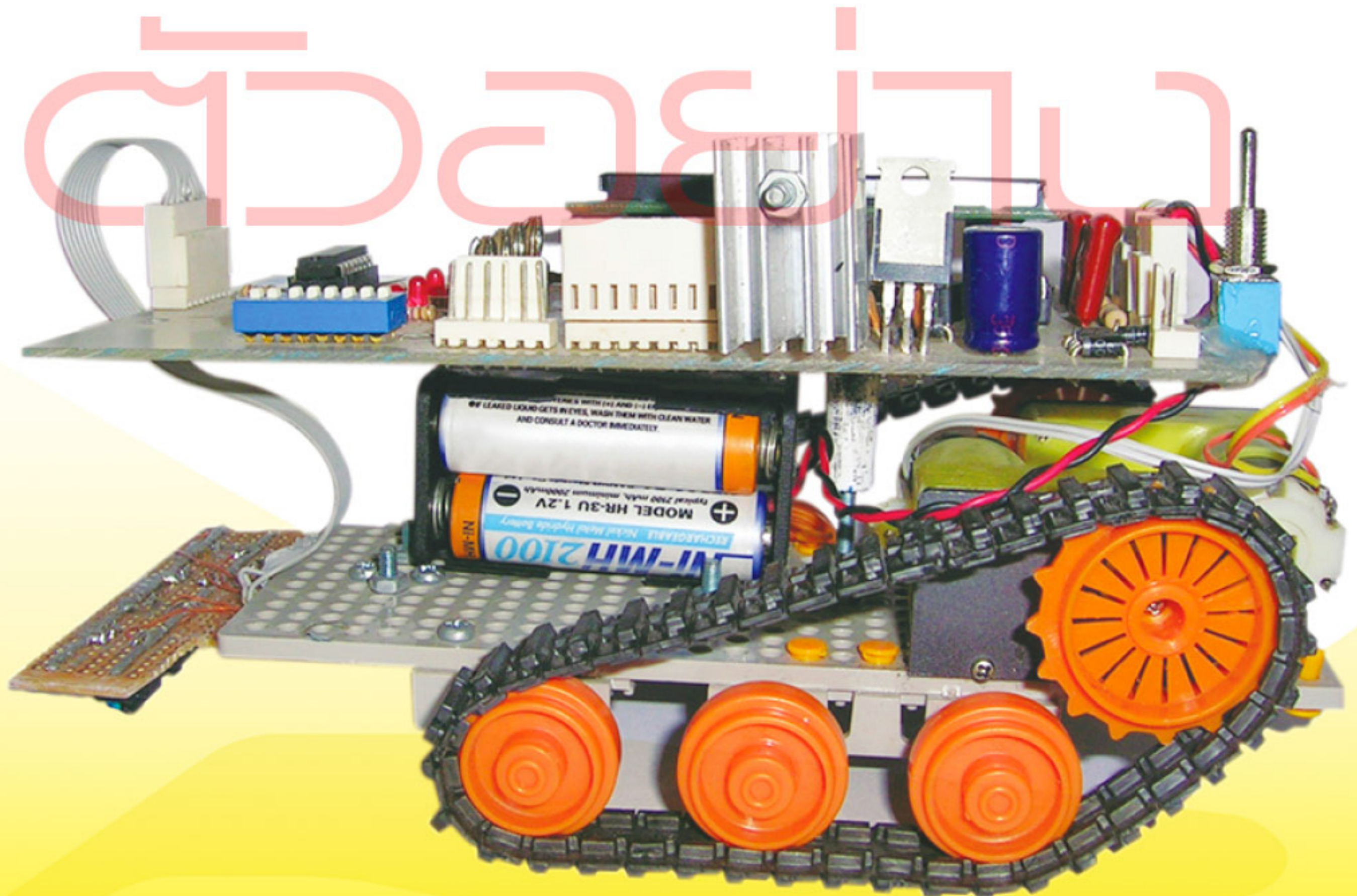


มี CD โปรแกรมตัวอย่างในการทดลองปฏิบัติ

Includes
CD-ROM

ไมโครคอนโทรลเลอร์ และการประยุกต์ใช้งาน **PIC**

Microcontroller PIC & Application



- ตอนสั้น ปงพาบ
- ทิววัลย์ คำนำนอง



สำนักพิมพ์ ส.ส.ท.
สมาคมส่งเสริมเทคโนโลยี (ไทย-ญี่ปุ่น)

ไมโครคอนโทรลเลอร์ PIC และการประยุกต์ใช้งาน

โดย... ดอนสัน ปงพาบ
กวิวัลย์ คำน้ำนอง

ราคา 230 บาท

พิมพ์ครั้งที่ 1 - 4	มิถุนายน	2550 - มีนาคม 2553
พิมพ์ครั้งที่ 5	พฤศจิกายน	2553
พิมพ์ครั้งที่ 6	กันยายน	2554
พิมพ์ครั้งที่ 7	กุมภาพันธ์	2555
พิมพ์ครั้งที่ 8	ตุลาคม	2555

ข้อมูลทางบรรณานุกรมของสำนักหอสมุดแห่งชาติ

ดอนสัน ปงพาบ.

ไมโครคอนโทรลเลอร์ PIC และการประยุกต์ใช้งาน. - กรุงเทพฯ : สมาคมส่งเสริมเทคโนโลยี (ไทย-ญี่ปุ่น), 2550.
288 หน้า.

1. การควบคุมอัตโนมัติ. I. ชื่อเรื่อง.

005.13

ISBN 978-974-443-265-0

สงวนลิขสิทธิ์ตามพระราชบัญญัติลิขสิทธิ์ พ.ศ. 2537 โดย สมาคมส่งเสริมเทคโนโลยี (ไทย-ญี่ปุ่น)
ห้ามลอกเลียนไม่ว่าส่วนใดส่วนหนึ่งของหนังสือเล่มนี้ ไม่ว่าในรูปแบบใด ๆ
นอกจากจะได้รับอนุญาตเป็นลายลักษณ์อักษร

จัดพิมพ์โดย



5-7 ซอยสุขุมวิท 29 ถนนสุขุมวิท แขวงคลองเตยเหนือ เขตวัฒนา กรุงเทพฯ 10110
โทร. 0-2258-0320 (6 เลขหมายอัตโนมัติ), 0-2259-9160 (10 เลขหมายอัตโนมัติ)
เสนองานเขียน • งานแปลได้ที่ www.tpa.or.th/publisher/new
ติดต่อสั่งซื้อหนังสือได้ที่ www.tpabookcentre.com

จัดจำหน่ายโดย

บริษัท ซีเอ็ดดูเคชั่น จำกัด (มหาชน)

อาคารทีซีไอเอฟ ทาวเวอร์ ชั้น 19 เลขที่ 1858/87-90

ถนนบางนา-ตราด แขวงบางนา เขตบางนา กรุงเทพฯ 10260

โทร. 0-2739-8000, 0-2739-8222 โทรสาร 0-2739-8356-9

www.se-ed.com



ส.ส.น. รัชกาล

ร่วมใช้หมึกพิมพ์จากถั่วเหลือง

“ถ้าหนังสือมีข้อผิดพลาดเนื่องจากการพิมพ์ให้นำมาแลกเปลี่ยนได้ที่สมาคมฯ” โทร. 0-2258-0320 ต่อ 1560, 1570

■ บรรณาธิการบริหาร ทวีธา วัฒนะวิโรจน์ หัวหน้ากองบรรณาธิการ แทนพร เลิศวุฒิกัทร บรรณาธิการเล่ม สุนันท์ อวามพจมาน ออกแบบปก
ภาณุพันธ์ โนวายุทธ ออกแบบรูปเล่ม รัชชนา ศุภศรี ธุรการสำนักพิมพ์ อังคณา อรรถพงศ์ธร ■ พิมพ์ที่ : บริษัท พิมพ์ดีการพิมพ์ จำกัด

