดแมคคาทรอนิกส์ที่ใช้เป็นกลไกในการทำงานต่อมาเป็นการออกแบบชุดควบคุมซึ่งใช้ไมโครคอนโทรลเลอร์เป็นตัวควบคุมการทำงานของชุดแมคคาทรอนิกส์ เมื่อทำการออกแบบชุดแมคคาทรอนิกส์และชุดควบคุมเสร็จแล้ว ดำเนินการประกอบเข้าด้วยกันทั้งชุดแมคคาทรอนิกส์และชุดควบคุม ทำการทดลองการทำงาน เมื่อเสร็จสิ้นกระบวนการการทดลองดังกล่าวแล้วให้ผู้ทรงคุณวุฒิประเมินผลการทำงานของโครงงานต่อไป

1.6 เนื้อหาโดยสังเขป

เนื้อหาภายในปริญญานิพนธ์แบ่งออกเป็นบทต่างๆ เพื่อสะดวกต่อการศึกษาและทำความเข้าใจในแต่ละบทจะประกอบด้วยเนื้อหาดังต่อไปนี้

บทที่ 1 กล่าวถึงความเป็นมาและความสำคัญของปริญญานิพนธ์ ขีดความสามารถของโครงงานและเนื้อหาในบทต่างๆ โดยสังเขป

บทที่ 2 ประกอบด้วยทฤษฎีต่างๆ ที่เกี่ยวกับโครงสร้างของ ตู้รับความคิดเห็นสำหรับศูนย์ราชการใสสะอาด ระบบเซ็นเซอร์ หลักการเขียนโปรแกรมด้วยภาษาซี ทฤษฎีและหลักการควบคุมระบบแมกคาทอนิกส์

บทที่ 3 กล่าวถึงเนื้อหาที่เกี่ยวกับ แผนผังการทำงานของโครงงาน การออกแบบส่วนประกอบต่างๆ ของแมกคาทอนิกส์และไมโครคอนโทรลเลอร์ เพื่อนำไปใช้เป็นระบบกลไกในการทำงานร่วมกันได้อย่างมีประสิทธิภาพ

บทที่ 4 การทดลองและผลการทดลอง ในบทนี้จะกล่าวถึงการทดลองและผลการทดลองโดยแบ่งผลการทดลองออกเป็นส่วนๆ ตามการออกแบบและสร้าง พร้อมทั้งบันทึกผลการทดลองในแต่ละส่วน

บทที่ 5 เป็นการสรุปผลการจัดทำโครงงาน ปัญหาที่เกิดขึ้นและแนวทางในการแก้ไขรวมทั้งแนวทางในการพัฒนา

ภาคผนวก ก แสดงภาพเครื่องต้นแบบ การติดตั้ง การเชื่อมต่อกับอุปกรณ์อื่นๆ ขณะใช้งานจริง

ภาคผนวก ข ประกอบด้วยวงจรและแผ่นวงจรพิมพ์

ภาคผนวก ค รายการอุปกรณ์ที่ใช้งาน

ภาคผนวก ง รายละเอียดและคุณสมบัติของอุปกรณ์

ภาคผนวก จ ผังงานของโปรแกรม

ภาคผนวก ฉ โปรแกรมการทำงานของตู้รับความคิดเห็นสำหรับศูนย์ราชการใสสะอาด

ภาคผนวก ช คู่มือการใช้งานตู้รับความคิดเห็นสำหรับราชการใสสะอาด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 2
ทฤษฎีและหลักการ

2.1 กล่าวนำ

เนื้อหาของปริญญานิพนธ์ในบทนี้เป็นทฤษฎีและหลักการที่จะนำมาใช้ในโครงงานนี้ ซึ่งจะประกอบด้วยไมโครคอนโทรลเลอร์มาใช้ในการสร้างตู้รับความคิดเห็นสำหรับศูนย์ราชการใสสะอาด ซึ่งจะกล่าวถึงความเป็นมาของศูนย์ราชการใสสะอาด คุณสมบัติของไมโครคอนโทรลเลอร์ คุณสมบัติของอุปกรณ์เชื่อมโยงทางแสง อุปกรณ์ตรวจจับทางแสง มอเตอร์กระแสตรง สเต็ปปิงมอเตอร์ (stepping motor) และโซลินอยด์ (solinoild) ซึ่งเป็นรายละเอียดจะกล่าวต่อไปนี้

2.2 ความเป็นมาของศูนย์ราชการใสสะอาด

ประเทศไทยได้มีการเจริญเติบโตทางเศรษฐกิจและสังคมอย่างรวดเร็วในช่วง ๔๐ ปีที่ผ่านมาจนหลายคนคิดว่าประเทศไทยได้ก้าวพ้นความยากจนและกำลังก้าวสู่ประเทศที่พัฒนาแล้ว แต่เมื่อเกิดวิกฤตเศรษฐกิจในปี ๒๕๔๐ ทุกคนจึงตื่นจากความหลงผิดและพบว่าสังคมไทยยังอ่อนด้อยในเกือบทุกเรื่อง แม้แต่ในด้านศีลธรรมที่เคยเป็นจุดแข็งของสังคมไทย ก็มีจุดอ่อนและบกพร่องอีกมาก การทุจริตประพฤติมิชอบทั้งในภาครัฐและภาคธุรกิจเอกชนเป็นสาเหตุสำคัญที่ทำให้เกิดภาวะวิกฤตดังกล่าว ในชั่วข้ามคืนประเทศไทยได้เปลี่ยนจากประเทศที่เคยมีเงินตราต่างประเทศสำรอง กลับกลายเป็นประเทศที่มีหนี้ต่างประเทศจำนวนเกือบ ๓ ล้านล้านบาท สถาบันการเงินและบริษัทเอกชนหลายแห่งต้องปิดกิจการหรือล้มละลายไป คนไทยจำนวนมากตกงานและสูญเสียทรัพย์สินที่ได้สะสมมาตลอดชีวิตการทำงาน ซึ่งผลกระทบจากภาวะวิกฤตเศรษฐกิจดังกล่าวได้ ก่อให้เกิดผลกระทบทางสุขภาพกายและใจของคนไทยทั้งประเทศอย่างรุนแรง ประชาชนรู้สึกขาดความเชื่อมั่นในการทำงานของภาครัฐและระบบการเมืองจนกลายเป็นปัญหาวิกฤตศรัทธา และยากต่อการดูแลรักษากฎหมายของบ้านเมือง

จากผลการวิจัยการสำรวจความคิดเห็นเรื่องคอร์รัปชันที่จัดขึ้นโดยสำนักงาน ก.พ. พบว่า หัวหน้าครัวเรือนเห็นว่า การทุจริตประพฤติมิชอบเป็นปัญหาสำคัญระดับชาติอันดับที่สามรองจากปัญหาเศรษฐกิจและความยากจน ผู้ประกอบการเห็นว่า การทุจริตประพฤติมิชอบเป็นอุปสรรคที่สำคัญต่อการเจริญเติบโตของธุรกิจ รองมาจากผลกระทบจากวิกฤตเศรษฐกิจ โดยร้อยละ ๗๙ ของผู้ประกอบการยอมรับว่าเป็นเรื่องปกติธรรมดาที่ธุรกิจต้องจ่ายค่าสินบนให้แก่เจ้าหน้าที่ของรัฐ เพื่อให้การดำเนินการเป็นไปอย่างสะดวก โดยเห็นว่าภาครัฐส่วนใหญ่ต้องมีการหยอดน้ำมันด้วย "เงินและผลประโยชน์" งานจึงจะสำเร็จได้ แม้ข้าราชการเองก็ยังคิดว่าการทุจริตประพฤติมิชอบเป็นส่วนหนึ่งของวิถีชีวิตในสังคมและเป็นเรื่องปกติทั่วไป โดยร้อยละ ๔๙

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ยอมรับว่ารู้ว่ามีการซื้อขายตำแหน่งในวงราชการ ทั้งนี้ มีข้าราชการเพียงร้อยละ ๒๔ เท่านั้นที่เห็นว่ารัฐมีความตั้งใจจริงที่จะต่อสู้กับปัญหาการทุจริตคอร์รัปชันในภาคราชการ

รัฐบาลชุดที่ผ่านมาแสดงเจตนารมณ์ชัดเจนที่จะป้องกันการทุจริตและประพฤติมิชอบในภาคราชการ และเสริมสร้างประสิทธิภาพในการปฏิบัติหน้าที่ รวมทั้งปฏิรูประบบบริหารราชการโดยการปรับปรุงคุณภาพข้าราชการในการทำงานโดยเน้นผลงาน การมีคุณภาพ ความซื่อสัตย์สุจริต การมีจิตสำนึกในการให้บริการประชาชน และที่สำคัญ รัฐบาลชุดปัจจุบันภายใต้การนำของ ฯพณฯ พันตำรวจโท ดร.ทักษิณ ชินวัตร ได้ให้ความสำคัญกับการแก้ปัญหาคอร์รัปชันโดยประกาศเป็นหนึ่งในสามนโยบายหลักของรัฐบาล ควบคู่กับการแก้ไขปัญหาความยากจนและปราบปรามยาเสพติด

2.2.1 ความเป็นมาของศูนย์ประสานราชการใสสะอาด สจล.

2.2.1.1 มติคณะรัฐมนตรีเมื่อวันที่ ๒๖ ธันวาคม ๒๕๔๓

เห็นชอบหลักการตามแผนปฏิบัติการสร้างราชการใสสะอาด กำหนดให้กระทรวง ทบวง กรม หน่วยงานของรัฐจัดทำแผนกลยุทธ์หน่วยงานใสสะอาด และรายงานผลการดำเนินการ ตลอดจนปัญหาอุปสรรคเป็นรายปีต่อรัฐมนตรีเพื่อเสนอต่อรัฐสภา

2.2.1.2 มติคณะรัฐมนตรีเมื่อวันที่ ๕ ตุลาคม ๒๕๔๗ และวันที่ ๒ พฤศจิกายน ๒๕๔๗

เห็นชอบมาตรการป้องกันและปราบปรามการทุจริตในวงราชการ และแนวทางดำเนินการขั้นต่อไป ในการพัฒนาระบบราชการ ตามลำดับโดยมอบหมายให้สำนักงาน ก.พ. เป็นเจ้าภาพหลักการสร้างความโปร่งใสในการปฏิบัติงาน การรณรงค์และส่งเสริมค่านิยมรักความซื่อสัตย์สุจริต การสนับสนุนภาคประชาชนให้มีส่วนร่วม

2.2.1.3 แผนบริหารราชการแผ่นดิน พ.ศ.๒๕๔๘-๒๕๕๑

ประเด็นยุทธศาสตร์ที่ ๖ ง. การป้องกันและปราบปรามการทุจริต กำหนดเป้าประสงค์เชิงยุทธศาสตร์ คือ ประชาชนมีความเชื่อถือในกลไกภาครัฐสูงขึ้น หน่วยงานภาครัฐทุกระดับมีการปฏิบัติงานที่โปร่งใสตรวจสอบได้ โดยมอบหมายให้สำนักงาน ก.พ. เป็นเจ้าภาพกลยุทธ์หลักสนับสนุนให้ภาคประชาชนและเจ้าหน้าที่รัฐมีค่านิยมและร่วมกันต่อต้านทุจริต พัฒนาความโปร่งใสในการปฏิบัติงานของหน่วยงานภาครัฐ

2.2.1.4 คณะรัฐมนตรีวันที่ ๑๑ มิถุนายน ๒๕๔๔ วันที่ ๒๖ พฤษภาคม ๒๕๔๖ และวันที่ ๒๐ กรกฎาคม ๒๕๔๗

มีมติรับทราบรายงานผลการดำเนินการประจำปี ๒๕๔๔, ๒๕๔๕ และ ๒๕๔๖ ตามลำดับ โดยปี ๒๕๔๖ มีหนังสือแจ้งสำนักงบประมาณถึงข้อเสนอให้การสร้างราชการใสสะอาดเป็นเงื่อนไขหนึ่งในการพิจารณาจัดสรรงบประมาณให้ส่วนราชการ และปี ๒๕๔๗ มีหนังสือแจ้งสำนักงบประมาณและสำนักงาน ก.พ.ร. ถึงข้อเสนอให้การสร้างราชการใสสะอาดเป็นเงื่อนไขในการจัดสรรหรือลดสัดส่วนการจัดสรรงบประมาณ และขอรับหรือตัดสิทธิ์การขอรับเงินรางวัลประจำปี ซึ่งขณะนี้สำนักงาน ก.พ.ร. ได้กำหนดให้การสร้างราชการใส

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สะอาดเป็นขั้นตอนสำคัญในการดำเนินการตามมาตรการป้องการและปราบปรามการทุจริตประพฤติมิชอบในราชการที่ทุกส่วนราชการจะต้องถือปฏิบัติตามคำรับรองการปฏิบัติราชการปีงบประมาณ ๒๕๔๘

2.2.2 แนวความคิดของศูนย์ราชการใสสะอาด

การกวาดล้างความทุจริตประพฤติมิชอบให้หมดไปจากสังคมหรือวงราชการเป็นเรื่องยากและต้องใช้เวลานาน ซึ่งวิธีการที่จะชะล้างความสกปรกคือ การสร้างความใสสะอาดในกระบวนการบริหารงานและสร้างระบบถ่วงดุลอำนาจในทุกระดับ ทั้งนี้จึงต้องกระตุ้นให้ข้าราชการและเจ้าหน้าที่ของรัฐเกิดความตระหนักจงรักภักดีต่อประเทศชาติ และสำนึกในบุญคุณของแผ่นดิน เห็นพิษภัยของการทุจริตคอร์รัปชันที่จะเป็นตัวบ่อนทำลายและกัดกร่อนรากฐานความเข้มแข็งของสังคม และประเทศชาติโดยรวม อันจะส่งผลร้ายต่อลูกหลานในอนาคต

การสร้างราชการใสสะอาดจึงเป็นกลยุทธ์ทางบวกที่มีโอกาสสำเร็จได้เร็ว โดยการดึงพลังส่วนดีของมนุษย์ออกมา พร้อมกับใช้พลังของสังคมควบคุมให้ข้าราชการมีพฤติกรรมในทางสร้างสรรค์สิ่งดีต่อสังคมแทนการเอาเปรียบ และคำนึงถึงแต่ประโยชน์ส่วนตนและหมู่คณะ ทั้งนี้จึงต้องสร้างคุณภาพของคนในภาครัฐให้มีคุณธรรมและจริยธรรมเป็นฐาน โดยเฉพาะอย่างยิ่งต้องช่วยกันส่งเสริมคนดีและกันคนไม่ดีออกไปจากภาคราชการ

ปัญหาเรื่องการทุจริตคอร์รัปชันเกิดจากทัศนคติของบุคคลที่ได้รับการย้อมแต่ง และสั่งสมต่อเนื่องกันมาเป็นเวลายาวนาน จนกลายเป็นค่านิยมที่ว่าการทุจริตคอร์รัปชันจะสร้างประโยชน์ให้แก่ตนเองและพวกพ้องอย่างง่ายดาย ไม่ต้องลงทุนลงแรงอะไรมาก การสร้างความใสสะอาดในวงราชการจึงต้องอาศัยกลยุทธ์ที่แยบยล โดยต้องสร้างสิ่งแวดล้อมที่ดีและต้องอาศัยความร่วมมือจากทุกคนทุกฝ่าย โดยมีการปราบปรามอย่างเฉียบขาดรุนแรงและรวดเร็ว ให้คนเกิดความเกรงกลัวจนถึงขั้นไม่กล้าเสี่ยงทำผิด ทั้งนี้กลุ่มผู้นำในทุกระดับของภาครัฐจะต้องทำเป็นตัวอย่างที่ดีด้วย

2.2.3 แผนการสร้างโครงการรวมพลังแผ่นดินด้วยใจใสสะอาด

แผนการสร้างโครงการรวมพลังแผ่นดินด้วยใจใสสะอาด แผนการสร้างโครงการรวมพลังแผ่นดินด้วยใจใสสะอาด ประกอบด้วยแผนหลัก ๓ แผน ดังนี้

2.2.3.1 แผนส่งเสริมจิตสำนึก "ราชการใสสะอาด"

วัตถุประสงค์ เพื่อสร้างจิตสำนึกให้แก่ข้าราชการ เจ้าหน้าที่ของรัฐและประชาชนทุกคนทุกระดับให้เกิดผลจนเป็นคุณธรรมประจำใจ "ราชการใสสะอาด" วิธีการสร้างเครือข่ายแนวร่วมทางวิชาการในหมู่นักวิชาการและผู้สนใจทั่วไปในสถาบันการศึกษา สถาบันเอกชนและชมรมต่างๆ รณรงค์ผ่านสื่อการเรียนรู้ต่างๆ เผยแพร่ความรู้ผ่านสื่อมวลชน สอดแทรกความรู้ในโครงการฝึกอบรมของข้าราชการ พนักงานรัฐวิสาหกิจ นักธุรกิจ นักเรียน นิสิต นักศึกษา และประชาชนทั่วไปด้วย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.2.3.2 แผนการป้องกันเหตุการณ์และพฤติกรรมต่างๆ ที่อาจเป็นภัยต่อการก้าวไปสู่ "ประเทศไทยใสสะอาด"

วัตถุประสงค์ เพื่อสร้างระบบเตือนและป้องกันล่วงหน้าต่อการทุจริตคอร์รัปชัน ที่จะเกิดขึ้นในราชการทั้งระดับท้องถิ่น ภูมิภาค และระดับประเทศ วิธีการให้ส่วนราชการและหน่วยงานของรัฐทุกแห่งจัดทำแผนกลยุทธ์ "หน่วยงานใสสะอาด" และประกาศให้ทราบเพื่อจะได้ตรวจสอบทั้งจากบุคลากรของหน่วยงานเอง หน่วยงานอื่น และสาธารณชนทั่วไป และเร่งดำเนินการปฏิรูประบบราชการตามแผนปฏิรูประบบบริหารภาครัฐ ให้มีระบบการทำงานที่สั้น โปร่งใส วัดผลสำเร็จของงานได้อย่างเป็นรูปธรรม พร้อมสร้างระบบถ่วงดุลการใช้อำนาจในแต่ละระดับอย่างเหมาะสมด้วย

2.2.4.3 แผนการจัดการกรณีการทุจริตและคอร์รัปชันที่เกิดขึ้นแล้วหรือที่กำลังเกิดขึ้น

วัตถุประสงค์ เพื่อแสดงถึงความเอาจริงเอาจังของรัฐและสังคมเมื่อเกิดการทุจริตคอร์รัปชันแล้ว หรือการกระทำทุจริตที่กำลังเกิดขึ้น ทั้งนี้เพื่อกำจัดคนไม่ดีให้ออกจากระบบราชการโดยเร็ว และเพิ่มความเกรงกลัวต่อโทษทัณฑ์ อันจะเป็นส่วนเรียกศรัทธาและความมั่นใจให้กลับคืนมาสู่ความรู้สึกของชาวไทย วิธีการปรับปรุงระบบการสอบสวนและการลงโทษทางวินัยให้รวดเร็ว เปิดเผย และหนักหน่วง โดยแก้ปัญหาความล่าช้าและการช่วยเหลือเกื้อกูลให้พ้นผิด ทั้งนี้หน่วยงานที่เกี่ยวข้องต้องเร่งรัดการสอบสวนกรณีเกิดปัญหาทางวินัยและคดีคอร์รัปชันต่างๆ ให้สามารถนำคนผิดมาลงโทษได้โดยเร็ว รวมทั้งเผยแพร่ให้สื่อมวลชนรับรู้และติดตามเพื่อรายงานให้สาธารณชนได้ทราบด้วย

2.2.4 มาตรฐานทางคุณธรรมและจริยธรรม

ตามพจนานุกรมฉบับราชบัณฑิตสถาน พ.ศ. ๒๕๔๒ ให้ความหมายไว้ว่า มาตรฐาน คือ สิ่งที่ถือเอาเป็นหลักสำหรับเทียบกำหนด คุณธรรมคือสภาพคุณงามความดี จริยธรรมคือธรรมที่เป็นข้อประพฤติปฏิบัติ ศีลธรรม กฎศีลธรรม ดังนั้น มาตรฐานทางคุณธรรมและจริยธรรมของหน่วยงานของรัฐ จึงหมายถึง สิ่งที่ถือเอาเป็นหลักสำหรับเทียบกำหนดสภาพคุณงามความดีและข้อประพฤติปฏิบัติหรือศีลธรรมที่สอดคล้องกับความถูกต้องดีงามของหน่วยงานนั้นๆ

2.2.4.1 ความเป็นมาของการจัดทำมาตรฐานทางคุณธรรมและจริยธรรม

รัฐธรรมนูญแห่งราชอาณาจักรไทย พ.ศ.๒๕๔๐ มาตรา ๗๗ บัญญัติให้รัฐต้องจัดให้มีแผนพัฒนาการเมือง จัดทำมาตรฐานทางคุณธรรมและจริยธรรมของผู้ดำรงตำแหน่งทางการเมือง ข้าราชการและพนักงานหรือลูกจ้างอื่นของรัฐ เพื่อป้องกันการทุจริตและประพฤติมิชอบ และเสริมสร้างประสิทธิภาพ ในการปฏิบัติหน้าที่ จากบทบัญญัติรัฐธรรมนูญแห่งราชอาณาจักรไทย พ.ศ.๒๕๔๐ มาตรา ๗๗ และมติคณะรัฐมนตรีเมื่อวันที่ ๑๑ พฤษภาคม ๒๕๔๒ ที่เห็นชอบแผนปฏิรูประบบบริหารภาครัฐ เพื่อใช้เป็นกรอบการปฏิรูปในลักษณะองค์รวมเพื่อเปลี่ยนแปลงระบบบริหารภาครัฐให้ไปสู่ "รูปแบบการบริหารภาครัฐแนวใหม่" โดยในแผนดังกล่าวได้มี แผนการปรับเปลี่ยนวัฒนธรรม และค่านิยม ซึ่งกำหนดให้หน่วยงานภาครัฐจัดทำค่านิยมสร้างสรรค์ และจรรยาบรรณเจ้าหน้าที่ของรัฐอยู่ด้วย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สำนักงาน ก.พ. จึงได้เสนอเรื่องการจักทำมาตรฐานทางคุณธรรม และจริยธรรมของข้าราชการ และเจ้าหน้าที่ของกระทรวง ทบวง กรม ต่อ ก.พ. ในการประชุมครั้งที่ ๕/๒๕๔๓ เมื่อ วันที่ ๑๒ มิถุนายน ๒๕๔๓ ซึ่ง ก.พ. ได้พิจารณาแล้ว มีมติ ๒ ข้อดังนี้

ข้อแรก มอบหมายให้กระทรวงแต่ละกระทรวงเป็นศูนย์กลางในการจัดทำมาตรฐานทางคุณธรรม และจริยธรรมของส่วนราชการในสังกัด และรณรงค์ให้เจ้าหน้าที่ของรัฐยึดถือปฏิบัติตามแนวทางมาตรฐานคุณธรรมจริยธรรมนั้นๆ โดยมีระบบกลไกยกย่องเชิดชูเกียรติแก่ผู้กระทำความดี และลงโทษผู้ละเมิดไม่ปฏิบัติตามมาตรฐานดังกล่าวด้วย

ข้อที่สอง เห็นชอบให้นำค่านิยมสร้างสรรค์ ๕ ประการ ซึ่งคณะอนุกรรมการปรับปรุงวัฒนธรรมและค่านิยมของเจ้าหน้าที่ของรัฐ ได้กำหนดขึ้น ได้แก่ กล้ายืนหยัดทำในสิ่งที่ถูกต้อง ซื่อสัตย์และมีความรับผิดชอบ โปร่งใสตรวจสอบได้ ไม่เลือกปฏิบัติและมุ่งผลสัมฤทธิ์ของงาน ไปเป็นแนวทางสำคัญในการจัดทำมาตรฐานทางคุณธรรม และจริยธรรมของส่วนราชการต่อไป การจัดทำมาตรฐานทางคุณธรรมและจริยธรรมดังกล่าวนี้นับเป็นกลไกสำคัญที่ช่วยให้เกิด การปรับเปลี่ยนระบบการบริหารจัดการภาครัฐ โดยการจัดวางระเบียบพฤติกรรมของเจ้าหน้าที่ในหน่วยงาน เพื่อเป็นกรอบแห่งความประพฤติปฏิบัติร่วมกัน

2.2.4.2 การดำเนินการจัดทำมาตรฐานทางคุณธรรมและจริยธรรม

สำนักงาน ก.พ. โดยศูนย์ส่งเสริมจริยธรรมได้ดำเนินการรณรงค์สนับสนุนและ ร่วมมือกับส่วนราชการในการจัดทำมาตรฐานทางคุณธรรมและจริยธรรม ให้เป็นไปตามเจตนารมณ์ของรัฐธรรมนูญ โดยได้ดำเนินการในเรื่องต่าง ๆ ตามลำดับ ดังต่อไปนี้

1. สำนักงาน ก.พ. ได้มีหนังสือเวียนลงวันที่ ๑๒ กรกฎาคม ๒๕๔๓ แจ้งมติ ก.พ. เมื่อวันที่ ๑๒ มิถุนายน ๒๕๔๓ ที่มอบหมายให้กระทรวงแต่ละกระทรวง เป็นศูนย์กลางในการจัดทำมาตรฐาน ทางคุณธรรมและจริยธรรมของส่วนราชการในสังกัด และรณรงค์ให้เจ้าหน้าที่ของรัฐ ยึดถือปฏิบัติตาม
2. สำนักงาน ก.พ. จัดประชุมเชิงปฏิบัติการเรื่อง "การจัดทำมาตรฐานทางคุณธรรมและจริยธรรม" สำหรับผู้ได้รับมอบหมายให้จัดทำมาตรฐานทางคุณธรรมและจริยธรรม โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อให้มีความรู้ความเข้าใจในหลักการ วิธีการและฝึกปฏิบัติในการจัดทำมาตรฐาน ทางคุณธรรมและจริยธรรมของส่วนราชการของตนเอง ระยะเวลาในการประชุมเชิงปฏิบัติการ ๑ วันทำการ ทั้งนี้ได้ดำเนินการให้กับส่วนราชการต่างๆ จำนวน ๘ รุ่น จำนวนรวม ๔๗๕ คน โดยจัดรุ่นแรกเมื่อวันที่ ๗ กรกฎาคม ๒๕๔๓ และจัดรุ่นที่ ๘ เมื่อวันที่ ๕ เมษายน ๒๕๔๔ จากการจัดให้มีการประชุมเชิงปฏิบัติการดังกล่าว ช่วยให้ผู้เข้าร่วมประชุมมีความรู้ความเข้าใจสามารถนำแนวทางวิธีการจัดทำมาตรฐานทางคุณธรรม และ จริยธรรมไปจัดทำมาตรฐานทางคุณธรรมและจริยธรรมในหน่วยงานของตนเองได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3. นอกจากนี้ สำนักงาน ก.พ. ยังได้มีส่วนช่วยสนับสนุนส่วนราชการต่างๆ ในการจัดทำมาตรฐานทางคุณธรรมและจริยธรรมในรูปแบบต่างๆ ได้แก่ การให้คำปรึกษาแนะนำการจัดทำ การเป็นวิทยากร การเข้าร่วมประชุมและการสนับสนุนการประชุมเชิงปฏิบัติการเพื่อยกร่างมาตรฐานทางคุณธรรมและจริยธรรมของส่วนราชการต่างๆ รวมทั้งการร่วมเป็นคณะทำงานตามที่ส่วนราชการขอความร่วมมือมาเพื่อสนับสนุนกิจกรรมต่างๆ ให้การดำเนินการได้แล้วเสร็จลุล่วงไปด้วยดี
4. ติดตามผลการดำเนินการจัดทำมาตรฐานทางคุณธรรมและจริยธรรมของส่วนราชการต่างๆ ที่ได้ดำเนินการจัดทำไปแล้ว โดยรวบรวมไว้ที่เว็บไซต์ของสำนักงาน ก.พ. (www.ocsc.go.th) ซึ่งคาดว่าทุกส่วนราชการในส่วนกลางจะดำเนินการจัดทำแล้วเสร็จในปี ๒๕๔๗ และตั้งแต่ปี ๒๕๔๗ สำนักงาน ก.พ. โดยศูนย์ส่งเสริมจริยธรรมจะเริ่มรณรงค์เผยแพร่ขยายผลไปยังส่วนภูมิภาค จังหวัด อำเภอ ตำบล ให้บังเกิดผลตามเจตนารมณ์ของรัฐธรรมนูญต่อไป

2.3 ไมโครคอนโทรลเลอร์ MCS-51

ไมโครคอนโทรลเลอร์ตระกูล MCS-51 ได้ถูกคิดค้น พัฒนา และผลิตโดยบริษัทอินเทล เพื่อใช้ในงานควบคุมต่างๆ ไม่ว่าจะเป็นงานควบคุมขนาดเล็กจนถึงงานควบคุมขนาดใหญ่ ที่มีความซับซ้อนพอสมควร จากข้อดีของไมโครคอนโทรลเลอร์ที่มีการนำวงจรพื้นฐานต่างๆ มารวมไว้ภายในชิพ (chip) ตัวเดียวกัน ทำให้วงจรควบคุมที่สร้างขึ้นมีขนาดเล็ก มีความสะดวก และคล่องตัวสูง จึงเป็นที่นิยมและแพร่หลายอย่างมาก ทำให้ในปัจจุบันมีไมโครคอนโทรลเลอร์ที่มีมาตรฐานเดียวกัน มีสถาปัตยกรรมพื้นฐานที่เหมือนกัน สามารถใช้งานแทนกันได้ จะต่างกันเพียงขนาดของหน่วยความจำภายในและหน่วยทำงานภายในเท่านั้น

2.3.1 คุณสมบัติของ MCS-51

คุณสมบัติที่สำคัญๆ ของชิพไมโครคอนโทรลเลอร์ตระกูล MCS-51 มีดังนี้

1. ต้องมีแหล่งจ่ายไฟ 5 โวลต์ เพียงชุดเดียว
2. มีหน่วยความจำสำหรับเก็บโปรแกรมควบคุมการทำงานอยู่ภายในชิพจำนวน 4 กิโลไบต์ (เบอร์ 8031, เบอร์ 8032 ไม่มีหน่วยความจำส่วนนี้ ส่วนเบอร์ 8052 มีหน่วยความจำส่วนนี้ 8 กิโลไบต์ และสำหรับเบอร์ 83C51FB จะมีหน่วยความจำส่วนนี้รวมทั้งสิ้น 16 กิโลไบต์)
3. มีหน่วยความจำสำหรับเก็บข้อมูลทั่วไป (RAM) อยู่ภายในชิพจำนวน 128 ไบต์ (ในเบอร์ 8031, เบอร์ 8051) หรือ 256 ไบต์ (ในเบอร์ 8032, เบอร์ 8052)
4. สามารถจะใช้หน่วยความจำสำหรับโปรแกรมและข้อมูลที่อยู่ภายนอกชิพได้อย่างละ 64 กิโลไบต์ แยกจากกัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

5. คำสั่งส่วนใหญ่มักใช้เวลาทำงานเพียง 1 ไมโครวินาที เมื่อใช้คริสตอลความถี่ 12 เมกะเฮิรตซ์
6. มีพอร์ตที่สามารถรับหรือส่งข้อมูลได้ทั้ง 2 ทิศทาง จำนวน 4 พอร์ตๆ ละ 8 บิต หรือสามารถใช้งานเป็นพอร์ตขนาด 1 บิตแยกจากกัน ทำให้เสมือนมีพอร์ตขนาด 1 บิตใช้งานรวมทั้งสิ้น 32 พอร์ต
7. รับและส่งข้อมูลแบบอนุกรมได้ในตัว โดยสามารถกำหนดอัตราเร็วในการรับและส่งข้อมูล (Baud Rate) ได้ตั้งแต่ 300 ถึง 375 กิโลบิตต่อวินาที
8. จัดลำดับความสำคัญของสัญญาณอินเตอร์รัพต์ได้ 2 ระดับ
9. รีจิสเตอร์สำหรับใช้งานเป็นไทม์เมอร์ (Timer) หรือเคาน์เตอร์เพื่อนับจำนวนสัญญาณนาฬิกาภายในชิพ หรือนับการเปลี่ยนแปลงสถานะของสัญญาณภายนอกขนาด 16 บิต จำนวน 2 ตัว เพื่อใช้สำหรับนับจำนวนพัลส์ วัดความกว้างของพัลส์หรือใช้วัดช่วงเวลา (ในเบอร์ 8052 จะมี 3 ตัว)
10. หน่วยความจำสำหรับเก็บข้อมูลภายในบางส่วนสามารถเข้าถึงข้อมูลได้ทั้งระดับไบต์และระดับบิตเพื่อในการออกแบบโปรแกรมและควบคุมระบบทำได้ง่ายขึ้น
11. มีคำสั่งคูณและหารเลขขนาด 8 บิตในตัวเอง
12. สามารถประมวลผลแบบบูลีนเพื่อใช้ในงานควบคุมโดยเฉพาะ
13. ใช้โปรแกรมของไมโครคอนโทรลเลอร์ตระกูล MCS-48 (upwardly compatible) ได้

ไมโครคอนโทรลเลอร์ตระกูล MCS-51 เบอร์ที่จัดว่าเป็นพื้นฐานในตระกูลนี้คือ เบอร์ 8051, เบอร์ 8751 และ เบอร์ 8031 ซึ่งมีจำนวนขาภายนอก 40 ขาเท่ากัน ใช้เวลาและสัญญาณในการปฏิบัติคำสั่งแต่ละคำสั่งเท่ากัน (มีไทม์มิ่งไดอะแกรมเหมือนกัน) ใช้แรงดันไฟฟ้าเท่ากัน สิ่งที่แตกต่างกันระหว่างเบอร์ทั้งสามคือขนาดของหน่วยความจำสำหรับเก็บโปรแกรมภายในชิพ (on chip program memory) ซึ่งมีไว้เพื่อตอบสนองความต้องการที่ไม่เหมือนกัน ดังจะกล่าวต่อไปดังนี้

เบอร์ 8751 มีหน่วยความจำสำหรับเก็บโปรแกรมภายในชิพเป็น EPROM (Erasable Programable Read Only Memory) ขนาด 4 กิโลไบต์ ทำให้สามารถใช้รังสีอัลตราไวโอเลตในการลบโปรแกรมเก่าที่มีอยู่ และบรรจุโปรแกรมใหม่ลงไปได้ทันที ทั้งนี้เพื่อความสะดวกในการแก้ไขหรือปรับปรุงโปรแกรม ไมโครคอนโทรลเลอร์ MCS-51 เบอร์ 8751 มีไว้ใช้ในงานที่เป็นการพัฒนาเบื้องต้น (prototypeing) ซึ่งจำเป็นต้องทดสอบโปรแกรมเพื่อหาข้อผิดพลาด (bugs) และแก้ไขให้เรียบร้อยก่อนทำการผลิตจริง การแก้ไขโดยการใช้รังสีอัลตราไวโอเลตและการบรรจุโปรแกรมที่แก้ไขใหม่สามารถทำได้ในจำนวนครั้งที่จำกัด ทั้งนี้เพราะหน่วยความจำที่เป็น EPROM เมื่อใช้ไปนานๆ จะเกิดการเสื่อมสภาพ ทำให้ไม่สามารถบรรจุโปรแกรมเข้าไปได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เบอร์ 8051 หลังจากทดสอบโปรแกรมจนไม่พบข้อผิดพลาดแล้ว จะเป็นช่วงของการผลิตจริง ซึ่งต้องพิจารณาถึงต้นทุนเป็นอันดับแรก ในการผลิตจริงจะใช้ไมโครคอนโทรลเลอร์เบอร์ 8051 ซึ่งมีหน่วยความจำสำหรับเก็บโปรแกรมภายในเป็น ROM (Read Only Memory) ขนาด 4 กิโลไบต์แทน เพราะราคาต่ำกว่ามาก แต่มีข้อจำกัดตรงที่ไม่สามารถแก้ไขโปรแกรมที่ได้บรรจุไปแล้วไม่ว่าจะด้วยวิธีใดก็ตาม

เบอร์ 8031 เบอร์นี้ไม่มีหน่วยความจำสำหรับเก็บโปรแกรมภายในชิพ แต่สามารถใช้หน่วยความจำเพื่อเก็บโปรแกรมที่อยู่ภายนอกได้มากถึง 64 กิโลไบต์ ซึ่งอาจใช้เป็น ROM, PROM, EPROM ตามความต้องการของผู้ผลิต เบอร์ 8031 นี้มีไว้ใช้ในกรณีที่โปรแกรมมีขนาดเล็กกว่า 4 กิโลไบต์ หรือมากกว่า 4 กิโลไบต์มาก

2.3.2 โครงสร้างของไมโครคอนโทรลเลอร์ตระกูล MCS-51

ไมโครคอนโทรลเลอร์ตระกูล MCS-51 มีสมาชิกในตระกูลหลายเบอร์ด้วยกัน แต่ละเบอร์จะมีคุณสมบัติพิเศษบางอย่างแตกต่างกัน เช่น มีหน่วยความจำภายในสำหรับเก็บโปรแกรมและข้อมูลภายในชิพเพิ่มขึ้น มีวงจรเปลี่ยนค่าสัญญาณแอนะลอก (Analog) เป็นดิจิตอลในตัว สามารถรับสัญญาณอินเตอร์รัพต์ได้หลายชนิดทำกระบวนการ Direct Memory Access (DMA) ได้ในตัว มีรีจิสเตอร์สำหรับใช้เป็นไทม์เมอร์หรือเคาน์เตอร์ (Counter) เพิ่มขึ้น

ไมโครคอนโทรลเลอร์เบอร์ที่นับได้ว่าเป็นเบอร์พื้นฐานสำหรับตระกูล MCS-51 นี้ได้แก่ เบอร์ 8051, เบอร์ 8031, เบอร์ 8751 โดยเบอร์ 8051 จัดเป็นสมาชิกตัวแรกในตระกูล ซึ่งมีหน่วยความจำสำหรับเก็บโปรแกรมภายในชิพเป็น ROM ขนาด 4 กิโลไบต์ และหน่วยความจำสำหรับเก็บข้อมูลทั่วไปภายใน MCS-51 (RAM) เองจำนวน 128 ไบต์และมีพอร์ตขนาด 8 บิต 4 พอร์ต มีรีจิสเตอร์สำหรับใช้เป็นไทม์เมอร์หรือเคาน์เตอร์ขนาด 16 บิตรวม 2 ตัว รับสัญญาณอินเตอร์รัพต์ (Interrupt) จากภายนอกได้ 2 ชนิด สามารถรับและส่งข้อมูลแบบอนุกรมผ่านทางพอร์ตสื่อสารข้อมูลแบบอนุกรม มีวงจรออสซิสเลเตอร์เพื่อสร้างสัญญาณนาฬิกาควบคุมการทำงานในตัวเอง ส่วนเบอร์ 8751 จะมีคุณสมบัติเหมือนเบอร์ 8051 ทุกอย่าง ต่างกันเพียงชนิดของหน่วยความจำสำหรับเก็บโปรแกรมภายในชิพของเบอร์ 8751 จะเป็น EPROM แทนที่จะเป็น ROM ส่วนเบอร์ 8031 จะเหมือนกับเบอร์ 8051 ต่างกันเพียงในเบอร์ 8031 ไม่มีหน่วยความจำสำหรับเก็บโปรแกรมภายในชิพเท่านั้น

ไมโครคอนโทรลเลอร์ตระกูล MCS-51 ทุกเบอร์ใช้แรงดันไฟฟ้าเพียง 5 โวลต์ในการทำงานส่วนกระแสไฟฟ้าที่ใช้จะแตกต่างกันไปตามชนิดของเทคโนโลยีที่ใช้ในการผลิต เบอร์ของไมโครคอนโทรลเลอร์ตระกูลนี้ที่มีตัวอักษร C อยู่ตรงกลางเบอร์ เช่น เบอร์ 80C31, เบอร์ 80C51 จะเป็นเบอร์ของชิพที่ผลิตโดยอาศัยเทคโนโลยี CHMOS ซึ่งใช้พลังงานในการทำงานน้อยกว่าและสามารถควบคุมการใช้พลังงานของตัวชิพได้จากโปรแกรมเพื่อการประหยัดพลังงานในระบบ

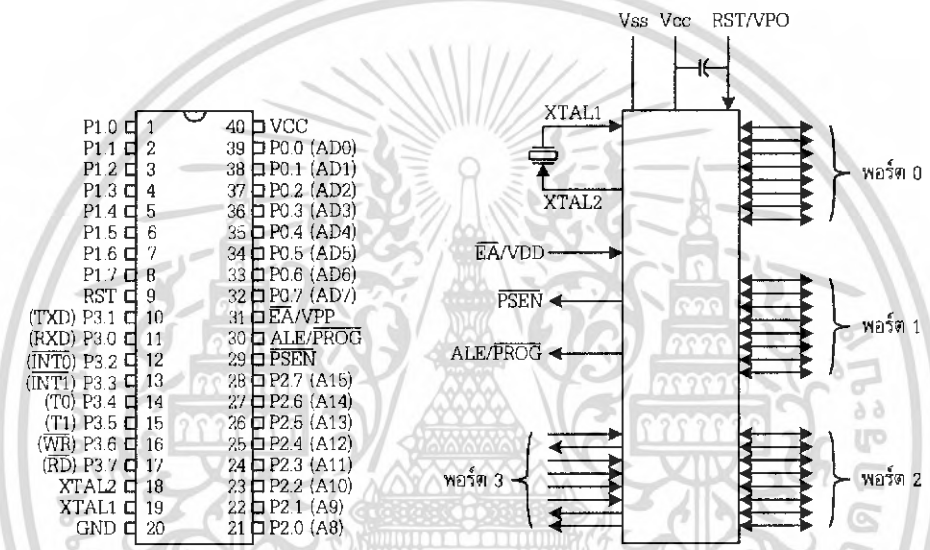
MCS-51 เป็นตระกูลของไมโครคอนโทรลเลอร์ที่ถูกพัฒนาขึ้นมาจากตระกูล MCS-48 ดังนั้นจึงมีความสามารถเหนือกว่าหลายอย่าง ซึ่งจะเปรียบเทียบให้เห็นข้อดีของ MCS-51 เมื่อเทียบกับ MCS-48 ให้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เห็นเป็นบางช่วง เช่น ความเร็วในการประมวลผลของ MCS-51 สามารถใช้ความถี่ได้ถึง 12 เมกะเฮิรตซ์หรือสำหรับบางเบอร์ในตระกูลสามารถใช้ได้ถึง 16 เมกะเฮิรตซ์ ทำให้ช่วงเวลาในการทำงานแต่ละคำสั่งน้อยกว่าเมื่อใช้ความถี่ 12 เมกะเฮิรตซ์ คำสั่งที่ใช้เวลาน้อยที่สุดจะใช้เพียง 1 ไมโครวินาที ส่วนคำสั่งที่ใช้เวลามากที่สุดจะใช้เวลาเพียง 4 ไมโครวินาทีเท่านั้น

2.3.3 ตำแหน่งของขา MCS-51

ไมโครคอนโทรลเลอร์ตระกูล MCS-51 ทุกเบอร์จะมีตำแหน่งขาพื้นฐานที่เหมือนกัน ดังรูปที่ 2.1

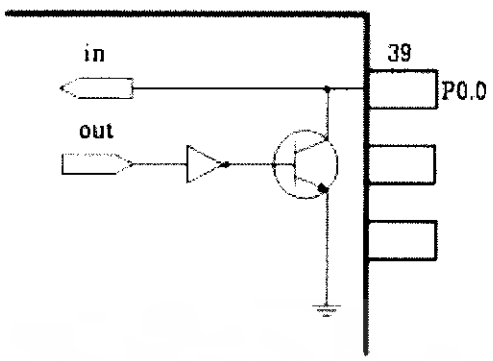


รูปที่ 2.1 การจัดขาของไมโครคอนโทรลเลอร์ MCS-51

หน้าที่และการใช้งานของชิพไมโครคอนโทรลเลอร์ในตระกูล MCS-51 มีดังนี้

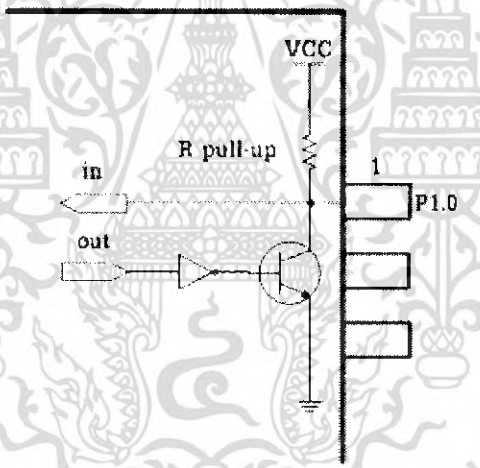
1. ขา 40 "VCC" : ขานี้ต้องต่อไฟเลี้ยง +5 VDC.
2. ขา 20 "GND" : ต่อลงกราวด์ของระบบ
3. ขา 32-39 "พอร์ต 0" : ขาทั้ง 8 ขานี้มีหน้าที่ใช้งานได้ทั้งอินพุตและเอาต์พุตสำหรับใช้ควบคุมอุปกรณ์ภายนอก โดยถ้าต้องการใช้ขาเป็นอินพุตต้องเขียนลอจิก "1" ไปที่ขาที่ต้องการ (ที่ขาพอร์ต 0 มีสถานะ High Impedance เพราะไม่มีการต่อ R pull-up ไว้ภายใน) นอกจากนี้ยังใช้ติดต่อกับขา address ไบต์ต่ำของหน่วยความจำภายนอก (A0-A7) และขาข้อมูล (D0-D7) โดยวิธีการมัลติเพล็กซ์ เพื่อสลับหน้าที่การทำงาน ดังรูปที่ 2.2

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.2 โครงสร้างอย่างง่ายภายใน พอร์ต 0

4. ขา 1-8 "พอร์ต 1" : ขานี้มีหน้าที่ใช้งานได้ทั้งอินพุตและเอาต์พุตสำหรับใช้ควบคุมอุปกรณ์ภายนอก ภายในมีการต่อ R pull-up อยู่แล้ว ดังรูปที่ 2.3



รูปที่ 2.3 โครงสร้างอย่างง่ายภายใน พอร์ต 1

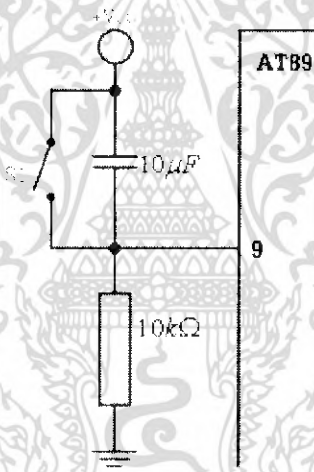
5. ขา 21-28 "พอร์ต 2" : ขาทั้ง 8 ขานี้มีหน้าที่ใช้งานได้ทั้งอินพุตและเอาต์พุตสำหรับใช้ควบคุมอุปกรณ์ภายนอก นอกจากนี้ยังใช้ติดต่อกับขา address ไบต์สูงหน่วยความจำภายนอก (A8-A15) โครงสร้างภายในเหมือนพอร์ต 1
6. ขา 10-17 "พอร์ต 3" : ขาทั้ง 8 ขานี้มีหน้าที่ใช้งานได้ทั้งอินพุตและเอาต์พุตสำหรับใช้ควบคุมอุปกรณ์ภายนอก นอกจากนี้ยังมีหน้าที่พิเศษในการติดต่อรับสัญญาณควบคุมการทำงานของไมโครคอนโทรลเลอร์ดังต่อไปนี้

   - P3.0 ใช้รับสัญญาณจากซีเรียล พอร์ต (Serial port) หรือ RS232
   - P3.1 ใช้ส่งสัญญาณทางซีเรียล พอร์ต

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- P3.2 ใช้รับสัญญาณอินเตอร์รัพต์หมายเลข 0
- P3.3 ใช้รับสัญญาณอินเตอร์รัพต์หมายเลข 1
- P3.4 เป็นขารับสัญญาณพัลส์ (Pulse) หมายเลข 0 เข้าวงจรเคาน์เตอร์
- P3.5 เป็นขารับสัญญาณพัลส์หมายเลข 1 เข้าวงจรเคาน์เตอร์
- P3.6 เป็นขาสัญญาณเขียน RAM
- P3.7 เป็นขาสัญญาณอ่าน RAM

7. ขา 9 "Reset" : ขานี้มีไว้สำหรับรีเซตไมโครคอนโทรลเลอร์ โดยระบบจะรีเซตเมื่อขานี้ได้รับสัญญาณพัลส์บวกเป็นเวลาอย่างน้อย 2 แมชชีนไซเคิล (Machine Cycle) ดังนั้นจะต้องสร้างวงจรรีเซตให้กับขานี้ โดยใช้วงจร RC หรือใช้ IC reset โดยเฉพาะก็ได้ ในที่นี้จะใช้วงจร RC ดังรูปที่ 2.4



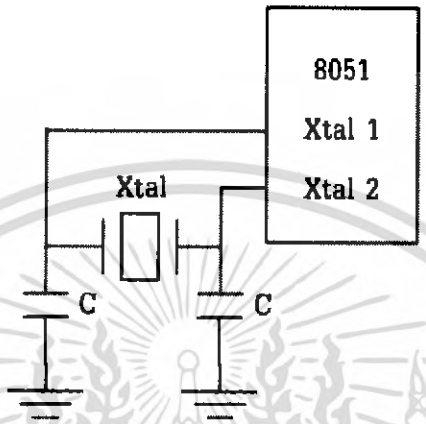
รูปที่ 2.4 วงจรรีเซต

เมื่อเริ่มจ่ายไฟ C จะเริ่มเก็บประจุ ขณะนี้ C เปรียบเสมือน short circuit แรงดันตกคร่อม C เป็น 0 โวลต์ แต่แรงดันตกคร่อม R = 5 โวลต์ เมื่อเวลาผ่านไป C ก็จะเก็บประจุ (charge) มากขึ้นๆ ตรงกันข้ามแรงดันตกคร่อม R จะลดลงตามกฎการแบ่งแรงดัน จนในที่สุดแรงดันตกคร่อม C = 5 โวลต์ และแรงดันตกคร่อม R = 0 โวลต์ ด้วยเหตุนี้เองทำให้เกิดสัญญาณพัลส์ที่ขา 9 ส่วน ความกว้างของพัลส์นั้นขึ้นอยู่กับค่า R, C ซึ่งเป็นไปตามหลักการของวงจร RC ส่วนสวิตช์ที่คร่อม C นั้นมีหน้าที่คายประจุ (discharge) ให้กับ C หรือเป็นการรีเซต MCS-51

8. ขา 18, 9 "XTAL 1, XTAL 2" : ขาทั้งสองข้างนี้มีไว้ต่อกับวงจรสร้างสัญญาณนาฬิกาให้กับ MCS-51 ค่าความถี่ให้ใช้ตามสเปกของแต่ละเบอร์ หากต้องการสื่อสารแบบอนุกรม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ด้วยค่าที่เหมาะสม คือ 11.0592 MHz. เพราะค่าความถี่นี้จะตรงกับมาตรฐาน RS232 ส่วนค่า C ใช้ได้ตั้งแต่ 20-36 pF กรณีที่งานที่จะออกแบบไม่มีการสื่อสารอนุกรมก็สามารถใช้ XTAL ค่าอื่นก็ได้ที่อยู่ในช่วงที่ชิปรับได้ เช่น 4-24 MHz. ดังรูปที่ 2.5



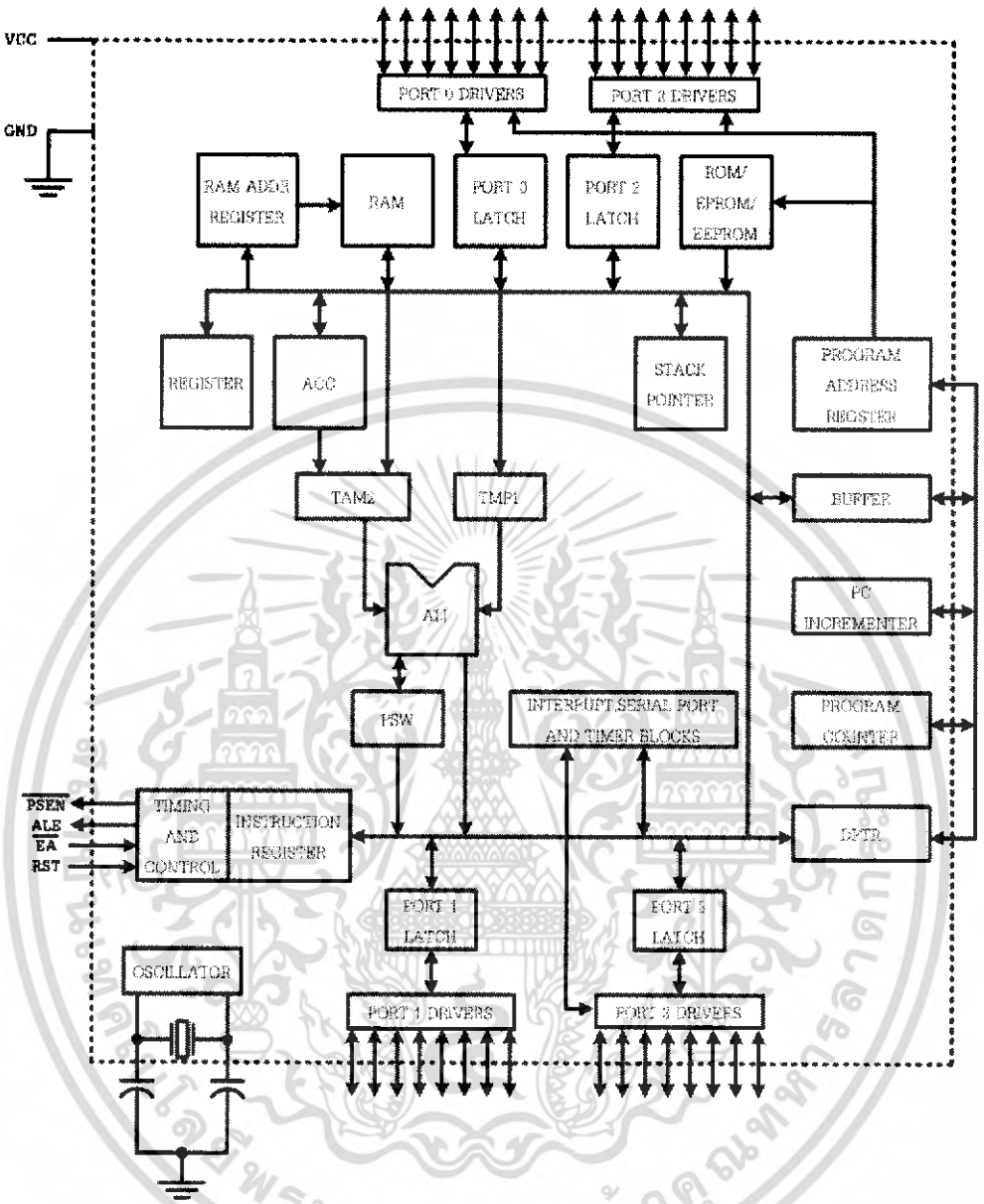
รูปที่ 2.5 การต่อวงจรสร้างสัญญาณนาฬิกา

9. ขา 30 "ALE/PROG" : เป็นขาที่บอกว่ามีสัญญาณแอดเดรส A0-A7 ออกมาจากพอร์ต 0 ไบต์ต่ำ เพื่อให้ไอซีแลตซ์ (IC Latch) ทำการเก็บค่าแอดเดรสดังกล่าวไว้ก่อนที่จะหายไป เนื่องจากการ มัลติเพล็กซ์เป็นดาต้าบัส (Data Bus)
10. ขา 29 "PSEN" : Program Store Enable ขานี้จะใช้ติดต่อกับหน่วยความจำโปรแกรมภายนอก โดยจะส่งสัญญาณมาที่ขานี้ 2 ครั้ง ในแต่ละแมชชีนไซเคิล
11. ขา 31 "EA/VPP" : เป็นขาเลือกว่าจะใช้งานหน่วยความจำโปรแกรมภายในหรือภายนอก โดยถ้าขานี้ได้รับลอจิก "1" จะเป็นการใช้หน่วยความจำโปรแกรมภายใน

