



## เอกสารประกอบการเรียนการสอน

วิชาไมโครคอนโทรลเลอร์ รหัสวิชา 30104 - 2104

หลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง (ปวส.) พุทธศักราช 2563

ประเภทวิชาอุตสาหกรรม สาขาวิชาไฟฟ้า

จัดทำโดย

นายธีรวัฒน์ ติบอ้าย

แผนกวิชาช่างไฟฟ้ากำลัง

วิทยาลัยเทคนิคน่าน

สำนักงานคณะกรรมการการอาชีวศึกษา

กระทรวงศึกษาธิการ

# เอกสารประกอบการเรียนการสอน

วิชาไมโครคอนโทรลเลอร์ รหัสวิชา 30104 - 2104

หลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง (ปวส.) พุทธศักราช 2563

ประเภทวิชาอุตสาหกรรม สาขาวิชาไฟฟ้า

จัดทำโดย

นายธีรวัฒน์ ตีบอ้าย

แผนกวิชาช่างไฟฟ้ากำลัง

สำนักงานคณะกรรมการการอาชีวศึกษา

วิทยาลัยเทคนิคน่าน

กระทรวงศึกษาธิการ

# หลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง พุทธศักราช 2563

## ประเภทวิชาอุตสาหกรรม

### สาขาวิชาไฟฟ้า

#### จุดประสงค์สาขาวิชา

1. เพื่อให้สามารถประยุกต์ใช้ความรู้และทักษะด้านภาษาและการสื่อสาร ทักษะการคิดและการแก้ปัญหาและทักษะทางสังคมและการดำรงชีวิตในการพัฒนาตนเองและวิชาชีพ
2. เพื่อให้มีความเข้าใจและสามารถประยุกต์ใช้หลักการบริหารและจัดการวิชาชีพ การใช้เทคโนโลยีสารสนเทศและหลักการของงานอาชีพที่สัมพันธ์เกี่ยวกับการพัฒนาวิชาชีพช่างไฟฟ้า ให้ทันต่อการเปลี่ยนแปลงและความก้าวหน้าของเศรษฐกิจ สังคมและเทคโนโลยี
3. เพื่อให้มีความเข้าใจในหลักการและกระบวนการทำงานในกลุ่มงานพื้นฐานด้านไฟฟ้า
4. เพื่อให้สามารถประยุกต์ใช้ความรู้และเทคโนโลยีด้านไฟฟ้า ในการพัฒนาตนเองและวิชาชีพ
5. เพื่อให้สามารถปฏิบัติงานวิเคราะห์ แก้ปัญหา สร้างสรรค์และนำเทคโนโลยีมาใช้ในการพัฒนางานออกแบบวิเคราะห์ แก้ปัญหาในงานติดตั้ง ควบคุมระบบไฟฟ้า เครื่องทำความเย็นและปรับอากาศปฏิบัติงานติดตั้ง ซ่อมบำรุงทดสอบ ควบคุมระบบไฟฟ้า เครื่องทำความเย็นและปรับอากาศ
6. เพื่อให้สามารถปฏิบัติงานด้านเทคนิคในสถานประกอบการและประกอบอาชีพอิสระ รวมทั้งการใช้ความรู้และ ทักษะเป็นพื้นฐานในการศึกษาต่อในระดับสูงขึ้นไป
7. เพื่อให้มีเจตคติที่ดีต่องานอาชีพ มีความคิดริเริ่มสร้างสรรค์ ซื่อสัตย์สุจริต มีระเบียบ เป็นผู้มีควมรับผิดชอบต่อ สังคมสิ่งแวดล้อม ต่อด้านความรุนแรงและสารเสพติด

## หลักสูตรรายวิชา ไมโครคอนโทรลเลอร์ รหัสวิชา 30104-2104

จำนวน 3 หน่วยกิต จำนวนชั่วโมง/สัปดาห์ 5 ชั่วโมง จำนวนชั่วโมงรวม 90 ชั่วโมง

### จุดประสงค์รายวิชา

1. เข้าใจโครงสร้าง ระบบและการทำงานของไมโครคอนโทรลเลอร์
2. สามารถเขียน โปรแกรมควบคุมการติดต่อระบบ และตรวจสอบความผิดพลาดของโปรแกรม
3. สามารถประยุกต์ใช้งาน ไมโครคอนโทรลเลอร์ในการควบคุมระบบไฟฟ้าได้โปรแกรม
4. มีกิจนิสัยในการทำงานด้วยความประณีต ปลอดภัยอย่างมีคุณธรรม จริยธรรม

### สมรรถนะรายวิชา

1. แสดงความรู้เกี่ยวกับ โครงสร้าง ระบบและการทำงานของไมโครคอนโทรลเลอร์
2. ใช้เครื่องมือเขียน โปรแกรมควบคุมการติดต่อระบบ และตรวจสอบความผิดพลาดของโปรแกรม
3. ประยุกต์ใช้งาน ไมโครคอนโทรลเลอร์ในการควบคุมระบบไฟฟ้า

### คำอธิบายรายวิชา

ศึกษาและปฏิบัติ โครงสร้างของไมโครคอนโทรลเลอร์ วงจรประกอบการทำงานของไมโครคอนโทรลเลอร์ รีจิสเตอร์ ระบบบัสและการทำงาน ชุดคำสั่งของไมโครคอนโทรลเลอร์ ใช้เครื่องมือเขียนโปรแกรมและโปรแกรมช่วยในการทดสอบ โดยใช้ชุดคำสั่งของไมโครคอนโทรลเลอร์ ควบคุมการติดต่อซีพียูกับหน่วยความจำ เอ้าท์พุท อินพุท การอินเตอร์รัพต์ การติดต่อไมโครคอนโทรลเลอร์กับอุปกรณ์ภายนอกแบบเบื้องต้นและผ่านระบบสื่อสาร การประยุกต์ใช้งานในระบบควบคุมทางไฟฟ้าแบบต่าง ๆ