คำนำนายกสมาคม

สมาคมส่งเสริมเทคโนโลยี (ไทย-ญี่ปุ่น) ก่อตั้งขึ้นเมื่อปี พ.ศ. 2516 ด้วยความร่วมมือร่วมใจของกลุ่มบุคคลที่ได้ผ่านการศึกษาในระดับต่าง ๆ จากประเทศญี่ปุ่น โดยได้รับความร่วมมือทางด้านทุนทรัพย์บางส่วนจาก The Japan-Thailand Economic Cooperation Society (JTECS) เพื่อใช้ง่ายในการดำเนินงานกิจกรรมของสมาคมฯ ซึ่งประกอบด้วย ฝ่ายสำนักพิมพ์ ฝ่ายภาษาและวัฒนธรรม ฝ่ายการศึกษาและฝึกอบรม ฝ่ายบริการสอบเทียบและวิเคราะห์สิ่งแวดล้อม ฝ่ายวินิจัยและให้คำปรึกษาสถานประกอบการ และฝ่ายเทคโนโลยีสารสนเทศ ซึ่งแต่ละฝ่ายจัดดำเนินการโดยสมาชิกของสมาคมฯ ทำหน้าที่เป็นคณะที่ปรึกษารับผิดชอบบริหารงานให้เป็นไปตามเป้าหมาย

สำหรับฝ่ายสำนักพิมพ์ฯ โดยส่วนตำราสนับสนุนเทคนิคอุตสาหกรรม มีนโยบายพื้นฐานคือการส่งเสริมและเร่งรัดให้มีการจัดพิมพ์หนังสือตำราทางเทคโนโลยีทุกประเภท รวมถึงหนังสือทางด้านการบริหารจัดการธุรกิจ อุตสาหกรรม ทั้งที่เป็นงานแปลโดยตรง งานแปลเรียบเรียง งานถอดความ งานรวบรวม งานแต่ง และงานสำรวจวิจัยทางด้านอุตสาหกรรม โดยที่สมาคมฯ มีความเห็นว่า หนังสือตำราภาษาไทย โดยเฉพาะในระดับอาชีวศึกษาแขนงวิชาเทคโนโลยีต่าง ๆ ยังมีอยู่ในปริมาณจำกัดไม่พอเพียง ถ้าส่งเสริมให้มีหนังสือเช่นนี้เพิ่มขึ้น ย่อมมีส่วนช่วยยกระดับมาตรฐานการศึกษาทางเทคโนโลยีให้สูงขึ้น และแพร่หลายขึ้นโดยปริยาย อีกทั้งยังช่วยสร้างสรรค์ปัญญา ความคิดริเริ่ม และความรู้ความเข้าใจอันถูกต้อง ซึ่งจะเป็นการปูรากฐานสำคัญในการพัฒนาอุตสาหกรรมของประเทศไทย เป็นประโยชน์แก่วงศ์มอุตสาหกรรมโดยรวม

ปัจจุบัน สมาคมฯ ยังคงมีเจตนารมณ์อันแน่วแน่ที่จะขยายงานทุก ๆ ฝ่ายต่อไปอย่างไม่หยุดยั้ง และหวังเป็นอย่างยิ่งว่าด้วยเจตนารมณ์อันบริสุทธิ์ของสมาคมฯ ในการดำเนินกิจการที่มีใช้การแสวงหาผลกำไร หากมุ่งมั่นที่จะให้นักศึกษาและประชาชนได้มีโอกาสซื้อหาหนังสือตำราในราคาระยะเยือกเช่นนี้คงเกิดประโยชน์แก่วงศ์มส่วนรวมทั้งในทางตรงและทางอ้อม และหากสถาบันการศึกษาใดต้องการใช้ส่วนหนึ่งส่วนใดเพื่อใช้ประกอบการศึกษา ทางสมาคมฯ ก็ได้จัดซื้อ แต่ใคร่ขอให้ทำเรื่องขออนุญาตต่อทางสมาคมฯ ก่อน

อนึ่ง สมาคมฯ ใคร่ขอแสดงความขอบคุณเป็นอย่างยิ่งต่อผู้เขียนและคณะผู้จัดทำที่ได้พากเพียรจนทำให้ตำราชุดนี้สำเร็จขึ้นมาได้ไว้ ณ ที่นี้ด้วย



(นายประยูร เชี่ยววัฒนา)

นายกสมาคมส่งเสริมเทคโนโลยี (ไทย-ญี่ปุ่น)

คำแถลงบอกลำนักพิมพ์ ส.ส.ท.

สำนักพิมพ์ ส.ส.ท. โดยส่วนตำราสนับสนุนเทคนิคอุตสาหกรรมวิวัฒนาการมาจากโครงการสนับสนุนเทคนิคอุตสาหกรรม ซึ่งแต่เดิมใช้ชื่อว่า โครงการตำรา ซึ่งจัดตั้งขึ้นเมื่อปี พ.ศ. 2516 พร้อม ๆ กับการก่อตั้งสมาคมส่งเสริมเทคโนโลยี (ไทย-ญี่ปุ่น) โดยมุ่งหวังที่จะให้มีตำราทางด้านวิชาการต่าง ๆ ทั้งในระดับอาชีวศึกษา และประชาชนทั่วไป เพื่อเพิ่มพูนความรู้ทางด้านช่างที่สามารถนำไปใช้ปฏิบัติงานได้

ในระยะแรกนั้น ตำราที่ผลิตโดยโครงการตำรา ส่วนใหญ่จะเป็นหนังสือแปลจากต้นฉบับภาษาญี่ปุ่น ต่อมาจึงได้ขยายขอบข่ายของการจัดพิมพ์ครอบคลุมไปถึงงานแปลและเรียบเรียงจากต้นฉบับภาษาอื่น งานเรียบเรียง-เขียนตำราจากประสบการณ์ของผู้ชำนาญในแต่ละสาขา ซึ่งส่วนใหญ่จะเป็นอาจารย์จากสถาบันการศึกษา

ต่อมาในระยะ 4-5 ปีหลังจากการก่อตั้งสมาคมฯ โครงการตำราได้วิวัฒนาการเป็นโครงการสนับสนุนเทคนิคอุตสาหกรรม และเป็นส่วนตำราสนับสนุนเทคนิคอุตสาหกรรมในปี พ.ศ. 2539 พร้อม ๆ กับการขยายขอบข่ายหนังสือที่จัดพิมพ์เพิ่มเติม ได้แก่ หนังสือทางด้านการบริหารจัดการธุรกิจ การบริหารจัดการคุณภาพ และอื่น ๆ ซึ่งสอดคล้องกับวัตถุประสงค์การดำเนินงาน

โดยที่หนังสือที่จัดพิมพ์โดยสมาคมฯ ได้รับการต้อนรับเป็นอย่างดีจากนักศึกษาและประชาชนทั่วไป ทางสมาคมฯ จึงใคร่ขอเชิญชวนให้ผู้เชี่ยวชาญในวงการอุตสาหกรรมและสถาบันการศึกษาได้ช่วยกันเขียน-เรียบเรียงหนังสือทางด้านเทคนิคอุตสาหกรรมและอื่น ๆ ให้แพร่หลายยิ่งขึ้น โดยสมาคมฯ ยินดีให้การสนับสนุนในด้านการจัดพิมพ์

สำนักพิมพ์ ส.ส.ท. ขอขอบคุณท่านผู้เขียน-เรียบเรียงและเจ้าหน้าที่ของสมาคมฯ ทุกท่านที่ให้ความร่วมมือเป็นอย่างดีในการจัดพิมพ์หนังสือเล่มนี้และหวังว่าหนังสือเล่มนี้จะมีส่วนช่วยในการพัฒนาเศรษฐกิจและอุตสาหกรรมของประเทศ และหากท่านผู้อ่านมีข้อชี้แนะประการใด ขอได้โปรดแจ้งให้ทางสำนักพิมพ์ทราบด้วย จักเป็นพระคุณยิ่ง



