สำนักหอสมุดกลาง พระจอมเกล้าลาดกระบัง

การส่งผ่านข้อมูลแบบอนุกรม

SERIAL TRANSIMISSION

T104246

โดย

นาย อลงกรณ์ มังคลาด

นางสาว อุไรวรรณ เสริฐเสน

ว.ส.
ล42ก
2551

เลขหมู่.....
เลขทะเบียน.....104246
วัน,เดือน,ปี.....30 ต.ค. 2552

b.....12099089
i.....

รายงานนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต

สาขาวิชาวิศวกรรมอิเล็คทรอนิกส์

คณะวิศวกรรมศาสตร์

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

ปีการศึกษา 2551

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การส่งผ่านข้อมูลแบบอนุกรม

SERIAL TRANSIMISSION

โดย

นาย อลงกรณ์ มังคลาด

นางสาว อุไรวรรณ เสริฐเสน

อาจารย์ที่ปรึกษา

รศ.ดร. มนัส สังวรศิลป์

รายงานนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต

สาขาวิชาวิศวกรรมอิเล็คทรอนิกส์

คณะวิศวกรรมศาสตร์

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

ปีการศึกษา 2551

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รายงานปีการศึกษา 2551

ภาควิชา อิเล็กทรอนิกส์

คณะวิศวกรรมศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

เรื่อง การส่งผ่านข้อมูลแบบอนุกรม (serial transmission)

ผู้จัดทำ

นาย อลงกรณ์	มังคลาด	49015220
นางสาว อุไรวรรณ	เสริฐเสน	49015224

.....

(รศ.ดร. มนัส สังวรศิลป์)

อาจารย์ที่ปรึกษา

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การส่งผ่านข้อมูลแบบอนุกรม

นาย อลงกรณ์ มังคลาด 49015220
นางสาว อุไรวรรณ เสริฐเสน 49015224
ศ.ดร. มนัส สังวรศิลป์ อาจารณ์ที่ปรึกษา
ปีการศึกษา 2551

บทคัดย่อ

โครงงานนี้เป็นการนำเสนอการออกแบบการแสดงข้อมูลหลายหลัก โดยใช้การส่งผ่านข้อมูลแบบอนุกรมมีการส่งข้อมูลทีละ 8 หลัก โดยปกติแล้วการส่งข้อมูลแบบ 8 หลัก ต้องใช้สายส่งข้อมูลจำนวนมาก หากใช้การส่งข้อมูลแบบอนุกรมจะใช้สายส่งข้อมูลเพียง 2 สายเท่านั้น ในการส่งข้อมูลในโครงงานนี้จะใช้การตรวจเช็คข้อมูลแบบแอดเดรส เป็นแอดเดรสแบบ 3 บิต ในการส่งจะทำการส่งแบบเป็นเฟรม โดยจะทำการตรวจเช็คทีละเฟรม ทั้งหมดสองเฟรม และนำค่าข้อมูลที่ได้นี้ไปประยุกต์ใช้ในการแสดงผล

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

SERIAL TRANSIMISSION

Arongkorn Mungkalad 49015220

Uraiwan Soetsen 49015224

Associate Prof.Dr Manus Sangworasil

Educational year 2008

ABSTRACT

This project presents the design of eight – digit data presentation by using serial transmission. It usually requires a lot of wires to send eight – digit data However, for serial transmission, only two wires are used. In this project, the data check is eight – bit address. When the data is sent in frames two frames are used to check by – one. The result applied for data presentation.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กิตติกรรมประกาศ

รายงานฉบับนี้ได้จัดทำลุล่วงเป็นผลสำเร็จ โดยได้รับความช่วยเหลือจากหลายๆ ฝ่ายทาง คณะผู้จัดทำขอขอบพระคุณ รศ.ดร. มนัส สังวรศิลป์ ที่ปรึกษารายงาน ผู้คอยช่วยเหลือ ให้คำปรึกษา คำแนะนำในด้านต่างๆ ตลอดจนคณาจารย์ทุกท่านในสถาบันแห่งนี้ที่ให้การอบรมสั่งสอน และให้วิชาความรู้ทางด้านวิชาการ

ขอขอบพระคุณบรูพาจารย์ทุกท่านผู้เขียนเอกสารและตำราอ้างอิงที่เป็นประโยชน์ ขอบคุณเพื่อนๆ ทุกคนที่ให้ความช่วยเหลือและเป็นกำลังใจที่ดีเสมอมมา รวมทั้งขอขอบพระคุณภาควิชาคณะวิศวกรรมศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง ที่ได้ให้คณะผู้จัดทำได้มีโอกาสเข้ามาศึกษา ณ สถาบันแห่งนี้

สุดท้ายนี้คณะผู้จัดทำขอกราบขอบพระคุณบิดา มารดาอันเคารพรักยิ่ง ที่เป็นกำลังใจและสนับสนุนในทุกๆ ด้าน จึงขอขอบพระคุณมา ณ ที่นี้ด้วย

ผู้จัดทำ

15 กันยายน 2551

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อ	i
Abstract	ii
กิตติกรรมประกาศ	iii
สารบัญ	iv-v
สารบัญรูปภาพ	vi-vii
สารบัญตาราง	viii
บทที่ 1 บทนำ	1
1.1 ความเป็นมา (Motivation)	1
1.2 วัตถุประสงค์ของโครงงาน	1
1.3 ขอบเขตของโครงงาน	1
1.4 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับจากการทำรายงาน	1
1.5 ขั้นตอนการทำงาน	1
บทที่ 2 ทฤษฎีเกี่ยวข้อง	3
2.1 ความรู้พื้นฐานของการสื่อสารข้อมูลทางอิเล็คทรอนิคส์	3
2.1.1 ชนิดของสัญญาณทางอิเล็คทรอนิคส์	3
2.1.2 วิธีการสื่อสารข้อมูลระหว่างอุปกรณ์อิเล็คทรอนิคส์	4
2.1.3 การสื่อสารข้อมูลแบบอนุกรมและแบบขนานสื่อสารข้อมูล	5
2.2 ความรู้เบื้องต้นเกี่ยวกับไมโครคอนโทรลเลอร์ dsPIC30F2010	7
2.2.1 คุณสมบัติของไมโครคอนโทรลเลอร์ dsPIC	8
2.2.2 คุณสมบัติด้านการประมวลสัญญาณดิจิตอล	9
2.2.3 คุณสมบัติของโมดูลฟังก์ชั่นพิเศษ	9
2.2.4 สถาปัตยกรรมของ dsPIC30F2010	10
2.2.5 พอร์ตอินพุตเอาต์พุต	11
2.2.6 โครงสร้างทางโปรแกรมที่ควรทราบ	11
2.2.7 สแต็กพอยน์เตอร์และเฟลมพอยน์ทางซอฟแวร์	13
2.2.8 รีจิสเตอร์ STATUS	13
2.2.9 การรีเซตในไมโครคอนโทรลเลอร์ dsPIC30F2010	16

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ (ต่อ)

	หน้า
2.2.10 รีจิสเตอร์ที่เกี่ยวข้องในกระบวนการรีเซต	17
2.2.11 คุณสมบัติของอินเตอร์รัปต์ใน dsPIC	19
2.2.12 รีจิสเตอร์ควบคุมและแสดงสถานการณ์อินเตอร์รัปต์	20
2.3 การสื่อสารข้อมูลอนุกรมโดยใช้โมดูล UART ใน dsPIC302010	28
2.3.1 คุณสมบัติโดยสรุปของโมดูล UART ใน dsPIC30F2010	28
2.3.2 รีจิสเตอร์ที่ใช้ในโมดูล UART	29
2.3.3 กำหนดให้โมดูล UART ทำงาน	36
2.3.4 คุณสมบัติของโมดูลแปลงสัญญาณอนาลอก	37
2.3.5 การทำงานของโมดูล ADC ใน dsPIC30F2010	37
2.3.6 รีจิสเตอร์หลักที่ใช้ในโมดูล ADC	38
2.3.7 บัฟเฟอร์เก็บผลลัพธ์จากการแปลงสัญญาณของโมดูล ADC	47
2.3.8 การกำหนดค่าที่ใช้ในโมดูล ADC	47
2.4 คุณสมบัติของบอร์ด NX-dsPIC30F	48
บทที่ 3 การทดลอง	50
3.1 ขั้นตอนการทำงาน	50
3.2 การทำงาน Data Transmission protocol	51
3.3 วงจรไมโครคอนโทรลเลอร์	53
3.4 Flow Chart	54
3.5 แผนการดำเนินงาน	55
บทที่ 4 สรุปผลและข้อเสนอแนะ	57
4.1 สรุปผล	57
4.2 ปัญหาและอุปสรรค์	57
4.3 ข้อเสนอแนะ/ แนวทางการพัฒนาต่อ	57
บรรณานุกรม	58
ภาคผนวก	

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญรูป

หน้า

รูปที่ 1 การสื่อสารข้อมูลแบบอะซิงโครนัส 4
รูปที่ 2 การสื่อสารข้อมูลแบบซิงโครนัส 5
รูปที่ 4 การสื่อสารข้อมูลแบบอนุกรม 6
รูปที่ 5 การสื่อสารข้อมูลแบบขนาน 6
รูปที่ 6 dsPIC30F2010 7
รูปที่ 7 ไดอะแกรมการทำงานและส่วนประกอบทั้งหมดของ dsPIC30F2010 8
รูปที่ 8 โครงสร้างทางโปรแกรมหรือ Programmer's model ของไมโครคอนโทรลเลอร์ dsPIC 12
รูปที่ 9 แสดงสถานการณ์ทำงานของกระบวนการ REPEAT ที่แสดงบิต RA 13
รูปที่ 10 ไดอะแกรมของระบบในไมโครคอนโทรลเลอร์ dsPIC30F2010 17
รูปที่ 11 RCON (Reset Contron Register) รีจิสเตอร์ควบคุมการรีเซต 17
รูปที่ 12 แสดงรายละเอียดของอินเตอร์รัปต์เวกเตอร์หลักของไมโครคอนโทรลเลอร์ dsPIC 20
รูปที่ 13 INTCON1 (Interrupt Contron Register 1) รีจิสเตอร์ควบคุมอินเตอร์รัปต์ 1 21
รูปที่ 14 INTCON2 (Interrupt Contron Register 2) รีจิสเตอร์ควบคุมอินเตอร์รัปต์ 2 22
รูปที่ 15 IFS0 (Interrupt Flag Status Register 0) รีจิสเตอร์แสดงสถานะอินเตอร์รัปต์ 0 23
รูปที่ 16 IFS1 (Interrupt Flag Status Register 1) รีจิสเตอร์แสดงสถานะอินเตอร์รัปต์ 1 25
รูปที่ 17 IFS12 (Interrupt Flag Status Register 2) รีจิสเตอร์แสดงสถานะอินเตอร์รัปต์ 2 26
รูปที่ 18 ไดอะแกรมแสดงส่วนประกอบหลักของโมดูล UART
ในไมโครคอนโทรลเลอร์ dsPIC 29
รูปที่ 19 U1MODE (UART MODE Register) รีจิสเตอร์กำหนด
โหมดการทำงานของโมดูล UART 30
รูปที่ 20 U1STA (UARTX Status and Contron Register) รีจิสเตอร์ ควบคุม
และแสดงสถานการณ์ส่งข้อมูลในโมดูล UART 31
รูปที่ 21 U1RXREG (UARIT Receive Register) รีจิสเตอร์ตัวรับข้อมูลของโมดูล UART 33
รูปที่ 22 U1TXEREG (UARTX Transmit Register) รีจิสเตอร์ตัวส่งข้อมูลของโมดูล UART 34
รูปที่ 23 ไดอะแกรมการทำงานของตัวส่งข้อมูลในโมดูล UART
ของไมโครคอนโทรลเลอร์ dsPIC 34

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญรูป (ต่อ)

หน้า

รูปที่ 24 ไดอะแกรมเวลาของการรับข้อมูลในโมดูล UART ของไมโครคอนโทรลเลอร์ dsPIC 35
รูปที่ 25 ไดอะแกรมการทำงานของตัวรับข้อมูลในโมดูล UART ในไมโครคอนโทรลเลอร์ dsPIC30F2010 35
รูปที่ 26 ไดอะแกรมเวลาของการรับข้อมูลในโมดูล UART ของไมโครคอนโทรลเลอร์ dsPIC 36
รูปที่ 27 ไดอะแกรมการทำงานอย่างง่ายของโมดูล ADC ในไมโครคอนโทรลเลอร์ dsPIC30F2010 38
รูปที่ 28 ADCON1 (A\D Contron Register 1) รีจิสเตอร์ควบคุมโมดูล ADC ตัวที่ 1 38
รูปที่ 29 ADCON2 (A\D Contron Register 2) รีจิสเตอร์ควบคุมโมดูล ADC ตัวที่ 2 40
รูปที่ 30 ADCON2 (A\D Contron Register 3) รีจิสเตอร์ควบคุมโมดูล ADC ตัวที่ 3 43
รูปที่ 31 ADCHS (A\D Input Select Register) รีจิสเตอร์เลือกช่องของวงจร S\H ที่ต่อกับขาพอร์ตอินพุตอะนาลอกที่ต้องการแปลงสัญญาณ 44
รูปที่ 32 ADPCFG (A\D Port Configuration Register) รีจิสเตอร์กำหนดค่าทางฮาร์ดแวร์ ของพอร์ตอินพุตอะนาลอก 46
รูปที่ 33 ADCSS (A\D Input Scan Select Register) รีจิสเตอร์เลือกช่องวงจร S\H ที่ต่ออินพุตที่ต้องการแปลงสัญญาณ 46
รูปที่ 34 บอร์ด NX-dsPIC30F 48
รูปที่ 35 Data Transmission protocol 51
รูปที่ 35 แผงวงจรการทำงาน 52
รูปที่ 36 การใช้งาน IC SN74LV8153 52
รูปที่ 37 ผลการแสดง 53
รูปที่ 38 วงจรไมโครคอนโทรลเลอร์ 54
รูปที่ 39 Flow Chart การทำงานของระบบ 55
รูปที่40 Flow Chart การทำงานในระบบของนาฬิกาดิจิตอล 56

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญตาราง

หน้า

ตารางที่ 1 การดำเนินการช่วงที่ 1 project 1 57
ตารางที่ 2 การดำเนินการช่วงที่ 2 project 2 57

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 1
บทนำ

1.1 ความเป็นมา

ในปัจจุบันนี้เทคโนโลยีต่างๆ ได้พัฒนาไปอย่างรวดเร็วจึงทำให้มีการพัฒนานวัตกรรมใหม่ๆ ขึ้นมาตลอด ในการควบคุมอุปกรณ์ไฟฟ้าหรือเครื่องจักรกลซึ่งอยู่ในระยะทางที่ไกล เป็นการควบคุมที่ไม่สะดวกมีการสิ้นเปลืองในการติดตั้ง จึงมีแนวคิดที่จะนำระบบมาควบคุมอุปกรณ์ที่อยู่ในระยะทางที่ไกล โดยใช้การส่งข้อมูลแบบอนุกรมโดยจะลดการสิ้นเปลืองในการติดตั้งมากกว่าแบบการส่งข้อมูลแบบขนาน เนื่องจากใช้สายข้อมูลที่น้อยกว่า การส่งข้อมูลแบบอนุกรมจะมีการส่งสัญญาณข้อมูล (data) ไปเพียงเส้นเดียวเท่านั้นจึงสามารถควบคุมอุปกรณ์ในระยะทางที่ไกลได้โดยสามารถควบคุมได้หลายๆ ตัวพร้อมๆ กัน โดยมีชุดควบคุมเพียงชุดเดียว จึงช่วยประหยัดค่าใช้จ่ายในส่วนของชุดควบคุมได้ และยังง่ายและสะดวกกับการติดตั้งเดินสายของระบบ

1.2 วัตถุประสงค์ของโครงการ

1. ศึกษาการส่งข้อมูลเดียวกันพร้อมๆ กันด้วยสายสัญญาณ 1 คู่
2. เพื่อศึกษาเกี่ยวกับการเขียนโปรแกรมไมโครคอนโทรลเลอร์ และนำไปประยุกต์ใช้งาน
3. เพื่อศึกษาการเชื่อมต่อไมโครคอนโทรลเลอร์กับอุปกรณ์ภายนอกที่ติดต่อด้วย
4. เป็นการสร้างสรรค์สิ่งประดิษฐ์ที่เป็นเทคโนโลยีใหม่ๆ ภายใต้งบประมาณที่ต่ำ
5. เพื่อนำความรู้ความสามารถที่ได้จากการศึกษาโครงงานนี้ไปพัฒนาและปรับปรุงงานในอนาคตได้ดียิ่งขึ้น

1.3 ขอบเขตของโครงงาน

1. เพื่อศึกษาการเขียนโปรแกรมไมโครคอนโทรลเลอร์กับอุปกรณ์ภายนอกได้
2. สามารถสร้างและเขียนโปรแกรมควบคุมนาฬิกาดิจิตอลแสดงเวลาที่แม่นยำ
3. จัดทำชุดทดลองการควบคุมนาฬิกาดิจิตอล ทำรายงาน และPresentโครงงาน

1.4 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับจากการทำปริญญานิพนธ์

1. เข้าใจการทำงานของไมโครคอนโทรลเลอร์
2. สามารถเขียนโปรแกรมไมโครคอนโทรลเลอร์ในการติดต่อกับอุปกรณ์ภายนอกได้

1.5 ขั้นตอนการดำเนินงาน

1. ศึกษาโครงสร้างขั้นตอนการดำเนินงานต่างๆของระบบ
2. ออกแบบส่วนของระบบฮาร์ดแวร์
3. ทำการเขียนโปรแกรมควบคุมไมโครคอนโทรลเลอร์
4. ทดลองในส่วนการทำงานของไมโครคอนโทรลเลอร์
5. ออกแบบส่วนของซอฟต์แวร์และฐานข้อมูล

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

6. ทำการเขียนโปรแกรมควบคุมในส่วนของซอฟต์แวร์

7. ทดลองการทำงานในส่วนของซอฟต์แวร์

8. ทดลองระบบทั้งหมด ในลักษณะต่อใช้งานจริง

9 แก้ไขข้อบกพร้องต่างๆของระบบ

10. จัดเตรียมในส่วนของเอกสารประกอบการใช้งาน

11. จัดทำปริญญานิพนธ์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 2
ทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง

ทฤษฎีไมโครคอนโทรลเลอร์

ไมโครคอนโทรลเลอร์ (Microcontroller) เป็นอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์แบบหนึ่งที่รวมเอาหน่วยประมวลผล หน่วยคำนวณทางคณิตศาสตร์และลอจิก วงจรรับสัญญาณอินพุท วงจรขับสัญญาณเอาท์พุท หน่วยความจำ วงจรกำเนิดสัญญาณนาฬิกา ทำให้สามารถนำไปใช้แทนวงจรอิเล็กทรอนิกส์ที่ซับซ้อนได้เป็นอย่างดี ช่วยลดจำนวนอุปกรณ์และขนาดของระบบในขณะที่ความสามารถสูงขึ้น ภายใต้งบประมาณที่เหมาะสม

ไมโครคอนโทรลเลอร์มาจากคำ 2 คำ รวมกันคือ “ไมโคร” (micro) ซึ่งหมายถึง ไมโครคอนโทรลเลอร์ (microcontroller) ซึ่งเป็นอุปกรณ์ประมวลผลข้อมูลขนาดเล็ก ภายในประกอบด้วย หน่วยประมวลผลกลางหรือหรือซีพียู (CPU : Central Processing Unit) หน่วยคำนวณทางคณิตศาสตร์และลอจิก (ALU : Arithmatic Logic Unit) วงจรเชื่อมต่อหน่วยความจำ และวงจรนาฬิกา อีกคำหนึ่งคือคำว่า “คอนโทรลเลอร์” (controller) หมายถึง อุปกรณ์ควบคุม ดังนั้นไมโครคอนโทรลเลอร์จึงเป็นอุปกรณ์ที่ใช้ในการควบคุม โดยที่สามารถเขียนโปรแกรมเพื่อกำหนดรูปแบบการควบคุมได้อย่างอิสระ

2.1 ความรู้พื้นฐานของการสื่อสารข้อมูลทางอิเลคทรอนิกส์

การสื่อสารข้อมูลทางอิเลคทรอนิคส์ คือการแลกเปลี่ยนข้อมูลระหว่างต้นทางและปลายทางโดยใช้อุปกรณ์ทางอิเลคทรอนิคส์ ซึ่งเชื่อมต่อกันอยู่ด้วยสื่อกลางชนิดใดชนิดหนึ่ง ระบบเครือข่ายคอมพิวเตอร์ ก็คือระบบการเชื่อมโยงระหว่างคอมพิวเตอร์ตั้งแต่ สองตัวขึ้นไปเพื่อให้สามารถทำการสื่อสารแลกเปลี่ยนข้อมูลทางอิเลคทรอนิคส์ระหว่างกันได้นั่นเอง

2.1.1 ชนิดของสัญญาณทางอิเลคทรอนิคส์ สามารถแบ่งได้เป็น 2 แบบ คือ

- สัญญาณแบบอนาลอก(Analog) จะเป็นสัญญาณแบบต่อเนื่อง ที่ทุกๆค่าที่เปลี่ยนแปลงไปของระดับสัญญาณจะมีความหมาย การส่งสัญญาณแบบอะนาลอกจะถูกรบกวนให้มีการแปลความหมายผิดพลาดได้ง่ายกว่า เนื่องจากค่าทุกค่าถูกนำมาใช้งานนั่นเอง ซึ่งสัญญาณแบบอะนาลอกนี้จะเป็นสัญญาณที่สื่อกลางในการสื่อสารส่วนมากใช้อยู่ เช่น สัญญาณเสียงในสายโทรศัพท์ เป็นต้น

- สัญญาณแบบดิจิตอล (Digital) จะประกอบขึ้นจากระดับสัญญาณเพียง 2 ค่า คือ สัญญาณระดับสูงสุดและสัญญาณระดับต่ำสุด ดังนั้นจะมีประสิทธิภาพและความน่าเชื่อถือสูงกว่าแบบอะนาลอก เนื่องจากมีการใช้งานค่าเพียง 2 ค่า นำมาตีความหมายเป็น on/off หรือ 1/0 เท่านั้น ซึ่งสัญญาณดิจิตอลนี้ จะเป็นสัญญาณที่คอมพิวเตอร์ใช้ในการทำงานและติดต่อสื่อสารกัน ในทางปฏิบัติ จะสามารถใช้เครื่องมือในการแปลงระหว่างสัญญาณทั้ง 2 แบบได้เพื่อช่วยให้สามารถส่ง

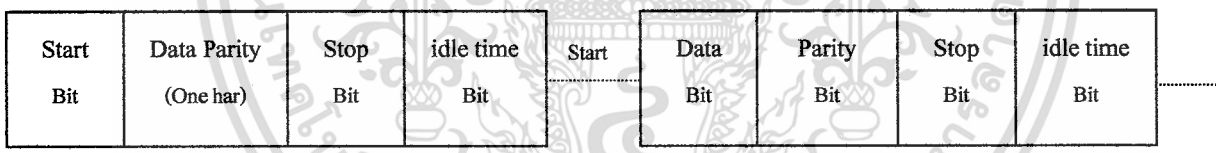
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สัญญาณดิจิตอลผ่านสัญญาณพาหะที่เป็นอนาลอก เช่นสายโทรศัพท์หรือ คลื่นวิทยุ การแปลงสัญญาณแบบดิจิตอลไปเป็นอนาลอกจะเรียกว่า Modulation เช่น การแปลงแบบ Amplitude Modulation (AM) และ Frequency Modulation (FM) เป็นต้น ส่วนการแปลงสัญญาณแบบอนาลอกเป็นดิจิตอล จะเรียกว่า Demodulation ตัวอย่างของเครื่องมือในการแปลงระหว่างสัญญาณทั้งสองก็คือ Modem (Modulation Demodulation) นั่นเอง

2.1.2 วิธีการสื่อสารข้อมูลระหว่างอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์

- การสื่อสารข้อมูลแบบไม่ประสานจังหวะ (Asynchronous)

การสื่อสารข้อมูลแบบอะซิงโครนัส (Asynchronous) จะส่งข้อมูลออกมาทีละตัวอักษร โดยจะเพิ่มบิตนำหน้า (start bit or space) และบิตสิ้นสุด (stop bit or mark) เพื่อบอกขอบเขตของตัวอักษร ในกรณีที่มีการตรวจสอบความถูกต้องของข้อมูลก็จะเพิ่มบิตแพริตี้ (parity bit) เข้ามาด้วย เนื่องจากการส่งข้อมูลเป็นไปทีละตัวอักษร (หรือไบท์) ซึ่งเป็นอิสระต่อกัน ดังนั้นช่วงต่อระหว่างตัวอักษรที่ส่งออกไปจึงไม่มีความสำคัญมากนัก นั่นคือตัวอักษรจำนวนหลายตัวอาจถูกส่งติดต่อกันไปโดยไม่เว้นช่วงเลยหรืออาจมีการเว้นช่วงว่าง (idle) ระหว่างการส่งตัวอักษรแต่ละตัวก็ได้ และช่วงว่างแต่ละช่วงก็ไม่มีความจำเป็นจะต้องเท่ากัน ในกรณีที่ไม่มีข้อมูลจะส่ง แทนที่จะปล่อยให้ไม่มีสัญญาณเลยก็มักจะส่งบิตสิ้นสุด (คือบิต1) ติดต่อกันไปตลอดเวลาจนกว่าจะไม่มีข้อมูลพร้อมส่งหรือยกเลิกการสื่อสารระหว่างกัน



รูปที่ 1 การสื่อสารข้อมูลแบบอะซิงโครนัส

การสื่อสารข้อมูลแบบอะซิงโครนัสเป็นวิธีการที่มีประสิทธิภาพต่ำดังรูปที่ 1 สมมุติว่าข้อมูลที่ต้องการส่งมีเพียงตัวอักษรเดียว หรือ 8 บิต แต่ข้อมูลที่ส่งไปจริงจะต้องเพิ่มบิตเริ่มต้นและบิตสิ้นสุดเข้าไปด้วย กลายเป็นข้อมูลขนาด 10 บิต ดังนั้นประสิทธิภาพที่เกิดขึ้นจึงอยู่ที่ 80% เท่านั้น (8/10=0.8 or 80%) และถ้าเพิ่มบิตพาริตี้เข้าไปด้วยก็จะทำให้ประสิทธิภาพลดลงไปเหลือ 73% เท่านั้น (8/11=0.73 or 73%) อย่างไรก็ตามวิธีการนี้เป็นวิธีการสื่อสารที่ง่ายที่สุดแบบหนึ่งซึ่งยังคงมีใช้งานอยู่ในปัจจุบัน

โมเด็มส่วนใหญ่ที่ใช้กับเครื่องพีซี และเทอร์มินอลอย่างเช่น DEC VT-100 แบบอะซิงโครนัสซึ่งมีประสิทธิภาพต่ำ อย่างไรก็ตามอุปกรณ์ในกลุ่มนี้มีขีดความสามารถค่อนข้างจำกัดหรือ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ใช้โปรแกรมประยุกต์ที่ไม่จำเป็นต้องใช้ช่องสื่อสารความกว้างมากนัก การทำงานแบบอะซิงโครนัสจึงยังคงสามารถใช้งานได้ดี

- การสื่อสารข้อมูลแบบประสานจังหวะ (Synchronous)

ข้อมูลกลุ่มหนึ่งประกอบกันเป็นบล็อก (block) ประกอบด้วยข้อมูล 4 ส่วน คือ (1) เรียกว่า ตัวอักษรซิงค์ (synchronous character; SYN) จำนวน 3 ตัว (2) ข้อมูลที่ต้องการส่งจำนวนหนึ่ง (3) ชุดข้อมูลควบคุม (block control character) และ (4) อักษรสิ้นสุดบล็อก (end of block character) ถูกนำมาใช้ในการสื่อสารข้อมูลแบบซิงโครนัส **(Synchronous)** ซึ่งมีประสิทธิภาพสูงกว่าแบบอะซิงโครนัส ในที่นี้ตัวอักษรซิงค์มีหน้าที่หลักในขณะส่งข้อมูลสองประการคือ เป็นตัวบอกจุดเริ่มต้นของบล็อกข้อมูลและเป็นข้อมูลที่ทางฝั่งผู้รับ เปรียบเทียบจังหวะการรับข้อมูลของตนเองให้สอดคล้องกับจังหวะการส่งข้อมูลของผู้ส่ง นอกจากนี้ ในขณะที่ไม่มีการส่งข้อมูล ผู้ส่งและผู้รับจะแลกเปลี่ยนตัวอักษรซิงค์ระหว่างกันเพื่อประโยชน์คือ ทำให้ทั้งคู่ทราบว่าอีกฝ่ายหนึ่งยังคงทำงานให้ตรงกันเพื่อให้มีความพร้อมในการส่งข้อมูลอยู่ตลอดเวลา

SYN (Many Char)	SYN Control Char	SYN Block	Data	Block	End

รูปที่ 2 การสื่อสารข้อมูลแบบซิงโครนัส

การส่งข้อมูลในระบบนี้ข้อมูลทั้งหมดจะส่งมาในบล็อกเดียวกัน สมมุติว่ามีข้อมูลจริงจำนวน 100 ตัวอักษร ในบล็อกนี้จะต้องมีตัวอักษรซิงค์นำหน้า 3 ตัว และตามหลังอีก 3 ตัว (ใช้แทนส่วนที่ 3 และ 4) จึงมีข้อมูลส่งไปทั้งหมด 106 ตัวอักษรซึ่งมีประสิทธิภาพสูงถึง 94% (100/106 = 0.94 or 94%) จึงเห็นได้ว่าถ้ามีข้อมูลปริมาณมาก การถ่ายทอดแบบซิงโครนัสจะมีประสิทธิภาพที่สูงกว่าแบบอะซิงโครนัสจึงนิยมนำไปใช้ในเครื่องเมนเฟรมคอมพิวเตอร์หรือ ระบบเครือข่ายวงกว้างที่มีช่องสัญญาณขนาดใหญ่ เช่นสาย T1 อย่างไรก็ตามถ้ามีข้อมูลน้อย การถ่ายทอดแบบอะซิงโครนัสอาจมีความเหมาะสมมากกว่าเนื่องจากมีความซับซ้อนน้อยกว่ามาก