2.3.4 โครงสร้างภายในของไมโครคอนโทรลเลอร์ MCS-51

โครงสร้างภายในของไมโครคอนโทรลเลอร์ตระกูล MCS-51 ประกอบด้วยวงจรพอร์ตอินพุตและเอาต์พุตทั้งหมด 4 พอร์ต แต่ละพอร์ตจะเป็นแบบ 8 บิต หน่วยความจำโปรแกรมภายใน (EPROM, EEPROM และ Flash) หน่วยความจำที่เป็นข้อมูล (RAM) ซึ่งรวมอยู่ในวงจรหลักของไมโครคอนโทรลเลอร์ตลอดจนวงจรการคำนวณทางคณิตศาสตร์และลอจิก (ALU) วงจรรีจิสเตอร์ทั่วไป และวงจรรีจิสเตอร์ฟังก์ชันการใช้งานเฉพาะ ดังรูปที่ 2.6

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.6 โครงสร้างภายในของไมโครคอนโทรลเลอร์ MCS-51

2.3.5 โครงสร้างหน่วยความจำภายใน MCS-51

ไมโครคอนโทรลเลอร์ในตระกูล MCS-51 ทุกเบอร์จะแบ่งหน่วยความจำออกเป็น 2 ส่วนคือ

1. หน่วยความจำสำหรับเก็บโปรแกรม (Program Memory)
2. หน่วยความจำสำหรับเก็บข้อมูล (Data Memory)

2.3.5.1 หน่วยความจำสำหรับเก็บโปรแกรม

เป็นหน่วยความจำที่ใช้เก็บชุดคำสั่งต่างๆ และข้อมูลที่โปรแกรมใช้งาน หน่วยความจำสำหรับเก็บโปรแกรมแบ่งออกได้เป็น 2 ส่วนคือ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1. หน่วยความจำโปรแกรมภายในตัวไมโครคอนโทรลเลอร์ (Internal Program Memory)

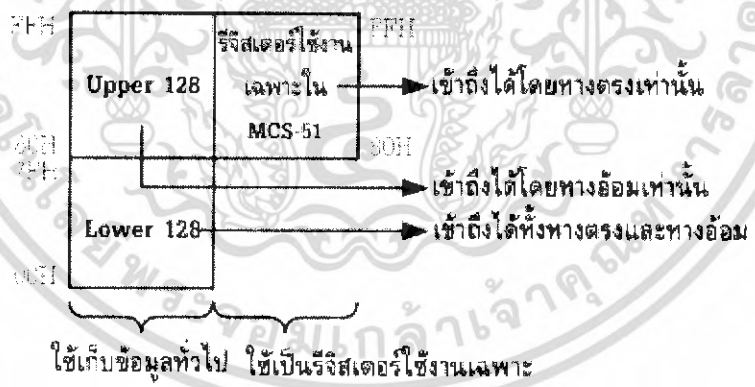
2. หน่วยความจำโปรแกรมภายนอก (External Program Memory)

ภายในไมโครคอนโทรลเลอร์เบอร์ 8051 มีหน่วยความจำที่เก็บโปรแกรมได้ 4 กิโลไบต์ ซึ่งหน่วยความจำจะเป็นลักษณะของ ROM (ในเบอร์ 8052 มี 8 กิโลไบต์) ในการใช้งานสามารถเก็บโปรแกรมเข้าในตัวไมโครคอนโทรลเลอร์ได้ ทำให้ประหยัดการใช้งานหน่วยความจำภายนอก สำหรับเบอร์ 8031 และเบอร์ 8032 จะไม่มีหน่วยความจำสำหรับเก็บโปรแกรมภายในไมโครคอนโทรลเลอร์ ดังนั้นการใช้งานเบอร์ 8031 และเบอร์ 8032 ต้องใช้หน่วยความจำภายนอกเป็นตัวเก็บโปรแกรม

2.3.5.2 หน่วยความจำสำหรับข้อมูล

เป็นหน่วยความจำที่ใช้เก็บข้อมูล สามารถอ่านและเขียนข้อมูลได้ หน่วยความจำสำหรับเก็บข้อมูลของ MCS-51 จะแบ่งออกเป็น 2 ส่วนคือ

1. หน่วยความจำข้อมูลภายใน (Internal Data Memory) สำหรับเบอร์ 8051 มีหน่วยความจำข้อมูลภายในขนาด 128 ไบต์ ส่วนหน่วยความจำข้อมูลภายในเบอร์ 8052 มีขนาดทั้งหมด 256 ไบต์ โดยหน่วยความจำ 128 ไบต์แรกเป็นหน่วยความจำที่ใช้ทั่วไปอยู่ที่ตำแหน่ง 00H-7FH ดังรูปที่ 2.7 ดังนั้นหน่วยความจำข้อมูลภายในบริเวณตำแหน่งแอดเดรส 00H-7FH สามารถแบ่ง ออกเป็น 3 ส่วนย่อย



รูปที่ 2.7 แผนผังหน่วยความจำแสดงตำแหน่งหน่วยความจำข้อมูลภายใน 128 ไบต์

1.1 รีจิสเตอร์แบงก์ (Register Bank) อยู่ในหน่วยความจำตำแหน่งที่ 00H-1FH แบ่งได้เป็น 4 แบงก์ใน 1 แบงก์จะประกอบด้วย รีจิสเตอร์ขนาด 8 บิต 8 ตัว คือรีจิสเตอร์ R0 - R7 และในแต่ละแบงก์จะใช้ชื่อของรีจิสเตอร์เหมือนกัน จึงสามารถใช้งานรีจิสเตอร์ได้ทีละ 1 แบงก์เท่านั้น โดยสามารถเลือกใช้รีจิสเตอร์ในแบงก์ต่างๆ ได้จากการกำหนดจากบิตที่3 (RS0) และบิตที่4 (RS1) ของรีจิสเตอร์ PSW

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สำนักหอสมุดกลาง พระจอมเกล้าลาดกระบัง

1.2 หน่วยความจำที่ใช้อ่านคำสั่งและเขียนเกี่ยวกับบิตได้ (Bit Addressble Area) เป็นหน่วยความจำในช่องตำแหน่ง 20H-2FH มีจำนวนขนาด 16 ไบต์ หรือ 128 บิต สามารถอ้างถึงหน่วยความจำบริเวณนี้ได้ในลักษณะของไบต์ข้อมูลหรือบิตข้อมูลได้โดยตรง

1.3 หน่วยความจำที่ใช้งานทั่วไป (General Purpose RAM) เป็นหน่วยความจำในช่วงตำแหน่ง 30H-7FH มีจำนวน 80 ไบต์ นำมาใช้งานได้อย่างอิสระ โดยสามารถอ้างถึงได้ เฉพาะในลักษณะของไบต์ข้อมูลเท่านั้น

2. หน่วยความจำข้อมูลภายนอก (External Data Memory) สำหรับเบอร์ 8051 สามารถต่อกับหน่วยความจำข้อมูลภายนอกได้ 64 กิโลไบต์ เพิ่มเติมจากหน่วยความจำข้อมูลที่อยู่ในตัวไมโครคอนโทรลเลอร์ ซึ่งจะต่อหน่วยความจำภายนอกเพิ่มเมื่อต้องการใช้พื้นที่ในการเก็บข้อมูลในขณะที่โปรแกรมทำงานจำนวนมาก ตำแหน่งของหน่วยความจำข้อมูลภายนอกอยู่ที่ 0000H-FFFFH ในการใช้งานสามารถแบ่งส่วนหนึ่งของพื้นที่ของหน่วยความจำข้อมูลภายนอกมาใช้งานเป็นพอร์ตอินพุตหรือเอาต์พุตก็ได้

2.3.6 รีจิสเตอร์ใช้งานเฉพาะ

เนื่องจาก MCS-51 ถูกออกแบบไว้สำหรับใช้ควบคุมระบบโดยเฉพาะ จึงทำให้มีความสามารถเฉพาะตัวหลายอย่าง ซึ่งจำเป็นต้องอาศัยวงจรภายในชิพที่มีเพิ่มขึ้นจากไมโครโปรเซสเซอร์ทั่วไป การควบคุมการทำงานของวงจรภายในไมโครคอนโทรลเลอร์จะกระทำผ่านรีจิสเตอร์ที่ถูกกำหนดหน้าที่ไว้แล้ว ดังนั้นหากต้องการใช้ MCS-51 ให้มีประสิทธิภาพ จำเป็นต้องทราบหน้าที่การทำงานของรีจิสเตอร์ใช้งานเฉพาะแต่ละตัวให้ละเอียด รีจิสเตอร์ใช้งานเฉพาะทั้งหมดจะอยู่ในหน่วยความจำสำหรับเก็บข้อมูลภายในชิพบริเวณที่ใช้เป็นรีจิสเตอร์

ดังนั้น ในส่วนของหน่วยความจำสำหรับเก็บโปรแกรมและหน่วยความจำสำหรับเก็บข้อมูลที่อยู่ภายนอกชิพ จะเป็นหน่วยความจำส่วนที่อยู่ภายนอกชิพ MCS-51 ซึ่งผู้ใช้ต้องติดตั้งเพิ่มเอง การติดต่อระหว่าง MCS-51 กับหน่วยความจำทั้งสองจะใช้ขา 32 ถึง 39 (พอร์ต 0) เป็นตัวส่งค่าแอดเดรสไบต์ต่ำ (A0-A7) และใช้รับส่งข้อมูลกับหน่วยความจำด้วย (ใช้กับดาต้าบัส) ส่วนค่าแอดเดรสไบต์สูง (A8-A15) จะใช้ขา 21-28 (พอร์ต 2) ดังนั้นเมื่อพอร์ต 0 และพอร์ต 2 ถูกใช้ในการติดต่อกับหน่วยความจำภายนอก (ทั้งหน่วยความจำสำหรับเก็บโปรแกรมและหน่วยความจำสำหรับเก็บข้อมูล) จะทำให้เหลือพอร์ตสำหรับใช้งานอื่นๆ น้อยลง

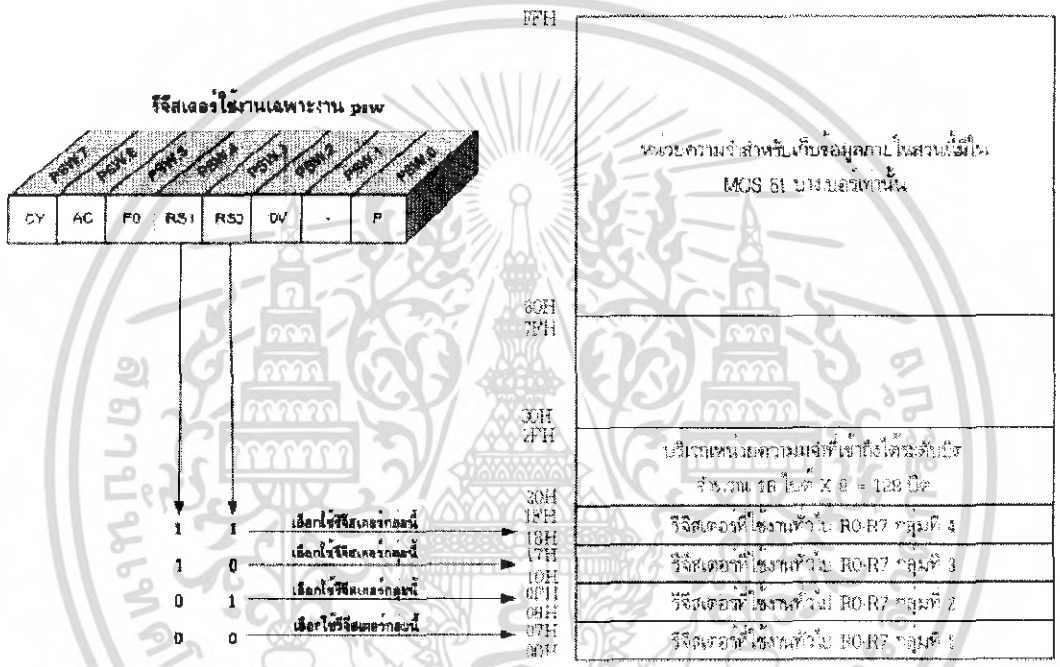
2.3.7 รีจิสเตอร์สำหรับใช้งานทั่วไป

MCS-51 มีรีจิสเตอร์ใช้งานทั่วไปที่ผู้เขียนโปรแกรมสามารถนำมาใช้งานได้คือ รีจิสเตอร์ A, B (อยู่ในหน่วยความจำสำหรับเก็บข้อมูลภายในชิพที่ใช้เป็นรีจิสเตอร์ที่ใช้งานเฉพาะ แต่นับเป็นรีจิสเตอร์ใช้งานทั่วไปเพราะไม่ถูกกำหนดหน้าที่ใช้งานโดยตรง) และรีจิสเตอร์ใช้งานทั่วไป R0-R7 ซึ่งอยู่ในหน่วยความจำสำหรับเก็บ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

66718

ข้อมูลทั่วไปภายในชิพบริเวณ 128 ไบต์แรก รีจิสเตอร์ใช้งานทั่วไป R0-R7 ใน MCS-51 มีอยู่ด้วยกันทั้งหมด 4 กลุ่ม แต่ละกลุ่มประกอบด้วยรีจิสเตอร์จำนวน 8 ตัว (R0-R7) ซึ่งมีชื่อเรียกเหมือนกัน ดังนั้นจำนวนรีจิสเตอร์ใช้งานทั่วไป R0-R7 ใน MCS-51 จึงมีทั้งหมด 32 ตัว ในการทำงานขณะใดๆ รีจิสเตอร์ทั้ง 4 กลุ่ม (R0-R7) จะถูกเลือกใช้งานเพียงกลุ่มเดียวเท่านั้น การเลือกใช้งานรีจิสเตอร์ R0-R7 กลุ่มใดกลุ่มหนึ่งใน 4 กลุ่มกระทำโดยการเซตหรือเคลียร์บิต RS0, RS1 ในรีจิสเตอร์ใช้งานเฉพาะ PSW ดังแสดงในรูปที่ 2.8



รูปที่ 2.8 การเลือกรีจิสเตอร์ใช้งานทั่วไป R0-R7 แต่ละกลุ่ม

รีจิสเตอร์ใช้งานทั่วไปทั้ง R0-R7 จะอยู่ในกลุ่มรีจิสเตอร์ใช้งานทั่วไปทั้ง 4 กลุ่ม ซึ่งจะถูกเลือกใช้งานเพียงกลุ่มเดียวในขณะใดขณะหนึ่ง ค่าที่เปลี่ยนแปลงไปในรีจิสเตอร์ใช้งานทั่วไปที่ถูกเลือกใช้งานในขณะนั้นจะไม่มีผลต่อการใช้งานรีจิสเตอร์ทั่วไปที่มีชื่อเดียวกันแต่อยู่คนละกลุ่มเลย โครงสร้างเช่นนี้ทำให้มีความสะดวกในการเขียนโปรแกรมเป็นอันมาก โดยเฉพาะกับการเขียนโปรแกรมที่มีการเรียกใช้โปรแกรมย่อย (subroutine)

โครงสร้างพอร์ต MCS-51 ทุกเบอร์จะมีพอร์ตขนาด 8 บิตจำนวน 4 พอร์ต (P0, P1, P2, P3) โดยสามารถกำหนดให้ทำงานแบบพอร์ตขนานขนาด 8 บิตจำนวน 4 พอร์ต หรือจะใช้เป็นพอร์ตขนาด 1 บิตได้ถึง 32 พอร์ต ทั้งนี้ผู้ใช้สามารถกำหนดให้แต่ละพอร์ตใช้งานเป็นอินพุตพอร์ตหรือเอาต์พุตพอร์ตอย่างใดอย่างหนึ่งได้อย่างอิสระ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ในกรณีที่ผู้ออกแบบต้องการใช้หน่วยความจำภายนอก ไม่ว่าจะเป็นหน่วยความจำสำหรับเก็บข้อมูลหรือสำหรับเก็บโปรแกรม พอร์ต 0 จะถูกกำหนดใช้งานเป็นดาต้าบัสและแอดเดรสไบต์ต่ำ ส่วนพอร์ต 2 จะถูกกำหนดการใช้งานเป็นตัวส่งค่าแอดเดรสไบต์สูง และบางส่วนของพอร์ต 3 จะถูกใช้ส่วนสัญญาณควบคุมหรือคอนโทรลบัส (สัญญาณที่ใช้ควบคุมการอ่านหรือเขียนข้อมูล) แต่หากหน่วยความจำที่ใช้ภายนอกต้องการไม่ถึง 64 กิโลไบต์ พอร์ต 2 ที่ใช้เป็นแอดเดรสบัสไบต์สูงจะไม่ถูกนำมาใช้ทั้งหมด แต่พอร์ต 0 จะถูกใช้หมดทั้ง 8 เส้น เพราะต้องใช้เป็นดาต้าบัส ส่วนพอร์ต 3 จะนำมาใช้ติดต่อกับหน่วยความจำด้วยหรือไม่นั้นขึ้นอยู่กับหน่วยความจำที่ใช้ภายนอกว่ามีหน่วยความจำส่วนที่ใช้เก็บข้อมูลด้วยหรือไม่ (ต้องการสัญญาณควบคุมการอ่านหรือเขียนข้อมูลหรือไม่นั่นเอง) ดังนั้นในการออกแบบระบบ หากต้องการใช้หน่วยความจำภายนอกมากขึ้นเพียงใดก็จะยิ่งทำให้เหลือจำนวนพอร์ตที่จะนำมาใช้งานลดลง ในการออกแบบจริงจึงต้องพยายามลดขนาดหน่วยความจำภายนอกให้เหลือน้อยที่สุด

พอร์ต 3 ซึ่งมีขนาด 8 บิต นอกจากจะใช้ส่งสัญญาณสำหรับการอ่านหรือเขียนข้อมูลในการติดต่อกับหน่วยความจำสำหรับเก็บข้อมูลภายนอกซีพีแล้ว มันยังถูกใช้เป็นตัวรับสัญญาณอินเตอร์รัพต์ (INT0, INT1) สัญญาณอินพุตที่ต้องการนับสำหรับเคาน์เตอร์ (T0, T1) รวมทั้งใช้ในการติดต่อสื่อสารข้อมูลแบบอนุกรมกับอุปกรณ์ภายนอก (รับและส่งข้อมูลผ่านขา RXD, TXD) อีกด้วย

ภายในแต่ละพอร์ตที่ใช้เป็นอินพุตหรือเอาต์พุต ผู้ใช้สามารถกำหนดให้ทำงานเป็นอินพุตพอร์ตหรือเอาต์พุตพอร์ตได้อย่างอิสระ โดยอาศัยการควบคุมจากโปรแกรม ซึ่งสามารถควบคุมให้แต่ละพอร์ตถูกใช้เป็นอินพุตในช่วงเวลาหนึ่ง และเป็นเอาต์พุตในอีกช่วงเวลาหนึ่งได้

2.3.8 ไทม์เมอร์/เคาน์เตอร์

ใน MCS-51 จะมีรีจิสเตอร์ที่ใช้งานเฉพาะที่สามารถนับจำนวนสัญญาณนาฬิกาหรือแมชชีนไซเกิลของวงจรออสซิลเลเตอร์ภายใน (ทำงานเป็นไทม์เมอร์) หรือนับจำนวนครั้งของการเปลี่ยนสถานะของสัญญาณภายนอก (นับจำนวนพัลส์ภายนอก) ที่ขา T0, T1 ของพอร์ต 3 (ทำงานเป็นเคาน์เตอร์) รีจิสเตอร์ที่ใช้งานเป็นไทม์เมอร์หรือเคาน์เตอร์มีขนาด 16 บิต จำนวน 2 ตัว คือรีจิสเตอร์ไทม์เมอร์ 0 และรีจิสเตอร์ไทม์เมอร์ 1 ตามลำดับ (ในเบอร์ 8052 มีรีจิสเตอร์ไทม์เมอร์ 2 เพิ่มให้อีก 1 ตัว) เมื่อต้องการใช้ไทม์เมอร์ 0 หรือไทม์เมอร์ 1 จะต้องโหลดค่าที่ต้องการนับไปไว้ในรีจิสเตอร์ไทม์เมอร์ 0 หรือรีจิสเตอร์ไทม์เมอร์ 1 และเมื่อนับได้ครบจำนวนที่ตั้งไว้จะมีสัญญาณอินเตอร์รัพต์เพื่อบอกให้ซีพียูทราบ

การควบคุมการทำงานของไทม์เมอร์หรือเคาน์เตอร์ สามารถควบคุมได้จากวงจรภายนอก (ควบคุมด้วยสัญญาณที่ขา INT0, INT1) หรือควบคุมจากคำสั่งในโปรแกรม ดังนั้นรีจิสเตอร์ที่ใช้เป็นไทม์เมอร์ใน MCS-51 จะสามารถวัดช่วงห่างของเวลา วัดความกว้างของพัลส์ หรือนับจำนวนครั้งของเหตุการณ์ที่เกิดขึ้นภายนอกที่เปลี่ยนให้อยู่ในรูปของสัญญาณไฟฟ้าแล้ว รวมทั้งใช้กำเนิดสัญญาณอินเตอร์รัพต์ที่มีคาบเวลาแน่นอนได้

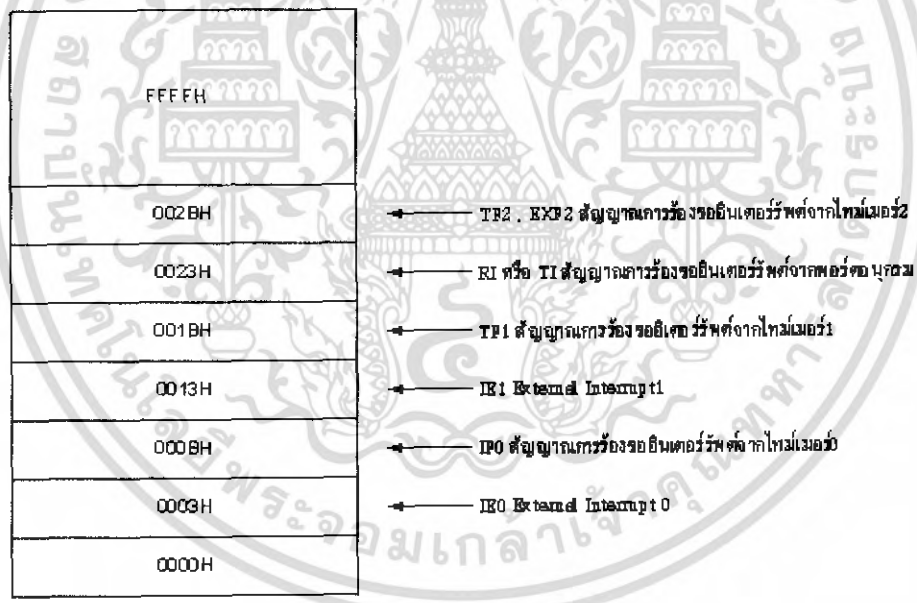
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.3.9 พอร์ตสื่อสารข้อมูลแบบอนุกรม

MCS-51 สามารถที่จะรับและส่งข้อมูลแบบอนุกรมได้โดยไม่ต้องพึ่งอุปกรณ์ภายนอกอื่นๆ แต่อย่างใด ในด้านอัตราเร็วของการรับส่งข้อมูลก็จะสามารถกำหนดค่าได้ตามความต้องการของผู้ใช้ โดยสามารถเลือกอัตราเร็วในการรับส่งข้อมูล (Baud Rate) มาตรฐานได้ตั้งแต่ 110, 1.2k, 2.4k, 4.8k, 9.6k, 19.2k และ 375k ตามมาตรฐานของ UART นอกจากนี้ยังสามารถกำหนดการทำงานที่แตกต่างกันได้ถึง 4 รูปแบบ ตามความเหมาะสมในแต่ละงาน ดังกล่าวในเรื่องพอร์ตสื่อสารข้อมูลแบบอนุกรมอีกครั้ง

2.3.10 โครงสร้างการอินเตอร์รัพต์

MCS-51 สามารถรับสัญญาณอินเตอร์รัพต์ได้ถึง 5 ชนิด โดยจะเป็นสัญญาณอินเตอร์รัพต์ที่เกิดจากภายนอก 2 ชนิด และที่เกิดจากภายในชิพ 3 ชนิด เมื่อมีสัญญาณอินเตอร์รัพต์เกิดขึ้น MCS-51 จะละการทำงานโปรแกรมที่กำลังทำอยู่และข้ามไปทำงานโปรแกรมบริการอินเตอร์รัพต์ (Interrupt Service Routine) ที่อยู่ในหน่วยความจำตำแหน่งต่างๆ ขึ้นอยู่กับชนิดของสัญญาณอินเตอร์รัพต์ ดังแสดงในรูปที่ 2.9



รูปที่ 2.9 ตำแหน่งหน่วยความจำของโปรแกรมบริการอินเตอร์รัพต์แต่ละชนิดใน MCS-51

เราสามารถเลือกใช้ซีพียูใน MCS-51 ถูกอินเตอร์รัพต์โดยสัญญาณอินเตอร์รัพต์ที่เกิดขึ้นได้ โดยการกำหนดค่าในรีจิสเตอร์ใช้งานเฉพาะ IE นอกจากนี้ยังสามารถควบคุมลำดับความสำคัญในการตอบสนองต่อสัญญาณอินเตอร์รัพต์ของ MCS-51 ได้ด้วยรีจิสเตอร์ใช้งานเฉพาะ IP

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

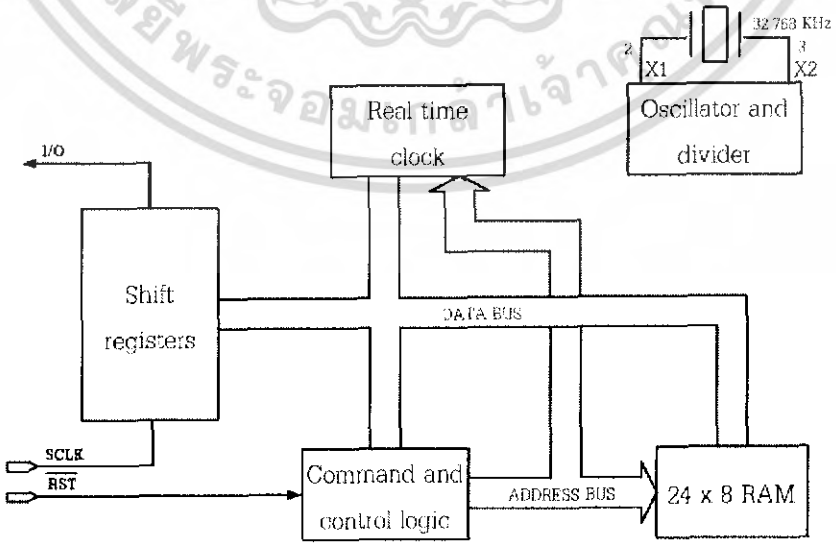
2.3.11 ไอซีสร้างฐานเวลา

การใช้ไทม์เมอร์ที่ได้กล่าวมาแล้วนั้นผู้เขียนโปรแกรมสามารถกำหนดการสร้างฐานเวลาต่างๆ ให้กับซีพียูได้ แต่ระบบนี้จะไม่สามารถทราบเวลาปัจจุบันได้ และการกำหนดช่วงเวลาในไทม์เมอร์บางครั้งอาจได้ค่าเวลามากกว่าหรือน้อยกว่าค่าเวลาที่เป็นจริง และถ้าหากระบบหยุดทำงานไปเมื่อใด เวลาที่ตั้งเอาไว้จะต้องเริ่มต้นทำงานใหม่ด้วย จึงมีการสร้างชิพสำหรับสร้างฐานเวลาจริงให้กับระบบ (Real Time Clock) หรือที่เรียกสั้นๆ ว่า RTC ชิพเหล่านี้จะมีวงจรกำเนิดสัญญาณนาฬิกาของมันเอง และทำงานอิสระจากระบบไมโครคอนโทรลเลอร์ มีแบตเตอรี่สำรองขนาดเล็กเพื่อเป็นแหล่งจ่ายไฟขณะที่ระบบหลักหยุดทำงาน และที่สำคัญชิพเหล่านี้มีความเที่ยงตรงสูงมาก แต่การใช้งานชิพเหล่านี้มีข้อเสียตรงที่ชิพ RTC มีราคาแพง และการใช้งานจะต้องศึกษาคำสั่งควบคุมต่างๆ ของ RTC ให้เข้าใจเสียก่อน

การใช้งาน RTC มีอยู่สองรูปแบบ คือ ใช้ชิพ RTC ซึ่งมีเวลาจริงเดินอยู่ตลอดเวลาให้ส่งสัญญาณมาบอกกับไมโครคอนโทรลเลอร์เมื่อมันต้องการ

ชิพ RTC มีอยู่ด้วยกันหลายเบอร์ แต่ทุกเบอร์จะมีหน่วยความจำภายในอยู่จำนวนหนึ่ง สำหรับเก็บข้อมูลเวลา ถ้าหากไมโครคอนโทรลเลอร์ต้องการตั้งเวลาก็จะเขียนข้อมูลลงในหน่วยความจำเหล่านั้น ถ้าหากต้องการทราบค่าเวลาก็จะอ่านข้อมูลจากหน่วยความจำเหล่านั้น สำหรับชิพ RTC เบอร์ที่ใช้งานได้ง่าย และนิยมใช้กันคือ DS1202 และ DS1307 ของบริษัท Dallas Semiconductor แต่ทั้งสองเบอร์นี้ใช้สร้างฐานเวลาได้เท่านั้น ไม่สามารถส่งสัญญาณมาอินเตอร์รัพต์ไมโครคอนโทรลเลอร์ได้

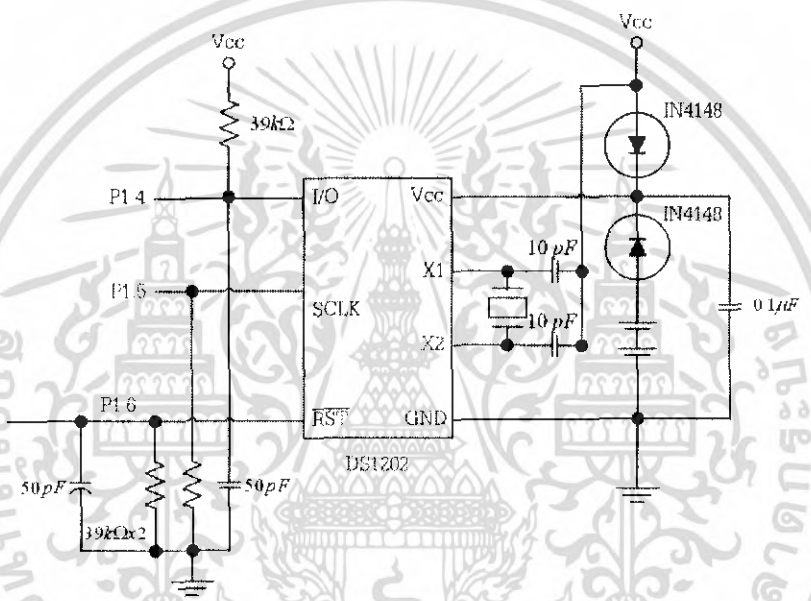
ชิพ DS1202 เป็นชิพที่มีหน่วยความจำ static RAM ภายใน 24 ไบต์ และใช้สายจำนวน 3 เส้นในการติดต่อกับระบบไมโครคอนโทรลเลอร์ โดยการรับส่งข้อมูลจะเป็นการสื่อสารแบบอนุกรม ข้อมูลเวลาประกอบด้วยวินาที นาที ชั่วโมง วันที่ วัน เดือน และปี ลักษณะของชิพและโครงสร้างภายในเป็นดังรูปที่ 2.10



รูปที่ 2.10 ชิพ DS1202

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การใช้งานชิพตัวนี้จะต้องต่อคริสตอลความถี่ 32.768 กิโลเฮิรตซ์ ภายนอกเพื่อเป็นตัวกำหนดคาบเวลาในการทำงานและใช้สาย I/O (data line) สำหรับส่งข้อมูลแบบอนุกรม สาย SCLK (serial clock) สำหรับสร้างสัญญาณนาฬิกาในการรับส่งข้อมูลแบบอนุกรม สาย RST (reset) สำหรับรีเซตระบบ การเชื่อมต่อกับไมโครคอนโทรลเลอร์ MCS-51 อาจทำได้ดังรูปที่ 2.11 สำหรับรายละเอียดต่างๆ ของชิพตัวนี้สามารถศึกษาได้จากคู่มือของมันโดยตรง ในที่นี้จะขอกล่าวถึงการใช้งานชิพ DS1307 อย่างละเอียดในหัวข้อต่อไป



รูปที่ 2.11 การเชื่อมต่อ DS1202 เข้ากับไมโครคอนโทรลเลอร์

2.3.12 ไอซีฐานเวลาจริง DS1307

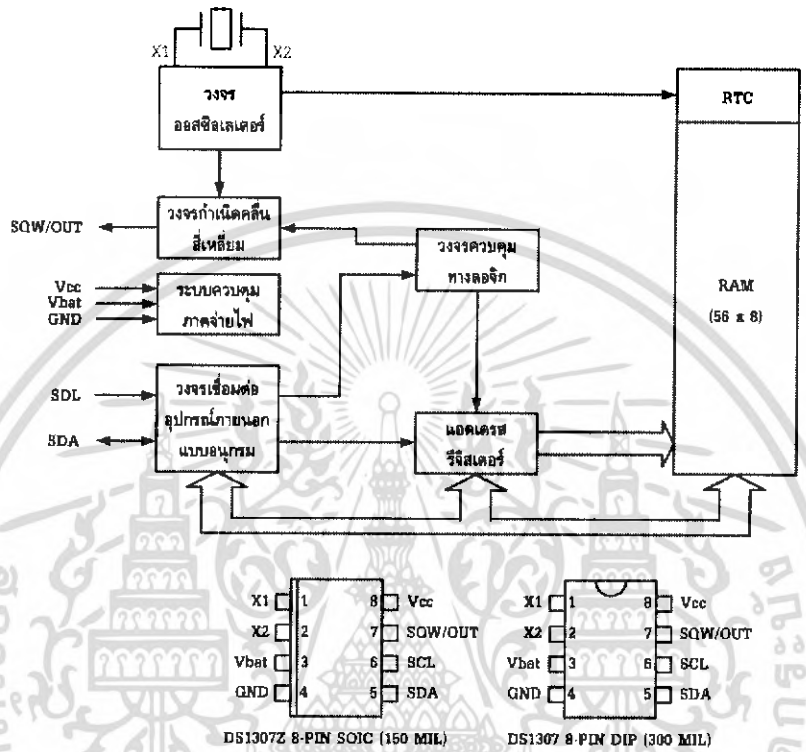
ชิพไอซี DS1307 เป็นชิพที่สร้างฐานเวลาจริง โดยสามารถรับส่งข้อมูลให้กับไมโครคอนโทรลเลอร์ได้โดยใช้บัสแบบ I^2C สามารถให้ข้อมูลเกี่ยวกับเวลา เช่น วินาที นาที ชั่วโมง (ทั้งแบบ 24 ชั่วโมง และแบบ 12 ชั่วโมง พร้อมระบุค่า AM/PM) และบอกวัน เดือน ปีได้ คุณสมบัติที่สำคัญมีดังนี้

1. เป็นไอซีแบบ 8 ขา กินพลังงานต่ำมาก โดยกินกระแสน้อยกว่า 500 นาโนแอมป์ ในโหมดแบตเตอรี่สำรอง
2. นับสัญญาณนาฬิกาเป็นวินาที นาที ชั่วโมง วัน วันที่ เดือน และปีได้อย่างถูกต้องไปถึงปี ค.ศ. 2100
3. มีหน่วยความจำภายในแบบ nonvolatile RAM ขนาด 56 ไบต์ ไว้เก็บข้อมูลเวลาภายใน
4. เชื่อมต่อกับไมโครคอนโทรลเลอร์โดยใช้บัสแบบ I^2C
5. สามารถโปรแกรมให้สร้างคลื่นรูปสี่เหลี่ยม (square wave) ออกมาได้

เอกสารนี้เป็นเอกสาร[illegible] ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.3.13 โครงสร้างภายใน DS1307

ลักษณะการจัดขาและโครงสร้างภายในเป็นดังรูปที่ 2.12



รูปที่ 2.12 โครงสร้างภายในและการจัดขาของ DS1307

1. ขา Vcc, GND ใช้ต่อกับแหล่งจ่ายไฟเลี้ยงของระบบ
2. ขา X1, X2 ต่อกับคริสตอลความถี่ 32.768 kHz และตัวเก็บประจุ 12.5 pF
3. ขา V_{BAT} ต่อกับแบตเตอรี่สำรองขนาด 3 โวลต์ เพื่อให้ไอซีทำงานขณะหยุดจ่ายไฟ
4. ขา SDA, SCL เป็นขาสำหรับสื่อสารทางบัสแบบ I^2C
5. ขา SQW/OUT เป็นขาสำหรับสร้างคลื่นรูปสี่เหลี่ยมออกมา

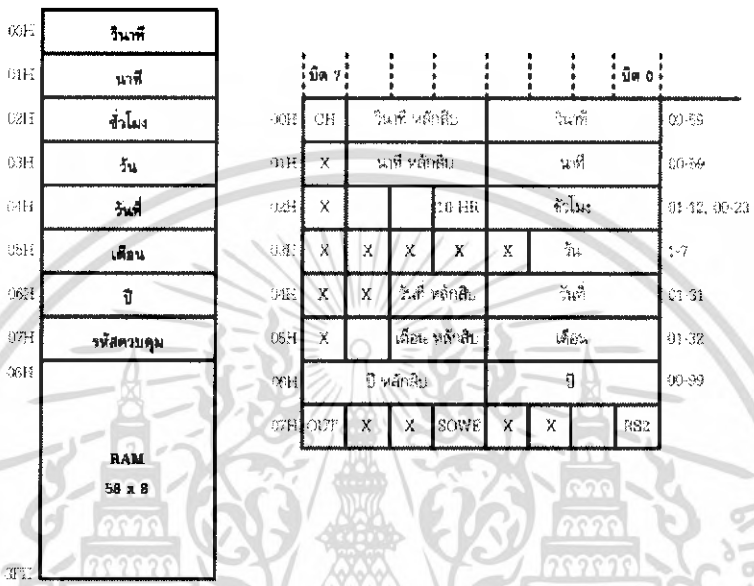
2.3.14 การทำงานเบื้องต้นของไอซี DS1307

จากโครงสร้างภายในพบว่าวงจรออสซิลเลเตอร์จะทำให้เวลาใน RTC เดินไปอย่างต่อเนื่องถ้าหากต้องการอ่านค่าวันเวลาสามารถทำได้โดยอ่านข้อมูลจาก RAM ในตำแหน่งเวลาที่ต้องการ ถ้าหากต้องการตั้งค่าเวลาใหม่ก็ให้เขียนข้อมูลลงไปใน RAM ตำแหน่งที่สอดคล้องกัน ภายในตัวไอซีจะมีวงจรควบคุมการจ่ายไฟเลี้ยง ถ้าหากแรงดัน Vcc ตกลงมาต่ำกว่า 1.25 * V_{BAT} ไอซีจะเข้าสู่โหมดทำงานแบบกินกระแสต่ำ โดยจะใช้พลังงานจากแบตเตอรี่สำรอง ซึ่งจะไม่สามารถอ่านเขียนข้อมูลลงไปได้ แต่วงจรเวลาภายในยังคงเดินอยู่ และถ้าหากแหล่งจ่ายไฟที่ขา Vcc มีค่ามากกว่า 0.2 * V_{BAT} ไอซีจะกลับมารับพลังงาน จากแหล่งจ่ายไฟหลักของ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ระบบ และถ้าแรงดัน Vcc มากกว่า $1.25*V_{BAT}$ ก็จะสามารถอ่านเขียนข้อมูลติดต่อกับไอซีได้อีกครั้ง

หน่วยความจำภายในของ DS1307 ที่เก็บข้อมูลวันเวลาจะมีจำนวน 7 ไบต์ โดยตำแหน่ง 00H จะเก็บเวลาเป็นวินาที ตำแหน่ง 01 เก็บเวลาเป็นนาที ดังรูปที่ 2.13 โดยข้อมูลที่เก็บนั้นจะอยู่ในรูปของรหัส BCD



รูปที่ 2.13 แผนผังหน่วยความจำและรีจิสเตอร์ภายใน

การจัดหน่วยความจำในลักษณะนี้ทำให้ผู้ใช้งานสามารถเลือกอ่านเขียนข้อมูลใดๆ ในตำแหน่งที่กำหนดได้ เช่น ถ้าหากอ่านค่าในตำแหน่ง 01H ออกมาได้เป็น 0011 0010 หรือ 32 ในระบบเลข BCD หมายความว่าเป็นเวลา 22 ชั่วโมง เป็นต้น

สำหรับในแอดเดรส 07H จะเป็นรีจิสเตอร์ควบคุมเพื่อกำหนดว่าจะให้มีเอาต์พุตคลื่นสี่เหลี่ยมออกมาทางขา SQW/OUT หรือไม่ ถ้าหากต้องการให้มีคลื่นสี่เหลี่ยมออกมาจะต้องให้บิต OUT และ SQWE เป็นลอจิก "1" สำหรับบิต RS1 และ RS2 จะใช้กำหนดความถี่ของคลื่นโดยมีค่า ดังตารางที่ 2.1

ตารางที่ 2.1 การกำหนดความถี่ของคลื่น สำหรับบิต RS1 และ RS2

RS1	RS0	ความถี่
0	0	1 Hz
0	1	4.096 kHz
1	0	8.192 kHz
1	1	32.768 kHz

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.4 คุณสมบัติของอุปกรณ์เชื่อมโยงทางแสง

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

อัตราส่วนของการส่งผ่านกระแสหรือ CTR เป็นอัตราส่วนระหว่างกระแสอินพุตต่อกระแสเอาต์พุตของอุปกรณ์เชื่อมโยงทางแสง (หรือเรียกว่าไบอัส) ส่วนใหญ่จะแทนด้วยตัวอักษรกรีก คือ อีต้า (η) ซึ่งค่านี้จะขึ้นอยู่กับประสิทธิภาพของไดโอดเปล่งแสงอินฟราเรดและช่องว่างระหว่างชิ้นส่วนทางอินพุตและเอาต์พุต โดยที่พื้นที่, ความไว (Sensitivity) และอัตราขยายของตัวตรวจรับที่มีบทบาทที่สำคัญเช่นกัน

2.4.1 คุณสมบัติทั่วๆ ไปของอุปกรณ์เชื่อมโยงทางแสง

อุปกรณ์เชื่อมโยงทางแสงทั่วๆ ไป จะมีคุณสมบัติดังนี้

P_D (Photo Detector Power Dissipation) คือ อัตราทนกำลังไฟฟ้าสูงสุดของตัวตรวจรับแสง เมื่อแรงดันไฟฟ้าตกคร่อมและมีกระแสไหลผ่านตัวมันไม่ควรเกินเท่าไร

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

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

t_{on} คือ ช่วงระยะเวลาที่พัลส์เริ่มต้นจาก 0 ไปจนถึงจุดสูงสุดของพัลส์

t_{off} คือ ช่วงระยะเวลาที่พัลส์เริ่มต้นจาก จุดสูงสุดของพัลส์ไปจนถึงจุด 0

V_{ISO} (Isolation Voltage) คือ ค่าแรงดันสูงสุดที่ยังไม่สามารถกระโดดข้ามระหว่างอินพุตไปยังเอาต์พุต

R_{ISO} (Isolation Resistance) คือ ค่าความต้านทานระหว่างอินพุตกับเอาต์พุต

C_{ISO} (Isolation Capacitance) คือ ค่าความจุระหว่างอินพุตและเอาต์พุต

2.4.2 คุณสมบัติทางอินพุตของอุปกรณ์เชื่อมโยงทางแสง

เนื่องจากคุณสมบัติทางด้านไฟฟ้าของไดโอดเปล่งแสงในอุปกรณ์เชื่อมโยงทางแสงซึ่ง เป็นคุณสมบัติเฉพาะด้านไฟฟ้ากระแสตรง โดยคุณสมบัติทางอินพุตของอุปกรณ์เชื่อมโยงทางแสงทุกชนิดจะเหมือนกัน ซึ่งมีข้อกำหนดคุณสมบัติดังนี้

1. IF (Forward Current) คือ กระแสสูงสุดของไดโอดเปล่งแสง เมื่อได้รับไบอัสตรง
2. VR (Reverse Voltage) คือ แรงดันตกคร่อมไดโอดเปล่งแสงสูงสุดที่ไดโอดเปล่งแสงทนได้เมื่อได้รับไบอัสกลับ
3. PD (Power Dissipation) คือ อัตราทนกำลังไฟฟ้าสูงสุดของไดโอดเปล่งแสง เมื่อมีแรงดันไฟฟ้าตกคร่อมและมีกระแสไหลผ่านตัวมันไม่ควรเกินเท่าไร

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4. VF (Forward Voltage) คือ แรงดันตกคร่อมไดโอดเปล่งแสงเมื่อได้รับไบอัสตรง คุณสมบัติต่างๆ ทางอินพุตที่กล่าวมานั้น เป็นค่าสูงสุดที่ไดโอดเปล่งแสงยังคงทำงานได้โดยไม่เสียหาย ถ้าให้ค่าสูงกว่าที่กำหนดนี้จะก่อให้เกิดความเสียหายแก่ไดโอดเปล่งแสงทันที ดังนั้นในการใช้งานจะต้องไม่ให้ใช้งานเกินขีดจำกัดนี้ เพื่อหลีกเลี่ยงความเสียหายและบั่นทอน การทำงานของอุปกรณ์

2.4.3 คุณสมบัติทางเอาต์พุตของอุปกรณ์เชื่อมโยงทางแสง

เนื่องจากตัวแปรเอาต์พุตทางด้านไฟฟ้ากระแสตรงและตัวแปรส่งถ่าย (Transfer Parameter) นั้นจะแตกต่างกัน โดยขึ้นอยู่กับชนิดของชิ้นส่วนที่เป็นตัวตรวจรับที่ใช้ในอุปกรณ์เชื่อมโยงทางแสง ในที่นี้จะแจกแจงรายละเอียดและกำหนดความหมายของแต่ละชนิด ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับตัวตรวจรับนั้นๆ ดังนี้

คุณสมบัติทางเอาต์พุตของอุปกรณ์เชื่อมโยงทางแสง ชนิดทรานซิสเตอร์ ดาร์ลิงตันทรานซิสเตอร์ และเอซีอินพุตทรานซิสเตอร์เอาต์พุต ดังตารางที่ 2.2 และ 2.3

อุปกรณ์เชื่อมโยงทางแสงที่ใช้โฟโตทรานซิสเตอร์และโฟโตดาร์ลิงตันนั้น มีหลักการทำงานเหมือนกับรอยต่อระหว่างขาคอลเลคเตอร์กับขาเบสถูกทำให้กว้างขึ้น แสงที่ตกกระทบรอยต่อจะทำให้เกิดคู่ของอิเล็กตรอนและโฮลขึ้นมาเกิดการนำกระแสได้ ตัวแปรสำหรับอุปกรณ์เชื่อมโยงทางแสงชนิดโฟโตดาร์ลิงตันและโฟโตทรานซิสเตอร์ที่สำคัญมีดังนี้

I_C (Collector Current) คือ เป็นกระแสสูงสุดที่ไหลต่อเนื่องผ่านขาคอลเลคเตอร์

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

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

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

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

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

hfe คือ อัตราการขยายกระแสตรง

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

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

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

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

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

$V_{CE\ (sat)}$ เป็นแรงดันอิ่มตัวระหว่างขาคอลเลคเตอร์และขาอิมิตเตอร์

ตารางที่ 2.2 ตัวอย่างคุณสมบัติทางเอาต์พุตของโฟโตทรานซิสเตอร์เบอร์ 4N26

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

ตารางที่ 2.3 ตัวอย่างคุณสมบัติทางเอาต์พุตของโฟโตทรานซิสเตอร์ดาร์ลิงตันเบอร์ 4N33

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

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.4.3.1 คุณสมบัติทางเอาต์พุตของอุปกรณ์เชื่อมโยงทางแสง ชนิดเอสซีอาร์, ไตรแอกไดเวอร์ และซีโรครอสซิ่ง

ตัวเชื่อมโยงทางแสงทั้ง 3 ชนิด ถูกออกแบบมาสำหรับใช้งานที่ต้องการแยกกันทางไฟฟ้าที่มีค่าสูง ระหว่างวงจรด้านแรงดันต่ำ (ซึ่งใช้ไอซี) และทางด้านไฟฟ้ากระแสสลับแรงดันสูง (ดังตารางที่ 2.4 ได้ยกตัวอย่างคุณสมบัติของโฟโตไตรแอก) ตัวแปรที่สำคัญสำหรับอุปกรณ์ประเภทนี้ คือ

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

V_{DM} (Peak Forward Voltage) คือ เป็นค่าแรงดันตกคร่อมที่เอสซีอาร์สูงสุดแบบไบอัสตรงก่อนที่จะทำให้เอสซีอาร์นำกระแสขึ้นมา

V_{RM} (Peak Reverse Voltage) คือ เป็นค่าแรงดันตกคร่อมที่เอสซีอาร์สูงสุดแบบไบอัสกลับก่อนที่จะทำให้เอสซีอาร์นำกระแสขึ้นลง

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

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

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

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

C_J (Junction Capacitance) คือ ค่าความจุที่รอยต่อ

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

I_G (PK) (Peak Gate Input Current) คือ กระแสจุดชนวนเกตสูงสุด ในการที่จะทำให้เอสซีอาร์เข้าสู่ภาวะนำกระแสได้โดยที่ไม่เสียหาย

I_H (Holding Current) คือ ค่าของกระแสแอโนดต่ำสุดที่เอสซีอาร์ยังคงนำกระแสอยู่ ถ้าแอโนดต่ำกว่านี้เอสซีอาร์จะหยุดนำกระแสทันที

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

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 2.4 ตัวอย่างคุณสมบัติทางเอาต์พุตของโฟโตไตรแอกเบอร์ MOC3010

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

2.4.3.2 คุณสมบัติทางเอาต์พุตของอุปกรณ์เชื่อมโยงทางแสงชนิดลอจิก

อุปกรณ์เชื่อมโยงทางแสงชนิดนี้ใช้ทำงานร่วมกับอุปกรณ์ประเภทไอซี ทีทีแอลหรือวงจรลอจิกต่างๆ เมื่อมีแสงมากระตุ้นที่เอาต์พุตนั้นออกแบบมาเปลี่ยนสภาวะลอจิก 1 เป็น 0 สำหรับอุปกรณ์ชนิดนี้ มีตัวแปรที่สำคัญดังนี้ คือ

V_O (Output Voltage Range) คือ ย่านแรงดันเอาต์พุตที่สภาวะเป็น 1 ซึ่งจะเท่าแรงดันไฟฟ้าที่ป้อนให้กับลอจิกเกต

V_{CC} (Supply Voltage Range) คือ ย่านแรงดันที่สามารถป้อนเลี้ยงลอจิกเกต

I_O (Output Current) คือ กระแสที่ลอจิกเกตจ่ายให้สูงสุด

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

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

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

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

2.5 อุปกรณ์ตรวจจับทางแสง

2.5.1 ความรู้ทั่วไปเกี่ยวกับอุปกรณ์ตรวจจับทางแสง

แสงเป็นคลื่นแม่เหล็กแบบหนึ่งที่มีความเร็ว 3×10^8 เมตรต่อวินาที แสงที่มองเห็นได้ (Visible Light) เป็นสเปกตรัมหนึ่งของคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า โดยมีความยาวคลื่นอยู่ระหว่าง 0.4 -0.7 ไมโครเมตร อุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ที่ทำงานเกี่ยวข้องกับแสง หรือที่เรียกว่า ออปโตอิเล็กทรอนิกส์ นั้นจะมีการใช้งานที่

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

มากกว่าย่านแสงที่มองเห็นสเปกตรัมของคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า และสเปกตรัมย่านการใช้งานของอุปกรณ์ออปโตอิเล็กทรอนิกส์ ดังตารางที่ 2.5

ตารางที่ 2.5 ย่านความถี่ของคลื่นและความยาวคลื่นแสง

ย่านความถี่	รังสีเอ็กเรย์	รังสีอุลตราไวโอเลต	แสงที่มองเห็นได้ ม่วง-แดง	อินฟราเรด
ความยาวคลื่น	100 nm	400 nm	800 nm	1000 nm

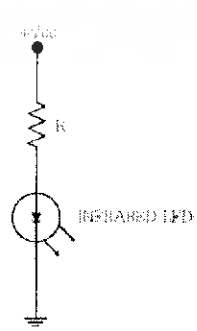
อุปกรณ์ตรวจจับทางแสงเป็นการนำเอาผลของแสงสว่างมาเปลี่ยนแปลงให้เป็นสัญญาณทางไฟฟ้าเพื่อสามารถนำมาใช้งานในวงจรอิเล็กทรอนิกส์ได้