สำนักพิมพ์ ส.ส.ท.
สมาคมส่งเสริมเทคโนโลยี (ไทย-ญี่ปุ่น)

คำนำ

ไมโครคอนโทรลเลอร์ PIC และการประยุกต์ใช้งาน ใช้ประกอบการเรียนการสอนในวิชาที่เกี่ยวข้องกับไมโครคอนโทรลเลอร์และการประยุกต์ใช้งาน เนื้อหาในหนังสือ ประกอบด้วย ความรู้พื้นฐานของไมโครคอนโทรลเลอร์ในตระกูล PIC โครงสร้างและสถาปัตยกรรมของไมโครคอนโทรลเลอร์ในตระกูล PIC พื้นฐานของภาษาซี การใช้งานโปรแกรม CCS PIC 'C' Compiler การพัฒนาไมโครคอนโทรลเลอร์ PIC ด้วยภาษาซี การเขียนโปรแกรมควบคุมหลอดแสดงผล LED หลอดแสดงผล 7 ส่วน การรับข้อมูลจากสวิตช์ จอแสดงผลแบบ LCD สเต็ปเปอร์มอเตอร์ รีเลย์ ดีซีมอเตอร์ หุ่นยนต์เดินตามเส้น ตัวตรวจจับอุณหภูมิ DS18S20 การใช้งานโปรแกรม Proteus และการจำลองการทำงานของไมโครคอนโทรลเลอร์ PIC

คณะผู้จัดทำได้พยายามเรียบเรียงตามลำดับเนื้อหา อธิบายสรุปเป็นขั้นตอน มีตัวอย่างและซอร์สโค้ดโปรแกรมตัวอย่างเพื่อช่วยในการทดลองปฏิบัติ ซึ่งหวังว่าหนังสือเล่มนี้คงจะเป็นประโยชน์กับผู้เรียนและสามารถนำไปประยุกต์ใช้งานได้จริง

หนังสือเล่มนี้คณะผู้จัดทำได้เพียรพยายามทำให้สมบูรณ์ที่สุดเต็มกำลังความสามารถหากมีข้อบกพร่องหรือผิดพลาดประการใด คณะผู้จัดทำขออภัยและรับคำแนะนำต่าง ๆ เพื่อใช้ในการแก้ไขปรับปรุงและพัฒนาต่อไป คณะผู้จัดทำขอขอบพระคุณอาจารย์ทุกท่านที่ได้ให้วิชาความรู้ และสมาคมส่งเสริมเทคโนโลยี (ไทย-ญี่ปุ่น) ที่ได้สนับสนุนในการจัดพิมพ์หนังสือเล่มนี้จนเสร็จสมบูรณ์

ดอนสัน ปงผาบ
ทิพวัลย์ คำน้ำนอง

สารบัญ

บทที่ 1 ไมโครคอนโทรลเลอร์ตระกูล PIC	1
1.1 ชนิดของไมโครคอนโทรลเลอร์ตระกูล PIC	1
1.2 คุณสมบัติของไมโครคอนโทรลเลอร์ตระกูล PIC ในแต่ละกลุ่ม	3
1.3 สถาปัตยกรรมของไมโครคอนโทรลเลอร์ PIC16F877	4
1.4 โครงสร้างสัญญาณของไมโครคอนโทรลเลอร์ PIC16F877	5
1.5 วงจรสร้างสัญญาณนาฬิกา	10
1.6 การเชื่อมต่อ PIC16F877 กับวงจรกำเนิดสัญญาณนาฬิกา	11
1.7 การจัดการหน่วยความจำของ PIC16F877	13
1.8 กระบวนการรีเซ็ต	14
1.9 โหมดประหยัดพลังงาน	15
1.10 วอตช์ดอกไทเมอร์	15
1.11 สรุปท้ายบท	15
แบบฝึกหัดบทที่ 1	16
บทที่ 2 พื้นฐานภาษาซี	17
2.1 โครงสร้างของภาษาซี	17
2.2 ข้อกำหนดการตั้งชื่อตัวแปรในภาษาซี	19
2.3 ชนิดของตัวแปรในภาษาซี	20
2.4 ตัวกระทำทางคณิตศาสตร์	21
2.5 ตัวกระทำการเปรียบเทียบ	22
2.6 ตัวกระทำลอจิก	23
2.7 ตัวกระทำระดับบิต	23
2.8 ฟังก์ชัน if	25
2.9 ฟังก์ชัน switch	28
2.10 ฟังก์ชัน for	31
2.11 ฟังก์ชัน do while	34
2.12 ฟังก์ชัน while	35
2.13 ฟังก์ชัน goto	37
2.14 การสร้างฟังก์ชัน	38
2.15 การส่งผ่านค่าฟังก์ชัน	39
2.16 ตัวแปรแบบโกลบอลและโลคอล	41
2.17 อาร์เรย์	41

2.18	พอยน์เตอร์.....	44
2.19	สรุปท้ายบท.....	46
	แบบฝึกหัดบทที่ 2.....	47
บทที่ 3	การพัฒนาไมโครคอนโทรลเลอร์ตระกูล PIC ด้วยโปรแกรม CCS PIC 'C' Compiler.....	49
3.1	การใช้งานโปรแกรม CCS PIC 'C' Compiler	49
3.2	การสร้างโปรเจกต์ไฟล์.....	54
3.3	ขั้นตอนการพัฒนาโปรแกรม	58
3.4	สรุปท้ายบท	59
	แบบฝึกหัดบทที่ 3.....	60
บทที่ 4	การควบคุมหลอดแสดงผล	61
4.1	การทำงานของหลอดแสดงผล LED.....	61
4.2	การเชื่อมต่อไมโครคอนโทรลเลอร์ PIC กับหลอดแสดงผล LED	62
4.3	ไอซีบัฟเฟอร์เบอร์ 74LS245.....	63
4.4	การส่งข้อมูลออกพอร์ต	64
4.5	การเชื่อมต่อพอร์ต B และ D กับหลอดแสดงผล LED	73
4.6	สรุปท้ายบท.....	75
	แบบฝึกหัดบทที่ 4.....	76
บทที่ 5	การควบคุมหลอดแสดงผล LED 7 ส่วน	77
5.1	โครงสร้างและการทำงานของหลอดแสดงผล LED 7 ส่วน	77
5.2	การเชื่อมต่อ PIC กับหลอดแสดงผล LED 7 ส่วน	78
5.3	การส่งข้อมูลออกหลอดแสดงผล LED 7 ส่วน	81
5.4	การส่งข้อมูลออกหลอดแสดงผล LED 7 ส่วนจำนวน 2 ตัว	83
5.5	การส่งข้อมูลออกหลอดแสดงผล LED 7 ส่วนโดยใช้ไอซีถอดรหัส	86
5.6	การส่งข้อมูลออกหลอดแสดงผล LED 7 ส่วนแบบมัลติเพล็กซ์.....	90
5.7	สรุปท้ายบท	94
	แบบฝึกหัดบทที่ 5.....	95