## โครงการสอน

หน่วยที่	หน่วยการเรียนรู้/ชื่อเรื่อง/ชื่องาน	จำนวนชั่วโมง
<b>1</b>	<b>โครงสร้างไมโครคอนโทรลเลอร์</b>	<b>10</b>
	1.1 ความหมายของไมโครคอนโทรลเลอร์	
	1.2 โครงสร้างไมโครคอนโทรลเลอร์	
	1.3 ระบบบัสและการทำงาน	
	1.4 หน่วยความจำและรีจิสเตอร์	
	1.5 วงจรประกอบการทำงานของไมโครคอนโทรลเลอร์	
	ใบงานที่ 1 การทดสอบวงจรการทำงานของไมโครคอนโทรลเลอร์	
<b>2</b>	<b>ชุดคำสั่งของไมโครคอนโทรลเลอร์</b>	<b>10</b>
	2.1 ชุดคำสั่งโปรแกรมภาษาเบสิก	
	2.2 ชุดคำสั่งโปรแกรมภาษาแอสเซมบลี	
	2.2 ชุดคำสั่งโปรแกรมภาษาซี	
	ใบปฏิบัติงานที่ 1 การเขียนรายละเอียดชุดคำสั่งซีซีเอสซี คอมไพเลอร์	
<b>3</b>	<b>เครื่องมือเขียนชุดคำสั่งและโปรแกรมทดสอบการทำงาน</b>	<b>15</b>
	3.1 โปรแกรมเขียนชุดคำสั่งภาษาซี	
	3.2 โปรแกรมทดสอบการทำงาน	
	3.3 โปรแกรมบันทึกภาษาเครื่อง	
	ใบงานที่ 2 การใช้โปรแกรมเขียนชุดคำสั่งภาษาซี	
	ใบงานที่ 3 การใช้โปรแกรมทดสอบการทำงาน	
	ใบงานที่ 4 การใช้โปรแกรมบันทึกภาษาเครื่อง	
<b>4</b>	<b>การเขียนชุดคำสั่งควบคุมพอร์ตอินพุตเอาต์พุต</b>	<b>10</b>
	4.1 ชุดคำสั่งควบคุมพอร์ตอินพุตเอาต์พุต	
	4.2 โครงสร้างขาพอร์ตของไมโครคอนโทรลเลอร์	
	ใบงานที่ 5 การเขียนชุดคำสั่งควบคุมพอร์ตเอาต์พุตแบบดิจิตัล	
	ใบงานที่ 6 การใช้งานพอร์ต A เป็นพอร์ตอินพุตดิจิตัล	
<b>5</b>	<b>การอินเตอร์รัพต์</b>	<b>5</b>
	5.1 รีจิสเตอร์ที่เกี่ยวข้องกับอินเตอร์รัพต์	
	5.2 การเขียนชุดคำสั่งควบคุมการอินเตอร์รัพต์	
	5.3 ข้อความสั่งตัวประมวลผลก่อนการอินเตอร์รัพต์	

## โครงการสอน (ต่อ)

หน่วยที่	หน่วยการเรียนรู้/ชื่อเรื่อง/ชื่องาน	จำนวนชั่วโมง
	5.4 ฟังก์ชันการอินเวอร์สจากคลังข้อมูล	
	ใบงานที่ 7 การอินเวอร์สจากไทมเมอร์ 0 แบบวิธีการนับ	
<b>6</b>	<b>การต่อประสานไมโครคอนโทรลเลอร์กับอุปกรณ์ภายนอก</b>	<b>15</b>
	6.1 การต่อประสานกับหน่วยแสดงผลแอลอีดีตัวเลข 7 ส่วน	
	6.2 การต่อประสานกับหน่วยแสดงผลแอลซีดีโมดูล	
	6.3 การต่อประสานกับเมทริกซ์สวิตช์	
	6.4 การต่อประสานกับ โมดูลแปลงสัญญาณแอนะล็อกเป็นดิจิทัล	
	ใบงานที่ 8 การต่อประสานเมทริกซ์สวิตช์แสดงผลแอลอีดีตัวเลข 7 ส่วน	
	ใบงานที่ 9 การต่อประสานแผงเมทริกซ์สวิตช์แสดงผลแอลซีดี	
	ใบงานที่ 10 การเขียนชุดคำสั่งรับสัญญาณแอนะล็อกแปลงเป็นดิจิทัล	
<b>7</b>	<b>ระบบและรูปแบบการสื่อสาร</b>	<b>5</b>
	7.1 ระบบการสื่อสาร	
	7.2 การสื่อสารของพอร์ตอนุกรม	
	7.3 การสื่อสารกับอุปกรณ์แบบ I2C บัส	
	7.4 การต่อประสานอุปกรณ์แบบ 1 สาย	
	ใบงานที่ 11 การสื่อสารระบบบัสแบบ 1 สาย	
<b>8</b>	<b>การประยุกต์ใช้งานไมโครคอนโทรลเลอร์ควบคุมทางไฟฟ้า</b>	<b>20</b>
	8.1 การออกแบบระบบต่อประสานไมโครคอนโทรลเลอร์กับอุปกรณ์ภายนอก	
	8.2 การพัฒนาระบบควบคุมอุปกรณ์ไฟฟ้าด้วยไมโครคอนโทรลเลอร์	
	8.3 การประยุกต์ใช้ไมโครคอนโทรลเลอร์ควบคุมอุปกรณ์ไฟฟ้า	
	ใบงานที่ 12 การเขียนชุดคำสั่งควบคุมการรดน้ำต้นไม้อัตโนมัติ	
	ใบงานที่ 13 การเขียนชุดคำสั่งการควบคุมอุณหภูมิอัตโนมัติ	
	ใบงานที่ 14 การเขียนชุดคำสั่งควบคุมการสตาร์ทมอเตอร์ 3 เฟสแบบสตาร์ทตรง	
<b>รวม</b>		<b>90</b>