2.1.3 การสื่อสารข้อมูลแบบอนุกรมและแบบขนานสื่อสารข้อมูล

การสื่อสารข้อมูลโดยผ่านสายสื่อสารทำได้ 2 วิธี คือ การสื่อสารแบบอนุกรม หรือแบบเรียงลำดับ (Serial) และการสื่อสารข้อมูลแบบขนาน (Parallel)

- การสื่อสารข้อมูลแบบอนุกรม

ในการสื่อสารข้อมูลแบบอนุกรม ข้อมูลถูกส่งออกมาทีละบิต ระหว่างจุดส่งและจุดรับจะเห็นว่าการส่งข้อมูลแบบนี้ช้ากว่าแบบขนาน ตัวกลางการสื่อสารแบบอนุกรมต้องการเพียงช่อง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เดียวหรือสายเพียงคู่เดียว ค่าใช้จ่ายในสื่อกลางถูกกว่าแบบขนานสำหรับการส่งระยะทางไกล ๆ โดยเฉพาะเมื่อเรามีระบบการสื่อสารทางโทรศัพท์ไว้ใช้งานอยู่แล้วย่อมจะเป็นการประหยัดกว่าที่จะทำการติดต่อสื่อสารทีละ 8 ช่องเพื่อการถ่ายโอนข้อมูลแบบขนานอย่างแน่นอน

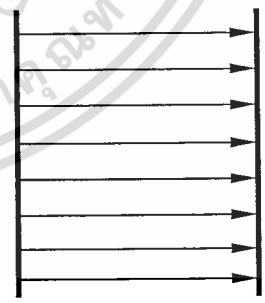
การส่งข้อมูลแบบอนุกรม ข้อมูลจากจุดส่งจะถูกเปลี่ยนให้เป็นอนุกรมเสียก่อนแล้วค่อยทยอยส่งออกทีละบิตไปยังจุดรับ ณ ที่จุดรับจะต้องมีกลไกในการเปลี่ยนข้อมูลที่ส่งมาทีละบิตให้เป็นสัญญาณแบบขนานที่ลงตัวพอดี นั่นคือ บิต 1 ลงที่บัสข้อมูลเส้นที่ 1 พอดี การที่จะทำให้ การแปลงสัญญาณจากอนุกรมทีละบิตให้ลงตัวพอดีนั้นจำเป็นจะต้องมีกลไกที่เหมาะสม เพื่อป้องกันการผิดพลาดในการรับ

- การสื่อสารข้อมูลแบบขนาน

การส่งข้อมูลแบบขนาน ทำได้โดยการส่งข้อมูลออกมาทีละไบต์ คือ 8 บิต จากอุปกรณ์ส่งไปยังอุปกรณ์รับ ตัวกลางระหว่าง 2 เครื่องจะต้องมีช่องทางให้ข้อมูลเดินทางอย่างน้อย 8 ช่องทาง โดยมากจะเป็นสายขนานให้กระแสไฟฟ้าวิ่งมากกว่าจะเป็นตัวกลางชนิดอื่นเนื่องจากมีสัญญาณสูญหายไปกับความต้านทานของสาย ระยะทางระหว่าง 2 เครื่อง ไม่ควรจะเกิน 100 ฟุต ปัญหาที่เกิดขึ้นหากระยะทางของสายมากกว่านี้ก็คือระดับของกราวนด์ในทางไฟฟ้าที่จุดรับผิดไปจากจุดส่งทำให้เกิดการผิดพลาดในการรับสัญญาณลอจิกทางฝ่ายรับ

นอกจากสายที่เป็นทางเดินของข้อมูลแล้วอาจจะมีทางเดินของสัญญาณควบคุมอื่น ๆ อีกเป็นต้นว่า บิตที่บอกแพริตี้ของสัญญาณ เพื่อเป็นการตรวจสอบความผิดพลาดของการรับสัญญาณที่ปลายทาง หรือสายที่ควบคุมการโต้ตอบ (Hand-shake)
จะเห็นว่าการส่งแบบขนานส่วนมากจะทำในระยะใกล้ๆเนื่องจากจะต้องมีช่องทางเดินของสัญญาณมากกว่า8สายและอุปกรณ์ที่ติดต่อแบบขนานกับคอมพิวเตอร์ก็เห็นจะได้แก่เครื่องพิมพ์

รูปที่ 4 การสื่อสารข้อมูลแบบอนุกรม

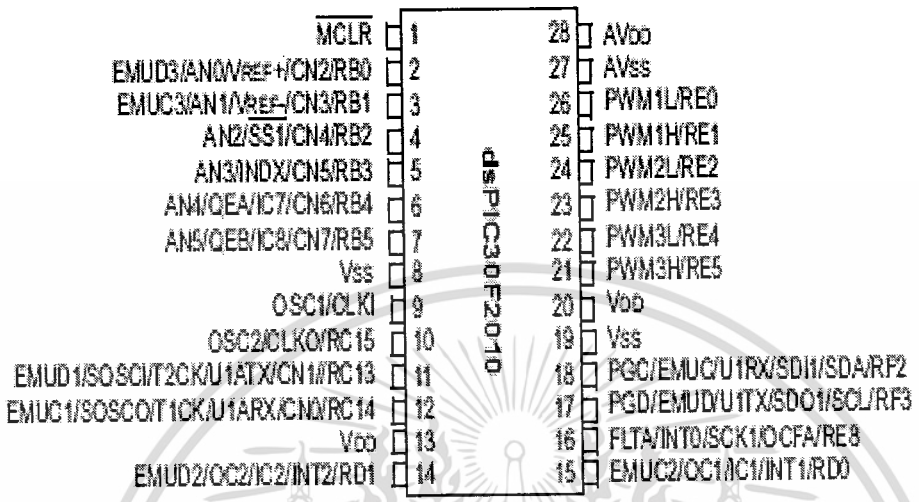


รูปที่ 5 การสื่อสารข้อมูลแบบขนาน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.2 ความรู้เบื้องต้นเกี่ยวกับ ไมโครคอนโทรลเลอร์ dsPIC30F2010

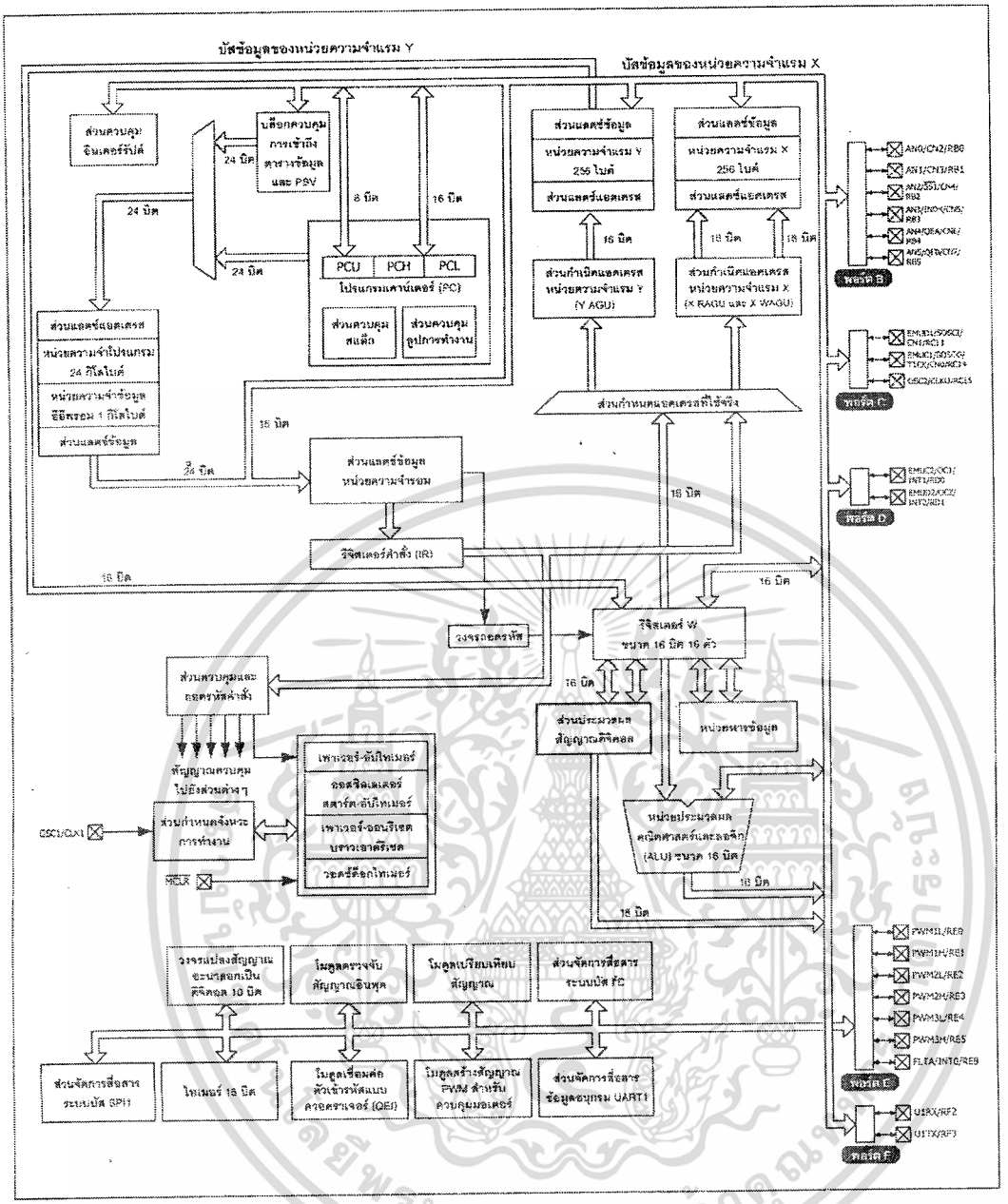
28-Pin SDIP and SOIC



รูปที่ 6 dsPIC30F2010

dsPIC30F2010 คือไมโครคอนโทรลเลอร์ 16 บิตที่ได้รับการออกแบบมาเป็นพิเศษเพื่องานประมวลผลสัญญาณดิจิตอลสำหรับสร้างระบบควบคุมอัตโนมัติที่มีความสามารถสูง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 7 ไดอะแกรมการทำงานและส่วนประกอบทั้งหมดของ **dsPIC30F2010**

2.2.1 คุณสมบัติของ ไมโครคอนโทรลเลอร์ dsPIC

มี 84 คำสั่งภาษาแอสเซมบลีมาตรฐาน รองรับรูปแบบการอ้างแอดเดรสได้อย่างอิสระ

1. เป็นไมโครคอนโทรลเลอร์ที่ใช้ซีพียูแบบ RISC
2. ความเร็วในการทำงานสูงถึง 30 ล้านคำสั่งต่อวินาที
3. ชุดคำสั่งมีขนาด 24 บิต สามารถประมวลผลข้อมูลได้ 16 บิต

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4. มีหน่วยความจำเป็นแบบแฟลช สามารถลบและเขียนใหม่ได้ไม่น้อยกว่า 100,000 ครั้ง สามารถป้องกันการอ่านได้ และสามารถโปรแกรมตัวเอง โดยใช้กระบวนการทางซอฟต์แวร์

5. มีหน่วยความจำข้อมูลอีอีพรอมที่สามารถลบและเขียนใหม่ได้ไม่น้อยกว่า 1,000,000 ครั้ง

6. มีอินเตอร์รัปต์เวกเตอร์จำนวนมาก จึงรองรับการตอบสนองสัญญาณอินเตอร์รัปต์ได้ดี

7. มีวงจรจับแรงดันไฟเลี้ยงต่ำกว่ากำหนดแบบโปรแกรมได้

8. มีเพาเวอร์-ออนรีเซต,เพาเวอร์-อัปไทเมอร์ และออสซิลเลเตอร์สตาร์ต-อัปไทเมอร์

9. มีวอตช์ด็อกไทเมอร์แบบโปรแกรมได้

10. มีวงจรตรวจสอบการทำงานของวงจรกำเนิดสัญญาณนาฬิกา

11. รองรับการโปรแกรมในวงจรแบบอนุกรม (ICS : In-Circuit Serial Programming)

12. สามารถเลือกโหมดการใช้พลังงานได้

2.2.2 คุณสมบัติด้านการประมวลสัญญาณดิจิตอล

1. มีแอกคูเลเตอร์ขนาด 40 บิต 2 ตัว รองรับรองรับการประมวลผลทางคณิตศาสตร์ได้เป็นอย่างดี

2. มีหน่วยประมวลผลการคูณและการหารเลข 17 บิต ในรูปของฮาร์ดแวร์จึงทำให้สามารถคูณและหารเลขได้อย่างรวดเร็ว

3. ทำการคูณเลข 16 บิตได้ภายในสัญญาณนาฬิกาเพียง 1 ไซเคิล

4. มีตัวเลื่อนข้อมูลบาร์เรล 40 สเตจ ช่วยให้การประมวลผลข้อมูลที่มีจำนวนบิตมากๆ สามารถทำได้อย่างรวดเร็ว

5. มีวงจรเฟตช์ข้อมูลคู่ จึงทำให้สามารถประมวลผลข้อมูลได้อย่างรวดเร็ว

2.2.3 คุณสมบัติของโมดูลฟังก์ชั่นพิเศษ

1. สามารถจ่ายกระแสออกทางขาพอร์ตได้ 25 mA ทั้งแบบกระแสซิงก์และซอร์ส

2. ไทเมอร์/เคาน์เตอร์มีขนาด 16 บิต ไม่น้อยกว่า 3 ตัวต่อใช้งานร่วมกันเป็นไทเมอร์ 32 บิตได้

3. มีโมดูลตรวจจับและเปรียบเทียบสัญญาณดิจิตอล

4. มีส่วนเชื่อมต่ออุปกรณ์อนุกรมทั้งแบบ SPI และผ่านระบบบัส I2C

5. มีโมดูลสื่อสารข้อมูลอนุกรม UART พร้อมบัฟเฟอร์แบบ FIFO

6. มีวงจรแปลงสัญญาณอะนาล็อกเป็นดิจิตอล ความละเอียด 10 หรือ 12 บิต

7. มีโมดูลสร้างสัญญาณ PWM สำหรับควบคุมมอเตอร์

8. มีโมดูลเชื่อมต่อตัวเข้ารหัสแบบควอดดราเจอร์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.2.4 สถาปัตยกรรมของ dsPIC30F2010

2.2.4.1 หน่วยประมวลผลกลาง

หน่วยประมวลผลกลางของ dsPIC30F2010 ใช้คำสั่งที่มีความยาว 1 เวิร์ด ขนาด 24 บิตโดยมีโปรแกรมเคาน์เตอร์ขนาด 23 บิต เพื่อแจ้งแอดเดรสของหน่วยความจำโปรแกรมที่เข้าไปประมวลผล dsPIC30F2010 มีความจุของหน่วยความจำโปรแกรม 12 กิโลไบต์ เมื่อคำสั่งมีความยาว 24 บิต จึงจะบรรจุคำสั่งจริง 4 กิโลเวิร์ด

รีจิสเตอร์หลักที่ใช้ในการทำงานคือ รีจิสเตอร์ W (Working register) สำหรับใน dsPIC จะแตกต่างจากไมโคร PIC อย่างมาก โดยรีจิสเตอร์ W ได้รับการจัดโครงสร้างเป็นอะเรย์ขนาด 16 บิต จึงทำให้สามารถรองรับทั้งข้อมูล,ค่าแอดเดรส หรือค่าของรีจิสเตอร์ใดๆ ที่ต้องนำมาประมวลผลหลัก ส่วนอีกตัวหนึ่งคือ รีจิสเตอร์ W15 จะใช้ทำงานร่วมกับตัวชี้สแต็กในการทำงานของโปรแกรมย่อยหรือบริการอินเตอร์รัปต์

ด้านการตอบสนองอินเตอร์รัปต์นั้น dsPIC30F2010 มีการจัดสรรพื้นที่เก็บค่าอินเตอร์รัปต์ไว้มากถึง 54 ตำแหน่ง และยังสามารถกำหนดระดับความสำคัญได้อีก 8 ระดับด้วย

2.2.4.2 หน่วยความจำ

dsPIC30F2010 มีหน่วยความจำโปรแกรม 4 กิโลเวิร์ด แอดเดรสอยู่ในช่วง 0x000100 ถึง 0x001FFE สามารถโปรแกรมหรือเขียนข้อมูลลงไปได้ 2 วิธีคือ

1. โดยใช้การโปรแกรมในวงจรแบบอนุกรมหรือ ICSP ผ่านทางขา PGD และPGC (ขาที่ 17 หรือ18) แล้วป้อนสัญญาณพัลส์แรงดันสูงสำหรับโปรแกรมผ่านเข้าทางขา MCLR

2. โปรแกรมตัวเองในขณะทำงานหรือ RTSP (Run Time Self-Programming)

ส่วนหน่วยความจำข้อมูลแรมนั้น dsPIC30F2010 ได้จัดสรรเป็น 2 ส่วน คือ หน่วยความจำข้อมูลแรม X และ Y แต่ละส่วนมีขนาด 16 บิต ความจุ 512 ไบต์ โดยในแต่ละส่วนจะมีตัวกำหนดแอดเดรสแยกออกจากกัน เรียกว่า AGU (Address Generation Unit) ในขณะที่หน่วยความจำข้อมูลอีอีพรอม dsPIC30F2010 จัดสรรไว้ที่แอดเดรส 0x7FFC00 ถึง 0x7FFFFC มีความจุ 1 กิโลไบต์

2.2.4.3 ส่วนประมวลผลสัญญาณดิจิตอล (DSP Engine)

นับเป็นส่วนประกอบที่สำคัญอย่างยิ่งของ dsPIC เนื่องจาก dsPIC ได้รับการออกแบบมาให้ทำงานในด้านประมวลผลสัญญาณดิจิตอลเป็นหลัก ดังนั้นจึงมีการเพิ่มความสามารถในหน่วยคำนวณทางคณิตศาสตร์และลอจิกอย่างมาก โดยในส่วนประมวลผลสัญญาณดิจิตอลมีหน่วยจักการคูณเลขขนาด 17x17 บิตความเร็วสูง, หน่วยประมวลผลทางคณิตศาสตร์และลอจิกหรือ ALU ขนาด 40 บิต, แอกคิวมูเลเตอร์ขนาด 40 บิต อีก 2 ตัว และตัวเลื่อนข้อมูล 2 ทิศทางของบาเรล (barrel shifter) ขนาด 40 บิต จึงทำให้สามารถจัดการข้อมูลขนาด 16 บิต ได้เสร็จสิ้นภายในสัญญาณนาฬิกาเพียงไซเกิลเดียว

4 โมดูลฟังชั่นพิเศษ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

dsPIC30F2010 ได้รวมเอาโมดูลเกี่ยวกับการทำงานเฉพาะทางไว้มากมาย ไม่ว่าจะเป็นโมดูลแปลงสัญญาณอะนาลอกเป็นดิจิตอล ความละเอียด 10 บิต, โมดูลเชื่อมต่ออุปกรณ์อนุกรมหรือ SPI, โมดูลสื่อสารข้อมูลบนระบบบัส I2C, โมดูลสื่อสารผ่านพอร์ตอนุกรมหรือ UART, ไทเมอร์ขนาด 1 บิต ถึง 3 ตัว และที่เป็นพิเศษอีก 2 ตัวคือ โมดูลสร้างสัญญาณ PWM เพื่อการควบคุมมอเตอร์และโมดูลเข้ารหัสแบบควอดราเจอร์ โดยสามารถใช้งานร่วมกันเพื่อสร้างระบบควบคุมมอเตอร์แบบปิดประสิทธิภาพ

2.2.5 พอร์ตอินพุตเอาต์พุต

dsPIC30F2010 มีพอร์ตให้ใช้งานมากถึง 5 พอร์ต รวม 20 ขา ดังนี้

พอร์ต B มี 6 ขาคือ RB0-RB5 โดยทุกขาสามารถกำหนดให้เป็นอินพุต เอาต์พุตได้ และยังสามารถขับกระแสทั้งแบบซิงก์และซอร์สได้สูงสุด 25 mA

พอร์ต C มี 3 ขาคือ RC13-RC15

พอร์ต D มี 2 ขาคือ RD0 และ RD1

พอร์ต E มี 7 ขาคือ RE0-RE5 และ RE8

พอร์ต F มี 2 ขาคือ RF2 และ RF3

2.2.6 โครงสร้างทางโปรแกรมที่ควรทราบ

ในรูปที่ 8 แสดงโครงสร้างทางโปรแกรมหรือ Programmer's model ของ dsPIC ที่นักพัฒนาต้องทราบ ซึ่งประกอบไปด้วย

1. รีจิสเตอร์ W ขนาด 16 บิตมากถึง 16 ตัว โดยตัวที่ใช้งานเป็นหลักคือ W0 ส่วนตัวที่ถูกนำไปใช้ในส่วนประมวลผลสัญญาณดิจิตอลมี 10 ตัวคือ W4-W13 ส่วน W14 ถูกนำไปใช้ร่วมเป็นตัวชี้เฟรม และ W15 ถูกนำไปใช้ร่วมเป็นตัวชี้สแต็ก

2. แอกคิวมูเลเตอร์ 40 บิต จำนวน 2 ตัว ใช้ในงานประมวลผลสัญญาณดิจิตอลเป็นหลัก

3. โปรแกรมเคาร์นเตอร์ ขนาด 24 บิต นำมาใช้ในการแจ้งแอดเดรส 23 บิต โดยไม่สนใจบิตMSB และบิต LSB ต้องเป็น "0"

4. รีจิสเตอร์หลัก อันประกอบด้วย

STATUS ซึ่งใช้แสดงสถานการณ์ทำงาน มีขนาด 16 บิต

CORCON ซึ่งใช้ควบคุมการทำงานของหน่วยประมวลผลกลาง มีขนาด 16 บิต

TBLPAG เป็นรีจิสเตอร์กำหนดเพจของตารางข้อมูลในหน่วยความจำโปรแกรมมีขนาด 8 บิต

PSVPAG เป็นรีจิสเตอร์แสดงเพจแอดเดรสของพื้นที่โปรแกรม มีขนาด 8 บิต

RCOUNT เป็นรีจิสเตอร์เก็บค่าตัวนับจำนวนรอบของลูปที่ทำซ้ำ

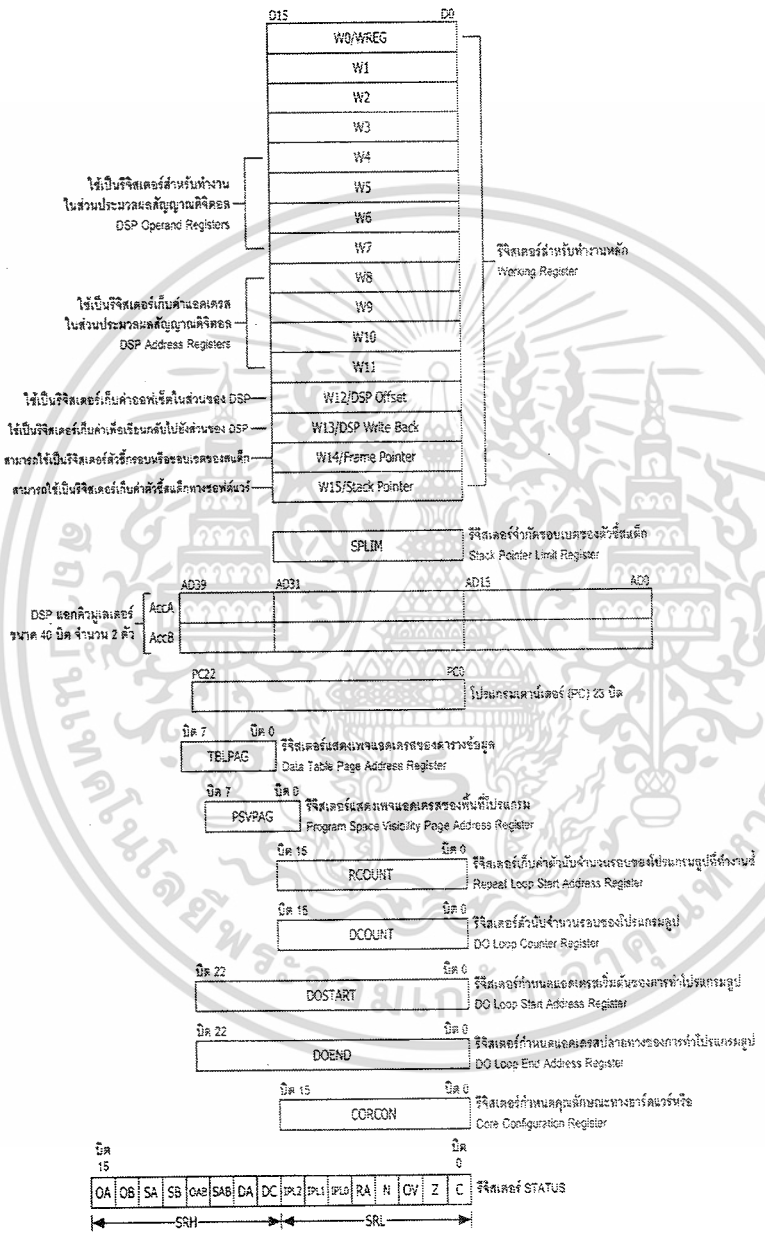
DCOUNT เป็นรีจิสเตอร์เก็บค่าตัวนับจำนวนรอบของลูปที่ทำงาน

DOSTART เป็นรีจิสเตอร์กำหนดแอดเดรสเริ่มต้นทำงานของโปรแกรมลูป

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

DOEND เป็นรีจิสเตอร์กำหนดแอดเดรสปลายทางที่ต้องการทำโปรแกรมลูป

สำหรับรีจิสเตอร์ DCOUNT, DOSTART และ DOEND เป็นรีจิสเตอร์เงา (shadow register) หมายความว่า เป็นรีจิสเตอร์ที่ถูกสร้างขึ้นชั่วคราวเพื่อเก็บค่าก่อนที่จะมีการถ่ายทอดออกไปทำงาน จึงไม่สามารถเข้าถึงรีจิสเตอร์เหล่านี้ได้โดยตรง



รูปที่ 8 โครงสร้างทางโปรแกรมหรือ Programmer's model ของไมโครคอนโทรลเลอร์ dsPIC

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.2.7 สแต็กพอยน์เตอร์และเฟรมพอยน์เตอร์ทางซอฟต์แวร์

ใน dsPIC ได้บรรจุสแต็กทางซอฟต์แวร์ขึ้นมา โดยใช้รีจิสเตอร์ W15 เป็นตัวชี้ตำแหน่งของสแต็กหรือสแต็กพอยน์เตอร์(software stack pointer) ซึ่งค่าของ W15 จะเปลี่ยนแปลงอย่างอัตโนมัติตามการกระโดดไปทำงานหรือออกจากโปรแกรมย่อยอย่างไรก็ตาม ก็ยังสามารถใช้งาน W15 เหมือนกับรีจิสเตอร์ W ตัวหนึ่งได้ด้วย แต่ถ้าไม่จำเป็นจริงๆแนะนำให้สงวนรีจิสเตอร์ W15 นี้ไว้เพื่อทำหน้าที่เป็นตัวชี้สแต็กหรือสแต็กพอยน์เตอร์จะเหมาะสมกว่า

W15 จะมีค่าเท่ากับ 0x0800 หลังจากการรีเซต ผู้พัฒนาสามารถกำหนดค่าใหม่ได้ตามต้องการภายในขอบเขตของหน่วยความจำข้อมูล

นอกจากนั้นใน dsPIC ยังมีตัวชี้กรอบหรือขอบเขตของสแต็กหรือเรียกว่า เฟรมพอยน์เตอร์ (software frame pointer) ด้วย โดยใช้รีจิสเตอร์ W14 ทำหน้าที่นี้ โดยการกำหนดค่าของ W14 สามารถกระทำผ่านคำสั่ง LNK และ ULNK (คำสั่งภาษาแอสแซมบลี) เช่นเดียวกันก็ยังสามารถใช้งาน W14 เหมือนกับรีจิสเตอร์ W ตัวหนึ่งได้ด้วย แต่ควรสงวนรีจิสเตอร์ W14 นี้ไว้เพื่อทำหน้าที่เป็นเฟรมพอยน์เตอร์จะเหมาะสมกว่า

2.2.8 รีจิสเตอร์ STATUS

ใน dsPIC รีจิสเตอร์ตัวนี้มีความสำคัญมาก เพราะใช้ในการแสดงสถานะการทำงานของซีพียู โดยรีจิสเตอร์ STATUS (SR) มีขนาด 16 บิต แบ่งออกเป็น 2 ส่วนคือ SRH (บิต 8 ถึง15) และ SRL (บิต 0 ถึง 7)

โดยใน SRH บรรจุสถานการณ์บวกและลบค่าของข้อมูลในส่วนประมวลผลสัญญาณดิจิตอลเป็นหลักที่ 6 บิตบน ส่วนบิต DA ใช้แสดงสถานการณ์ทำงานของกระบวนการวนทำงานหรือทำลูป (DO loop active) สุดท้ายเป็นบิตแฟลกแสดงการทดข้ามหลักหรือ Digit Carry (DC)

ส่วน SRL บรรจุสถานการณ์ทำงานของหน่วยประมวลผลทางคณิตศาสตร์และลอจิกหรือ ALU โดยแสดงในรูปของแฟลก (flag) ที่บิต C (เกิดการทด), Z(ค่าเป็นศูนย์),0V(ค่าเกิน), N(เกิดค่าลบ)นอกจากนั้นยังเก็บค่าของการจัดลำดับความสำคัญของการตอบสนองอินเตอร์รัปต์ไว้ที่บิต IPLO-IPL2 สุดท้ายมีบิตแสดงสถานการณ์ทำงานของกระบวนการ REPEAT ซึ่งแสดงที่บิต RA

บิต 15	บิต 14	บิต 13	บิต 12	บิต 11	บิต 10	บิต 9	บิต 8
OA	OB	SA	SB	OAB	SAB	DA	DC
R -0	R -0	R/C -0	R/C -0	R -0	R/C -0	R -0	R/W -0
บิต 7	บิต 6	บิต 5	บิต 4	บิต 3	บิต 2	บิต 1	บิต 0
IPL2	IPL1	IPL0	RA	N	OV	Z	C
R/W -0	R/W -0	R/W -0	R -0	R/W -0	R/W -0	R/W -0	R/W -0