2.5.2 อุปกรณ์ส่งสัญญาณแสง

ในการควบคุมด้วยสัญญาณแสง สัญญาณควบคุมที่เป็นสัญญาณไฟฟ้าจะถูกแปลงให้เป็นสัญญาณแสงก่อน ลักษณะของสัญญาณแสงที่ใช้ในการส่งสัญญาณแบ่งออกเป็น 2 ประเภทตามความถี่ของแสง คือ ประเภทที่มองเห็นได้และประเภทที่มองไม่เห็น ซึ่งได้แก่แสงของความถี่ย่านอินฟราเรดหรือเหนือแสงสีแดงในระบบของแสงที่มองเห็นได้ ความเข้มของแสงที่ใช้รับส่งเป็นสิ่งสำคัญมากเพราะไม่เช่นนั้นแสงทั่วไปอาจกระทบต่อวงจรภาครับได้ง่าย ในย่านความถี่อินฟราเรดสามารถตัดปัญหารบกวนของแสงอื่นได้โดยเด็ดขาด มีความน่าเชื่อถือในการใช้งานสูง

2.5.2.1 อินฟราเรดแอลอีดี

อินฟราเรดแอลอีดี (Infrared Led) ถูกสร้างขึ้นมาเพื่อกำเนิดแสงในย่านอินฟราเรดจากรูปที่ 2.14 เมื่ออินฟราเรดแอลอีดีนำกระแส อิเล็กตรอนจะเคลื่อนที่ผ่านสารกึ่งตัวนำชนิดพิเศษและเกิดรวมตัวกับโฮล (Recombine) ทำให้เกิดพลังงานแสง การเกิดพลังงานดังกล่าวเป็นไปในทันทีที่มีกระแสไหลผ่านอินฟราเรดแอลอีดีสามารถกำเนิดแสงอินฟราเรดได้ในช่วงสองความยาวคลื่น คือ 880 นาโนเมตรและ 880940 นาโนเมตร ขึ้นอยู่กับสารที่ใช้ผลิต



รูปที่ 2.14 การต่อใช้งานอินฟราเรดแอลอีดี

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

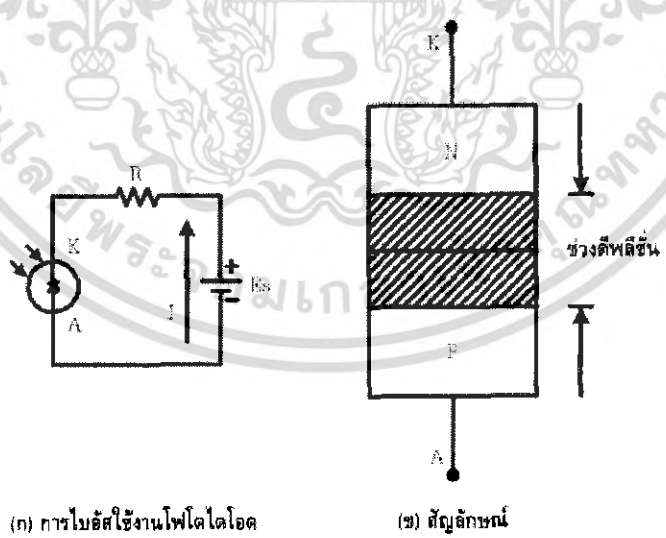
2.5.3 อุปกรณ์รับสัญญาณแสง

2.5.3.1 โฟโตไดโอด

โฟโตไดโอด (Photo Diode) เป็นอุปกรณ์เชิงแสงชนิดหนึ่ง ที่ประกอบด้วยสารกึ่งตัวนำชนิด P และสารกึ่งตัวนำชนิด N รอยต่อจะถูกห่อหุ้มด้วยวัสดุที่แสงผ่านได้ เช่น กระจกใส โฟโตไดโอดจะมีอยู่ 2 แบบ คือ แบบที่ตอบสนองต่อแสงที่มองเห็น และแบบที่ตอบสนองต่อแสงในย่านอินฟราเรด ในการใช้งานจะต้องต่อโฟโตไดโอดในลักษณะไบอัสกลับ ดังรูปที่ 2.15

โฟโตไดโอด จะยอมให้กระแสไหลผ่านได้มากหรือน้อยนั้นขึ้นอยู่กับปริมาณความเข้มของแสงเมื่อโฟโตไดโอดได้รับไบอัสกลับ (Revese Bias) ด้วยแรงดันค่าหนึ่งและมีแสงมาตกกระทบที่บริเวณรอยต่อ ถ้าแสงที่มาตกกระทบมีความยาวคลื่นที่เหมาะสมจะมีกระแสไหลในวงจร โดยกระแสที่ไหลในวงจร จะแปรผกผันกับความเข้มของแสงที่มาตกกระทบ ลักษณะทั่วไปขณะไบอัสตรง (Forward Bias) จะยังคงเหมือนกับไดโอดธรรมดาคือยอมให้กระแสไหลผ่านได้ เมื่อเปรียบเทียบโฟโตไดโอดกับโฟโตคอนดัคทีฟเซลล์ (LDR) แล้วโฟโตไดโอดมีการเปลี่ยนแปลงค่าความต้านทานเร็วกว่า LDR มากจึงนิยมนำไปประยุกต์ใช้งานในวงจรที่ต้องการความเร็วสูง เช่น เครื่องนับสิ่งของ, ตัวรับรีโมทคอนโทรล, วงจรกันขโมยอินฟราเรด เป็นต้น

เนื่องจากโฟโตไดโอดให้ค่าการเปลี่ยนแปลงของกระแสต่อแสงต่ำ คือ อยู่ในช่วง 1-10 μA เท่านั้น ดังนั้นการใช้งานโฟโตไดโอดจึงต้องมีตัวขยายกระแสเพิ่มเติมผู้ผลิตจึงหันมาใช้ทรานซิสเตอร์เป็นตัวขยายกระแสเพิ่มเติมอยู่ในตัวถังเดียวกัน ซึ่งเรียกว่าโฟโตทรานซิสเตอร์

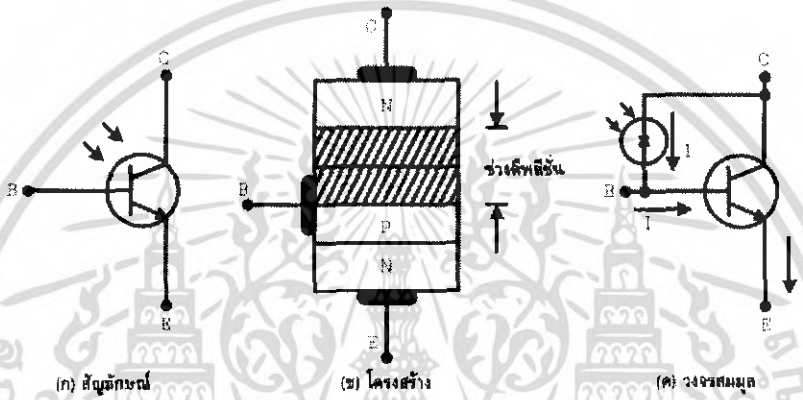


รูปที่ 2.15 สัญลักษณ์และการไบอัสใช้งานโฟโตไดโอด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.5.3.2 โฟโตทรานซิสเตอร์

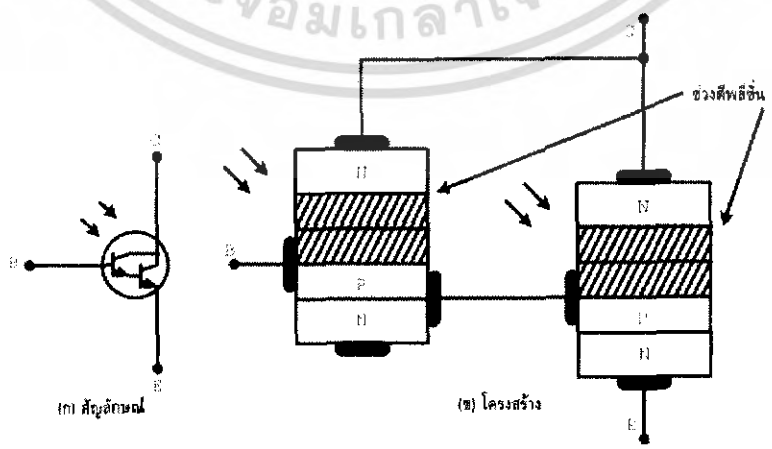
โฟโตทรานซิสเตอร์ (Photo Transistor) จะประกอบด้วยโฟโตไดโอดซึ่งจะต่ออยู่ระหว่างขาเบสกับคอลเลคเตอร์ของทรานซิสเตอร์ ดังรูปที่ 2.16 กระแสที่เกิดขึ้นจากการเปลี่ยนแปลงของแสงจะถูกขยายด้วยทรานซิสเตอร์ (Transistor) ในการใช้งานโฟโตทรานซิสเตอร์รอยต่อระหว่างเบส-อิมิตเตอร์ (Base-Emitter) จะต่อไบอัสกลับ (Reverse Bias) ที่รอยต่อนี้เองเป็นส่วนที่ทำให้เกิดการแปลงค่ากระแสที่ขึ้นอยู่กับความเข้มแสง



รูปที่ 2.16 สัญลักษณ์ โครงสร้างและวงจรสมมูลของโฟโตทรานซิสเตอร์

2.5.3.3 โฟโตดาร์ลิงตันทรานซิสเตอร์

โฟโตดาร์ลิงตันทรานซิสเตอร์ (Photo Darington Transistor) คือ โฟโตทรานซิสเตอร์ 2 ตัวต่อร่วมกันในลักษณะวงจรดาร์ลิงตัน คือต่อในลักษณะขาอิมิตเตอร์ (Emitter) ของตัวหนึ่งจะต่อเข้ากับเบส (Base) ของตัวถัดไป ลักษณะการต่อเช่นนี้จะทำให้ทรานซิสเตอร์มีอัตราการขยายสูงขึ้นอีกมาก ดังรูปที่ 2.17



รูปที่ 2.17 สัญลักษณ์และโครงสร้างของโฟโตดาร์ลิงตันทรานซิสเตอร์

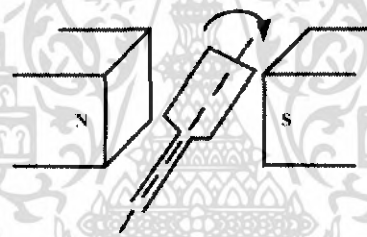
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.6 มอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรง

มอเตอร์ เป็นอุปกรณ์ซึ่งทำหน้าที่เปลี่ยนพลังงานไฟฟ้าเป็นพลังงานกล และมอเตอร์ที่ขับเคลื่อนด้วยไฟฟ้ากระแสตรงเรียกว่า ดีซีมอเตอร์ และที่ขับเคลื่อนด้วยกระแสไฟสลับเรียกว่า เอซีมอเตอร์ นอกจากนั้นยังมีมอเตอร์ขนาดเล็กซึ่งอาจขับเคลื่อนได้ทั้งกระแสไฟสลับและกระแสไฟตรง ทิศทางการหมุนของดีซีมอเตอร์จะตรงข้ามกับเครื่องกำเนิดไฟฟ้ากระแสตรงโดยสิ้นเชิง แต่สำหรับโครงสร้างแล้วจะเหมือนกันทุกประการ จึงสามารถนำเครื่องกำเนิดไฟฟ้ากระแสตรงมาใช้ทำหน้าที่ของดีซีมอเตอร์ได้

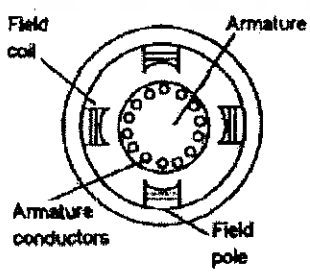
2.6.1 หลักการพื้นฐานของมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรง

หลักการพื้นฐานของมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรง (DC. motor) ลูปขดลวดอันหนึ่งซึ่งหมุนได้อย่างอิสระในสนามแม่เหล็กถาวร เมื่อให้กระแสไหลผ่านขดลวดเป็นผลให้เกิดแรงกระทำกับขดลวดในแนวตั้งฉากกับสนามแม่เหล็ก เกิดแรงกระทำทั้งสองด้านของตัวนำทำให้เกิดการหมุน อย่างไรก็ตามเมื่อขดลวดมาอยู่ในตำแหน่งในแนวตั้ง ต้องกลับทิศทางกระแสที่ไหลผ่านขดลวดดังรูปที่ 2.18



รูปที่ 2.18 หลักการพื้นฐานมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรง

ในมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรงโดยทั่วไปขดลวดจะพันอยู่ในร่องของวัสดุแม่เหล็กทรงกระบอก และมีชื่อเรียกว่าอาร์เมเจอร์ (armatur) จะติดอยู่กับแบริ่ง และหมุนได้อย่างอิสระ และติดตั้งอยู่ในสนามแม่เหล็กที่เกิดจากขั้วแม่เหล็ก (field pole) ขั้วแม่เหล็กเหล่านี้ในมอเตอร์ตัวเล็กๆ อาจเป็นแม่เหล็กถาวรหรือแม่เหล็กไฟฟ้าที่สร้างอำนาจแม่เหล็กจากการผ่านกระแสไฟฟ้าเข้าไปในขั้วแม่เหล็ก ดังรูปที่ 2.19

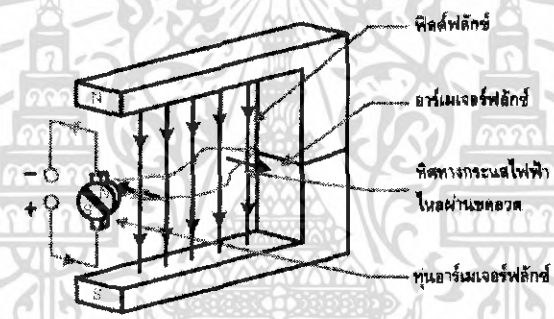


รูปที่ 2.19 มอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ในรูปที่ 2.18 แสดงหลักการพื้นฐานของมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรงแบบ 4 ขั้ว ที่ใช้กระแสไฟฟ้าไหลผ่านขดลวด สร้างสนามแม่เหล็กที่ปลายของขดลวดอาร์เมเจอร์แต่ละขด จะต่อกับชิ้นของวงแหวนติดเรียงกัน เรียกว่า commutator ซึ่งหน้าสัมผัสของชิ้วงแหวนต่อเข้ากับแหล่งจ่ายไฟฟ้าโดยผ่านหน้าสัมผัสคาร์บอน ที่เรียกว่า แปลงถ่านขณะที่อาร์เมเจอร์หมุน commutator จะทำหน้าที่กลับกระแสที่จ่ายเข้าขดลวดแต่ละอันขณะที่เคลื่อนที่อยู่ในระหว่างขั้วแม่เหล็ก ถ้าแรงกระทำกับขดลวดมีค่ามากพอในทิศทางเดียวกันจะทำให้หมุนได้ต่อเนื่อง การกลับทิศทางการหมุนของมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรงทำได้โดยการกลับกระแสอาร์เมเจอร์หรือกระแสที่ผ่านขดลวดสนามแม่เหล็ก

มอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรงจะมีหลักการทำงานโดยวิธีการผ่านกระแสให้กับขดลวดในสนามแม่เหล็ก ซึ่งจะทำให้เกิดแรงแม่เหล็ก โดยส่วนของแรงนี้จะขึ้นอยู่กับกระแสและกำลังของสนามแม่เหล็ก



รูปที่ 2.20 โครงสร้างทั่วไปของมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรง

จากรูปที่ 2.20 ทางเดินของฟลั๊กซ์แม่เหล็ก และสนามแม่เหล็กจะเกิดจากแท่งแม่เหล็กเฟอร์ไรต์ 2 ชิ้นที่ขึ้นรูปเป็นแบบโค้งยึดติดกับตัวถังได้พอดี เพื่อที่จะให้เส้นแรงแม่เหล็กวิ่งเข้าสู่ใจกลางของมอเตอร์ได้ ดังนั้นความเข้มของแม่เหล็กจะขึ้นอยู่กับขนาดความหนาของแม่เหล็กด้วย ซึ่งส่งผลให้ฟลั๊กซ์แม่เหล็กวิ่งไปบนตัวถังโลหะ กระแสไฟฟ้าในขดลวดที่พันกับทุ่นโรเตอร์ก็จะทำให้เกิดสนามแม่เหล็กไฟฟ้า และต้านกับสนามแม่เหล็กถาวร จึงเกิดเป็นแรงบิดเพื่อที่จะหมุนทุ่นโรเตอร์ ให้ไปในทิศทางเดียวกันกับทิศทางของสนามแม่เหล็กที่มีแรงมากกว่า กระแสก็จะไหลผ่านไปยังทุ่นโรเตอร์ โดยผ่านแปรงถ่าน ซึ่งจะสัมผัสกับแหวนตัวนำในทุ่นโรเตอร์ และแหวนคอมมิวเตเตอร์ ซึ่งจะถูกแบ่งออกเป็น 3 เซกเมนต์เพื่อที่จะทำหน้าที่นำกระแสเข้าขดลวดนั้นเอง

2.6.2 การแยกประเภทของมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรง

มอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรงสามารถแบ่งออกได้เป็นหลายประเภทขึ้นอยู่กับลักษณะวิธีการสร้างสนามแม่เหล็กของตัวมอเตอร์และขึ้นอยู่กับพื้นฐานการออกแบบโครงสร้างของอาร์เมเจอร์ การแบ่งประเภทการจ่ายสนามแม่เหล็กแยกออกเป็น 2 แบบ คือ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1. มอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรงแบบปรับเส้นแรงแม่เหล็กได้
2. มอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรงเส้นแรงแม่เหล็กมีค่าคงที่

ถ้าเราพิจารณาแยกประเภทตามลักษณะการออกแบบโครงสร้างอาร์เมเจอร์สามารถแยกออกได้เป็น 3 ประเภท คือ

1. มอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรงแบบอาร์เมเจอร์เป็นแกนเหล็ก
2. มอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรงแบบอาร์เมเจอร์ที่มีขดลวดพัน
3. มอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรงแบบอาร์เมเจอร์ที่มีขดลวดหมุน

นอกจากนี้มอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรงชนิดพิเศษอีกแบบหนึ่งคือ แบบไม่มีแปลงถ่าน (Brushless DC Motor) ซึ่งมีหลักการทางเทคโนโลยีเหมือนกับมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรงชนิดแปรงถ่านยกเว้นการคอมมิวเทชั่นกระทำโดยเทคโนโลยีทางอิเล็กทรอนิกส์แทนที่กระทำโดยวิธีการเชิงกล

2.6.2.มอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรงแบบปรับเส้นแรงแม่เหล็กได้

มอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรงแบบปรับเส้นแรงแม่เหล็กได้ยังแบ่งได้เป็น 2 แบบ คือ

1. แบบขดลวดสนามแม่เหล็กต่ออนุกรมกับขดลวดอาร์เมเจอร์
2. แบบขดลวดสนามแม่เหล็กแยกกระตุ้น

มอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรงแบบขดลวดแม่เหล็กต่ออนุกรมจะมีเส้นแรงแม่เหล็กเป็นสัดส่วนกับกระแส ดังนั้นเส้นแรงของสนามแม่เหล็กจึงสามารถปรับค่าได้ และได้ความสัมพันธ์ระหว่างความเร็ว และแรงบิดเป็นนอนลิเนียร์การต่อมอเตอร์แบบดังกล่าวจะใช้งานในภาวะเฉพาะ เมื่อต้องการแรงบิดสูงที่ความเร็วต่ำ และแรงบิดต่ำที่ความเร็วสูง

2.6.2.2 มอเตอร์แบบเส้นแรงแม่เหล็กคงที่

ระบบการกระตุ้นฟิลด์ของมอเตอร์ โดยทั่วไปในปัจจุบันมักใช้เป็นแบบแม่เหล็กถาวร ในระบบนี้เส้นแรงของฟิลด์จะมีค่าคงที่ ดังนั้นอัตราส่วนระหว่างกระแสอาร์เมเจอร์ และแรงบิดจะมีค่าคงที่ ดังสมการที่ 2.1

$$T = K_t * I \tag{2.1}$$

เมื่อ	T	คือแรงบิดของเพลา	หน่วยเป็น นิวตัน-เมตร
	I	คือกระแสไฟฟ้า	หน่วยเป็น แอมป์
	K_t	คือตัวคงที่	

ดังนั้นแรงบิดของเพลาจะเป็นสัดส่วนโดยตรงกับผลของเส้นแรงแม่เหล็กและกระแสเมื่อขดลวดตัวนำเคลื่อนที่ในสนามแม่เหล็ก ก็จะทำให้เกิดโวลต์เตจตกคร่อมตัวมันเอง โวลต์เตจนี้จะเป็นสัดส่วนกับ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ความเร็วของเพลามอเตอร์ และต้านการไหลของกระแสความสัมพันธ์ระหว่างโวลต์เตจย้อนกลับและความเร็วของเพลามอเตอร์ ดังสมการที่ 2.2

$$E = K_t * \omega \tag{2.2}$$

เมื่อ	E	คือโวลต์เตจที่ป้อนให้กับมอเตอร์	หน่วยเป็น โวลต์
	ω	คือความเร็วของมอเตอร์	หน่วยเป็น เรเดียน/วินาที

ระบบนี้จะให้ความสัมพันธ์ระหว่างกระแสอาร์เมเจอร์แรงบิด และความเร็วอยู่ในลักษณะลิเนียร์ สมการทางไฟฟ้าของมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรงแบบนี้เขียนได้เป็น ดังสมการที่ 2.3

$$V = K_e\omega + Ldi/dt + Ri \tag{2.3}$$

เมื่อ	V	คือโวลต์ที่ป้อนให้กับมอเตอร์	หน่วยเป็น โวลต์
	K_e	คือค่าคงที่ของโวลต์เตจย้อนกลับ	
	L	คืออินดัคแตนซ์ของอาร์เมเจอร์	หน่วยเป็น เฮนรี่
	R	คือความต้านทานที่ขั้วของมอเตอร์	หน่วยเป็น โอห์ม

สมการไดนามิกของมอเตอร์ ดังสมการที่ 2.4

$$T_g = J\omega/dt + B\omega + T_f + T_L \tag{2.4}$$

เมื่อ	T_g	คือแรงบิดที่กำหนดโดยมอเตอร์
	J	คือผลรวมของโมเมนต์ของแรงเฉื่อยของมอเตอร์และโหลด
	B	คือสัมประสิทธิ์ของวิสคอสแดมพ์ปิ้ง
	T_f	คือแรงบิดเสียดทานภายใน
	T_L	คือแรงบิดโหลด

สมการต่างๆ ของมอเตอร์แบบแยกกระตุ้นฟิลด์จะเหมือนกับแรงกระตุ้นฟิลด์คงที่ อย่างไรก็ตามข้อดีของมอเตอร์แบบฟิลด์ถาวรซึ่งดีกว่ามอเตอร์แบบมีโครงสร้างของฟิลด์ด้วยการพันของขดลวดคือ ไม่มีกำลังสูญเสียในฟิลด์มีประสิทธิภาพสูงกว่าและมีขนาดเล็กเมื่อเทียบกับมอเตอร์ที่มีแรงม้าเท่ากันจากนั้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ความสัมพันธ์เชิงเส้น ยังให้ค่ากระแสที่สูงกว่ามอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรงแบบฟิลด์เป็นขอลวด การประยุกต์ใช้งานเหมาะกับระบบที่ต้องการแรงบิดของโหลดสูง

2.6.2.3 มอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรงแบบอาร์เมเจอร์เป็นแกนเหล็ก

โครงสร้างของมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรงแบบนี้มีโมเมนต์ของแรงเฉื่อยสูงที่สุด และมีค่าอินดัคแตนซ์ของโรเตอร์สูงที่สุดด้วย ดังนั้นมอเตอร์นี้จึงมีปริมาณความจุความร้อนได้สูง และสามารถทนการโอเวอร์โหลดได้ในระยะเวลาที่ยาวนานโดยไม่ทำให้มอเตอร์เสียหาย

2.6.2.4 มอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรงแบบอาร์เมเจอร์มีขดลวดพันอยู่บนพื้นผิว

การออกแบบของโรเตอร์ที่มีขดลวดพันอยู่บนพื้นผิว โดยไม่มีสล็อตทำให้ได้อินดัคแตนซ์ของโรเตอร์ต่ำกว่าแบบแกนเหล็ก ข้อเสียคือทำให้ขนาดของมอเตอร์แบบนี้ใหญ่ขึ้น และราคาแพงกว่าแบบแกนเหล็กด้วย

2.6.2.5 มอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรงแบบอาร์เมเจอร์เป็นขดลวดหมุน

มอเตอร์แบบขดลวดหมุนนี้ได้รับการออกแบบเพื่อให้มีโมเมนต์ของแรงเฉื่อยน้อยมากและรูปลักษณ์โครงสร้างภายนอกและโครงสร้างของแม่เหล็กมอเตอร์แบบนี้จะมีช่องว่างอากาศ (Airgap) ระหว่างแม่เหล็กมากกว่ามอเตอร์ทั้งสองแบบที่กล่าวมาแล้ว ดังนั้นจึงจำเป็นต้องออกแบบโครงสร้างแม่เหล็กให้ใหญ่ขึ้นเพื่อให้ได้ช่องว่างของอากาศระหว่างเส้นแรงแม่เหล็กที่เท่ากันกับมอเตอร์ทั้งสองแบบดังกล่าว นอกนั้นโครงสร้างของมอเตอร์มีความจุความร้อนต่ำมาก ถ้าหากเกิดการโอเวอร์โหลดก็จะทำให้มอเตอร์เสียหายได้ง่าย และโรเตอร์ลักษณะนี้จะมีค่าของอินดัคแตนซ์ต่ำมากคือน้อยกว่า 10 ไมโครเฮนรี่

มอเตอร์แบบขดลวดเคลื่อนที่อีกลักษณะหนึ่งซึ่งมีโครงสร้างของอาร์เมเจอร์เป็นรูปร่างจาน ซึ่งทำขึ้นจากขดลวดตัวนำซ้อนขึ้นหลายๆ ชั้น ซึ่งเรามักเรียกว่า (Printed Motor) ตัวอย่างอีกอันหนึ่งของมอเตอร์แบบขดลวดเคลื่อน ซึ่งเป็นมอเตอร์ขนาด 7 แรงม้า ซึ่งสามารถประยุกต์ใช้งานเครื่องมือกลได้อย่างดี สามารถให้แรงบิดได้สูงสุดถึง 100 ft-lb และพัลส์กระแสได้ถึง 800 แอมแปร์ ในปัจจุบันมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรงแบบโรเตอร์เป็นขดลวดหมุนนี้ให้ประสิทธิภาพการทำงานดีเยี่ยมเหมาะสำหรับเป็นตัวขับเคลื่อนในระบบการบังคับตำแหน่ง และยังให้อัตราส่วนระหว่างแรงบิดและแรงเฉื่อยได้สูง และมีค่าอินดัคแตนซ์ต่ำที่สุดเมื่อเทียบกับมอเตอร์แบบอื่นๆ นอกจากความสามารถในการเพิ่มอัตราเร่งกระทำได้สูง 10^6 เรเดียน/วินาที ^{2}

2.6.2.6 มอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรงแบบไม่มีแปรงถ่าน

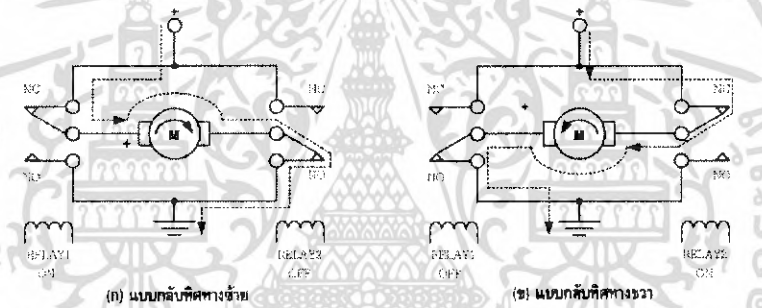
มอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรงแบบไม่มีแปรงถ่านจะมีความแตกต่างจากมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรงแบบที่ได้กล่าวมาแล้ว การคอมมิวเทชั่นกระแสอาร์เมเจอร์จะใช้วิธีทางอิเล็กทรอนิกส์ ทำให้โครงสร้างของมอเตอร์แบบนี้จะมีโรเตอร์เป็นแม่เหล็กแบบยึด (Back Iron) และขอลวดคอมมิวเตทจะอยู่ภายนอกส่วนของโรเตอร์ (เปรียบเทียบกับมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรงทั่วไปแล้วจะมีโครงสร้างที่มีส่วนประกอบกลับกัน) การประยุกต์ใช้งานของมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรงแบบไม่มีแปรงถ่านนี้มักจะใช้ในระบบที่ต้องการโมเมนต์ของแรงเฉื่อยต่ำเนื่องด้วยโครงสร้างของโรเตอร์ของมอเตอร์แบบนี้สร้างขึ้นด้วยสารแม่เหล็กพิเศษ เพื่อให้เป็นมอเตอร์ชนิดที่มีโมเมนต์แรงเฉื่อยต่ำ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

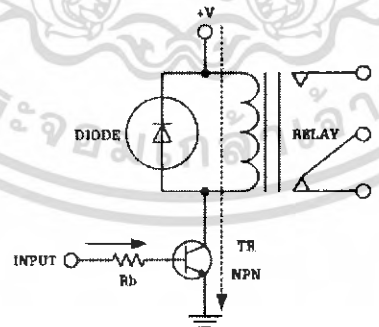
2.6.3 การขับและกลับทิศทางของมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรง

ในการใช้ไอซีไมโครคอนโทรเลอร์เป็นตัวควบคุมการหมุน และทิศทางของมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรงนั้น จะต้องมีส่วนของวงจร ที่เรียกว่าวงจรขับมอเตอร์ (Driver) ในส่วนของวงจรกลับทิศทางของมอเตอร์นั้นสามารถที่จะใช้รีเลย์ต่อวงจร สวิตช์เพื่อกลับทิศทางของขั้วไฟฟ้ากระแสตรง หรืออาจใช้อุปกรณ์สารกึ่งตัวนำที่เป็นวงจรขับกำลัง เช่น ทรานซิสเตอร์ และมอสเฟต แล้วแต่วิธีที่จะเลือกใช้งาน

จากรูปที่ 2.21 เป็นการใช้รีเลย์ควบคุมการเปลี่ยนทิศทางการหมุนของมอเตอร์ โดยการควบคุมการปิด-เปิดที่รีเลย์ 2 ตัว ซึ่งจะทำหน้าที่กลับทิศทางของขั้วไฟที่ป้อนให้กับมอเตอร์ โดยการสลับการทำงานของรีเลย์ เช่นให้รีเลย์ตัวที่ 1 ทำงาน (ON) และรีเลย์ตัวที่ 2 หยุดทำงาน (OFF) จะทำให้มอเตอร์หมุนไปทางซ้าย และในทำนองเดียวกันถ้าหากรีเลย์ตัวที่ 1 หยุดทำงาน (OFF) และรีเลย์ตัวที่ 2 ทำงาน (ON) ก็จะทำให้มอเตอร์หมุนไปทางขวา



รูปที่ 2.21 การกลับทิศทางของมอเตอร์กระแสตรงโดยใช้รีเลย์

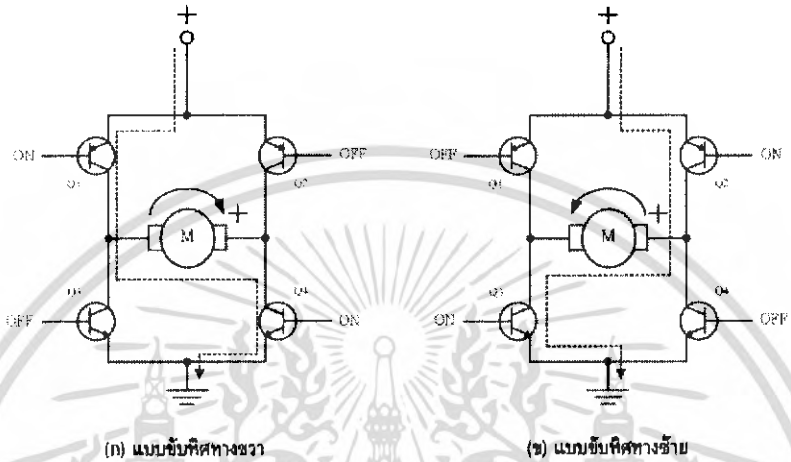


รูปที่ 2.22 การใช้ทรานซิสเตอร์เพื่อขับรีเลย์ให้ทำงาน

จากรูปที่ 2.22 เป็นวงจรขับรีเลย์โดยใช้ทรานซิสเตอร์ทำหน้าที่ขยายกระแส ด้วยเหตุผลเพราะไม่สามารถจะใช้ขาเอาต์พุตของไมโครคอนโทรลเลอร์ป้อนกระแสไฟที่ขดลวดของรีเลย์โดยตรงได้ เนื่องจากว่ากระแสที่จ่ายออกมาจากขาเอาต์พุตของไมโครคอนโทรลเลอร์มีค่าน้อยเกินไป ดังนั้นเราจึงต้องมีส่วนของวงจร

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ทรานซิสเตอร์เพื่อที่จะทำการขยายกระแสให้เพียงพอในการป้อนให้กับขดลวดของรีเลย์ ส่วนไดโอดนำมาต่อไว้สำหรับป้องกันแรงดันย้อนกลับที่เกิดจากการเหนี่ยวนำของสนามแม่เหล็กในขณะเกิดการยุบตัว ซึ่งอาจจะทำให้ทรานซิสเตอร์เสียหายได้



รูปที่ 2.23 การใช้ทรานซิสเตอร์เป็นวงจรขับและกำหนดทิศทางของมอเตอร์กระแสตรง

จากรูปที่ 2.23 เป็นวงจรลิเนียร์บริดจ์แอมป์ ซึ่งจะประกอบไปด้วยทรานซิสเตอร์กำลัง 4 ตัวที่ทำหน้าที่ขับ และควบคุมทิศทางการหมุนของมอเตอร์ ถ้าหากกำหนดให้ทรานซิสเตอร์ Q1 และ Q4 อยู่ในสภาวะทำงาน (Active) กระแสไฟฟ้าจะไหลผ่านทรานซิสเตอร์จากซ้ายไปขวา โดยผ่านมอเตอร์กระแสตรงทำให้มอเตอร์หมุนไปทางขวา ในทำนองเดียวกันถ้าหากเราทำให้ทรานซิสเตอร์ Q2 และ Q3 อยู่ในสภาวะทำงาน (Active) กระแสไฟฟ้าก็จะไหลจากทางขวาไปทางซ้ายซึ่งจะส่งผลให้มอเตอร์กลับทิศทางการหมุนจากทางขวาไปทางซ้าย

2.6.4 การควบคุมความเร็วของมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรง

การควบคุมความเร็วของมอเตอร์กระแสตรงมีหลายวิธีด้วยกัน ซึ่งอาจจะใช้วิธีการควบคุมแบบพื้นฐานทั่วไป เช่นการควบคุมด้วยวิธีการใช้ตัวต้านทานปรับค่าโดยต่ออนุกรมกับมอเตอร์ หรือใช้วิธีการควบคุมโดยการเปลี่ยนค่าของระดับแรงดันที่ป้อนให้กับมอเตอร์ แต่การควบคุมในวิธีดังกล่าวถึงแม้ว่าจะควบคุมความเร็วมอเตอร์ให้คงที่ได้ แต่ที่ความเร็วต่ำจะส่งผลให้แรงบิดต่ำไปด้วย ดังนั้นเราจึงเลือกใช้วิธีการควบคุมโดยการจ่ายกระแสไฟให้กับมอเตอร์เป็นช่วงๆ โดยอาศัยกระแสไฟที่ป้อนให้กับมอเตอร์ให้เป็นค่าเฉลี่ยที่เกิดขึ้นในแต่ละช่วง ซึ่งเราเรียกว่าวิธีการของการมอดูเลชั่นทางความกว้างของพัลซ์ PWM

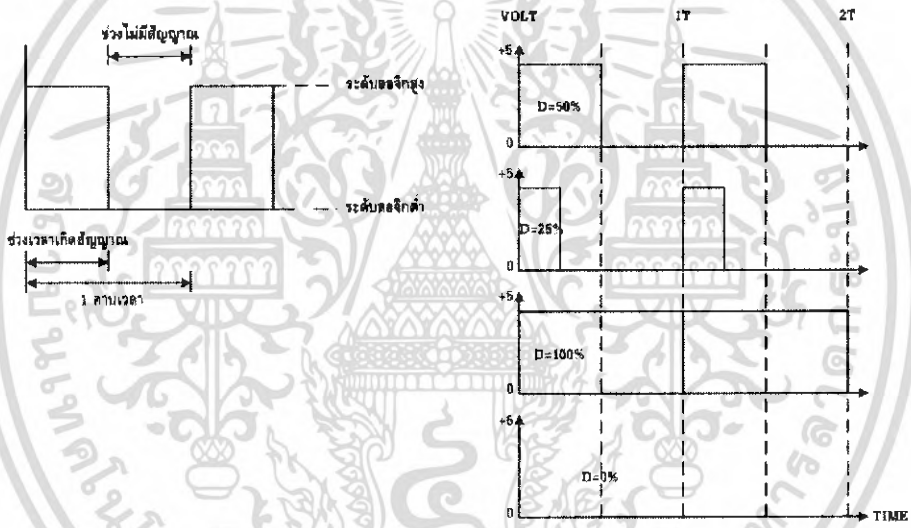
2.6.5 วิธีการมอดูเลชั่นทางความกว้างของพัลส์

การมอดูเลชั่นทางความกว้างของพัลส์ (Pulse Width Modulation : PWM) จะเป็นการปรับเปลี่ยนที่สัดส่วนและความกว้างของสัญญาณพัลส์ โดยความถี่ของสัญญาณพัลส์จะไม่มีการเปลี่ยนแปลง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หรือเป็นการเปลี่ยนแปลงที่ค่าของดิวตี้ไซเกิล (duty cycle) นั้นเอง ซึ่งค่าของดิวตี้ไซเคิล คือช่วงความกว้างของพัลส์ที่มีสถานะลอจิกสูง โดยคิดสัดส่วนเป็นเปอร์เซ็นต์จากความกว้างของพัลส์ทั้งหมด ยกตัวอย่างเช่น ถ้าหากค่าดิวตี้ไซเคิลมีค่าเท่ากับเท่ากับ 50% ก็หมายถึงใน 1 รูปสัญญาณพัลส์จะมีช่วงของสัญญาณที่เป็นสถานะลอจิกสูงอยู่ครึ่งหนึ่ง และสถานะลอจิกต่ำอยู่อีกครึ่งหนึ่ง ดังรูป 2.24 และในทำนองเดียวกันถ้าหากค่าดิวตี้ไซเคิลมีค่ามาก หมายความว่าความกว้างของพัลส์ที่เป็นสถานะลอจิกสูงจะมีความกว้างมากขึ้น หากค่าดิวตี้ไซเคิลมีค่าเท่ากับ 100% ก็หมายความว่าจะไม่มีสถานะลอจิกต่ำเลย ซึ่งค่าดิวตี้ไซเคิลสามารถ จะหาได้จากค่าความสัมพันธ์ ดังสมการที่ 2.5

ค่าดิวตี้ไซเคิล = (ช่วงของสัญญาณพัลส์/คาบเวลาทั้งหมดของสัญญา)*100% (2.5)



รูปที่ 2.24 ความกว้างของพัลส์นาดต่างๆ และค่าดิวตี้ไซเคิลของช่วงพัลส์มีความถี่คงที่

2.7 สเต็ปปิงมอเตอร์

สเต็ปปิงมอเตอร์ (stepping motor) เป็นอุปกรณ์ทางเอาท์พุตอย่างหนึ่ง ซึ่งสามารถควบคุมด้วยไมโครคอนโทรลเลอร์ ลักษณะการทำงานของสเต็ปปิงมอเตอร์จะเคลื่อนที่เป็นขั้นซึ่งอาจจะเป็นขั้นละ 1.8, 5 และ 7.5 องศา ขึ้นอยู่กับชนิดของมอเตอร์ ส่วนใหญ่สเต็ปปิงมอเตอร์จะใช้ในงานควบคุมระบบดิจิตอล เช่น เครื่องพิมพ์, เครื่องพล็อตเตอร์, เครื่องขับแผ่นดิสก์ ตลอดจนอุปกรณ์ในงานอิเล็กทรอนิกส์อุตสาหกรรมหรือเครื่องมือวัด และระบบควบคุมอื่นๆ

สเต็ปปิงมอเตอร์จะประกอบด้วยส่วนสำคัญ 2 ส่วน คือ

1. โรเตอร์ เป็นส่วนที่หมุนได้ จะเป็นแม่เหล็กถาวร
2. สเตเตอร์ เป็นส่วนที่อยู่กับที่ จะเป็นขดลวดหลายๆ ขด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.7.1 ชนิดของสเต็ปปิงมอเตอร์

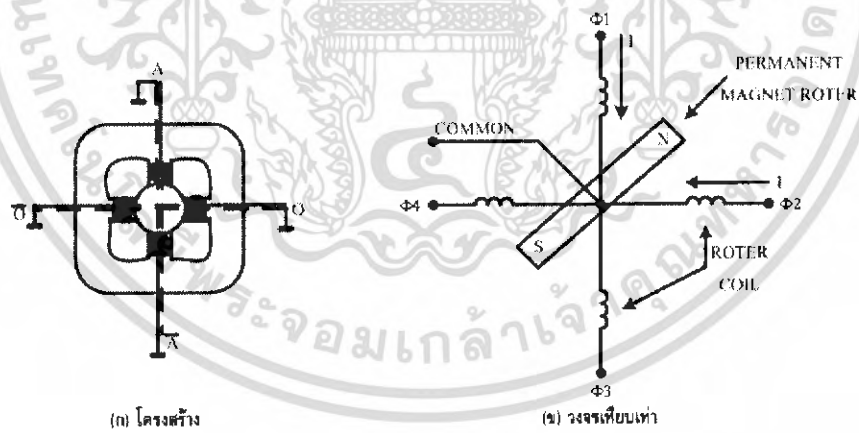
เราสามารถแบ่งสเต็ปปิงมอเตอร์ตามโครงสร้างพื้นฐานได้ 4 ชนิด คือ

2.7.1.1 ชนิดวาริเอเบิลรีลักแตนซ์

มีโครงสร้างโรเตอร์แบบมัลติทูธ (Multi-Tooth) ทำจากเหล็กอ่อน จะทราบว่าเป็นชนิดนี้โดยการทดสอบได้ง่ายมาก คือ ใช้มือหมุนเพลาของมอเตอร์และสังเกตเห็นว่าหมุนได้ตลอดโดยไม่ติดขัดนัก เพราะที่โรเตอร์จะไม่เกิดปรากฏการณ์ทางแม่เหล็กต่างจากชนิดเพอร์มาเนนต์แมกเนต และชนิดไฮบริด ซึ่งมีสนามแม่เหล็กที่โรเตอร์ขณะหมุนจะรู้สึกขัดๆ เหมือนฟันเฟือง สเต็ปปิงมอเตอร์ชนิดนี้มีจุดด้อยในความถูกต้องของตำแหน่งและทำงานได้ไม่ดีนัก เมื่อมีขั้นในการหมุนสูง

2.7.1.2 ชนิดเพอร์มาเนนต์แมกเน็ต

มีโครงสร้างของโรเตอร์แบบเรียบไม่มีขั้วขี่แม่เหล็กบนโรเตอร์จะเป็นแบบแม่เหล็กถาวร การควบคุมทำได้โดยป้อนกระแสกระตุ้นที่ขอลวดบนสเตเตอร์ เช่น ถ้าเป็นสเตเตอร์แบบ 4 เฟส จะมีขั้วแม่เหล็กอยู่ 4 ขั้ว ซึ่งมีคอยล์พันแยกจากกัน ดังรูปที่ 2.25 ขั้วแม่เหล็กถาวรบนโรเตอร์จะถูกแรงดึงดูดจากขั้วแม่เหล็กบนสเตอร์เมื่อป้อนกระแสไฟฟ้าเข้าสู่ขดลวด โรเตอร์จะอยู่คงที่ที่ขั้วแม่เหล็กบนสเตเตอร์นั้น ถึงแม้ว่าจะไม่ป้อนกระแสไฟฟ้าอีกต่อไป ทำให้เกิดเป็นแรงยึดหน่วงขึ้น มอเตอร์ชนิดนี้มีข้อดีในความถูกต้องของตำแหน่ง แม้ความเร็วจะมากขึ้นเมื่อเปรียบเทียบกับมอเตอร์ชนิดอื่นๆ



รูปที่ 2.25 โครงสร้างและวงจรเทียบเท่าของมอเตอร์ ชนิด 4 ขด

2.7.1.3 ชนิดไฮบริด

เป็นชนิดที่นิยมนำมาใช้งานกันมากที่สุด โดยเฉพาะนำมาใช้กับอุปกรณ์ในเครื่องคอมพิวเตอร์ โครงสร้างภายในได้จากการรวมเอาโครงสร้างของโรเตอร์วาริเอเบิลรีลักแตนซ์ และชนิดเพอร์มาเนนต์แมกเนต มาประกอบเข้าด้วยกัน จึงทำให้เป็นมอเตอร์ที่มีแรงยึดหน่วงสูง มีแรงบิดดึงและผลักได้ดีซึ่งมีความคงที่และทำงานได้ดี ถึงแม้ว่าจะมีสเต็ปต่อรอบในการหมุนสูง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.7.1.4 ชนิดแรเอิร์ธเพอร์มาเนนต์แมกเน็ต

เป็นสเต็ปปิงมอเตอร์แบบใหม่อีกชนิดหนึ่ง ปรับปรุงมาจากชนิดเพอร์มาเนนต์แมกเน็ต มีโครงสร้างของโรเตอร์เป็นแผ่นยึดติดกับเพลามอเตอร์ มีโมเมนต์ความเฉื่อยต่ำ อัตราเร่งสูง แรงบิดดึงทางกลและความถูกต้องของตำแหน่งสูงมาก ความเร็วเริ่มหมุนและหยุดหมุนสูง สูญเสียพลังงานต่ำ สเต็ปปิงมอเตอร์ชนิดนี้มีชื่อเรียกอีกอย่างว่า ดิสก์แมกเน็ตสเต็ปปิงมอเตอร์ (Disk Magnet Stepping Motor)

จากตารางที่ 2.6 และ 2.7 แสดงลักษณะของมุมโรเตอร์หมุนกับกระแสไฟฟ้าที่ป้อนแก่เฟสต่างๆ จะสามารถสั่งงานให้สเต็ปปิงมอเตอร์หมุนได้ 3 อย่าง คือ

1. แบบจ่ายกระแสไฟให้เฟสเดียววนเวียนกันไป เรียก ONE-EXCITATION หรือ HALF DRIVE คือ f1, f2, f3 และ f4 การ OUT EXCITATION แบบนี้แรงบิดจะน้อย
2. แบบจ่ายกระแสไฟให้พร้อมกันทีเดียว 2f เรียก TWO-EXCTATION หรือFULL STEP คือ f1f2, f2f3, f3f4 และ f4f1 หมุนเวียนกันไปแบบนี้แรงบิดจะมาก
3. แบบจ่ายกระแสไฟให้ทีละ 1 เฟส สลับกับ 2 เฟส เรียก ONE-TWO EXCITATION หรือ HALF STEP เหมือนรูปแสดงของมุมโรเตอร์ แต่แบบนี้จำนวน STEP ทวนเข็มจะเป็นตรงกันข้าม

ตารางที่ 2.6 ลักษณะของมุมโรเตอร์หมุนกับกระแสไฟที่ป้อนแก่เฟสต่างๆ

เฟส	ϕ_1	ϕ_3	ϕ_2	ϕ_1
ϕ_1	1	0	0	1
ϕ_2	0	0	1	0
ϕ_3	0	1	0	0
ϕ_4	1	0	0	0

ตารางที่ 2.7 มุมของโรเตอร์เทียบกับกระแสไฟฟ้าที่จ่ายแก่เฟสต่างๆ 8 ตำแหน่ง

เฟสที่จ่ายกระแสไฟฟ้า	ϕ_1	$\phi_1\phi_2$	ϕ_2	$\phi_2\phi_3$	ϕ_3	$\phi_3\phi_4$	ϕ_4	$\phi_4\phi_1$
ตำแหน่งโรเตอร์	⇧	⇗	⇨	⇘	⇩	⇙	⇦	⇖

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.7.2 ประโยชน์ของสเต็ปปิงมอเตอร์

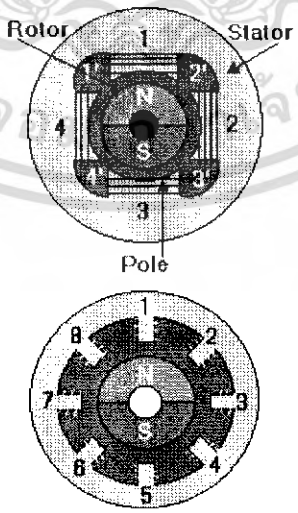
ในระบบควบคุมตำแหน่งที่ใช้สเต็ปปิงมอเตอร์นั้นมีข้อดีอยู่หลายประการ คือ

1. ในลักษณะการควบคุมแบบไม่ต้องการการป้อนกลับ ไม่ว่าจะเป็นการควบคุมตำแหน่งหรือความเร็ว
2. ความผิดพลาดที่เกี่ยวกับตำแหน่งแทบไม่มีเลย เนื่องจากการเคลื่อนที่ของสเต็ปปิงมอเตอร์นั้นเคลื่อนที่เป็นสเต็ปด้วยจำนวนองศาที่มีค่าแน่นอน
3. สเต็ปปิงมอเตอร์จะถูกนำมาใช้กับเครื่องมือที่ต้องการความละเอียดแม่นยำและใช้อยู่ในเครื่องมือประเภทดิจิตอล เช่น เครื่องวาดรูป เครื่องคอมพิวเตอร์ นิวเมอริคอลคอนโทรล (Computer Numerical Control) หรือ CNC
4. ไม่จำเป็นต้องใช้วงจรแปลงดิจิตอลเป็นแอนะลอก เมื่ออินเตอร์เฟสกับไมโครคอมพิวเตอร์

2.7.3 หลักการทำงานของสเต็ปปิงมอเตอร์ทั่วไป

สเต็ปปิงมอเตอร์เป็นมอเตอร์ที่มีลักษณะเมื่อป้อนไฟฟ้าให้กับมอเตอร์ทำให้หมุนเพียงเล็กน้อยตามเส้นรอบวงและหยุด ซึ่งต่างจากมอเตอร์ทั่วไปที่จะหมุนทันทีและตลอดเวลาเมื่อป้อนแรงดันไฟฟ้า ข้อดีของสเต็ปปิงมอเตอร์สามารถกำหนดตำแหน่งของการหมุนด้วยตัวเลข (องศาหรือระยะทาง) ได้อย่างละเอียดโดยใช้คอมพิวเตอร์หรือไมโครคอนโทรลเลอร์เป็นเครื่องกำหนดและจัดเก็บตัวเลข

โครงสร้างของขั้วแม่เหล็กบนสเต็ปปิงมอเตอร์ทำมาจากแผ่นเหล็กวงแหวนที่มีซี่ยื่นออกมาประกอบกันเป็นชั้นๆ โดยที่แต่ละซี่นั้นจะมีคอยล์ (ขดลวด) พันสวมอยู่ เมื่อมีการป้อนกระแสผ่านคอยล์ทำให้เกิดสนามแม่เหล็กไฟฟ้า (Electromagnetic) ดังรูปที่ 2.26



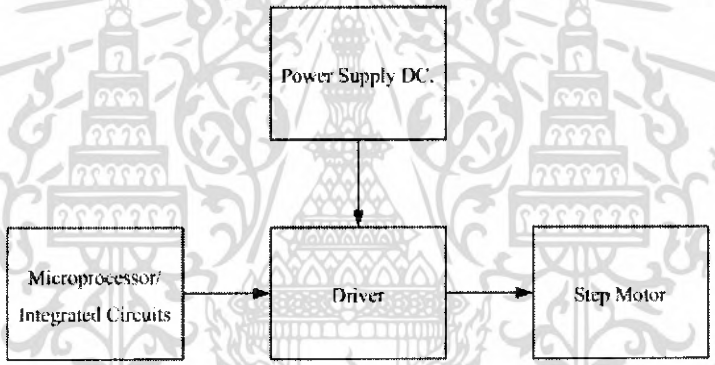
รูปที่ 2.26 โครงสร้างภายในสเต็ปปิงมอเตอร์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ในที่นี้ซึ่งถ้าเพิ่มจำนวนของขั้วแม่เหล็กมากขึ้นจะเพิ่มจำนวนของสเต็ปต่อวงจรรอบมากขึ้นตามด้วย ตามรูปที่ 2.26

ลักษณะการนำไปใช้งานสเต็ปปิงมอเตอร์ ใช้งานลักษณะ Open Loop System แปลเป็นภาษาไทย ระบบเปิด คือ สเต็ปปิงมอเตอร์สามารถทำงานได้โดยไม่ต้องมีการป้อนค่าพารามิเตอร์กลับมา (Feed back) แต่ทุกวิธีที่ต้องการกำหนดตำแหน่งที่แน่นอนนั้น จะต้องการป้อนกลับไปยังระบบ และตัวบอกตำแหน่งว่าถูกต้องหรือผิดพลาดให้ทราบ

เช่นวิธีที่ใช้กับสเต็ปปิงมอเตอร์ คือ นำลิมิตสวิตช์ติดตามตำแหน่งที่จะตรวจจับ เมื่อสเต็ปปิงมอเตอร์เริ่มหมุนแล้ว หมุนไปจนถึงตำแหน่งของสวิตช์ตรวจจับสัญญาณ สวิตช์ทำงานก็จะป้อนกลับไปสู่ระบบ ซึ่งก็จะทำให้รู้การทำงานของสเต็ปปิงมอเตอร์ตลอด ตัววงจรไมโครคอนโทรลเลอร์จะมีจุดอ้างอิงไว้ให้เริ่มต้นการทำงานและอ้างอิงตำแหน่งได้ถูกต้อง



รูปที่ 2.27 การควบคุมระบบสเต็ปปิงมอเตอร์

โดยแนวทางสเต็ปปิงมอเตอร์เป็นอุปกรณ์จำพวกเชิงกลทางไฟฟ้า โดยมีกรุ๊ปของไบนารี่ 120 โวลต์เดทเป็นอินพุตและการเคลื่อนที่แบบเชิงมุมเป็นเอาท์พุต หรือว่าหมุนทีละสเต็ปซึ่งอยู่ระหว่าง 0.1-30 องศา อยู่ที่โครงสร้างของสเต็ปปิงมอเตอร์ โดยตามสัญญาณพัลส์ที่จ่ายให้กับขดสเตเตอร์ทำให้เกิดแรงผลักแก่โรเตอร์หมุนไป สเต็ปปิงมอเตอร์มีขดลวดหลายชุดที่เรียกว่าเฟส (Phase) ดังนั้นสัญญาณที่ต่อเนื่องเป็นซีเควน (Sequence) ลักษณะของไบนารี่ (Binary) ซึ่งจะต้องไปผ่านวงจรไดรเวอร์ (Driver) ก็จะทำให้โรเตอร์หมุนไปอย่างต่อเนื่อง ดังรูปที่ 2.27