บทที่ 6	การรับข้อมูลจากสวิตช์.....	97
6.1	การทำงานของวงจรสวิตช์.....	97
6.2	การเชื่อมต่อไมโครคอนโทรลเลอร์กับสวิตช์และหลอดแสดงผล LED.....	98
6.3	การรับข้อมูลจากพอร์ต.....	99
6.4	การเชื่อมต่อไมโครคอนโทรลเลอร์กับสวิตช์และหลอดแสดงผล LED 7 ส่วน.....	102
6.5	เมทริกซ์สวิตช์.....	105
6.6	การเชื่อมต่อ PIC กับเมทริกซ์สวิตช์และหลอดแสดงผล LED.....	107
6.7	การเชื่อมต่อ PIC กับเมทริกซ์สวิตช์และหลอดแสดงผล LED 7 ส่วน.....	112
6.8	สรุปท้ายบท.....	114
	แบบฝึกหัดบทที่ 6.....	115
บทที่ 7	การควบคุมจอแสดงผลแบบ LCD.....	117
7.1	โครงสร้างและการทำงานของจอแสดงผล LCD.....	117
7.2	การเชื่อมต่อไมโครคอนโทรลเลอร์กับจอแสดงผล LCD.....	119
7.3	ฟังก์ชัน lcd.c ของ CCS C คอมไพเลอร์.....	122
7.4	การเชื่อมต่อ PIC กับจอแสดงผล LCD และสวิตช์.....	129
7.5	การเชื่อมต่อ PIC กับจอแสดงผล LCD และเมทริกซ์สวิตช์.....	133
7.6	สรุปท้ายบท.....	137
	แบบฝึกหัดบทที่ 7.....	138
บทที่ 8	การควบคุมสเต็ปเปอร์มอเตอร์.....	139
8.1	โครงสร้างและชนิดของสเต็ปเปอร์มอเตอร์.....	139
8.2	หลักการควบคุมสเต็ปเปอร์มอเตอร์.....	141
8.3	การเชื่อมต่อไมโครคอนโทรลเลอร์กับสเต็ปเปอร์มอเตอร์.....	142
8.4	การควบคุมการหมุนแบบ 1 เฟส.....	143
8.5	การกลับทางหมุนของสเต็ปเปอร์มอเตอร์.....	144
8.6	การควบคุมการหมุนแบบ 2 เฟส.....	145
8.7	การควบคุมการหมุนแบบครึ่งขั้น.....	147
8.8	การควบคุมตำแหน่งของสเต็ปเปอร์มอเตอร์.....	148
8.9	สรุปท้ายบท.....	152
	แบบฝึกหัดบทที่ 8.....	153

บทที่ 9	การควบคุมรีเลย์และดีซีมอเตอร์	155
9.1	รีเลย์	155
9.2	การเชื่อมต่อไมโครคอนโทรลเลอร์กับรีเลย์	156
9.3	การทำงานของวงจรรีเลย์	157
9.4	การต่อรีเลย์ควบคุมดีซีมอเตอร์	163
9.5	การควบคุมทิศทางการหมุนของดีซีมอเตอร์.....	164
9.6	การควบคุมแบบสตาร์ทเดลต้า	167
9.7	สรุปท้ายบท.....	171
	แบบฝึกหัดบทที่ 9	172
บทที่ 10	หุ่นยนต์เดินตามเส้น	173
10.1	การทำงานของเซนเซอร์	173
10.2	หุ่นยนต์เดินตามเส้น	175
10.3	วงจรควบคุมหุ่นยนต์	178
10.4	หลักการเขียนโปรแกรมควบคุมหุ่นยนต์.....	178
10.5	สรุปท้ายบท.....	186
	แบบฝึกหัดบทที่ 10.....	187
บทที่ 11	ตัวตรวจจับอุณหภูมิ DS18S20	189
11.1	เซนเซอร์ตรวจจับอุณหภูมิ DS18S20.....	189
11.2	การเชื่อมต่อไมโครคอนโทรลเลอร์กับ DS18S20	192
11.3	การเขียนโปรแกรมติดต่อกับ DS18S20.....	192
11.4	สรุปท้ายบท	202
	แบบฝึกหัดบทที่ 11	203
บทที่ 12	การใช้งานโปรแกรม Proteus	205
12.1	สภาพแวดล้อมของโปรแกรม.....	205
12.2	คำสั่งของเมนู File	208
12.3	คำสั่งของเมนู View	208
12.4	คำสั่งของเมนู Edit	209
12.5	คำสั่งของเมนู Debug.....	209

12.6	คำสั่งของเมนู Template	210
12.7	คำสั่งของเมนู Help	210
12.8	คำสั่งของเมนู Main Modes	210
12.9	คำสั่งของเมนู Gadgets.....	211
12.10	การใช้งานโปรแกรมขั้นพื้นฐาน	211
12.11	การต่อวงจรและการจำลองการทำงาน	220
12.12	สรุปท้ายบท.....	223
	แบบฝึกหัดบทที่ 12	224
บทที่ 13	การจำลองการทำงาน.....	225
13.1	การควบคุมหลอดแสดงผล LED	226
13.2	การควบคุมหลอดแสดงผล LED 7 ส่วน	228
13.3	การควบคุมหลอดแสดงผล LED 7 ส่วนโดยใช้ไอซีเบอร์ 74LS138	230
13.4	การควบคุมหลอดแสดงผล LED 7 ส่วนโดยใช้ทรานซิสเตอร์	232
13.5	การควบคุมหลอดแสดงผล LED 7 ส่วนจำนวน 4 หลัก.....	234
13.6	การควบคุมการเชื่อมต่อกับเมทริกซ์สวิตช์.....	236
13.7	การควบคุมจอแสดงผลแบบ LCD	238
13.8	การควบคุมดีซีมอเตอร์	240
13.9	การควบคุมความเร็วของดีซีมอเตอร์.....	242
13.10	การควบคุมสเต็ปเปอร์มอเตอร์	244
13.11	สรุปท้ายบท.....	246
	แบบฝึกหัดบทที่ 13.....	247
ภาคผนวก		249
บรรณานุกรม		276

ไมโครคอนโทรลเลอร์ ตระกูล PIC

ตัวอย่าง

PIC คือไมโครคอนโทรลเลอร์ตระกูลหนึ่ง ผลิตโดยบริษัทไมโครชิพ (Microchip) โดย PIC ย่อมาจากคำว่า Peripheral Interface Controller ซึ่งภายใน PIC ประกอบด้วย หน่วยความจำโปรแกรม (Program Memory) หน่วยความจำข้อมูล (Data Memory) พอร์ตอินพุต (Input Port) พอร์ตเอาต์พุต (Output Port) ทำให้ PIC เหมือนเป็นไมโครคอมพิวเตอร์ตัวหนึ่ง นอกจากนี้ภายใน PIC ยังมี I²C, PWM, A/D ซึ่งถือได้ว่าเป็นคุณสมบัติพิเศษของ PIC ที่แตกต่างจากไมโครคอนโทรลเลอร์ตัวอื่น ๆ การรวมทุกอย่างไว้อย่างไว้ในตัว PIC ทำให้นำมาใช้งานได้ง่ายและสะดวก เพียงต่อแหล่งจ่ายไฟ ป้อนสัญญาณนาฬิกา และเขียนโปรแกรมควบคุม PIC ก็สามารถควบคุมอุปกรณ์ภายนอกผ่านพอร์ตอินพุตและพอร์ตเอาต์พุตได้

1.1 ชนิดของไมโครคอนโทรลเลอร์ตระกูล PIC

ไมโครคอนโทรลเลอร์ตระกูล PIC ที่นิยมใช้กันอยู่ในปัจจุบันมีอยู่หลายเบอร์ด้วยกัน โดยสามารถแยกเป็นกลุ่มต่าง ๆ ได้ดังนี้ กลุ่มที่ขึ้นต้นด้วย PIC10, PIC12, PIC14, PIC16, PIC17 และ PIC18 ซึ่งแต่ละกลุ่มยังแยกเป็นเบอร์ต่าง ๆ อีกหลายเบอร์ แต่กลุ่มที่ได้รับความนิยมมากที่สุดมีอยู่ 3 กลุ่มคือ กลุ่มที่ขึ้นต้นด้วย PIC16, PIC17 และ PIC18 สำหรับทั้ง 3 กลุ่มนี้ จะมีคุณสมบัติที่แตกต่างกันออกไป เช่น ขนาดของหน่วยความจำโปรแกรม ขนาดของหน่วยความจำข้อมูล จำนวนคำสั่งภาษาแอสเซมบลี และจำนวนพอร์ต แต่โครงสร้างและสถาปัตยกรรมจะคล้ายกัน สำหรับรายละเอียดสามารถดูได้จากเว็บไซต์ www.microchip.com ไมโครคอนโทรลเลอร์ตระกูล PIC แบ่งตามชนิดของหน่วยความจำโปรแกรมสามารถแบ่งได้ 3 กลุ่ม คือ