ตารางวิเคราะห์หน่วยการเรียนรู้

ลำดับ ที่	หน่วยการเรียนรู้/ชื่อเรื่อง/ชื่องาน	ระดับสมรรถนะที่พึงประสงค์												
		ความรู้					ทักษะ			กิจ นิสัย				
		1	2	3	4	5	6	1	2	3	1	2		
<b>1</b>	<b>โครงสร้างไมโครคอนโทรลเลอร์ PIC16F877A</b>													
	1.1 ความหมายของไมโครคอนโทรลเลอร์	/	/					/	/		/	/		
	1.2 โครงสร้างไมโครคอนโทรลเลอร์	/	/	/				/	/		/	/		
	1.3 ระบบบัสและการทำงาน	/	/	/				/	/		/	/		
	1.4 หน่วยความจำและรีจิสเตอร์	/	/	/				/	/		/	/		
	1.5 วงจรประกอบการทำงานของไมโครคอนโทรลเลอร์							/	/		/	/		
	ใบงานที่ 1 การทดสอบวงจรการทำงานของไมโคร - คอนโทรลเลอร์	/	/	/				/	/	/	/	/	/	/
<b>2</b>	<b>ชุดคำสั่งของไมโครคอนโทรลเลอร์</b>													
	2.1 ชุดคำสั่งโปรแกรมภาษาเบสิก	/	/					/			/	/		
	2.2 ชุดคำสั่งโปรแกรมภาษาแอสเซมบลี	/	/					/			/	/		
	2.3 ชุดคำสั่งโปรแกรมภาษาซี	/	/	/				/	/	/	/	/	/	/
	ใบปฏิบัติงานที่ 1 การเขียนรายละเอียดชุดคำสั่งซีเอสซีๆ							/	/		/	/		
<b>3</b>	<b>เครื่องมือเขียนชุดคำสั่งและโปรแกรมทดสอบฯ</b>													
	3.1 โปรแกรมเขียนชุดคำสั่งภาษาซี	/	/	/				/	/	/	/	/	/	/
	3.2 โปรแกรมทดสอบการทำงาน	/	/	/				/	/	/	/	/	/	/
	3.3 โปรแกรมบันทึกภาษาเครื่อง	/	/	/				/	/	/	/	/	/	/
	ใบงานที่ 2 การใช้โปรแกรมเขียนชุดคำสั่งภาษาซี							/	/		/	/		
	ใบงานที่ 3 การใช้โปรแกรมทดสอบการทำงาน							/	/		/	/		
	ใบงานที่ 4 การใช้โปรแกรมบันทึกภาษาเครื่อง							/	/		/	/		
<b>4</b>	<b>การเขียนชุดคำสั่งควบคุมพอร์ตอินพุตเอาต์พุต</b>													
	4.1 ชุดคำสั่งควบคุมพอร์ตอินพุตเอาต์พุต	/	/	/				/	/	/	/	/	/	/
	4.2 โครงสร้างขาพอร์ตของไมโครคอนโทรลเลอร์	/	/	/				/	/	/	/	/	/	/
	ใบงานที่ 5 การเขียนชุดคำสั่งควบคุมพอร์ตเอาต์พุตแบบ ดิจิทัล							/	/		/	/		
	ใบงานที่ 6 การใช้งานพอร์ต A เป็นพอร์ตอินพุตดิจิทัล							/	/		/	/		

ตารางวิเคราะห์หน่วยการเรียนรู้ (ต่อ)

ลำดับ ที่	หน่วยการเรียนรู้/ชื่อเรื่อง/ชื่องาน	ระดับสมรรถนะที่พึงประสงค์												
		ความรู้					ทักษะ			กิจ นิสัย				
		1	2	3	4	5	6	1	2	3	1	2		
5	การอินเทอร์เน็ต													
	5.1 รีจิสเตอร์ที่เกี่ยวข้องกับการอินเทอร์เน็ต	/	/	/				/	/	/	/	/	/	/
	5.2 การเขียนชุดคำสั่งควบคุมการอินเทอร์เน็ต	/	/	/				/	/	/	/	/	/	/
	5.3 ข้อความสั่งตัวประมวลผลก่อนการอินเทอร์เน็ต	/	/	/				/	/	/	/	/	/	/
	5.4 ฟังก์ชันการอินเทอร์เน็ตจากคลังข้อมูล	/	/	/				/	/	/	/	/	/	/
	ใบงานที่ 7 การอินเทอร์เน็ตจากไทมเมอร์ 0 แบบวิธีการนับ							/	/		/	/		
6	การต่อประสานไมโครคอนโทรลเลอร์กับอุปกรณ์ภายนอก													
	6.1 การต่อประสานกับหน่วยแสดงผลแอลอีดีตัวเลข 7 ส่วน	/	/	/				/	/		/	/		
	6.2 การต่อประสานกับหน่วยแสดงผลแอลซีดี โมดูล	/	/	/				/	/		/	/		
	6.3 การต่อประสานกับเมทริกซ์สวิตช์	/	/	/				/	/		/	/		
	6.4 การต่อประสานกับ โมดูลแปลงสัญญาณแอนะล็อกเป็นดิจิทัล	/	/	/				/	/		/	/		
	ใบงานที่ 8 การต่อประสานเมทริกซ์สวิตช์แสดงผลแอลอีดีตัวเลข 7 ส่วน							/	/		/	/		
	ใบงานที่ 9 การต่อประสานแผงเมทริกซ์สวิตช์แสดงผลแอลซีดี โมดูล							/	/		/	/		
	ใบงานที่ 10 การเขียนชุดคำสั่งรับสัญญาณแอนะล็อกแปลงเป็นดิจิทัล							/	/		/	/		
7	ระบบและรูปแบบการสื่อสาร													
	7.1 ระบบการสื่อสาร	/	/					/	/		/	/		
	7.2 การสื่อสารของพอร์ตอนุกรม	/	/					/	/		/	/		
	7.3 การสื่อสารกับอุปกรณ์แบบ I2C บัส	/	/	/				/	/		/	/		
	7.4 การสื่อสารกับอุปกรณ์แบบ 1 สาย	/	/	/				/	/		/	/		