รูปที่ 9 แสดงสถานการณ์ทำงานของกระบวนการ REPEAT ที่แสดงบิต RA

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บิต 15 – OA (Accumulator A Overflow Status bit) : บิตแสดงสถานการณ์เกิดโอเวอร์โฟลวของแอกคิวมูเลเตอร์ A

"0" = แอกคิวมูเลเตอร์ A ไม่เกิดโอเวอร์โฟลว

"1" = แอกคิวมูเลเตอร์ A เกิดโอเวอร์โฟลว

โอเวอร์โฟลวของแอกคิวมูเลเตอร์เกิดขึ้น "1" ขึ้นที่บิต 32 หรือข้อมูลมีค่ามากกว่า 32 บิต

บิต 14 – OB (Accumulator B Overflow Status bit) : บิตแสดงสถานะการเกิดโอเวอร์โฟลวของแอกคิวมูเลเตอร์ B

"0" = แอกคิวมูเลเตอร์ B ไม่เกิดโอเวอร์โฟลว

"1" = แอกคิวมูเลเตอร์ B เกิดโอเวอร์โฟลว

บิต 13 – SA (Accumulator A Saturation "Sticky" Status bit) : บิตแสดงสถานะการเกิดโอเวอร์โฟลวของแอกคิวมูเลเตอร์ A

"0" = แอกคิวมูเลเตอร์ A ยังไม่เกิดค่าอิ่มตัว

"1" = แอกคิวมูเลเตอร์ A เกิดการอิ่มตัว

การอิ่มตัวของแอกคิวมูเลเตอร์เกิดขึ้นเมื่อค่าของแอกคิวโมดูเลเตอร์เพิ่มขึ้นมาจนถึงค่าสูงสุดคือ 0xFFFFFFFF บิตนี้ต้องทำการเคลียร์ด้วยกระบวนการทางซอฟต์แวร์

บิต 12 – SB (Accumulator B Saturation "Sticky" Status bit) : บิตแสดงสถานะการเกิดค่าอิ่มตัวของแอกคิวมูเลเตอร์ B

"0" = แอกคิวมูเลเตอร์ B ยังไม่เกิดค่าอิ่มตัว

"1" = แอกคิวมูเลเตอร์ B เกิดการอิ่มตัว

บิตนี้ต้องทำการเคลียร์ด้วยกระบวนการทางซอฟต์แวร์

บิต 11 – OAB (OA ll OB Combined Accumulator Overflow Status bit) : บิตตรวจสอบการเกิดโอเวอร์โฟลวของแอกคิวมูเลเตอร์ A และ B โดยใช้การออร์ค่าระหว่างบิต OA และ OB

"0" = ไม่มีแอกคิวมูเลเตอร์ตัวใดเกิดโอเวอร์โฟลว

"1" = มีแอกคิวมูเลเตอร์ตัวใดตัวหนึ่งระหว่าง A และ B เกิดโอเวอร์โฟลว

บิต 10 – SAB (SA ll SB Combined Accumulator "Sticky" Status bit) : บิตตรวจสอบการเกิดค่าอิ่มตัวของแอกคิวมูเลเตอร์ A และ B โดยใช้การออร์ค่าระหว่างบิต SA และ SB

"0" = ไม่มีแอกคิวมูเลเตอร์ตัวใดเกิดค่าเกิน

"1" = มีแอกคิวมูเลเตอร์ตัวใดตัวหนึ่งระหว่าง A และ B เกิดเกิน

บิตนี้ต้องทำการเคลียร์ด้วยกระบวนการทางซอฟแวร์ และเมื่อเคลียร์บิตนี้จะทำให้เกิดการเคลียร์ SA และ SA โดยอัตโนมัติ

บิต 9 – DA (DO Loop Active bit) : บิตแจ้งสถานการณ์ทำโปรแกรมลูป

"0" = ไม่มีการทำโปรแกรมลูป

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

"1" = ซีพียูกำลังทำงานในโปรแกรมลูป

บิต 8 – DA (MUC ALU Half Carry/Borrow bit) : บิตแฟลกแสดงการทดข้ามหลักของผลลัพธ์ในหน่อยประมวลผลทางคณิตศาสตร์และลอจิก (ALU)

"0" = ไม่มีการทดหรือการยืมข้ามหลักจากบิตที่ 4 ไปยังบิตที่ 5 (บิต 2 ไปบิต 4)

"1" = เกิดการทดหรือไม่มีการยืมข้ามหลักจากบิตที่ 4 ไปยังบิตที่ 5 (บิต 3 ไปบิต 4)

บิต 7 ถึง 5 – IPLO (CPU Interrupt Priority Lever Status bits) : บิตแสดงระดับความสำคัญของการตอบสนองอินเตอร์รัปต์

"000" = แสดงระดับความสำคัญของการอินเตอร์รัปต์ที่ระดับ 0 หรือ 8

"001" = แสดงระดับความสำคัญของการอินเตอร์รัปต์ที่ระดับ 1 หรือ 9

"010" = แสดงระดับความสำคัญของการอินเตอร์รัปต์ที่ระดับ 2 หรือ 10

"011" = แสดงระดับความสำคัญของการอินเตอร์รัปต์ที่ระดับ 3 หรือ 11

"100" = แสดงระดับความสำคัญของการอินเตอร์รัปต์ที่ระดับ 4 หรือ 12

"101" = แสดงระดับความสำคัญของการอินเตอร์รัปต์ที่ระดับ 5 หรือ 13

"110" = แสดงระดับความสำคัญของการอินเตอร์รัปต์ที่ระดับ 6 หรือ 14

"111" = แสดงระดับความสำคัญของการอินเตอร์รัปต์ที่ระดับ 7 หรือ 15

กลุ่มบิตนี้จะทำงานเชื่อมโยงกับบิต TPL3 ซึ่งเป็นบิต 3 ในรีจิสเตอร์ CORCON เพื่อช่วยในการกำหนดระดับความสำคัญของอินเตอร์รัปต์ ทำให้เพิ่มระดับจาก 8 เป็น 16 ระดับ (0 - 15) นอกจากนั้นการที่บิต TPL3 เป็น "1" เพื่อนช่วยเพิ่มระดับความสำคัญของอินเตอร์รัปต์ จะทำให้เกิดการดิสเอเบิลการอินเตอร์รัปต์ไว้ที่ระดับ 0 ถึง 7

นอกจากนั้นข้อมูล TPL2 - TPL0 นี้สามารถอ่านได้เพียงอย่างเดียวถ้าบิต NSTDIS ซึ่งเป็นบิต 15 ของรีจิสเตอร์ INTCON 1 อันเป็นรีจิสเตอร์ควบคุมอินเตอร์รัปต์ตัวที่ 1 ถูกเซตเป็น "1"

บิต 4 – RA (REPEAT Loop Active bit) บิตแจ้งสถานการณ์ทำโปรแกรมลูปซ้ำ

"0" = ไม่มีการทำโปรแกรมลูปซ้ำ

"1" = ซีพียูกำลังทำงานในโปรแกรมลูปซ้ำ

บิต 3 – N (MCU ALU Negative bit) : บิตแฟลกแจ้งผลลัพธ์เกิดค่าลบของหน่วยประมวลผลทางคณิตศาสตร์และลอจิก (ALU)

"0" = ผลลัพธ์ไม่เกิดค่าลบ อาจเป็น 0 หรือค่าบวก

"1" = ผลลัพธ์เกิดค่าลบ

บิต 2 – OV (MCU ALU Overflow bit) : บิตแจ้งการเกิดโอเวอร์โฟลวในหน่วยประมวลผลทางคณิตศาสตร์และลอจิก (ALU) ใช้สำหรับการคำนวณแบบคิดเครื่องหมายแบบทูคอมพลีเมนต์

"0" = ผลลัพธ์ไม่เกิดโอเวอร์โฟลว

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

"1" = ผลลัพธ์เกิดโอเวอร์โฟลว ส่งผลให้บิตที่ใช้แสดงเครื่องหมายเกิดการเปลี่ยนแปลง นั่นคือ มีผลต่อบิต N

บิต 1 – Z (MCU ALU Zero bit) : บิตแฟลกแจ้งผลลัพธ์เป็น "ศูนย์" ของหน่วยประมวลผลทางคณิตศาสตร์และลอจิก (ALU)

"0" = ผลลัพธ์ไม่เป็นศูนย์

"1" = ผลลัพธ์เป็นศูนย์

บิต 0 – C (MCU ALU Carry/$\overline{Borrow}$ bit) : บิตแฟลกแจ้งการทดหรือยืมของหน่วยประมวลผลทางคณิตศาสตร์และลอจิก (ALU)

"0" = ไม่มีการทดค่าออกจากบิต MSB ของผลลัพธ์เกิดขึ้น

"1" = มีการทดค่าออกจากบิต MSB ของผลลัพธ์เกิดขึ้น

2.2.9 การรีเซตในไมโครคอนโทรลเลอร์ dsPIC30F2010

dsPIC30F2010 รองรับกระบวนการอยู่หลายแบบดังนี้

1. เพาเวอร์- ออนรีเซต (Power-on Reset : POR) เป็นการรีเซตเนื่องจากการจ่ายไฟเลี้ยงใหม่

2. การรีเซตที่ขา MCLR ในขณะทำงานปกติ (EXTR)

3. การรีเซตที่ขา MCLR ในโหมดสลีป (SLEEP หรือ IDLE)

4. การรีเซตเนื่องจากวอตช์ด็อกไทเมอร์ในขณะทำงานปกติ (WDTR)

5. บราวเอาต์รีเซต (Programmable Brown- out Reset : BOR)เป็นการรีเซตเนื่องจากการจ่ายไฟเลี้ยงจากระดับไฟเลี้ยงลดต่ำกว่าค่าที่กำหนด

6. การรีเซตจากคำสั่ง RESET (SWR)

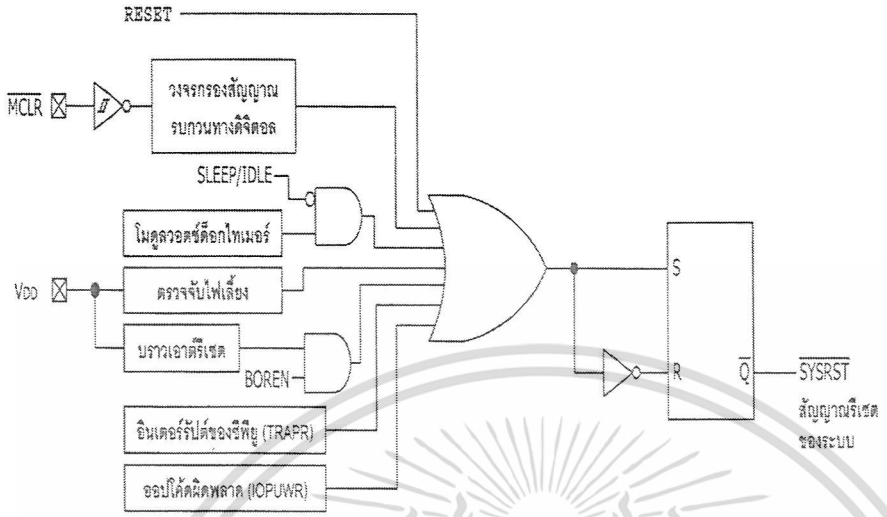
7. การรีเซตเนื่องจากการอินเตอร์รัปต์ของซีพียู (TRAPR)

8. การรีเซตเนื่องจากออปโค้ดผิดพลาด หรือจาการใช้รีจิสเตอร์ W ตัวที่ยังไม่พร้อมทำงานไปทำงานไปทำงานเป็นตัวชี้แอดเดรส (I11egal opcode, or by using an uninitialized W register as an address pointer : IOPUWR)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สำนักหอสมุดกลาง พระจอมเกล้าลาดกระบัง

ในรูปที่ 10 แสดงกระบวนการรีเซตภายใน dsPIC30F2010



รูปที่ 10 ไดอะแกรมของระบบในไมโครคอนโทรลเลอร์ dsPIC30F2010

2.2.10 รีจิสเตอร์ที่เกี่ยวข้องในกระบวนการรีเซต

RCON (Reset Control Register) : รีจิสเตอร์ควบคุมการรีเซต

บิต 15	บิต 14	บิต 13	บิต 12	บิต 11	บิต 10	บิต 9	บิต 8
TRAPR	IOPUWR	BGST	LVDEN	LVDL3	LVDL2	LVDL1	LVDL0
R/W -0	R/W -0	R -0	R/W -0	R/W -0	R/W -1	R/W -0	R/W -1
บิต 7	บิต 6	บิต 5	บิต 4	บิต 3	บิต 2	บิต 1	บิต 0
EXTR	SWR	SWDTEN	WDTO	SLEEP	IDLE	BOR	POR
R/W -0	R/W -0	R/W -0	R/W -0	R/W -0	R/W -0	R/W -1	R/W -1

รูปที่ 11 RCON (Reset Control Register) รีจิสเตอร์ควบคุมการรีเซต

บิต 15 -TRAPR (Trap Reset Flag bit) : บิตแฟลกแสดงการเกิดรีเซตเนื่องจากการอินเตอร์รัปต์ของซีพียู

เป็น “1” เพื่อนแจ้งว่ามีการรีเซตแบบนี้เกิดขึ้น

104246
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บิต 14 - IOPUWR (I11egal Opcode or Unintialized W Access Reset Flag bit) : บิตแฟลกแจ้งการรีเซตเนื่องจากออปโค้ดผิดพลาด หรือ การการใช้รีจิสเตอร์ W ตัวที่ยังไม่พร้อมทำงานไปทำงานเป็นตัวชี้แดดเดรส

เป็น “1” เพื่อแจ้งว่ามีการรีเซตแบบนี้เกิดขึ้น

บิต 13 - BGST (Bandgap Stable bit) : บิตแสดงสถานะความแตกต่างของระดับแรงดันของวงจรตรวจจับแรงดันต่ำ

“1” = ความแตกต่างคงที่

“0” = ความแตกต่างที่ไม่คงที่ การอินเตอร์รัปต์เนื่องจากวงจรตรวจจับแรงดันต่ำ (LVD) ถูกดิสเอเบิล

บิต 12 - LVDEN (Low Voltage Detect Power Enable bit) : บิตเอ็นเอเบิลวงจรตรวจจับแรงดันต่ำ

เซตเป็น “1” เพื่อเอ็นเอเบิลการทำงาน (ไม่มีใช้งานใน dsPIC30F2010)

บิต 11 ถึง 8 - LVDL3 LVDL0 (Low Voltage Detection Limit bit) : บิตกำหนดขอบเขตของการตรวจจับแรงดันใน LVD

“1111” = 1.24V

“1110” = 4.6V

“1101” = 4.3V

“1100” = 4.1V

“1011” = 3.9V

“1010” = 3.7V

“1001” = 3.6V

“1000” = 3.4V

“0111” = 3.1V

“0110” = 2.9V

“0101” = 2.8V

“0100” = 2.6V

“0011” = 2.5V

“0010” = 2.3V

“0001” = 2.1V

“0000” =1.9V

บิต 7 - EXTR (External RESET (MCLR) Pin bit) : บิตแจ้งการเตือนรีเซตที่ขา MCLR

เซตเป็น “1”เมื่อเกิดการรีเซตแบบนี้

บิต 6 - SWR (Software RESET (Instruction) Flag bit) : บิตแจ้งการเตือนรีเซตจากคำสั่ง RESET

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เซตเป็น “1” เมื่อเกิดการรีเซตแบบนี้

บิต 5 - SWDTEN (Software Enable/Disable of WED bit) : บิตควบคุมการวอตช์ด็อกไทเมอร์ทางซอฟต์แวร์

“1” = เปิดใช้งานวอตช์ด็อกไทเมอร์

“0” = ปิดวอตช์ด็อกไทเมอร์

บิต 4 - WDTO (Watchdog Time Time-out Flag bit)

เซตเป็น “1” เมื่อเกิดการรีเซตแบบนี้

บิต 3 - SLEEP (Wake From SLEEP Flag bit) : บิตแจ้งสถานะการเวกอัปจากโหมดสลีป

“1” = อุปกรณ์ไม่อยู่ในโหมดสลีป

“0” = อุปกรณ์อยู่ในโหมดสลีป

บิต 2 - IDLE (Wake-up From IDLE Flag bit) : บิตแจ้งสถานะการเวกอัปจากโหมดไอเดิล

“1” = อุปกรณ์ไม่อยู่ในโหมดไอเดิล

“0” = อุปกรณ์อยู่ในโหมดไอเดิล

บิต 1 - BOR (Brown-out Reset Flag bit) : บิตแจ้งการเตือนรีเซตจากบราวเอาต์รีเซต

เซตเป็น “1”เมื่อเกิดการรีเซตแบบนี้

บิตนี้จะเซตหลังจากเกิดการเพาเวอร์-ออนรีเซตด้วย

บิต 0 - POR (Power-on Reset Flag bit) : บิตแจ้งการเตือนรีเซตเพาเวอร์-ออนรีเซต

เซตเป็น “1” เมื่อเกิดการรีเซตแบบนี้

2.2.11 คุณสมบัติของอินเตอร์รัปต์ใน dsPIC

คุณสมบัติเด่นของโมดูลควบคุมอินเตอร์รัปต์ใน dsPIC30F2010 มีดังนี้

1. กำหนดระดับความสำคัญในการตอบสนองอินเตอร์รัปต์ได้ 8 ระดับ

2. มีแหล่งกำเนิดสัญญาณการอินเตอร์รัปต์ 44 แหล่ง

3. รองรับการขัดจังหวะจากโปรเซสเซอร์หรือโปรเซสเซอร์แทร็ป (processor trap) หรืออาจเรียกง่ายๆว่า การอินเตอร์รัปต์จากซีพียู ได้อีก 4 แบบ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รูปที่ 12 แสดงรายละเอียดของอินเตอร์รัปต์เวกเตอร์หลักของไมโครคอนโทรลเลอร์ dsPIC

4. มีอินเตอร์รัปต์เวกเตอร์44ตำแหน่ง อินเตอร์รัปต์เวกเตอร์อันเนื่องมาจากการทำงานของซีพียู หรือซีพียูแทร็ปเวกเตอร์อีก 4 ตำแหน่ง

2.2.12 รีจิสเตอร์ควบคุมและแสดงสถานการณ์อินเตอร์รัปต์

ในการตอบสนองอินเตอร์รัปต์ของ dsPIC30F2010 มีรีจิสเตอร์ทั้งสิ้น 22 ตัว คือ

1. INTCON1 และ INTCON2 เป็นรีจิสเตอร์ควบคุมหลัก โดยรีจิสเตอร์ INTCON1 ใช้ในการเอ็นเอเบิลแหล่งกำเนิดสัญญาณอินเตอร์รัปต์จากภายในไมโครคอนโทรลเลอร์และใช้ในการแสดงสถานะของงานการอินเตอร์รัปต์ ในขณะที่รีจิสเตอร์ INTCON2 ใช้ในการควบคุมแหล่งกำเนิดสัญญาณอินเตอร์รัปต์จากภายนอกและจัดการเกี่ยวกับตารางอินเตอร์รัปต์เวกเตอร์เสริม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บิต 15	บิต 14	บิต 13	บิต 12	บิต 11	บิต 10	บิต 9	บิต 8
NSTDIS	-	-	-	-	OVATE	OVBTE	COVTE
R/W -0	U -0	U -0	U -0	U -0	R/W -0	R/W -0	R/W -0
บิต 7	บิต 6	บิต 5	บิต 4	บิต 3	บิต 2	บิต 1	บิต 0
-	-	-	MATHERR	ADDRERR	STKERR	OSCFAIL	-
U -0	U -0	U -0	R/W -0	R/W -0	R/W -0	R/W -0	U -0

รูปที่ 13 INTCON1 (Interrupt Control Register 1) รีจิสเตอร์ควบคุมอินเตอร์รัปต์ 1

บิต 15 – NSTDIS (Interrupt Nesting Disable bit) : บิตยกเลิกการอินเตอร์รัปต์ซ้อน

"0" = ยอมให้มีการอินเตอร์รัปต์ซ้อน

"1" = ไม่ยอมให้มีการอินเตอร์รัปต์ซ้อน

บิต 14 ถึง 11 ไม่มีการใช้งาน กำหนดเป็น "0"

บิต 10 – OVATE (Accumulator A Overflow Trap Enable bit) : บิตเอ็นเอเบิลการอินเตอร์รัปต์จากการเกิดโอเวอร์โฟลวของแอกคิมูเลเตอร์ A

เซตเป็น "1" เพื่อเอ็นเอเบิลการอินเตอร์รัปต์แบบนี้

บิต 9 – OVBTE (Accumulator B Overflow Trap Enable bit) : บิตเอ็นเอเบิลการอินเตอร์รัปต์จากการเกิดโอเวอร์โฟลวของแอกคิมูเลเตอร์ B

เซตเป็น "1" เพื่อเอ็นเอเบิลการอินเตอร์รัปต์แบบนี้

บิต 7 ถึง 5 ไม่มีการใช้งาน กำหนดเป็น "0"

บิต 4 – MATHERR (Arithmetic Error Status bit) : บิตแจ้งการคำนาณทางคณิตศาสตร์ผิดพลาด

เซตเป็น "1" เพื่อแจ้งการเกิดความผิดพลาดแบบนี้

บิต 3 – ADDRERR (Address Error Trap Status bit) : บิตแจ้งการเข้าถึงแอดเดรสผิดพลาด

เซตเป็น "1" เพื่อแจ้งการเกิดความผิดพลาดแบบนี้

บิต 2 –STKERR (Stack Error Trap Status bit) : บิตแจ้งความผิดพลาดของสแต็ก

เซตเป็น "1" เพื่อแจ้งการเกิดความผิดพลาดแบบนี้

บิต 1 – OSCFAIL (Oscillator Failure Trap Status bit) : บิตแจ้งความผิดพลาดของวงจรกำเนิดสัญญาณนาฬิกา

เซตเป็น "1" เพื่อแจ้งการเกิดความผิดพลาดแบบนี้

บิต 0 ไม่มีการใช้งาน กำหนดเป็น "0"

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บิต 15	บิต 14	บิต 13	บิต 12	บิต 11	บิต 10	บิต 9	บิต 8
ALTIVT	DISI	-	-	-	-	-	-
R/W -0	R -0	U -0	U -0	U -0	U -0	U -0	U -0
บิต 7	บิต 6	บิต 5	บิต 4	บิต 3	บิต 2	บิต 1	บิต 0
-	-	-	INT4EP	INT3EP	INT2EP	INT1EP	INT0EP
U -0	U -0	U -0	R/W -0	R/W -0	R/W -0	R/W -0	R/W -0

รูปที่ 14 INTCON2 (Interrupt Control Register 2) รีจิสเตอร์ควบคุมอินเตอร์รัปต์ 2

บิต15 – ALATIVT (Enable Alternate Interrupt Vector Trap bit) : บิตเอ็นเอเบิลตารางอินเตอร์รัปต์เวกเตอร์เสริม

"0" = เลือกใช้ตารางอินเตอร์รัปต์เวกเตอร์หลัก

"1" = เลือกใช้ตารางอินเตอร์รัปต์เวกเตอร์เสริม

บิต14 – DISI (DISI Instruction Status bit) : บิตแสดงสถานะคำสั่ง DISI

"0" = คำสั่ง DISI ไม่ทำงาน

"1" = คำสั่ง DISI กำลังทำงาน

DISI (Disable Interrupt) เป็นคำสั่งดิสเอเบิลการอินเตอร์รัปต์ทั้งหมดชั่วคราวเป็นเวลา 16,384 ไซเกิลคำสั่ง (1 ไซเกิลคำสั่งเป็นเวลา 1 ไซเกิลของสัญญาณนาฬิกาหลัก)

บิต 13 ถึง 5 ไม่มีการใช้งานกำหนดเป็น "0"

บิต 4 – INT4EP (External Interrupt#4 Edge Detect Polarity Select bit) : บิตเลือกขอบขาสัญญาณอินเตอร์รัปต์ภายนอกช่อง 4

"0" = บิตเลือกขอบขาขึ้นของสัญญาณ

"1" = บิตเลือกขอบลงขึ้นของสัญญาณ

บิต 3 – INT3EP (External Interrupt#3 Edge Detect Polarity Select bit) : บิตเลือกขอบขาสัญญาณอินเตอร์รัปต์ภายนอกช่อง 3

"0" = บิตเลือกขอบขาขึ้นของสัญญาณ

"1" = บิตเลือกขอบลงขึ้นของสัญญาณ

บิต 2 – INT2EP (External Interrupt#2 Edge Detect Polarity Select bit) : บิตเลือกขอบขาสัญญาณอินเตอร์รัปต์ภายนอกช่อง 2

"0" = บิตเลือกขอบขาขึ้นของสัญญาณ

"1" = บิตเลือกขอบลงขึ้นของสัญญาณ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บิต 1 – INT1EP (External Interrupt#1 Edge Detect Polarity Select bit) : บิตเลือกขอบขาสัญญาณอินเตอร์รัปต์ภายนอกช่อง 1

"0" = บิตเลือกขอบขาขึ้นของสัญญาณ

"1" = บิตเลือกขอบลงขึ้นของสัญญาณ

บิต 0 – INT3EP (External Interrupt#0 Edge Detect Polarity Select bit) : บิตเลือกขอบขาสัญญาณอินเตอร์รัปต์ภายนอกช่อง 0

"0" = บิตเลือกขอบขาขึ้นของสัญญาณ

"1" = บิตเลือกขอบลงขึ้นของสัญญาณ

2.IFSx เป็นรีจิสเตอร์แสดงสถานะแฟลกของการอินเตอร์รัปต์โดยตัวอักษร x หมายถึงหมายเลขรีจิสเตอร์ เนื่องจากใน dsPIC มีรีจิสเตอร์ IFS ทั้งสิ้น 3 ตัว คือ IFS0, IFS1 และ IFS2 เหตุที่ต้องมีมากเนื่องจาก dsPIC มีแหล่งกำเนิดสัญญาณอินเตอร์รัปต์มากมาย

บิต 15	บิต 14	บิต 13	บิต 12	บิต 11	บิต 10	บิต 9	บิต 8
CNIF	BCLIF	I2CIF	NVMIF	ADIF	U1TXIF	U1RXIF	SPI1IF
R/W -0	R/W -0	R/W -0	R/W -0	R/W -0	R/W -0	R/W -0	R/W -0
บิต 7	บิต 6	บิต 5	บิต 4	บิต 3	บิต 2	บิต 1	บิต 0
T3IF	T2IF	OC2IF	IC2IF	T1IF	OC1IF	IC1IF	INT0IF
R/W -0	R/W -0	R/W -0	R/W -0	R/W -0	R/W -0	R/W -0	R/W -0

รูปที่ 15 IFS0 (Interrupt Flag Status Register 0) รีจิสเตอร์แสดงสถานะการอินเตอร์รัปต์ 0

บิต 15 – CNIF (Input Change Notification Flag Status bit) : บิตแสดงสถานะการอินเตอร์รัปต์เนื่องจากการเปลี่ยนแปลงลอจิกที่ขา CN

เป็น "1" เพื่อแจ้งการเกิดอินเตอร์รัปต์

บิต 14 – BCLIF (I^2C Bus Collision Flag Status bit) : บิตแสดงสถานะการอินเตอร์รัปต์เนื่องจากข้อมูลผิดพลาดในโมดูลระดับบัส I^2C เสร็จสมบูรณ์

เป็น "1" เพื่อแจ้งการเกิดอินเตอร์รัปต์

บิต 13 – I2CIF (I^2C Transfer Complete Interrupt Flag Status bit) : บิตแสดงสถานะการอินเตอร์รัปต์เนื่องจากการถ่ายทอดข้อมูลในโมดูลระบบบัส I^2C เสร็จสมบูรณ์

เป็น "1" เพื่อแจ้งการเกิดอินเตอร์รัปต์

บิต 12 – NVMIF (Non-Volatile Memory Write Complete Interrupt Flag Status bit) : บิตแสดงสถานะการอินเตอร์รัปต์เนื่องจากการเขียนข้อมูลในหน่วยความจำข้อมูลอีอีพรอมเสร็จสมบูรณ์

เป็น "1" เพื่อแจ้งการเกิดอินเตอร์รัปต์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บิต 11 – ADIF (A/D Conversion Complete Interrupt Flag Status bit) : บิตแสดงสถานะการอินเตอร์รัปต์เนื่องจากการแปลงสัญญาณของโมดูลแปลงสัญญาณอะนาลอกเป็นดิจิตอลแบบสมบูรณ์

เป็น “1” เพื่อแจ้งการเกิดอินเตอร์รัปต์

บิต 10 – U1TXIF (UART1 Transmitter Interrupt Flag Status bit) : บิตแสดงสถานะการอินเตอร์รัปต์เนื่องจากการแปลงสัญญาณของโมดูล UART1

เป็น “1” เพื่อแจ้งการเกิดอินเตอร์รัปต์

บิต 9 - U1RXIF (UART1 Receiver Interrupt Flag Status bit) : บิตแสดงสถานะการอินเตอร์รัปต์เนื่องจากการรับข้อมูลเสร็จสิ้นของโมดูล UART1

เป็น “1” เพื่อแจ้งการเกิดอินเตอร์รัปต์

บิต 8 – SPI1IF (SPI1 Interrupt Flag Status bit) :บิตแสดงสถานะการอินเตอร์รัปต์จากโมดูล SPI

เป็น “1” เพื่อแจ้งการเกิดอินเตอร์รัปต์

บิต 7 – T3IF (Time3 Interrupt Flag Status bit) : บิตแสดงสถานะการอินเตอร์รัปต์จากไทเมอร์ 3

เป็น “1” เพื่อแจ้งการเกิดอินเตอร์รัปต์

บิต 6 – T2IF (Time2 Interrupt Flag Status bit) : บิตแสดงสถานะการอินเตอร์รัปต์จากไทเมอร์ 2

เป็น “1” เพื่อแจ้งการเกิดอินเตอร์รัปต์

บิต 5 – OC21F (Output Compare Channel 2 Interrupt Flag Status bit) : บิตแสดงสถานะการอินเตอร์รัปต์จากโมดูลเปรียบเทียบข้อมูลช่อง 2 (OC2)