กลุ่มที่ 1 PIC ที่มีหน่วยความจำโปรแกรมได้ครั้งเดียว

หน่วยความจำโปรแกรมกลุ่มนี้ เรียกว่า OTP (One Time Programmable) เป็นชิปที่ราคาถูกที่สุด เนื่องจากชิปแบบ OTP สามารถโปรแกรมลงไปได้ครั้งเดียวเท่านั้น ไม่สามารถแก้ไขได้อีก ดังนั้น การนำชิปประเภทนี้มาใช้งานต้องทำการแก้ไขข้อผิดพลาดของโปรแกรมให้ถูกต้องก่อน ชิปประเภทนี้จะเหมาะกับงานที่ได้รับการพัฒนาจนไม่พบจุดบกพร่องต่าง ๆ อีก เพราะต้นทุนจะต่ำกว่าหน่วยความจำประเภทอื่น ชิปแบบ OTP จะมีตัวอักษรตัว C แสดงบนตัวชิป เช่น เบอร์ PIC16C62, PIC16C74 และ PIC16C84



40-LEAD PDIP
"P" OR "PL"

รูปที่ 1.1 ไมโครคอนโทรลเลอร์ตระกูล PIC แบบ OTP

กลุ่มที่ 2 PIC ที่มีหน่วยความจำโปรแกรมได้หลายครั้งแบบอีพรอม

หน่วยความจำโปรแกรมกลุ่มนี้ เรียกว่า EPROM (Erasable Programmable ROM) เป็นชิปที่หน่วยความจำโปรแกรม เมื่อโปรแกรมเข้าไปแล้วสามารถลบและเขียนโปรแกรมเข้าไปใหม่ได้อีก โดยใช้แสงอัลตราไวโอเล็ตหรือแสงยูวี (UV : Ultra Violet) ซึ่งด้านบนของชิปจะมีกรอบกระจกเพื่อให้แสงยูวีส่องผ่านเข้าไปในตัวชิป โดยใช้เวลาประมาณ 5-10 นาที สำหรับชิปแบบนี้จะมีข้อจำกัดในเรื่องของการลบโปรแกรม เนื่องจากการลบโปรแกรมด้วยแสงยูวีหลาย ๆ ครั้งจะเกิดอาการดำน ทำให้โปรแกรมไม่เข้า ชิปแบบ EPROM จะมีตัวอักษร JW แสดงบนตัวชิป หรือมีกรอบกระจกอยู่บนชิป เช่น เบอร์ PIC12C508



40-LEAD CERDIP
"JW"

รูปที่ 1.2 ไมโครคอนโทรลเลอร์ตระกูล PIC แบบ EPROM

กลุ่มที่ 3 PIC ที่มีหน่วยความจำโปรแกรมได้หลายครั้งแบบแฟลชหรืออีอีพรอม

หน่วยความจำโปรแกรมนี้ เรียกว่า Flash หรือ EEPROM (Electrically Erasable Programmable ROM) เป็นชิปที่ได้รับความนิยมมากที่สุด เนื่องจากหน่วยความจำโปรแกรมสามารถอ่านเขียนและลบด้วยสัญญาณไฟฟ้า ซึ่งใช้เวลาในการลบไม่มาก และสามารถลบและเขียนใหม่ได้หลายพันครั้ง ทำให้สะดวกในการแก้ไขปรับปรุงและเปลี่ยนแปลงโปรแกรม ชิปแบบแฟลชจะมีตัวอักษร F แสดงบนตัวชิป เช่น เบอร์ PIC16F84 และ PIC16F877



40-LEAD PDIP
"P" OR "PL"

รูปที่ 1.3 ไมโครคอนโทรลเลอร์ตระกูล PIC แบบ Flash หรือ EEPROM

1.2 คุณสมบัติของไมโครคอนโทรลเลอร์ตระกูล PIC ในแต่ละกลุ่ม

การแบ่งกลุ่มของ PIC จะแบ่งตามตัวเลขที่ขึ้นต้น เช่น ขึ้นต้นด้วย PIC12, PIC16 และ PIC17 โดยแต่ละกลุ่มก็จะมีเบอร์ต่าง ๆ แยกออกไปอีกหลายเบอร์ ซึ่งสามารถแบ่งออกได้ 6 กลุ่ม คือ

1.2.1 ไมโครคอนโทรลเลอร์ตระกูล PIC16C5X

เป็นชิปที่ผลิตออกมาในยุคแรก ๆ เหมาะกับงานที่ไม่ยุ่งยากและซับซ้อน มีคำสั่งใช้งานที่เป็นภาษาแอสเซมบลี 33 คำสั่ง มี I/O, Timer และ WatchDog แต่ไม่มี I²C หรือ Serial ซึ่งต้องเขียนโปรแกรมขึ้นมาเอง ชิปในกลุ่มนี้มีหลายเบอร์ แต่ละเบอร์จะมีจำนวนขาและขนาดของหน่วยความจำโปรแกรมและหน่วยความจำข้อมูลต่างกัน

1.2.2 ไมโครคอนโทรลเลอร์ตระกูล PIC16CXXX

จากข้อจำกัดหลาย ๆ อย่างของ PIC16C5X บริษัทไมโครชิปจึงได้ทำการพัฒนาและปรับปรุงจนเป็นตระกูล PIC16CXXX โดยเป็นชิปแบบ 18 ขา มีคำสั่งภาษาแอสเซมบลี 35 คำสั่ง มี Timer เพิ่มขึ้น บางเบอร์มีมากกว่า 1 ตัว มีพอร์ต I²C และพอร์ต USART ทำให้สามารถติดต่อกับอุปกรณ์ภายนอกได้สะดวกขึ้น เขียนโปรแกรมควบคุมง่ายขึ้น นอกจากนี้ยังได้ทำการเพิ่มขนาดของหน่วยความจำให้มีขนาดใหญ่ขึ้นด้วย

1.2.3 ไมโครคอนโทรลเลอร์ตระกูล PIC12CXXX และ PIC12FXXX

เป็นชิปขนาดเล็กที่มีเพียง 8 ขาเท่านั้น ซึ่งเหมาะกับงานเล็ก ๆ มีคำสั่งภาษาแอสเซมบลี 33 และ 35 คำสั่ง สำหรับจุดเด่นของ PIC กลุ่มนี้คือ มีสัญญาณนาฬิกาหรือออสซิลเลเตอร์ (Oscillator) ขนาด 4 MHz อยู่ภายในชิป ทำให้ไม่ต้องต่อออสซิลเลเตอร์ภายนอก และมีหน่วยความจำข้อมูลภายในเป็นแบบ EEPROM แต่ส่วนของหน่วยความจำโปรแกรมยังเป็นแบบ OTP และ EPROM หลังจากได้ผลิต PIC16FXXX แล้วทางบริษัทไมโครชิปก็ได้ผลิต PIC12FXXX ขึ้นมาซึ่งเป็นแบบแฟลช ทำให้สามารถเขียนและลบโปรแกรมได้หลายครั้ง

1.2.4 ไมโครคอนโทรลเลอร์ตระกูล PIC17CXXX

PIC17CXXX เป็นชิปที่ออกมาพร้อมกับ PIC16CXXX แต่ต่างกันว่า PIC17CXXX จะมีความสามารถสูงกว่า มีจำนวนขามากกว่า มีคำสั่งภาษาแอสเซมบลี 58 คำสั่ง มีคำสั่งการคูณ ทหาร รวมทั้งขนาดของหน่วยความจำโปรแกรม หน่วยความจำข้อมูลที่มีขนาดใหญ่ขึ้น และยังสามารถต่อกับหน่วยความจำภายนอกได้ด้วย