ตารางวิเคราะห์หน่วยการเรียนรู้ (ต่อ)

ลำดับ ที่	หน่วยการเรียนรู้/ชื่อเรื่อง/ชื่องาน	ระดับสมรรถนะที่พึงประสงค์										
		ความรู้						ทักษะ			กิจ นิสัย	
		1	2	3	4	5	6	1	2	3	1	2
	ใบงานที่ 11 การสื่อสารระบบบัสแบบ 1 สาย							/	/		/	/
8	การประยุกต์ใช้งานไมโครคอนโทรลเลอร์ควบคุมทางไฟฟ้า											
	8.2 การออกแบบระบบต่อประสานไมโครคอนโทรลเลอร์กับอุปกรณ์ภายนอก		/	/	/	/		/	/	/	/	/
	8.2 การพัฒนาระบบควบคุมอุปกรณ์ไฟฟ้าด้วยไมโครคอนโทรลเลอร์		/	/	/	/		/	/	/	/	/
	8.3 การประยุกต์ใช้ไมโครคอนโทรลเลอร์ควบคุมอุปกรณ์ไฟฟ้า		/	/	/	/		/	/	/	/	/
	ใบงานที่ 12 การเขียนชุดคำสั่งควบคุมการรดน้ำต้นไม้อัตโนมัติ							/	/	/	/	/
	ใบงานที่ 13 การเขียนชุดคำสั่งการควบคุมอุณหภูมิอัตโนมัติ							/	/	/	/	/
	ใบงานที่ 14 การเขียนชุดคำสั่งควบคุมการสตาร์ทมอเตอร์ 3 เฟสแบบสตาร์ทตรง							/	/	/	/	/

ระดับสมรรถนะที่พึงประสงค์

ความรู้	1 = ความจำ	2 = ความเข้าใจ	3 = การนำไปใช้
	4 = วิเคราะห์	5 = สังเคราะห์	6 = ประเมินค่า
ทักษะ	1 = ทำตามแบบ	2 = ถูกต้องแม่นยำ	3 = ออกแบบ
กิจนิสัย	1 = การจัดระบบคุณค่า	2 = การสร้างลักษณะนิสัย	

	<b>แบบทดสอบก่อนเรียน</b>	หน่วยที่ 8
	ชื่อวิชา ไมโครคอนโทรลเลอร์ รหัสวิชา 30104-2104	สอนครั้งที่ 15
	ชื่อหน่วย การประยุกต์ใช้งานไมโครคอนโทรลเลอร์ฯ	จำนวนชั่วโมงรวม 20 ชั่วโมง
	ชื่อเรื่อง การประยุกต์ใช้งานไมโครคอนโทรลเลอร์ในงานควบคุมทางไฟฟ้า	จำนวนชั่วโมงสอน 3 ชั่วโมง

**จุดประสงค์** เพื่อตรวจสอบความรู้พื้นฐานของนักศึกษา เรื่อง การประยุกต์ใช้งานไมโครคอนโทรลเลอร์ในงานควบคุมทางไฟฟ้า

- คำสั่ง**
1. จงอ่านคำถามต่อไปนี้แล้วทำเครื่องหมายกากบาท (×) ข้อที่ถูกที่สุดในกระดาษคำตอบ
  2. แบบทดสอบมีจำนวน 20 ข้อ ข้อละ 1 คะแนน ใช้เวลา 20 นาที

1. ข้อใด **ไม่ใช่** ส่วนสำคัญของการประยุกต์ใช้ไมโครคอนโทรลเลอร์ในงานควบคุมทางไฟฟ้า

- ก. ชุดคำสั่งควบคุม
- ข. หน่วยความจำถาวร
- ค. หน่วยประมวลผลกลาง
- ง. สวิตช์ควบคุมด้านเอาต์พุต
- จ. อุปกรณ์กำเนิดสัญญาณอินพุต

2. ส่วนที่รับรู้ปฏิบัติการเปลี่ยนแปลงของอุปกรณ์ไฟฟ้าที่ต้องการควบคุม เรียกว่าอะไร

- ก. อุปกรณ์กำเนิดสัญญาณอินพุต
- ข. สวิตช์ควบคุมด้านเอาต์พุต
- ค. หน่วยประมวลผลกลาง
- ง. ชุดคำสั่งควบคุม
- จ. หน่วยความจำ

3. ข้อใดคือคุณลักษณะทางไฟฟ้าของภาระชนิดความต้านทาน

- ก. ทิศทางของกระแส ( $i_R$ ) และแรงดันไฟฟ้าตกคร่อม ( $v_R$ ) แตกต่างกัน
- ข. ทิศทางของกระแส ( $i_R$ ) ล้าหลังแรงดันไฟฟ้าตกคร่อม ( $v_R$ ) เป็นมุม 60 องศา
- ค. ทิศทางของกระแส ( $i_R$ ) ล้าหลังแรงดันไฟฟ้าตกคร่อม ( $v_R$ ) เป็นมุม 90 องศา
- ง. ทิศทางของกระแส ( $i_R$ ) นำหน้าแรงดันไฟฟ้าตกคร่อม ( $v_R$ ) เป็นมุม 180 องศา
- จ. ทิศทางของกระแส ( $i_R$ ) และแรงดันไฟฟ้าตกคร่อม ( $v_R$ ) ไปในทิศทางเดียวกัน

4. ข้อดีของการเชื่อมต่อสัญญาณควบคุมโดยใช้รีเลย์คือข้อใด

- ก. ไม่มีคลื่นความถี่ไปรบกวนการทำงานของอุปกรณ์อื่น
- ข. ไม่ทำให้เกิดประกายไฟระหว่างหน้าสัมผัส