เป็น “1” เพื่อแจ้งการเกิดอินเตอร์รัปต์

บิต 4 - IC2IF (Input Capture Channel 2 Interrupt Flag Status bit) : บิตแสดงสถานะการอินเตอร์รัปต์จากโมดูลตรวจจับสัญญาณช่อง 2 (IC2)

เป็น “1” เพื่อแจ้งการเกิดอินเตอร์รัปต์

บิต 3 – T1IF (Time1 Interrupt Flag Status bit) : บิตแสดงสถานะการอินเตอร์รัปต์จากไทเมอร์ 1

เป็น “1” เพื่อแจ้งการเกิดอินเตอร์รัปต์

บิต 2 – OC1IF (Output Compare Channel 2 Interrupt Flag Status bit) : บิตแสดงสถานะการอินเตอร์รัปต์จากโมดูลเปรียบเทียบข้อมูลช่อง 1 (OC2)

เป็น “1” เพื่อแจ้งการเกิดอินเตอร์รัปต์

บิต 1 – IC1IF (Input Capture Channel 1 Interrupt Flag Status bit) : บิตแสดงสถานะการอินเตอร์รัปต์จากโมดูลตรวจจับสัญญาณช่อง 1 (IC1)

เป็น “1” เพื่อแจ้งการเกิดอินเตอร์รัปต์

บิต 0 – INT0IF (External Interrupt 0 Flag Status bit) : บิตแสดงสถานะการอินเตอร์รัปต์จากสัญญาณภายนอกช่อง 0

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เป็น “1” เพื่อแจ้งการเกิดอินเตอร์รัปต์

บิต 15	บิต 14	บิต 13	บิต 12	บิต 11	บิต 10	บิต 9	บิต 8
IC6IF	IC5IF	IC4IF	IC3IF	C1IF	SPI2IF	U2TXIF	U2RXIF
R/W -0	R/W -0	R/W -0	R/W -0	R/W -0	R/W -0	R/W -0	R/W -0
บิต 7	บิต 6	บิต 5	บิต 4	บิต 3	บิต 2	บิต 1	บิต 0
INT2IF	T5IF	T4IF	OC4IF	OC3IF	IC8IF	IC7IF	INT1IF
R/W -0	R/W -0	R/W -0	R/W -0	R/W -0	R/W -0	R/W -0	R/W -0

รูปที่ 16 IFS1 (Interrupt Flag Status Register 1) รีจิสเตอร์แสดงสถานะอินเตอร์รัปต์ 1

บิต 15 – IC6IF (Input Capture Channel 6 Interrupt Flag Status bit) : บิตแสดงสถานะการอินเตอร์รัปต์จากสัญญาณภายนอกช่อง 6 (IC6)

เป็น “1” เพื่อแจ้งการเกิดอินเตอร์รัปต์ ไม่มีการใช้งาน dsPIC30F2010

บิต 14 – IC5IF (Input Capture Channel 5 Interrupt Flag Status bit) : บิตแสดงสถานะการอินเตอร์รัปต์จากโมดูลตรวจจับสัญญาณช่อง 5 (IC5)

เป็น “1” เพื่อแจ้งการเกิดอินเตอร์รัปต์ ไม่มีการใช้งาน dsPIC30F2010

บิต 13 – IC4IF (Input Capture Channel 4 Interrupt Flag Status bit) : บิตแสดงสถานะการอินเตอร์รัปต์จากโมดูลตรวจจับสัญญาณช่อง 4 (IC4)

เป็น “1” เพื่อแจ้งการเกิดอินเตอร์รัปต์ ไม่มีการใช้งาน dsPIC30F2010

บิต 12 – IC3IF (Input Capture Channel 3 Interrupt Flag Status bit) : บิตแสดงสถานะการอินเตอร์รัปต์จากโมดูลตรวจจับสัญญาณช่อง 3 (IC3)

เป็น “1” เพื่อแจ้งการเกิดอินเตอร์รัปต์ ไม่มีการใช้งาน dsPIC30F2010

บิต 11 – C1IF (CAN1 Interrupt Flag Status bit) :บิตแสดงสถานะการอินเตอร์รัปต์จากโมดูล CAN1

เป็น “1” เพื่อแจ้งการเกิดอินเตอร์รัปต์ ไม่มีการใช้งาน dsPIC30F2010

บิต 10 – SPI2IF (SPI2 Interrupt Flag Status bit) :บิตแสดงสถานะการอินเตอร์รัปต์จากโมดูล SPI2

เป็น “1” เพื่อแจ้งการเกิดอินเตอร์รัปต์ ไม่มีการใช้งาน dsPIC30F2010

บิต 9 – U2TXIF (UART2 Transmitter Interrupt Flag Status bit) : บิตแสดงสถานะการอินเตอร์รัปต์จากการส่งข้อมูลโมดูล UART2

เป็น “1” เพื่อแจ้งการเกิดอินเตอร์รัปต์ ไม่มีการใช้งาน dsPIC30F2010

บิต 8 – U2RXIF (UART2 Receiver Interrupt Flag Status bit) : บิตแสดงสถานะการอินเตอร์รัปต์จากการรับข้อมูลเสร็จสิ้นของโมดูล UART2

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เป็น “1” เพื่อแจ้งการเกิดอินเตอร์รัปต์ ไม่มีการใช้งาน dsPIC30F2010

บิต 7 – INT2IF (External Interrupt 2 Flag Status bit) : บิตแสดงสถานะการอินเตอร์รัปต์จากภายนอกช่อง 2

เป็น “1” เพื่อแจ้งการเกิดอินเตอร์รัปต์

บิต 6 – T5IF (Time5 Interrupt Flag Status bit) : บิตแสดงสถานะการอินเตอร์รัปต์จากไทเมอร์ 5

เป็น “1” เพื่อแจ้งการเกิดอินเตอร์รัปต์ ไม่มีการใช้งาน dsPIC30F2010

บิต 5 – T4IF (Time4 Interrupt Flag Status bit) : บิตแสดงสถานะการอินเตอร์รัปต์จากไทเมอร์ 4

เป็น “1” เพื่อแจ้งการเกิดอินเตอร์รัปต์ ไม่มีการใช้งาน dsPIC30F2010

บิต 3 – OC3IF (Output Compare Channel 3 Interrupt Flag Status bit) : บิตแสดงสถานะการอินเตอร์รัปต์จากโมดูลเปรียบเทียบข้อมูลช่อง 3 (OC3)

เป็น “1” เพื่อแจ้งการเกิดอินเตอร์รัปต์ ไม่มีการใช้งาน dsPIC30F2010

บิต 2 – IC7IF (Input Capture Channel 7 Interrupt Flag Status bit) : บิตแสดงสถานะการอินเตอร์รัปต์จากโมดูลตรวจจับสัญญาณช่อง 7 (IC7)

เป็น “1” เพื่อแจ้งการเกิดอินเตอร์รัปต์ ไม่มีการใช้งาน dsPIC30F2010

บิต 1 – IC8IF (Input Capture Channel 8 Interrupt Flag Status bit) : บิตแสดงสถานะการอินเตอร์รัปต์จากโมดูลตรวจจับสัญญาณช่อง 8 (IC8)

เป็น “1” เพื่อแจ้งการเกิดอินเตอร์รัปต์ ไม่มีการใช้งาน dsPIC30F2010

บิต 0 – INT1IF (External Interrupt 1 Flag Status bit) : บิตแสดงสถานะการอินเตอร์รัปต์จากภายนอกช่อง 1

เป็น “1” เพื่อแจ้งการเกิดอินเตอร์รัปต์

บิต 15	บิต 14	บิต 13	บิต 12	บิต 11	บิต 10	บิต 9	บิต 8
-	-	-	FLTBIF	FLTAIF	LVDIF	DCIIF	QEIIF
U -0	U -0	U -0	R/W -0	R/W -0	R/W -0	R/W -0	R/W -0
บิต 7	บิต 6	บิต 5	บิต 4	บิต 3	บิต 2	บิต 1	บิต 0
PWMIF	C2IF	INT4IF	INt3IF	OC8IF	OC7IF	OC6IF	OC5IF
R/W -0	R/W -0	R/W -0	R/W -0	R/W -0	R/W -0	R/W -0	R/W -0

รูปที่ 17 IFS12 (Interrupt Flag Status Register 2) รีจิสเตอร์แสดงสถานะอินเตอร์รัปต์ 2

บิต 15 – 13 ไม่มีการใช้งาน กำหนดเป็น “0”

บิต 12 – FLTBIF (FAULT B Input Interrupt Flag Status bit) : บิตแสดงการเกิดอินเตอร์รัปต์จากอินพุต FAULT B

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เป็น “1” เพื่อแจ้งการเกิดอินเตอร์รัปต์

บิต 11 – FLTAIF (FAULT A Input Interrupt Flag Status bit) : บิตแสดงการเกิดอินเตอร์รัปต์จากอินพุต FAULT A

เป็น “1” เพื่อแจ้งการเกิดอินเตอร์รัปต์

บิต 10 – LVDIF (Programmable Low Voltage Interrupt Flag Status bit) : บิตแสดงการเกิดอินเตอร์รัปต์จากตรวจจับแรงดันต่ำ (LVD)

เป็น “1” เพื่อแจ้งการเกิดอินเตอร์รัปต์

บิต 9 – (Data Converter Interface Interrupt Flag Status bit) : บิตแสดงการเกิดอินเตอร์รัปต์จากโมดูลเชื่อมต่อการแปลงข้อมูล (DCI)

เป็น “1” เพื่อแจ้งการเกิดอินเตอร์รัปต์ ไม่มีการใช้งาน dsPIC30F2010

บิต 8 – QEIIF (Quadrature Encoder Interface Interrupt Flag Status bit) : บิตแสดงการเกิดอินเตอร์รัปต์จากโมดูลเข้ารหัสแบบควอดราเจอร์ (QEI)

เป็น “1” เพื่อแจ้งการเกิดอินเตอร์รัปต์

บิต 7 – PWMIF (Motor Control Pulse Width Modulation Interrupt Flag Status bit) : บิตแสดงการเกิดอินเตอร์รัปต์จากโมดูล PWM ควบคุมมอเตอร์

เป็น “1” เพื่อแจ้งการเกิดอินเตอร์รัปต์ ไม่มีการใช้งาน dsPIC30F2010

บิต 6 – C2IF (CAN2 (Combined) Interrupt Flag Status bit) : บิตแสดงการเกิดอินเตอร์รัปต์จากโมดูล CAN2

เป็น “1” เพื่อแจ้งการเกิดอินเตอร์รัปต์ ไม่มีการใช้งาน dsPIC30F2010

บิต 5 – INT4IF (External Interrupt 4 Flag Status bit) : บิตแสดงสถานะการอินเตอร์รัปต์จากภายนอกช่อง 4

เป็น “1” เพื่อแจ้งการเกิดอินเตอร์รัปต์ ไม่มีการใช้งาน dsPIC30F2010

บิต 4 – INT3IF (External Interrupt 3 Flag Status bit) : บิตแสดงสถานะการอินเตอร์รัปต์จากภายนอกช่อง 3

เป็น “1” เพื่อแจ้งการเกิดอินเตอร์รัปต์ ไม่มีการใช้งาน dsPIC30F2010

บิต 3 – OC8IF (Output Compare Channel 8 Interrupt Flag Status bit) : บิตแสดงสถานะการอินเตอร์รัปต์จากโมดูลเปรียบเทียบข้อมูลช่อง 8

เป็น “1” เพื่อแจ้งการเกิดอินเตอร์รัปต์ ไม่มีการใช้งาน dsPIC30F2010

บิต 2 – OC7IF (Output Compare Channel 7 Interrupt Flag Status bit) : บิตแสดงสถานะการอินเตอร์รัปต์จากโมดูลเปรียบเทียบข้อมูลช่อง 7

เป็น “1” เพื่อแจ้งการเกิดอินเตอร์รัปต์ ไม่มีการใช้งาน dsPIC30F2010

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บิต 1 – OC6IF (Output Compare Channel 6 Interrupt Flag Status bit) : บิตแสดงสถานะการอินเตอร์รัปต์จากโมดูลเปรียบเทียบข้อมูลช่อง 6

เป็น “1” เพื่อแจ้งการเกิดอินเตอร์รัปต์ ไม่มีการใช้งาน dsPIC30F2010

บิต 0 – OC5IF (Output Compare Channel 5 Interrupt Flag Status bit) : บิตแสดงสถานะการอินเตอร์รัปต์จากโมดูลเปรียบเทียบข้อมูลช่อง 5

เป็น “1” เพื่อแจ้งการเกิดอินเตอร์รัปต์ ไม่มีการใช้งาน dsPIC30F2010

2.3 การสื่อข้อมูลอนุกรมโดยใช้โมดูล UART ใน dsPIC30F2010

2.3.1 คุณสมบัติโดยสรุปของโมดูล UART ใน dsPIC30F2010

1. สื่อสารข้อมูลแบบสองทิศทาง (ฟูลดูเพล็กซ์ : full-duplex) ในในแบบ 8 และ 9 บิต

2.เลือกการสื่อสารและข้อมูลแบบตรวจสอบบิตพาริตี้คู่ (Even) หรือคี่ (Odd) และไม่ตรวจสอบบิตพาริตี้ (None) สำหรับรูปแบบ 8 บิต มีบิตหยุด(Stop bit) 1 หรือ 2 บิต

3. มีการกำเนิดอัตราบอด (Baud Rate Generator) ขนาด 16 บิต สำหรับกำหนดจังหวะและอัตราเร็วในการสื่อสารข้อมูลอนุกรมแยกอิสระเพื่อลดภาระการทำงานของโมดูลไทเมอร์

4. กำเนิดอัตราบอดได้ตั้งแต่ 38 บิตต่อวินาที (bps) ถึง 1.875 เมกะบิตต่อวินาที (Mbps)

5. บัฟเฟอร์ข้อมูลขาส่ง (TX) และขารับ (RX) ขนาด 4 เวิร์ด แยกส่วนกัน

6. มีบิตแฟลกแจ้งข้อผิดพลาดในกรณีต่างๆ ของการสื่อสาร สามารถตรวจจับความผิดพลาดในการสื่อสารข้อมูลอนุกรม ได้แก่

7. ความผิดพลาดทางพาริตี้ (Parity Error : PE)

8. รับข้อมูลไม่ทัน (Buffer Overrum Error : OE)

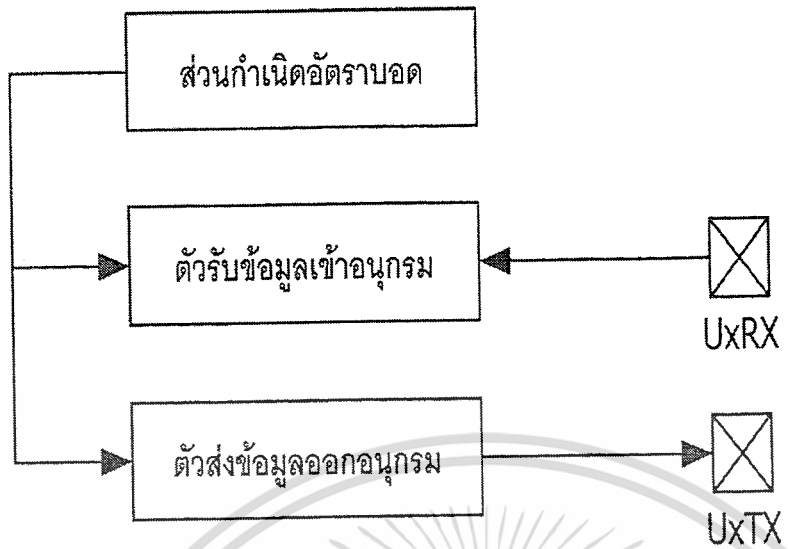
9. เฟรมข้อมูลผิดพลาด (Framing Error :FE)

10. สนับสนุนความสามารถในการอินเตอร์รัปต์แอสเดรส (ข้อมูลบิต 9 เป็น “1”)

11. อินเตอร์รัปต์เวกเตอร์แยกตำแหน่งกันระหว่างการส่งและรับข้อมูล (RX)

12. สามารถทำงานในโหมด Loopback

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 18 ไดอะแกรมแสดงส่วนประกอบหลักของโมดูล UART ในไมโครคอนโทรลเลอร์ dsPIC

2.3.2 รีจิสเตอร์ที่ใช้ในโมดูล UART มีทั้งสิ้น 5ตัว คือ

2.3.2.1 UxMODE ใช้ในโหมดการทำงานของโมดูล UART โดยตัวอักษร x เป็นเลข 1 หรือ 2 เพราะใน dspic สามารถประจุโมดูล UART ได้2 ชุด สำหรับใน dsPIC30F2010มี 1ชุด จึงกำหนดเป็น U1MODE

2.3.2.2 UxSTA ใช้แสดงสถานะในการทำงานของโมดูล UART โดยตัวอักษร x เป็นเลข 1 หรือ 2 เพราะใน dspic สามารถประจุโมดูล UART ได้ 2 ชุด สำหรับใน dsPIC30F2010มี 1ชุด จึงกำหนดเป็น U1STA

2.3.2.3 UxRXREG ใช้แสดงสถานะในการทำงานของโมดูล UART โดยตัวอักษร x เป็นเลข 1 หรือ 2 เพราะใน dspic สามารถประจุโมดูล UART ได้ 2 ชุด สำหรับใน dsPIC30F2010มี 1ชุด จึงกำหนดเป็น U1RXREG

2.3.2.4 UxTXREG ใช้แสดงสถานะในการทำงานของโมดูล UART โดยตัวอักษร x เป็นเลข 1 หรือ 2 เพราะใน dspic สามารถประจุโมดูล UART ได้ 2 ชุด สำหรับใน dsPIC30F2010มี 1ชุด จึงกำหนดเป็น U1TXREG

2.3.2.5 UxBRG ใช้แสดงสถานะในการทำงานของโมดูล UART โดยตัวอักษร x เป็นเลข 1 หรือ 2 เพราะใน dspic สามารถประจุโมดูล UART ได้ 2 ชุด สำหรับใน dsPIC30F2010มี 1ชุด จึงกำหนดเป็น U1BRG

U1MODE (UART MODE Register) : รีจิสเตอร์กำหนดโหมดการทำงานของโมดูล UART

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บิต 15	บิต 14	บิต 13	บิต 12	บิต 11	บิต 10	บิต 9	บิต 8
UARTEN	-	USIDL	-	-	ALTIO	-	-
R/W -0	U -0	R/W -0	U -0	U -0	R/W -0	U -0	U -0
บิต 7	บิต 6	บิต 5	บิต 4	บิต 3	บิต 2	บิต 1	บิต 0
WAKE	LPBACK	ABAUD	-	-	PDSEL1	PDSEL0	STSEL
R/W -0	R/W -0	R/W -0	U -0	U -0	R/W -0	R/W -0	R/W -0

รูปที่ 19 U1MODE (UART MODE Register) รีจิสเตอร์กำหนดโหมดการทำงานของโมดูล UART

บิต 15- UARTEN (UART Enable bit) : บิตเอ็นเอเบิลการทำงานของโมดูล UART

"0" = ดิสเอเบิลการทำงานของโมดูล UART

"1" = เอ็นเอเบิลให้โมดูลนี้ทำงาน ขาพอร์ตที่เกี่ยวข้องจะถูกต่อเข้ากับโมดูล UART

บิต 14 ไม่มีการใช้งาน กำหนอเป็น "0"

บิต 13-USIDL (Stop in IDLE Mode bit) : บิตที่กำหนดให้โมดูล UART หยุดทำงานในโหมดไอเดิล

"0" = ยังคงให้โมดูล UART ทำงานต่อไป แม้ว่าซีพียูจะเข้าสู่โหมดไอเดิลก็ตาม

"1" = หยุดการทำงานของโมดูล UART ทันทีที่ซีพียูเข้าโหมดไอเดิล

บิตที่ 12 และ 11 ไม่มีการใช้งาน กำหนอเป็น "0"

บิต 10-ALTIO (UART Alternate I/O Selection bit) : บิตเลือกใช้งานขาพอร์ต UART เสริมในการติดต่อกับพอร์ตอนุกรมแทนการเขียนพอร์ตหลัก

บิต 9 และ 8 ไม่มีการใช้งาน กำหนดเป็น "0"

บิต 7 - WAKE (Enable Wake-up on Start bit Detect During SLEEP Mode bit) : บิตเอ็นเอเบิลให้โมดูล UART ทำงาน (เวกอัป) เมื่อตรวจพบบิตเริ่มต้นในขณะที่ซีพียูอยู่ในโหมดสลีป

"0" = ดิสเอเบิลความสามารถนี้

"1" = เอ็นเอเบิลความสามารถนี้

บิต 6 – LPBACK (UART Loopback Mode Select bit) : บิตเลือกโหมดการทำงานแบบลูปแบ็กของโมดูล UART

"0" = ดิสเอเบิลความสามารถนี้

"1" = เอ็นเอเบิลความสามารถนี้

บิต 5 ABAUD (Auto Baud Enable bit) : บิตเอ็นเอการเลือกอัตราบอดอัตโนมัติ

"0" = รับสัญญาณจากขา UxRX ป้อนเข้าสู่โมดูลตรวจจับสัญญาณอินพุต (IC)

"1" = รับสัญญาณจากขาพอร์ต ICx ป้อนเข้าสู่โมดูลตรวจจับสัญญาณอินพุต (IC)

บิต 3 และ 4 ไม่มีการใช้งาน กำหนดเป็น "0"

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บิต 2 ถึง 1 - PDSEL1 และ PDSEL2 (Parity and Data Selection bits) : บิตเลือกรูปแบบข้อมูลอนุกรม

"00" = 8 บิตข้อมูล ไม่มีบิตพาริตี้

"01" = 8 บิตข้อมูล บิตพาริตี้เป็นคู่

"10" = 8 บิตข้อมูล บิตพาริตี้เป็นคี่

"11" = 9 บิตข้อมูล ไม่มีบิตพาริตี้

บิต 0 – STSEL (STOP Selection bit) : บิตเลือกจำนวนบิตปิดท้ายหรือบิตหยุด (stop bit)

"0" = เลือกบิตปิดท้าย 2 บิต

"1" = เลือกบิตปิดท้าย 1 บิต

U1STA (UARTX Status and Contron Register) : รีจิสเตอร์ ควบคุมและแสดงสถานการณ์ส่งข้อมูลในโมดูล UART

บิต 15	บิต 14	บิต 13	บิต 12	บิต 11	บิต 10	บิต 9	บิต 8
UTXISEL	-	-	-	UTXBRK	UTXEN	UTXBF	TRMT
R/W -0	U -0	U -0	U -0	R/W -0	R/W -0	R -0	R -1
บิต 7	บิต 6	บิต 5	บิต 4	บิต 3	บิต 2	บิต 1	บิต 0
URXISEL1	URXISEL0	ADDEN	RIDLE	PERR	FERR	OERR	URXDA
R/W -0	R/W -0	R/W -0	R -1	R -0	R -0	R/C -0	R -0

รูปที่ 20 U1STA (UARTX Status and Control Register) รีจิสเตอร์ ควบคุมและแสดงสถานการณ์ส่งข้อมูลในโมดูล UART

บิต 15 - UTXISEL (Transmission Interrupt Mode Selection bit) : บิตเลือกการอินเตอร์รัปต์ในการถ่ายทอดข้อมูล

"0" = เลือกให้เกิดการอินเตอร์รัปต์เมื่อข้อมูลถูกส่งผ่านไปยังชิฟรีจิสเตอร์ตัวส่งข้อมูล

"1" = เลือกให้เกิดการอินเตอร์รัปต์เมื่อข้อมูลถูกส่งผ่านไปยังชิฟรีจิสเตอร์ตัวส่งข้อมูลและข้อมูลถูกส่งไปเรียบร้อย จนบัฟเฟอร์ตัวส่งว่าง

บิต 14 ถึง 12 ไม่มีการใช้งานกำหนดเป็น "0"

บิต 11 - UTXBRK (Transmit Break bit) : บิตกำหนดการหยุดส่งข้อมูล

"0" = ขาพอร์ต U1TX ยังคงทำการส่งข้อมูลตามปกติ

"1" = ขาพอร์ตU1TX ถูกทำให้เป็นลอจิก "0" จึงหยุดการส่งข้อมูล

บิต 10 - UTXEN (Transmit Enable bit) : บิตเอ็นเอเบิลการส่งข้อมูล

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

"0" = ดิสเอเบิลตัวส่งข้อมูลในโมดูล UART ขา U1TX ถูกควบคุมโดยวงจรควบคุมขาพอร์ต

"1" = เอ็นเอเบิลให้ตัวส่งข้อมูลในโมดูล UART ขา U1TX ถูกควบคุมโดย UART

บิต 9 - UTXBF (Transmit Buffer Full Status bit) : บิตแสดงสถานะของบัฟเฟอร์ตัวส่ง

"0" = บัฟเฟอร์ตัวส่งมีข้อมูลยังไม่เต็ม สามารถรับข้อมูลเพิ่มเติมได้อีกอย่างน้อย 1 เวิร์ด

"1" = บัฟเฟอร์ตัวส่งมีข้อมูลเต็ม transmit buffer is full บิตนี้สามารถอ่านได้เพียงอย่างเดียว การเซตหรือเคลียร์การกระทำโดยกระบวนการภายในโมดูล UART

บิต 8 - TRMT (Transmit Shift Register is Empty bit) : บิตแสดงสถานะข้อมูลว่างของชิฟรีจิสเตอร์ตัวส่ง

"0" = ชิฟรีจิสเตอร์ตัวส่งในโมดูล UART ไม่ว่าง แสดงว่า การแสดงข้อมูลยังไม่เสร็จสิ้น

"1" = ชิฟรีจิสเตอร์ตัวส่งและบัฟเฟอร์ตัวส่งในโมดูล UART ว่าง แสดงว่า กระบวนการส่งผ่านข้อมูลเสร็จสิ้น พร้อมกำหนดการถ่ายทอดข้อมูลรอบใหม่ บิตนี้สามารถอ่านได้เพียงอย่างเดียว การเซตหรือเคลียร์การกระทำโดยกระบวนการภายในโมดูล UART

บิต 7 และ 6 - URXISEL1 และ URXISE0(Receive Interrupt Mode Selection bit) : บิตเลือกการอินเตอร์รัปต์ของการรับข้อมูลในโมดูล UART

"0x" = บิตแฟลกของการอินเตอร์รัปต์เซต เมื่อได้รับข้อมูลเสร็จสมบูรณ์

"10" = บิตแฟลกของการอินเตอร์รัปต์เซต เมื่อบัฟเฟอร์ตัวรับมีจำนวนข้อมูล ¾ ของขนาดบัฟเฟอร์สูงสุด ซึ่งก็คือ 3 ตัวอักษร

"11" = บิตแฟลกของการอินเตอร์รัปต์เซต เมื่อบัฟเฟอร์ตัวรับมีข้อมูลเต็ม เท่ากับมีข้อมูล 4 ตัวอักษร

บิต 5 - ADDEN (Address Character Detect) : บิตเลือกการตรวจจับแอดเดรส (bit 8 of received data =1)

"0" = ดิสเอเบิลความสามารถนี้

"1" = เอ็นเอเบิลการตรวจจับแอดเดรสเมื่อเลือกให้โมดูล UART ทำงานในโหมด 9 บิต โดยบิตที่ใช้แสดงแอดเดรสคือ บิต8 ต้องเป็น"1" แต่ถ้าไม่ได้กำหนดให้ทำงานในโหมด 9 บิต การกำหนดที่บิตนี้จะไม่ส่งผลใดๆ

บิต 4 - RIDLE (Receiver IDLE bit) : บิตแสดงสถานะของตัวรับ (บิตนี้อ่านได้เพียงอย่างเดียว)

"0" = ตัวรับยังอยู่ในภาระการรับข้อมูล

"1" = ตัวรับอยู่ในภาระสงบ พร้อมทำงาน

บิต 3 – PERR (Parity Error Status bit) : บิตแจ้งความผิดพลาดในพาริตี้ (บิตนี้อ่านได้เพียงอย่างเดียว)

"0" = ไม่มีความผิดพลาดเกิดขึ้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

"1" = มีความผิดพลาดทางพาริตี้เกิดขึ้นในข้อมูลปัจจุบัน

บิต 2 – FERR (Framing Error Status bit) : บิตแจ้งความผิดพลาดทางเฟลมข้อมูล (บิตนี้อ่านได้เพียงอย่างเดียว)

"0" = ไม่มีความผิดพลาดเกิดขึ้น

"1" = มีความผิดพลาดทางพาริตี้เกิดขึ้นในข้อมูลปัจจุบัน

บิต 1 - OERR (Receive Buffer Overrun Error Status bit) : บิตแจ้งความผิดพลาดจากบัฟเฟอร์ตัวรับข้อมูลเกิน

"0" = ไม่มีความผิดพลาดเกิดขึ้น

"1" = มีความผิดพลาดเนื่องจากบัฟเฟอร์ตัวรับข้อมูลเกิน เกิดขึ้นในข้อมูลปัจจุบัน บิตนี้สามารถอ่านได้เพียงอย่างเดียว การเคลียร์สามารถกระทำโดยกระบวนการทางซอฟต์แวร์

บิต 0 – URXER (Receive Buffer Data Available bit) : บิตแสดงสถานะข้อมูลในบัฟเฟอร์ตัวรับ

"0" = บัฟเฟอร์ตัวรับว่าง

"1" = บัฟเฟอร์ตัวรับยังมีข้อมูลอยู่อย่างน้อย 1 ตัวอักษร

U1RXREG (UARIT Receive Register) : รีจิสเตอร์ตัวรับข้อมูลของโมดูล UART

บิต 15	บิต 14	บิต 13	บิต 12	บิต 11	บิต 10	บิต 9	บิต 8
-	-	-	-	-	-	-	URX8
U -0	U -0	U -0	U -0	U -0	U -0	U -0	R -0
บิต 7	บิต 6	บิต 5	บิต 4	บิต 3	บิต 2	บิต 1	บิต 0
URX7	URX6	URX5	URX4	URX3	URX2	URX1	URX0
R -0	R -0	R -0	R -0	R -0	R -0	R -0	R -0