2.7.4 การพันขดลวดบนสเต็ปปิงมอเตอร์

จะเห็นว่าการพันมีด้วยกัน 2 วิธี คือ แบบไบโพล่าร์ (Bipolar) และแบบยูนิโพล่าร์ (Unipolar)

2.7.4.1 แบบไบโพลาร์

มีการพันขดลวด 1 ขดบนแต่ละขั้วแม่เหล็กของสเตเตอร์ขั้วแม่เหล็กที่เกิดขึ้นบนสเตเตอร์ถูกกำหนดโดยทิศทางของกระแสไฟฟ้า และทำให้เกิดขั้วแม่เหล็กในทิศทางตรงข้ามกันได้โดยการกลับทิศทางการ

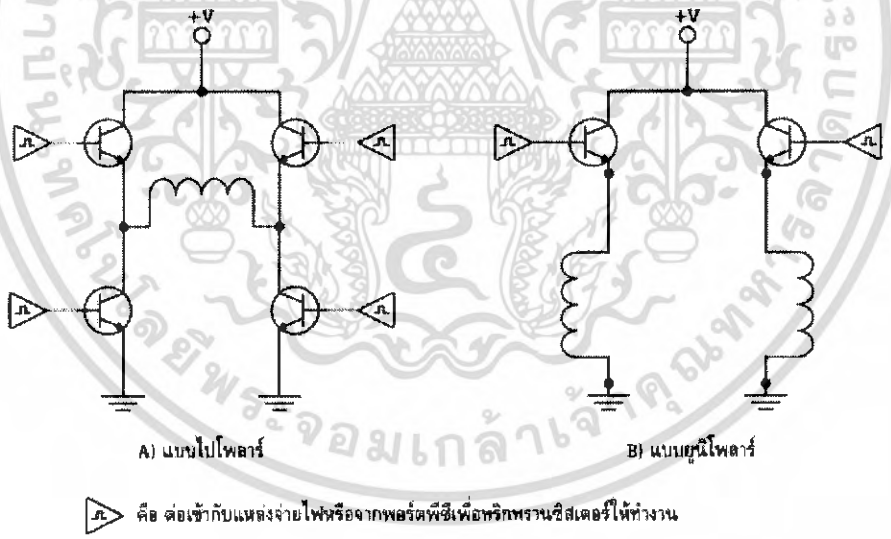
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ไหลของกระแสไฟฟ้า ซึ่งการกำหนดทิศทางการไหลและการกลับทิศทางของกระแสไฟฟ้าทำได้โดยการใช้วงจรสวิตชิ่งกลับขั้วไฟฟ้า

2.7.4.2 แบบยูนิโพลาร์

มีการพันขดลวด 2 ขดบนแต่ละขั้วแม่เหล็กของสเตเตอร์ซึ่งแต่ละขดจะทำให้เกิดขั้วแม่เหล็กในทิศทางตรงข้ามกัน การกลับขั้วแม่เหล็กเปลี่ยนไปมาทำได้โดยการสวิตชิ่งกระแสไฟฟ้าจากขดลวดหนึ่งไปยังอีกขดหนึ่งแทนเท่านั้น โดยปกติขดลวดทั้งสองจะมีการเชื่อมต่อกันหรือมีจุดร่วมเพื่อลดจำนวนของสายไฟที่ต่อจากมอเตอร์ วงจรจ่ายกำลังไฟฟ้าของมอเตอร์แบบยูนิโพลาร์ทำได้ง่ายกว่าแบบไบโพลาร์ เพราะต้องการแค่เพียงสวิตช์ธรรมดาในการเปิดและปิดกำลังไฟฟ้าให้กับให้ขดลวดบนสเตเตอร์ในทิศทางที่ต้องการให้หมุนได้ทันที ดังรูปที่ 2.28 ซึ่งใช้ทรานซิสเตอร์ทำหน้าที่เป็นตัวสวิตชิ่งให้กับสเต็ปปิงมอเตอร์ที่มีการพันขดลวดทั้งสองแบบ จะเห็นได้ว่าในแบบของยูนิโพลาร์เป็นวงจรที่ง่ายและไม่มีความซับซ้อนเลย

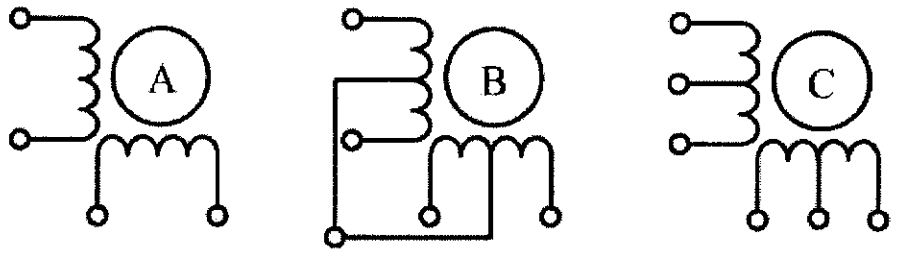
พื้นฐานการสวิตช์ชิ่ง จากการพันขดลวดทั้ง 2 แบบที่กล่าวมามีแตกต่างกัน คือ แบบยูนิโพล่าร์จะทำให้เกิดแรงบิดน้อยกว่าแบบไบโพล่าร์ สังเกตจากสายไฟที่ต่อมาจากตัวสเต็ปปิงมอเตอร์ ซึ่งแบบไบโพลาร์จะมี 4 สาย ส่วนเป็นแบบยูนิโพล่าร์จะมี 5 สายหรือ 6 สาย



รูปที่ 2.28 วงจรจ่ายกำลังไฟฟ้าให้กับสเต็ปปิงมอเตอร์

ลักษณะการพันขดลวดบนสเตเตอร์ของสเต็ปปิงมอเตอร์ทั้งสองแบบนี้แสดงดังรูปที่ 2.29 การพิจารณาว่าสเต็ปปิงมอเตอร์ตัวใดมีการพันขดลวดแบบใด จะสังเกตได้ ถ้าเป็นแบบไบโพลาร์จะมีสายไฟต่อออกจากมอเตอร์ 4 สาย และถ้าเป็นแบบยูนิโพลาร์จะมี 5 หรือ 6 สาย หรือ อาจอ่านจากป้ายชื่อที่ติดอยู่กับมอเตอร์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.29 ลักษณะการพันขดลวดบนสเตเตอร์

2.7.5 การกระตุ้นและการควบคุมการหมุนของสเต็ปปิงมอเตอร์

การทำให้สเต็ปปิงมอเตอร์เคลื่อนไปทีละขั้น ทำได้โดยการกำลังไฟฟ้าไปยังขดลวดแต่ละขดบนสเตเตอร์ ซึ่งจะต้องป้อนเป็นแบบซีเควนเชียลในรูปแบบที่ถูกต้อง การป้อนพัลล์กระตุ้นสเต็ปปิงมอเตอร์สามารถทำได้ 3 รูปแบบ คือ

2.7.5.1 แบบเวฟ

จะเป็นการกระตุ้นแบบที่ง่ายที่สุด ซึ่งจะทำการกระตุ้นขดลวดทีละขดในเวลาหนึ่งๆ เรียงกันไป ตัวอย่างเช่น ขดที่ 1, 2, 3, 4, 1, 2, 3 และ 4 เป็นลำดับอย่างนี้ หรือ ขด 1, 4, 3, 2, 1, 4, 3 และ 2 เป็นลำดับกันไป ดังตารางที่ 2.8 ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับทิศทางที่เราต้องให้มอเตอร์หมุนไป วงจรที่นำมากระตุ้นนั้นจะมีราคาค่อนข้างจะถูกกว่าและง่ายกว่า

ดังนั้น เป็นการป้อนกระทำให้กับขดลวดแต่ละขดของสเต็ปปิงมอเตอร์ทีละขดเรียงลำดับกันได้ ลักษณะการขับแบบนี้จะทำให้แรงบิดน้อย

ตารางที่ 2.8 ขั้นตอนการทำงานแบบเวฟ

Step No.	Phase 1	Phase 2	Phase 3	Phase 4
1	ON			
2		ON		
3			ON	
4				ON
5	ON			
6		ON		

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.7.5.2 แบบ 2 เฟส

มีลักษณะคล้ายกับเวฟ แต่การกระตุ้นแบบนี้จะทำการกระตุ้นโดยจ่ายกำลังไฟฟ้าที่ขดลวด 2 ขดที่อยู่ใกล้กันในเวลาเดียวกันเรียงถัดไปเช่นเดียวกับแบบเวฟขึ้นอยู่กับทิศทางการหมุน การเพิ่มจำนวนขดของขดลวดที่ถูกกระตุ้นจะทำให้เพิ่มแรงบิดได้มากกว่าแบบเวฟ โรเตอร์จะเคลื่อนที่ด้วยแรงดึงอย่างเต็มที่ด้วยแรงดึงจาก 2 ขดลวดที่ถูกกระตุ้นพร้อม จะยกตัวอย่างการกระตุ้นขดลวดในลักษณะซีเควนให้ดังนี้ 12, 23, 34, 41, 12, 23, 34 และ 41 เรียงลำดับกันไปเรื่อยๆ หรือจะเป็น 14, 43, 32, 21, 14, 43, 32 และ 21 เรียงกันไปเรื่อยๆเช่นกัน ดังตารางที่ 2.9

ข้อดีข้อเสียของแบบ 2 เฟส มีดังนี้

ข้อดี การที่จะเพิ่มจำนวนขดลวดที่ถูกกระตุ้นจะทำให้แรงบิดได้มากกว่า แบบเวฟ ซึ่งโรเตอร์จะหมุนด้วยแรงดึงแบบเต็มๆ แรงจากทั้ง 2 ขดลวดที่กระตุ้นพร้อมกัน

ข้อเสีย แบบ 2 เฟส จะกระตุ้นขดลวดนั้นต้องใช้กำลังไฟมากขึ้นเป็น 2 เท่าของแบบเวฟ

ตารางที่ 2.9 ลำดับการกระตุ้นของขดลวดแบบ 2 เฟส

Step No.	Phase 1	Phase 2	Phase 3	Phase 4
1	ON	ON		
2		ON	ON	
3			ON	ON
4	ON			ON
5	ON	ON		
6		ON	ON	

2.7.5.3 แบบครึ่งสเต็ป

เป็นแบบที่ได้จากการผสมระหว่างการกระตุ้นแบบเวฟ และแบบ 2 เฟส เพื่อเพิ่มจำนวนสเต็ปต่อรอบอีกหนึ่งเท่าตัว แรงบิดที่ได้จากการกระตุ้นแบบนี้จะเพิ่มมากขึ้น เพราะช่วงสเต็ปมีระยะสั้นลง และแต่ละสเต็ปเกิดจากแรงดึงของขดลวด 2 ขด ที่ถูกกระตุ้นพร้อมกัน ความถูกต้องของตำแหน่งจึงมีเพิ่มมากขึ้น ที่สำคัญการกระตุ้นแบบนี้จะต้องทำการหมุน 2 สเต็ปจึงเท่ากับ 1 สเต็ปของ 2 แบบแรก ส่วนแหล่งจ่ายไฟต้องใช้เหมือนกับแบบ 2 เฟส

ซึ่งในระบบนี้จะทำการกระตุ้นขดลวดเรียงกันไปเรื่อยๆเป็นลำดับ ดังจะยกตัวอย่างต่อไปนี้ 1, 12, 2, 23, 3, 34, 4, 41, 1, 12, 2, 23, 3, 34, 4, 41 และ 1 เป็นลำดับอยู่อย่างนี้เรื่อยไป ถ้าจะกลับทิศทางการหมุน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ก็จะได้เป็นดังนี้ 1, 41, 4, 43, 3, 32, 2, 21, 1, 41, 4, 43, 3, 32, 2, 21 และ 1 เป็นลำดับกันไป ดังตารางที่ 2.10 ข้อดีและข้อเสียของการกระตุ้นแบบครึ่งสเต็ป

ข้อดี การกระตุ้นแบบนี้จะให้แรงบิดที่เพิ่มมากขึ้น เนื่องจากช่วงสเต็ปที่มีระยะสั้นลง อีกประการหนึ่งแต่ละสเต็ปเกิดแรงดึงจากขดลวด 2 ขดที่ถูกกระตุ้นพร้อมกันเป็นผลให้ค่าตำแหน่งความถูกต้องมากขึ้นไปด้วย

ข้อเสีย ก็คงจะเช่นเดียวกับแบบ 2 เฟส ที่ต้องจ่ายกำลังไฟเป็น 2 เท่าของแบบเวฟหรือจะใช้เท่ากับแบบ 2 เฟส นั่นเอง

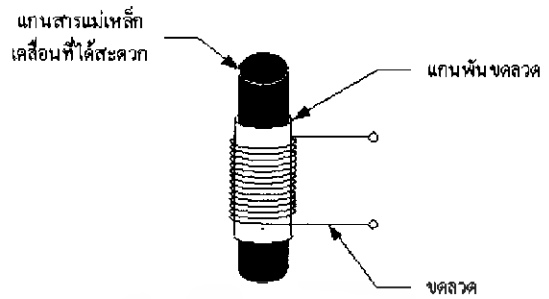
ตารางที่ 2.10 ลำดับการทำงานของแบบครึ่งเฟส

Step No.	Phase 1	Phase 2	Phase 3	Phase 4
1	ON			
2	ON	ON		
3		ON		
4		ON	ON	
5			ON	
6			ON	ON
7				ON
8	ON			ON
9	ON			
10	ON	ON		

2.8 โซลินอยด์

โซลินอยด์ (solinoild) มีรากศัพท์มาจากคำว่า โซเลน (Solen) ซึ่งมีความหมายทางการแพทย์คล้ายๆ เฝือกหุ้มอวัยวะที่ได้รับบาดเจ็บ ซึ่งก็อาจจะอยู่ในลักษณะของปลอกแขนหรือปลอกขา โครงสร้างพื้นฐานของโซลินอยด์ คือ ขดลวดพันรอบๆ แกนสารแม่เหล็ก ลักษณะก็เป็นคล้ายๆ ทรงกระบอก ดังรูปที่ 2.30

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



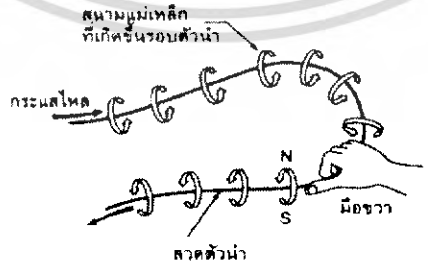
รูปที่ 2.30 โครงสร้างพื้นฐานของโซลินอยด์

โซลินอยด์มักจะนำมาใช้กับงานที่ต้องการเชื่อมโยงพลังงานไฟฟ้ามาเป็นพลังงานกลโดยตรง โดยสัญญาณไฟฟ้าที่ป้อนให้เข้ามาทางขดลวด จะทำให้แกนสารแม่เหล็กของโซลินอยด์เกิดการเคลื่อนที่ขึ้น การเคลื่อนที่นี้เองที่นำไปใช้ประโยชน์ เช่น ขัดกลอนประตู เอาไว้ไปถีบกระเดื่องทำให้กลไกทำงานหรือหยุดทำงาน โดยโซลินอยด์ที่มีใช้กันมีทั้งชนิดที่ใช้กับไฟฟ้ากระแสสลับ และไฟฟ้ากระแสตรง

2.8.1 หลักการทำงานของโซลินอยด์

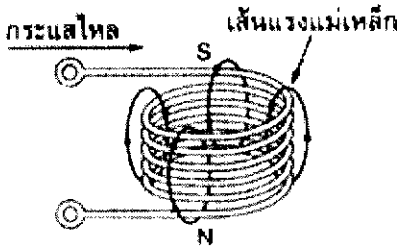
โดยเออร์สเตดเป็นผู้ตั้งกฎว่า (ตามหลักความเป็นจริงที่ค้นพบ) เมื่อมีกระแสไฟฟ้าไหลในลวดตัวนำใดๆ ก็ตามจะเกิดสนามแม่เหล็กขึ้นรอบๆ ตัวนำนั้น ดังแสดงในรูปที่ 2.31 โดยเออร์สเตดยังออกกฎมือขวามาให้ดูทิศทางเส้นแรงแม่เหล็ก คือ ถ้าเอามือขวากำรอบเส้นลวด โดยให้นิ้วโป้งแทนทิศทางกระแสไหล ส่วนนิ้วที่เหลือทั้งหมด (ซึ่งมี 4 นิ้ว และจะหันไปทางเดียวกัน) จะแสดงทิศทางเส้นแรงแม่เหล็กจากขั้วใต้ไปขั้วเหนือ

เมื่อเรานำเส้นลวดที่ยาวมาขดเป็นวงๆ หลายๆ วงก็จะเกิดลักษณะของขดลวดขึ้น ดังรูปที่ 2.32 สนามแม่เหล็กที่เกิดจากขดลวดแต่ละขดจะอยู่ในทิศทางเสริมกัน และเกิดเป็นเส้นแรงของสนามแม่เหล็กรวมมีทิศทางเหนือใต้ ซึ่งขณะนี้ขดลวดจะทำหน้าที่เช่นเดียวกับแม่เหล็กถาวรแท่งหนึ่ง ซึ่งพร้อมที่จะดูดสารแม่เหล็กทันที แต่เนื่องจากสภาพรอบๆ ขดลวดเป็นอากาศ เส้นแรงแม่เหล็กจึงไม่เข้มข้นมากนัก



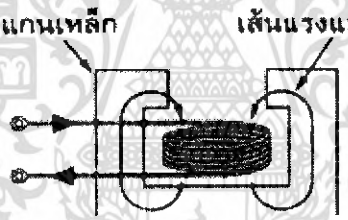
รูปที่ 2.31 ทิศทางของสนามแม่เหล็กที่เกิดขึ้นเมื่อมีกระแสไหลผ่านขดลวด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

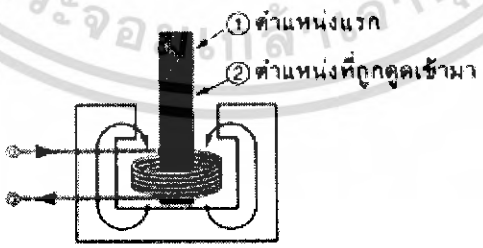


รูปที่ 2.32 ทิศทางของสนามแม่เหล็กที่เกิดขึ้นในขดลวดที่มีกระแสไหล

เพื่อที่จะไม่ให้สนามแม่เหล็กที่เกิดขึ้นกระจัดกระจาย จึงใส่แกนเหล็กอ่อนรูปตัว C เข้ามา รอบๆ ขดลวดเพื่อให้สนามแม่เหล็กมากขึ้น ดังรูปที่ 2.33 ถ้านำแกนกระทุ้ง (Plunger) มาใส่เข้าไปตรงกลางขดลวด ในตำแหน่งที่ 1 แกนกระทุ้งจะถูกดูดให้ลึกเข้ามาจนสนิทในตำแหน่งที่ 2 ดังรูปที่ 2.34 ยิ่งระยะทางใกล้เข้ามาเท่าไร แรงดึงดูดก็จะมากขึ้นเท่านั้น



รูปที่ 2.33 การเพิ่มเหล็กอ่อนเข้ามาเพื่อเพิ่มความเข้มของสนามแม่เหล็ก



รูปที่ 2.34 การเคลื่อนที่ของแกนกระทุ้ง

ข้อแตกต่างระหว่างโซลินอยด์ไฟฟ้ากระแสตรงและโซลินอยด์ไฟฟ้ากระแสสลับ คือ ในโซลินอยด์ไฟฟ้ากระแสตรง กระแสที่ไหลในขดลวดจะค่อนข้างคงที่ไม่เปลี่ยนแปลง ไม่ว่าแกนกระทุ้งจะอยู่ในตำแหน่งใด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ก็ตาม แต่ในโซลินอยด์ไฟฟ้ากระแสสลับ กระแสในขณะที่แกนกระทุ้งอยู่นอกขดลวดจะมีค่าสูง และเมื่อแกนกระทุ้งถูกดูดเข้ามาจนสุดขดลวดกระแสจะลดต่ำลง ลักษณะแบบนี้นี่เองที่ทำให้ต้องระวังอย่าให้เกิดการติดขัดของแกนกระทุ้งในโซลินอยด์ไฟฟ้ากระแสสลับ เพราะจะทำให้เกิดกระแสมากๆ ไหลค้างอยู่ ทำให้ขดลวดร้อนขึ้นและอาจจะไหม้เสียหายได้

โดยโครงสร้างของโซลินอยด์แบบไฟฟ้ากระแสสลับจะต้องพันขดลวด Shaded Coil หรือแหวน (Ring) ซึ่งเป็นลวดพันรอบแกนเหล็กเพียงรอบเดียว หรือไม่กี่รอบลัดวงจรเอาไว้เลย จุดประสงค์ที่พันไว้เพราะในไฟฟ้ากระแสสลับ กระแสจะลดลงมาเป็นศูนย์ 2 ครั้งทุกๆ ไซเกิล ช่วงที่กระแสเป็นศูนย์นี้เองทำให้แรงดึงดูดแม่เหล็กลดลงทำให้เกิดเสียงหึ่งๆ ขึ้น และการดูดก็ไม่แน่นแฟ้น ขดลวดแหวนที่เพิ่มเติมเข้าไปจะทำให้วงจรแม่เหล็กเกิดเป็นสภาพ 2 เฟส คือ แม้ในขณะที่กระแสเป็นศูนย์ก็ตามขดลวดแหวนซึ่งมีกระแสที่เกิดจากการเหนี่ยวนำกับสนามแม่เหล็กจะยังคงมีแรงแม่เหล็กมาเสริมการดูดในช่วงนี้ได้ แต่ก็จะทำให้เกิดการสูญเสียของความร้อนในขดลวดบ้างเป็นข้อแลกเปลี่ยน

2.8.2 ขั้นตอนการเลือกใช้โซลินอยด์

จะต้องคำนึงถึงหลักใหญ่ๆ คือ

1. แรงดันใช้งาน ไม่ว่าจะเป็นไฟฟ้ากระแสตรงหรือไฟฟ้ากระแสสลับ ถ้าเป็นไฟฟ้ากระแสสลับก็ต้องดูความถี่ใช้งานให้ตรงตามต้องการด้วย
2. ช่วงชักใช้งาน (Operating Stroke) ของโซลินอยด์จะต้องเคลื่อนที่เป็นระยะทางเท่าใด (จะกำหนดเป็นมิลลิเมตร)
3. ขนาดของโหลดว่าต้องใช้แรงขนาดเท่าใด มักจะบอกเป็นกรัม
4. ใช้งานต่อเนื่องหรือไม่ การใช้งานต่อเนื่อง (Continuous) หมายถึง อาจจะใส่แรงดันไฟเข้าขดลวดค้างไว้ได้เลย โดยขดลวดไม่ไหม้หรือเป็นแบบจังหวะๆ (Intermittent Duty)

2.8.3 แนวความคิดในการนำเอาโซลินอยด์ไปประยุกต์ใช้

2.8.3.1 สำหรับโซลินอยด์ที่แรงดึงไม่มากนัก

1. ทำเป็นกลอนล็อคประตู เมื่อมีแรงดึงมาที่ขดลวด โซลินอยด์จะดึงแกนกระทุ้งกลับเป็นการปลดล็อค
2. ชูป้ายโฆษณา (Display) ในกรณีนี้ถ้าโซลินอยด์ยังไม่ทำงาน สปริงจะดึงป้ายให้ตั้งฉากกับหน้าต่างป้ายทำให้เราไม่เห็นตัวหนังสือ แต่ถ้าโซลินอยด์ได้รับแรงดันเข้ามา แกนกระทุ้งจะถูกดูดทำให้คานดีดงัดหน้าป้ายโฆษณาออกมาให้เห็นได้
3. ใช้กับกลไกของเล่นที่ทำด้วยอิเล็กทรอนิกส์ต่างๆ เช่น หุ่นยนต์ รถยนต์เด็กเล่น และอื่นๆ อีกมาก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.8.3.2 สำหรับโซลินอยด์ที่แรงดึงมาก (ใช้ในงานอุตสาหกรรม)

1. กลไกอินเตอร์ล็อค ใช้กับพวกเครื่องหยอดเหรียญต่างๆ กระเดื่องทริปของเซอร์กิตเบรกเกอร์ เครื่องเล่นทางอิเล็กทรอนิกส์ เป็นต้น
2. ควบคุมลิ้นของไหล พวกลิ้นเปิดปิดทางเดินของลมหรือน้ำมันในระบบนิวแมติก และไฮดรอลิกส์ ควบคุมลิ้นน้ำทิ้งของเครื่องซักผ้า เป็นต้น
3. ช่วยในการนับจำนวนสินค้า โดยวงจรนับจะส่งแรงดันมาที่โซลินอยด์เป็นช่วงเวลาที่จะได้จำนวนตามต้องการ โซลินอยด์จะดูดและเบนทิศทางสินค้าไปลงหีบห่อตามจำนวนที่ถูกต้อง
4. ระบบเบรก ใช้ควบคุมระบบเบรกในเครื่องจักรกล เครื่องมือช่างไม้ ลิฟต์ รอก เป็นต้น
5. ควบคุมการทำงานของคลัตช์ โดยการดึงให้หน้าคลัตช์เข้ามาแตะกัน เป็นการถ่ายทอดกำลังผ่านไปได้
6. ควบคุมกลไกคานงัดแรง ในเครื่องมือสำนักงาน เครื่องเล่นอีเล็กทรอนิกส์ เครื่องบันทึกสัญญาณ
7. ควบคุมการเจาะและพิมพ์ของเครื่องจักร ก็โดยการดัดแปลงติดตั้งหัวเจาะและพิมพ์เข้าบนแกนของโซลินอยด์
8. ควบคุมการเปิดปิดของฮอปเปอร์ (Hopper คล้ายกับปากกรวย มีหน้าที่เป็นทางไหลของวัตถุที่อยู่ในโซโล)

2.8.4 ข้อระวังในการใช้โซลินอยด์เพื่อให้อายุยืนยาว

1. โซลินอยด์ไฟฟ้ากระแสสลับจะต้องทำกลไกให้มั่นใจได้ว่า โซลินอยด์จะดูดแกนกระทุ้งเข้ามาหาสุดตัวเต็มที่ ถ้าไม่เช่นนั้นกระแสในโซลินอยด์จะสูง และเกิดความร้อน และขดลวดอาจจะไหม้ ได้การดัดแปลงแก้ไข โดยถ้าเกิดมีการติดขัดด้านโหลด ใช้สปริงเชื่อมต่อ (Joint Spring) เพิ่มเติมจะยึดตัวให้แกนเคลื่อนที่เข้าไปสุดได้
2. ควรระวังให้แนวการเคลื่อนที่ของแกนกระทุ้งอยู่ในแนวแกนเสมอในกรณีที่การเคลื่อน ที่จะเป็นส่วนโค้ง ก็อาจเพิ่มข้อต่อเข้ามา เพื่อช่วยให้การเคลื่อนที่ของแกนกระทุ้งอยู่ในแนวแกนมากขึ้น
3. พยายามอย่าวางตำแหน่งโซลินอยด์อยู่ใกล้หรือติดกับสารแม่เหล็ก เพราะอาจจะมีสนามแม่เหล็กส่วนหนึ่งรั่วไหลออกไปได้ อันจะเป็นเหตุให้แรงดึงดูดลดลง ควรแก้ไขโดยเพิ่มฉนวนแม่เหล็กแทรกเข้าไปด้วย
4. ต้องติดตั้งตัวถังโซลินอยด์ให้แน่นหนา เนื่องจากโซลินอยด์เป็นตัวส่งกำลังทางกล ฉะนั้นเมื่อมีแรงกริยาออกมา ก็ย่อมต้องมีแรงปฏิกิริยาเกิดขึ้นกับตัวถังของโซลินอยด์ ถ้ายึดไม่แน่นพอในระยะยาวอาจจะทำให้เกิดการสั่นหลุด หรือหลวมได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 3
การออกแบบ การสร้าง และการทำงาน

3.1 กล่าวนำ

ในการออกแบบตู้รับความคิดเห็นสำหรับศูนย์ราชการใสสะอาดจะแบ่งออกเป็นส่วนหลักๆ ประกอบไปด้วย ชุดขับโรลเลอร์, ชุดขับถาดน้ำหมึก, ชุดประทับวัน/เดือน/ปี/จำนวนซองจดหมายและโลโก, ชุดแสดงผลแบบตัวเลข 7 ส่วน, ชุดวงจรควบคุมและผังงาน สามารถแบ่งได้เป็น 2 ส่วนหลักๆ ด้วยกันดังนี้

1. ส่วนการออกแบบโครงสร้างตู้รับความคิดเห็นสำหรับศูนย์ราชการใสสะอาด

- การทำงานเบื้องต้น จะถูกควบคุมด้วยระบบ 4 ระบบ คือ
  - 1.1 ระบบการเซนเซอร์ซองและการประทับตรา
  - 1.2 ระบบการเซตตั้งค่าของตู้รับความความคิดเห็นสำหรับศูนย์ข้าราชการใสสะอาด
  - 1.3 ระบบการรีเซตของตู้รับความความคิดเห็นสำหรับศูนย์ข้าราชการใสสะอาด
  - 1ระบบการอ่านค่าเปรียบเทียบจากฐานเวลา
- ชุดขับถาดน้ำหมึก ทำหน้าที่ขับเคลื่อนถาดน้ำหมึกเข้ามายังตำแหน่งของชุดหัวปั๊ม
- ชุดขับโรลเลอร์ ทำหน้าที่ในการขับเคลื่อนซองจดหมายมายังตำแหน่งที่ต้องการประทับ
- ชุดหัวประทับวัน/เดือน/ปี/จำนวนซองจดหมายและโลโก ทำหน้าที่ประทับจำนวนซองและวัน/เดือน/ปี/จำนวนซองจดหมายและโลโก
- ชุดแสดงผลแบบตัวเลข 7 ส่วน ทำหน้าที่ในการนับจำนวนของซองจดหมายที่มีอยู่ในตู้รับความคิดเห็นสำหรับศูนย์ราชการ ใสสะอาด
- แหล่งจ่ายไฟ แหล่งจ่ายแรงดันใช้แหล่งจ่ายไฟฟ้ากระแสตรง 12 โวลต์ และ 24 โวลต์

2. ส่วนวงจรควบคุม

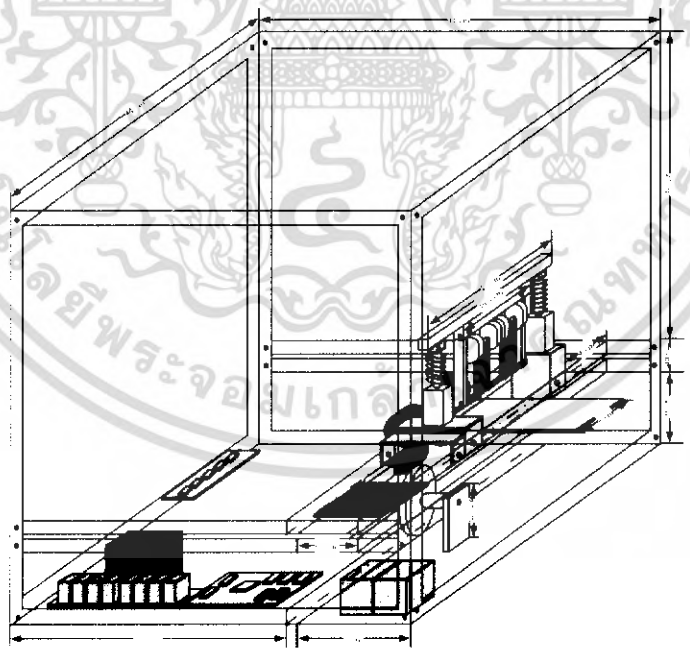
- วงจรไมโครคอนโทรลเลอร์ แบ่งเป็นส่วนของแรงดันไฟฟ้าเลี้ยงวงจรไมโครคอนโทรลเลอร์, วงจรขับสเต็ปปิงมอเตอร์, วงจรเซนเซอร์, วงจรขับมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรง, วงจรแสดงผลแบบตัวเลข 7 ส่วน
- วงจรรีเลย์ขับมอเตอร์และโซลินอยล์ รีเลย์ที่ใช้เป็นแบบหน้าสัมผัสเดี่ยว ใช้แรงจ่ายแรงดันไฟฟ้ากระแสตรง 12 โวลต์ และ 24 โวลต์ 1.2 แอมแปร์
- วงจรขับสเต็ปปิงมอเตอร์ การทำงานใช้ในการหมุนตรายางให้เลื่อนไปตามวันเวลาและจำนวนที่กำหนดโดยใช้หมุนตรายางของตำแหน่งปี/เดือน/วัน/จำนวนซองจดหมายและโลโก
- วงจรแสดงผลแบบตัวเลข 7 ส่วน อธิบายการเชื่อมต่อกับพอร์ตต่างๆ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- วงจรสวิทช์ควบคุม ประกอบไปด้วยสวิตช์รีเซตระบบ, สวิตช์เซตระบบ, สวิตช์ UP, สวิตช์ DOWN, สวิตช์รีเซตจำนวนซอง, สวิตช์ STOP
- วงจรเซนเซอร์ ประกอบไปด้วยเซนเซอร์ตรวจจับซองเข้า, เซนเซอร์ตรวจจับจำนวนซอง, เซนเซอร์ตรวจจับวันที่, เซนเซอร์ตรวจจับซองออก
- วงจรแสดงสถานะการทำงาน ทำหน้าที่ในการแสดงสถานะการทำงานของตู้รับความคิดเห็นสำหรับศูนย์ราชการใสสะอาด ซึ่งเป็นตัวบอกได้ว่าตู้รับความคิดเห็นสำหรับศูนย์ราชการใสสะอาดนั้นทำงานอยู่หรือว่ารอการทำงาน
- วงจรระบบไฟสำรองวงจรควบคุมระบบไฟฟ้าที่ทำหน้าที่เป็นไฟฟ้าสำรอง ซึ่งวงจรระบบไฟฟ้าสำรองนี้จะต่ออยู่เข้ากับแบตเตอร์รี่ 12 โวลต์ 2 ก้อน
- ส่วนของผังงาน ทำหน้าที่ควบคุมระบบทั้ง 4 ระบบของการทำงานของตู้รับความคิดเห็นสำหรับศูนย์ราชการใสสะอาด

3.2 การออกแบบโครงสร้างตู้รับความคิดเห็นสำหรับศูนย์ราชการใสสะอาด

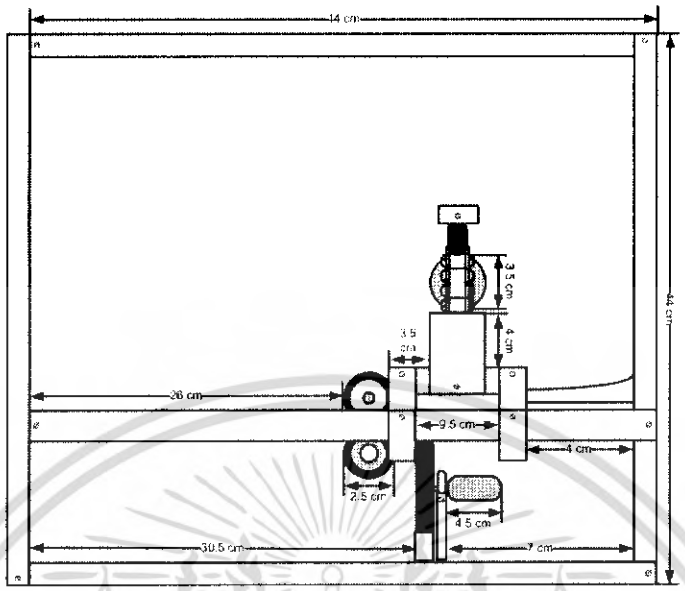
การออกแบบตู้รับความคิดเห็นสำหรับศูนย์ราชการใสสะอาด



รูปที่ 3.1 โครงสร้างของตู้รับความคิดเห็นสำหรับศูนย์ราชการใสสะอาดที่ออกแบบ

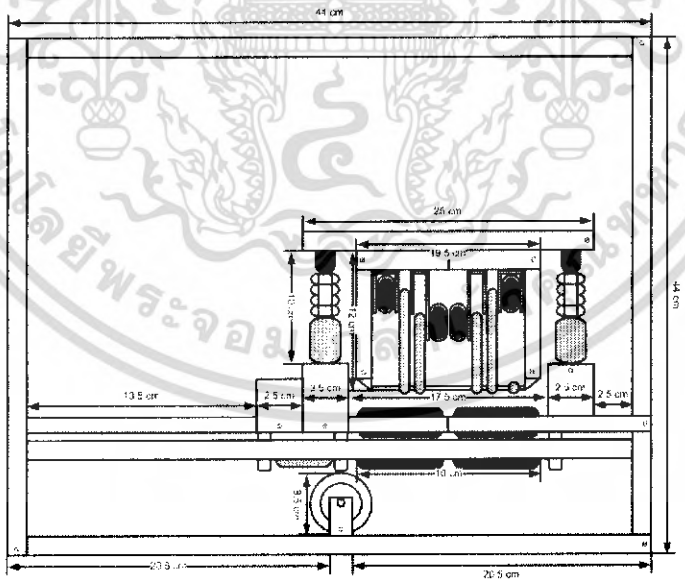
จากรูปที่ 3.1 เป็นโครงสร้างของตู้รับความคิดเห็นสำหรับศูนย์ราชการใสสะอาดที่ออกแบบ ซึ่งมีขนาดความกว้างและความยาวเท่ากับ 44 นิ้ว

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3.2 ขนาดและลักษณะด้านข้างของตู้รับความคิดเห็นสำหรับศูนย์ราชการใสสะอาดที่ออกแบบ

จากรูปที่ 3.2 เป็นโครงสร้างด้านข้างของตู้รับความคิดเห็นสำหรับศูนย์ราชการใสสะอาดที่ออกแบบ ซึ่งประกอบด้วยขนาดความกว้างและความยาวของส่วนต่างๆ ที่ได้ออกแบบไว้ในมุมมองด้านข้าง



รูปที่ 3.3 ขนาดและลักษณะด้านหน้าของตู้รับความคิดเห็นสำหรับศูนย์ราชการใสสะอาดที่ออกแบบ

จากรูปที่ 3.3 เป็นโครงสร้างด้านหน้าของตู้รับความคิดเห็นสำหรับศูนย์ราชการใสสะอาดที่ออกแบบ ซึ่งประกอบด้วยขนาดความกว้างและความยาวของส่วนต่างๆ ที่ได้ออกแบบไว้ในมุมมองด้านหน้า

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.2.1 การทำงานเบื้องต้นของตู้รับความคิดเห็นสำหรับศูนย์ข้าราชการใสสะอาด

ตู้รับความความคิดเห็นสำหรับศูนย์ข้าราชการใสสะอาดในส่วนของการทำงานเบื้องต้นนั้นสามารถแบ่งเป็น 4 ส่วนได้ด้วยกัน

3.2.1.1 ระบบการเซนเซอร์ซองและการประทับตรา

จะเริ่มจากระบบเซนเซอร์ที่จะคอยตรวจจับว่ามีซองจดหมายเข้าภายในตู้แล้วหรือยังถ้ามีแล้วระบบจะสั่งการให้กลไกชุดขับมอเตอร์โรลเลอร์ดึงซองเข้ามา จากนั้นระบบจะสั่งให้กลไกขับถาดน้ำหมึกเคลื่อนตัวออกมายังจุดที่ทำการปั๊มน้ำหมึกโดยใช้โซลินอยด์ในการดึงหัวปั๊มลงมาประทับน้ำหมึกและดึงขึ้นเมื่อเสร็จจากนั้นถาดน้ำหมึกจึงเคลื่อนตัวกลับเพื่อที่ชุดกลไกของโซนอยด์จะได้ดึงหัวปั๊มลงมาประทับตราลงบนตัวซองจดหมายแล้วจึงทำการเคลื่อนพาซองจดหมายนำไปเก็บเข้าที่ยังตำแหน่งที่กำหนด จากนั้นระบบก็จะสั่งให้มีการนับจำนวนซองเพิ่มขึ้นพร้อมทั้งแสดงผลที่ด้านหน้าของตู้รับความความคิดเห็นสำหรับศูนย์ข้าราชการใสสะอาดทุกครั้งที่มีกระบวนนี้เกิดขึ้น

3.2.1.2 ระบบการเซตตั้งค่าของตู้รับความความคิดเห็นสำหรับศูนย์ข้าราชการใสสะอาด

กระบวนการนี้จะเกิดขึ้นเมื่อมีการค่ามาจากการกดปุ่มเซต (Set) ในการตั้งค่าแรกเริ่มในการใช้งานซึ่งระบบจะสั่งให้มีการปรับตำแหน่งโดยใช้กลไกชุดสเต็ปปิงมอเตอร์ปี/เดือน/วันที่/จำนวนซอง ซึ่งค่าเวลาปี/เดือน/วันนั้นจะมีค่าเป็นเท่าไรก็ขึ้นอยู่กับผู้ใช้งานในการตั้งค่ารวมถึงจำนวนซองที่จะถูกตั้งค่าในการเริ่มใช้งานให้มีค่าเป็น 1 เสมอ

3.2.1.3 ระบบการรีเซตของตู้รับความความคิดเห็นสำหรับศูนย์ข้าราชการใสสะอาด

จะเกิดขึ้นก็ต่อเมื่อได้รับค่าจากการกดปุ่มรีเซต (Reset) ในกรณีเมื่อมีการเปิดตู้เพื่อเก็บซองจดหมายซึ่งระบบจะได้สั่งการให้กลไกชุดสเต็ปปิงมอเตอร์ทำการกลับจำนวนซองจดหมาย ณ ตำแหน่งเริ่มต้นให้มีค่าเท่ากับ 0 พร้อมทั้งตั้งค่าให้เป็น 1 รอไว้

3.2.1.4 ระบบการอ่านค่าเปรียบเทียบจากฐานเวลา

ในส่วนนี้จะเป็นการอ่านค่าเวลาจาก IC เบอร์ DS1307 มาทำการเปรียบเทียบกับฐานเวลาปัจจุบันเพื่อทำการตั้งค่าเวลาให้ตรงตามปัจจุบัน

3.2.2 ชุดขับถาดน้ำหมึก

ในส่วนของชุดขับถาดน้ำหมึกของตู้รับความคิดเห็นสำหรับศูนย์ราชการใสสะอาดเป็นชุดที่ทำหน้าที่ขับเคลื่อนถาดน้ำหมึกเข้ามายังตำแหน่งของชุดหัวปั๊มและมีการเคลื่อนที่เป็นแนวตรง ลักษณะของชุดขับถาดน้ำหมึก ดังรูปที่ 3.4 มีหลักการทำงานของชุดขับถาดน้ำหมึก ดังนี้

- หลังจากซองจดหมายเข้ามายังตำแหน่งที่ต้องการประทับถาดน้ำหมึกจะเคลื่อนที่ด้วยกำลังมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรงและถาดน้ำหมึกจะหยุดเมื่อลิมิตสวิตช์ซึ่งติดตั้งอยู่ส่วนด้านข้างทั้ง 2 ข้างของถาดน้ำหมึกขับเคลื่อนถูกกดให้เปิดวงจรคานของลิมิตสวิตช์จะถูกกดจากการชนขอบของถาดน้ำหมึกเพื่อตัดกระแสไฟฟ้าในวงจรขับมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรง ถาดน้ำหมึกจึงหยุด

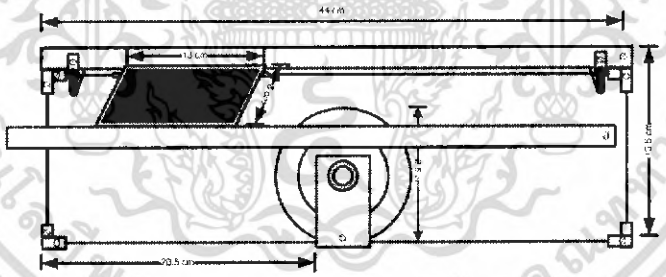
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

อยู่กับที่ทันที จากนั้นเมื่อมีการประทับน้ำหมึกจากชุดหัวประทับแล้ว ถาดน้ำหมึกก็จะเคลื่อนที่กลับ และจะหยุดเมื่อลิมิตสวิตช์ที่อยู่อีกข้างหนึ่งถูกกดจากการชนขอบของถาดน้ำหมึก

- การออกแบบชุดถาดน้ำหมึกถูกออกแบบให้เป็นรูปสี่เหลี่ยมผืนผ้าที่มีแกนขนานกันอยู่ 2 ข้าง ทำหน้าที่เป็นรางเพื่อให้ถาดน้ำหมึกเคลื่อนที่และเป็นตัวรองรับถาดน้ำหมึก มีความกะทัดรัด คงทน แข็งแรง มีน้ำหนักเบาและมีศูนย์กลางที่แม่นยำ มีขนาดความกว้าง 8 เซนติเมตร ยาว 44 เซนติเมตร สูง16เซนติเมตร ดังรูปที่ 3.4
- ส่วนถาดน้ำหมึกเป็นลักษณะแกนขนานกันเพื่อทำหน้าที่ในการเคลื่อนที่ของถาดน้ำหมึกและใช้ในการรองรับถาดน้ำหมึก
- ส่วนชุดขับถาดน้ำหมึกจะใช้มอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรงในการขับล้อขดสายเพื่อให้ถาดน้ำหมึกเกิดการเคลื่อนที่

ขนาดและส่วนประกอบต่างๆ ได้แก่

- มอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรง 12 โวลต์ 30 รอบ/วินาที กินกระแส 1.2 แอมป์
- ล้อขดสาย ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 8.5 เซนติเมตร
- สวิตช์ลิมิต 2 ตัว
- ถาดน้ำหมึก ขนาดกว้าง 8 เซนติเมตร ยาว 12 เซนติเมตร



รูปที่ 3.4 ลักษณะชุดขับถาดน้ำหมึกที่ได้ออกแบบ

3.2.3 ชุดขับโรลเลอร์

ชุดขับโรลเลอร์ เป็นส่วนทำหน้าที่ในการขับเคลื่อนซองจดหมายมายังตำแหน่งที่ต้องการประทับและการขับเคลื่อนเข้ามามีลักษณะเป็นแนวตรง มีหลักการทำงานของชุดขับโรลเลอร์ คือ

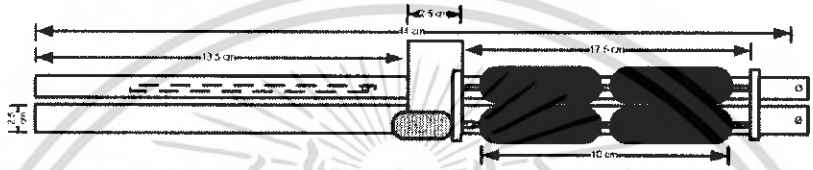
- เมื่อซองจดหมายเข้ามาเซนเซอร์จะเป็นตัวตรวจจับ เปรียบเสมือนสวิตช์อยู่ในตำแหน่ง ON ทำให้โรลเลอร์เกิดการหมุนเคลื่อนที่ขึ้นด้วยกำลังมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรง ดังรูปที่ 3.5 เพื่อทำหน้าที่ในการดึงซองจดหมายเข้ามายังตำแหน่งที่ต้องการประทับ หลังจากเมื่อทำการประทับ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จำนวนและวัน/เดือน/ปีเรียบร้อยแล้ว จากนั้นชุดขับโรลเลอร์ก็จะทำการขับซองจดหมายเข้ามาเก็บไว้

ขนาดและส่วนประกอบต่างๆ ได้แก่

- มอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรง 12 โวลต์ 60 รอบต่อวินาที กินกระแส 1.2 แอมป์
- ลูกยาง จำนวน 2 ชุด ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 2.5 เซนติเมตร ยาว 9 เซนติเมตร
- แกนโรลเลอร์ จำนวน 2 ชุด ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 0.8 เซนติเมตร ยาว 16 เซนติเมตร



รูปที่ 3.5 ชุดขับโรลเลอร์ที่ได้ออกแบบ

3.2.4 ชุดประทับวัน/เดือน/ปี/จำนวนซองจดหมายและโลโก

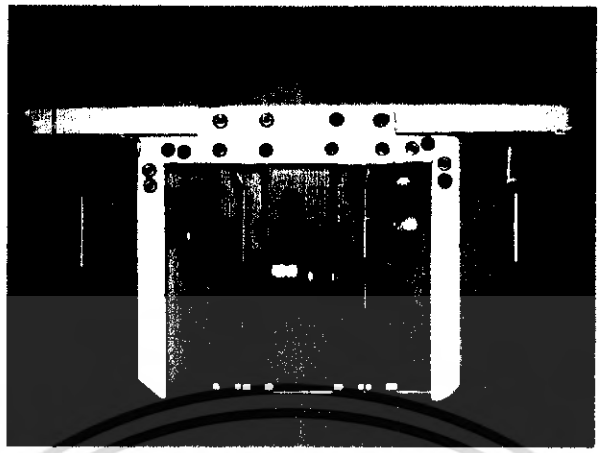
ในส่วนของชุดประทับเป็นส่วนที่ทำหน้าที่ประทับจำนวนซองและวัน/เดือน/ปี/จำนวนซองจดหมายและโลโก มีหลักการทำงานดังนี้

- เมื่อซองจดหมายเข้ามายังตำแหน่งที่ต้องการประทับ โซลินอยด์จะทำหน้าที่ในการดึงหัวประทับลงมาประทับวัน/เดือน/ปี/จำนวนซองจดหมายและโลโก บนซองจดหมายจากนั้นเมื่อประทับวัน/เดือน/ปี/จำนวนซองจดหมายและโลโกเสร็จแล้ว โซลินอยด์ก็จะถูกดันขึ้นโดยอัตโนมัติด้วยแรงสปริง
- การออกแบบชุดประทับถูกออกแบบให้หัวประทับวัน/เดือน/ปี/จำนวนซองจดหมายและโลโกยึดอยู่ในลักษณะแกนเดียวกันดังรูปที่ 3.6 โดยหัวประทับแต่ละส่วนสามารถปรับหมุนหรือเลื่อนปรับค่าวัน/เดือน/ปีและจำนวนได้และยังใช้โซลินอยด์เป็นตัวดึงขึ้นลงของหัวประทับ

ขนาดและส่วนประกอบต่างๆ ได้แก่

- โซลินอยด์ จำนวน 2 ตัว 24 โวลต์
- สเต็ปปิงมอเตอร์ จำนวน 4 ตัว 12 โวลต์
- สายพาน ขนาดกว้าง 0.6 เซนติเมตร เส้นรอบวง 17 เซนติเมตร จำนวน 2 เส้น
- สายพาน ขนาดกว้าง 0.6 เซนติเมตร เส้นรอบวง 13 เซนติเมตร จำนวน 2 เส้น
- สปริง จำนวน 2 ขด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3.6 ชุดประทับตราของตู้รับความคิดเห็นสำหรับราชการใสสะอาด

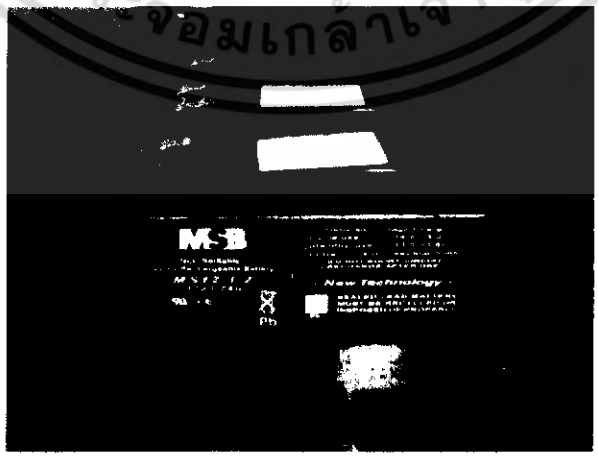
3.2.5 ชุดแสดงผลแบบตัวเลข 7 ส่วน

ชุดแสดงผลแบบตัวเลข 7 ส่วนเป็นตัวทำหน้าที่ในการนับจำนวนของซองจดหมายที่มีอยู่ในตู้รับความคิดเห็นสำหรับศูนย์ราชการใสสะอาด ซึ่งมีลักษณะดังนี้

เมื่อมีซองจดหมายเข้ามาเซนเซอร์จะทำหน้าที่ในการตรวจจับซองจดหมายที่เข้ามาแต่ละครั้ง จากนั้นก็จะนำการตรวจจับแต่ละครั้งที่ได้จากเซนเซอร์ไปแสดงผลที่ตัวแสดงผลแบบตัวเลข 7 ส่วน

3.2.6 แหล่งจ่ายแรงดัน

แหล่งจ่ายแรงดันใช้แหล่งจ่ายไฟฟ้ากระแสตรง 12 โวลต์, 24 โวลต์ จากแบตเตอรี่ 12 โวลต์ 1.2 แอมแปร์ จำนวน 2 ก้อนดังรูปที่ 3.7 นำมาต่ออันดับกัน ซึ่งจะให้กำลังงานที่เพียงพอต่อการทำงานของทุกๆ ส่วนของตู้รับความคิดเห็นสำหรับศูนย์ราชการใสสะอาด



รูปที่ 3.7 แบตเตอรี่ 12 โวลต์ 1.2 แอมแปร์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.3 ส่วนวงจรควบคุม

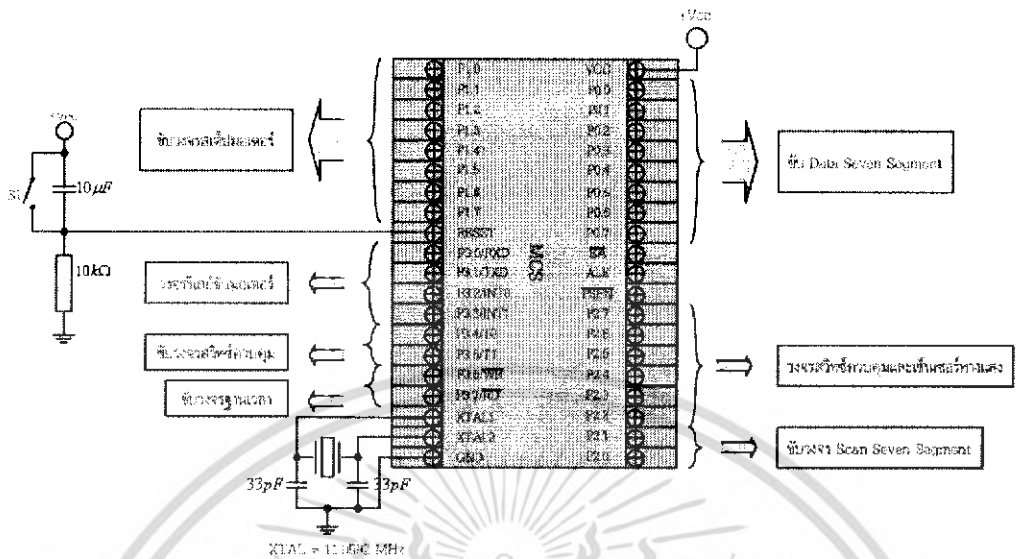
ส่วนวงจรควบคุมจะประกอบไปด้วย วงจรต่างๆ หลายส่วน ได้แก่ วงจรไมโครคอนโทรลเลอร์, วงจรขับมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรง, วงจรขับสเต็ปปิงมอเตอร์, วงจรแสดงผลแบบตัวเลข 7 ส่วน, วงจรสวิตช์ควบคุม, วงจรเซนเซอร์, วงจรแสดงสถานะการทำงาน, วงจรระบบไฟสำรอง, ส่วนของผังงาน ลักษณะของวงจรต่างๆ ได้แก่