- ค. เหมาะกับงานตัดต่อความเร็วสูง
  - ง. ราคาถูก อุปกรณ์หาซื้อได้ง่าย
  - จ. ไม่มีหน้าสัมผัส ชำรุดได้ยาก
5. วิธีการข้อใดช่วยป้องกันการกระโดดของประจุไฟฟ้าโดยใช้รีเลย์
- ก. ใช้วาริสเตอร์และตัวเก็บประจุแบบมีขั้วต่ออนุกรมกับหน้าสัมผัสเมนของรีเลย์
  - ข. ใช้วาริสเตอร์และตัวเก็บประจุแบบไม่มีขั้วต่ออนุกรมกับหน้าสัมผัสของรีเลย์
  - ค. ใช้วาริสเตอร์และตัวเก็บประจุแบบไม่มีขั้วต่อขนานกับหน้าสัมผัสของรีเลย์
  - ง. ใช้วาริสเตอร์และตัวเก็บประจุแบบมีขั้วต่อขนานกับหน้าสัมผัสของรีเลย์
  - จ. ใช้ตัวเก็บประจุแบบมีขั้ว ต่อขนานกับหน้าสัมผัสของรีเลย์
6. การเชื่อมต่อสัญญาณควบคุมด้วยอุปกรณ์เชื่อมต่อทางแสงมีความปลอดภัยสูงเพราะเหตุใด
- ก. ไม่มีหน้าสัมผัส
  - ข. ตัดต่อวงจรด้วยความเร็วสูง
  - ค. ไม่ทำให้เกิดประกายไฟระหว่างหน้าสัมผัส
  - ง. ไม่มีคลื่นความถี่ไปรบกวนการทำงานของอุปกรณ์อื่น
  - จ. สัญญาณควบคุมถูกตัดออกจากระบบไฟฟ้ากำลังของภาระ
7. ตัวเชื่อมต่อทางแสงเบอร์ MOC3062 มีค่ากระแส  $I_{FT}$  เท่าไร
- ก. 3 มิลลิแอมแปร์
  - ข. 5 มิลลิแอมแปร์
  - ค. 10 มิลลิแอมแปร์
  - ง. 15 มิลลิแอมแปร์
  - จ. 20 มิลลิแอมแปร์
8. ข้อใด **ไม่ใช่** ข้อดีของการใช้โซลิดสเตทรีเลย์กับภาระไฟสลับ
- ก. ไม่มีคลื่นความถี่ไปรบกวนการทำงานของอุปกรณ์อื่น
  - ข. ใช้ควบคุมภาระทางไฟสลับได้ทุกชนิด
  - ค. เหมาะกับงานตัดต่อความเร็วสูง
  - ง. ต้องมีวงจรสับเบอร์
  - จ. ไม่มีหน้าสัมผัส
9. เมื่อใช้ตัวเชื่อมต่อทางแสงเบอร์ MOC3061 และ โซลิดสเตทรีเลย์เบอร์ Q8040K7 จ่ายกระแสได้สูงสุด  $I_{T(RMS)}$  เท่ากับ 39 แอมแปร์ กระแส  $I_{FT} = 16$  มิลลิแอมแปร์ กระแสกระตุ้นเกต  $I_{GT}$  เท่ากับ 49 มิลลิแอมแปร์ ควบคุมมอเตอร์ไฟฟ้า 3 เฟส 380 โวลต์ 3 แรงม้า กินกระแส 5.8 แอมแปร์ คำนวนหาค่า

$R_x$  และ  $R_y$  ได้ค่าเท่าไร

ก.  $R_x = 323$  โอห์ม และ  $R_y = 517$  โอห์ม

ข.  $R_x = 333$  โอห์ม และ  $R_y = 537$  โอห์ม

ค.  $R_x = 355$  โอห์ม และ  $R_y = 581$  โอห์ม

ง.  $R_x = 367$  โอห์ม และ  $R_y = 659$  โอห์ม

จ.  $R_x = 375$  โอห์ม และ  $R_y = 669$  โอห์ม

10. จากโจทย์ข้อที่ 9 จะใช้  $R_x$  และ  $R_y$  ค่ามาตรฐานเท่าไร

ก.  $R_x = 330$  โอห์ม และ  $R_y = 560$  โอห์ม

ข.  $R_x = 345$  โอห์ม และ  $R_y = 579$  โอห์ม

ค.  $R_x = 350$  โอห์ม และ  $R_y = 585$  โอห์ม

ง.  $R_x = 369$  โอห์ม และ  $R_y = 658$  โอห์ม

จ.  $R_x = 370$  โอห์ม และ  $R_y = 660$  โอห์ม

11. ข้อใดกล่าวถึงการทำงานของชุดควบคุมการรดน้ำต้นไม้อัตโนมัติได้ถูกต้อง

ก. ถ้าความต้านทานดินมีค่าสูงกว่า 5 โอห์ม มอเตอร์ปั้มน้ำทำงาน

ข. ถ้าความต้านทานดินมีค่าต่ำกว่า 5 โอห์ม มอเตอร์ปั้มน้ำไม่ทำงาน

ค. ดินมีความชื้นสูง หน่วยประมวลผลกลางจะส่งสัญญาณตรรกะ “0” ให้กับขา RB8

ง. ขา RA0 (ขาที่ 2) ทำหน้าที่รับค่าสัญญาณแอนะล็อกจากตัวตรวจจับความต้านทานดิน

จ. ข้อมูลจากการประมวลผลของหน่วยประมวลผลกลาง ส่งไปแสดงที่จอแสดงผลแอลซีดี

12. การทำงานของชุดควบคุมอุณหภูมิอัตโนมัติข้อใดกล่าวได้ถูกต้อง

ก. ถ้าข้อมูลอุณหภูมิมีค่าสูงกว่า  $50^{\circ}\text{C}$  อุปกรณ์เชื่อมต่อทางแสงและโซลิตสเตริเลียสามารถทำงานต่อวงจรภาคจ่ายไฟสลับ 220 โวลต์ ให้กับขดลวดทำความร้อน