1.2.5 ไมโครคอนโทรลเลอร์ตระกูล PIC16FXXX

เป็น PIC ที่ได้รับความนิยมมาก เพราะเป็นชิปรุ่นแรกที่หน่วยความจำโปรแกรมเป็นแบบแฟลช และมีหน่วยความจำข้อมูลแบบ EEPROM ทำให้สามารถพัฒนาโปรแกรมได้ง่าย ซึ่ง PIC เบอร์ PIC16FXXX สนับสนุนการทำงานแบบอินเซอร์กิตดีบั๊กเกอร์ (In Circuit Debugger) ทำให้ไม่ต้องใช้อีมูเลเตอร์ (EPROM Emulator) ซึ่งมีราคาแพง มีคำสั่งภาษาแอสเซมบลี 35 คำสั่ง และมีวงจรแปลงสัญญาณแอนะล็อกเป็นสัญญาณดิจิทัล (A/D) ขนาด 10 บิตอยู่ภายในด้วย

1.2.6 ไมโครคอนโทรลเลอร์ตระกูล PIC18CXXX และ PIC18FXXX

เป็น PIC อีกกลุ่มที่ได้รับความนิยม เนื่องจาก PIC18CXXX และ PIC18FXXX มีความสามารถมากกว่าเบอร์ PIC16FXXX ไม่ว่าจะเป็นคำสั่งภาษาแอสเซมบลีที่มีถึง 77 คำสั่ง หรือหน่วยความจำโปรแกรมที่มีขนาดใหญ่ขึ้น ทำให้สามารถรองรับการเขียนโปรแกรมภาษาซีได้

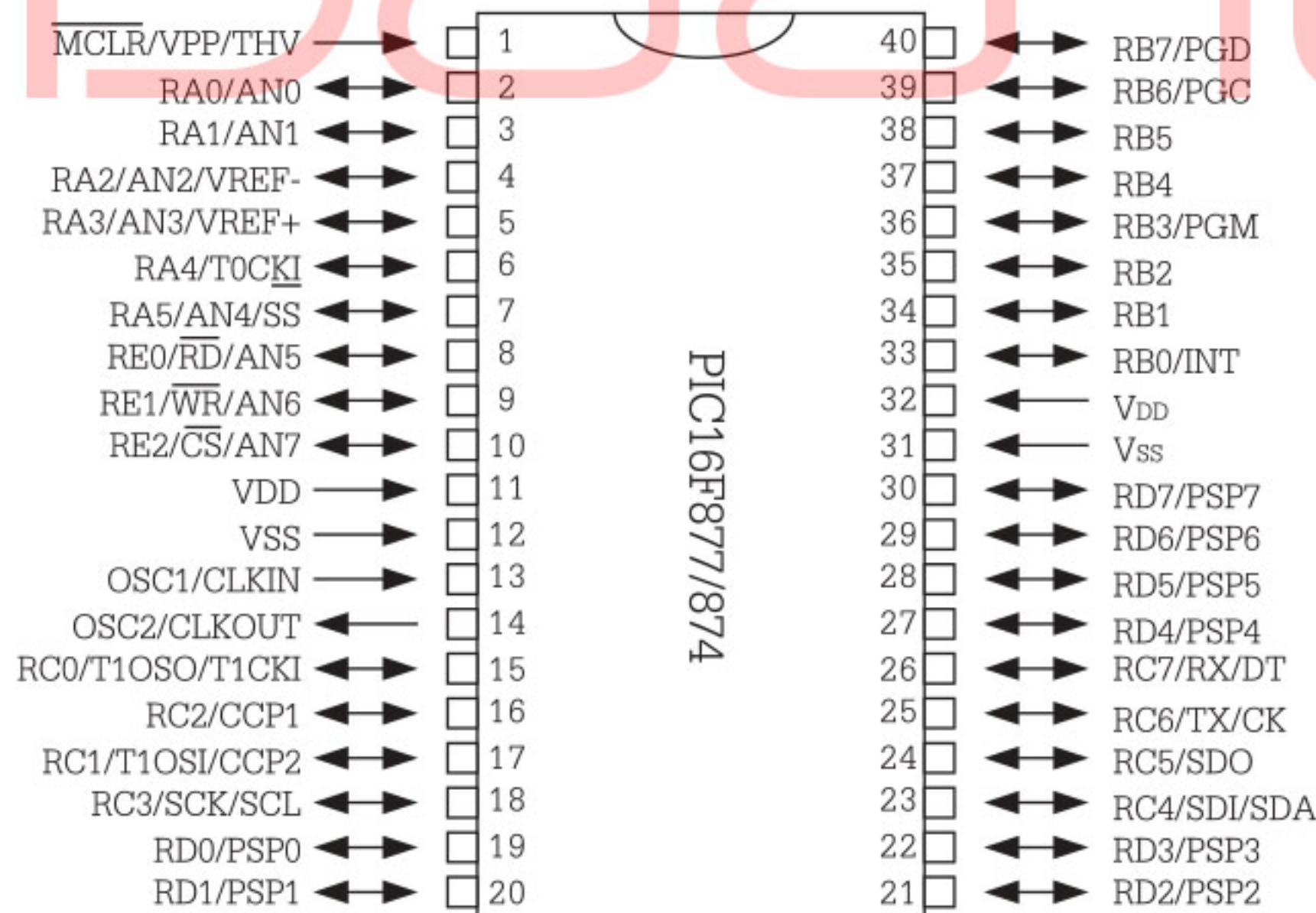
1.3 สถาปัตยกรรมไมโครคอนโทรลเลอร์ PIC16F877

จากที่ได้กล่าวมาแล้วว่า ไมโครคอนโทรลเลอร์ตระกูล PIC16FXXX ได้รับความนิยมมากที่สุดเพราะถือว่าเป็นชิปรุ่นแรกที่หน่วยความจำโปรแกรมเป็นแบบแฟลช และมีหน่วยความจำข้อมูลแบบ EEPROM แต่ชิปในตระกูลนี้ก็มีหลายเบอร์ให้เลือกใช้ตามขนาดของงานและความสามารถของชิปแต่ละตัว สำหรับหนังสือเล่มนี้จะเลือกใช้เบอร์ PIC16F877 เพราะเป็นชิปที่มีการใช้งานกันอย่างแพร่หลาย หาซื้อง่ายและราคาไม่แพงมากนัก และมีคุณสมบัติหลายประการที่เหมาะสมสำหรับผู้เริ่มต้นศึกษา หรือต้องการพัฒนางานด้านไมโครคอนโทรลเลอร์ด้วยภาษาซี ซึ่งคุณสมบัติหลัก ๆ ของ PIC16F877 มีดังนี้

1. มีคำสั่งที่เป็นภาษาแอสเซมบลี 35 คำสั่ง
2. ใน 1 คำสั่งใช้เวลาทำงาน 1 ถึง 2 ไชเคิล
3. ทำงานได้สูงสุดที่สัญญาณนาฬิกาตั้งแต่ไฟตรงถึง 20 MHz
4. ทำงานแบบ Pipe-line สามารถทำงาน 2 อย่างในเวลาเดียวกันได้
5. หน่วยความจำโปรแกรมเป็นแบบ Flash มีขนาด 8 KWord (1 word = 14 บิต)
6. มีหน่วยความจำข้อมูล (Data Memory RAM) ขนาด 368 ไบต์
7. มีหน่วยความจำข้อมูลแบบ EEPROM ขนาด 256 ไบต์
8. ตอบสนองการอินเทอร์รัปต์ได้ทั้งหมด 14 แหล่ง
9. มี Stack ให้ใช้ได้สูงสุด 8 ระดับ
10. มีระบบ Power On Reset, Power Up Timer, Oscillator Start-up และ Watchdog Timer
11. มีระบบ Code Protection กันการคัดลอก
12. มีโหมดประหยัดพลังงาน (Sleep Mode)
13. สัญญาณนาฬิกามีหลายโหมดให้เลือกใช้งาน คือ อาจจะใช้ XTAL หรือ วงจร RC ก็ได้