3.3.1 วงจรไมโครคอนโทรลเลอร์

วงจรควบคุมไมโครคอนโทรลเลอร์ การต่อวงจรไมโครคอนโทรลเลอร์แบ่งเป็นส่วนของแรงดันไฟฟ้าเลี้ยงวงจรไมโครคอนโทรลเลอร์, วงจรขับสเต็ปปิงมอเตอร์, วงจรเซนเซอร์, วงจรขับมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรง, วงจรแสดงผลแบบตัวเลข 7 ส่วน มีลักษณะของการต่อวงจรดังต่อไปนี้

- จ่ายแรงดันไฟ +5V ให้ขา Vcc ขาที่(40) ของไมโครคอนโทรลเลอร์
- จ่ายแรงดันไฟ -0 V ให้ขา G ขาที่(20) ของไมโครคอนโทรลเลอร์
- ส่วนของวงจรรีเลย์ขับมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรงมีการใช้งานที่ พอร์ต P3 ที่ขา P3.0-P3.3 ซึ่งจะส่งค่าลอจิก "1" หรือไฟบวกไปใช้ในการควบคุมมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรง
- ส่วนวงจรขับมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรงมีการใช้งานที่พอร์ต P1 ที่ขา P1.0-P1.7 ซึ่งขา P1.4-P1.7 จะใช้ในการส่งค่าข้อมูลให้กับมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรงส่วนขา P1.0-P1.3 เป็นขาที่ใช้ในการส่งค่าเป็นลอจิก "0" เพื่อใช้ในการควบคุมเลือกหลักของมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรง
- ส่วนวงจรแสดงผลแบบตัวเลข 7 ส่วน มีการใช้งานที่ พอร์ต P0 ที่ขา P0.0-P0.7 ซึ่งเป็นขาในการส่งค่าข้อมูลต่างๆ ให้กับตัวแสดงผลแบบตัวเลข 7 ส่วนและที่พอร์ต P2 ที่ขา P2.4-P2.7 เป็นพอร์ตที่ใช้ในการสแกนตัวแสดงผลแบบตัวเลข 7 ส่วนซึ่งจะส่งค่าลอจิก "1" ใช้ในการควบคุม
- ส่วนวงจรสวิตช์ควบคุมและวงจรเซนเซอร์มีการใช้งานที่พอร์ต P2 ที่ขา P2.0-P2.3 และพอร์ต P3 ที่ขา P3.3-P3.4 ซึ่งจะรับค่ามาจากเซนเซอร์ ณ จุดต่างๆ จะรับค่าเป็นลอจิก "0" และ "1"

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



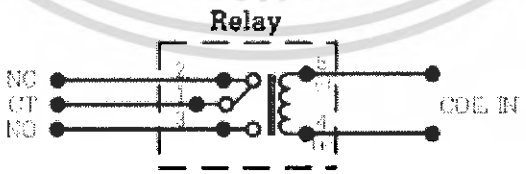
รูปที่ 3.8 วงจรไมโครคอนโทรลเลอร์

3.3.2 วงจรรีเลย์ขับมอเตอร์และโซลินอยล์

รีเลย์ที่ใช้เป็นแบบหน้าสัมผัสเดี่ยว ใช้แรงจ่ายแรงดันไฟฟ้ากระแสตรง 12 โวลต์ และ 24 โวลต์ 1.2 แอมแปร์ ขาที่ใช้งานได้แก่

- ขา 1 เป็นขา CT ของชุดหน้าสัมผัส (Contact)
- ขา 2 เป็นขา NC ของชุดหน้าสัมผัส
- ขา 3 เป็นขา NO ของชุดหน้าสัมผัส
- ขา 4, 5 เป็นขา Coil เหนี่ยวนำของชุดรีเลย์

ลักษณะของหน้าสัมผัสรีเลย์ ดังรูปที่ 3.9



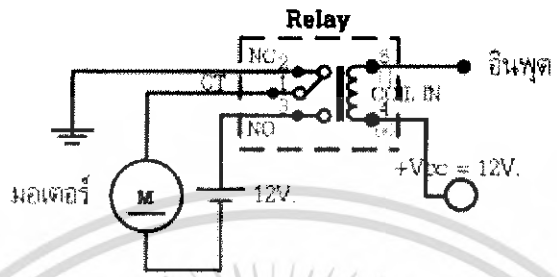
รูปที่ 3.9 ขาต่างๆ ของรีเลย์

3.3.2.1 วงจรรีเลย์ขับมอเตอร์ทิศทางเดียว

ใช้การต่อไฟลบให้กับขั้วลบของมอเตอร์โดยตรงและใช้หน้าสัมผัสของรีเลย์ทำหน้าที่ตัดต่อไฟบวก 12 โวลต์ จ่ายให้กับขั้วบวกของมอเตอร์ ดังรูปที่ 3.10 วงจรรีเลย์สามารถส่งต่อวงจรหน้าสัมผัสด้วยการป้อนไฟ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

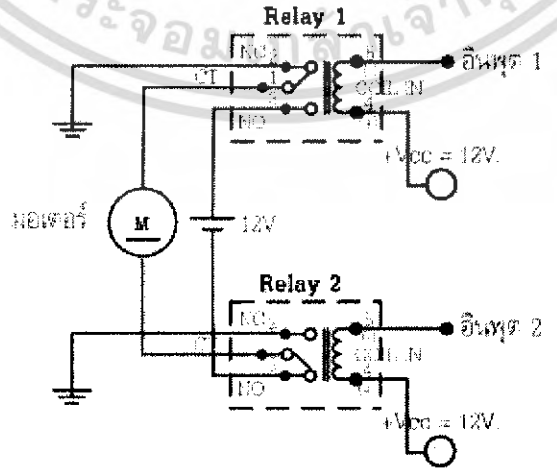
ลบที่จุด อินพุต คอยล์รีเลย์ และเหนี่ยวนำทำให้เกิดสนามแม่เหล็ก มาดึงแกนเหล็กให้กดก้านหน้าสัมผัสให้ต่อกันจนครบวงจร ทำให้มอเตอร์ในทิศทางที่มีการต่อได้เพียงทิศทางเดียว



รูปที่ 3.10 วงจรรีเลย์ขับมอเตอร์ทิศทางเดียว

3.3.2.2 วงจรรีเลย์ขับมอเตอร์ 2 ทิศทาง

ใช้หน้าสัมผัสของรีเลย์ 2 ตัว ทำหน้าที่ตัดต่อไฟบวกและไฟลบ จ่ายให้กับมอเตอร์คือ ขา CT ทั้งคู่จะถูกดึงมาต่อกับขั้วบวกและขั้วลบของมอเตอร์ ซึ่งปกติขารีเลย์ทั้งสองตัว จะต้องต่ออยู่กับขา NC ซึ่งจ่ายแรงดันไฟลบให้ทั้งคู่ ส่วนขา NO ของทั้งสองตัวจะต่ออยู่กับไฟบวก ดังนั้นรีเลย์ทั้งสองตัวจะทำงานเหมือนกัน คือขณะไม่มีอินพุตรีเลย์จะจ่ายไฟลบตลอดเวลา และขณะมีอินพุตจะจ่ายไฟบวกออกมา เมื่อป้อน อินพุต 1 รีเลย์ 1 จะจ่ายไฟบวก รีเลย์ 2 จะจ่ายไฟลบทำให้มอเตอร์หมุนซ้ายตามแรงดันที่จ่าย และเมื่อป้อน อินพุต 2 รีเลย์ 2 จะจ่ายไฟบวก รีเลย์ 1 จะจ่ายไฟลบทำให้มอเตอร์หมุนขวา เมื่อไม่จ่ายอินพุตแก่รีเลย์ทั้งสองตัวจะได้เอาต์พุตเป็นลบทั้งคู่ ไม่เกิดความต่างศักดิ์ทางไฟฟ้ามอเตอร์จึงไม่หมุน การต่อวงจรในลักษณะดังกล่าวจึงสามารถสั่งมอเตอร์ให้หยุดหมุนและยังสามารถสั่งให้หมุนได้ทั้ง 2 ตัวทิศทาง ดังรูปที่ 3.11

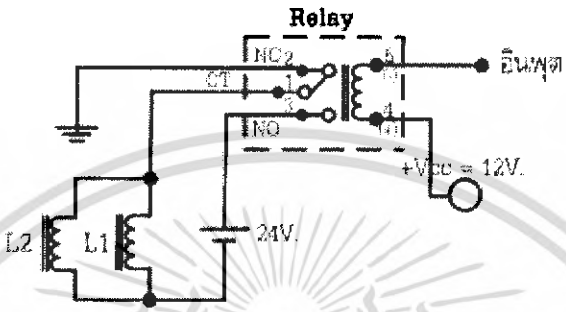


รูปที่ 3.11 วงจรรีเลย์ขับมอเตอร์ 2 ทิศทาง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

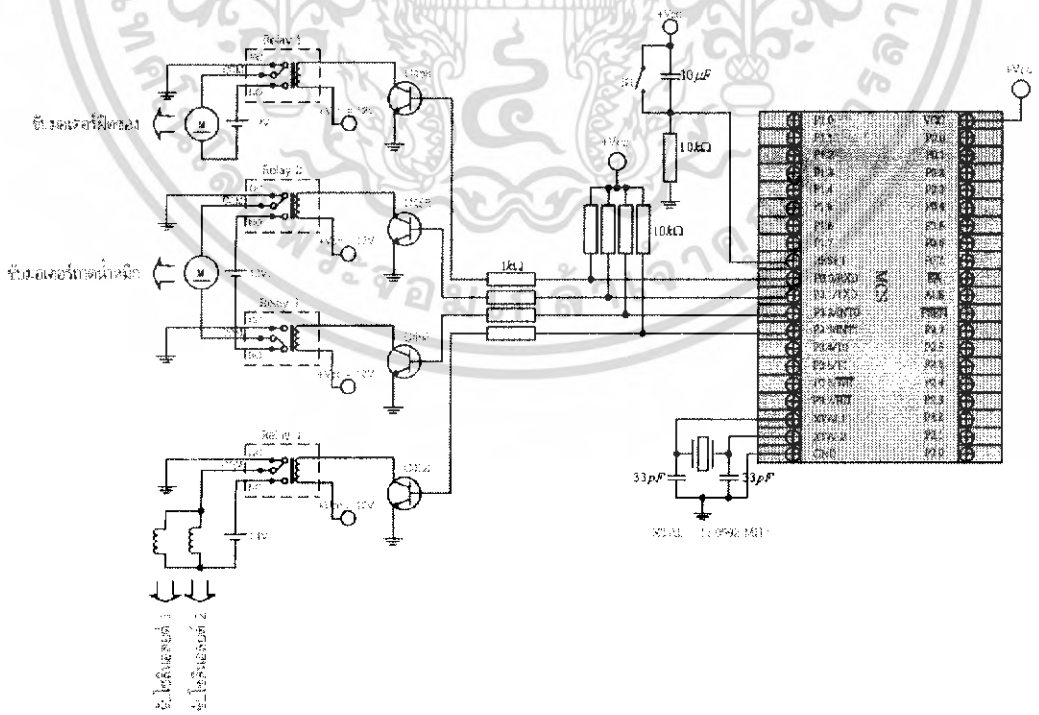
3.3.2.3 วงจรรีเลย์ขับโซลินอยด์

วงจรรีเลย์ขับโซลินอยด์ ใช้การต่อไฟลบให้กับขั้วลบของโซลินอยด์ทั้งสองโดยตรงและใช้หน้าสัมผัสของรีเลย์ 1 ตัวทำหน้าที่ตัดต่อไฟบวก 24 โวลต์ จ่ายให้กับขั้วบวกของโซลินอยด์ทั้งสอง ดังรูปที่ 3.12



รูปที่ 3.12 วงจรรีเลย์ขับโซลินอยด์

วงจรรีเลย์สามารถสั่งต่อวงจรหน้าสัมผัสด้วยการป้อนไฟลบที่จุดอินพุตของคอยล์รีเลย์ แรงเหนี่ยวนำทำให้เกิดสนามแม่เหล็กมาดึงแกนเหล็กให้เกิดก้านหน้าสัมผัสให้ต่อกันจนครบวงจรทำให้โซลินอยด์เกิดการดึงตัวลงมาทันที



รูปที่ 3.13 วงจรรีเลย์ขับมอเตอร์และโซลินอยด์

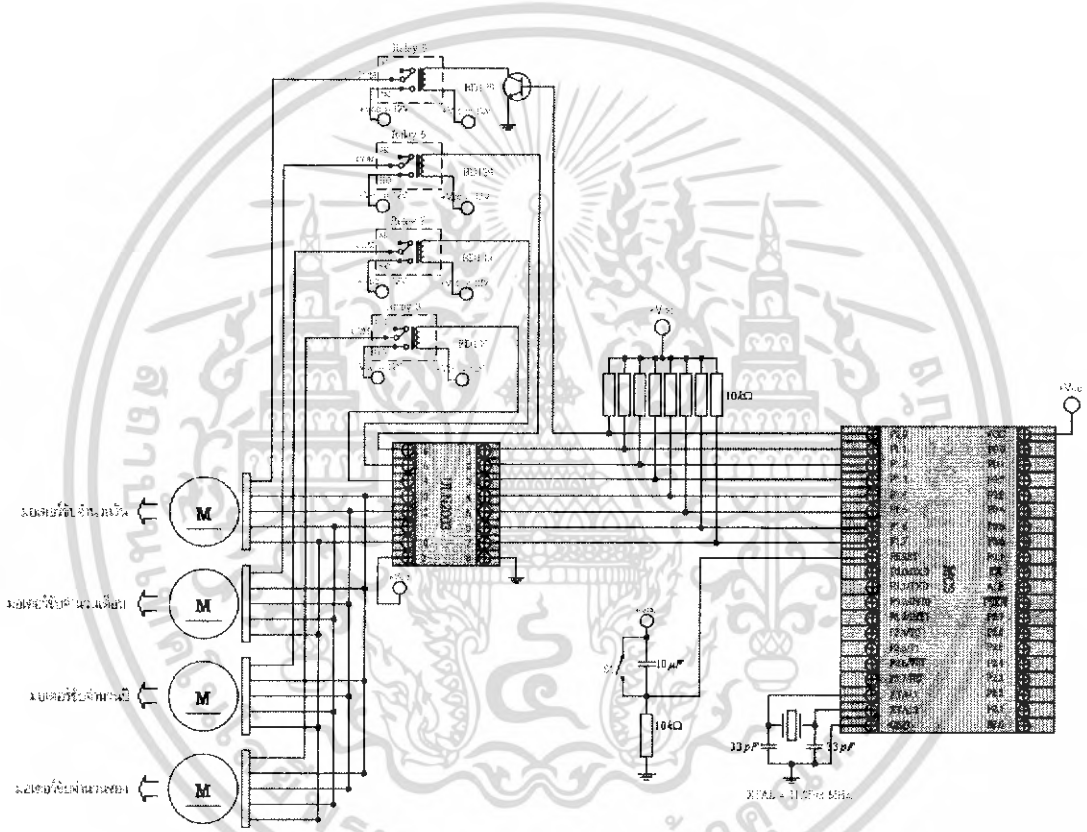
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากรูปที่ 3.13 เป็นวงจรรีเลย์ขับมอเตอร์และโซลินอยด์ ซึ่งควบคุมด้วยวงจรไมโครคอนโทรลเลอร์

3.3.3 วงจรขับสเต็ปปิงมอเตอร์

การทำงานใช้ในการหมุนตรายางให้เลื่อนไปตามวันเวลาและจำนวนที่กำหนดโดยใช้หมุนตรายางของตำแหน่งปี/เดือน/วัน/จำนวนซองจดหมายและโลโก

เนื่องจากสเต็ปปิงมอเตอร์จะสามารถควบคุมความแม่นยำของจังหวะตรายางได้ จึงเหมาะสมที่จะนำมาใช้ในงานลักษณะเช่นนี้



รูปที่ 3.14 วงจรขับสเต็ปปิงมอเตอร์

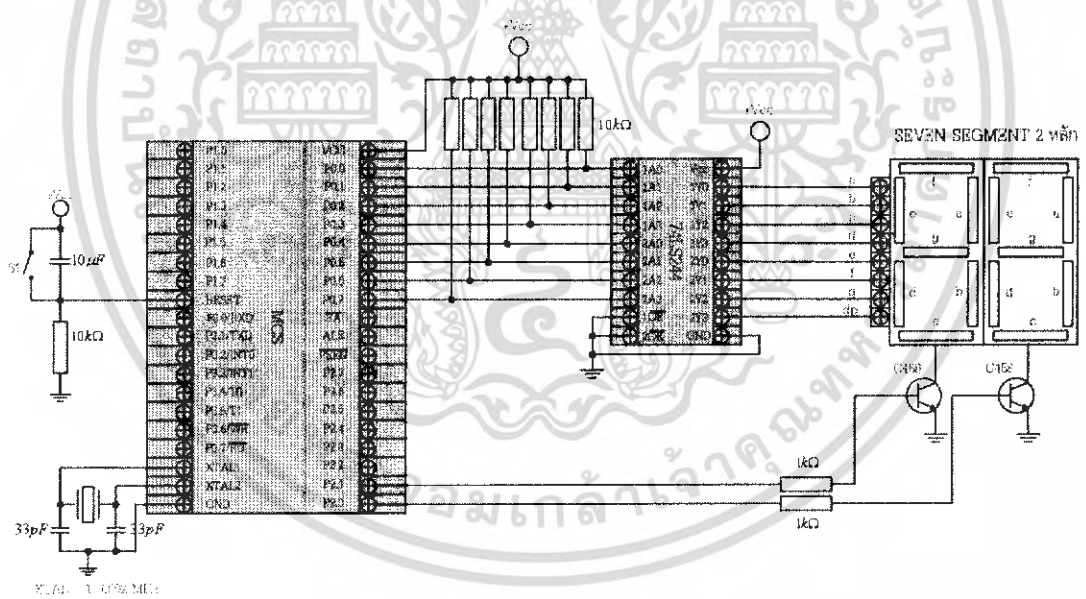
หลักในการขับสเต็ปปิงมอเตอร์ทั้ง 4 ตัวใช้การต่อร่วมกันในพอร์ตเดียว โดยแบ่งเป็น Data Step 4 บิต และ Select Step อีก 4 บิต ดังรูปที่ 3.14

- Data Step 4 บิต คือ จังหวะการหมุนของมอเตอร์ 4 จังหวะที่สลับกันเป็นลอจิก "1" ได้แก่ 8421
- Select Step 4 บิต คือ บิตที่ใช้เลือกสเต็ปปิงมอเตอร์ตัวใดตัวหนึ่งให้ทำงานโดยกำหนดให้บิตที่ควบคุมสเต็ปปิงมอเตอร์ตัวนั้นมีค่าเป็นลอจิก "0" โดยทำการขับให้ ทรานซิสเตอร์เบอร์ BD140 ให้จ่ายไฟ Vcc 12 โวลต์ ให้กับสเต็ปปิงมอเตอร์ตัวนั้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.3.4 วงจรแสดงผลแบบตัวเลข 7 ส่วน

จากรูปที่ 3.15 จะเห็นได้ว่าพอร์ต 0 ขา P0.0-P0.7 เป็นพอร์ตข้อมูลที่ต่อกับตัวแสดงผลแบบตัวเลข 7 ส่วนของแอลอีดี ซึ่งเห็นได้ว่า พอร์ตข้อมูลต่อกับไอซีเบอร์ 74LS244 อยู่เป็นไอซีที่ทำหน้าที่ยกระดับกระแสให้สูงขึ้นเพื่อให้มีกระแสเพียงพอต่อการขับ ตัวแสดงผลแบบตัวเลข 7 ส่วน และพอร์ต 2 ขา P2.0-P2.1 ทำหน้าที่สแกนตัวแสดงผลแบบตัวเลข 7 ส่วนแต่ละหลัก ซึ่งการสแกนนี้จะถูกต่อกับขาแคโถดร่วมของตัวแสดงผลแบบตัวเลข 7 ส่วน ถ้าจะทำให้ตัวแสดงผลแบบตัวเลข 7 ส่วนทั้ง 2 หลักสว่างพร้อมกันจะทำไม่ได้ แต่จะใช้วิธีการสแกนให้สว่างทีละหลักโดยเริ่มจากหลักที่ 0 และหลักที่ 1 แล้ววนกลับมาที่หลัก 0 อีกครั้งโดยจะทำไปเรื่อยๆด้วยความเร็วสูงกว่าที่ตาของคนเราจะมองเห็นได้ทัน ซึ่งจะทำให้คนเรามองเห็นว่าตัวแสดงผลแบบตัวเลข 7 ส่วน ทั้ง 2 หลักสว่างพร้อมกัน แต่เนื่องจากการทำให้หลอดตัวแสดงผลแบบตัวเลข 7 ส่วนสว่างนั้นจะต้องใช้เวลาช่วงขณะ ดังนั้นการสแกนแต่ละหลักจะต้องทิ้งเวลาขณะหนึ่งเพื่อให้หลอดตัวแสดงผลแบบตัวเลข7ส่วนสว่างได้ทัน หากสแกนเร็วเกินไปจะทำให้ตัวแสดงผลแบบตัวเลข 7 ส่วนไม่สว่าง



รูปที่ 3.15 วงจรแสดงผลแบบตัวเลข 7 ส่วน

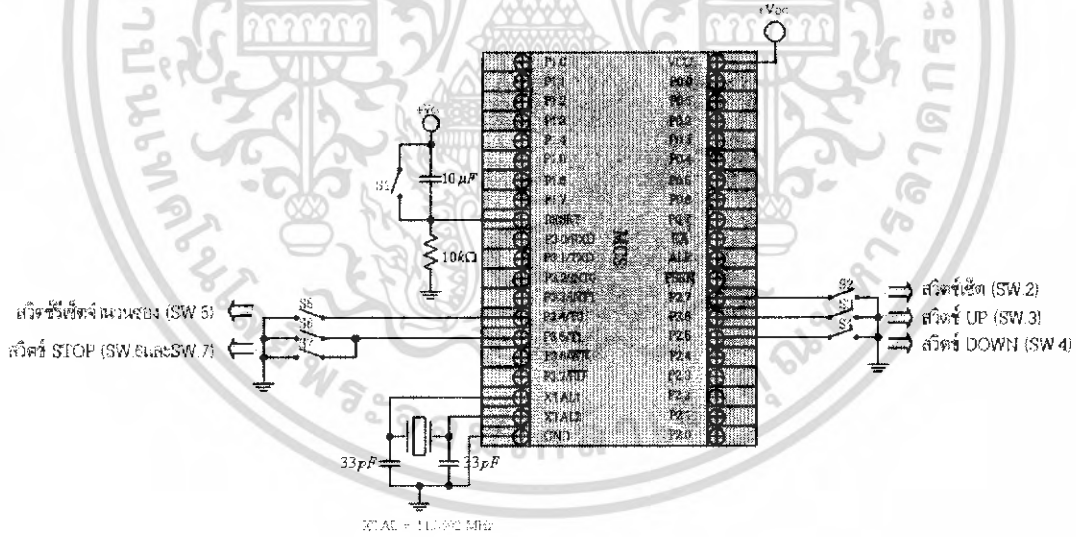
3.3.5 วงจรสวิตช์ควบคุมตู้รับความคิดเห็นสำหรับศูนย์ราชการใสสะอาด

จากรูปที่ 3.16 วงจรสวิตช์ควบคุม มีลักษณะการต่อวงจรดังนี้

- สวิตช์รีเซตระบบ (SW.1) ใช้เลือกป้อนค่าลอจิก 0 ให้อินพุตพอร์ต P1 ที่ขา P1.9 ของไมโครคอนโทรลเลอร์ โดยให้ค่าเป็น 0 เท่ากับ รีเซต เพื่อเริ่มการทำงานของระบบใหม่

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- สวิตช์เซต (SW.2) ใช้เลือกป้อนค่าลอจิก 1 ให้อินพุตพอร์ต P2 ที่ขา P2.7 ของไมโครคอนโทรลเลอร์ โดยให้ค่าเป็น 1 เท่ากับ เซต เพื่อใช้ในการตั้งค่า
- สวิตช์ UP (SW.3) ใช้เลือกป้อนค่าลอจิก 1 ให้อินพุตพอร์ต P2 ที่ขา P2.6 ของไมโครคอนโทรลเลอร์ โดยให้ค่าเป็น 1 เท่ากับ UP เมื่อมีการกดสวิตช์ 1 ครั้ง จะทำการนับขึ้น 1 ค่า
- สวิตช์ DOWN (SW.4) ใช้เลือกป้อนค่าลอจิก 1 ให้อินพุตพอร์ต P2 ที่ขา P2.5 ของไมโครคอนโทรลเลอร์ โดยให้ค่าเป็น 1 เท่ากับ DOWN เมื่อมีการกดสวิตช์ 1 ครั้ง จะทำการนับลง 1 ค่า
- สวิตช์รีเซตจำนวนซอง (SW.5) ใช้เลือกป้อนค่าลอจิก 1 ให้อินพุตพอร์ต P3 ที่ขา P3.4 ของไมโครคอนโทรลเลอร์ โดยให้ค่าเป็น 1 เท่ากับ รีเซต เพื่อเริ่มนับค่าของจำนวนซองใหม่
- สวิตช์ STOP (SW.6และSW.7) ใช้เลือกป้อนค่าลอจิก 1 ให้อินพุตพอร์ต P3 ที่ขา P3.5 และพอร์ต P3.7 ของไมโครคอนโทรลเลอร์ โดยให้ค่าเป็น 1 เท่ากับ STOP เมื่อมีการกดสวิตช์ตัวใดตัวหนึ่งจะทำให้ถาดน้ำหมึกที่กำลังเคลื่อนที่ให้หยุดทันที



รูปที่ 3.16 วงจรสวิตช์ควบคุมตู้รับความคิดเห็นสำหรับศูนย์ราชการใสสะอาด

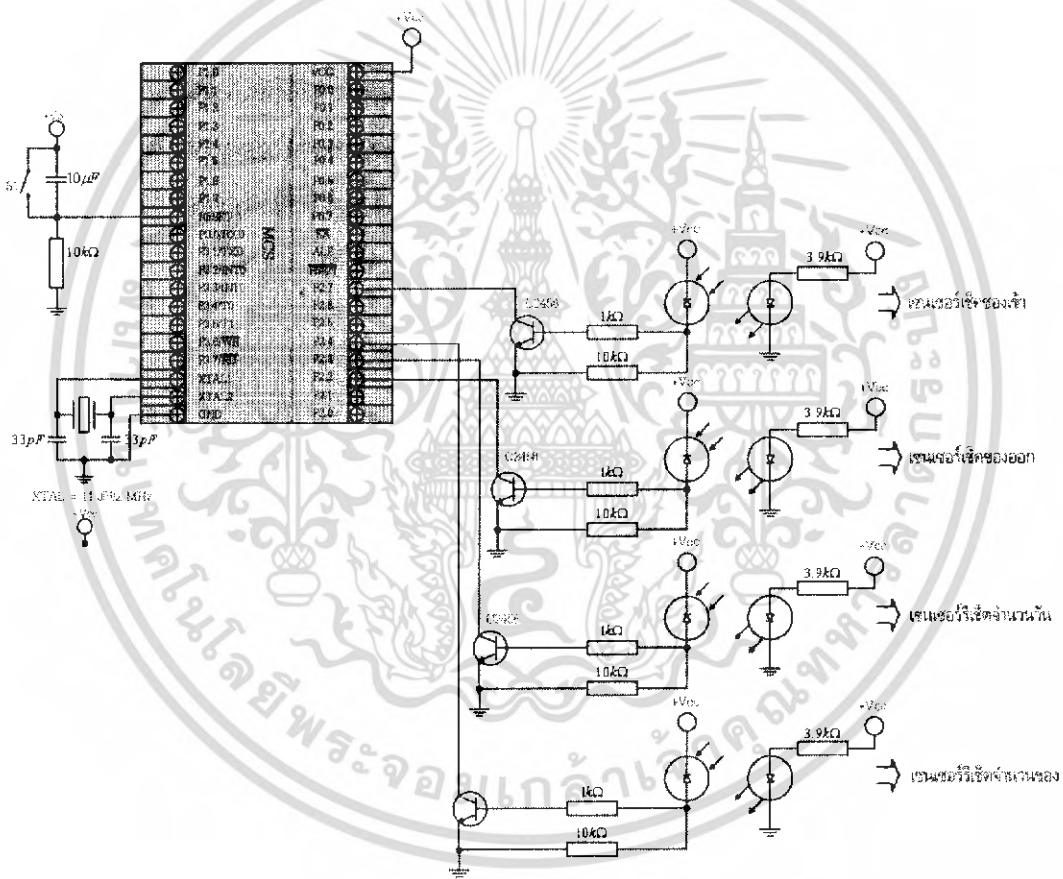
3.3.6 วงจรเซนเซอร์

จากรูปที่ 3.17 วงจรเซนเซอร์ มีลักษณะการต่อวงจรดังนี้

- เซนเซอร์ตรวจจับซองเข้า ใช้ร่วมกับสวิตช์เซต(SW.2.) ใช้เลือกค่าลอจิก 1 ให้ค่าอินพุตพอร์ต P2.7 ของไมโครคอนโทรลเลอร์ เพื่อใช้ในการตรวจจับจำนวนซองจดหมายที่เข้ามา

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- เซนเซอร์ตรวจจับจำนวนซอง ใช้ร่วมกับสวิตช์ UP (SW.3) ใช้เลือกค่าลอจิก 1 ให้ค่าอินพุตพอร์ต P2.2 ของไมโครคอนโทรลเลอร์ เพื่อใช้ในการตรวจจับหลักจำนวนซองของหัวประทับ
- เซนเซอร์ตรวจจับวันที่ ใช้ร่วมกับสวิตช์ DOWN (SW.4) ใช้เลือกค่าลอจิก 1 ให้ค่าอินพุตพอร์ต P2.3 ของไมโครคอนโทรลเลอร์ เพื่อใช้ในการตรวจจับหลักวันที่ของหัวประทับ
- เซนเซอร์ตรวจจับซองออก ใช้เลือกค่าลอจิก 1 ให้ค่าอินพุตพอร์ต P2.4 ของไมโครคอนโทรลเลอร์ เพื่อใช้ในการตรวจจับจำนวนซองจดหมายที่ต้องการเก็บไว้ภายในตู้รับความคิดเห็นสำหรับศูนย์ราชการใสสะอาด

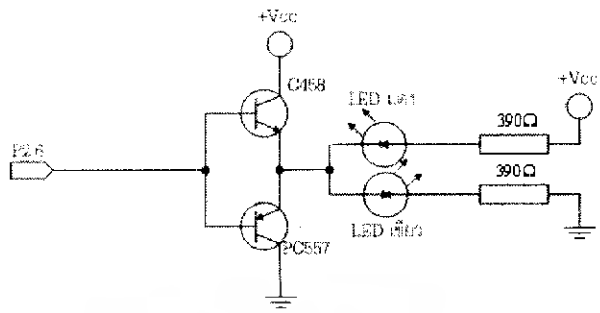


รูปที่ 3.17 วงจรเซนเซอร์

3.3.7 วงจรแสดงสถานะการทำงาน

เป็นวงจรที่ทำหน้าที่ในการแสดงสถานะการทำงานของตู้รับความคิดเห็นสำหรับศูนย์ราชการใสสะอาด ซึ่งเป็นตัวบอกได้ว่าตู้รับความคิดเห็นสำหรับศูนย์ราชการใสสะอาดนั้นทำงานอยู่หรือว่ารอการทำงาน ดังรูปที่ 3.18 ประกอบด้วยหลอดไฟ LED 2 หลอด คือ LED สีเขียว เป็นสถานะรอการทำงานและ LED สีแดง เป็นสถานการณ์ทำงานอยู่

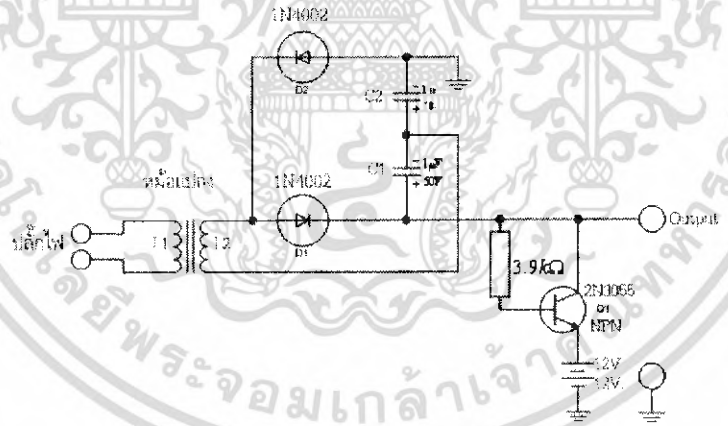
เอกสารนี้สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3.18 วงจรแสดงสถานการณ์ทำงาน

3.3.8 วงจรระบบไฟฟ้าสำรอง

เป็นวงจรควบคุมระบบไฟฟ้าที่ทำหน้าที่เป็นไฟฟ้าสำรอง ซึ่งวงจรระบบไฟฟ้าสำรองนี้จะต่ออยู่เข้ากับแบตเตอร์รี่ 12 โวลต์ 2 ก้อน หลักการทำงานจะใช้ในกรณีที่ระบบไฟฟ้าเกิดความขัดข้องขึ้นหรือเกิดไฟฟ้าดับ วงจรระบบไฟฟ้าสำรองนี้ก็จะเริ่มทำงานทันที โดยการใช้แหล่งจ่ายจากแบตเตอรี่จ่ายแรงดันแทน แต่เมื่อเข้าสู่ระบบไฟฟ้าปกติวงจรระบบไฟฟ้าสำรองก็จะทำการชาร์จไฟเข้าไปยังแบตเตอร์รี่ดังรูปที่ 3.19



รูปที่ 3.19 วงจรระบบไฟฟ้าสำรอง

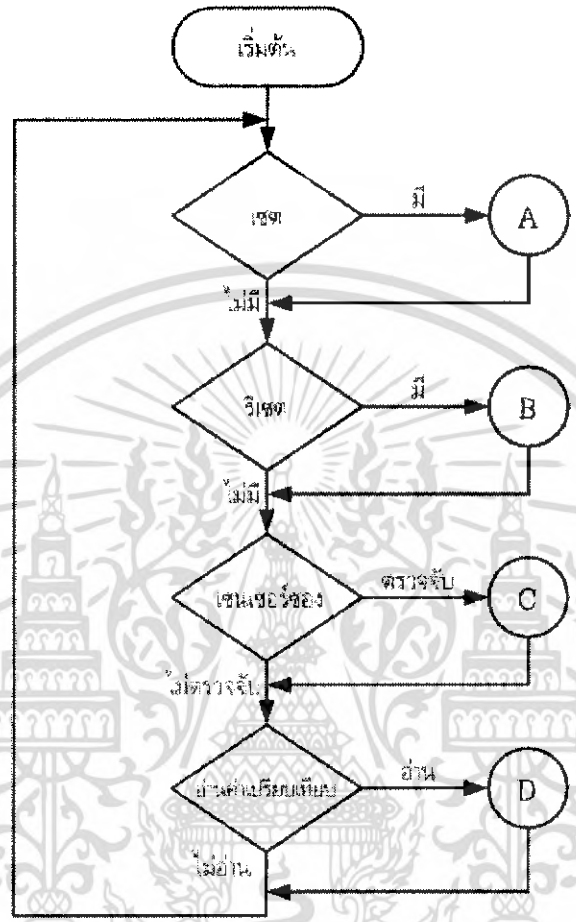
3.3.9 ส่วนของผังงาน

ในการทำงานหลักของผังงานแบ่งให้มีการควบคุมระบบทั้งหมด 4 ระบบ

1. ระบบควบคุมการทำงานของการเซต
2. ระบบควบคุมการทำงานของการรีเซต
3. ระบบควบคุมการทำงานของการ เซนเซอร์ซองจดหมายและการประทับตรา
4. ระบบควบคุมการทำงานของการ อ่านค่าเปรียบเทียบจากฐานเวลา

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ซึ่งในการทำงานของผังงานหลักๆ ทั้ง 4 ระบบนี้ทำงานเชื่อมโยงกันอยู่ตามผังงาน ดังรูปที่ 3.20



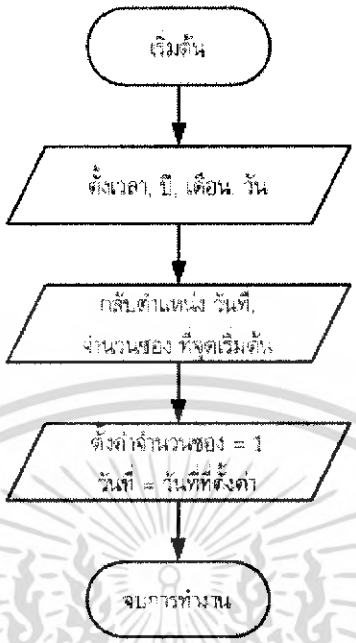
รูปที่ 3.20 ผังงานโดยรวมของตู้รับความคิดเห็นสำหรับศูนย์ราชการใสสะอาด

3.3.9.1 ระบบควบคุมการทำงานของการเซต

- เมื่อเริ่มต้นการทำงานถ้าระบบมีการเซตค่าเกิดขึ้น โปรแกรมจะสั่งให้มีการดำเนินตามขั้นตอนดังนี้
- เริ่มต้นจากการตั้งปี/เดือน/วัน ซึ่งจะเป็นการรับค่ามาจากการกดปุ่มเซตในการตั้งค่าใช้งานของตู้รับความคิดเห็นสำหรับศูนย์ข้าราชการใสสะอาดตามการตั้งค่าเวลาในโหมดต่างๆให้เป็นตามปัจจุบัน
- จากนั้นจะทำการกลับตำแหน่งวันที่, จำนวนซองไว้ที่จุดเริ่มต้น
- เสร็จแล้วทำการตั้งค่าจำนวนซองให้ = 1, วันที่ = วันที่ตามวันที่ปัจจุบันที่ตั้ง

สามารถเขียนเป็นผังงานได้ ดังรูปที่ 3.21

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

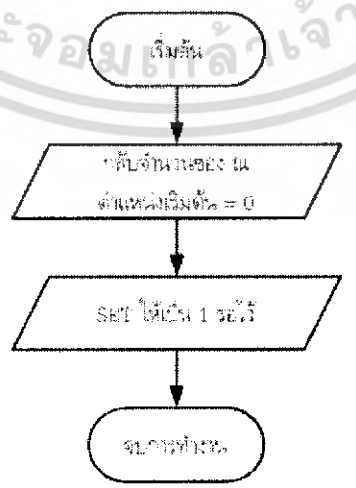


รูปที่ 3.21 ผังงานระบบควบคุมการเซตของตู้รับความคิดเห็นสำหรับศูนย์ราชการใสสะอาด

หมายเหตุ แต่ถ้าไม่มีการเรียกใช้งานการเซตโปรแกรมจะทำงานในส่วนของรีเซตเป็นลำดับต่อไป

3.3.9.2 ระบบควบคุมการทำงานของการรีเซต

- เมื่อมีการเรียกใช้งานการรีเซตซึ่งเป็นการรับค่ามาจากการกดปุ่มรีเซตในกรณีเมื่อมีการเปิดตู้ ระบบจะทำการกลับจำนวนซองจดหมาย ณ ตำแหน่งเริ่มต้นให้ = 0
- จากนั้นจะสั่งให้มีการรีเซตค่าการนับจำนวนจำนวนซองจดหมายให้เป็น 1 รอไว้ สามารถเขียนผังงานได้ ดังรูปที่ 3.22



รูปที่ 3.22 ผังงานระบบควบคุมการรีเซตของตู้รับความคิดเห็นสำหรับศูนย์ราชการใสสะอาด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

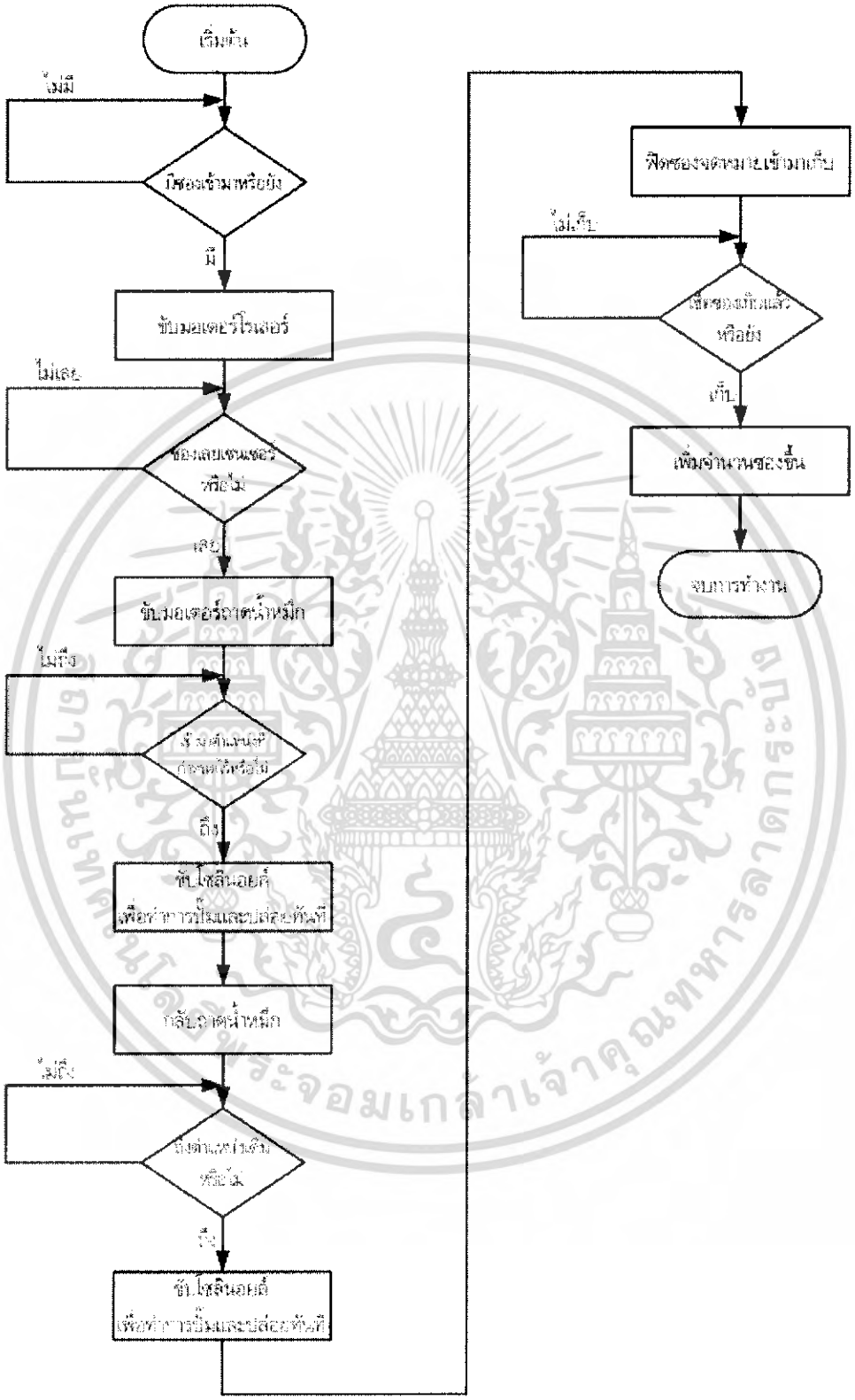
หมายเหตุ แต่ถ้าไม่มีการเรียกใช้งานการรีเซตโปรแกรมจะทำงานในส่วนของการเซนเซอร์ซองจดหมายและประทับตราเป็นลำดับต่อไป

3.3.9.3 ระบบควบคุมการทำงานของเซนเซอร์

- เริ่มต้นเซนเซอร์จะคอยตรวจจับว่ามีซองจดหมายถูกสอดเข้ามาภายในตู้แล้วหรือยัง
- ถ้ายังก็จะทำการตรวจจับต่อไป
- ถ้ามีแล้วระบบจะสั่งให้กลไกชุดขับมอเตอร์โรลเลอร์ทำงานในการดึงซองเข้า
- เซนเซอร์ทำการตรวจจับว่าซองจดหมายได้เลยผ่านเซนเซอร์เข้าไปหรือยัง
- ถ้ายังก็จะทำการตรวจจับต่อไป
- ถ้าผ่านเข้ามาแล้วระบบจะสั่งให้กลไกชุดขับถาดน้ำหมึกทำงานในการเคลื่อนถาดน้ำหมึกมายังตำแหน่งที่กำหนด
- เซนเซอร์ทำการตรวจจับว่าถาดน้ำหมึกได้เข้ามายังตำแหน่งที่กำหนดหรือไม่
- ถ้ายังก็จะทำการตรวจจับต่อไป
- ถ้าตรงตามตำแหน่งที่กำหนดแล้วระบบจะสั่งให้กลไกขับโซลินอยด์เพื่อทำการปั๊มน้ำหมึกและจะปล่อยทันทีเมื่อเสร็จ
- ระบบสั่งให้กลไกมอเตอร์ดึงถาดน้ำหมึกกลับ
- เซนเซอร์ทำการตรวจจับว่าถาดน้ำหมึกได้กลับมายังตำแหน่งเดิมหรือยัง
- ถ้ายังก็จะทำการตรวจจับต่อไป
- ถ้ากลับเข้าที่แล้ว ระบบจะสั่งการให้กลไกขับโซลินอยด์เพื่อทำการประทับตราลงบนซองจดหมายและปล่อยทันทีเมื่อเสร็จ
- จากนั้นจะทำการดึงซองจดหมายกลับไปยังที่เก็บ
- เซนเซอร์ทำการตรวจจับว่าซองจดหมายได้ถูกเก็บเข้าที่หรือยัง
- ถ้ายังก็จะทำการตรวจจับต่อไป
- ถ้าเข้าที่แล้วระบบจะสั่งให้มีการเพิ่มจำนวนซองจดหมายในการแสดงผล

สามารถเขียนเป็นผังงานได้ ดังรูปที่ 3.23

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3.23 ผังงานระบบควบคุมเซนเซอร์ของตู้รับความคิดเห็นสำหรับศูนย์ราชการใสสะอาด

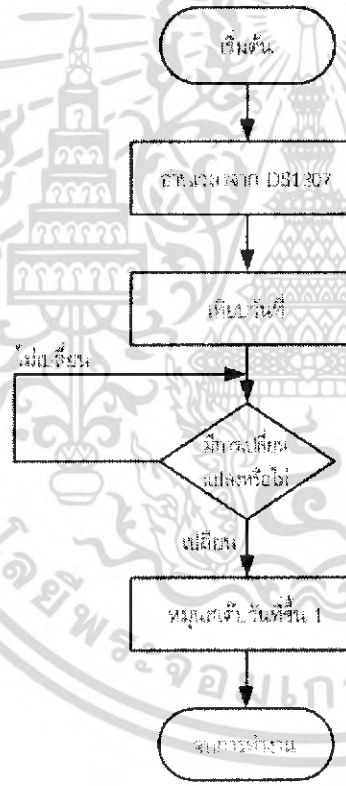
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หมายเหตุ ถ้าไม่มีการเรียกใช้กระบวนการเซ็นเซอร์ระบบจะทำงานในส่วนของการอ่านค่าเปรียบเทียบกับฐานเวลาเป็นลำดับต่อไป

3.3.9.4 ระบบควบคุมการทำงานของการอ่านค่าเปรียบเทียบจากฐานเวลา

- เริ่มต้นจะมีการอ่านค่าจากICเบอร์ DS1307
- ระบบทำการเปรียบเทียบวันที่
- ระบบตรวจสอบว่ามีการเปลี่ยนแปลงวันที่หรือไม่
- ถ้าไม่มีก็จะทำการตรวจสอบต่อไป
- ถ้ามีระบบจะสั่งการให้ชุดกลไกหมุนสเต็ปปิงมอเตอร์ในการเปลี่ยนวันที่เพิ่มขึ้นทีละ1ครั้ง

สามารถเขียนผังงานได้ ดังรูปที่ 3.24



รูปที่ 3.24 ผังงานระบบควบคุมการอ่านค่าเปรียบเทียบจากฐานเวลาของตู้รับความคิดเห็นสำหรับศูนย์ราชการใสสะอาด

หมายเหตุ แต่ถ้าไม่มีการเรียกใช้งานในส่วนนี้ระบบก็จะวนกลับขึ้นไปทำในส่วนแรกนั้นก็คือการเซตเป็นลำดับต่อไปเรื่อยๆในลักษณะของการวนลูป

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่4

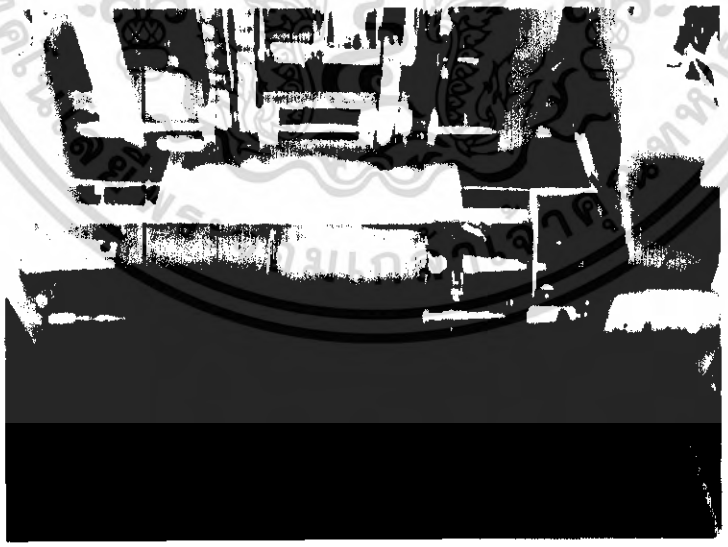
การทดลองและผลการทดลอง

4.1 กล่าวนำ

ในบทนี้จะกล่าวถึงการทดลองและผลการทดลองของส่วนต่างๆ ของตู้รับความคิดเห็นสำหรับศูนย์ราชการใสสะอาดที่ได้ออกแบบและจัดสร้างขึ้นว่ามีขีดความสามารถทำงานได้ตามที่ออกแบบไว้ในตอนต้นหรือไม่ เพื่อจะได้ทราบผลการทำงานของส่วนต่างๆ ของตู้รับความคิดเห็นสำหรับศูนย์ราชการใสสะอาด ทราบถึงปัญหาที่เกิดขึ้นรวมทั้งผลที่ได้จากการทดลองว่าตรงตามขีดความสามารถที่กำหนดหรือไม่ และจะสามารถทำการแก้ไขข้อผิดพลาดก่อนที่จะประกอบเป็นตู้รับความคิดเห็นสำหรับศูนย์ราชการใสสะอาด ในการทดลองจะแบ่งการทดสองชุดการทำงานออกเป็นส่วนๆ ได้แก่ ชุดขับโรลเลอร์ ชุดขับถาดน้ำหมึก ชุดประทับวัน/เดือน/ปี/จำนวนของจดหมายและโลโก ชุดแสดงผลแบบตัวเลข 7 ส่วน

4.2 การทดสอบการทำงานของตู้รับความคิดเห็นสำหรับศูนย์ราชการใสสะอาด

4.2.1 การทดลองของชุดขับโรลเลอร์



รูปที่ 4.1 ชุดขับโรลเลอร์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

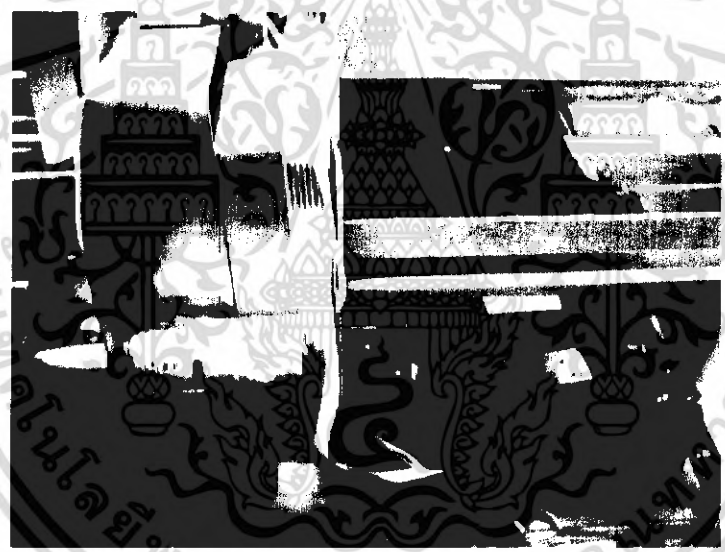
4.2.1.1 ลำดับขั้นการทดลอง

1. ประกอบลูกยางโรลเลอร์เข้ากับแกนโรลเลอร์
2. ประกอบส่วนของมอเตอร์เข้ากับชุดโรลเลอร์
3. จ่ายแหล่งจ่ายแรงดัน 12 โวลต์ ให้กับมอเตอร์ของชุดโรลเลอร์
4. บันทึกผลการทดลอง

4.2.1.2 ผลการทดลอง

จากขั้นตอนการทดลอง ดังรูปที่ 4.1 พบว่า ชุดโรลเลอร์สามารถหมุนดึงของจดหมายมายังตำแหน่งที่ต้องการประทับพอดี เพื่อที่จะให้ชุดประทับทำงานได้ต่อไป

4.2.2 การทดลองของชุดขับถาดน้ำหมึก



รูปที่ 4.2 ชุดขับถาดน้ำหมึก

4.2.2.1 ลำดับขั้นการทดลอง

1. ติดตั้งรางรองรับถาดน้ำหมึก
2. ประกอบส่วนของมอเตอร์เข้ากับล้อขดสายและถาดน้ำหมึก
3. ติดตั้งลิมิตสวิตช์เพื่อต่อวงจรและตัดกระแสไฟฟ้าในวงจร เมื่อถาดน้ำหมึกมายังตำแหน่งที่ต้องการ
4. จ่ายแหล่งจ่ายแรงดัน 12 โวลต์ ให้กับมอเตอร์