รูปที่ 21 U1RXREG (UARIT Receive Register) รีจิสเตอร์ตัวรับข้อมูลของโมดูล UART

บิต 15 – ถึง 9 ไม่ใช้งานกำหนดเป็น "0"

บิต 8 - URX8 (Data bit 8 of the Received Character) : บิตข้อมูลที่ 9 หรือบิต 8 เมื่อทำงานในโหมด 9 บิต

บิต 7 ถึง 0 - URX7 ถึง URX0 (Data bits 7-0 of the Received Character) : บิตข้อมูลขนาด 8 บิต

U1TXEREG (UARTX Transmit Register) : รีจิสเตอร์ตัวส่งข้อมูลของโมดูล UART

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บิต 15	บิต 14	บิต 13	บิต 12	บิต 11	บิต 10	บิต 9	บิต 8
-	-	-	-	-	-	-	UTX8
U -0	U -0	U -0	U -0	U -0	U -0	U -0	W -x
บิต 7	บิต 6	บิต 5	บิต 4	บิต 3	บิต 2	บิต 1	บิต 0
UTX7	UTX6	UTX5	UTX4	UTX3	UTX2	UTX1	UTX0
W -x	W -x	W -x	W -x	W -x	W -x	W -x	W -x

รูปที่ 22 U1TXEREG (UARTX Transmit Register) รีจิสเตอร์ตัวส่งข้อมูลของโมดูล UART

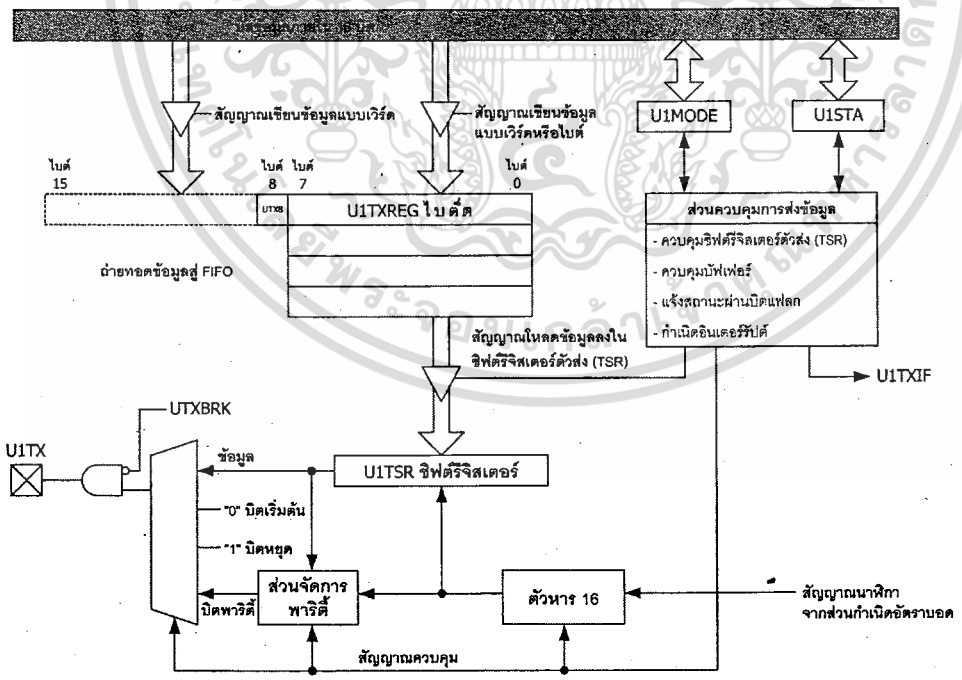
บิต 15 ถึง 9 ไม่ใช้งานกำหนดเป็น “0”

บิต 8 - URX8 (Data bit 8 of the Character to be Transmitted) : บิตข้อมูลที่ 9 หรือ บิต 8 เมื่อทำงานในโหมด 9 บิต

บิต 7 ถึง 0 - URX7 ถึง URX0 (Data bits 7-0 of the Character to be Transmitted) : บิตข้อมูลขนาด 8 บิตที่ต้องการส่ง

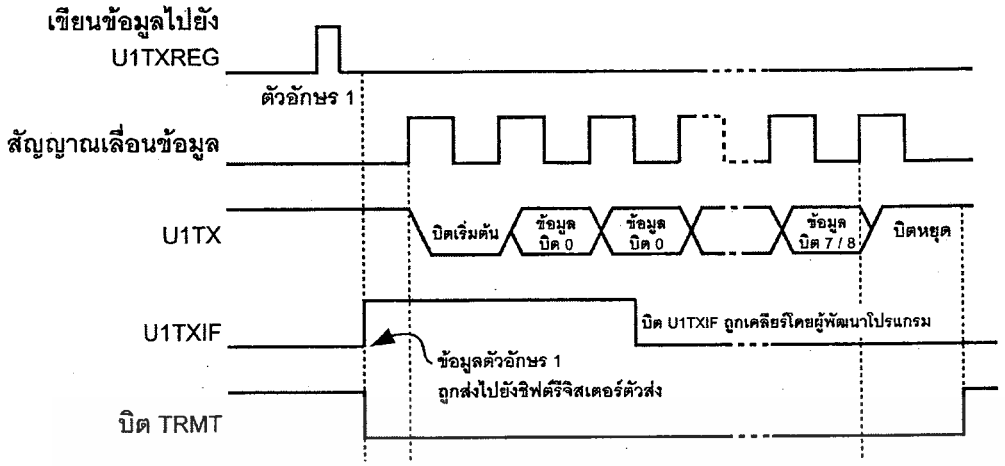
UXBRG (UARTX Baud Rate Register) : รีจิสเตอร์กำหนดอัตราบอดของโมดูล UART

เป็นรีจิสเตอร์ข้อมูลขนาด 8 บิตโดยข้อมูลที่เขียนลงไปในการคำนวณเพื่อกำหนดอัตราบอดให้แก่โมดูล UART

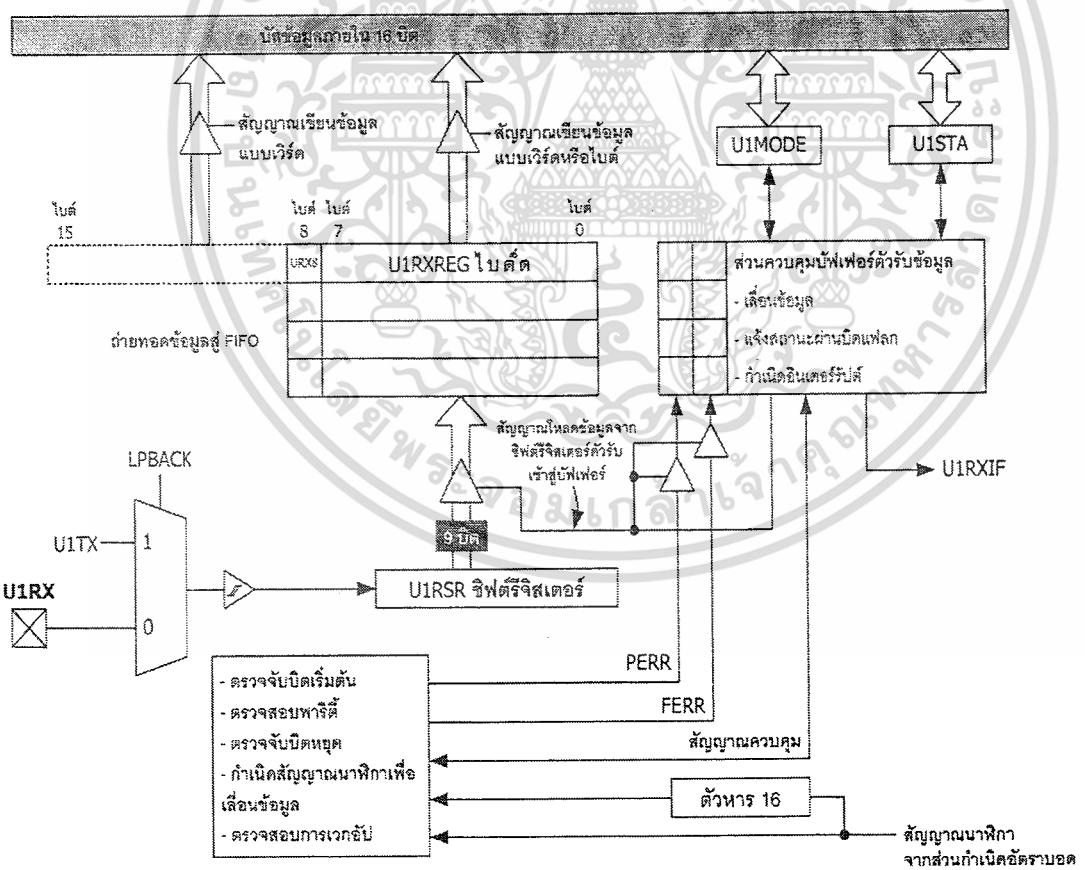


รูปที่ 23 ไดอะแกรมการทำงานของตัวส่งข้อมูลในโมดูล UART ของไมโครคอนโทรลเลอร์ dsPIC

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

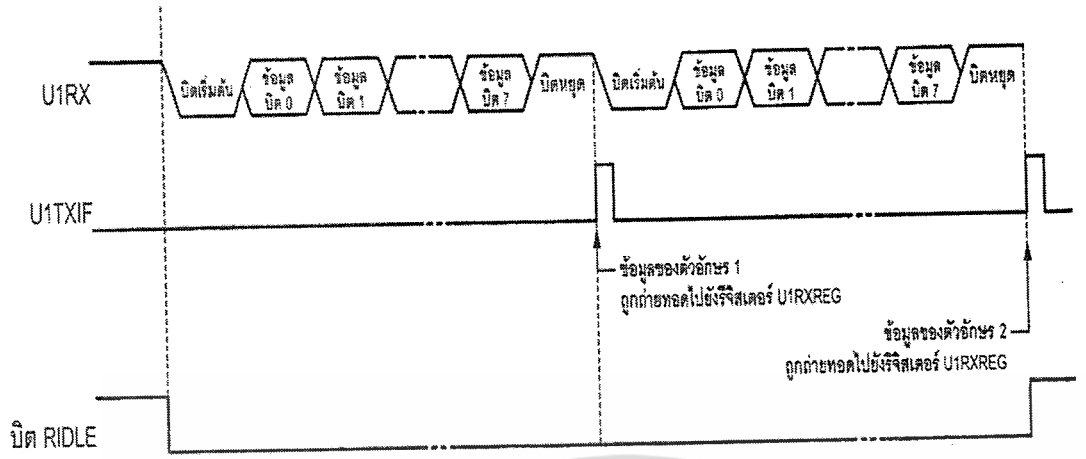


รูปที่ 24 ไดอะแกรมเวลาของการส่งข้อมูลในโมดูล UART ของไมโครคอนโทรลเลอร์ dsPIC



รูปที่ 7-4 ไดอะแกรมการทำงานของตัวรับข้อมูลในโมดูล UART ของไมโครคอนโทรลเลอร์ dsPIC

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 25 ไดอะแกรมเวลาของการรับข้อมูลในโมดูล UART ของไมโครคอนโทรลเลอร์ **dsPIC**

2.3.3 กำหนดให้โมดูล UART ทำงาน

โมดูล UART ไมโครคอนโทรลเลอร์ dsPIC ใช้ข้อมูลในรูปแบบมาตรฐาน NRZ นั้นคือ มีบิตเริ่มต้น 1 บิต, บิตข้อมูล 8 หรือ 9 บิต และบิตท้าย 1 หรือ 2 บิต ส่วนบิตพาริตี้สามารถเลือกได้แบบคู่ (even) หรือไม่มี (none) โดยปกติแล้วจะใช้รูปแบบ 8N1 คือ มีบิตเริ่มต้น 1 บิต, บิตข้อมูล 8 บิต และบิตปิดท้าย 1 บิต สำหรับ dsPIC30F2010 สามารถกำหนดได้ที่บิต PDSEL1, PDSEL0 และ PDSEL ซึ่งเป็นบิต 2, 1 และ 0 ตามลำดับในรีจิสเตอร์ U1MODE ส่วนการกำหนดอัตราบอดนั้นกระทำผ่านรีจิสเตอร์ UXBRG ขนาด16 บิต

การรับส่งข้อมูลในโมดูล UART นั้นจะรับและส่งข้อมูลบิต LSB หรือบิตนัยสำคัญต่ำสุดก่อนโดยตัวรับและส่งข้อมูลในโมดูล UART ของ dsPIC จะทำงานเป็นอิสระแยกออกจากกัน โดยใช้อัตราบอดและรูปแบบข้อมูลที่เหมือนกัน จึงสามารถส่งข้อมูลได้ 2 ทิศทางพร้อมกันตลอดเวลา

1.การเอ็นเอเบิลโมดูล UARTใน dsPIC30F2010 ให้ทำงาน

ทำได้โดยการเซตบิต UARTEN ซึ่งเป็นบิต 15 ในรีจิสเตอร์ U1MODE แลเซตบิต UTXEN ซึ่งเป็นบิต10 ในรีจิสเตอร์ U1STA ทันทีที่เอ็นเอเบิล ขา U1TX และ U1RX จะถูกกำหนอให้ทำงานเป็นขาพอร์ตเอาต์พุตและอินพุตตามลำดับ โดยไม่สนใจการกำหนดทิศทางที่เกิดขึ้นก่อนหน้านี้

2. การดิสเอเบิลโมดูล UARTใน dsPIC30F2010

ทำได้โดยการเคลียบิต UARTEN ซึ่งเป็นบิต 15 ในรีจิสเตอร์ U1MODE โดยปกติโมดูล UART จะถูกดิสเอเบิลหลังจากที่เกิดการรีเซต ซึ่งเป็นการกำหนดสถานะในเบื้องต้น จากนั้นหากต้องการให้ทำงานจะต้องมีการเอ็นเอเบิลภายหลัง เมื่อโมดูล UART ถูกดิสเอเบิล ขา

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

U1TX และ U1RX จะถูกปลดออกจากโมดูล UART สามารถนำไปใช้งานเป็นพอร์ตอินพุตเอาต์พุตทั่งไปได้ทันที

นอกจากนั้นในภาระที่โมดูล UART ถูกดิสเอเบิล ค่าในบัฟเฟอร์ทั้งหมดจะถูกเคลียร์เช่นเดียวกับบิตแฟลกแจ้งสถานะความผิดพลาดทั้งหมดจะถูกเคลียร์ด้วย ส่วนตัวนับอัตราบอดจะอยู่ในสภาวะรีเซตหลังจากที่ดิสเอเบิลโมดูล UART แล้วกลับมาเอ็นเอเบิลใหม่ การทำงานทั้งหมดจะเริ่มต้นใหม่ทั้งหมด

2.3.4 คุณสมบัติของโมดูลแปลงสัญญาณอนาลอกเป็นดิจิตอล

1. เป็นโมดูลแปลงสัญญาณอนาลอกเป็นดิจิตอลที่มีความละเอียด 10 บิต จำนวน 6 ช่อง

2. ใช้วิธีการแปลงสัญญาณแบบประมาณค่าหรือซักเซสซีฟ แอ็ปพรึ่อกซิเมชั่น (Successive Approximation)

3. มีอัตราเร็วในการสุ่มสัญญาณสู.สุด 500 กิโลแซมเปิลต่อวินาที (ksps) หรือ 500,000 จุดตัวอย่างต่อวินาที

4. สามารถกำหนดให้ทำงานได้ในขณะเข้าสู่โหมดสลีป (Sleet mode)

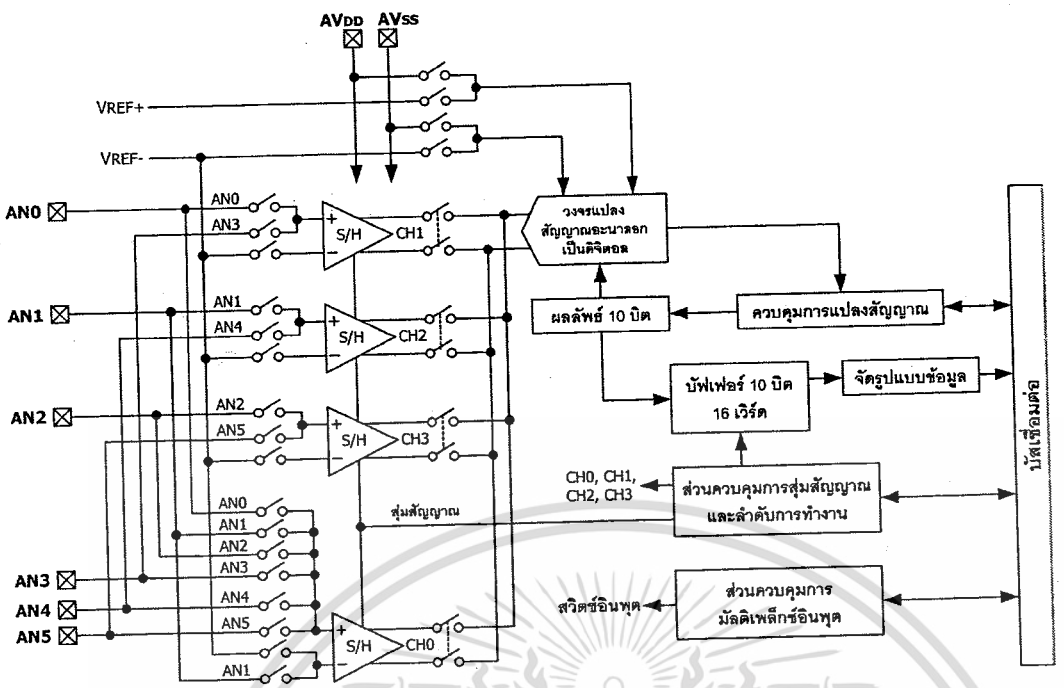
5. สามารถกำหนดแรงดันอ้างอิงได้ทั้งภายในผ่านทางขา AVDD กับ AVSS และภายนอกผ่านทางขา VREF+ และ VREF-

2.3.5 การทำงานของโมดูล ADC ใน dsPIC30F2010

ในรูปที่ 8-1 เป็นไดอะแกรมการทำงานของโมดูล ADC ใน dsPIC30F2010 ซึ่งมีขาพอร์ตอินพุตอนาลอกทั้งสิ้น 6 ขา คือ AN0-AN5 โดยที่ 2 ขา ที่สามารถได้รับแรงดันอ้างอิงอินพุต ภายในโมดูลมีวงจรสุ่มและเก็บค่าสัญญาณ (Sample and Hold : S\H) จำนวน 4 ชุด โยทำงานร่วมกับส่วนควบคุมการมัลติเพล็กซ์สัญญาณอินพุต ทำให้จัดสรรวงจร S\H ให้สามารถรองรับกับสัญญาณอินพุต

อะนาลอกทั้ง 6 ช่องได้ด้วยความเร็วสูงสุด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 26 ไดอะแกรมการทำงานอย่างง่ายของโมดูล ADC ในไมโครคอนโทรลเลอร์ dsPIC30F2010

สัญญาณที่ผ่านจากวงจร S&H จะถูกป้อนเข้าสู่วงจรแปลงสัญญาณอนาลอกเป็นดิจิตอลแบบซักเซสซีฟแอ็ปพร็อกซิเมชั่น ขนาด 10 บิต ข้อมูลที่ได้จากการแปลงจะถูกพักไว้ที่หน่วยความจำแรม

2.3.6 รีจิสเตอร์หลักที่ใช้ในโมดูล ADC

บิต 15	บิต 14	บิต 13	บิต 12	บิต 11	บิต 10	บิต 9	บิต 8
ADON	-	ADSIDL	-	-	-	FORM1	FORM0
R/W -0	U -0	R/W -0	U -0	U -0	U -0	R/W -0	R/W -0
บิต 7	บิต 6	บิต 5	บิต 4	บิต 3	บิต 2	บิต 1	บิต 0
SSRC2	SSRC1	SSRC0	-	SIMSAM	ASAM	SAMP	DONE
R/W -0	R/W -0	R/W -0	U -0	R/W -0	R/W -0	R/W -0	R/C -0

รูปที่ 27 ADCON1 (A/D Control Register 1) รีจิสเตอร์ควบคุมโมดูล ADC ตัวที่ 1

บิต 15 - ADON (A/D Operating Mode bit) : บิตเลือกให้โมดูล ADC ทำงาน

"1" = เลือกให้โมดูล ADC ทำงาน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

"0" = ปิดการทำงานของโมดูล ADC

บิต 14 ไม่ใช้งาน กำหนดเป็น "0"

บิต13 – ADSIDL (Stop in IDLE Mode bit) : บิตกำหนดให้โมดูล ADC หยุดการทำงานในโหมดไอเดิล

"0" = ยังคงให้โมดูล ADC ทำงานต่อไป แม้ว่าซีพียูจะเข้าสู่โหมดไอเดิลก็ตาม

"1" = หยุดการทำงานของโมดูล ADC ทันทีที่ซีพียูเข้าสู่โหมดไอเดิล

บิต12 ถึง 10 ไม่ใช้งาน กำหนดเป็น "0"

บิต 8 และ8 FORM1 (Data Output Format bits) : บิตเลือกรูปแบบเอาต์พุต

บิต 7 ถึง 5 – SSRC2 ถึง SSRC0 (Conversion Trigger Source Select bit) : บิตเลือกแหล่งกำเนิดสัญญาณกระตุ้นให้โมดูล ADC แปลงสัญญาณ

"000" = เลือกให้กระตุ้นเมื่อเกิดการเคลียร์บิต SAMP

"001" = เลือกให้กระตุ้นเมื่อเกิดการเมื่อเกิดการเปลี่ยนแปลงสัญญาณที่ขา INT0

"010" = เลือกให้กระตุ้นเมื่อเกิดการเปรียบเทียบข้อมูลในไทเมอร์ 3 เสร็จสิ้น

"011" = เลือกให้กระตุ้นเมื่อเสร็จสิ้นการสุ่มสัญญาณจากโมดูล PWM ควบคุมมอเตอร์

"100" = สำรองไว้

"101" = สำรองไว้

"110" = สำรองไว้

"111" = เลือกให้กระตุ้นเมื่อตัวนับค่าภายในเสร็จสิ้นการสุ่มสัญญาณ และเริ่มต้นการแปลงสัญญาณ เป็นการกำหนดให้แปลงสัญญาณโดยอัตโนมัติ

บิต 4 ไม่ใช้งาน กำหนดเป็น "0"

บิต 3 – SIMSAM (Simultaneous Sample Select bit) : บิตเลือกการสุ่มสัญญาณแบบทันทีทันใด จะใช้ก็ต่อเมื่อบิต CHPS = "01", "10" หรือ "11"

"0" = สุ่มสัญญาณเรียงตามลำดับหมายเลขช่องสัญญาณ

ถ้าบิต CHPS = "10" หรือ "11"

"1" = เลือกสุ่มสัญญาณจากวงจร S&H ช่อง CH0, CH1, CH2, CH3 ทันทีทันใด

ถ้าบิต CHPS = "01"

"1" = เลือกสุ่มสัญญาณจากวงจร S&H ช่อง CH0 และ CH1 ทันทีทันใด

บิต 2 – ASAM (A/D Sample Auto-Start bit) : บิตกำหนดการเริ่มต้นสุ่มสัญญาณอัตโนมัติ

"0" = เริ่มต้นสัญญาณเมื่อบิต SAMP ถูกเซตเป็น "1"

"1" = เริ่มสุ่มสัญญาณทันทีที่การเปลี่ยนสัญญาณครั้งล่าสุดเสร็จสิ้นลง ทำให้บิต SAMP เซตอัตโนมัติ

บิต 1 – SAMP (A/D Sample Enable bit) : บิตเอ็นเอเบิลการสุ่มสัญญาณของโมดูล ADC

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

"0" = เลือกให้พักการทำงานของวงจร S/H หรือดิสเอเบิลการสุ่มสัญญาณ

"1" = เลือกใช้วงจร S/H อย่างน้อยหนึ่งวงจรทำการสุ่มสัญญาณหรือเอ็นเอเบิลให้เกิดการสุ่มสัญญาณ

- เมื่อบิต ASAM = "0" การเขียนข้อมูล "1" มาบิตนี้จะเป็นการกระตุ้นให้เริ่มสุ่มสัญญาณ
- เมื่อบิต SSRC = "000" การเขียนข้อมูล "0" มาที่บิตนี้จะเป็นการกำหนดให้หยุดสุ่มสัญญาณแล้วเริ่มต้นกระบวนการแปลงสัญญาณ

บิต 0 – DONE (A/D Conversion Status bit) : บิตแสดงสถานการณ์แปลงสัญญาณอะนาลอกเป็นดิจิตอล

"0" = การแปลงสัญญาณยังไม่เสร็จสิ้น

"1" = การแปลงสัญญาณเสร็จสิ้น

บิตนี้สามารถเคลียร์ได้ด้วยกระบวนการทางซอฟต์แวร์หรือเริ่มต้นการเปลี่ยนแปลงในรอบใหม่ นอกจากนั้นการเคลียร์บิตนี้จะไม่กระทบต่อการทำงานของวงจรแปลงสัญญาณอะนาลอกเป็นดิจิตอลแต่อย่างใด

บิต 15	บิต 14	บิต 13	บิต 12	บิต 11	บิต 10	บิต 9	บิต 8
VCFG2	VCFG1	VCFG0	-	-	CSCNA	CHPS1	CHPS0
R/W -0	R/W -0	R/W -0	U -0	U -0	R/W -0	R/W -0	R/W -0
บิต 7	บิต 6	บิต 5	บิต 4	บิต 3	บิต 2	บิต 1	บิต 0
BUFS	-	SMPI3	SMPI2	SMPI1	SMPI0	BUFM	ALTS
R/W -0	U -0	R/W -0	R/W -0	R/W -0	R/W -0	R/W -0	R/W -0

รูปที่ 28 ADCON2 (A\D Control Register 2) รีจิสเตอร์ควบคุมโมดูล ADC ตัวที่ 2

บิต 15 ถึง 13 – VCFG0 (Voltage Reference Configuration bit) : บิตกำหนดแรงดันอ้างอิงสำหรับใช้ในโมดูล ADC

ค่าข้อมูล	แรงดันอ้างอิงด้านสูง V_{REFH}	แรงดันอ้างอิงด้านต่ำ V_{REFH}
"000"	จากขาAVDD (ปกติมีค่า +5)	จากขา AVSS (ปกติต่อลงกราวด์)
"001"	จากภายนอกผ่านขา VREF+	จากขา AVSS (ปกติต่อลงกราวด์)
"010"	จากขาAVDD (ปกติมีค่า +5)	จากภายนอกผ่านขา VREF-
"011"	จากภายนอกผ่านขา VREF+	จากภายนอกผ่านขา VREF-
"1xx"	จากขาAVDD (ปกติมีค่า +5)	จากขา AVSS (ปกติต่อลงกราวด์)

บิต 12 และ 11 ไม่ใช้งาน กำหนดเป็น "0"

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บิต 10 – CSCN (Scan Input Selections for CHO+ S/H Input for MUX A Input Multiplexer Setting bit) : บิตเลือกการสแกนช่องสัญญาณของวงจร S/H ผ่านมัลติเพล็กเซอร์ A

"0" = ไม่มีการสแกนอินพุต

"1" = กำหนดให้มีการสแกนอินพุต

บิต 9 และ 8 – CHPS1 และ CHPS0 (Selects Channels Utilized bits) : บิตเลือกกลุ่มของช่องสัญญาณผ่านวงจร S/H

"00" = ต้องการแปลงวงจร S/H และ CH0

"01" = ต้องการแปลงวงจร S/H และ CH0 และ CH1

"1x" = ต้องการแปลงวงจร S/H และ CH0, CH1, CH2 และ CH3

เมื่อบิต SIMSAM (บิต 3 ในรีจิสเตอร์ ADCON1) = "0" จะมีการสุ่มสัญญาณจากทุกช่อง

เมื่อบิต SIMSAM = "1" การเลือกช่องสัญญาณจะกระทำผ่านบิต CHPS1 และ CHPS0

บิต 7 – BUFS (Buffer Fill Status bit) : บิตแสดงสถานะบัฟเฟอร์

จะมีการแสดงผลเกิดขึ้นเมื่อบิต BUFM ถูกเซตเป็น "1" (รีจิสเตอร์ ADRES แบ่งเป็น 2 ส่วน ส่วนละ 8 เวิร์ด)

"0" = แจ้งว่า ขณะนี้โมดูล ADC กำลังเขียนข้อมูลลงในบัฟเฟอร์ที่ตำแหน่ง 0x0 – 0x ผู้พัฒนาโปรแกรมสามารถเข้าถึงข้อมูลในบัฟเฟอร์ที่ตำแหน่ง 0x8 – 0xF ได้

"1" = "0" = แจ้งว่า ขณะนี้โมดูล ADC กำลังเขียนข้อมูลลงในบัฟเฟอร์ที่ตำแหน่ง 0x8 – 0x7 ผู้พัฒนาโปรแกรมสามารถเข้าถึงข้อมูลในบัฟเฟอร์ที่ตำแหน่ง 0x80– 0x7 ได้

บิต 6 ไม่ใช้งานกำหนดเป็น "0"

บิต 5 ถึง 2 – SMPI3 ถึง SMPI0 (Sample/Convert Sequences Per Interrupt Selection bit) : บิตเลือกการเกิดอินเตอร์รัปต์ในกระบวนการสุ่มและแปลงสัญญาณในโมดูล ADC

"0000" = เกิดอินเตอร์รัปต์เมื่อการแปลงสัญญาณเสร็จสิ้นทุกลำดับของกระบวนการสุ่มและแปลงสัญญาณ

"0001" = เกิดอินเตอร์รัปต์เมื่อการแปลงสัญญาณเสร็จสิ้นทุกๆลำดับที่ 2 ของกระบวนการสุ่มและแปลงสัญญาณ

"0010" = เกิดอินเตอร์รัปต์เมื่อการแปลงสัญญาณเสร็จสิ้นทุกๆลำดับที่3 ของกระบวนการสุ่มและแปลงสัญญาณ

"0011" = เกิดอินเตอร์รัปต์เมื่อการแปลงสัญญาณเสร็จสิ้นทุกๆลำดับที่ 4 ของกระบวนการสุ่มและแปลงสัญญาณ