14. สามารถโปรแกรมด้วยไฟ +5 VDC ได้
15. ใช้การโปรแกรมแบบ In-Circuit Serial Programming
16. ทำงานที่ไฟเลี้ยง 2 VDC ถึง 5.5 VDC
17. Current Sink และ Current Source อยู่ที่ 25 mA
18. มี Timer/Counter 3 ตัว คือ Timer 0 ขนาด 8 บิต, Timer 1 ขนาด 16 บิต และ Timer 2 ขนาด 8 บิต
19. มีโมดูล Capture/Compare/PWM (Pulse Width Modulation) 2 ชุด
20. มีวงจรแปลงสัญญาณแอนะล็อกเป็นดิจิทัล (A/D Converter) ขนาด 10 บิต
21. มีระบบ USART สำหรับการสื่อสารแบบ RS232
22. มีระบบตรวจระดับไฟเลี้ยง (Brown-out Reset)
23. มี I/O พอร์ตทั้งหมด 5 พอร์ต แต่ละพอร์ตมีจำนวนบิตไม่เท่ากัน

1.4 โครงสร้างขาสัญญาณของไมโครคอนโทรลเลอร์ PIC16F877



รูปที่ 1.4 ขาสัญญาณของไมโครคอนโทรลเลอร์ PIC16F877

ไมโครคอนโทรลเลอร์ตระกูล PIC เบอร์ PIC16F877 เป็นไมโครคอนโทรลเลอร์ขนาด 40 ขา มีขาสัญญาณต่าง ๆ ดังนี้

1. **MCLR/Vpp** : Master Clear (Reset) Input / Programming Voltage Input ทำหน้าที่ เป็น ขาสัญญาณรีเซ็ต (Reset) เมื่อขานี้ได้รับลอจิก 0 ไมโครคอนโทรลเลอร์จะถูกรีเซ็ต และทำหน้าที่เป็นขาสัญญาณรับแรงดัน ขณะทำการบันทึกโปรแกรมลงหน่วยความจำของไมโครคอนโทรลเลอร์
2. **VDD** : Positive Supply (+2.00 V ถึง +5.5 V) ทำหน้าที่เป็นขาไฟเลี้ยงของไมโครคอนโทรลเลอร์

3. **VSS** : Ground ทำหน้าที่เป็นขากาวนน
4. **OSC1/CLKIN** : Oscillator Crystal Input / External Clock Source Input
5. **OSC2/CLKOUT** : Oscillator Crystal Output / External Clock Source Output

ทั้งสองขาทำหน้าที่เป็นขาสัญญาณสำหรับต่อคริสตัล ในกรณีที่อยู่ในโหมดการใช้สัญญาณนาฬิกาจากภายนอก (Crystal Oscillator Mode)

6. **RA0 - RA5** : พอร์ต A มีจำนวน 6 ขา เป็นพอร์ตแบบสองทิศทาง (Bi-directional I/O Port) คือเป็นได้ทั้งพอร์ตอินพุตและพอร์ตเอาต์พุตใช้ในการส่งและรับข้อมูล นอกจากนี้ยังทำหน้าที่อื่น ๆ แสดงดังตารางที่ 1.1

ตารางที่ 1.1 หน้าที่ของขาสัญญาณของพอร์ต A

พอร์ต	สัญญาณ	หน้าที่
RA0	AN0	รับสัญญาณอินพุตสำหรับ ADC ช่อง 0
RA1	AN1	รับสัญญาณอินพุตสำหรับ ADC ช่อง 1
RA2	AN2	รับสัญญาณอินพุตสำหรับ ADC ช่อง 2
RA3	AN3	รับสัญญาณอินพุตสำหรับ ADC ช่อง 3
RA4	TOCK1	รับสัญญาณ Input Clock ของ Timer 0
RA5	AN4	รับสัญญาณอินพุตสำหรับ ADC ช่อง 4
	$\overline{SS}$	รับสัญญาณ Slave Select จากการติดต่อของ Serial Port แบบ Synchronize

7. **RB0 - RB7** : พอร์ต B มีจำนวน 8 ขา ขนาด 8 บิต เป็นพอร์ตแบบสองทิศทาง ใช้ในการส่งและรับข้อมูล นอกจากนี้บางขายังทำหน้าที่รับสัญญาณอินพุตจากการอินเทอร์รัพต์ (Interrupt) จากภายนอกด้วย แสดงดังตารางที่ 1.2

ตารางที่ 1.2 หน้าที่ของขาสัญญาณของพอร์ต B

พอร์ต	สัญญาณ	หน้าที่
RB0	INT	รับสัญญาณอินพุตจากการอินเทอร์รัพต์จากภายนอก
RB3	PGM	รับสัญญาณอินพุตแรงดันต่ำในการบันทึกโปรแกรม (ถ้ามีการ Enable)
RB6	PGC	ขาสัญญาณนาฬิกาในการบันทึกโปรแกรม
RB7	PGD	ขาสัญญาณข้อมูลในการบันทึกโปรแกรม

8. RC0 - RC7 : พอร์ต C มีจำนวน 8 ขา ขนาด 8 บิต เป็นพอร์ตแบบสองทิศทาง ใช้ในการส่งและรับข้อมูล นอกจากนี้ยังทำหน้าที่อื่น ๆ แสดงดังตารางที่ 1.3

ตารางที่ 1.3 หน้าที่ของขาสัญญาณของพอร์ต C

พอร์ต	สัญญาณ	หน้าที่
RC0	T1OSO	ขาสัญญาณเอาต์พุตของวงจรออสซิลเลเตอร์ของ Timer 1
	T1CK1	ขาสัญญาณอินพุตของสัญญาณนาฬิกาของ Timer 1
RC1	T1OSI	ขาสัญญาณอินพุตของวงจรออสซิลเลเตอร์ของ Timer 1
	CCP2	ขาสัญญาณเอาต์พุตของโมดูล CCP2 (Capture2, Compare2, PWM2)
RC2	CCP1	ขาสัญญาณเอาต์พุตของโมดูล CCP1 (Capture1, Compare1, PWM1)
RC3	SCK	ขาสัญญาณนาฬิกาของวงจร SPI
	SCL	ขาสัญญาณนาฬิกาของวงจร I ² C
RC4	SDI	ขาสัญญาณอินพุตและ Serial Data ของระบบ SPI
	SDA	ขาข้อมูลของระบบบัส I ² C
RC5	SDO	ขาสัญญาณเอาต์พุตและ Serial Data ของระบบ SPI
RC6	TxD	ขาส่งข้อมูลแบบ Serial Port
	CK	ขาสัญญาณนาฬิกา แบบ Synchronize
RC7	RxD	ขารับข้อมูลแบบ Serial Port
	DT	ขาข้อมูลแบบ Synchronize

9. RD0 - RD7 : พอร์ต A มีจำนวน 8 ขา ขนาด 8 บิต เป็นพอร์ตแบบสองทิศทาง ใช้ในการส่งและรับข้อมูล นอกจากนี้ยังทำหน้าที่อื่น ๆ แสดงดังตารางที่ 1.4