ข. หน่วยประมวลผลกลางจะทำการเปรียบเทียบข้อมูลจากไอซี DS18B20 ที่รับเข้ามากับค่าที่กำหนดไว้ในชุดคำสั่ง

ค. ถ้าข้อมูลอุณหภูมิมีค่าสูงกว่า  $50^{\circ}\text{C}$  หน่วยประมวลผลกลางส่งสัญญาณตรรกะ “1” ให้กับขา RB0

ง. ถ้าข้อมูลอุณหภูมิมีค่าต่ำกว่า  $50^{\circ}\text{C}$  หน่วยประมวลผลกลางส่งสัญญาณตรรกะ “0” ให้กับขา RB0

จ. ขา RA0 ทำหน้าที่รับค่าอุณหภูมิ จากหน่วยความจำชั่วคราวของไอซี DS18B20

13. ข้อใดไม่ใช่ การประยุกต์ใช้งาน โดยการควบคุมอุณหภูมิอัตโนมัติ

ก. ตู้ฟักไข่

ข. ตู้อบเสื้อผ้า

ค. เครื่องทำอุ่น

ง. สวิตช์อุณหภูมิ

จ. ตู้อบผลิตภัณฑ์ทางการเกษตร

14. การควบคุมอุณหภูมิอัตโนมัติของตู้อบเสียฟ้าลักษณะใดเป็นการควบคุมแบบไม่ต่อเนื่อง

ก. ถ้าอุณหภูมิต่ำกว่าค่าที่ตั้งไว้สวิตช์จะตัดและต่อแหล่งจ่ายไฟฟ้า

ข. ถ้าอุณหภูมิสูงกว่าค่าที่ตั้งไว้สวิตช์จะตัดและต่อแหล่งจ่ายไฟฟ้า

ค. ถ้าอุณหภูมิต่ำกว่าค่าที่ตั้งไว้สวิตช์จะตัดแหล่งจ่ายไฟฟ้า

ง. ถ้าอุณหภูมิสูงกว่าค่าที่ตั้งไว้สวิตช์จะต่อแหล่งจ่ายไฟฟ้า

จ. ถ้าอุณหภูมิต่ำกว่าค่าที่ตั้งไว้สวิตช์จะต่อแหล่งจ่ายไฟฟ้า

15. ไอซี DS18B20 ทำหน้าที่ใดในวงจรชุดควบคุมตู้ฟักไข่

ก. ตัวรับรู้กระแส

ข. ตัวรับรู้แรงดัน

ค. เบรกเกอร์

ง. ฟิวส์

จ. รีเลย์

16. คำสั่งบรรทัดใดในรูปที่ 8.21 ที่ทำให้โซลิดสเตทรีเลย์ต่อวงจรภาคจ่ายไฟให้กับขดลวดทำความร้อน

ก. บรรทัดที่ 30 และ 31

ข. บรรทัดที่ 31 และ 32

ค. บรรทัดที่ 34 และ 35

ง. บรรทัดที่ 36 และ 37

จ. บรรทัดที่ 40 และ 41

17. วงจรการสตาร์ทมอเตอร์ 3 เฟส 380 โวลต์ แบบสตาร์ทตรงด้วยโซลิดสเตทรีเลย์ใช้อุปกรณ์ใดแทนอุปกรณ์ป้องกันภาระเกิน

ก. ตัวรับรู้แรงดัน

ข. ตัวรับรู้กระแส

ค. เบรกเกอร์

ง. ฟิวส์

จ. รีเลย์

18. ถ้าเขียนชุดคำสั่งควบคุม ดังรูปที่ 8.25 กรณีกระแสไฟฟ้าที่เฟส A และ เฟส C เท่ากันจะมีผลอย่างไรกับวงจรการสตาร์ทมอเตอร์ 3 เฟส 380 โวลต์

- ก. อุปกรณ์เชื่อมต่อทางแสงและโซลิตสเตรียลย์ไม่สามารถทำงานได้
- ข. อุปกรณ์เชื่อมต่อทางแสงและโซลิตสเตรียลย์ไม่ต่อวงจรภาคจ่ายไฟสลับ 380 โวลต์ให้กับมอเตอร์ไม่ทำงาน
- ค. อุปกรณ์เชื่อมต่อทางแสงและโซลิตสเตรียลย์ต่อวงจรภาคจ่ายไฟสลับ 380 โวลต์ให้กับมอเตอร์เริ่มต้นทำงาน
- ง. อุปกรณ์เชื่อมต่อทางแสงและโซลิตสเตรียลย์ไม่ต่อวงจรภาคจ่ายไฟสลับ 380 โวลต์หลอดแอลอีดี สีเขียวสว่าง
- จ. อุปกรณ์เชื่อมต่อทางแสงและโซลิตสเตรียลย์ไม่ต่อวงจรภาคจ่ายไฟสลับ 380 โวลต์หลอดแอลอีดี สีแดงสว่าง

19. จากโจทย์ข้อที่ 18 ถ้ากรณีกระแสไฟฟ้าที่ เฟส A มีค่า 79.89 แอมแปร์ และ เฟส C มีค่า 71.06 แอมแปร์ จะมีผลอย่างไรกับวงจรการสตาร์ทมอเตอร์ 3 เฟส 380 โวลต์

- ก. อุปกรณ์เชื่อมต่อทางแสงและโซลิตสเตรียลย์สามารถทำงานได้
- ข. อุปกรณ์เชื่อมต่อทางแสงและโซลิตสเตรียลย์ต่อวงจรภาคจ่ายไฟสลับ 380 โวลต์ให้กับมอเตอร์เริ่มต้นทำงาน
- ค. อุปกรณ์เชื่อมต่อทางแสงและโซลิตสเตรียลย์ต่อวงจรภาคจ่ายไฟสลับ 380 โวลต์หลอดแอลอีดีสีเขียวสว่าง
- ง. อุปกรณ์เชื่อมต่อทางแสงและโซลิตสเตรียลย์ต่อวงจรภาคจ่ายไฟสลับ 380 โวลต์หลอดแอลอีดีสีแดงสว่าง
- จ. อุปกรณ์เชื่อมต่อทางแสงและโซลิตสเตรียลย์ไม่ต่อวงจรภาคจ่ายไฟสลับ 380 โวลต์ให้กับมอเตอร์ไม่ทำงาน