"0100" = เกิดอินเตอร์รัปต์เมื่อการแปลงสัญญาณเสร็จสิ้นทุกๆลำดับที่ 5 ของกระบวนการสุ่มและแปลงสัญญาณ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

"0101" = เกิดอินเตอร์รัปต์เมื่อการแปลงสัญญาณเสร็จสิ้นทุกๆลำดับที่ 6 ของกระบวนการสุ่มและแปลงสัญญาณ

"0110" = เกิดอินเตอร์รัปต์เมื่อการแปลงสัญญาณเสร็จสิ้นทุกๆลำดับที่ 7 ของกระบวนการสุ่มและแปลงสัญญาณ

"0111" = เกิดอินเตอร์รัปต์เมื่อการแปลงสัญญาณเสร็จสิ้นทุกๆลำดับที่ 8 ของกระบวนการสุ่มและแปลงสัญญาณ

"1000" = เกิดอินเตอร์รัปต์เมื่อการแปลงสัญญาณเสร็จสิ้นทุกๆลำดับที่ 9 ของกระบวนการสุ่มและแปลงสัญญาณ

"1001" = เกิดอินเตอร์รัปต์เมื่อการแปลงสัญญาณเสร็จสิ้นทุกๆลำดับที่10 ของกระบวนการสุ่มและแปลงสัญญาณ

"1010" = เกิดอินเตอร์รัปต์เมื่อการแปลงสัญญาณเสร็จสิ้นทุกๆลำดับที่ 11 ของกระบวนการสุ่มและแปลงสัญญาณ

"1011" = เกิดอินเตอร์รัปต์เมื่อการแปลงสัญญาณเสร็จสิ้นทุกๆลำดับที่ 12 ของกระบวนการสุ่มและแปลงสัญญาณ

"1100" = เกิดอินเตอร์รัปต์เมื่อการแปลงสัญญาณเสร็จสิ้นทุกๆลำดับที่ 13 ของกระบวนการสุ่มและแปลงสัญญาณ

"1101" = เกิดอินเตอร์รัปต์เมื่อการแปลงสัญญาณเสร็จสิ้นทุกๆลำดับที่ 14 ของกระบวนการสุ่มและแปลงสัญญาณ

"1110" = เกิดอินเตอร์รัปต์เมื่อการแปลงสัญญาณเสร็จสิ้นทุกๆลำดับที่ 15 ของกระบวนการสุ่มและแปลงสัญญาณ

"1111" = เกิดอินเตอร์รัปต์เมื่อการแปลงสัญญาณเสร็จสิ้นทุกๆลำดับที่ 16 ของกระบวนการสุ่มและแปลงสัญญาณ

บิต 1 – BUFM (Buffer Mode Select bit) : บิตเลือกโหมดของบัฟเฟอร์

"0" = กำหนดให้บัฟเฟอร์มีความจุ 16 เวิร์ด มีชื่อเป็น ADCBUF0 ถึง ADCBUF15

"1" = แบ่งบัฟเฟอร์เป็น 2 ส่วน ส่วนละ2 ส่วน ส่วนละ 8 เวิร์ด คือ รีจิสเตอร์ ADCBUF8 ถึง 15 รีจิสเตอร์ ADCBUF7 ถึง ADCBUF0

บิต 0 – ALTS (Alternate Input Sample Mode Select bit) : บิตเลือกโหมดการทำงานของอินพุตมัลติเพล็กเซอร์

"1" = เลือกใช้อินพุต A สำหรับการสุ่มสัญญาณครั้งแรก จากนั้นสลับกันระหว่างอินพุต A และ B

"0" = เลือกใช้อินพุต A ตลอกการทำงาน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บิต 15	บิต 14	บิต 13	บิต 12	บิต 11	บิต 10	บิต 9	บิต 8
-	-	-	SAMC4	SAMC3	SAMC2	SAMC1	SAMC0
U -0	U -0	U -0	R/W -0	R/W -0	R/W -0	R/W -0	R/W -0
บิต 7	บิต 6	บิต 5	บิต 4	บิต 3	บิต 2	บิต 1	บิต 0
ADRC	-	ADCS5	ADCS4	ADCS3	ADCS2	ADCS1	ADCS0
R/W -0	U -0	R/W -0	R/W -0	R/W -0	R/W -0	R/W -0	R/W -0

รูปที่ 29 ADCON3 (A\D Control Register 3) รีจิสเตอร์ควบคุมโมดูล ADC ตัวที่ 3

บิต 15 ถึง 13 ไม่ใช้งาน กำหนดเป็น “0”

บิต 12 ถึง 8 – SAMC4 ถึง SAMC0 (Auto-Sample Time bit) : บิตเลือกค่าเวลาในการสุ่มสัญญาณนาฬิกาสำหรับการแปลงสัญญาณอัตโนมัติ

“00000” = 0 T_{AD} (กำหนดได้ในกรณีที่เลือกใช้วงจร S/H มากกว่าหนึ่งวงจร)

“00001” = 1 T_{AD}

“00010” = 2 T_{AD}

……..

“11111” = 31 T_{AD}

บิต 7 – ADRC (A/D Conversion Clock Source bit) : บิตเลือกแหล่งกำเนิดสัญญาณนาฬิกาสำหรับการแปลงสัญญาณ

“0” = ใช้จากสัญญาณนาฬิกาหลักของระบบ

“1” = ใช้จากวงจรRC ภายในโมดูล ADC

บิต 6 ไม่ใช้งาน กำหนดเป็น “0”

บิต 5 ถึง 0 – ADCS5 ถึง ADCS0 (A/D Conversion Clock Source bit) : บิตเลือกค่าเวลาที่ใช้ในการแปลงสัญญาณ

“000000” = 0.5T_{CY} x (000000+ 1) = 0.5 T_{CY}

“000001” = 0.5T_{CY} x (000001+ 1) = T_{CY}

……

“111111” = 0.5T_{CY} x (111111+ 1) = 32 x T_{CY}

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บิต 15	บิต 14	บิต 13	บิต 12	บิต 11	บิต 10	บิต 9	บิต 8
CH123NB1	CH123NB0	CH123SB	CH0NB	CH0SB3	CH0SB2	CH0SB1	CH0SB0
R/W -0	R/W -0	R/W -0	R/W -0	R/W -0	R/W -0	R/W -0	R/W -0
บิต 7	บิต 6	บิต 5	บิต 4	บิต 3	บิต 2	บิต 1	บิต 0
CH123NA1	CH123NA0	CH123SA	CH0NA	CH0SA3	CH0SA2	CH0SA1	CH0SA0
R/W -0	R/W -0	R/W -0	R/W -0	R/W -0	R/W -0	R/W -0	R/W -0

รูปที่ 30 ADCHS (A\D Input Select Register) รีจิสเตอร์เลือกช่องของวงจร S\H ที่ต่อกับขาพอร์ตอินพุตอะนาลอกที่ต้องการแปลงสัญญาณ

บิต 15 และ 14 – CH123NB1 และ CH123NB0 (Channel 1, 2, 3 Negative Input Select for MUX B Multiplexer Setting bit) : บิตเลือกช่องอินพุตลบของวงจร S&H ช่อง CH1, CH2 และ CH3 สำหรับมัลติเพล็กเซอร์ B

"11" = อินพุตลบของ CH1 ต่อกับอินพุต AN9, อินพุตลบของ CH2 ต่อกับอินพุต AN10, อินพุตลบของ CH3 ต่อกับอินพุต AN11

"10" = อินพุตลบของ CH1 ต่อกับอินพุต AN6, อินพุตลบของ CH2 ต่อกับอินพุต AN7, อินพุตลบของ CH3 ต่อกับอินพุต AN8

"00" และ "01" = อินพุตลบของ CH1, CH2 และ CH3 ต่อกับVREF-ใช้ในรูปที่ 8-1 ประกอบ

บิต 13 – CH123SB (Channel 1, 2, 3 Positive Input Select for MUX B Multiplexer Setting bit) : บิตเลือกช่องอินพุตบวกของวงจร S&H ช่อง CH1, CH2 และ CH3 สำหรับมัลติเพล็กเซอร์ B

"1" = CH1 positive input is AN3, CH2 positive input is AN4, CH3 positive input is AN5

"0" = อินพุตบวกของ CH1 ต่อกับอินพุต AN0, อินพุตบวกของ CH2 ต่อกับอินพุต AN1, อินพุตบวกของ CH3 ต่อกับอินพุต AN2

บิต 12 – CH0NB (Channel 0 Negative Input Select for MUX B Multiplexer Setting bit) : บิตเลือกช่องอินพุตลบของวงจร S&H ช่อง CH0 สำหรับมัลติเพล็กเซอร์ B

"0" = อินพุตลบของ CH0 ต่อกับ VREF-

"1" = อินพุตลบของ CH0 ต่อกับ AN1

บิต 11 ถึง 8 CH0NB3 และ CH0NB0 (Channel 0 Positive Input Select for MUX B Multiplexer Setting bit) : บิตเลือกช่องอินพุตบวกของวงจร S&H ช่อง CH0 สำหรับมัลติเพล็กเซอร์ B

"0000" = อินพุตบวกของวงจรCH0 ต่อกับขา AN0

"0001" = อินพุตบวกของวงจรCH0 ต่อกับขา AN1

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

.....

"1110" = อินพุตบวกของวงจรCH0 ต่อกับขา AN14

"1111" = อินพุตบวกของวงจรCH0 ต่อกับขา AN15

บิต 7 และ 6 – CH123NA1และ CH123NA0 (Channel 1, 2, 3 Negative Input Select for MUX A Multiplexer Setting bits) : บิตเลือกช่องอินพุตลบของวงจร S&H ช่อง CH1, CH2 และ CH3 สำหรับมัลติเพล็กเซอร์ A

"11" = อินพุตลบของ CH1 ต่อกับอินพุต AN9, อินพุตลบของ CH2 ต่อกับอินพุต AN10, อินพุตลบของ CH3 ต่อกับอินพุต AN11

"10" = อินพุตลบของ CH1 ต่อกับอินพุต AN6, อินพุตลบของ CH2 ต่อกับอินพุต AN7, อินพุตลบของ CH3 ต่อกับอินพุต AN8

"00" และ "01" = อินพุตลบของ CH1, CH2 และ CH3 ต่อกับ VREF-

บิต 5 – CH123SA (Channel 1, 2, 3 Negative Input Select for MUX B Multiplexer Setting bit) : บิตเลือกช่องอินพุตลบของวงจร S&H ช่อง CH0 ต่อกับขา สำหรับมัลติเพล็กเซอร์ A

"1" = CH1 positive input is AN3, CH2 positive input is AN4, CH3 positive input is AN5

"0" = อินพุตบวกของ CH1 ต่อกับอินพุต AN0, อินพุตลบของ CH2 ต่อกับอินพุต AN1, อินพุตบวกของ CH3 ต่อกับอินพุต AN2

บิต 4 – CH0NA (Channel 0 Negative Input Select for MUX A Multiplexer Setting bit) : บิตเลือกช่องอินพุตบวกของวงจร S&H ช่อง CH0 สำหรับมัลติเพล็กเซอร์ A

"0" = อินพุตลบของ CH0 ต่อกับ VREF-

"1" = อินพุตลบของ CH0 ต่อกับ AN1

บิต 3 ถึง 0 – CH123SA3 ถึง CH0SA0 (Channel 0 Positive Input Select for MUX A Multiplexer Setting bits) : บิตเลือกช่องอินพุตลบของวงจร S&H ช่อง CH1, CH2 และ CH3 สำหรับมัลติเพล็กเซอร์ A

"0000" = อินพุตบวกของ CH0 ต่อกับ AN0

"0001" = อินพุตบวกของ CH0 ต่อกับ AN1

.....

"1101" = อินพุตบวกของ CH0 ต่อกับ AN13

"1110" = อินพุตบวกของ CH0 ต่อกับ AN14

"1111" = อินพุตบวกของ CH0 ต่อกับ AN15

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บิต 15	บิต 14	บิต 13	บิต 12	บิต 11	บิต 10	บิต 9	บิต 8
PCFG15	PCFG14	PCFG13	PCFG12	PCFG11	PCFG10	PCFG9	PCFG8
R/W -0	R/W -0	R/W -0	R/W -0	R/W -0	R/W -0	R/W -0	R/W -0
บิต 7	บิต 6	บิต 5	บิต 4	บิต 3	บิต 2	บิต 1	บิต 0
PCFG7	PCFG6	PCFG5	PCFG4	PCFG3	PCFG2	PCFG1	PCFG0
R/W -0	R/W -0	R/W -0	R/W -0	R/W -0	R/W -0	R/W -0	R/W -0

รูปที่ 31 ADPCFG (A\D Port Configuration Register) รีจิสเตอร์กำหนดค่าทางฮาร์ดแวร์ ของพอร์ตอินพุตอะนาลอก

รีจิสเตอร์ตัวนี้สามารถรองรับการกำหนดค่าของพอร์ตอินพุตอะนาลอกได้ครบทั้ง 16 ช่อง (กรณีที่ใช้ dsPIC เบอร์ใหญ่ที่มีอินพุตครบ 16 ช่อง) โดยการกำหนดนี้จะอย่างกันอย่างอิสระ เริ่มจากบิตของอินพุต 15 (PCFG15) สำหรับกำหนดค่าของอินพุต AN15 ไล่ไปตามอันดับจนถึงบิต 0 (PCFG0) สำหรับกำหนดค่าของอินพุต AN0 สำหรับ dsPIC30F2010 มี 6 ช่อง จึงใช้งานเพียง 6 บิต PCFG0 - PCFG5

"0" = กำหนดให้อินพุตอะนาลอกทำงานในโหมดอะนาลอก

"1" = กำหนดให้อินพุตอะนาลอกทำงานในโหมดดิจิตอล

บิต 15	บิต 14	บิต 13	บิต 12	บิต 11	บิต 10	บิต 9	บิต 8
CSSL15	CSSL14	CSSL13	CSSL12	CSSL11	CSSL10	CSSL9	CSSL8
R/W -0	R/W -0	R/W -0	R/W -0	R/W -0	R/W -0	R/W -0	R/W -0
บิต 7	บิต 6	บิต 5	บิต 4	บิต 3	บิต 2	บิต 1	บิต 0
CSSL7	CSSL6	CSSL5	CSSL4	CSSL3	CSSL2	CSSL1	CSSL0
R/W -0	R/W -0	R/W -0	R/W -0	R/W -0	R/W -0	R/W -0	R/W -0

รูปที่ 32 ADCSS (A\D Input Scan Select Register) รีจิสเตอร์เลือกช่องวงจร S\H ที่ต่ออินพุตที่ต้องการแปลงสัญญาณ

รีจิสเตอร์ตัวนี้ใช้กำหนดให้วงจรแปลงสัญญาณอนาลอกเป็นดิจิตอลมาอ่านค่าจากอินพุตแบบเรียงอันดับอัตโนมัติ ซึ่งสามารถเลือกได้ว่า ต้องการให้อ่านค่าจากช่องใดบ้าง การกำหนดค่าของรีจิสเตอร์ตัวน้าสามารถรองรับอินพุตอะนาลอกได้ครบทั้ง 16 ช่อง (กรณีที่ใช้ dsPIC เบอร์ใหญ่ที่มีอินพุตอะนาลอกครบ 16 ช่อง) โดยการกำหนดนี้จะอย่างกันอย่างอิสระ เริ่มจากบิต15 (CSSL0) สำหรับกำหนดค่าของอินพุต AN15 ไล่ไปตามอันดับจนถึงบิต 0 (CSSL0) สำหรับการกำหนดค่าของอินพุต AN0 สำหรับ dsPIC30F2010 มี 6 ช่อง จึงใช้งานเพียง 6 บิต คือ CSSL0 – CSSL5

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

"0" = ไม่อ่านค่าจากอินพุตนี้

"1" = เลือกอ่านค่าจากอินพุต

2.3.7 บัฟเฟอร์เก็บผลลัพธ์จากการแปลงสัญญาณของโมดูล ADC

มีชื่อเรียกว่า ADCBUF เป็นหน่วยความจำแรมขนาด 16 บิต มีทั้งสิ้น 16 ตัว หรืออาจกล่าวได้ว่า เป็นบัฟเฟอร์ 16 เวิร์ด จึงสามารถกำหนดชื่อเรียกได้เป็น ADCBUF0, ADCBUF1, ADCBUF2,…. ADCBUFE,

ADCBUFF ใช้สำหรับเก็บค่าผลลัพธ์ที่ได้จาการแปลงสัญญาณของวงจรแปลงสัญญาณอนาลอกเป็นดิจิตอลชั่วคราว ก่อนที่จะส่งไปจัดรูปแบบข้อมูล และถ่ายทอดต่อไปยังบัสของระบบต่อไป

2.3.8 การกำหนดค่าที่ใช้ในโมดูล ADC มีขั้นตอนดังนี้

2.3.8.1 ตั้งค่าของโมดูล ADC

1. เลือกขาพอร์ตให้ทำงานเป็นอินพุตอะนาลอกที่รีจิสเตอร์ ADPCFG

2. เลือกแหล่งจ่ายแรงดันอ้างอิงให้เหมาะสมกับย่านแรงดันอะนาลอกทางอินพุตที่บิต 15 และ 13 ของรีจิสเตอร์ ADCON2

3. เลือกสัญญาณนาฬิกาสำหรับการแปลงสัญญาณที่บิต 5 ถึง 0 ของรีจิสเตอร์ ADCON3

4. กำหนดจำนวนช่องของวงจร ที่ต้องใช้ที่บิต 9 และ 8 ของรีจิสเตอร์ ADCON2 และรีจิสเตอร์ ADPCFG

5. กำหนดวิธีการสุ่มสัญญาณที่บิต 3 ADCON2 และรีจิสเตอร์ ADPCFG

6. กำหนดวิธีการสุ่มสัญญาณที่บิต 3 ของรีจิสเตอร์ ADCON1 และรีจิสเตอร์ ADCSSL

7. กำหนดจำนวนอินพุตที่ต้องทำรวมกับวงจร S/H ที่รีจิสเตอร์ ADCHS

8. เลือกลำดับการสุ่มและแปลงสัญญาณที่บิต 6 ถึง 0 ของรีจิสเตอร์ ADCON1 และ บิต 12 ถึง 8 ของรีจิสเตอร์ ADCON3

9. เลือกรูปแบบของผลลัพธ์ที่ต้องการที่บิต 9 ถึง 8 ของรีจิสเตอร์ ADCON1

10. เลือกการอินเตอร์รัปต์ที่บิต 9 ถึง 5 ของรีจิสเตอร์ ADCON2

11. เปิดการทำงานของโมดูล ADC ที่บิต 15 ของรีจิสเตอร์ ADCON1

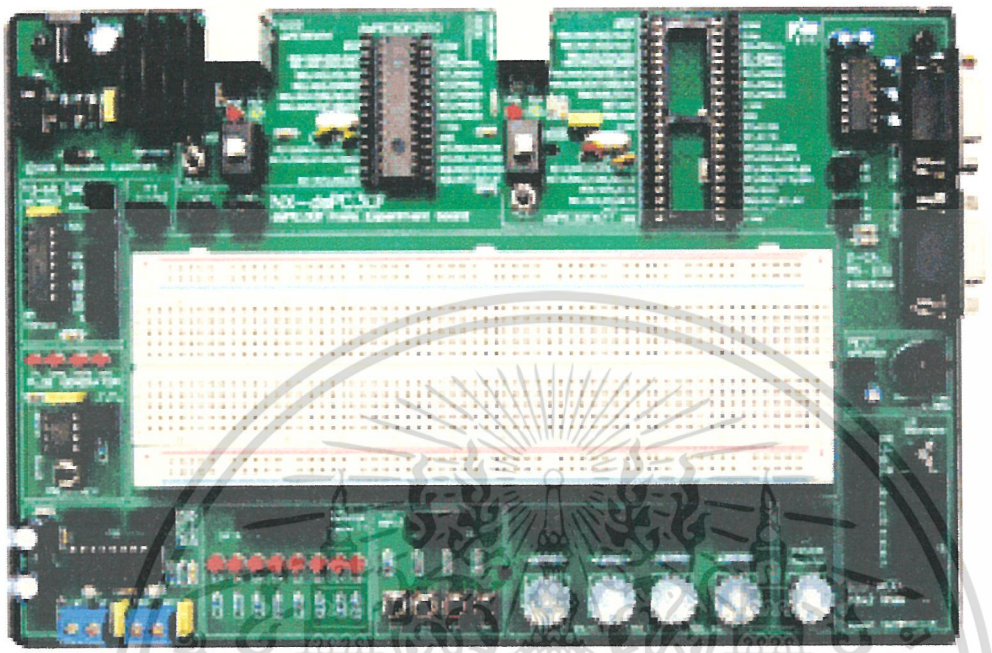
2.3.8.2 กำหนดการอินเตอร์รัปต์ (ถ้าต้องการ)

1. เคลียร์บิต ADIF

2. เลือกลำดับความสำคัญของการอินเตอร์รัปต์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.4 คุณสมบัติของบอร์ด NX-dsPIC30F



รูปที่ 33 บอร์ด **NX-dsPIC30F**

1. ใช้ได้กับไมโครคอนโทรลเลอร์ dsPIC ตัวถัง DIP ขนาด 28 และ 40 ขา บนบอร์ด ใช้เบอร์ dsPIC30F2010 ติดตั้งบนบนซ็อกเก็ต 28 ขา ส่วนซ็อกเก็ต 40 ขา รองรับถึงเบอร์ dsPIC30F4011 (ไมโครคอนโทรลเลอร์ dsPIC รุ่น 40 ขา เป็นอุปกรณ์เสริม)
2. โปรแกรมและดีบักได้ด้วย ICDX-30 ของ i-nex หรือ ICD2 ของ Microchip (จัดซื้อแยก)
3. เลือกโหมดการโปรแกรมและรันด้วยสวิตช์กด พร้อมไฟแสดงสถานะ โดยแยกกันอิสระทั้งรุ่น 28 และ 40 ขา จึงทำให้สามารถทดลองไมโครคอนโทรลเลอร์ได้พร้อมกันทั้งสองตัว ถ้ามีการติดตั้งครบ
4. ความถี่สัญญาณนาฬิกา7.3728MHz สำหรับ dsPIC รุ่น 28 ขา และ 4MHz สำหรับรุ่น 40 รุ่น
5. มีจุดต่อขาพอร์ตสำหรับทดลองและใช้งานครบทุกขา
6. จุดต่อแรงดัน+5V และ GND สำหรับทดลอง
7. LED แสดงผล 8 ดวง พร้อมตัวต้านทานจำกัดกระแส ทำงานที่ลอจิก “1”
8. สวิตช์กดติดปล่อยดับ 4 ชุด พร้อมตัวต้านทานพูลอัป ทำงานที่ลอจิก “0”
9. วงจรเชื่อมต่อคอมพิวเตอร์ผ่านพอร์ตอนุกรม RS-232 จำนวน 2 ชุด
10. คอนเน็กเตอร์เชื่อมต่อโมดูล LCD แบบอักขระ พร้อมวงจรปรับความสว่าง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

11. แหล่งจ่ายแรงดันปรับค่าได้ 0-5V สำหรับทดลองการแปลงสัญญาณอะนาลอกเป็นดิจิตอล 4 ชุด

12. วงจรกำเนิดสัญญาณพัลส์ความถี่ 1Hz, 10Hz, 100Hz และ 1kHz เลือกด้วยสวิตช์ พร้อมไฟแสดง

13. ใช้ไฟเลี้ยง +9V ถึง +16V จากภายนอกผ่านแจ็กแดปเตอร์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 3
การทดลอง

การทำงานในช่วงแรกจะเน้นในเรื่องของการศึกษาข้อมูลต่างๆ เกี่ยวกับไมโครคอนโทรลเลอร์ dsPIC30F2010 บอร์ด **NX-dsPIC30F** โดยนำไปควบคุม IC ที่ใช้หลักการการส่งผ่านข้อมูลอนุกรม โดยนำเสนอในรูปของนาฬิกาดิจิตอล หลังจากนั้นก็เป็นการออกแบบโครงสร้างการส่งผ่านข้อมูลอนุกรม ซึ่งในการออกแบบนี้จะใช้การประมวลผลของไมโครคอนโทรลเลอร์ ในการออกแบบและทดลองการส่งผ่านข้อมูลอนุกรมในรูปแบบของนาฬิกาดิจิตอล จึงต้องมีการเซตค่าโดยใช้สวิตช์ในการเซตค่าต่างๆเพื่อให้เหมาะสมกับคุณสมบัติไอซีที่ใช้ จึงต้องใช้ความละเอียดในการเขียนโปรแกรมในการคอนโทรลเลอร์เพื่อให้นาฬิกาดิจิตอลแสดงผล

โปรแกรมและการทดลองการส่งผ่านข้อมูลอนุกรมโดยแสดงผลในรูปนาฬิกาดิจิตอลโดยเน้นการใช้สวิตช์ในการเซตค่าต่างๆ เมื่อเซตค่าต่างๆ ได้จะทำให้สามารถนำไปประยุกต์ใช้งานอย่างอื่นได้มากมาย

3.1 ขั้นตอนการทำงาน

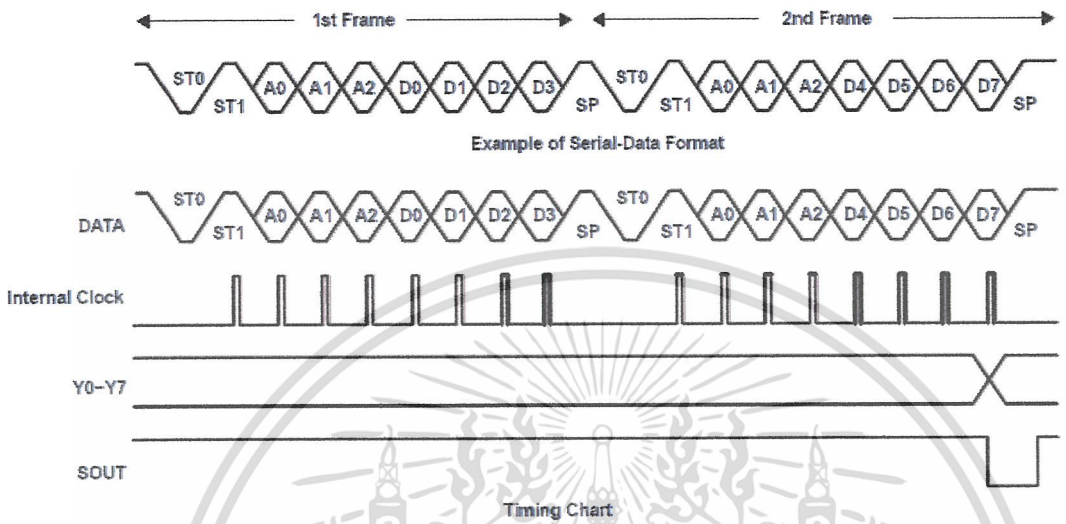
1. ศึกษาคุณสมบัติทางเทคนิคหลักการและวิธีการใช้บอร์ด NX-dsPIC30F รวมทั้งชุดคำสั่งและฟังก์ชั่นการทำงานต่างๆ
2. ศึกษาโครงสร้างทางสถาปัตยกรรมของ ไมโครคอนโทรลเลอร์ dsPIC30F20120 และทำการทดลองเขียนโปรแกรมโดยใช้ฟังก์ชันการทำงานของ ไมโครคอนโทรลเลอร์ dsPIC30F20120
3. ทำการเขียนโปรแกรมบนไมโครคอนโทรลเลอร์ dsPIC30F20120 เพื่อทำการติดต่อสื่อสารและควบคุมบอร์ดในการแสดงผล
4. ทำการออกแบบและการสร้างแบบจำลองการส่งผ่านข้อมูลอนุกรมโดยแสดงในรูปนาฬิกาดิจิตอลโดยใช้ไมโครคอนโทรลเลอร์ dsPIC30F20120 เป็นตัวประมวลผล
5. ทำการเขียนโปรแกรมควบคุมการส่งผ่านข้อมูลอนุกรมโดยแสดงผลในรูปของนาฬิกาดิจิตอล
6. ทำการทดลองปรับปรุงและแก้ไขให้นาฬิกาแสดงผลตามเวลา
7. นำหลักการและวิธีการการเซตค่าต่างๆของการใช้งานนี้ไปประยุกต์ใช้แสดงผลออกเป็นรูปแบบอื่นๆ

3.2 การทำงาน Data Transmission protocol

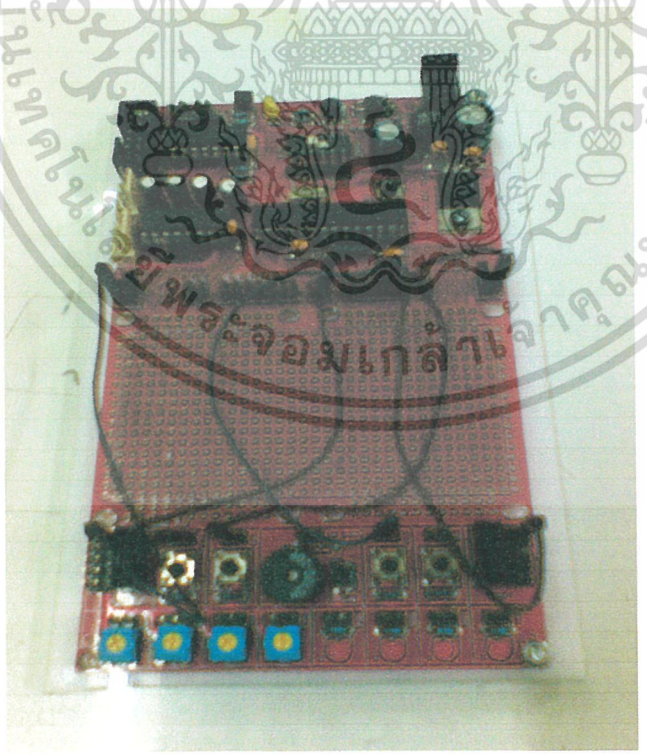
มีการส่งข้อมูลทีละ 8 บิตโดยมีการส่งทีละเฟลม ใน 1 เฟลมมี 8 บิต บิตแรกเป็น bit start bit ที่ 2 ,3, 4 เป็น bit address bit ที่ 5 ,6, 7, 8 เป็น bit data เมื่อส่งเฟลมแรกเสร็จแล้ว ไอซี SN74LV8153 จะเก็บข้อมูลของเฟลมแรกไว้ หลังจากนั้นเมื่อมีการส่งเฟลมที่2 มา จะนำข้อมูลทั้ง 2