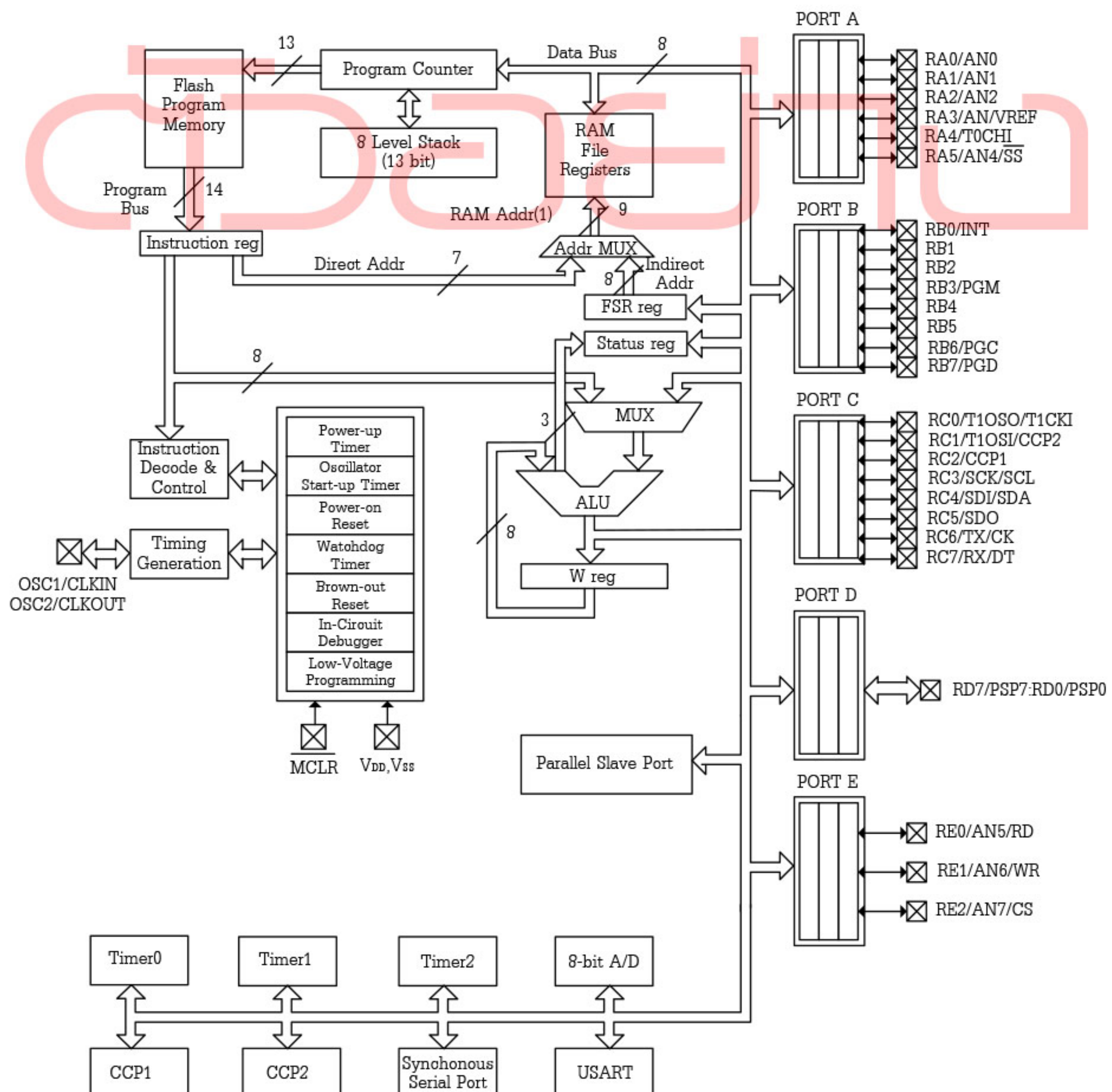
ตารางที่ 1.4 หน้าที่ของขาสัญญาณของพอร์ต D

พอร์ต	สัญญาณ	หน้าที่
RD0	PSP0	ขาสัญญาณขยายพอร์ตแบบขนาน บิต 0
RD1	PSP1	ขาสัญญาณขยายพอร์ตแบบขนาน บิต 1
RD2	PSP2	ขาสัญญาณขยายพอร์ตแบบขนาน บิต 2
RD3	PSP3	ขาสัญญาณขยายพอร์ตแบบขนาน บิต 3
RD4	PSP4	ขาสัญญาณขยายพอร์ตแบบขนาน บิต 4
RD5	PSP5	ขาสัญญาณขยายพอร์ตแบบขนาน บิต 5
RD6	PSP6	ขาสัญญาณขยายพอร์ตแบบขนาน บิต 6
RD7	PSP7	ขาสัญญาณขยายพอร์ตแบบขนาน บิต 7

10. RE0 - RE2 : พอร์ต E มีจำนวน 3 ขา เป็นพอร์ตแบบสองทิศทาง ใช้ในการส่งและรับข้อมูล นอกจากนี้ยังทำหน้าที่อื่น ๆ แสดงดังตารางที่ 1.5

ตารางที่ 1.5 หน้าที่ของขาสัญญาณของพอร์ต E

พอร์ต	สัญญาณ	หน้าที่
RE0	AN5	รับสัญญาณอินพุตสำหรับ ADC ช่อง 5
	RD	ขาสัญญาณขยายพอร์ตแบบขนานควบคุมการอ่าน
RE1	AN6	รับสัญญาณอินพุตสำหรับ ADC ช่อง 6
	WR	ขาสัญญาณขยายพอร์ตแบบขนานควบคุมการเขียน
RE2	AN7	รับสัญญาณอินพุตสำหรับ ADC ช่อง 7
	CS	ขาสัญญาณขยายพอร์ตแบบขนานควบคุมการเลือกอุปกรณ์



รูปที่ 1.5 โครงสร้างภายในของไมโครคอนโทรลเลอร์ PIC เบอร์ PIC16F877



ดอนสัน ปงพาบ

ปัจจุบัน อาจารย์ระดับ 6 โปรแกรมเทคโนโลยีอิเล็กทรอนิกส์
คณะเทคโนโลยีอุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยราชภัฏลำปาง

การศึกษา

- พ.ศ. 2538 ประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง สาขาอิเล็กทรอนิกส์และคอมพิวเตอร์
วิทยาลัยเทคนิคลำปาง
- พ.ศ. 2540 ครุศาสตรบัณฑิต สาขาอิเล็กทรอนิกส์และคอมพิวเตอร์
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
- พ.ศ. 2547 วิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิศวกรรมไฟฟ้า
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ

ผลงาน

1. การเขียนโปรแกรมภาษาเบสิกในงานควบคุม
โครงการตำราเฉลิมพระเกียรติ มหาวิทยาลัยราชภัฏลำปาง
2. การเขียนโปรแกรมภาษาซีในงานควบคุม
จัดพิมพ์โดย สมาคมส่งเสริมเทคโนโลยี (ไทย-ญี่ปุ่น)
3. ไมโครคอนโทรลเลอร์และการประยุกต์ใช้งาน 1
จัดพิมพ์โดย สมาคมส่งเสริมเทคโนโลยี (ไทย-ญี่ปุ่น)
4. ไมโครคอนโทรลเลอร์และการประยุกต์ใช้งาน 2
จัดพิมพ์โดย สมาคมส่งเสริมเทคโนโลยี (ไทย-ญี่ปุ่น)

สถานที่ติดต่อ

มหาวิทยาลัยราชภัฏลำปาง ถ.ลำปาง-แม่ทะ อ.เมือง จ.ลำปาง 52100

โทรศัพท์ : (054) 218473, 218239

โทรสาร : (054) 226322, 217539

E-mail : donson@lpru.ac.th



ทิพวัลย์ คำน่านอบ

ปัจจุบัน อาจารย์ สาขาเทคโนโลยีอิเล็กทรอนิกส์
คณะเทคโนโลยีอุตสาหกรรม โรงเรียนลำปางพณิชยการและเทคโนโลยี

การศึกษา

พ.ศ. 2541 ประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง สาขาเทคนิคคอมพิวเตอร์
สถาบันเทคโนโลยีราชมงคล วิทยาเขตภาคพายัพ
พ.ศ. 2544 ครุศาสตร์อุตสาหกรรม สาขาอิเล็กทรอนิกส์และคอมพิวเตอร์
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

สถานที่ติดต่อ

โรงเรียนลำปางพณิชยการเทคโนโลยี
173 ถ.พหลโยธิน ต.ชมพู อ.เมือง จ.ลำปาง 52100
โทรศัพท์ : (054) 352399-401
โทรสาร : (054) 251208-9
E-mail : Thipawan@lcct.ac.th