20. จากโจทย์ข้อที่ 19 การแสดงสถานะของหลอดแอลอีดีและเป็นอย่างไร

- ก. หลอดแอลอีดีสีแดงสว่าง (D1) หลอดแอลอีดีสีเขียวหรี่ (D2)
- ข. หลอดแอลอีดีสีแดงหรี่ (D1) หลอดแอลอีดีสีเขียวสว่าง (D2)
- ค. หลอดแอลอีดีสีแดงสว่าง (D1) หลอดแอลอีดีสีเขียวดับ (D2)
- ง. หลอดแอลอีดีสีแดงดับ (D1) หลอดแอลอีดีสีเขียวสว่าง (D2)
- จ. หลอดแอลอีดีสีแดงดับ (D1) หลอดแอลอีดีสีเขียวดับ (D2)

	<b>ใบความรู้ที่ 8</b>	หน่วยที่ 8
	ชื่อวิชา ไมโครคอนโทรลเลอร์ รหัสวิชา 30104-2104	สอนครั้งที่ 15-16-17-18
	ชื่อหน่วย การประยุกต์ใช้ไมโครคอนโทรลเลอร์ฯ	จำนวนชั่วโมงรวม 20 ชั่วโมง
ชื่อเรื่อง การประยุกต์ใช้ไมโครคอนโทรลเลอร์ในงานควบคุมทางไฟฟ้า		จำนวนชั่วโมงสอน 8 ชั่วโมง

## สาระสำคัญ

การประยุกต์ใช้ไมโครคอนโทรลเลอร์ควบคุมอุปกรณ์ไฟฟ้า เป็นการนำองค์ความรู้มาประยุกต์และสร้างเป็นโครงงานประกอบด้วย อุปกรณ์กำเนิดสัญญาณอินพุตซึ่งเกิดจากปฏิกิริยาทางเคมีของตัวรับรู้แปลงเป็นสัญญาณไฟฟ้า ระดับสัญญาณไฟฟ้าที่ได้จากปฏิกิริยาทางเคมีของตัวรับรู้ มีค่าอยู่ประมาณ 1 ถึง 20 มิลลิโวลต์ ซึ่งต่ำกว่าค่ามาตรฐานที่ไมโครคอนโทรลเลอร์สามารถประมวลผลได้ จึงนำวงจรปรับระดับสัญญาณแบบมีเงื่อนไขยกระดับแรงดันไฟฟ้าให้อยู่ในระดับมาตรฐานคือ 0 ถึง 5 โวลต์ ส่วนนี้มีความสำคัญมากเพราะว่าเป็นจุดเริ่มต้นของระบบควบคุม ถ้ามีความผิดพลาดระบบควบคุมจะผิดพลาดตามไปด้วย ส่วนที่สองคือไมโครคอนโทรลเลอร์และชุดคำสั่ง ทำหน้าที่ประมวลผลและสั่งการ ให้ระบบสามารถทำงานตามวัตถุประสงค์ของผู้เขียนชุดคำสั่ง การออกแบบชุดคำสั่งควรแยกเป็นฟังก์ชันย่อย แล้วทดสอบร่วมกับฮาร์ดแวร์ของส่วนนั้น เมื่อผ่านการทดสอบเป็นส่วนๆ แล้ว จึงนำมารวมทดสอบร่วมกันทั้งระบบ ทำให้ตรวจสอบหาข้อผิดพลาดได้ง่าย

ส่วนสุดท้ายเป็นอุปกรณ์ซึ่งทำหน้าที่ควบคุมเอาต์พุต เป็นส่วนที่ทำงานตามสัญญาณไฟฟ้าที่ส่งตรงจากหน่วยประมวลผลกลาง เพื่อควบคุมอุปกรณ์สวิตซ์อิเล็กทรอนิกส์ ปัจจุบันการต่อประสานในส่วนนี้ใช้การเชื่อมต่อด้วยตัวเชื่อมต่อทางแสงทำงานร่วมกับโซลิดสเตตทรียเลย์ เป็นผลให้ไมโครคอนโทรลเลอร์ชำรุดเสียหายน้อย ระบบมีความปลอดภัยและมีเสถียรภาพในการควบคุมสูง

## สาระการเรียนรู้

1. การออกแบบระบบต่อประสานไมโครคอนโทรลเลอร์กับอุปกรณ์ภายนอก
2. การพัฒนาระบบควบคุมอุปกรณ์ไฟฟ้าด้วยไมโครคอนโทรลเลอร์
3. การประยุกต์ใช้ไมโครคอนโทรลเลอร์ควบคุมอุปกรณ์ไฟฟ้า

## จุดประสงค์การเรียนรู้

### จุดประสงค์ทั่วไป

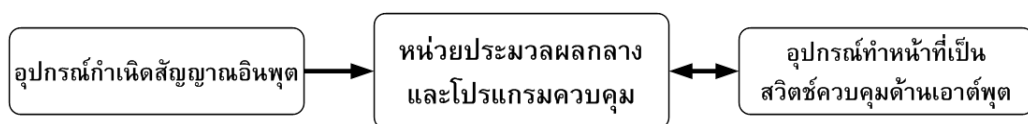
เพื่อให้มีความรู้และความเข้าใจเกี่ยวกับ การประยุกต์ใช้ไมโครคอนโทรลเลอร์ในงานควบคุมทางไฟฟ้า