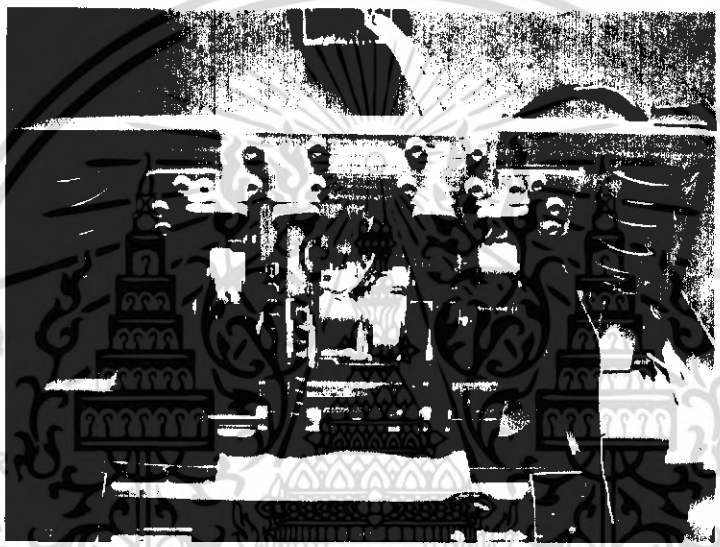
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

5. บันทึกผลการทดลอง

4.2.2.2 ผลการทดลอง

จากขั้นตอนการทดลอง ดังรูปที่ 4.2 พบว่า การเคลื่อนที่ของถาดน้ำหมึกไปยังตำแหน่งที่ต้องการประทับใช้เวลา 4วินาที

4.2.3 การทดลองของชุดประทับวัน/เดือน/ปี/จำนวนซองจดหมายและโลโก



รูปที่ 4.3 ชุดประทับวัน/เดือน/ปี/จำนวนซองจดหมายและโลโก

4.2.3.1 ลำดับขั้นการทดลอง

1. ประกอบสายพานตรายางและสเต็ปปิงมอเตอร์เข้ากับชุดประทับวัน/เดือน/ปีและจำนวนซองจดหมาย
2. ติดตั้งหัวประทับเข้ากับชุดโซลินอยด์
3. จ่ายแหล่งจ่ายแรงดัน 24 โวลต์ ให้กับโซลินอยด์
4. บันทึกผลการทดลอง

4.2.3.2 ผลการทดลอง

จากขั้นตอนการทดลอง ดังรูปที่ 4.3 พบว่า โซลินอยด์สามารถดึงหัวประทับลงมายังตำแหน่งของซองจดหมายที่ต้องการประทับพอดี

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.2.4 การทดลองชุดแสดงผลแบบตัวเลข 7 ส่วน

รูปที่ 4.4 ชุดแสดงผลแบบตัวเลข 7 ส่วน

4.2.4.1 ลำดับขั้นการทดลอง

1. ประกอบวงจรชุดแสดงผลแบบตัวเลข 7 ส่วน
2. เชื่อมต่อเซนเซอร์จำนวนซองเข้ากับวงจรชุดแสดงผลแบบตัวเลข 7 ส่วน
3. ติดตั้งตัวแสดงผลแบบตัวเลข 7 ส่วนที่ด้านหน้าของตู้รับความคิดเห็นสำหรับศูนย์ราชการใสสะอาด
4. จ่ายแรงดัน 5 โวลต์ ให้กับวงจรชุดแสดงผลแบบตัวเลข 7 ส่วน
5. บันทึกผลการทดลอง

4.2.4.2 ผลการทดลอง

จากขั้นตอนของการทดลอง ดังรูปที่ 4.4 พบว่า ชุดแสดงผลแบบตัวเลข 7 ส่วนสามารถแสดงผลของจำนวนซองจดหมายได้ตรงกับจำนวนซองจดหมายที่รับเข้ามาในตู้รับความคิดเห็นสำหรับศูนย์ราชการใสสะอาด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 5
บทสรุป

5.1 สรุป

ตู้รับความคิดเห็นสำหรับศูนย์ข้าราชการใสสะอาด ประกอบด้วยส่วนของกลไกและส่วนของควบคุม ซึ่งส่วนของกลไกนั้นเป็นส่วนที่สำคัญ ประกอบไปด้วยกลไกชุดโรลเลอร์, กลไกชุดควบคุมถาดน้ำหมึก และกลไกชุดประทับตรา ซึ่งกลไกต่างๆ จะถูกควบคุมด้วยแรงดันไฟฟ้ากระแสตรง ซึ่งใช้แรงดัน 12 โวลต์ และ 24 โวลต์ เป็นตัวขับกลไกทั้งหมด โครงสร้างส่วนใหญ่ของตู้รับความคิดเห็นของศูนย์ข้าราชการใสสะอาดทำจากอะลูมิเนียม ซึ่งมีน้ำหนักเบาและแข็งแรงทำให้ง่ายต่อการประกอบขึ้นรูปและแก้ไขปรับปรุงโครงสร้าง

ส่วนควบคุมนั้น ใช้ไมโครคอนโทรลเลอร์ในการควบคุมการทำงานโดยเขียนโปรแกรมด้วยภาษาซีป้อนเข้าไปในตัวไมโครคอนโทรลเลอร์ให้ทำงานตามลำดับขั้นตอนและเงื่อนไขที่กำหนด ตั้งแต่เริ่มต้นการทำงานของตู้รับความคิดเห็นสำหรับศูนย์ข้าราชการใสสะอาด โดยใช้โฟโตไดโอดเป็นตัวตรวจจับซองจดหมาย จากนั้นโฟโตไดโอดจะป้อนสัญญาณที่ได้จากการตรวจจับไปยังวงจรอินพุตของไมโครคอนโทรลเลอร์ แล้วทำการประมวลผลตามโปรแกรมที่เขียนไว้ จากนั้นไมโครคอนโทรลเลอร์จะส่งสัญญาณออกที่พอร์ตเอาต์พุตไปขับวงจรส่วนกลไกเพื่อให้ตู้รับความคิดเห็นสำหรับศูนย์ข้าราชการใสสะอาดทำงานตามที่กำหนด

จากผลการทดลอง การทำงานพบว่าตู้รับความคิดเห็นสำหรับศูนย์ข้าราชการใสสะอาด สามารถประทับวัน/เดือน/ปี/จำนวนซองจดหมายและโลโกบนซองได้สูงสุด จำนวน 30 ซอง ซึ่งสามารถนับตรวจสอบได้โดยวิธีการแสดงผลที่หน้าตู้บนตัวแสดงผลแบบตัวเลข 7 ส่วนได้สูงสุด 2 หลัก คือ 0-30 อีกทั้งเมื่อซองจดหมายเข้าไปไม่สุดซอง เครื่องจะไม่ทำการประทับตรา เหตุนี้ก็เพื่อป้องกันการดึงซองกลับ เมื่อมีการเปิดตู้เพื่อเก็บซองจดหมายระบบจะสั่งการรีเซต เพื่อจะเริ่มนับซองจดหมายใหม่ และถ้าเกิดเหตุการณ์ไฟดับขึ้นระบบจะใช้งานไฟสำรองในการควบคุมการทำงานทั้งหมด

5.2 ปัญหาและแนวทางแก้ไข

จากการดำเนินการสร้าง ทดสอบพบว่ามีปัญหาเกิดขึ้นหลายประการ และได้ดำเนินการแก้ไขไปแล้ว ซึ่งสรุปได้ดังนี้

1. **ปัญหา** เนื่องจากมอเตอร์ที่ใช้ในการขับเคลื่อนถาดน้ำหมึกไม่มีแรงพอที่จะขับเคลื่อนถาดน้ำหมึกให้เคลื่อนที่ได้

   การแก้ไข เปลี่ยนมอเตอร์ถาดน้ำหมึกให้มีขนาดใหญ่ขึ้น และมีความเร็วมากขึ้นเพื่อให้มีแรงที่จะขับเคลื่อนถาดน้ำหมึก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2. ปัญหา ล้อขดสายถาดน้ำหมึกมีร่องตื้นทำให้สายดึงถาดน้ำหมึกหลุดออกจาก ล้อขดสายได้ง่าย
แก้ไข เปลี่ยนล้อขดสายถาดน้ำหมึกให้มีร่องลึก เพื่อลดปัญหาสายดึงถาดน้ำหมึกหลุดออกจากล้อขดสาย

3. ปัญหา สปริงโซลินอยด์ ไม่มีแรงยึดตัวยกหัวประทับขึ้นขณะยังไม่ทำงาน
การแก้ไข เปลี่ยน สปริงโซลินอยด์ให้มีขนาดใหญ่ขึ้น เพื่อทำให้สามารถมีแรงยกหัวประทับขึ้นขณะยังไม่ทำงานหรือหลังจากประทับ

5.3 แนวทางการพัฒนา

ในการพัฒนาตู้รับความคิดเห็นสำหรับศูนย์ราชการใสสะอาดให้มีประสิทธิภาพมากขึ้น หรือนำไปพัฒนาเพื่อใช้ในกิจกรรมอื่นๆ

1. พัฒนาส่วนหัวประทับ ให้สามารถประทับจำนวนซองได้มากกว่า 2 หลัก
2. พัฒนาส่วนถาดน้ำหมึก ให้สามารถถอดเปลี่ยนถาดน้ำหมึกได้
3. พัฒนาตู้รับความคิดเห็นสำหรับศูนย์ราชการใสสะอาดให้สามารถติดต่อกันได้หลายๆตู้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บรรณานุกรม

ชาญวิทย์ หาญรินทร์. 2545. **วงจรอิเล็กทรอนิกส์**. นนทบุรี : เจริญรุ่งเรืองการพิมพ์

พันธ์ศักดิ์ พุฒิมานิตพงศ์ และคณะ. 2546. **งานไฟฟ้าและอิเล็กทรอนิกส์เบื้องต้น.** นนทบุรี : เจริญรุ่งเรืองการพิมพ์.

วรพจน์ กรแก้ววัฒนกุล และคณะ. 2521. **เรียนรู้และปฏิบัติการไมโครคอนโทรเลอร์**. กรุงเทพฯ : บริษัท อินโนเวตีฟ เอ็กเพอริเมนต์ จำกัด

อำนาจ ทองผาสุก. 2542. **การควบคุมมอเตอร์.** กรุงเทพฯ : ม.ป.ท. เอกสารอัดสำเนา.

Keyence Corporation. 2000. **Sensor : Vision System & Measuring Instrument**. Japan : n.p.

http://eiectronics.se-ed.com/contents/041s060/041s060_p01.asp

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ก
เครื่องต้นแบบ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รูปที่ ก.1 ด้านหน้าของตู้รับความคิดเห็นสำหรับศูนย์ราชการใสสะอาด

รูปที่ ก.2 ด้านหลังของตู้รับความคิดเห็นสำหรับศูนย์ราชการใสสะอาด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รูปที่ ก.3 ด้านข้างของตู้รับความคิดเห็นสำหรับศูนย์ราชการใสสะอาด

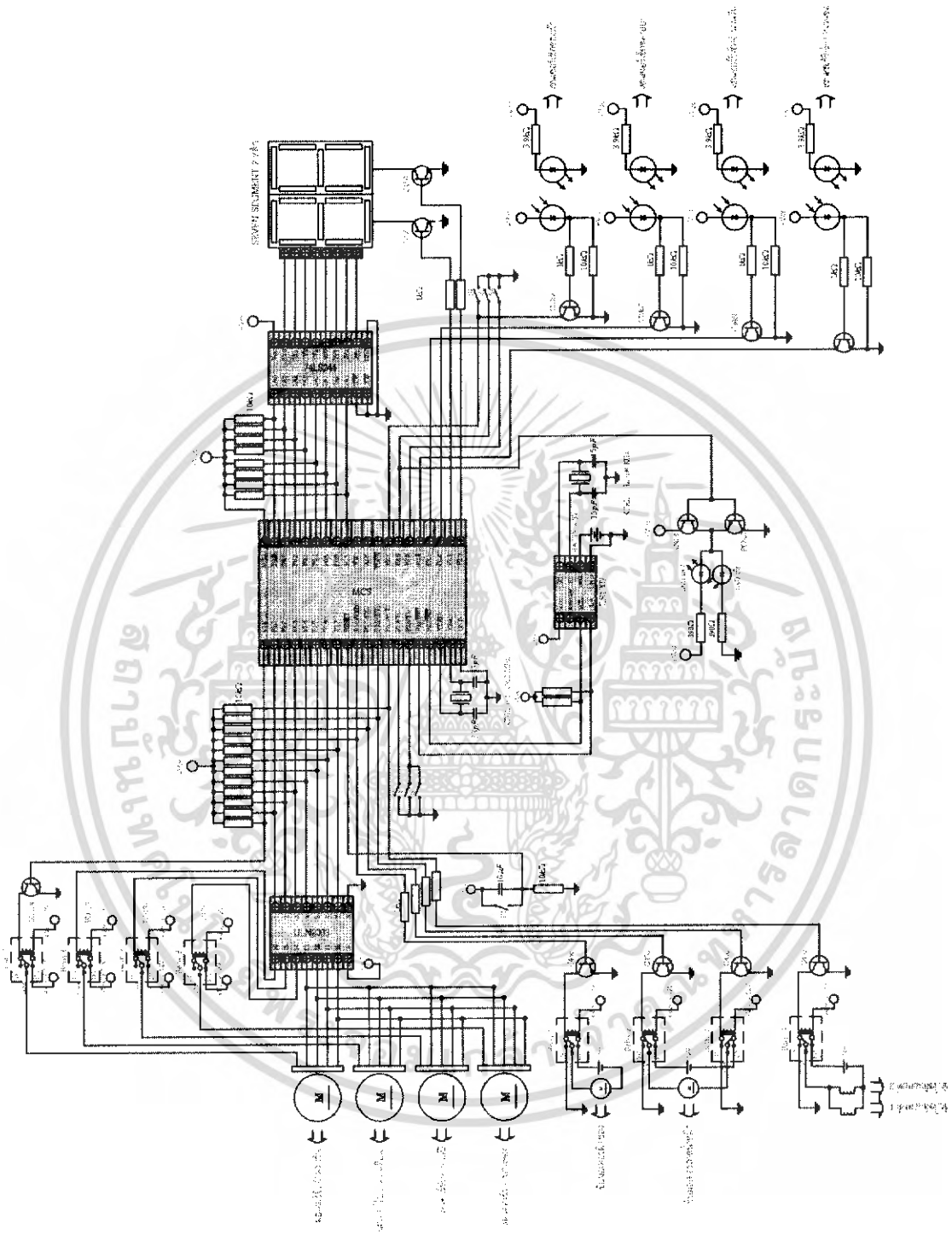
รูปที่ ก.4 ด้านบนของตู้รับความคิดเห็นสำหรับศูนย์ราชการใสสะอาด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ข

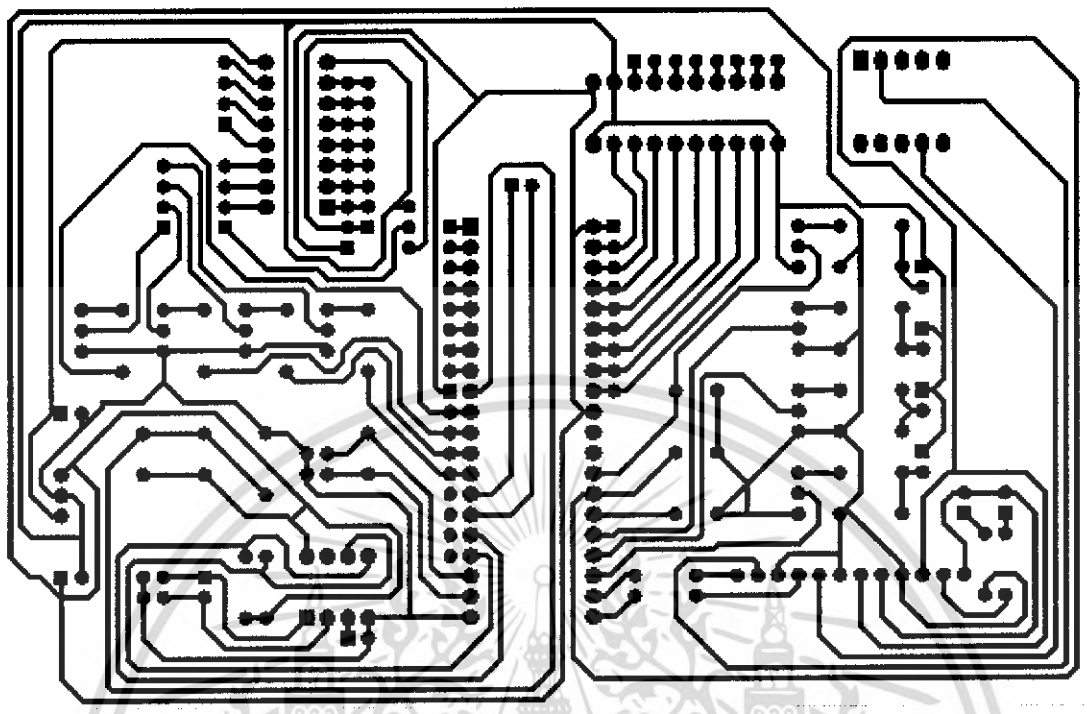
วงจรและแผ่นวงจรพิมพ์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

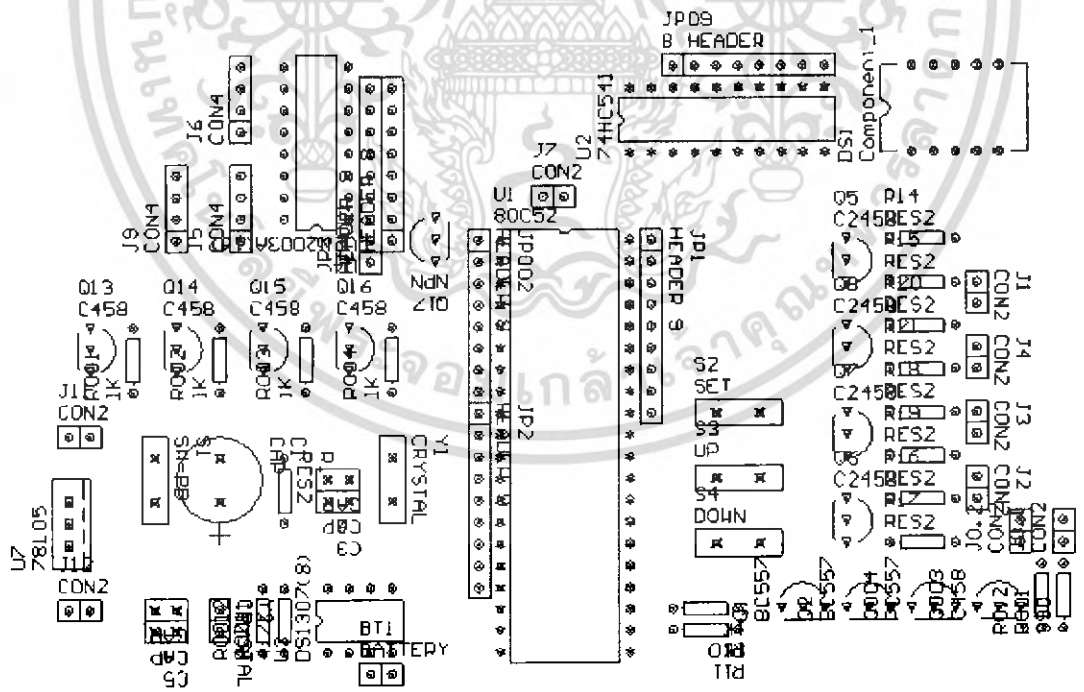


รูปที่ ข.1 วงจรควบคุมตู้รับความคิดเห็นสำหรับศูนย์ราชการใสสะอาด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

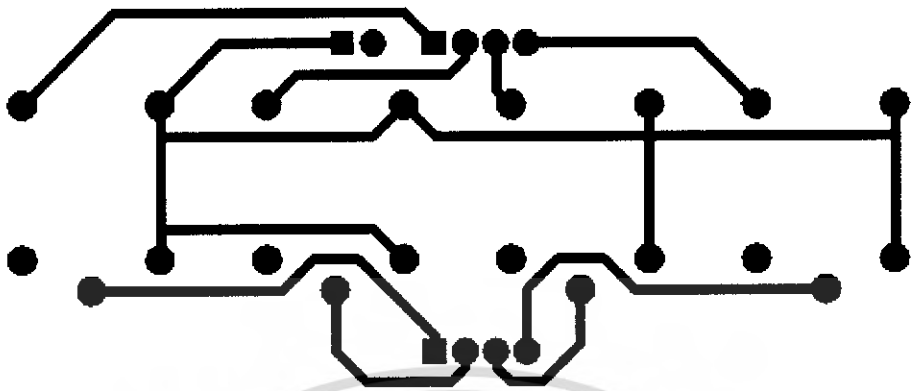


รูปที่ ข.2 แผ่นวงจรพิมพ์วงจรควบคุมตู้รับความคิดเห็นสำหรับศูนย์ราชการใสสะอาด

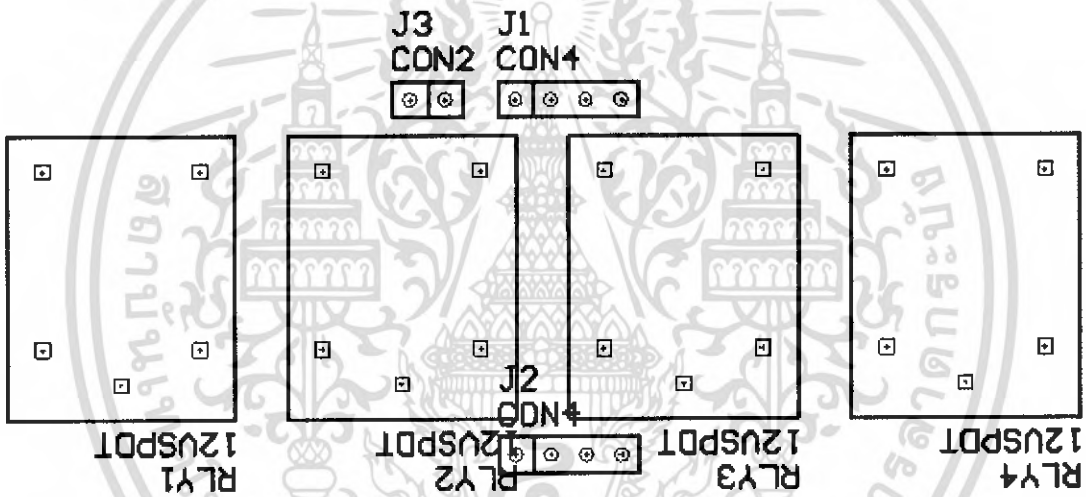


รูปที่ ข.3 ตำแหน่งการวางอุปกรณ์แผ่นวงจรพิมพ์วงจรควบคุมตู้รับความคิดเห็นสำหรับศูนย์ราชการใสสะอาด

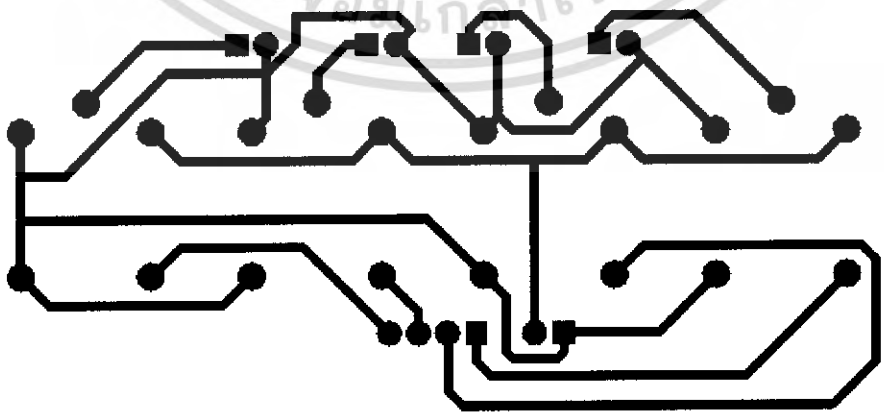
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ ข.4 แผ่นวงจรพิมพ์วงจรขับสเต็ปปิงมอเตอร์

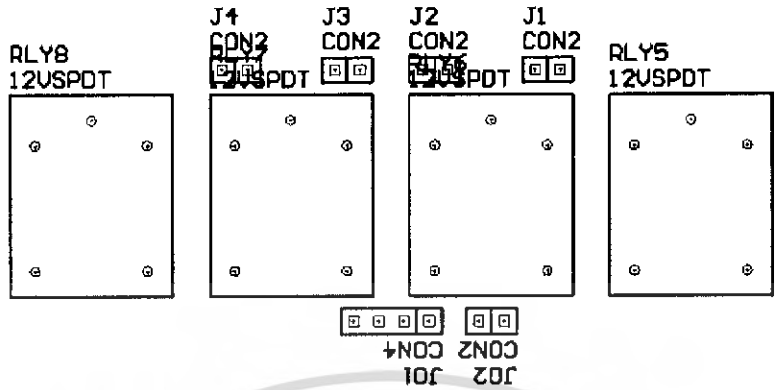


รูปที่ ข.5 ตำแหน่งการวางอุปกรณ์แผ่นวงจรพิมพ์วงจรขับสเต็ปปิงมอเตอร์

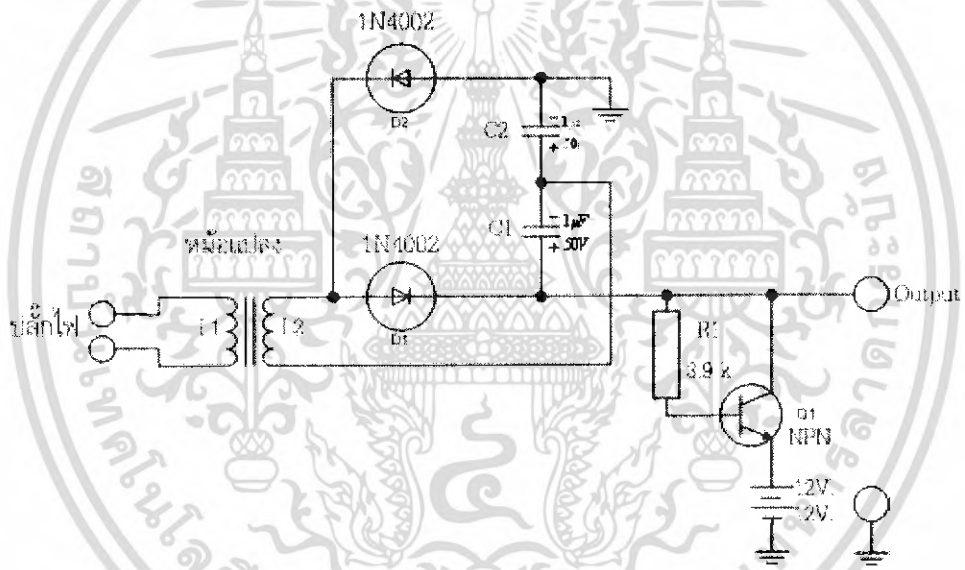


รูปที่ ข.6 แผ่นวงจรพิมพ์วงจรขับมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรง

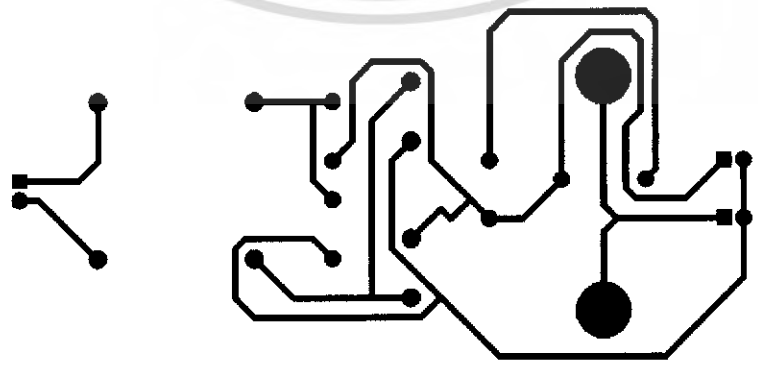
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ ข.7 ตำแหน่งการวางอุปกรณ์แผ่นวงจรพิมพ์วงจรขับมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรง

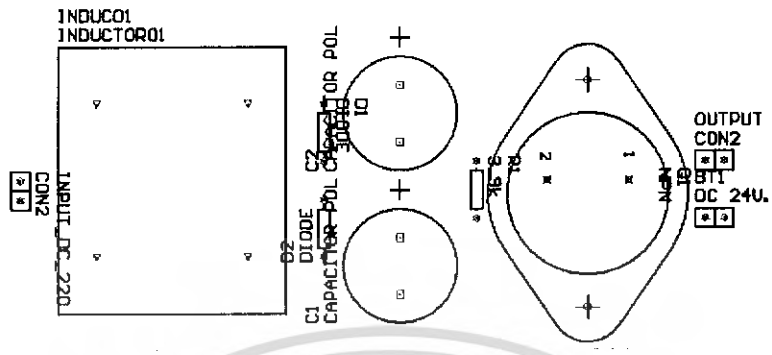


รูปที่ ข.8 วงจรระบบไฟสำรอง



รูปที่ ข.9 แผ่นวงจรพิมพ์วงจรระบบไฟสำรอง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ ข.10 ตำแหน่งการวางอุปกรณ์แผ่นวงจรพิมพ์วงจรระบบไฟสำรอง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ค
รายการอุปกรณ์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ ค.1 รายการอุปกรณ์วงจรควบคุมของตู้รับความคิดเห็นสำหรับศูนย์ราชการใสสะอาด

ชื่ออุปกรณ์	รายละเอียด	จำนวน
วงจรรวม		
IC1	AT89S52	1 ตัว
ตัวเก็บประจุ		
C1	10μF	1 ตัว
C2-C3	33μF	2 ตัว
ตัวต้านทาน		
R1	10kΩ	1ตัว
อุปกรณ์อื่นๆ		
SW.1	กดติดปล่อยดับ	1ตัว
XTAL1	11.0592 MHz.	1ตัว

ตารางที่ ค.2 รายการอุปกรณ์วงจรแสดงผลแบบตัวเลข 7 ส่วนของตู้รับความคิดเห็นสำหรับศูนย์ราชการใสสะอาด

ชื่ออุปกรณ์	รายละเอียด	จำนวน
ตัวต้านทาน		
Pull up Resistor1	10kΩ	1 ตัว
R2-R3	1kΩ	2 ตัว
อุปกรณ์สารกึ่งตัวนำ		
TR1-TR2	C458	2 ตัว
อุปกรณ์อื่นๆ		
ตัวแสดงผลแบบตัวเลข 7 ส่วนตัวที่ 1 และตัวแสดงผลแบบตัวเลข 7 ส่วนตัวที่ 2	แคโถดรวม	2 ตัว

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ ค.3 รายการอุปกรณ์วงจรสวิตช์ควบคุมและเซนเซอร์ของตู้รับความคิดเห็นสำหรับศูนย์ราชการใสสะอาด

ชื่ออุปกรณ์	รายละเอียด	จำนวน
ตัวต้านทาน		
R4-R7	1kΩ	4 ตัว
R8-R11	10kΩ	4 ตัว
อุปกรณ์สารกึ่งตัวนำ		
LED1-LED4	เซนเซอร์ตัวส่ง	4 ตัว
PHOTO D1-PHOTO D4	เซนเซอร์ตัวรับ	4 ตัว
TR3-TR6	C2458	4 ตัว
อุปกรณ์สวิตช์		
LM1-LM2	สวิตช์แบบไมโครสวิตช์ 3 ทาง	3 ตัว
SW2-SW5	กดติดปล่อยดับ	4 ตัว

ตารางที่ ค.4 รายการอุปกรณ์วงจรขับสเต็ปปิงมอเตอร์ของตู้รับความคิดเห็นสำหรับศูนย์ราชการใสสะอาด

ชื่ออุปกรณ์	รายละเอียด	จำนวน
ตัวต้านทาน		
Pull up Resistor2	10kΩ	1 ตัว
อุปกรณ์สารกึ่งตัวนำ		
TR7	BD140	1 ตัว
อุปกรณ์อื่นๆ		
IC2	ULN2003	1 ตัว
SM1-SM4	STEP MOTOR TA14198 12 โวลต์	4 ตัว
RELAY5-RELAY8	รีเลย์แบบหน้าสัมผัสเดียว 12 โวลต์	4 ตัว

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ ค.5 รายการอุปกรณ์วงจรฐานเวลาของตู้รับความคิดเห็นสำหรับศูนย์ราชการใสสะอาด

ชื่ออุปกรณ์	รายละเอียด	จำนวน
ตัวเก็บประจุ		
C4-C5	15pF	2 ตัว
อุปกรณ์อื่นๆ		
IC3	DS1307	1 ตัว
XTAL2	32.768 KHz.	1 ตัว
แบตเตอรี่	3 โวลต์	1 ตัว

ตารางที่ ค.6 รายการอุปกรณ์วงจรรีเลย์ขับมอเตอร์และโซลินอยด์ของตู้รับความคิดเห็นสำหรับศูนย์ราชการใสสะอาด

ชื่ออุปกรณ์	รายละเอียด	จำนวน
ตัวต้านทาน		
Pull up Resistor3	10kΩ	1 ตัว
R12-R15	1kΩ	4 ตัว
อุปกรณ์สารกึ่งตัวนำ		
TR8-TR11	458	4 ตัว
อุปกรณ์รีเลย์		
RELAY1-RELAY4	รีเลย์แบบหน้าสัมผัสเดียว 12 โวลต์	4 ตัว
อุปกรณ์อื่นๆ		
M1-M4	มอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรง 12 โวลต์	2 ตัว
SOLEN1-SOLEN2	โซลินอยด์ 24 โวลต์	2 ตัว

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ ค.7 รายการอุปกรณ์วงจรแสดงสถานการณ์ทำงานของตู้รับความคิดเห็นสำหรับศูนย์ราชการใสสะอาด

ชื่ออุปกรณ์	รายละเอียด	จำนวน
อุปกรณ์สารกึ่งตัวนำ		
TR12	C458	1 ตัว
TR13	PC557	1 ตัว
ตัวต้านทาน		
R12-R13	390Ω	2 ตัว
อุปกรณ์อื่นๆ		
LED5	สีแดง สถานะทำงาน	1 ตัว
LED6	สีเขียว สถานะปกติ	1 ตัว

ตารางที่ ค.8 รายการอุปกรณ์วงจรระบบไฟสำรองของตู้รับความคิดเห็นสำหรับศูนย์ราชการใสสะอาด

ชื่ออุปกรณ์	รายละเอียด	จำนวน
อุปกรณ์สารกึ่งตัวนำ		
DIODE	1N4002	2 ตัว
TR14	2N3055	1 ตัว
ตัวต้านทาน		
R14	3.9kΩ	1 ตัว
ตัวเก็บประจุ		
C6-C7	1μF	2 ตัว
อุปกรณ์อื่นๆ		
หม้อแปลง	15 โวลต์ 0.5 แอมป์	1 ตัว
แบตเตอรี่	12 โวลต์	2 ตัว

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ง

รายละเอียดและคุณสมบัติของอุปกรณ์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Features

- Compatible with MCS®-51 Products
- 8K Bytes of In-System Programmable (ISP) Flash Memory
  - Endurance: 1000 Write/Erase Cycles
- 4.0V to 5.5V Operating Range
- Fully Static Operation: 0 Hz to 33 MHz
- Three-level Program Memory Lock
- 256 x 8-bit Internal RAM
- 32 Programmable I/O Lines
- Three 16-bit Timer/Counters
- Eight Interrupt Sources
- Full Duplex UART Serial Channel
- Low-power Idle and Power-down Modes
- Interrupt Recovery from Power-down Mode
- Watchdog Timer
- Dual Data Pointer
- Power-off Flag
- Fast Programming Time
- Flexible ISP Programming (Byte and Page Mode)
- Green (Pb/Halide-free) Packaging Option

8-bit Microcontroller with 8K Bytes In-System Programmable Flash

AT89S52

1. Description

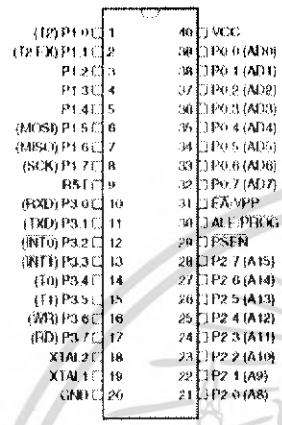
The AT89S52 is a low-power, high-performance CMOS 8-bit microcontroller with 8K bytes of in-system programmable Flash memory. The device is manufactured using Atmel's high-density nonvolatile memory technology and is compatible with the industry-standard 80C51 instruction set and pinout. The on-chip Flash allows the program memory to be reprogrammed in-system or by a conventional nonvolatile memory programmer. By combining a versatile 8-bit CPU with in-system programmable Flash on a monolithic chip, the Atmel AT89S52 is a powerful microcontroller which provides a highly-flexible and cost-effective solution to many embedded control applications.

The AT89S52 provides the following standard features: 8K bytes of Flash, 256 bytes of RAM, 32 I/O lines, Watchdog timer, two data pointers, three 16-bit timer/counters, a six-vector two-level interrupt architecture, a full duplex serial port, on-chip oscillator, and clock circuitry. In addition, the AT89S52 is designed with static logic for operation down to zero frequency and supports two software selectable power saving modes. The Idle Mode stops the CPU while allowing the RAM, timer/counters, serial port, and interrupt system to continue functioning. The Power-down mode saves the RAM contents but freezes the oscillator, disabling all other chip functions until the next interrupt or hardware reset.

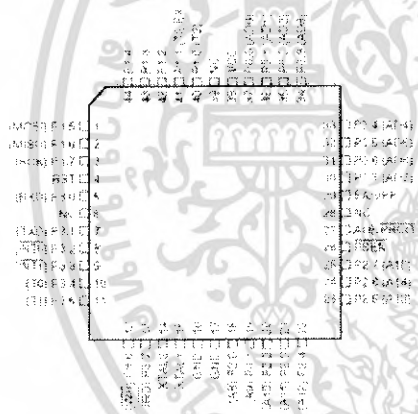
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2. Pin Configurations

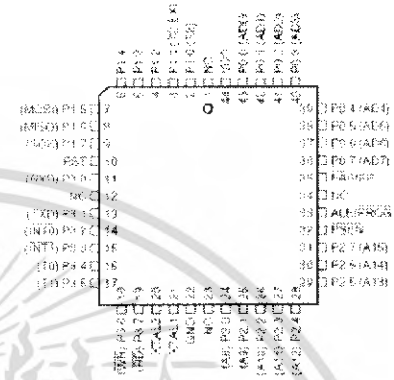
2.1 40-lead PDIP



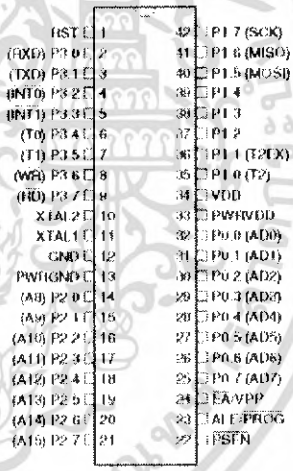
2.2 44-lead TQFP



2.3 44-lead PLCC

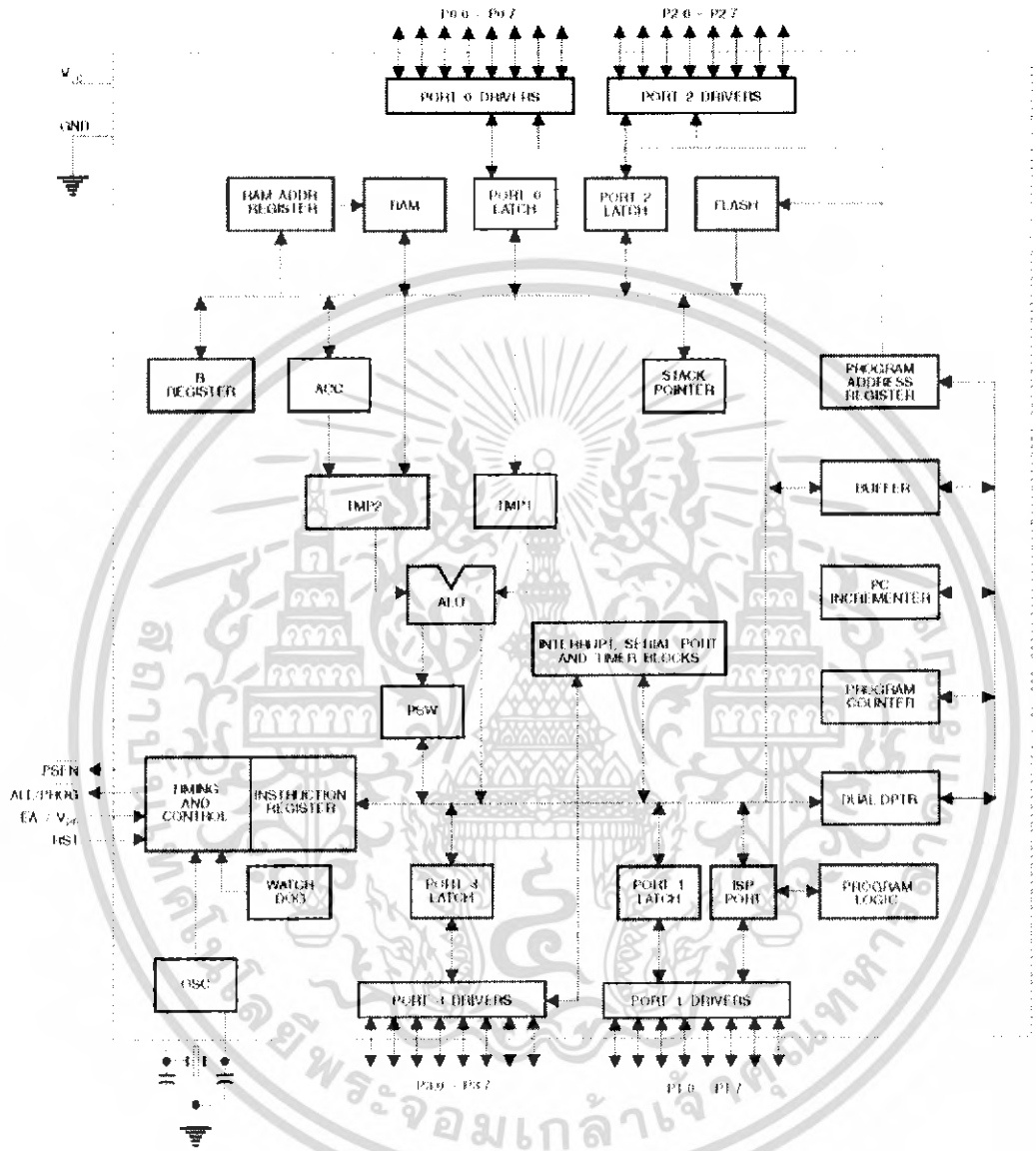


2.4 42-lead PDIP



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3. Block Diagram



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

22. Programming Interface – Parallel Mode

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

Most major worldwide programming vendors offer support for the Atmel AT89 microcontroller series. Please contact your local programming vendor for the appropriate software revision.

Table 22-1. Flash Programming Modes

Mode	V_{CC}	RST	PSEN	ALE/PROG	EA/V_{PP}	P2.6	P2.7	P3.3	P3.6	P3.7	P0.7-0 Data	P2.4-0 Address	P1.7-0 Address
Write Code Data	5V	H	L	(1)	12V	L	H	H	H	H	D_{IN}	A12-8	A7-0
Read Code Data	5V	H	L	H	H	L	L	L	H	H	D_{OUT}	A12-8	A7-0
Write Lock Bit 1	5V	H	L	(2)	12V	H	H	H	H	H	X	X	X
Write Lock Bit 2	5V	H	L	(3)	12V	H	H	H	L	L	X	X	X
Write Lock Bit 3	5V	H	L	(3)	12V	H	L	H	H	L	X	X	X
Read Lock Bits 1, 2, 3	5V	H	L	H	H	H	H	L	H	L	P0.2, P0.3, P0.4	X	X
Chip Erase	5V	H	L	(1)	12V	H	L	H	L	L	X	X	X
Read Atmel ID	5V	H	L	H	H	L	L	L	L	L	1EH	X 0000	00H
Read Device ID	5V	H	L	H	H	L	L	L	L	L	52H	X 0001	00H
Read Device ID	5V	H	L	H	H	L	L	L	L	L	06H	X 0010	00H

Notes:
1. Each PROG pulse is 200 ns - 500 ns for Chip Erase.
2. Each PROG pulse is 200 ns - 500 ns for Write Code Data.
3. Each PROG pulse is 200 ns - 500 ns for Write Lock Bits.
4. RDY/BSY signal is output on P3.0 during programming.
5. X = don't care.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Figure 22-1. Programming the Flash Memory (Parallel Mode)

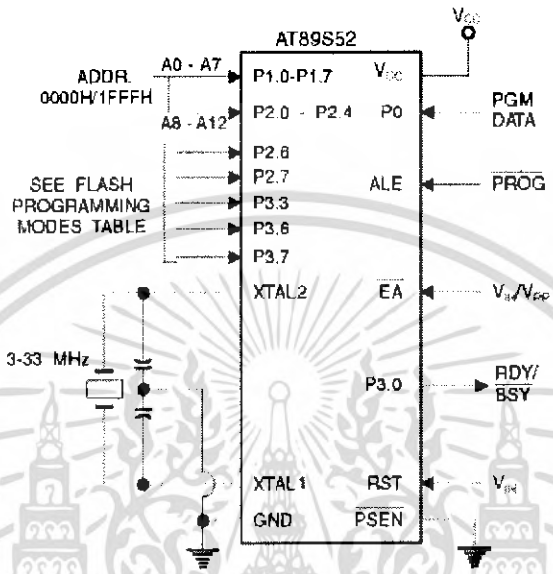
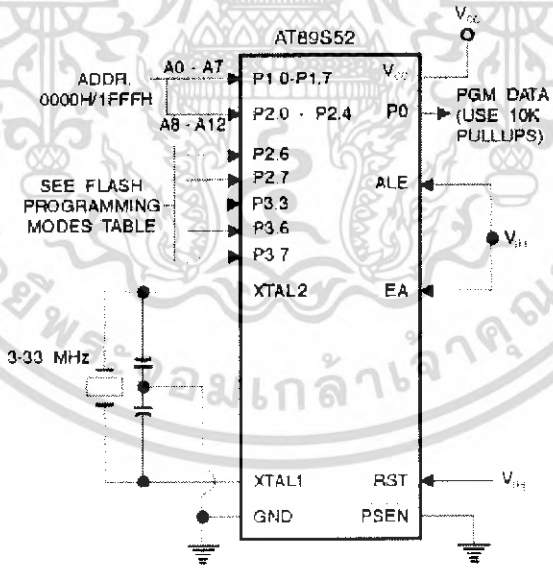


Figure 22-2. Verifying the Flash Memory (Parallel Mode)



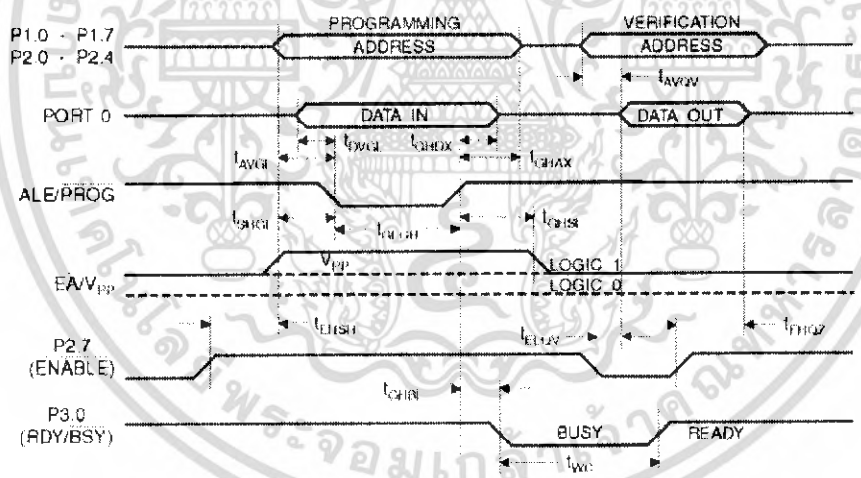
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

23. Flash Programming and Verification Characteristics (Parallel Mode)

T_A = 20°C to 30°C, V_{CC} = 4.5 to 5.5V

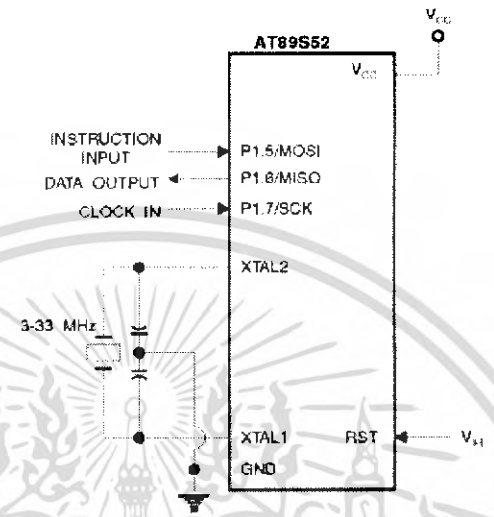
Symbol	Parameter	Min	Max	Units
V_{PP}	Programming Supply Voltage	11.5	12.5	V
I_{PP}	Programming Supply Current		10	mA
I_{CC}	V_{CC} Supply Current		30	mA
$1/t_{CLCL}$	Oscillator Frequency	3	33	MHz
t_{AVGL}	Address Setup to PROG Low	48 t_{CLCL}		
t_{GHAX}	Address Hold After PROG	48 t_{CLCL}		
t_{DVGL}	Data Setup to PROG Low	48 t_{CLCL}		
t_{GHDX}	Data Hold After PROG	48 t_{CLCL}		
t_{EHSH}	P2.7 (ENABLE) High to V_{PP}	48 t_{CLCL}		
t_{SHGL}	V_{PP} Setup to PROG Low	10		µs
t_{GHSL}	V_{PP} Hold After PROG	10		µs
t_{GLGH}	PROG Width	0.2	1	µs
t_{AVQV}	Address to Data Valid		48 t_{CLCL}	
t_{ELQV}	ENABLE Low to Data Valid		48 t_{CLCL}	
t_{EHQZ}	Data Float After ENABLE	0	48 t_{CLCL}	
t_{GHBH}	PROG High to BUSY Low		1.0	µs
t_{WC}	Byte Write Cycle Time		50	µs

Figure 23-1. Flash Programming and Verification Waveforms – Parallel Mode



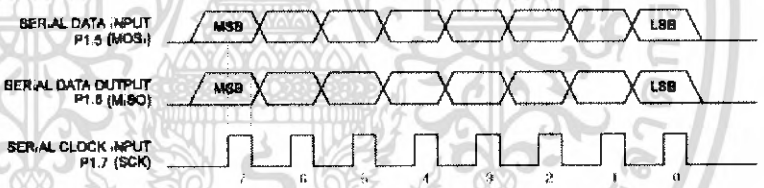
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Figure 23-2. Flash Memory Serial Downloading



24. Flash Programming and Verification Waveforms – Serial Mode

Figure 24-1. Serial Programming Waveforms



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Table 24-1. Serial Programming Instruction Set

Instruction	Instruction Format Byte 1	Byte 2	Byte 3	Byte 4	Operation
Programming Enable	1010 1100	0101 0011	xxxx xxxx	xxxx xxxx 0110 1001 (Output on MISO)	Enable Serial Programming while RST is high
Chip Erase	1010 1100	100x xxxx	xxxx xxxx	xxxx xxxx	Chip Erase Flash memory array
Read Program Memory (Byte Mode)	0010 0000	xxx A12 A11 A10 A9 A8	A7 A6 A5 A4 A3 A2 A1 A0	D7 D6 D5 D4 D3 D2 D1 D0	Read data from Program memory in the byte mode
Write Program Memory (Byte Mode)	0100 0000	xxx A12 A11 A10 A9 A8	A7 A6 A5 A4 A3 A2 A1 A0	D7 D6 D5 D4 D3 D2 D1 D0	Write data to Program memory in the byte mode
Write Lock Bits[1]	1010 1100	1110 00 B1 B2	xxxx xxxx	xxxx xxxx	Write Lock bits. See Note (1)
Read Lock Bits	0010 0100	xxxx xxxx	xxxx xxxx	xxx LB3 LB2 LB1 xx	Read back current status of the lock bits (a programmed lock bit reads back as a "1")
Read Signature Bytes	0010 1000	xxx A12 A11 A10 A9 A8	A7 xxx xxx0	Signature Byte	Read Signature Byte
Read Program Memory (Page Mode)	0011 0000	xxx A12 A11 A10 A9 A8	Byte 0	Byte 1... Byte 255	Read data from Program memory in the Page Mode (256 bytes)
Write Program Memory (Page Mode)	0101 0000	xxx A12 A11 A10 A9 A8	Byte 0	Byte 1... Byte 255	Write data to Program memory in the Page Mode (256 bytes)

Note: 1. B1 = 0, B2 = 0 ---> Mode 1, no lock protection
B1 = 0, B2 = 1 ---> Mode 2, lock bit 1 activated
B1 = 1, B2 = 0 ---> Mode 3, lock bit 2 activated
B1 = 1, B2 = 1 ---> Mode 4, lock bit 3 activated

} Each of the lock bit modes needs to be activated sequentially before Mode 4 can be executed.

After Reset signal is high, SCK should be low for at least 64 system clocks before it goes high to clock in the enable data bytes. No pulsing of Reset signal is necessary. SCK should be no faster than 1/16 of the system clock at XTAL1.