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เฟลม มารวมกัน และตรวจสอบ address ว่าตรงกับ address ที่ตั้งไว้หรือไม่ หาก address ที่ส่งมาตรงกับที่ตั้งไว้ ก็จะนำค่าข้อมูลนั้นมาแสดงผล

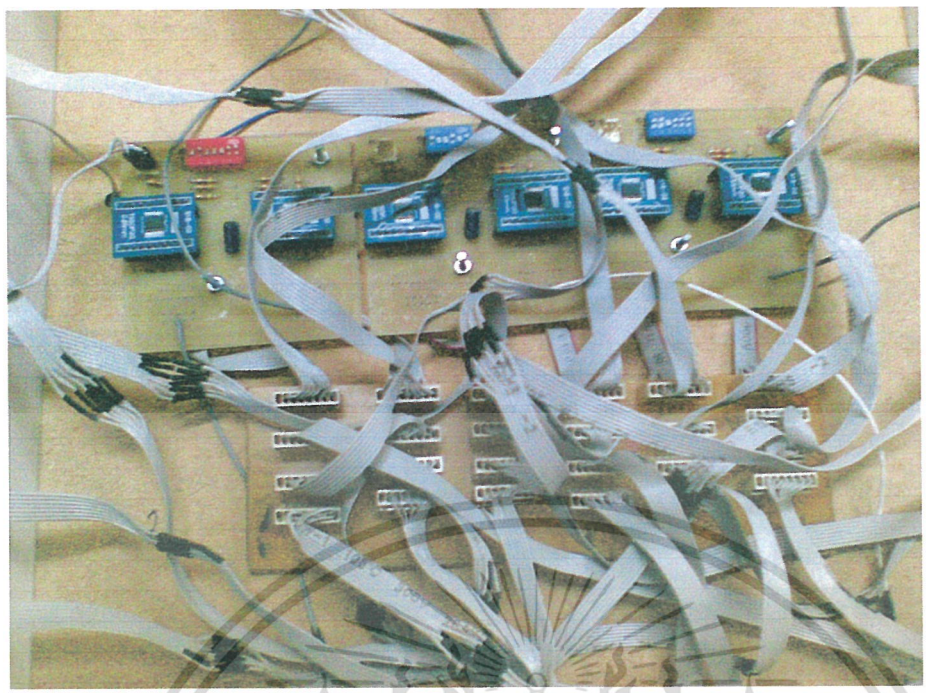


รูปที่ 34 Data Transmission protocol

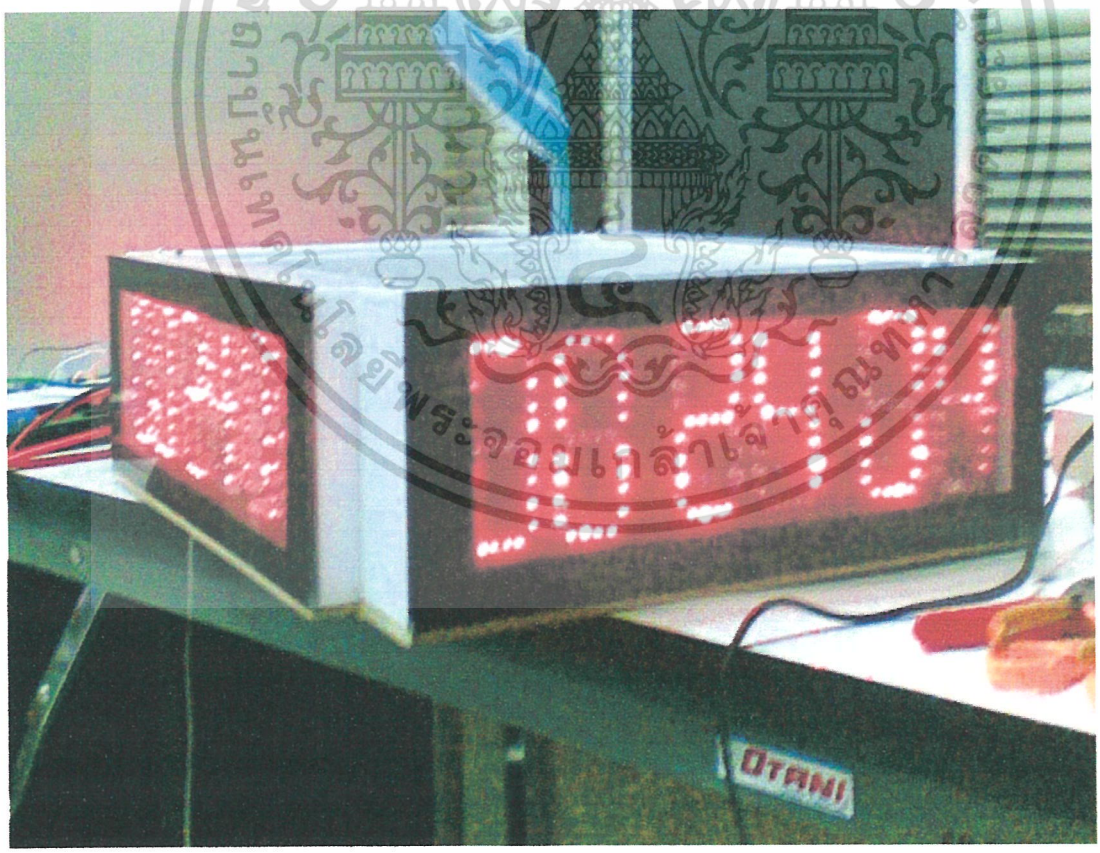


รูปที่ 35 แผงวงจรการทำงาน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



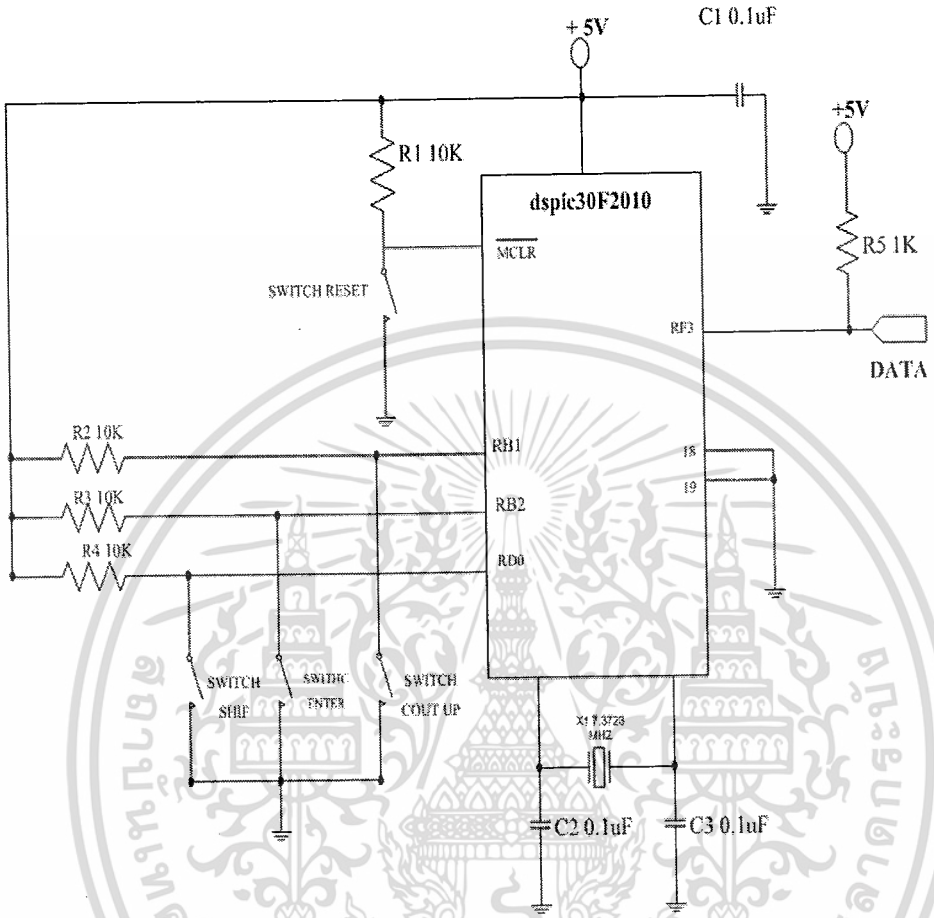
รูปที่ 36 การใช้งาน IC SN74LV8153



รูปที่ 37 ผลการแสดง

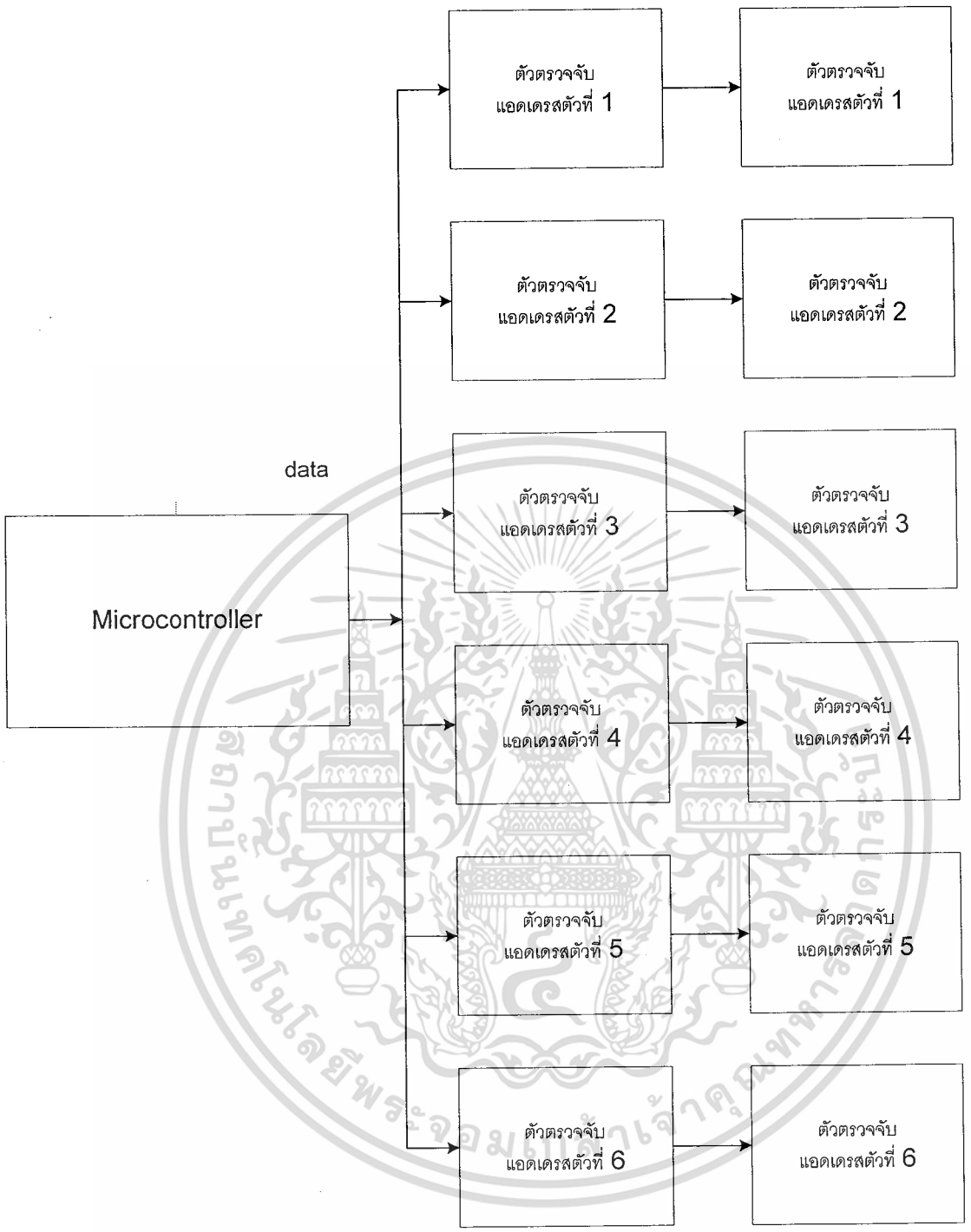
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.3 วงจรไมโครคอนโทรลเลอร์



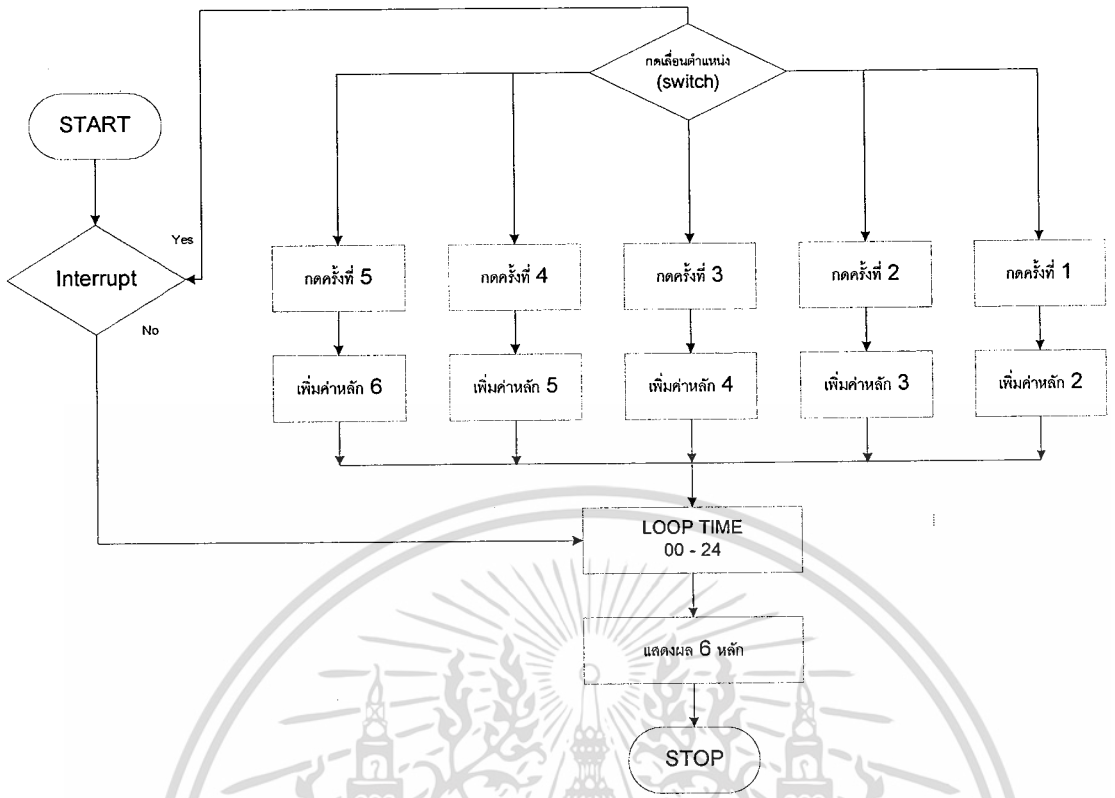
รูปที่ 38 วงจรไมโครคอนโทรลเลอร์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 39 Flow Chart การทำงานของระบบ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 40 Flow Chart การทำงานในระบบของนาฬิกาดิจิตอล

3.4 แผนการดำเนินงาน

การดำเนินการจะแบ่งออกเป็น 2 ช่วงคือ

1.การดำเนินการในส่วนของ Project 1 ซึ่งอยู่ระหว่างเดือน มิถุนายน - กันยายน 2551

2.การดำเนินการในส่วนของ Project ซึ่งอยู่ระหว่างเดือน พฤศจิกายน 2551 ถึง เดือน กุมภาพันธ์ 2552

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1. การดำเนินการช่วงที่1 project

ความก้าวหน้า	เดือนมิถุนายน				เดือนกรกฎาคม				เดือนสิงหาคม				เดือนกันยายน			
ขั้นที่ 1																
ขั้นที่ 2																
ขั้นที่ 3																
ขั้นที่ 4																
ขั้นที่ 5																

2. การดำเนินการช่วงที่ 2 project 2

ความก้าวหน้า	เดือนพฤศจิกายน				เดือนธันวาคม				เดือนมกราคม				เดือนกุมภาพันธ์			
ขั้นที่ 6																

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 4
สรุปผลและข้อเสนอแนะ

4.1. สรุปผล

ในการทำงานที่ผ่านมาได้ทำการศึกษาข้อมูลต่างๆดังนี้

1. ศึกษาข้อมูลเกี่ยวกับการใช้งานโปรแกรม MPLAB IDEV7.11 และโปรแกรม MPLAB ซึ่งเป็นซอฟต์แวร์ C คอมไพเลอร์ สำหรับใช้แปลงภาษา C ที่เขียนขึ้นแล้วเชื่อมต่อกับ MPLAB เพื่อสร้างไฟล์เครื่องก่อนนำไปดาวน์โหลดลงสู่หน่วยความจำ

2. ศึกษาวิธีการใช้งานการเซตค่าและฟังก์ชันการทำงานของการส่งผ่านข้อมูลอนุกรมโดยแสดงผลออกเป็นนาฬิกาดิจิตอลและนำไปประยุกต์ใช้งานต่อไป

3. ศึกษาข้อมูลเกี่ยวกับคุณสมบัติของไมโครคอนโทรลเลอร์ dsPIC30F2010

4.2 ปัญหาและอุปสรรค์

เซตค่ารีจิสเตอร์ของ dsPIC ยาก

4.3 ข้อเสนอแนะ/ แนวทางการพัฒนาต่อ

1. เขียนโปรแกรมเพื่อนำไปแสดงผลเป็นนาฬิกาดิจิตอล หรือนำไปประยุกต์ให้เป็นข้อมูลข่าวสาร

2. เขียนโปรแกรมเพื่อนำไปควบคุมให้สามารถส่งข้อมูลได้ไกลขึ้นเพื่อลดการสิ้นเปลืองของสายส่ง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บรรณานุกรม

นคร ภักดีชาติ และชัยวัฒน์ ลิ้มพรจิตรวิไล. คู่มือการทดลอง dsPIC Microcontroller เบื้องต้นด้วยโปรแกรมภาษา C กับ MPLAB C30. กรุงเทพฯ : บริษัท อินโนเวตีฟ เอ็กพอริเมนต์ จำกัด.

http://jcom.awardspace.com/ICN_Chapter3-3.doc

http://www.utcbanyat.com/web_mcs51/B8.html

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

TEXAS INSTRUMENTS
www.ti.com

SN74LV8153
SERIAL-TO-PARALLEL INTERFACE

SCLS555 – JUNE 2004

DESCRIPTION

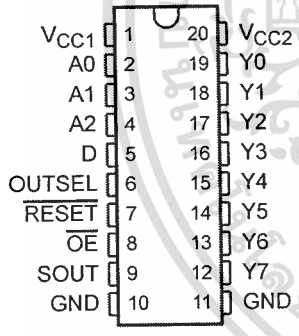
The SN74LV8153 is a serial-to-parallel data converter. It accepts serial input data and outputs 8-bit parallel data.

The automatic data-rate detection feature of the SN74LV8153 eliminates the need for an external oscillator and helps with cost and board real-estate savings.

The OUTSEL pin is used to choose between open collector and push-pull outputs. The open-collector option is suitable when this device is used in applications such as LED interface, where high drive current is required. SOUT is the output that acknowledges reception of the serial data.

To ensure the high-impedance state during power up or power down, $\overline{OE}$ should be tied to V_{CC1} through a pullup resistor; the minimum value of the resistor is determined by the current-sinking capability of the driver.

N OR PW PACKAGE
(TOP VIEW)



FUNCTION TABLE
(each buffer)

INPUTS				OUTPUT	OUTPUT
OUTSEL	$\overline{RESET}$	$\overline{OE}$	Dn	Yn	STRUCTURE
L	H	L	H	L	Open collector
L	H	L	L	H	
L	X	H	X	H	
L	L	X	X	H	
H	H	L	H	H	Push-pull
H	H	L	L	L	
H	X	H	X	Z	
H	L	L	X	L	

In the open-collector mode (OUTSEL = L), the outputs are inverted, e.g., Y1 = l, when D1 = H

FEATURES

- **Single-Wire Serial Data Input**
- **Compatible With UART Serial-Data Format**
- **Up to Eight Devices (64-Bit Parallel) Can Share the Same Bus by Using Different Combinations of A0, A1, A2**
- **Up to 40 mA Current Drive in Open-Collector Mode for Driving LEDs**
- **Outputs Can be Configured as Open-Collector or Push-Pull**
- **Internal Oscillator and Counter for Automatic Data-Rate Detection**
- **Output Levels Are Referenced to V_{CC2} and Can Be Configured From 3 V to 12 V**
- **Latch-Up Performance Exceeds 250 mA Per JESD 17**
- **ESD Protection Exceeds JESD 22**
  - **2000-V Human-Body Model (A114-A)**
  - **1000-V Charged-Device Model (C101)**

SUMMARY OF RECOMMENDED OPERATING CONDITIONS

PARAMETER	
V_{CC1}	3 V to 5.5 V
V_{CC2}	3 V to 13.2 V
I_{OL}	40 mA @ V_{CC2} = 4.5 V (open-collector mode)
I_{OH}	–24 mA @ V_{CC2} = 12 V (push-pull mode)
Maximum Data Rate	24 Kbps

Please be aware that an important notice concerning availability, standard warranty, and use in critical applications of Texas Instruments semiconductor products and disclaimers thereto appears at the end of this data sheet.

PRODUCTION DATA information is current as of publication date. Products conform to specifications per the terms of Texas Instruments standard warranty. Production processing does not necessarily include testing of all parameters.

Copyright © 2004, Texas Instruments Incorporated

สงวนลิขสิทธิ์สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ORDERING INFORMATION

T_A	PACKAGE(1)		ORDERABLE PART NUMBER	TOP-SIDE MARKING
−40°C to 85°C	PDIP – N	Tube	SN74LV8153N	SN74LV8153N
	TSSOP – PW	Tube	SN74LV8153PW	LV8153
		Tape and reel	SN74LV8153PWR	

(1) Package drawings, standard packing quantities, thermal data, symbolization, and PCB design guidelines are available at www.ti.com/sc/package.

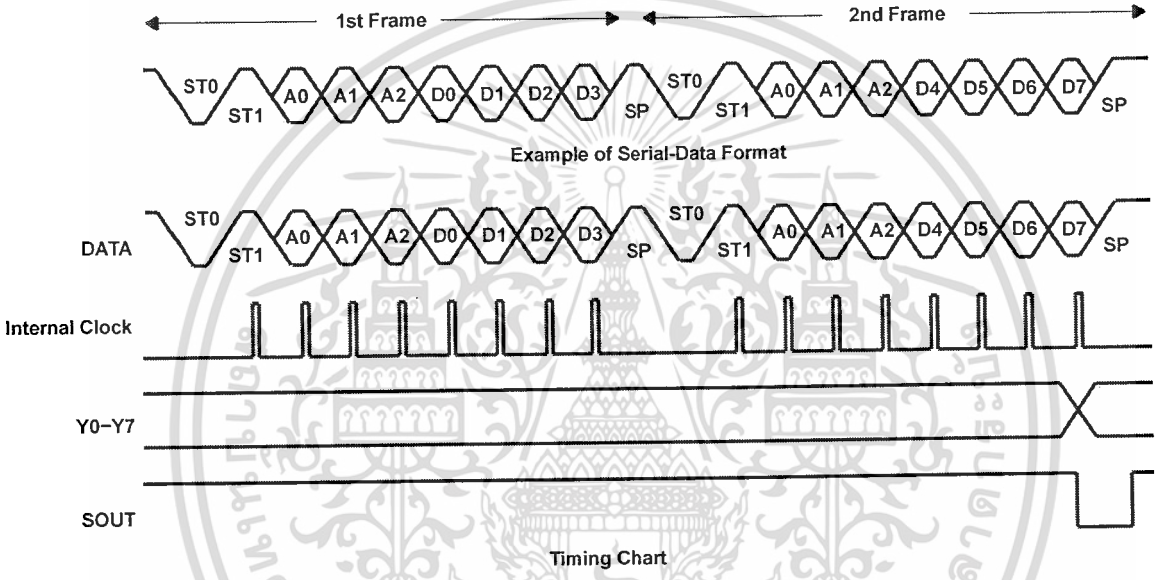
PIN DESCRIPTION

PIN #	PIN NAME	I/O	PIN FUNCTION
1	V_{CC1}		Power-supply pin (all inputs and outputs except for Y0-Y7)
2-4	A0, A1, A2	In	The address pins are used to program the address of the device and allow up to eight devices to share the same bus.
5	D	In	Serial data input
6	OUTSEL	In	Choose between open-collector and push-pull type outputs (Y0-Y7).
7	$\overline{RESET}$	In	Initialize register status
8	$\overline{OE}$	In	Force Y0-Y7 to Hi-Z
9	SOUT	Out	Outputs a pulse when latch data is changed. Supplied by V_{CC1}.
12-19	Y0-Y7	Out	Push-pull or open collector parallel data outputs. Supplied by V_{CC2}.
20	V_{CC2}		Power-supply pin for outputs (Y0-Y7). V_{CC2} can range from 3 V to 13.2 V.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

data transmission protocol

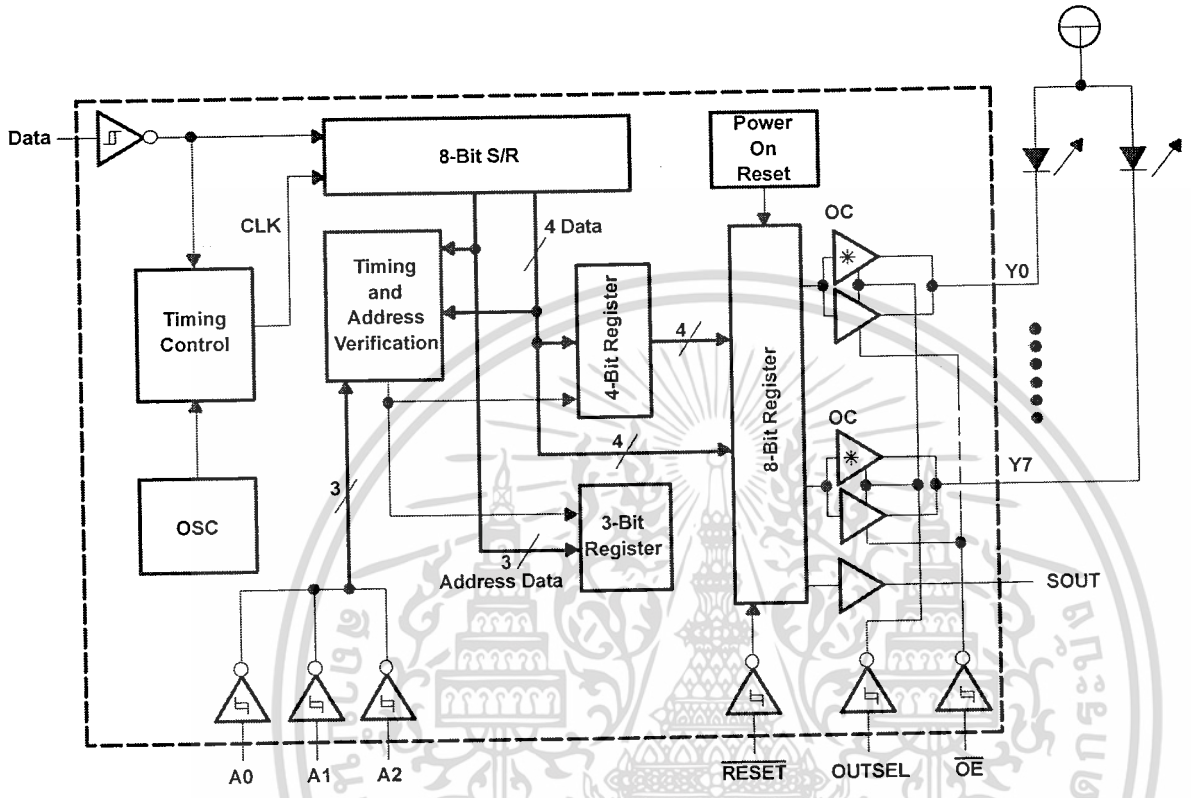
- The serial data should be sent as 2START-3ADDRESS-4DATA-1STOP. Two consecutive serial-data frames transmit 8 bits of data. The first frame includes the lower four bits of data (D0-D3), and the second frame includes the upper four bits (D4-D7).
- The three address bits (in the consecutive frame) must be the same as those in the first frame; otherwise, the data will be dropped.
- The order of the two start bits must be 0, then 1 in any frame; otherwise, the data rate will not be detected correctly. The period between the falling edge of the first start bit (ST0) and the rising edge of the second start bit (ST1) is measured to generate an internal-clock synchronized data stream.