For Page Read/Write, the data always starts from byte 0 to 255. After the command byte and upper address byte are latched, each byte thereafter is treated as data until all 256 bytes are shifted in/out. Then the next instruction will be ready to be decoded.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

25. Serial Programming Characteristics

Figure 25-1. Serial Programming Timing

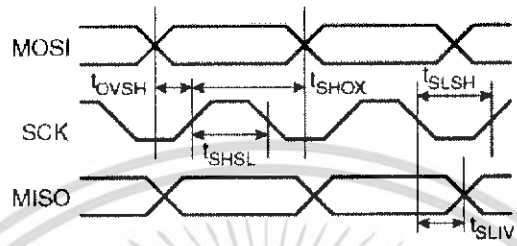


Table 25-1. Serial Programming Characteristics, T_A = -40°C to 85°C, V_{CC} = 4.0 - 5.5V (Unless Otherwise Noted)

Symbol	Parameter	Min	Typ	Max	Units
$1/t_{CLCL}$	Oscillator Frequency	3		33	MHz
t_{CLCL}	Oscillator Period	30			ns
t_{SHSL}	SCK Pulse Width High	$8\ t_{CLCL}$			ns
t_{SLSH}	SCK Pulse Width Low	$8\ t_{CLCL}$			ns
t_{OVSH}	MOSI Setup to SCK High	t_{CLCL}			ns
t_{SHOX}	MOSI Hold after SCK High	$2\ t_{CLCL}$			ns
t_{SLIV}	SCK Low to MISO Valid	10	16	32	ns
t_{ERASE}	Chip Erase Instruction Cycle Time			500	ms
t_{SWC}	Serial Byte Write Cycle Time			$64\ t_{CLCL} + 400$	µs

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

26. Absolute Maximum Ratings*

Operating Temperature	-55°C to +125°C
Storage Temperature	-65°C to +150°C
Voltage on Any Pin with Respect to Ground	-1.0V to +7.0V
Maximum Operating Voltage	6.6V
DC Output Current	15.0 mA

*NOTICE: Stresses beyond those listed under "Absolute Maximum Ratings" may cause permanent damage to the device. This is a stress rating only and functional operation of the device at these or any other conditions beyond those indicated in the operational sections of this specification is not implied. Exposure to absolute maximum rating conditions for extended periods may affect device reliability.

27. DC Characteristics

The values shown in this table are valid for T_A = -40°C to 85°C and V_{CC} = 4.0V to 5.5V, unless otherwise noted.

Symbol	Parameter	Condition	Min	Max	Units
V_{IL}	Input Low Voltage	(Except $\overline{EA}$)	-0.5	0.2 V_{CC}-0.1	V
V_{IL1}	Input Low Voltage ($\overline{EA}$)		-0.5	0.2 V_{CC}-0.3	V
V_{IH}	Input High Voltage	(Except XTAL1, RST)	0.2 V_{CC}+0.9	V_{CC}+0.5	V
V_{IH1}	Input High Voltage	(XTAL1, RST)	0.7 V_{CC}	V_{CC}+0.5	V
V_{OL}	Output Low Voltage[1] (Ports 1,2,3)	I_{OL} = 1.6 mA		0.45	V
V_{OL1}	Output Low Voltage[1] (Port 0, ALE, $\overline{PSEN}$)	I_{OL} = 3.2 mA		0.45	V
V_{OH}	Output High Voltage (Ports 1,2,3, ALE, $\overline{PSEN}$)	I_{OH} = -60 µA, V_{CC} = 5V ± 10%	2.4		V
		I_{OH} = -25 µA	0.75 V_{CC}		V
		I_{OH} = -10 µA	0.9 V_{CC}		V
V_{OH1}	Output High Voltage (Port 0 in External Bus Mode)	I_{OH} = -800 µA, V_{CC} = 5V ± 10%	2.4		V
		I_{OH} = -300 µA	0.75 V_{CC}		V
		I_{OH} = -80 µA	0.9 V_{CC}		V
I_{IL}	Logical 0 Input Current (Ports 1,2,3)	V_{IN} = 0.45V		-50	µA
I_{TL}	Logical 1 to 0 Transition Current (Ports 1,2,3)	V_{IN} = 2V, V_{CC} = 5V ± 10%		-300	µA
I_{LI}	Input Leakage Current (Port 0, $\overline{EA}$)	0.45 < V_{IN} < V_{CC}		±10	µA
RRST	Reset Pulldown Resistor		50	300	KΩ
C_{IO}	Pin Capacitance	Test Freq. = 1 MHz, T_A = 25°C		10	pF
I_{CC}	Power Supply Current	Active Mode, 12 MHz		25	mA
		Idle Mode, 12 MHz		6.5	mA
		Power-down Mode[2]		50	µA

Notes: 1. Under steady state (non-transient) conditions, I_{OL} must be externally limited as follows:
Maximum I_{OL} per port pin: 10 mA
Maximum I_{OL} per 8-bit port:
Port 0: 26 mA Ports 1, 2, 3: 15 mA
Maximum total I_{OL} for all output pins: 71 mA
If I_{OL} exceeds the test condition, V_{OL} may exceed the related specification. Pins are not guaranteed to sink current greater than the listed test conditions.
2. Minimum V_{CC} for Power-down is 2V.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

28. AC Characteristics

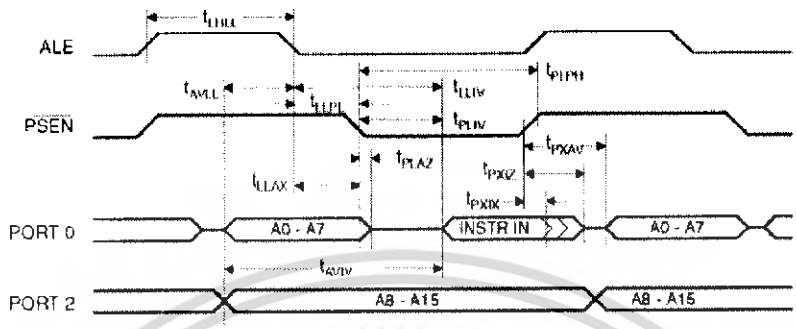
Under operating conditions, load capacitance for Port 0, ALE/$\overline{PROG}$, and $\overline{PSEN}$ = 100 pF; load capacitance for all other outputs = 80 pF.

28.1 External Program and Data Memory Characteristics

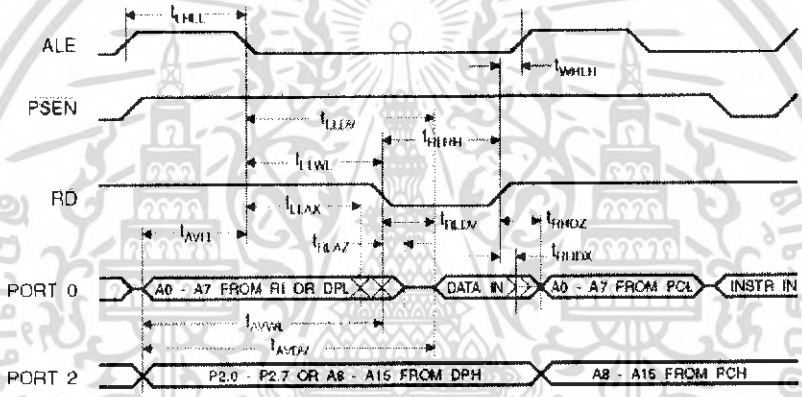
Symbol	Parameter	12 MHz Oscillator		Variable Oscillator		Units
		Min	Max	Min	Max	
$1/t_{CLCL}$	Oscillator Frequency			0	33	MHz
t_{LHLL}	ALE Pulse Width	127		$2t_{CLCL}$-40		ns
t_{AVLL}	Address Valid to ALE Low	43		t_{CLCL}-25		ns
t_{LLAX}	Address Hold After ALE Low	48		t_{CLCL}-25		ns
t_{LLIV}	ALE Low to Valid Instruction In		233		$4t_{CLCL}$-65	ns
t_{LLPL}	ALE Low to $\overline{PSEN}$ Low	43		t_{CLCL}-25		ns
t_{PLPH}	$\overline{PSEN}$ Pulse Width	205		$3t_{CLCL}$-45		ns
t_{PLIV}	$\overline{PSEN}$ Low to Valid Instruction In		145		$3t_{CLCL}$-60	ns
t_{PXIX}	Input Instruction Hold After $\overline{PSEN}$	0		0		ns
t_{PXIZ}	Input Instruction Float After $\overline{PSEN}$		59		t_{CLCL}-25	ns
t_{PXAV}	$\overline{PSEN}$ to Address Valid	75		t_{CLCL}-8		ns
t_{AVIV}	Address to Valid Instruction In		312		$5t_{CLCL}$-80	ns
t_{PLAZ}	$\overline{PSEN}$ Low to Address Float		10		10	ns
t_{RLRH}	$\overline{RD}$ Pulse Width	400		$6t_{CLCL}$-100		ns
t_{WLWH}	$\overline{WR}$ Pulse Width	400		$6t_{CLCL}$-100		ns
t_{RLDV}	$\overline{RD}$ Low to Valid Data In		252		$5t_{CLCL}$-90	ns
t_{RHDX}	Data Hold After $\overline{RD}$	0		0		ns
t_{RHDZ}	Data Float After $\overline{RD}$		97		$2t_{CLCL}$-28	ns
t_{LLDV}	ALE Low to Valid Data In		517		$8t_{CLCL}$-150	ns
t_{AVDV}	Address to Valid Data In		585		$9t_{CLCL}$-165	ns
t_{LLWL}	ALE Low to $\overline{RD}$ or $\overline{WR}$ Low	200	300	$3t_{CLCL}$-50	$3t_{CLCL}$+50	ns
t_{AVWL}	Address to $\overline{RD}$ or $\overline{WR}$ Low	203		$4t_{CLCL}$-75		ns
t_{QVWX}	Data Valid to $\overline{WR}$ Transition	23		t_{CLCL}-30		ns
t_{QVWH}	Data Valid to $\overline{WR}$ High	433		$7t_{CLCL}$-130		ns
t_{WHQX}	Data Hold After $\overline{WR}$	33		t_{CLCL}-25		ns
t_{RLAZ}	$\overline{RD}$ Low to Address Float		0		0	ns
t_{WHLH}	$\overline{RD}$ or $\overline{WR}$ High to ALE High	43	123	t_{CLCL}-25	t_{CLCL}+25	ns

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

29. External Program Memory Read Cycle

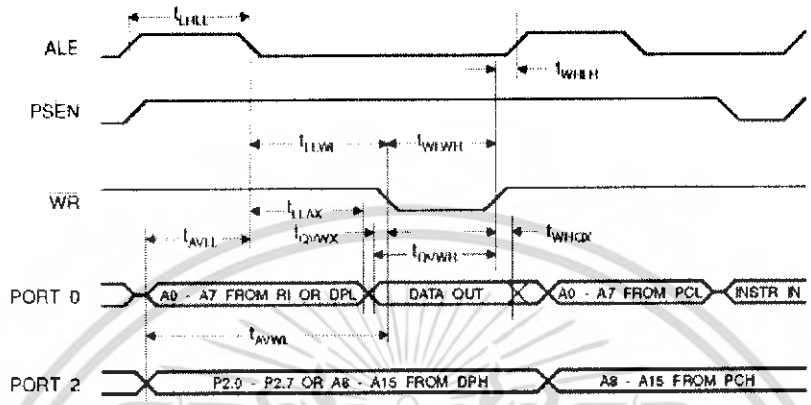


30. External Data Memory Read Cycle

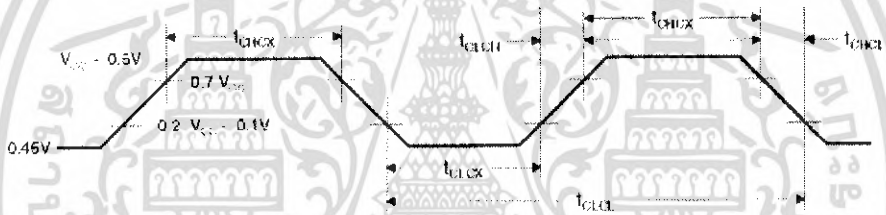


เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

31. External Data Memory Write Cycle



32. External Clock Drive Waveforms



33. External Clock Drive

Symbol	Parameter	Min	Max	Units
$1/t_{CLCL}$	Oscillator Frequency	0	33	MHz
t_{CLCL}	Clock Period	30		ns
t_{CHCX}	High Time	12		ns
t_{CLCX}	Low Time	12		ns
t_{CLCH}	Rise Time		5	ns
t_{CHCL}	Fall Time		5	ns

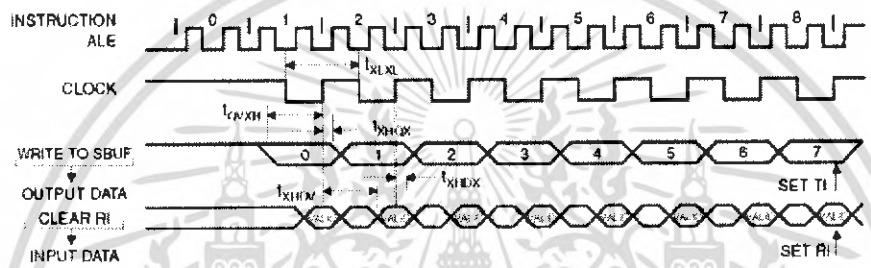
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

34. Serial Port Timing: Shift Register Mode Test Conditions

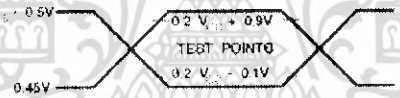
The values in this table are valid for V_{CC} = 4.0V to 5.5V and Load Capacitance = 80 pF.

Symbol	Parameter	12 MHz Osc		Variable Oscillator		Units
		Min	Max	Min	Max	
t_{XLXL}	Serial Port Clock Cycle Time	1.0		12 t_{CLCL}		µs
t_{QVXH}	Output Data Setup to Clock Rising Edge	700		10 t_{CLCL}-133		ns
t_{XHQX}	Output Data Hold After Clock Rising Edge	50		2 t_{CLCL}-80		ns
t_{XHDX}	Input Data Hold After Clock Rising Edge	0		0		ns
t_{XHDV}	Clock Rising Edge to Input Data Valid		700		10 t_{CLCL}-133	ns

35. Shift Register Mode Timing Waveforms



36. AC Testing Input/Output Waveforms[1]



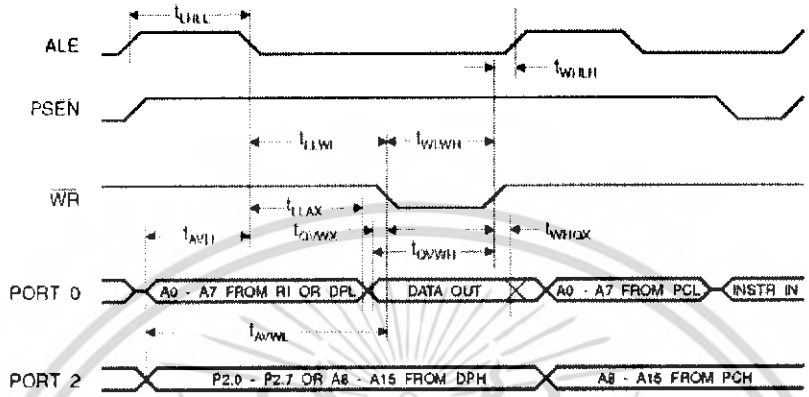
Note: 1. AC inputs during testing are driven at V_{CC} - 0.5V for a logic 1 and 0.45V for a logic 0. Timing measurements are made at V_{IH} min. for a logic 1 and V_{IL} max. for a logic 0.

37. Float Waveforms[1]

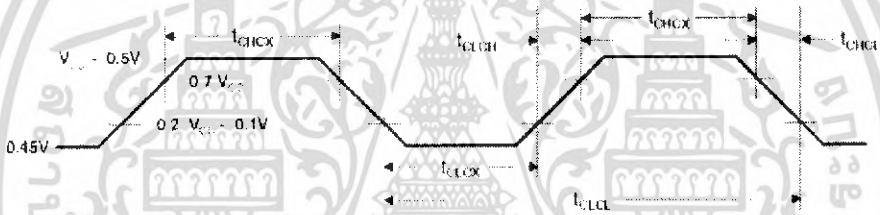
Note: 1. For timing purposes, a port pin is no longer floating when a 100 mV change from load voltage occurs. A port pin begins to float when a 100 mV change from the loaded V_{OH}/V_{OL} level occurs.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

31. External Data Memory Write Cycle



32. External Clock Drive Waveforms



33. External Clock Drive

Symbol	Parameter	Min	Max	Units
1/t_{CLCL}	Oscillator Frequency	0	33	MHz
t_{CLCL}	Clock Period	30		ns
t_{CHCX}	High Time	12		ns
t_{CLCX}	Low Time	12		ns
t_{CLCH}	Rise Time		5	ns
t_{CHCL}	Fall Time		5	ns

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

DALLAS SEMICONDUCTOR

DS1307
64 x 8 Serial Real-Time Clock

www.maxim-ic.com

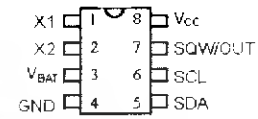
FEATURES

- Real-time clock (RTC) counts seconds, minutes, hours, date of the month, month, day of the week, and year with leap-year compensation valid up to 2100
- 56-byte, battery-backed, nonvolatile (NV) RAM for data storage
- Two-wire serial interface
- Programmable squarewave output signal
- Automatic power-fail detect and switch circuitry
- Consumes less than 500nA in battery backup mode with oscillator running
- Optional industrial temperature range: -40°C to +85°C
- Available in 8-pin DIP or SOIC
- Underwriters Laboratory (UL) recognized

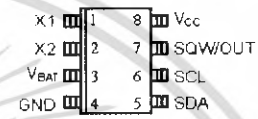
ORDERING INFORMATION

DS1307	8-Pin DIP (300-mil)
DS1307Z	8-Pin SOIC (150-mil)
DS1307N	8-Pin DIP (Industrial)
DS1307ZN	8-Pin SOIC (Industrial)

PIN ASSIGNMENT



DS1307 8-Pin DIP (300-mil)



DS1307 8-Pin SOIC (150-mil)

PIN DESCRIPTION

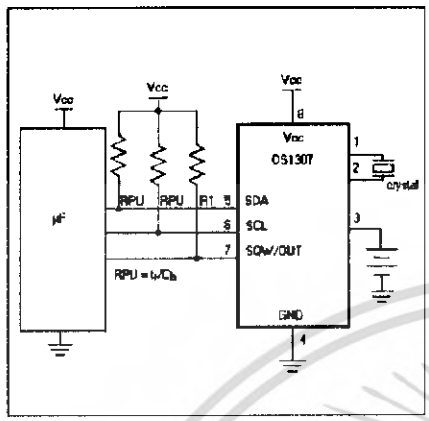
V_{CC}	- Primary Power Supply
X1, X2	- 32.768kHz Crystal Connection
V_{BAT}	- +3V Battery Input
GND	- Ground
SDA	- Serial Data
SCL	- Serial Clock
SQW/OUT	- Square Wave/Output Driver

DESCRIPTION

The DS1307 Serial Real-Time Clock is a low-power, full binary-coded decimal (BCD) clock/calendar plus 56 bytes of NV SRAM. Address and data are transferred serially via a 2-wire, bi-directional bus. The clock/calendar provides seconds, minutes, hours, day, date, month, and year information. The end of the month date is automatically adjusted for months with fewer than 31 days, including corrections for leap year. The clock operates in either the 24-hour or 12-hour format with AM/PM indicator. The DS1307 has a built-in power sense circuit that detects power failures and automatically switches to the battery supply.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

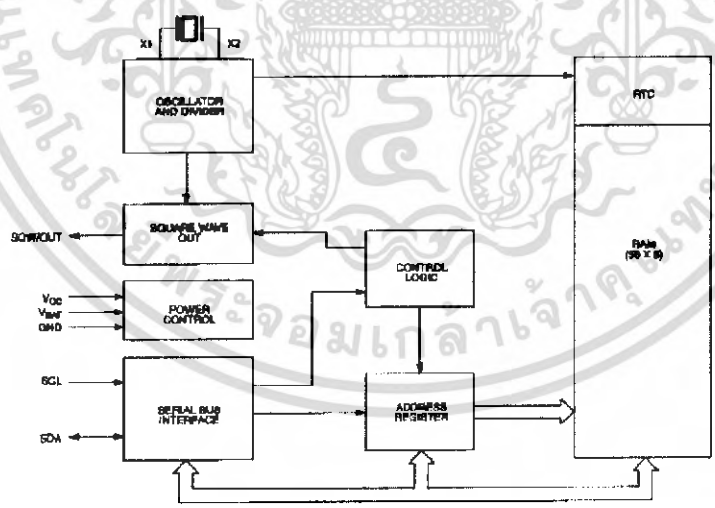
TYPICAL OPERATING CIRCUIT



OPERATION

The DS1307 operates as a slave device on the serial bus. Access is obtained by implementing a START condition and providing a device identification code followed by a register address. Subsequent registers can be accessed sequentially until a STOP condition is executed. When V_{CC} falls below 1.25 x V_{BAT} the device terminates an access in progress and resets the device address counter. Inputs to the device will not be recognized at this time to prevent erroneous data from being written to the device from an out of tolerance system. When V_{CC} falls below V_{BAT} the device switches into a low-current battery backup mode. Upon power-up, the device switches from battery to V_{CC} when V_{CC} is greater than V_{BAT} + 0.2V and recognizes inputs when V_{CC} is greater than 1.25 x V_{BAT}. The block diagram in Figure 1 shows the main elements of the serial RTC.

DS1307 BLOCK DIAGRAM Figure 1



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

SIGNAL DESCRIPTIONS

V_{CC}, GND – DC power is provided to the device on these pins. V_{CC} is the +5V input. When 5V is applied within normal limits, the device is fully accessible and data can be written and read. When a 3V battery is connected to the device and V_{CC} is below 1.25 x V_{BAT}, reads and writes are inhibited. However, the timekeeping function continues unaffected by the lower input voltage. As V_{CC} falls below V_{BAT} the RAM and timekeeper are switched over to the external power supply (nominal 3.0V DC) at V_{BAT}.

V_{BAT} – Battery input for any standard 3V lithium cell or other energy source. Battery voltage must be held between 2.0V and 3.5V for proper operation. The nominal write protect trip point voltage at which access to the RTC and user RAM is denied is set by the internal circuitry as 1.25 x V_{BAT} nominal. A lithium battery with 48mAhr or greater will back up the DS1307 for more than 10 years in the absence of power at 25°C. UL recognized to ensure against reverse charging current when used in conjunction with a lithium battery.

See "Conditions of Acceptability" at http://www.maxim-ic.com/TechSupport/QA/ntrl.htm.

SCL (Serial Clock Input) – SCL is used to synchronize data movement on the serial interface.

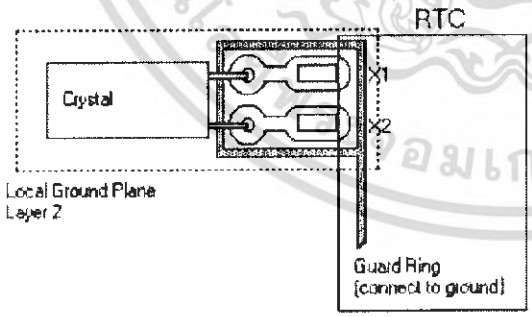
SDA (Serial Data Input/Output) – SDA is the input/output pin for the 2-wire serial interface. The SDA pin is open drain which requires an external pullup resistor.

SQW/OUT (Square Wave/Output Driver) – When enabled, the SQWE bit set to 1, the SQW/OUT pin outputs one of four square wave frequencies (1Hz, 4kHz, 8kHz, 32kHz). The SQW/OUT pin is open drain and requires an external pull-up resistor. SQW/OUT will operate with either Vcc or Vbat applied.

X1, X2 – Connections for a standard 32.768kHz quartz crystal. The internal oscillator circuitry is designed for operation with a crystal having a specified load capacitance (CL) of 12.5pF.

For more information on crystal selection and crystal layout considerations, please consult Application Note 58, "Crystal Considerations with Dallas Real-Time Clocks." The DS1307 can also be driven by an external 32.768kHz oscillator. In this configuration, the X1 pin is connected to the external oscillator signal and the X2 pin is floated.

RECOMMENDED LAYOUT FOR CRYSTAL



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

CLOCK ACCURACY

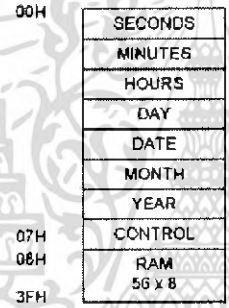
The accuracy of the clock is dependent upon the accuracy of the crystal and the accuracy of the match between the capacitive load of the oscillator circuit and the capacitive load for which the crystal was trimmed. Additional error will be added by crystal frequency drift caused by temperature shifts. External circuit noise coupled into the oscillator circuit may result in the clock running fast. See Application Note 58, "Crystal Considerations with Dallas Real-Time Clocks" for detailed information.

Please review Application Note 95, "Interfacing the DS1307 with a 8051-Compatible Microcontroller" for additional information.

RTC AND RAM ADDRESS MAP

The address map for the RTC and RAM registers of the DS1307 is shown in Figure 2. The RTC registers are located in address locations 00h to 07h. The RAM registers are located in address locations 08h to 3Fh. During a multi-byte access, when the address pointer reaches 3Fh, the end of RAM space, it wraps around to location 00h, the beginning of the clock space.

DS1307 ADDRESS MAP Figure 2



CLOCK AND CALENDAR

The time and calendar information is obtained by reading the appropriate register bytes. The RTC registers are illustrated in Figure 3. The time and calendar are set or initialized by writing the appropriate register bytes. The contents of the time and calendar registers are in the BCD format. Bit 7 of register 0 is the clock halt (CH) bit. When this bit is set to a 1, the oscillator is disabled. When cleared to a 0, the oscillator is enabled.

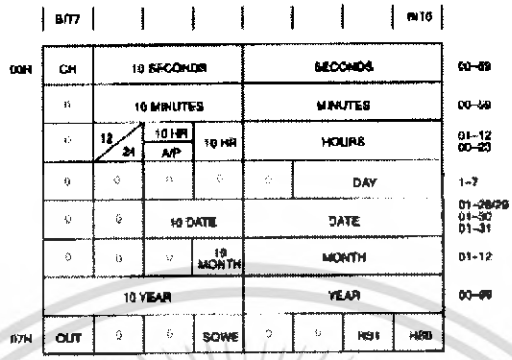
Please note that the initial power-on state of all registers is not defined. Therefore, it is important to enable the oscillator (CH bit = 0) during initial configuration.

The DS1307 can be run in either 12-hour or 24-hour mode. Bit 6 of the hours register is defined as the 12- or 24-hour mode select bit. When high, the 12-hour mode is selected. In the 12-hour mode, bit 5 is the AM/PM bit with logic high being PM. In the 24-hour mode, bit 5 is the second 10 hour bit (20-23 hours).

On a 2-wire START, the current time is transferred to a second set of registers. The time information is read from these secondary registers, while the clock may continue to run. This eliminates the need to re-read the registers in case of an update of the main registers during a read.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

DS1307 TIMEKEEPER REGISTERS Figure 3



CONTROL REGISTER

The DS1307 control register is used to control the operation of the SQW/OUT pin.

BIT 7	BIT 6	BIT 5	BIT 4	BIT 3	BIT 2	BIT 1	BIT 0
OUT	0	0	SQWE	0	0	RS1	RS0

OUT (Output control): This bit controls the output level of the SQW/OUT pin when the square wave output is disabled. If SQWE = 0, the logic level on the SQW/OUT pin is 1 if OUT = 1 and is 0 if OUT = 0.

SQWE (Square Wave Enable): This bit, when set to a logic 1, will enable the oscillator output. The frequency of the square wave output depends upon the value of the RS0 and RS1 bits. With the square wave output set to 1Hz, the clock registers update on the falling edge of the square wave.

RS (Rate Select): These bits control the frequency of the square wave output when the square wave output has been enabled. Table 1 lists the square wave frequencies that can be selected with the RS bits.

SQUAREWAVE OUTPUT FREQUENCY Table 1

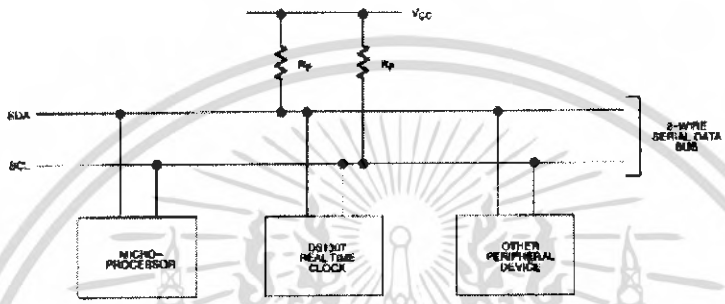
RS1	RS0	SQW OUTPUT FREQUENCY
0	0	1Hz
0	1	4.096kHz
1	0	8.192kHz
1	1	32.768kHz

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2-WIRE SERIAL DATA BUS

The DS1307 supports a bi-directional, 2-wire bus and data transmission protocol. A device that sends data onto the bus is defined as a transmitter and a device receiving data as a receiver. The device that controls the message is called a master. The devices that are controlled by the master are referred to as slaves. The bus must be controlled by a master device that generates the serial clock (SCL), controls the bus access, and generates the START and STOP conditions. The DS1307 operates as a slave on the 2-wire bus. A typical bus configuration using this 2-wire protocol is show in Figure 4.

TYPICAL 2-WIRE BUS CONFIGURATION Figure 4



Figures 5, 6, and 7 detail how data is transferred on the 2-wire bus.

- Data transfer may be initiated only when the bus is not busy.
- During data transfer, the data line must remain stable whenever the clock line is HIGH. Changes in the data line while the clock line is high will be interpreted as control signals.

Accordingly, the following bus conditions have been defined:

Bus not busy: Both data and clock lines remain HIGH.

Start data transfer: A change in the state of the data line, from HIGH to LOW, while the clock is HIGH, defines a START condition.

Stop data transfer: A change in the state of the data line, from LOW to HIGH, while the clock line is HIGH, defines the STOP condition.

Data valid: The state of the data line represents valid data when, after a START condition, the data line is stable for the duration of the HIGH period of the clock signal. The data on the line must be changed during the LOW period of the clock signal. There is one clock pulse per bit of data.

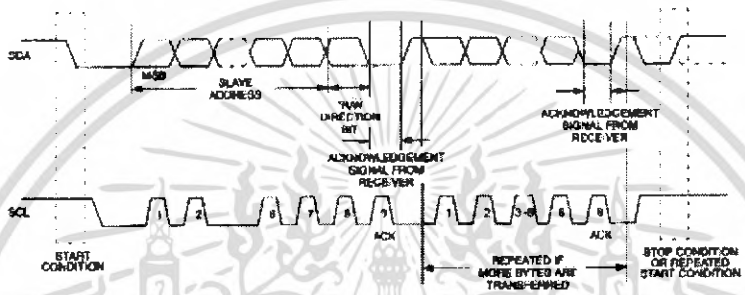
Each data transfer is initiated with a START condition and terminated with a STOP condition. The number of data bytes transferred between START and STOP conditions is not limited, and is determined by the master device. The information is transferred byte-wise and each receiver acknowledges with a ninth bit. Within the 2-wire bus specifications a regular mode (100kHz clock rate) and a fast mode (400kHz clock rate) are defined. The DS1307 operates in the regular mode (100kHz) only.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Acknowledge: Each receiving device, when addressed, is obliged to generate an acknowledge after the reception of each byte. The master device must generate an extra clock pulse which is associated with this acknowledge bit.

A device that acknowledges must pull down the SDA line during the acknowledge clock pulse in such a way that the SDA line is stable LOW during the HIGH period of the acknowledge related clock pulse. Of course, setup and hold times must be taken into account. A master must signal an end of data to the slave by not generating an acknowledge bit on the last byte that has been clocked out of the slave. In this case, the slave must leave the data line HIGH to enable the master to generate the STOP condition.

DATA TRANSFER ON 2-WIRE SERIAL BUS Figure 5



Depending upon the state of the R/ W bit, two types of data transfer are possible:

1. **Data transfer from a master transmitter to a slave receiver.** The first byte transmitted by the master is the slave address. Next follows a number of data bytes. The slave returns an acknowledge bit after each received byte. Data is transferred with the most significant bit (MSB) first.

2. **Data transfer from a slave transmitter to a master receiver.** The first byte (the slave address) is transmitted by the master. The slave then returns an acknowledge bit. This is followed by the slave transmitting a number of data bytes. The master returns an acknowledge bit after all received bytes other than the last byte. At the end of the last received byte, a "not acknowledge" is returned.

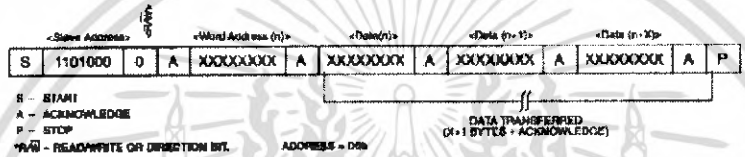
The master device generates all of the serial clock pulses and the START and STOP conditions. A transfer is ended with a STOP condition or with a repeated START condition. Since a repeated START condition is also the beginning of the next serial transfer, the bus will not be released. Data is transferred with the most significant bit (MSB) first.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

The DS1307 may operate in the following two modes:

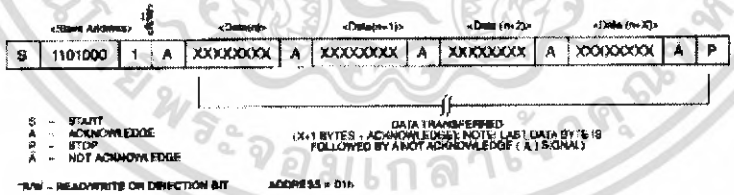
1. **Slave receiver mode (DS1307 write mode):** Serial data and clock are received through SDA and SCL. After each byte is received an acknowledge bit is transmitted. START and STOP conditions are recognized as the beginning and end of a serial transfer. Address recognition is performed by hardware after reception of the slave address and *direction bit (See Figure 6). The address byte is the first byte received after the start condition is generated by the master. The address byte contains the 7 bit DS1307 address, which is 1101000, followed by the *direction bit (R/$\overline{W}$) which, for a write, is a 0. After receiving and decoding the address byte the device outputs an acknowledge on the SDA line. After the DS1307 acknowledges the slave address + write bit, the master transmits a register address to the DS1307 This will set the register pointer on the DS1307. The master will then begin transmitting each byte of data with the DS1307 acknowledging each byte received. The master will generate a stop condition to terminate the data write.

DATA WRITE – SLAVE RECEIVER MODE Figure 6



2. **Slave transmitter mode (DS1307 read mode):** The first byte is received and handled as in the slave receiver mode. However, in this mode, the *direction bit will indicate that the transfer direction is reversed. Serial data is transmitted on SDA by the DS1307 while the serial clock is input on SCL. START and STOP conditions are recognized as the beginning and end of a serial transfer (See Figure 7). The address byte is the first byte received after the start condition is generated by the master. The address byte contains the 7-bit DS1307 address, which is 1101000, followed by the *direction bit (R/$\overline{W}$) which, for a read, is a 1. After receiving and decoding the address byte the device inputs an acknowledge on the SDA line. The DS1307 then begins to transmit data starting with the register address pointed to by the register pointer. If the register pointer is not written to before the initiation of a read mode the first address that is read is the last one stored in the register pointer. The DS1307 must receive a "not acknowledge" to end a read.

DATA READ – SLAVE TRANSMITTER MODE Figure 7



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ABSOLUTE MAXIMUM RATINGS*

Voltage on Any Pin Relative to Ground	-0.5V to +7.0V
Storage Temperature	-55°C to +125°C
Soldering Temperature	260°C for 10 seconds DIP See JPC/JEDEC Standard J-STD-020A for Surface Mount Devices

* This is a stress rating only and functional operation of the device at these or any other conditions above those indicated in the operation sections of this specification is not implied. Exposure to absolute maximum rating conditions for extended periods of time may affect reliability.

Range	Temperature	V_{CC}
Commercial	0°C to +70°C	4.5V to 5.5V V_{CCI}
Industrial	-40°C to +85°C	4.5V to 5.5V V_{CCI}

RECOMMENDED DC OPERATING CONDITIONS

(Over the operating range*)

PARAMETER	SYMBOL	MIN	TYP	MAX	UNITS	NOTES
Supply Voltage	V_{CC}	4.5	5.0	5.5	V	
Logic 1	V_{IH}	2.2		V_{CC} + 0.3	V	
Logic 0	V_{IL}	-0.5		+0.8	V	
V_{BAT} Battery Voltage	V_{BAT}	2.0		3.5	V	

*Unless otherwise specified.

DC ELECTRICAL CHARACTERISTICS

(Over the operating range*)

PARAMETER	SYMBOL	MIN	TYP	MAX	UNITS	NOTES
Input Leakage (SCL)	I_{LI}			1	µA	
I/O Leakage (SDA & SQW/OUT)	I_{LO}			1	µA	
Logic 0 Output (I_{OL} = 5mA)	V_{OL}			0.4	V	
Active Supply Current	I_{CCA}			1.5	mA	7
Standby Current	I_{CCS}			200	µA	1
Battery Current (OSC ON); SQW/OUT OFF	I_{BAT1}		300	500	nA	2
Battery Current (OSC ON); SQW/OUT ON (32kHz)	I_{BAT2}		480	800	nA	
Power-Fail Voltage	V_{PF}	1.216 x V_{BAT}	1.25 x V_{BAT}	1.284 x V_{BAT}	V	8

*Unless otherwise specified.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

AC ELECTRICAL CHARACTERISTICS

(Over the operating range*)

PARAMETER	SYMBOL	MIN	TYP	MAX	UNITS	NOTES
SCL Clock Frequency	f_{SCL}	0		100	kHz	
Bus Free Time Between a STOP and START Condition	t_{BUF}	4.7			µs	
Hold Time (Repeated) START Condition	$t_{HD:STA}$	4.0			µs	3
LOW Period of SCL Clock	t_{LOW}	4.7			µs	
HIGH Period of SCL Clock	t_{HIGH}	4.0			µs	
Set-up Time for a Repeated START Condition	$t_{SU:STA}$	4.7			µs	
Data Hold Time	$t_{HD:DAT}$	0			µs	4,5
Data Set-up Time	$t_{SU:DAT}$	250			ns	
Rise Time of Both SDA and SCL Signals	t_R			1000	ns	
Fall Time of Both SDA and SCL Signals	t_F			300	ns	
Set-up Time for STOP Condition	$t_{SU:STO}$	4.7			µs	
Capacitive Load for each Bus Line	C_B			400	pF	6
I/O Capacitance (T_A = 25°C)	$C_{I/O}$		10		pF	
Crystal Specified Load Capacitance (T_A = 25°C)			12.5		pF	

*Unless otherwise specified.

NOTES:

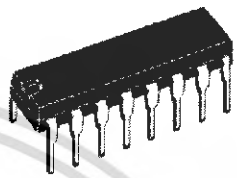
1. I_{CCS} specified with V_{CC} = 5.0V and SDA, SCL = 5.0V.
2. V_{CC} = 0V, V_{BAT} = 3V.
3. After this period, the first clock pulse is generated.
4. A device must internally provide a hold time of at least 300ns for the SDA signal (referred to the V_{IHMIN} of the SCL signal) in order to bridge the undefined region of the falling edge of SCL.
5. The maximum $t_{HD:DAT}$ has only to be met if the device does not stretch the LOW period (t_{LOW}) of the SCL signal.
6. C_B = Total capacitance of one bus line in pF.
7. I_{CCA} = SCL clocking at max frequency = 100kHz.
8. V_{PF} measured at V_{BAT} = 3.0V.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ULN2001A-ULN2002A
ULN2003A-ULN2004A

SEVEN DARLINGTON ARRAYS

- SEVEN DARLINGTONS PER PACKAGE
- OUTPUT CURRENT 500mA PER DRIVER (600mA PEAK)
- OUTPUT VOLTAGE 50V
- INTEGRATED SUPPRESSION DIODES FOR INDUCTIVE LOADS
- OUTPUTS CAN BE PARALLELED FOR HIGHER CURRENT
- TTL/CMOS/PMOS/DTL COMPATIBLE INPUTS
- INPUTS PINNED OPPOSITE OUTPUTS TO SIMPLIFY LAYOUT



DIP16

ORDERING NUMBERS: ULN2001A/2A/3A/4A

SO16

ORDERING NUMBERS: ULN2001D/2D/3D/4D

DESCRIPTION

The ULN2001A, ULN2002A, ULN2003 and ULN2004A are high voltage, high current darlington arrays each containing seven open collector darlington pairs with common emitters. Each channel rated at 500mA and can withstand peak currents of 600mA. Suppression diodes are included for inductive load driving and the inputs are pinned opposite the outputs to simplify board layout.

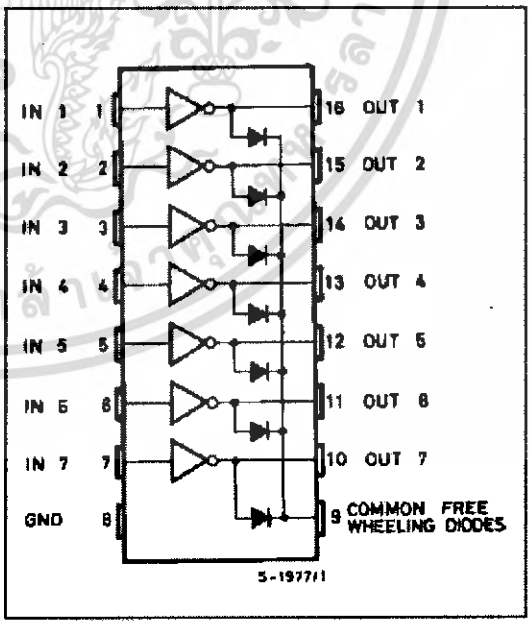
The four versions interface to all common logic families :

ULN2001A	General Purpose, DTL, TTL, PMOS, CMOS
ULN2002A	14-25V PMOS
ULN2003A	5V TTL, CMOS
ULN2004A	6–15V CMOS, PMOS

These versatile devices are useful for driving a wide range of loads including solenoids, relays DC motors, LED displays filament lamps, thermal printheads and high power buffers.

The ULN2001A/2002A/2003A and 2004A are supplied in 16 pin plastic DIP packages with a copper leadframe to reduce thermal resistance. They are available also in small outline package (SO-16) as ULN2001D/2002D/2003D/2004D

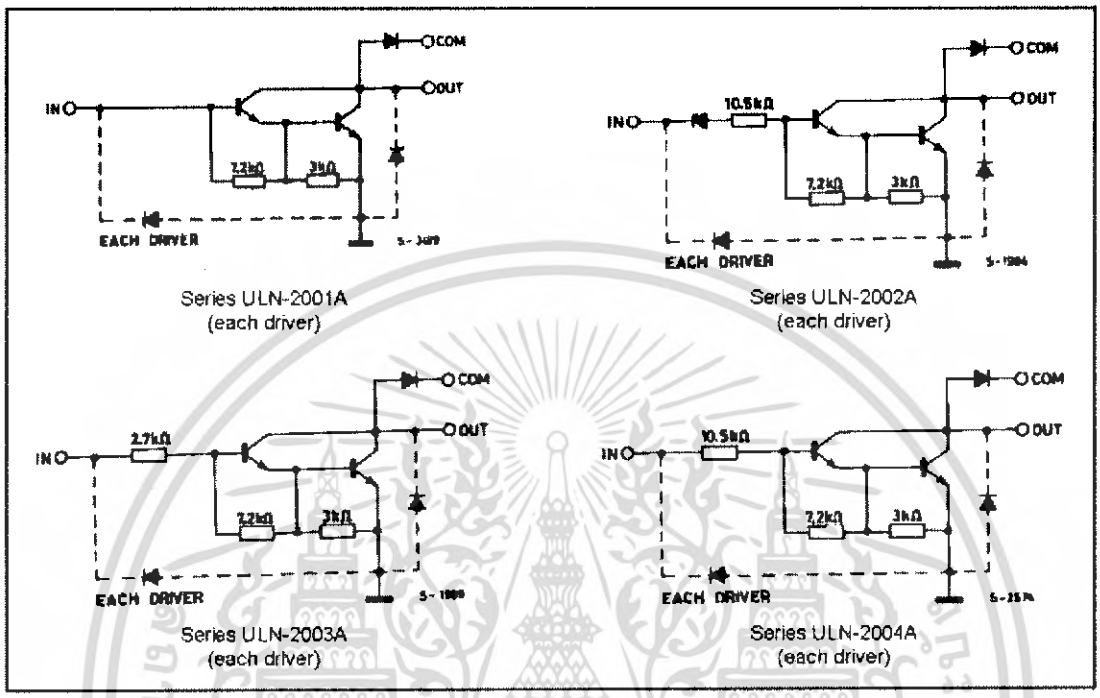
PIN CONNECTION



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ULN2001A - ULN2002A - ULN2003A - ULN2004A

SCHEMATIC DIAGRAM



ABSOLUTE MAXIMUM RATINGS

Symbol	Parameter	Value	Unit
V_o	Output Voltage	50	V
V_{in}	Input Voltage (for ULN2002A/D - 2003A/D - 2004A/D)	30	V
I_c	Continuous Collector Current	500	mA
I_b	Continuous Base Current	25	mA
T_{amb}	Operating Ambient Temperature Range	– 20 to 85	°C
T_{stg}	Storage Temperature Range	– 55 to 150	°C
T_j	Junction Temperature	150	°C

THERMAL DATA

Symbol	Parameter		DIP16	SO16	Unit
$R_{th\ j\text{-}amb}$	Thermal Resistance Junction-ambient	Max.	70	120	°C/W

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ELECTRICAL CHARACTERISTICS (T_{amb} = 25°C unless otherwise specified)

Symbol	Parameter	Test Conditions	Min.	Typ.	Max.	Unit	Fig.
I_{CEX}	Output Leakage Current	V_{CE} = 50V			50	µA	1a
		T_{amb} = 70°C, V_{CE} = 50V			100	µA	1a
		T_{amb} = 70°C for ULN2002A V_{CE} = 50V, V_i = 6V			500	µA	1b
		for ULN2004A V_{CE} = 50V, V_i = 1V			500	µA	1b
$V_{CE(sat)}$	Collector-emitter Saturation Voltage	I_C = 100mA, I_B = 250µA		0.9	1.1	V	2
		I_C = 200 mA, I_B = 350µA		1.1	1.3	V	2
		I_C = 350mA, I_B = 500µA		1.3	1.6	V	2
$I_{i(on)}$	Input Current	for ULN2002A, V_i = 17V		0.82	1.25	mA	3
		for ULN2003A, V_i = 3.85V		0.93	1.35	mA	3
		for ULN2004A, V_i = 5V		0.35	0.5	mA	3
		V_i = 12V		1	1.45	mA	3
$I_{i(off)}$	Input Current	T_{amb} = 70°C, I_C = 500µA	50	65		µA	4
$V_{i(on)}$	Input Voltage	V_{CE} = 2V				V	5
		for ULN2002A I_C = 300mA			13		
		for ULN2003A I_C = 200mA			2.4		
		I_C = 250mA			2.7		
		I_C = 300mA			3		
		for ULN2004A I_C = 125mA			5		
		I_C = 200mA			6		
		I_C = 275mA			7		
		I_C = 350mA			8		
h_{FE}	DC Forward Current Gain	for ULN2001A V_{CE} = 2V, I_C = 350mA	1000				2
C_i	Input Capacitance			15	25	pF	
t_{PLH}	Turn-on Delay Time	0.5 V_i to 0.5 V_o		0.25	1	µs	
t_{PHL}	Turn-off Delay Time	0.5 V_i to 0.5 V_o		0.25	1	µs	
I_R	Clamp Diode Leakage Current	V_R = 50V			50	µA	6
		T_{amb} = 70°C, V_R = 50V			100	µA	6
V_F	Clamp Diode Forward Voltage	I_F = 350mA		1.7	2	V	7

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

TEST CIRCUITS

Figure 1a.

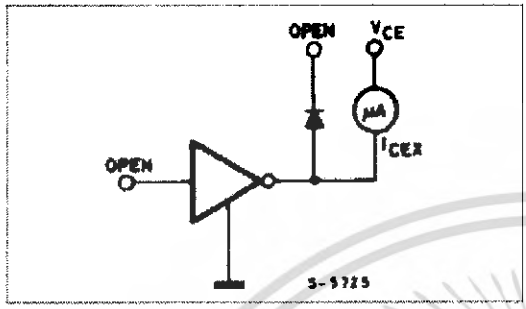


Figure 1b.

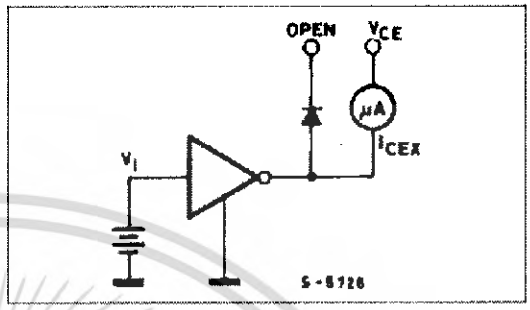


Figure 2.

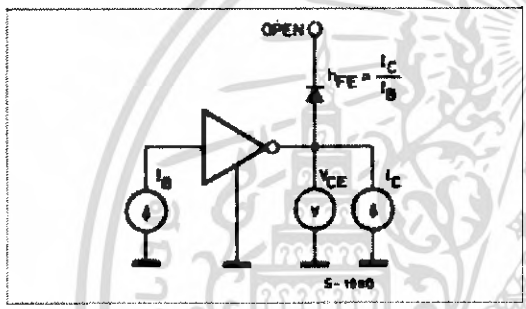


Figure 3.

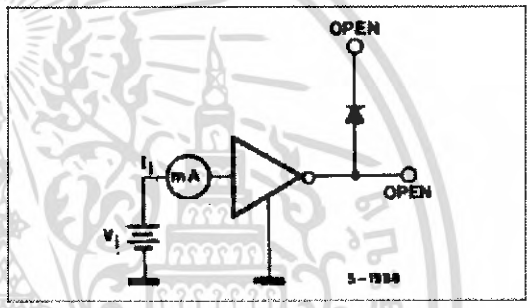


Figure 4.

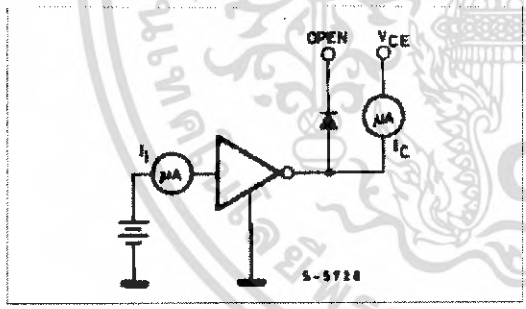


Figure 5.

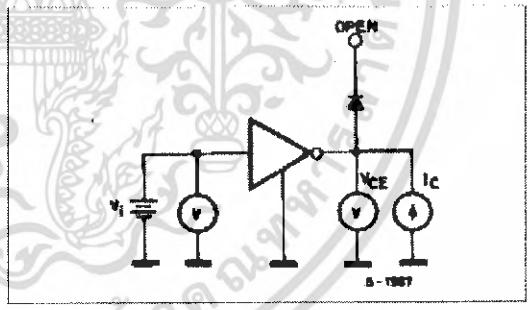


Figure 6.

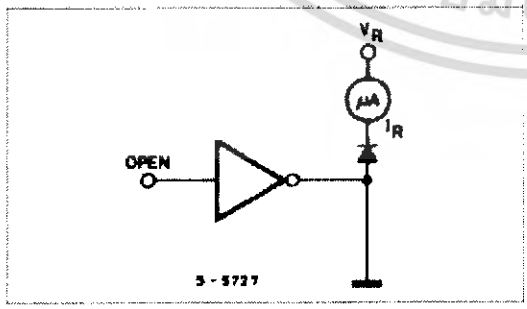
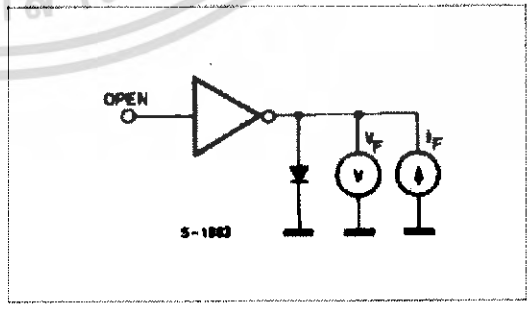


Figure 7.



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Figure 8: Collector Current versus Input Current

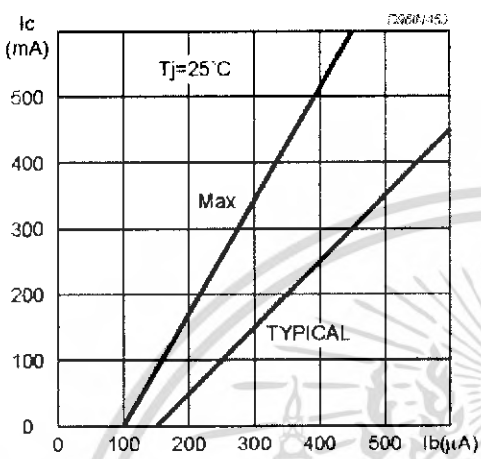


Figure 9: Collector Current versus Saturation Voltage

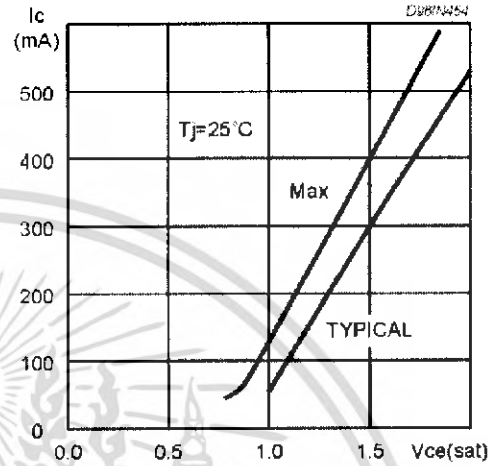


Figure 10: Peak Collector Current versus Duty Cycle

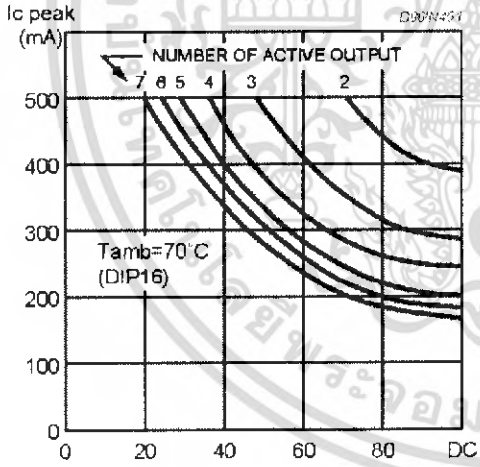
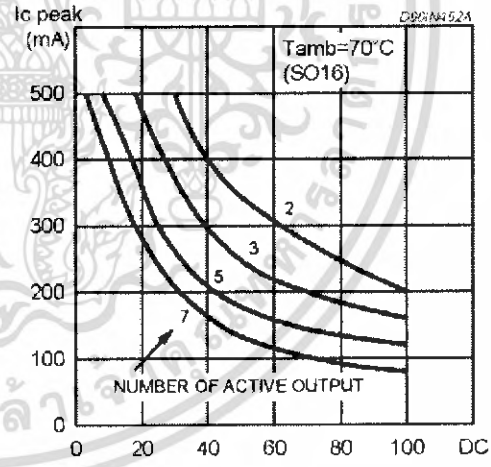


Figure 11: Peak Collector Current versus Duty Cycle



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

MOTOROLA
SEMICONDUCTOR TECHNICAL DATA

Octal 3-State Non-Inverting Buffer/Line Driver/ Line Receiver

High–Performance Silicon–Gate CMOS

MC54/74HC541A

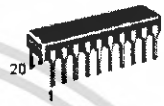
The MC54/74HC541A is identical in pinout to the LS541. The device inputs are compatible with Standard CMOS outputs. External pullup resistors make them compatible with LSTTL outputs.