(1)Internal clock cannot be observed.
(2)D0 is LSB and D7 is MSB. The data stream should be LSB first.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

logic diagram



absolute maximum ratings over operating free-air temperature range (unless otherwise noted)(1)

Supply voltage range, V_{CC1}	−0.5 V to 7 V
Supply voltage range, V_{CC2}	−0.5 V to 14.5 V
Input voltage range, V_I(2)	−0.5 V to 7 V
Voltage range applied to any output in the high or low state, V_O (SOUT)(2)(3)	−0.5 V to V_{CC1} + 0.5 V
Voltage range applied to any output in the high-impedance or power-off state, V_O (SOUT)(2)	−0.5 V to 7 V
Voltage range, applied to any output in the high or low state, V_O (Y0-Y7)(2)(3)	−0.5 V to V_{CC2} + 0.5 V
Voltage range applied to any output in the high-impedance or power-off state, V_O (Y0-Y7)(2)	−0.5 V to 14.5 V
Input clamp current, I_{IK} (V_I < 0)	−20 mA
Output clamp current, I_{OK} (V_O < 0)	−50 mA
Continuous output current, I_O (V_O = 0 to V_{CC})	25 mA
Continuous current, I_O (OUTSEL = L, Y0-Y7 = L)	60 mA
Package thermal impedance, θ_{JA}(4): N package	69°C/W
PW package	83°C/W
Storage temperature range, T_{stg}	−65°C to 150°C

(1) Stresses beyond those listed under "absolute maximum ratings" may cause permanent damage to the device. These are stress ratings only, and functional operation of the device at these or any other conditions beyond those indicated under "recommended operating conditions" is not implied. Exposure to absolute-maximum-rated conditions for extended periods may affect device reliability.
(1)The input and output voltage ratings may be exceeded if the input and output current ratings are observed.
(2)The value of V_{CC} is provided in the recommended operating operating condition table.
(3)The package thermal impedance is calculated in accordance with JESD 51-7.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

recommended operating conditions(1)

				V_{CC1}	V_{CC2}	MIN	MAX	UNIT
V_{CC1}	Supply voltage					3	5.5	V
V_{CC2}	Supply voltage					3	13.2	V
V_{IH}	High-level input voltage			3 V	3 V	$V_{CC} \times 0.7$		V
				4.5 V	4.5 V	$V_{CC} \times 0.7$		
V_{IL}	Low-level input voltage			3 V	3 V		$V_{CC} \times 0.3$	V
				4.5 V	4.5 V		$V_{CC} \times 0.3$	
V_I	Input voltage					0	5.5	V
V_O	Output voltage			4.5 V	4.5 V	0	5.5	V
					12 V	0	13.2	
I_{OH}	High-level output current	Yn	OUTSEL = H	3 V	3 V		−2	mA
				4.5 V	4.5 V		−8	
				4.5 V	12 V		−24	
		SOUT		3 V	3 V		−4	mA
				4.5 V	4.5 V		−8	
I_{OL}	Low-level output current	Yn	OUTSEL = H	3 V	3 V		2	mA
				4.5 V	4.5 V		8	
			OUTSEL = L	3 V	3 V		20	
				4.5 V	4.5 V		40	
		SOUT		3 V	3 V		4	
				4.5 V	4.5 V		8	
T_A	Operating free-air temperature					−40	85	°C

(1) All unused inputs of the device must be held at V_{CC} or GND to ensure proper device operation. Refer to the TI application report, *Implications of Slow or Floating CMOS Inputs*, literature number SCBA004.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

electrical characteristics over recommended operating free-air temperature range (unless otherwise noted)

PARAMETER		TEST CONDITIONS		V_{CC1}	V_{CC2}	MIN	TYP	MAX	UNIT
V_{T+} Positive-going input threshold voltage		All inputs		3.3 V	3.3 V			2.31	V
				5 V	5 V			3.5	
V_{T-} Negative-going input threshold voltage		All inputs		3.3 V	3.3 V	0.99			V
				5 V	5 V	1.5			
ΔV_T Hysteresis ($V_{T+} - V_{T-}$)		All inputs		3.3 V	3.3 V	0.33		1.32	V
				5 V	5 V	0.5		2	
V_{OH}	Yn	I_{OH} = −2 mA		3 V	3 V	2.38			V
		I_{OH} = −8 mA		4.5 V	4.5 V	3.8			
		I_{OH} = −24 mA		4.5 V	12 V	11			
	SOUT	I_{OH} = −4 mA		3 V	3 V	2.38			
		I_{OH} = −8 mA		4.5 V	4.5 V	3.8			
V_{OL}	Yn	I_{OL} = 2 mA (OUTSEL = H)		3 V	3 V			0.44	V
		I_{OL} = 8 mA (OUTSEL = H)		4.5 V	4.5 V			0.44	
		I_{OL} = 40 mA (OUTSEL = L)		4.5 V	4.5 V			0.5	
	SOUT	I_{OL} = 4 mA		3 V	3 V			0.44	
		I_{OL} = 8 mA		4.5 V	4.5 V			0.44	
I_I		V_I = 5.5 V or GND		0 to 5.5 V				±1	µA
I_{OZ}		V_O = V_{CC} or GND (OUTSEL = H)		5.5 V	5.5 V			±5	µA
I_{OH}		V_O = 12 V (OUTSEL = L)		5.5 V	5.5 V			5	µA
I_{CC}		V_I = V_{CC} or GND, I_O = 0	OUTSEL = H	5.5 V	5.5 V			5	mA
			OUTSEL = L					20	
I_{off} (except SOUT)		V_I or V_O = 0 to 5.5 V, V_{CC} = 0		0	0			±50	µA
C_i		V_I = V_{CC} or GND		5 V	5 V		5		pF

switching characteristics over recommended operating free-air temperature range, V_{CC1} = V_{CC2} = 3.3 V ± 0.3 V (unless otherwise noted) (see Figures 1 and 2)

PARAMETER	FROM (INPUT)	TO (OUTPUT)	LOAD CAPACITANCE	T_A = 25°C MIN	TYP	MAX	MIN	MAX	UNIT
t_{pd}	D7	Y	C_L = 50 pF		Pw/2	(1)			ns
	D7	SOUT			Pw/2	(1)			
	$\overline{RESET}$	Y						200	
	$\overline{OE}$(2)	Y						200	
t_{en}	$\overline{OE}$(3)	Y						200	ns
t_{dis}	$\overline{OE}$(3)	Y						200	ns
t_w		SOUT			Pw	(4)			ns
Data rate							2	24	Kbps

(1) The t_{pd} is dependent on the data pulse width (Pw), and Y outputs are changed after one-half of Pw, because the internal clock is synchronized at the middle of the data pulse. Not tested, but specified by design.
(2) When outputs are open collector (OUTSEL = L)
(3) When outputs are push-pull (OUTSEL = H)
(4) SOUT goes low when the data is received correctly and maintains a low level for one data-pulse period. Not tested, but specified by design.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

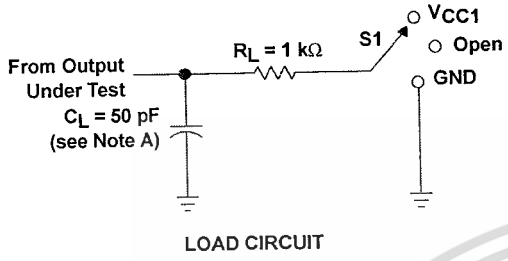
switching characteristics over recommended operating free-air temperature range, $V_{CC1} = V_{CC2} = 5\ V \pm 0.5\ V$ (unless otherwise noted) (see Figures 1 and 2)

PARAMETER	FROM (INPUT)	TO (OUTPUT)	LOAD CAPACITANCE	$T_A = 25°C$ MIN	TYP	MAX	MIN	MAX	UNIT
t_{pd}	D7	Y	C_L = 50 pF		Pw/2 (1)				ns
	D7	SOUT			Pw/2 (1)				
	$\overline{RESET}$	Y						150	
	$\overline{OE}$(2)	Y						150	
t_{en}	$\overline{OE}$(3)	Y						150	ns
t_{dis}	$\overline{OE}$(3)	Y						150	ns
t_w		SOUT			Pw (4)				ns
Data rate							2	24	Kbps

(1) The t_{pd} is dependent on the data pulse width (Pw), and Y outputs are changed after one-half of Pw, because the internal clock is synchronized at the middle of the data pulse. Not tested, but specified by design.
(2) When outputs are open collector (OUTSEL = L)
(3) When outputs are push-pull (OUTSEL = H)
(4) SOUT goes low when the data is received correctly and maintains a low level for one data-pulse period. Not tested, but specified by design.

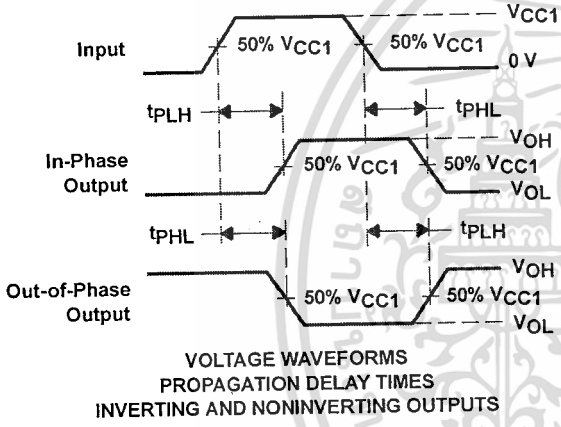
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

PARAMETER MEASUREMENT INFORMATION
(PUSH-PULL OUTPUT)

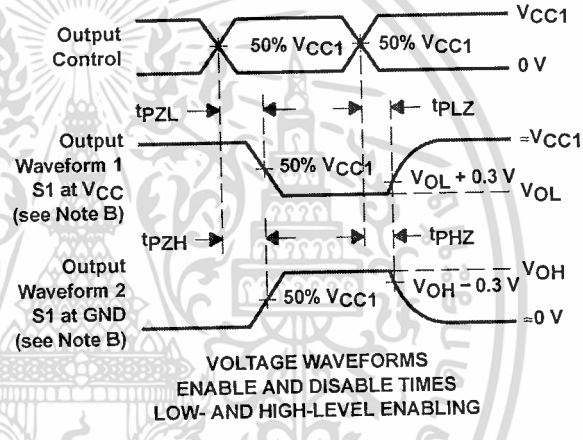


LOAD CIRCUIT

TEST	S1
t_{PLH}/t_{PHL}	Open
t_{PLZ}/t_{PZL}	V_{CC1}
t_{PHZ}/t_{PZH}	GND



VOLTAGE WAVEFORMS
PROPAGATION DELAY TIMES
INVERTING AND NONINVERTING OUTPUTS



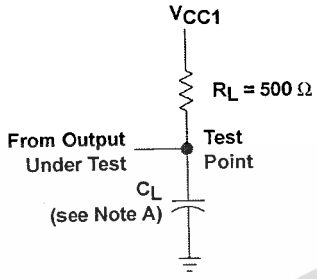
VOLTAGE WAVEFORMS
ENABLE AND DISABLE TIMES
LOW- AND HIGH-LEVEL ENABLING

NOTES: A. C_L includes probe and jig capacitance.
B. Waveform 1 is for an output with internal conditions such that the output is low, except when disabled by the output control. Waveform 2 is for an output with internal conditions such that the output is high, except when disabled by the output control.
C. All input pulses are supplied by generators having the following characteristics: Z_O = 50 Ω, $t_r \le 3$ ns, $t_f \le 3$ ns.
D. The outputs are measured one at a time, with one input transition per measurement.
E. t_{PLZ} and t_{PHZ} are the same as t_{dis}.
F. t_{PZL} and t_{PZH} are the same as t_{en}.
G. t_{PHL} and t_{PLH} are the same as t_{pd}.
H. All parameters and waveforms are not applicable to all devices.

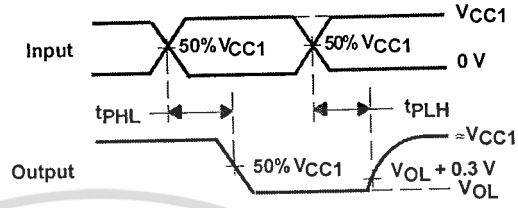
Figure 1. Load Circuit and Voltage Waveforms

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

PARAMETER MEASUREMENT INFORMATION
(OPEN-COLLECTOR OUTPUT)



LOAD CIRCUIT FOR
OPEN-COLLECTOR OUTPUTS



VOLTAGE WAVEFORMS
PROPAGATION DELAY TIMES

NOTES: A. C_L includes probe and jig capacitance.
B. All input pulses are supplied by generators having the following characteristics: PRR ≤ 1 MHz, Z_O = 50 Ω, t_r ≤ 3 ns, t_f :
C. The outputs are measured one at a time, with one input transition per measurement.
D. t_{PHL} and t_{PLH} are the same as t_{pd}.

Figure 2. Load Circuit and Voltage Waveforms

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

PACKAGE OPTION ADDENDUM

17-May-2008

PACKAGING INFORMATION

Orderable Device	Status [1]	Package Type	Package Drawing	Pins	Package Qty	Eco Plan [2]	Lead/Ball Finish	MSL Peak Temp [3]
SN74LV8153N	ACTIVE	PDIP	N	20	20	Pb-Free (RoHS)	CU NIPDAU	N / A for Pkg Type
SN74LV8153NE4	ACTIVE	PDIP	N	20	20	Pb-Free (RoHS)	CU NIPDAU	N / A for Pkg Type
SN74LV8153PW	ACTIVE	TSSOP	PW	20	70	Green (RoHS & no Sb/Br)	CU NIPDAU	Level-1-260C-UNLIM
SN74LV8153PWE4	ACTIVE	TSSOP	PW	20	70	Green (RoHS & no Sb/Br)	CU NIPDAU	Level-1-260C-UNLIM
SN74LV8153PWG4	ACTIVE	TSSOP	PW	20	70	Green (RoHS & no Sb/Br)	CU NIPDAU	Level-1-260C-UNLIM
SN74LV8153PWR	ACTIVE	TSSOP	PW	20	2000	Green (RoHS & no Sb/Br)	CU NIPDAU	Level-1-260C-UNLIM
SN74LV8153PWRE4	ACTIVE	TSSOP	PW	20	2000	Green (RoHS & no Sb/Br)	CU NIPDAU	Level-1-260C-UNLIM
SN74LV8153PWRG4	ACTIVE	TSSOP	PW	20	2000	Green (RoHS & no Sb/Br)	CU NIPDAU	Level-1-260C-UNLIM

[1] The marketing status values are defined as follows:
ACTIVE: Product device recommended for new designs.
LIFEBUY: TI has announced that the device will be discontinued, and a lifetime-buy period is in effect.
NRND: Not recommended for new designs. Device is in production to support existing customers, but TI does not recommend using this part in a new design.
PREVIEW: Device has been announced but is not in production. Samples may or may not be available.
OBSOLETE: TI has discontinued the production of the device.

[2] Eco Plan - The planned eco-friendly classification: Pb-Free (RoHS), Pb-Free (RoHS Exempt), or Green (RoHS & no Sb/Br) - please check http://www.ti.com/productcontent for the latest availability information and additional product content details.
TBD: The Pb-Free/Green conversion plan has not been defined.
Pb-Free (RoHS): TI's terms "Lead-Free" or "Pb-Free" mean semiconductor products that are compatible with the current RoHS requirements for all 6 substances, including the requirement that lead not exceed 0.1% by weight in homogeneous materials. Where designed to be soldered at high temperatures, TI Pb-Free products are suitable for use in specified lead-free processes.
Pb-Free (RoHS Exempt): This component has a RoHS exemption for either 1) lead-based flip-chip solder bumps used between the die and package, or 2) lead-based die adhesive used between the die and leadframe. The component is otherwise considered Pb-Free (RoHS compatible) as defined above.
Green (RoHS & no Sb/Br): TI defines "Green" to mean Pb-Free (RoHS compatible), and free of Bromine (Br) and Antimony (Sb) based flame retardants (Br or Sb do not exceed 0.1% by weight in homogeneous material)

[3] MSL, Peak Temp. -- The Moisture Sensitivity Level rating according to the JEDEC industry standard classifications, and peak solder temperature.

Important Information and Disclaimer: The information provided on this page represents TI's knowledge and belief as of the date that it is provided. TI bases its knowledge and belief on information provided by third parties, and makes no representation or warranty as to the accuracy of such information. Efforts are underway to better integrate information from third parties. TI has taken and continues to take reasonable steps to provide representative and accurate information but may not have conducted destructive testing or chemical analysis on incoming materials and chemicals. TI and TI suppliers consider certain information to be proprietary, and thus CAS numbers and other limited information may not be available for release.

In no event shall TI's liability arising out of such information exceed the total purchase price of the TI part(s) at issue in this document sold by TI to Customer on an annual basis.

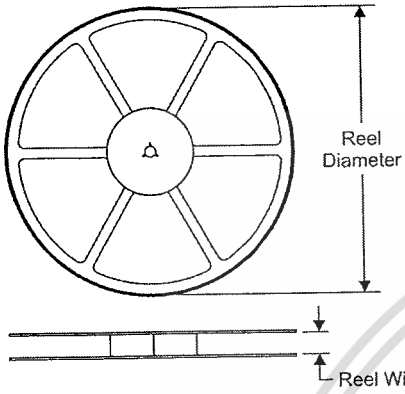
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

PACKAGE MATERIALS INFORMATION

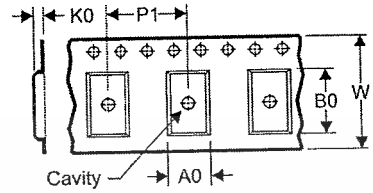
5-Jun-2008

TAPE AND REEL INFORMATION

REEL DIMENSIONS

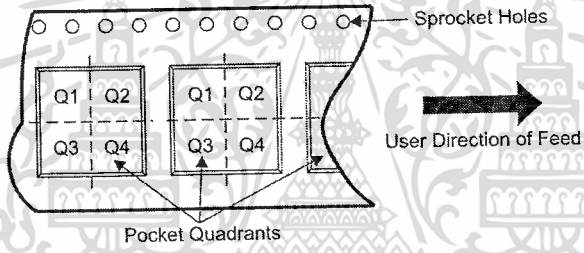


TAPE DIMENSIONS



A0	Dimension designed to accommodate the component width
B0	Dimension designed to accommodate the component length
K0	Dimension designed to accommodate the component thickness
W	Overall width of the carrier tape
P1	Pitch between successive cavity centers

QUADRANT ASSIGNMENTS FOR PIN 1 ORIENTATION IN TAPE

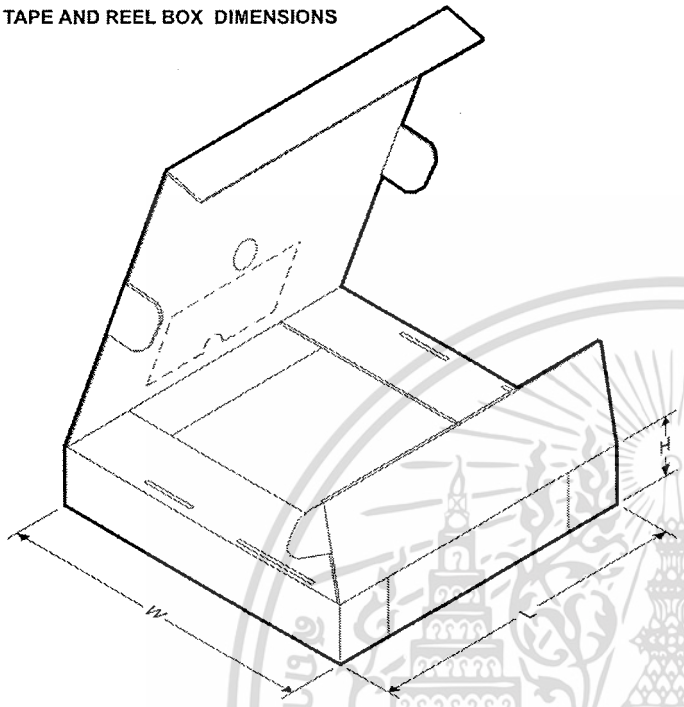


*All dimensions are nominal

Device	Package Type	Package Drawing	Pins	SPQ	Reel Diameter (mm)	Reel Width W1 (mm)	A0 (mm)	B0 (mm)	K0 (mm)	P1 (mm)	W (mm)	Pin1 Quadrant
SN74LV8153PWR	TSSOP	PW	20	2000	330.0	16.4	6.95	7.1	1.6	8.0	16.0	Q1

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

TAPE AND REEL BOX DIMENSIONS



*All dimensions are nominal

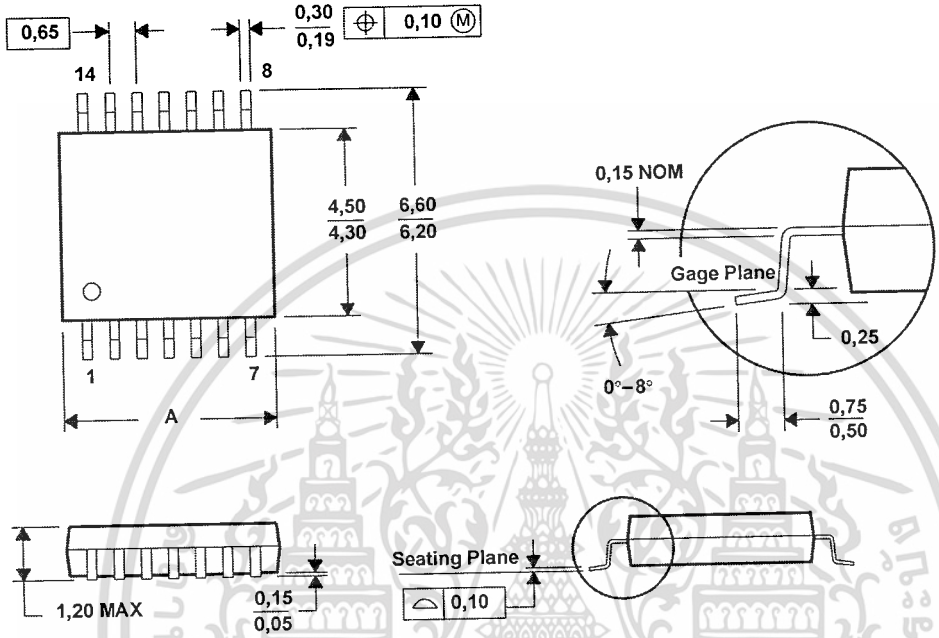
Device	Package Type	Package Drawing	Pins	SPQ	Length (mm)	Width (mm)	Height (mm)
SN74LV8153PWR	TSSOP	PW	20	2000	346.0	346.0	33.0

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

PW (R-PDSO-G**)

PLASTIC SMALL-OUTLINE PACKAGE

14 PINS SHOWN



DIM \ PINS **	8	14	16	20	24	28
A MAX	3,10	5,10	5,10	6,60	7,90	9,80
A MIN	2,90	4,90	4,90	6,40	7,70	9,60

4040064/F 01/97

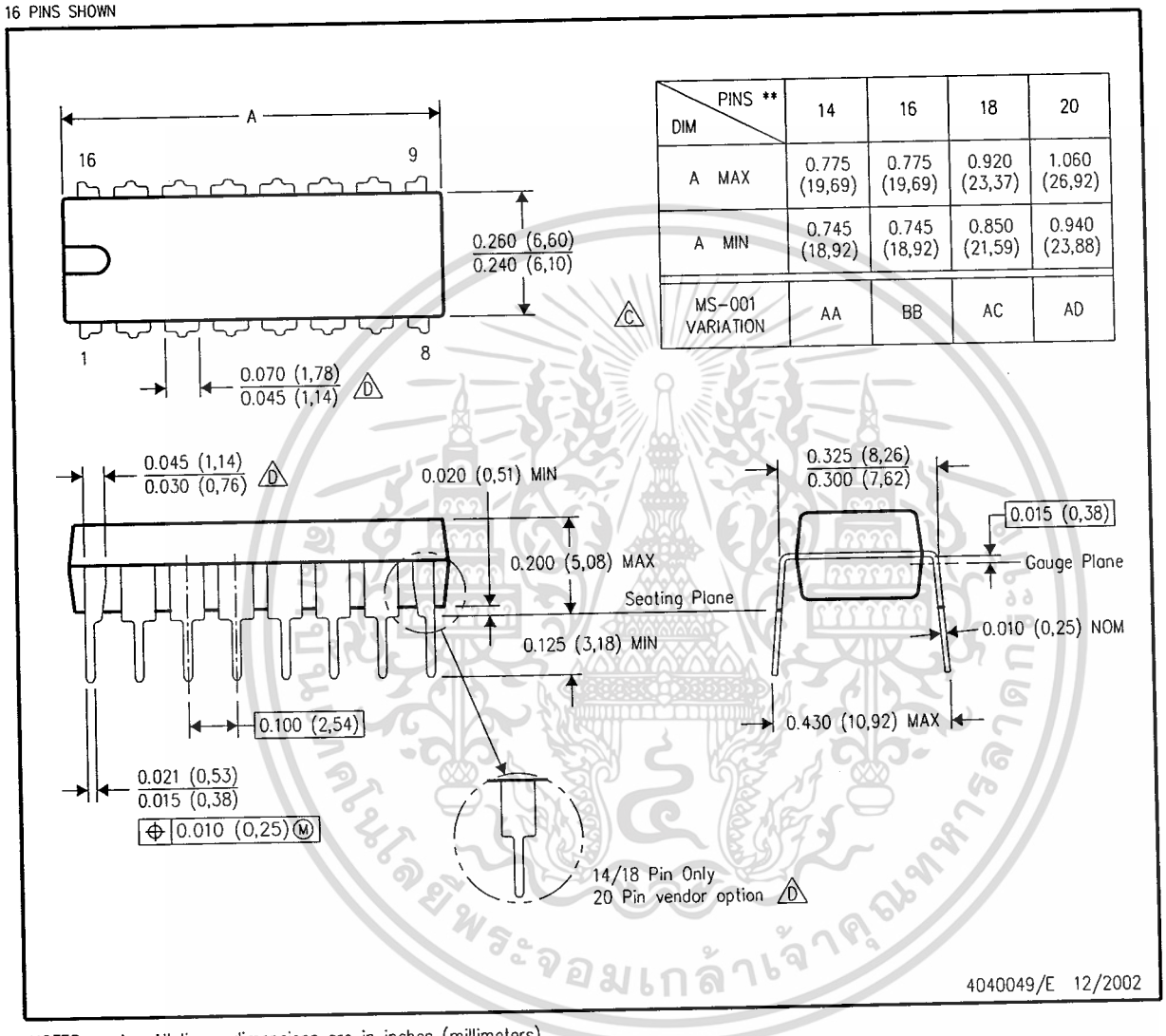
NOTES: A. All linear dimensions are in millimeters.
B. This drawing is subject to change without notice.
C. Body dimensions do not include mold flash or protrusion not to exceed 0,15.
D. Falls within JEDEC MO-153

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

N (R-PDIP-T**)

PLASTIC DUAL-IN-LINE PACKAGE

16 PINS SHOWN



DIM \ PINS **	14	16	18	20
A MAX	0.775 (19,69)	0.775 (19,69)	0.920 (23,37)	1.060 (26,92)
A MIN	0.745 (18,92)	0.745 (18,92)	0.850 (21,59)	0.940 (23,88)
MS-001 VARIATION	AA	BB	AC	AD

NOTES:
A. All linear dimensions are in inches (millimeters).
B. This drawing is subject to change without notice.
C. Falls within JEDEC MS-001, except 18 and 20 pin minimum body length (Dim A).
D. The 20 pin end lead shoulder width is a vendor option, either half or full width.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

IMPORTANT NOTICE

Texas Instruments Incorporated and its subsidiaries (TI) reserve the right to make corrections, modifications, enhancements, improvements, and other changes to its products and services at any time and to discontinue any product or service without notice. Customers should obtain the latest relevant information before placing orders and should verify that such information is current and complete. All products are sold subject to TI's terms and conditions of sale supplied at the time of order acknowledgment.

TI warrants performance of its hardware products to the specifications applicable at the time of sale in accordance with TI's standard warranty. Testing and other quality control techniques are used to the extent TI deems necessary to support this warranty. Except where mandated by government requirements, testing of all parameters of each product is not necessarily performed.

TI assumes no liability for applications assistance or customer product design. Customers are responsible for their products and applications using TI components. To minimize the risks associated with customer products and applications, customers should provide adequate design and operating safeguards.

TI does not warrant or represent that any license, either express or implied, is granted under any TI patent right, copyright, mask work right, or other TI intellectual property right relating to any combination, machine, or process in which TI products or services are used. Information published by TI regarding third-party products or services does not constitute a license from TI to use such products or services or a warranty or endorsement thereof. Use of such information may require a license from a third party under the patents or other intellectual property of the third party, or a license from TI under the patents or other intellectual property of TI.

Reproduction of TI information in TI data books or data sheets is permissible only if reproduction is without alteration and is accompanied by all associated warranties, conditions, limitations, and notices. Reproduction of this information with alteration is an unfair and deceptive business practice. TI is not responsible or liable for such altered documentation. Information of third parties may be subject to additional restrictions.

Resale of TI products or services with statements different from or beyond the parameters stated by TI for that product or service voids all express and any implied warranties for the associated TI product or service and is an unfair and deceptive business practice. TI is not responsible or liable for any such statements.

TI products are not authorized for use in safety-critical applications (such as life support) where a failure of the TI product would reasonably be expected to cause severe personal injury or death, unless officers of the parties have executed an agreement specifically governing such use. Buyers represent that they have all necessary expertise in the safety and regulatory ramifications of their applications, and acknowledge and agree that they are solely responsible for all legal, regulatory and safety-related requirements concerning their products and any use of TI products in such safety-critical applications, notwithstanding any applications-related information or support that may be provided by TI. Further, Buyers must fully indemnify TI and its representatives against any damages arising out of the use of TI products in such safety-critical applications.

TI products are neither designed nor intended for use in military/aerospace applications or environments unless the TI products are specifically designated by TI as military-grade or "enhanced plastic." Only products designated by TI as military-grade meet military specifications. Buyers acknowledge and agree that any such use of TI products which TI has not designated as military-grade is solely at the Buyer's risk, and that they are solely responsible for compliance with all legal and regulatory requirements in connection with such use.

TI products are neither designed nor intended for use in automotive applications or environments unless the specific TI products are designated by TI as compliant with ISO/TS 16949 requirements. Buyers acknowledge and agree that, if they use any non-designated products in automotive applications, TI will not be responsible for any failure to meet such requirements.

Following are URLs where you can obtain information on other Texas Instruments products and application solutions:

Products	
Amplifiers	amplifier.ti.com
Data Converters	dataconverter.ti.com
DSP	dsp.ti.com
Clocks and Timers	www.ti.com/clocks
Interface	interface.ti.com
Logic	logic.ti.com
Power Mgmt	power.ti.com
Microcontrollers	microcontroller.ti.com
RFID	www.ti-rfid.com
RF/IF and ZigBee® Solutions	www.ti.com/lprf

Applications	
Audio	www.ti.com/audio
Automotive	www.ti.com/automotive
Broadband	www.ti.com/broadband
Digital Control	www.ti.com/digitalcontrol
Medical	www.ti.com/medical
Military	www.ti.com/military
Optical Networking	www.ti.com/opticalnetwork
Security	www.ti.com/security
Telephony	www.ti.com/telephony
Video & Imaging	www.ti.com/video
Wireless	www.ti.com/wireless

Mailing Address: Texas Instruments, Post Office Box 655303, Dallas, Texas 75265
Copyright © 2008, Texas Instruments Incorporated

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้