The HC541A is an octal non–inverting buffer/line driver/line receiver designed to be used with 3–state memory address drivers, clock drivers, and other bus–oriented systems. This device features inputs and outputs on opposite sides of the package and two ANDed active–low output enables.

The HC541A is similar in function to the HC540A, which has inverting outputs.

- Output Drive Capability: 15 LSTTL Loads
- Outputs Directly Interface to CMOS, NMOS and TTL
- Operating Voltage Range: 2 to 6V
- Low Input Current: 1µA
- High Noise Immunity Characteristic of CMOS Devices
- In Compliance With the JEDEC Standard No. 7A Requirements
- Chip Complexity: 134 FETs or 33.5 Equivalent Gates

J SUFFIX
CERAMIC PACKAGE
CASE 732–03



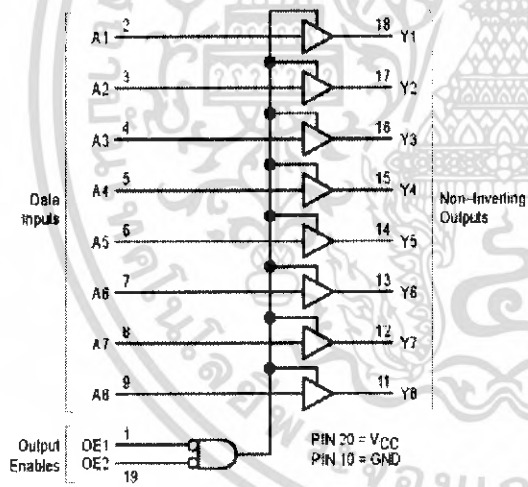
N SUFFIX
PLASTIC PACKAGE
CASE 738–03

DW SUFFIX
SOIC PACKAGE
CASE 751D–04

ORDERING INFORMATION

MC54HCXXXAJ	Ceramic
MC74HCXXXAN	Plastic
MC74HCXXXADW	SOIC

LOGIC DIAGRAM

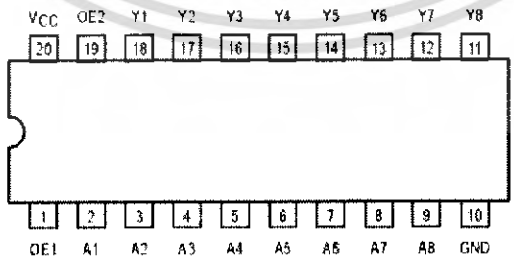


FUNCTION TABLE

Inputs			Output Y
OE1	OE2	A	
L	L	L	L
L	L	H	H
H	X	X	Z
X	H	X	Z

Z = High Impedance
X = Don't Care

Pinout: 20–Lead Packages (Top View)



© Motorola, Inc. 1995

MOTOROLA

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

MC54/74HC541A

MAXIMUM RATINGS*

Symbol	Parameter	Value	Unit
V_{CC}	DC Supply Voltage (Referenced to GND)	– 0.5 to + 7.0	V
V_{in}	DC Input Voltage (Referenced to GND)	– 0.5 to V_{CC} + 0.5	V
V_{out}	DC Output Voltage (Referenced to GND)	– 0.5 to V_{CC} + 0.5	V
I_{in}	DC Input Current, per Pin	± 20	mA
I_{out}	DC Output Current, per Pin	± 35	mA
I_{CC}	DC Supply Current, V_{CC} and GND Pins	± 75	mA
P_D	Power Dissipation in Still Air, Plastic or Ceramic DIP†	750	mW
	SOIC Package†	500	
T_{stg}	Storage Temperature Range	– 65 to + 150	°C
T_L	Lead Temperature, 1 mm from Case for 10 Seconds		°C
	Plastic DIP or SOIC Package	260	
	Ceramic DIP)	300	

This device contains protection circuitry to guard against damage due to high static voltages or electric fields. However, precautions must be taken to avoid applications of any voltage higher than maximum rated voltages to this high–impedance circuit. For proper operation, V_{in} and V_{out} should be constrained to the range GND ≤ (V_{in} or V_{out}) ≤ V_{CC}.

Unused inputs must always be tied to an appropriate logic voltage level (e.g., either GND or V_{CC}). Unused outputs must be left open.

* Maximum Ratings are those values beyond which damage to the device may occur. Functional operation should be restricted to the Recommended Operating Conditions.

†Derating — Plastic DIP: – 10 mW/°C from 65° to 125°C
Ceramic DIP: – 10 mW/°C from 100° to 125°C
SOIC Package: – 7 mW/°C from 65° to 125°C

For high frequency or heavy load considerations, see Chapter 2 of the Motorola High–Speed CMOS Data Book (DL129/D).

RECOMMENDED OPERATING CONDITIONS

Symbol	Parameter		Min	Max	Unit
V_{CC}	DC Supply Voltage (Referenced to GND)		2.0	6.0	V
V_{in}, V_{out}	DC Input Voltage, Output Voltage (Referenced to GND)		0	V_{CC}	V
T_A	Operating Temperature Range, All Package Types		– 55	+ 125	°C
t_r, t_f	Input Rise/Fall Time (Figure 1)	V_{CC} = 2.0 V	0	1000	ns
		V_{CC} = 4.5 V	0	500	
		V_{CC} = 6.0 V	0	400	

DC CHARACTERISTICS (Voltages Referenced to GND)

Symbol	Parameter	Condition	V_{CC} V	Guaranteed Limit			Unit
				–55 to 25°C	≤85°C	≤125°C	
V_{IH}	Minimum High–Level Input Voltage	V_{out} = 0.1V, $\|I_{out}\|$ ≤ 20μA	2.0	1.50	1.50	1.50	V
			3.0	2.10	2.10	2.10	
			4.5	3.15	3.15	3.15	
			6.0	4.20	4.20	4.20	
V_{IL}	Maximum Low–Level Input Voltage	V_{out} = V_{CC} – 0.1V, $\|I_{out}\|$ ≤ 20μA	2.0	0.50	0.50	0.50	V
			3.0	0.90	0.90	0.90	
			4.5	1.35	1.35	1.35	
			6.0	1.80	1.80	1.80	
V_{OH}	Minimum High–Level Output Voltage	V_{in} = V_{IL}, $\|I_{out}\|$ ≤ 20μA	2.0	1.9	1.9	1.9	V
			4.5	4.4	4.4	4.4	
			6.0	5.9	5.9	5.9	
		V_{in} = V_{IL}, $\|I_{out}\|$ ≤ 3.6mA	3.0	2.48	2.34	2.20	
		$\|I_{out}\|$ ≤ 6.0mA	4.5	3.98	3.84	3.70	
		$\|I_{out}\|$ ≤ 7.8mA	6.0	5.48	5.34	5.20	
V_{OL}	Maximum Low–Level Output Voltage	V_{in} = V_{IH}, $\|I_{out}\|$ ≤ 20μA	2.0	0.1	0.1	0.1	V
			4.5	0.1	0.1	0.1	
			6.0	0.1	0.1	0.1	
		V_{in} = V_{IH}, $\|I_{out}\|$ ≤ 3.6mA	3.0	0.26	0.33	0.40	
		$\|I_{out}\|$ ≤ 6.0mA	4.5	0.26	0.33	0.40	
		$\|I_{out}\|$ ≤ 7.8mA	6.0	0.26	0.33	0.40	

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

DC CHARACTERISTICS (Voltages Referenced to GND)

Symbol	Parameter	Condition	V_{CC} V	Guaranteed Limit			Unit
				−55 to 25°C	≤85°C	≤125°C	
I_{in}	Maximum Input Leakage Current	$V_{in} = V_{CC}$ or GND	6.0	±0.1	±1.0	±1.0	μA
I_{OZ}	Maximum Three−State Leakage Current	Output in High Impedance State $V_{in} = V_{IL}$ or V_{IH} $V_{out} = V_{CC}$ or GND	6.0	±0.5	±5.0	±10.0	μA
I_{CC}	Maximum Quiescent Supply Current (per Package)	$V_{in} = V_{CC}$ or GND I_{out} = 0μA	6.0	4	40	160	μA

NOTE: Information on typical parametric values can be found in Chapter 2 of the Motorola High−Speed CMOS Data Book (DL129/D).

AC CHARACTERISTICS (C_L = 50 pF, Input $t_r = t_f$ = 6 ns)

Symbol	Parameter	V_{CC} V	Guaranteed Limit			Unit
			−55 to 25°C	≤85°C	≤125°C	
t_{PLH}, t_{PHL}	Maximum Propagation Delay, Input A to Output Y (Figures 1 and 3)	2.0 3.0 4.5 6.0	80 30 18 15	100 40 23 20	120 55 28 25	ns
t_{PLZ}, t_{PHZ}	Maximum Propagation Delay, Output Enable to Output Y (Figures 2 and 4)	2.0 3.0 4.5 6.0	110 45 25 21	140 60 31 26	165 75 38 31	ns
t_{PZL}, t_{PZH}	Maximum Propagation Delay, Output Enable to Output Y (Figures 2 and 4)	2.0 3.0 4.5 6.0	110 45 25 21	140 60 31 26	165 75 38 31	ns
t_{TLH}, t_{THL}	Maximum Output Transition Time, Any Output (Figures 1 and 3)	2.0 3.0 4.5 6.0	60 22 12 10	75 28 15 13	90 34 18 15	ns
C_{in}	Maximum Input Capacitance		10	10	10	pF
C_{out}	Maximum Three−State Output Capacitance (Output in High Impedance State)		15	15	15	pF

NOTE: For propagation delays with loads other than 50 pF, and information on typical parametric values, see Chapter 2 of the Motorola High−Speed CMOS Data Book (DL129/D).

		Typical @ 25°C, V_{CC} = 5.0 V, V_{EE} = 0 V	
C_{PD}	Power Dissipation Capacitance (Per Buffer)*	35	pF

* Used to determine the no−load dynamic power consumption: $P_D = C_{PD} V_{CC}^2 f + I_{CC} V_{CC}$. For load considerations, see Chapter 2 of the Motorola High−Speed CMOS Data Book (DL129/D).

SWITCHING WAVEFORMS

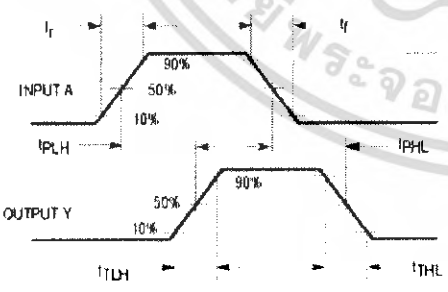


Figure 1.

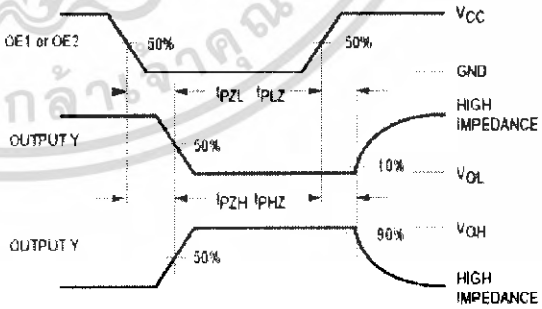
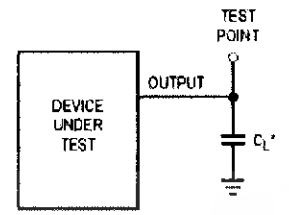


Figure 2.

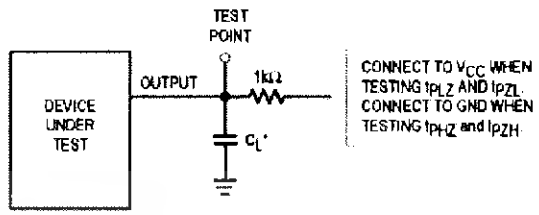
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

TEST CIRCUITS



*Includes all probe and jig capacitance

Figure 3.



*Includes all probe and jig capacitance

Figure 4.

PIN DESCRIPTIONS

INPUTS

A1, A2, A3, A4, A5, A6, A7, A8 (PINS 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9) — Data input pins. Data on these pins appear in non–inverted form on the corresponding Y outputs when the outputs are enabled.

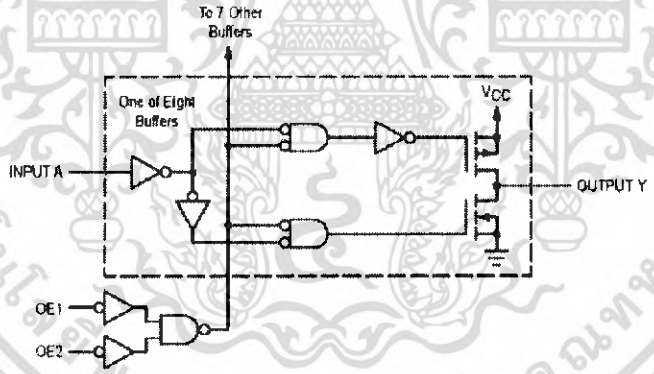
CONTROLS

OE1, OE2 (PINS 1, 19) — Output enables (active–low). When a low voltage is applied to both of these pins, the outputs are enabled and the device functions as an non–inverting buffer. When a high voltage is applied to either input, the outputs assume the high impedance state.

OUTPUTS

Y1, Y2, Y3, Y4, Y5, Y6, Y7, Y8 (PINS 18, 17, 16, 15, 14, 13, 12, 11) — Device outputs. Depending upon the state of the output enable pins, these outputs are either non–inverting outputs or high–impedance outputs.

LOGIC DETAIL

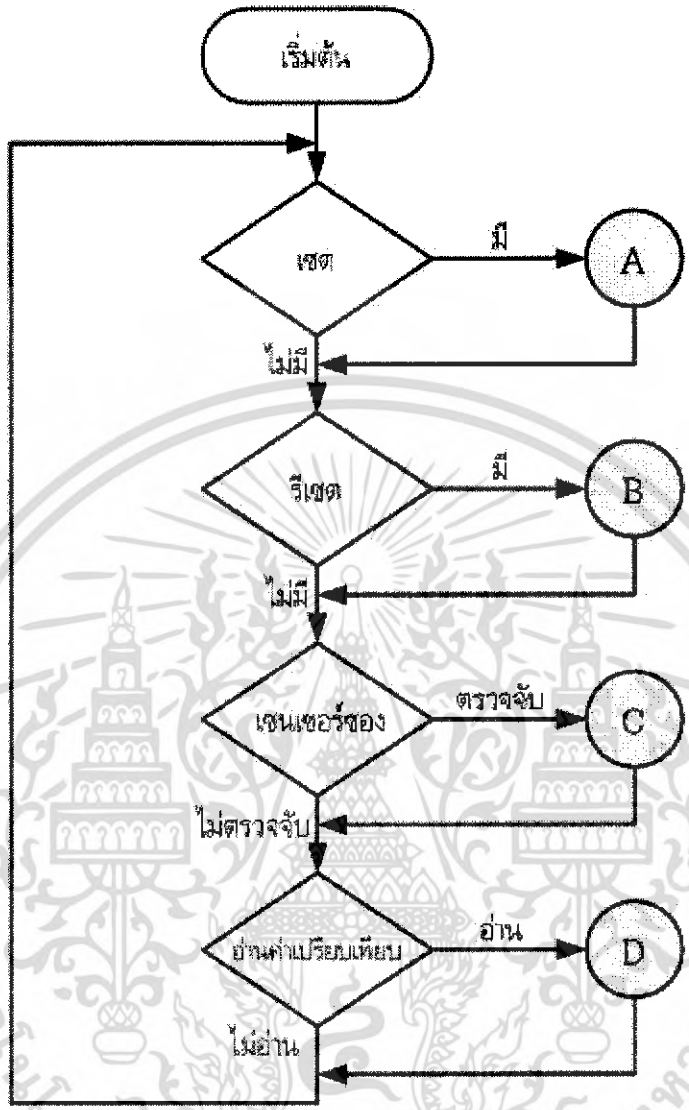


เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก จ

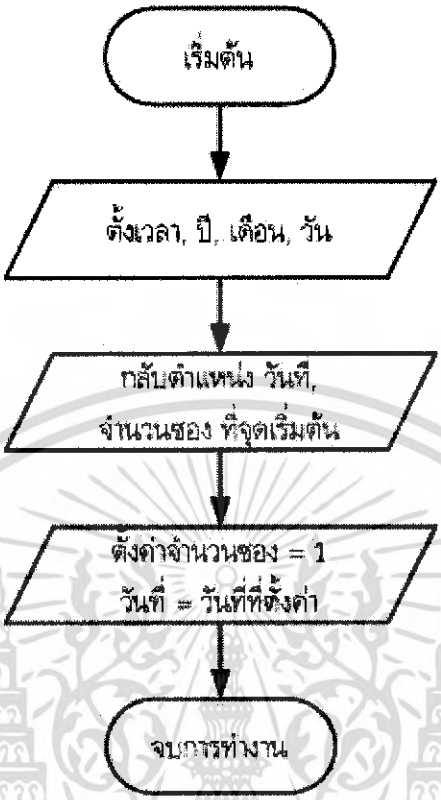
ผังงาน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

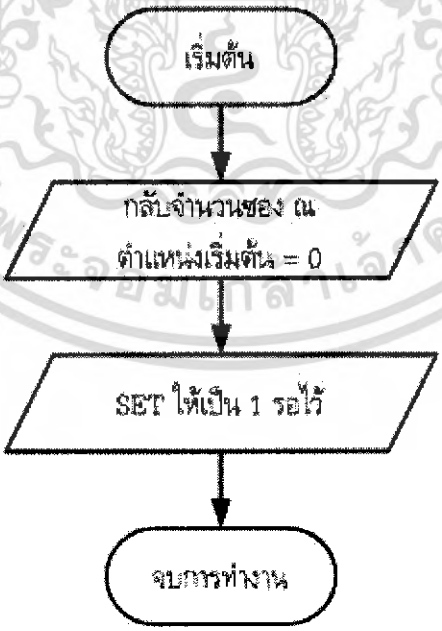


รูปที่ จ.1 ผังงานการทำงานโดยรวมของตู้รับความคิดเห็นสำหรับศูนย์ราชการใสสะอาด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

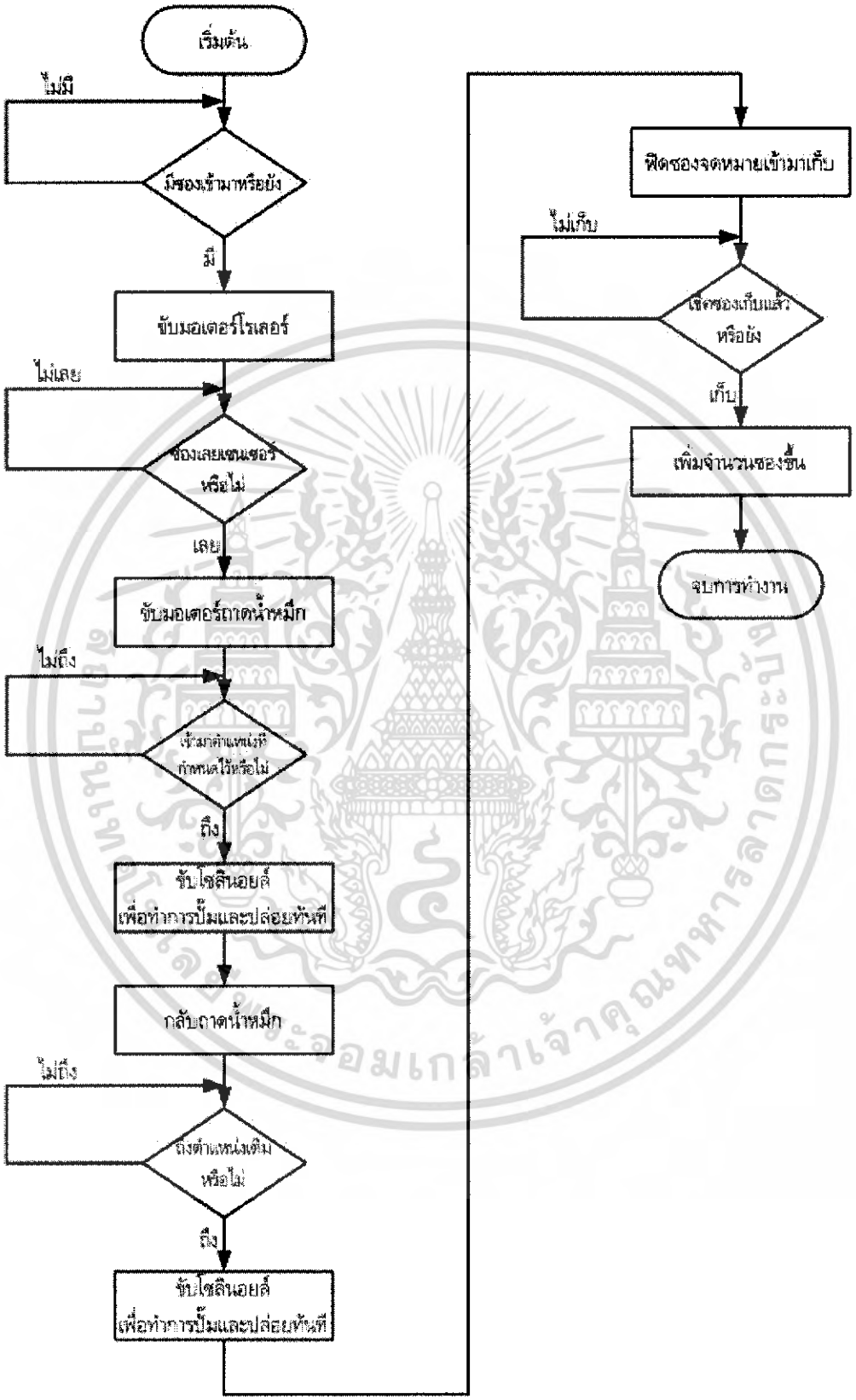


รูปที่ จ.2 ผังงานการทำงานระบบควบคุมการเซตของตู้รับความคิดเห็นสำหรับศูนย์ราชการใสสะอาด



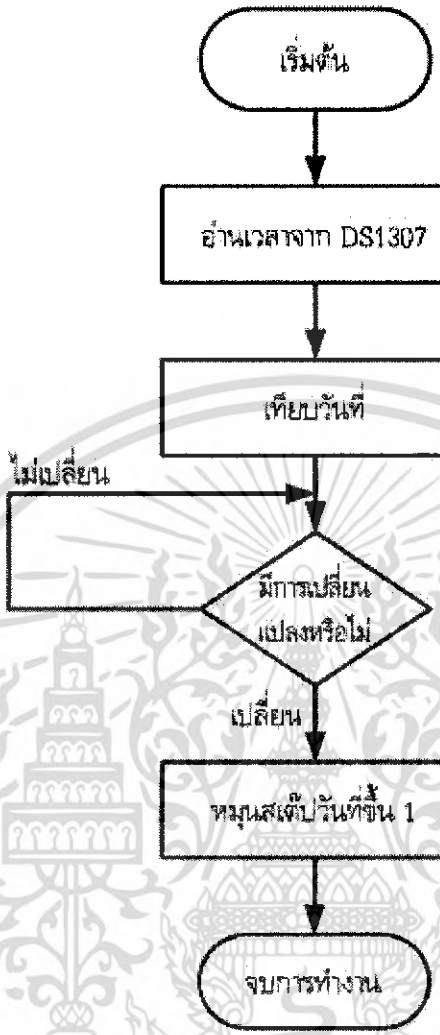
รูปที่ จ.3 ผังงานการทำงานระบบควบคุมการรีเซตของตู้รับความคิดเห็นสำหรับศูนย์ราชการใสสะอาด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ จ.4 ผังงานระบบควบคุมการทำงานเซนเซอร์ของตู้รับความคิดเห็นสำหรับศูนย์ราชการใสสะอาด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ จ.6 ผังงานระบบควบคุมการทำงานการอ่านค่าเปรียบเทียบจากฐานเวลาของตู้รับความคิดเห็นสำหรับศูนย์ราชการใสสะอาด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ฉ
โปรแกรมการทำงานของตู้รับความคิดเห็นสำหรับศูนย์ราชการใสสะอาด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

โปรแกรมการทำงานของตู้รับความคิดเห็นสำหรับศูนย์ราชการใสสะอาด

1. โปรแกรมส่วนควบคุมการทำงานหลักของวงจรตู้รับความคิดเห็นสำหรับศูนย์ราชการใสสะอาด

```
#include<reg52.h>
#include<intrins.h>              // call  _nop_(); Function
#include<absacc.h>
#include<i2c2.h>                 //SDA = P3_6 , SCL = P3_7 ,call I2C Function

bit Start = 1;                   // Start Status

sbit NumS = P1^0;                // Number Stepping Motor
sbit DateS = P1^1;               // Date Stepping Motor
sbit MonthS = P1^2;              // Month Stepping Motor
sbit YearS = P1^3;               // Year Stepping Motor
sbit Phase1 = P1^4;              // Stepping Phase (1 = ON, 0 = OFF)
sbit Phase2  = P1^5;             //
sbit Phase3  = P1^6;             //
sbit Phase4  = P1^7;             //

sbit Digit0 = P2^0;              // Digit 1 Seven-Segment
sbit Digit1 = P2^1;              // Digit 2 Seven-Segment

sbit Date_Sen = P2^3;            // Date Point Sensor
sbit Mail_Sen1 = P2^2;           // Mail-in 1 Point Sensor

sbit Num_Sen = P2^4;             // Number Point Sensor
sbit SET = P2^5;                 // Set Switch SET Sensor
sbit UP = P2^6;                  // Set Switch UP Sensor and Mail Sensor 2
                                 //  *** UP = Mail_Sen2 ***  //
sbit DOWN = P2^7;                // Set Switch DOWN Sensor
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
sbit Feed_Mail = P3^0;          // Feed Mail Output (active H)
sbit Ink_Go = P3^1;             // INK Go  Output (active H)
sbit Ink_Back = P3^2;           // INK Back Output (active H)
sbit Solinoid = P3^3;           //Solinoid Output (active H)
sbit Reset = P3^4;              //Set Switch Reset Sensor
sbit Ink_Sen = P3^5;            //Set switch Ink Sensor

////////////////////////*** DATA KEEPER ***////////////////////////////
char Former_Time[3];            //for keep registry time
unsigned char DBF[2];           //Array for keep colum data
unsigned char data_show[10] = {0xbf,0x86,0xdb,0xcf,0xe6,0xed,0xfd,0x87,0xff,0xef};
                                //data table and pt:(+8) = 1(active 1)

unsigned int cnt=0;             //for count work's rounds
unsigned char rx=0;             //for check case (0-7)
unsigned char Num = 0;          //number of opinion mail
unsigned char Res = 0;          //for count Hard ware Reset
unsigned char RTC_ADDR = 0xd0;      //RTC Chip DS 1307 ADDRESS
////////////////////////////////////////////////////////////////////////////
typedef struct CLOCK{
                                    char sec;
                                    char min;
                                    char hour;
                                    char day;
                                    char date;
                                    char month;
                                    char year;
                                }CLOCK;
                        CLOCK RTC; // RTC.x to call
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
void RTC_WRITE(unsigned char addr,unsigned char ad_in,unsigned char dat)
// I2C WRITE
{
        I2C_start();
        if(I2C_wrbyte(addr))
                I2C_stop();
        if(I2C_wrbyte(ad_in))
                I2C_stop();
        I2C_wrbyte(dat);
        I2C_stop();
}

void RTC_WRITE_DATA()       // I2C WRITE DATA
{
        RTC_WRITE(RTC_ADDR,0,RTC.sec);
        RTC_WRITE(RTC_ADDR,1,RTC.min);
        RTC_WRITE(RTC_ADDR,2,RTC.hour);
        RTC_WRITE(RTC_ADDR,3,RTC.day);
        RTC_WRITE(RTC_ADDR,4,RTC.date);
        RTC_WRITE(RTC_ADDR,5,RTC.month);
        RTC_WRITE(RTC_ADDR,6,RTC.year);
}

void RTC_READ(unsigned char addr,unsigned char ad_in,unsigned char *dat)   // I2C READ
{
        I2C_start();
        if(I2C_wrbyte(addr))
                I2C_stop();
        if(I2C_wrbyte(ad_in))
                I2C_stop();
        I2C_start();
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
        if(I2C_wrbyte(addr|0x01))
                I2C_stop();
        *dat = I2C_rdbyte();
        I2C_stop();
}

void RTC_READ_DATA()                    // I2C READ DATA
{
        RTC_READ(RTC_ADDR,0,&RTC.sec);
        RTC_READ(RTC_ADDR,1,&RTC.min);
        RTC_READ(RTC_ADDR,2,&RTC.hour);
        RTC_READ(RTC_ADDR,3,&RTC.day);
        RTC_READ(RTC_ADDR,4,&RTC.date);
        RTC_READ(RTC_ADDR,5,&RTC.month);
        RTC_READ(RTC_ADDR,6,&RTC.year);
}

void delay(unsigned char count)         // for Spent out time
{
        unsigned char i,j;
        for(i=0;i<count;i++)
                for(j=0;j<250;j++);
}

void scan_display()                     // Show data to 2 digits Seven-Segment
{
        P0 = DBF[1];  Digit0 = 0; delay(3); Digit0 = 1;
        P0 = DBF[0];  Digit1 = 0; delay(3); Digit1 = 1;
        P0 = 0x00;
}
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
unsigned char hex_to_deh(unsigned char x)      // receive Only H Byte
{
        x = x&0xf0;
        return(x>>4);
}

unsigned char hex_to_del(unsigned char x)      // receive Only L Byte
{
        x = x&0x0f;
        return (x);
}

char READ_TIME_DEC(char i)                     // read HEX to decimal 10...
{
        char j;
        j=(((i & 0xf0) >> 4) * 10)+(i & 0x0f);
        return (j);
}

void RTC_READ_KEEP(void)                       // read and keep registery time
{
        RTC_READ_DATA();
        Former_Time[0] = RTC.year;     // keep the set year for check changed
        Former_Time[1] = RTC.month;    // keep the set month for check changed
        Former_Time[2] = RTC.date;     // keep the set date for check changed
}

void Scan_Close(void)          // off Digit Scan
{
        Digit0 = 1;
        Digit1 = 1;
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
}

void Sensor_Open(void)          // On all Sensor
{
        Date_Sen = 1;           // P0^7
        Mail_Sen1 = 1;          // P2^2
        Num_Sen = 1;            // P2^4
        Reset = 1;              //P3^4
        SET = 1;                //2^5
        UP = 1; //2^6           // and Mail_Sen2 too
        DOWN = 1;               //2^7
        Ink_Sen = 1;            //P3^5;
}

void Motor_Stop(void)           // Stop all Motor
{
        Feed_Mail = 0;          // active 1//3.0
        Ink_Go = 0;             // active 1//3.1
        Ink_Back = 0;           // active 1//3.2
        Solinoid = 0;           // active 1//3.3
}

void Stept_Stop(void)           // Stop whole of Stepping (close Stept Port)
{
        NumS = 0;
        DateS = 0;
        MonthS = 0;
        YearS = 0;
        Phase1 = 0;
        Phase2 = 0;
        Phase3 = 0;
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
        Phase4 = 0;
}

void Stept_R_1round(unsigned char round)        // Step turn Right
{
        unsigned char rounds;
        rounds = round;
        while(rounds)               // for count the rounds
        {
                Phase1 = 1; delay(15);   Phase1 = 0;
                Phase2 = 1; delay(15);   Phase2 = 0;
                Phase3 = 1; delay(15);   Phase3 = 0;
                Phase4 = 1; delay(15);   Phase4 = 0;
                rounds--;
        }
}

void Stept_L_1round(unsigned char round)        // Step turn Left
{
        unsigned char rounds;
        rounds = round;
        while(rounds)               // for count the rounds
        {
                Phase4 = 1; delay(15); Phase4 = 0;
                Phase3 = 1; delay(15); Phase3 = 0;
                Phase2 = 1; delay(15); Phase2 = 0;
                Phase1 = 1; delay(15); Phase1 = 0;
                rounds--;
        }
}
void Date_ON_Load(unsigned char Round)
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
{
        DateS = Start; delay(40); Stept_R_1round(Round); Stept_Stop();   // Flow Step Round
and Stop
        Former_Time[2] = RTC.date;              // Load new Date
}

void Switch_Check()
{
        unsigned char i;
        switch(rx)
        {
        case 1:
                        while(rx==1)
                        {
                                DBF[0]= data_show[hex_to_deh(RTC.year)];
                                DBF[1]= data_show[hex_to_del(RTC.year)];
                                if(UP==0){RTC.year++; if(RTC.year>0x99) RTC.year=0;
while(UP==0);}
                                if(DOWN==0){ RTC.year--; if(RTC.year<0) RTC.year=0x99;
while(DOWN==0);}
                                if(SET==0){rx=2; while(SET==0);}

                                if(Reset==0){rx=0; while(Reset==0);}
                        }
                        break;

        case 2:
                        while(rx==2)
                        {
                                DBF[0]= data_show[hex_to_deh(RTC.month)];
                                DBF[1]= data_show[hex_to_del(RTC.month)];
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
                        if(UP==0){RTC.month++; if(RTC.month>0x12) RTC.month=0;
while(UP==0);}
                        if(DOWN==0){RTC.month--; if(RTC.month<0)
RTC.month=0x12; while(DOWN==0);}
                        if(SET==0){rx=3; while(SET==0);}
                    if(Reset==0){rx=1; while(Reset==0);}
                }
                break;
        case 3:
                while(rx==3)
                {
                        DBF[0]= data_show[hex_to_deh(RTC.date)];
                        DBF[1]= data_show[hex_to_del(RTC.date)];
                        if(UP==0){RTC.date++; if(RTC.date>0x31) RTC.date=0;
while(UP==0);}
                        if(DOWN==0){RTC.date--; if(RTC.date<0) RTC.date=0x31;
while(DOWN==0);}
                        if(SET==0){rx=4; while(SET==0);}
                        if(Reset==0){rx=2; while(Reset==0);}
                }
                break;
        case 4:
                while(rx==4)
                {
                        DBF[2]= data_show[hex_to_deh(RTC.day)];
                        DBF[3]= data_show[hex_to_del(RTC.day)];
                        if(UP==0){RTC.day++; if(RTC.day>7) RTC.day=1;
while(UP==0);}
                        if(DOWN==0){RTC.day--; if(RTC.day<=0) RTC.day=7
;while(DOWN==0);}
                        if(SET==0){rx=5; while(SET==0);}
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
                        if(Reset==0){rx=3; while(Reset==0);}


                    }
                    break;
        case 5:
                    while(rx==5)
                    {
                        DBF[0]= data_show[hex_to_deh(RTC.hour)];
                        DBF[1]= data_show[hex_to_del(RTC.hour)];
                        if(UP==0) {RTC.hour++; if(RTC.hour>0x23) RTC.hour=0;
while(UP==0);}
                        if(DOWN==0) {RTC.hour--; if(RTC.hour<0)
RTC.hour=0x23;while(DOWN==0);}
                        if(SET==0) {rx=6; while(SET==0);}
                        if(Reset==0){rx=4; while(Reset==0);}
                    }
                    break;
        case 6:
                    while(rx==6)
                    {
                        DBF[0] = data_show[hex_to_deh(RTC.min)];
                        DBF[1] = data_show[hex_to_del(RTC.min)];
                        if(UP==0) { RTC.min++; if(RTC.min>0x59) RTC.min=0;
while(UP==0);}
                        if(DOWN==0) {RTC.min--; if(RTC.min<0)
RTC.min=0x59;while(DOWN==0);}
                        if(SET==0) {rx=7; while(SET==0);}
                        if(Reset==0){rx=5; while(Reset==0);}
                    }
                    break;
        case 7:
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
                    rx=0;
                    RTC.sec = 0x00;

                    RTC_WRITE_DATA();
                    delay(40);
                    RTC_READ_KEEP();

                    ///Stept_Restore():  and  Stept_Set(DateS,RTC.date):
                    DateS = Start; delay(40);                    // wait relay active
                    while(Date_Sen==1) Stept_R_1round(1); //roll until Date_Sen = 0
                    /// for next work
                    i = READ_TIME_DEC(RTC.date);
                    i = ((i-1)*3)-(i/3);                         // carlibate for stept Unit
                    Stept_R_1round(i); Stept_Stop();             // Follow Current set date

                    ///Set Num as 1 (Start Point)
                    NumS = Start; delay(40); while(Num_Sen==1) Stept_L_1round(1);
Stept_Stop();
                    //roll until Num_Sen = 0
                    Num = 0;
                    break;
        }
}

void Num_To_DBF(void)
{
        DBF[0]= data_show[Num/10];    //show in 2 digits
        DBF[1]= data_show[Num%10];
}

void Minute_To_DBF(void)
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
{
        RTC_READ_DATA();
        DBF[0]= data_show[hex_to_deh(RTC.min)];
        DBF[1]= data_show[hex_to_del(RTC.min)];
}

void Hour_To_DBF(void)
{
        RTC_READ_DATA();
        DBF[0]= data_show[hex_to_deh(RTC.hour)];
        DBF[1]= data_show[hex_to_del(RTC.hour)];
}

void Time_Check(void)
{
        RTC_READ_DATA();
        if(Former_Time[2] != RTC.date)
        {
                if(RTC.date == 0x01)                    // check last day which 28,29,30 or
31
                {
                        if(Former_Time[2] == 0x28)
                        {
                                Date_ON_Load(12);       //for 4 Unit = (4*3)+0
                        }

                        if(Former_Time[2] == 0x29)
                        {
                                Date_ON_Load(11);       // for 3 Unit = (3*3)+2
                        }
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
                    if(Former_Time[2] == 0x30)
                    {
                        Date_ON_Load(7);        //for 2 Unit(6+1)
                    }

                    if(Former_Time[2] == 0x31)
                    {
                        Date_ON_Load(5);        //for 1 Unit(3+2)
                    }

                    /// the month has certainly changed from date = 1
                    MonthS = Start; delay(40); Stept_L_1round(3); Stept_Stop();
                    Former_Time[1] = RTC.month;  // Load new Month
                    if(Former_Time[0] != RTC.year)
                    // check year changing form mnoth-chnage
                    {
                        YearS = Start; delay(40); Stept_R_1round(3); Stept_Stop();
                        Former_Time[0] = RTC.year;     // Load new Year
                    }
                }
                else
                {
                    DateS = Start; delay(40); Stept_R_1round(3); Stept_Stop();// for 1 unit
                    Former_Time[2] = RTC.date;              // Normal Load new Date
                }
        }
}

void Operate(void)              //senser active 0
{
        while(Mail_Sen1 == 0) Feed_Mail =1; delay(10); // feed until over sensor
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
        Feed_Mail = 0; delay(10);
        if(UP == 0)                                    //Mail_Sen2
        {
        Ink_Go = 1; delay(170); while(Ink_Sen == 1) Ink_Go = 1; delay(4);
                Ink_Go = 0;
                delay(40);
                Solinoid = 1; delay(110); Solinoid = 0;
                delay(40);
                Ink_Back = 1; delay(170); while(Ink_Sen == 1) Ink_Back = 1; delay(4);
                Ink_Back = 0;
                delay(40);
                Solinoid = 1; delay(110); Solinoid = 0;
                delay(40);
                while(UP == 0) Feed_Mail = 1; delay(40);          //Mail_Sen2
                Feed_Mail = 0;

                if((((Num+1) % 5)==0))              //check every 5 Unit //(Num!=0)& ---
                {
                        NumS = Start;  delay(10); Stept_L_1round(2); delay(4); Stept_Stop();
                }
                else
                {
                NumS = Start;  delay(10); Stept_L_1round(3); delay(4); Stept_Stop();
                // inc Num point
                }
                Num++;
        }
}

void Timer_0_1_INT_int(void)
{
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
        TMOD  =     0x11;          //set timer for interrupt1 (Timer 0 Mode 1)
        TH0   =     0xdc;
        TL0   =     0x00;
        TH1   =     0x00;
        TL1   =     0x00;
        EA    =     1;
        ET0   =     1;
        TR0   =     1;
        ET1   =     1;
        TR1   =     0;
}

void main()
{
        delay(200);             // nescessary for wait hardware active
        Stept_Stop();           // to drop Stept_Port
        Motor_Stop();           // Close all Motor
        Scan_Close();           // Close Seven-Segment
        Sensor_Open();          // Open all Sensor
        RTC_READ_KEEP();        // Read current time from RTC Chip and keep in array
        Timer_0_1_INT_int();            // interrupt Timer 0 and 1 init

        while(1)
        {
                ////////////////********** OPERATINO FUNCTION ********//////////////////
                Num_To_DBF();

                if(Mail_Sen1 == 0)      //to work
                {
                        Operate();
                }
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
            if((SET == 0)|(rx != 0))   //key check
            {
                  if((SET==0)&(rx==0)) {RTC_READ_DATA(); rx=1;}
                  //check the first SET pressed
                  while(SET == 0);                  // loop if still Press key
                  Switch_Check();                   // was always worked if the above
condition is TRUE
            }

            if(Reset == 0)          // Go to 1
            {
                  while(Reset == 0) TR1 = 1;        //if Res reach to 30 by Interrupt
timer1 Hard-Reset
                  TR1 = 0;                          // if not reach Res = 0
                  if(Res != 0)
                  {
                  NumS = Start;  delay(40); while(Num_Sen==1) Stept_L_1round(1);
Stept_Stop();
                  Num = 0; Res = 0;                 // Res for Hard Ware Reset Counter
                  }
            }

            if(UP == 0) { while(UP == 0) {RTC_READ_DATA(); Minute_To_DBF();}}
            // if UP press show Minute

            if(DOWN == 0) { while(DOWN == 0) {RTC_READ_DATA(); Hour_To_DBF();}}
            // if DOWN press show Hour

            if(cnt > 2000) {cnt = 0; Time_Check();}   // always Check time changed
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
                cnt++;                  // check counter
            }
}

void SCAN_INT() interrupt 1 using 1     // interrupt for Scan Seven-Segment every 10 ms
{
        TH0 = 0xdc;
        TL0 = 0x00;
        scan_display();
}

void Hard_Res_INT() interrupt 3 using 2
//for Reset Ink-Plate: Use Reset Botton(Hold on for 2.5 Sec)
{
        TH0 = 0x00;
        TL0 = 0x00;
        Res++;
        if(Res >= 30)
        {
                TR1 = 0; Res = 0;  while(Ink_Sen == 1) Ink_Back = 1; delay(4);
                Ink_Back = 0; while(Reset == 0);
        }
}
//*****************************************************************************************//
//  use with RTC DS1307 chip by I2C BUS with SDA = P3.6, SCL = P3.7//
//scandelplay P2.0,P2.1 Data_Port to Segment = P1//
//Switch_Check(); use P2, SET = P2.0, UP = P2.1, DOWN = P2.2, Reset,Mail_Sen1,Ink_Sen//
//Stept_Port = P1,stept Data = P1H, year = P1.0,month = P1.1,date = P1.2,Num = P1.3//
//*****************************************************************************************//
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2. โปรแกรมส่วนควบคุมการทำงานของไอซีฐานเวลา

```
sbit SCL = P3^7; //Box_Pro = P3^7;
sbit SDA = P3^6; //Box_Pro = P3^6;

void I2C_delay(void)
{       _nop_();
        _nop_();
        _nop_();
        _nop_();
        _nop_();
        _nop_();
        _nop_();
        _nop_();}

void I2C_high(void)
{       SCL = 1;
        I2C_delay(); }

void I2C_low(void)
{
        SCL = 0;
        I2C_delay();
}

void I2C_start(void)
{       SDA=1;
        I2C_high();
        SDA = 0;
        I2C_delay();
        I2C_low();
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
        SDA = 1;  }

void I2C_stop(void)
{
        SDA=0;
        I2C_high();
        SDA = 1;
}

bit I2C_wrbyte(unsigned dat)
{
        unsigned char i;
        bit outbit;
        for(i=1;i<=8;i++)
        {
                outbit=dat & 0x80;
                SDA = outbit;
                dat = dat<<1;
                I2C_high();
                I2C_low();
        }
        SDA = 1;
        I2C_high();
        outbit = SDA;
        I2C_low();
        return(outbit);
}

unsigned char I2C_rdbyte()
{
        unsigned char i,dat;
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
        bit inbit;
        dat = 0;
        for(i=1;i<=8;i++)
        {
                I2C_high();
                inbit = SDA;
                dat = dat<<1;
                dat = dat|inbit;
                I2C_low();
        }
        SDA = 1;
        I2C_high();
        inbit = SDA;
        I2C_low();
        if(~inbit) dat = 0xff;
        return (dat);
}
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ช

คู่มือการใช้งาน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

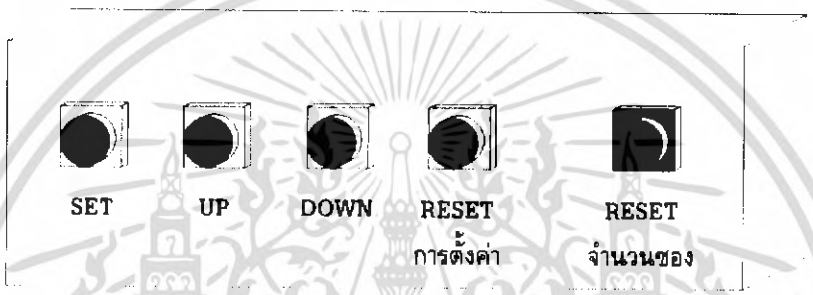
คู่มือการใช้งาน
ตู้รับความคิดเห็นสำหรับศูนย์ราชการใสสะอาด

ภาควิชาครุศาสตร์วิศวกรรม
คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
ปีการศึกษา 2548

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1. คำแนะนำเบื้องต้น

ตู้รับความคิดเห็นสำหรับศูนย์ข้าราชการใสสะอาดนั้นในการควบคุมการใช้งานหลักๆของเครื่องจะประกอบด้วยสวิตช์ 4 ตัวด้วยกันซึ่งประกอบอยู่ในแผงชุดควบคุม ดังรูปที่ ช.1 โดยมีปุ่ม Set, Up, Down, Reset โดยหน้าที่ของปุ่มเหล่านี้ใช้เป็นการตั้งค่าเวลาเริ่มต้นให้กับตู้รับความคิดเห็นสำหรับศูนย์ข้าราชการใสสะอาด โดยอธิบายหน้าที่ของแต่ละปุ่มได้ดังนี้



รูปที่ ช.1 ชุดสวิตช์ควบคุมที่ใช้ในการ SET, UP, DOWN, RESET

- ปุ่ม Set จะมี 2 หน้าที่
  1. ทำหน้าที่ในการตั้งค่าเวลาเริ่มต้นในการใช้งานเครื่อง โดยโปรแกรมจะทำการตั้งค่าใน 2 ส่วนด้วยกันคือส่วนแรกจะตั้งค่าเวลาในชิพ DS1307 และส่วนที่สองจะเป็นการตั้งค่าเริ่มต้นของจำนวนซองไว้ที่ 1 และวันที่ไว้ตามค่าเวลาตามปัจจุบัน
  2. ใช้ในการเลือกเข้าสู่การทำงานในแต่ละโหมดตามจำนวนในการกดแต่ละครั้ง
- ปุ่ม Up จะทำหน้าที่ในการใช้เลือกเพื่อเพิ่มค่าในแต่ละโหมดนั้นๆ
- ปุ่ม Down จะทำหน้าที่ในการใช้เลือกเพื่อลดค่าในแต่ละโหมดนั้นๆ
- ปุ่ม Reset จะมี 2 หน้าที่ด้วยกัน
  1. จะใช้เป็นการออกจากโหมดต่างๆที่ได้เข้าไปตั้งค่าเพื่อถอยกลับมายังโหมดก่อนหน้านี้
  2. จะใช้ในกรณีเมื่อมีการเปิดตู้รับความคิดเห็นสำหรับศูนย์ข้าราชการใสสะอาด เมื่อกดปุ่มนี้จะสั่งการให้ระบบทำการตั้งค่าให้เริ่มต้นนับจำนวนซองที่ 1 ใหม่

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2. ขั้นตอนและวิธีการใช้งาน

1. กดปุ่ม Set เพื่อเข้าสู่โหมดการตั้งค่าเวลาเริ่มต้นให้เป็นปัจจุบันซึ่งจะใช้ในการใช้งานเป็นครั้งแรก

2. กดปุ่ม Up เพื่อเพิ่มค่า หรือ กดปุ่ม Down เพื่อลดค่าจนกว่าจะได้ค่าปี/เดือน/วันที่/วัน/ชั่วโมง/นาที ให้ตรงกับปัจจุบัน

3. ในการตั้งค่าปี/เดือน/วันที่/วัน/ชั่วโมง/นาที จะใช้ปุ่ม Set ในการเลือกตั้งค่าในโหมดแต่ละโหมดและใช้ในการเลื่อนโหมดตามลำดับ

4. ถ้าต้องการย้อนกลับลำดับไปสู่โหมดก่อนหน้านี้ให้ใช้ปุ่ม Reset

5. เมื่อทำการตั้งค่าเวลาเริ่มต้นครบทุกโหมดแล้วให้กดปุ่ม Set เพื่อสั่งให้ระบบทำการตั้งค่าตามที่กำหนด

6. ซึ่งหลังจากระบบทำการตั้งค่าจนเสร็จสิ้นแล้วตัวเครื่องจะทำการรอรับของจดหมายที่จะส่งเข้ามาทำการประทับตราและตามขั้นตอนกระบวนการทั้งหมด

7. เมื่อจดหมายมีปริมาณครบตามจำนวนในการตั้งค่าแล้วหรือมีการเปิดตู้เพื่อเก็บจดหมายนั้น จะใช้ปุ่ม Reset เพื่อให้ระบบในการนับของจดหมายกลับเป็น 1 ดังเดิมเพื่อรอรับของจดหมายที่จะถูกสอดเข้ามาต่อไป

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ประวัติผู้แต่ง

ชื่อ-สกุล นางสาวชฎารัตน์ รัตนโชเต

วัน เดือน ปีเกิด 26 ธันวาคม พ.ศ. 2525

ภูมิลำเนา 62/2 หมู่ 5 ตำบลควนลัง อำเภอหาดใหญ่ จังหวัดสงขลา 90110
โทรศัพท์เคลื่อนที่ 0-6848-2258

ประวัติการศึกษา

ประถมศึกษา โรงเรียนวัดม่วงค่อม จังหวัดสงขลา

มัธยมศึกษาตอนต้น โรงเรียนรัตภูมิวิทยา จังหวัดสงขลา

ประกาศนียบัตรวิชาชีพ วิทยาลัยเทคนิคหาดใหญ่ จังหวัดสงขลา

ประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง วิทยาลัยเทคนิคหาดใหญ่ จังหวัดสงขลา

ปริญญาตรี สาขาวิชาวิศวกรรมอิเล็กทรอนิกส์
ภาควิชาครุศาสตร์วิศวกรรม
คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

คติพจน์ โกรธคือโง่ โมโหคือบ้า

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ชื่อ-สกุล นายนฤชาติ สุวรรณชาตรี

วัน เดือน ปีเกิด 27 กันยายน พ. ศ. 2526

ภูมิลำเนา 32 หมู่ 9 ตำบลท่าช้าง อำเภอบางกล่ำ จังหวัดสงขลา 90110

โทรศัพท์เคลื่อนที่ 0-9658-7503

ประวัติการศึกษา

ประถมศึกษา	โรงเรียนทวีรัตน์ จังหวัดสงขลา
มัธยมศึกษาตอนต้น	โรงเรียนหาดใหญ่อำนวยวิทย์ จังหวัดสงขลา
ประกาศนียบัตรวิชาชีพ	วิทยาลัยการอาชีพหลวงประธานราษฎร์นิกร จังหวัดสงขลา
ประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง	วิทยาลัยเทคนิคหาดใหญ่ จังหวัดสงขลา
ปริญญาตรี	สาขาวิชาวิศวกรรมอิเล็กทรอนิกส์ ภาควิชาครุศาสตร์วิศวกรรม คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

คติพจน์ ทำวันนี้ให้ดีที่สุด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ชื่อ-สกุล นายวิรุฬห์ชัย แซ่เลี่ยง

วัน เดือน ปีเกิด 15 มีนาคม พ. ศ. 2526

ภูมิลำเนา 19 หมู่ 7 ซอยสวัสดิ์ ตำบลยะรม อำเภอเบตง จังหวัดยะลา 95110

โทรศัพท์เคลื่อนที่ 0-6967-0344

ประวัติการศึกษา

ประถมศึกษา	โรงเรียนธีรวิทยา จังหวัดยะลา
มัธยมศึกษาตอนต้น	โรงเรียนธีรวิทยา จังหวัดยะลา
ประกาศนียบัตรวิชาชีพ	วิทยาลัยเทคนิคยะลา จังหวัดยะลา
ประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง	วิทยาลัยเทคนิคยะลา จังหวัดยะลา
ปริญญาตรี	สาขาวิชาวิศวกรรมอิเล็กทรอนิกส์
	ภาควิชาครุศาสตร์วิศวกรรม
	คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม
	สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

คติพจน์ คนดีชอบแก้ไข คนจัญไรชอบแก้ตัว

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ชื่อ-สกุล นายชาคริช คุ้มคง

วัน เดือน ปีเกิด 29 กรกฎาคม พ.ศ. 2527

ภูมิลำเนา 86/1 หมู่ 3 ตำบลบางขุนกอง อำเภอบางกรวย จังหวัดนนทบุรี 11130
โทรศัพท์เคลื่อนที่ 0-6995-8800

ประวัติการศึกษา

ประถมศึกษา	โรงเรียนวัดบางไกรนอก จังหวัดนนทบุรี
มัธยมศึกษาตอนต้น	โรงเรียนวัดน้อยใน จังหวัดกรุงเทพมหานคร
ประกาศนียบัตรวิชาชีพ	โรงเรียนเทคโนโลยีสยาม จังหวัดกรุงเทพมหานคร
ประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง	มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคล วิทยาเขตพระนครเหนือ จังหวัดกรุงเทพมหานคร
ปริญญาตรี	สาขาวิชาวิศวกรรมอิเล็กทรอนิกส์ ภาควิชาครุศาสตร์วิศวกรรม คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

คติพจน์ มีหมาเป็นเพื่อน ดีกว่ามีเพื่อนเหมือนหมา

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้