## จุดประสงค์เชิงพฤติกรรม

1. อธิบายการออกแบบระบบต่อประสานไมโครคอนโทรลเลอร์กับอุปกรณ์ภายนอกได้ถูกต้อง
2. อธิบายการพัฒนาระบบควบคุมอุปกรณ์ไฟฟ้าด้วยไมโครคอนโทรลเลอร์ได้ถูกต้อง
3. คำนวณหาค่าต่างๆ เพื่อใช้ต่อประสานไมโครคอนโทรลเลอร์กับอุปกรณ์ภายนอกได้ถูกต้อง
4. อธิบายการประยุกต์ใช้ไมโครคอนโทรลเลอร์ควบคุมอุปกรณ์ไฟฟ้าได้ถูกต้อง

## บทนำ

การประยุกต์ใช้ไมโครคอนโทรลเลอร์ในระบบควบคุมทางไฟฟ้า เป็นการนำองค์ความรู้หลายๆ ด้านมาประยุกต์และสร้างเป็นชิ้นงาน การออกแบบระบบมีกรอบความคิดเกี่ยวกับโครงสร้างของระบบควบคุมที่สำคัญ 3 ส่วน คือ อุปกรณ์กำเนิดสัญญาณอินพุตเป็นสัญญาณที่ได้จากปฏิกิริยาทางเคมีของตัวรับรู้แปลงเป็นสัญญาณไฟฟ้า ส่วนนี้เป็นจุดเริ่มต้นของกระบวนการควบคุม ถ้าสัญญาณอินพุตผิดพลาดกระบวนการควบคุมของระบบทั้งหมด จะเกิดการผิดพลาดตามไปด้วย ส่วนที่สองคือหน่วยประมวลผลของไมโครคอนโทรลเลอร์และชุดคำสั่ง ทำหน้าที่เป็นตัวเชื่อมต่อประสานประมวลผลและสั่งการให้ระบบทำงานตามวัตถุประสงค์ของผู้เขียนชุดคำสั่ง และส่วนสุดท้ายเป็นอุปกรณ์ซึ่งทำหน้าที่เป็นสวิทช์ควบคุมด้านเอาต์พุต ทำงานตามสัญญาณไฟฟ้าที่ส่งโดยตรงจากตัวไมโครคอนโทรลเลอร์ไปควบคุมอุปกรณ์ไฟฟ้า เช่น รีเลย์ โซลิดสเตตรีเลย์ (Solid State Relay) เป็นต้น โดยทำหน้าที่ตัดหรือต่อให้ภาระทางไฟฟ้าทำงานตามชุดคำสั่ง



รูปที่ 8.1 กรอบความคิดการออกแบบระบบควบคุมด้วยไมโครคอนโทรลเลอร์

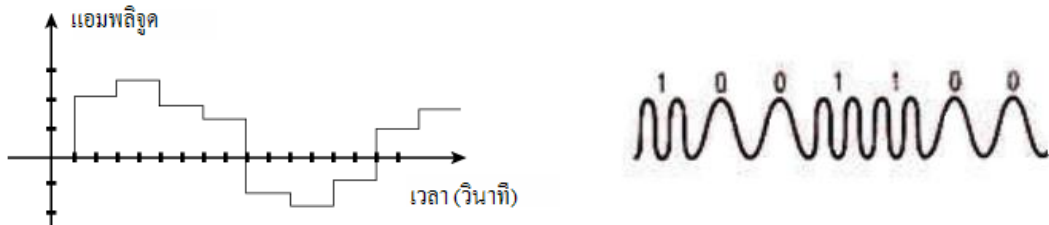
## 8.1 การออกแบบระบบการต่อประสานไมโครคอนโทรลเลอร์ควบคุมอุปกรณ์ภายนอก

### 8.1.1 อุปกรณ์กำเนิดสัญญาณอินพุต

อุปกรณ์กำเนิดสัญญาณอินพุต เป็นส่วนที่รับรู้ปฏิกิริยาการเปลี่ยนแปลงของอุปกรณ์ไฟฟ้าที่ต้องการควบคุม สัญญาณอินพุตได้จากปฏิกิริยาทางเคมีของตัวรับรู้ (Sensor) แล้วแปลงเป็นสัญญาณไฟฟ้า แบ่งได้ 2 ชนิด คือ สัญญาณแบบแอนะล็อกและแบบดิจิทัล

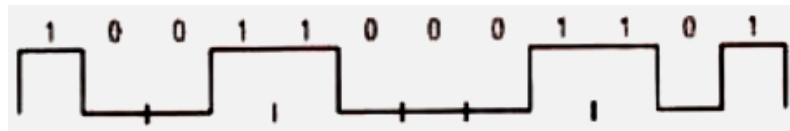


8.1.1.1 สัญญาณแบบแอนะล็อก เป็นสัญญาณซึ่งมีลักษณะต่อเนื่อง การเปลี่ยนแปลงเป็นไปอย่างช้าๆ ดังรูปที่ 8.2 มาตรฐานสัญญาณแอนะล็อกในวงการอุตสาหกรรมมี 2 ประเภท คือ ระดับสัญญาณแรงดันไฟฟ้าค่า 0 – 5 โวลต์ และสัญญาณกระแสไฟฟ้าค่า 4 – 20 มิลลิแอมแปร์ ตัวอย่างเช่น สัญญาณไฟฟ้าที่ได้จากตัวรับรู้ปริมาณออกซิเจนละลายน้ำ (Dissolved Oxygen Sensor) เป็นต้น



รูปที่ 8.2 ลักษณะสัญญาณแบบแอนะล็อก

8.1.1.2 สัญญาณอินพุตแบบดิจิทัล เป็นสัญญาณที่ไม่มีในธรรมชาติ ถูกสร้างขึ้นเพื่อใช้สำหรับการรับส่งข้อมูลในระบบคอมพิวเตอร์ เป็นสัญญาณที่ไม่มีอย่างต่อเนื่อง (Discrete) มีลักษณะเป็นระบบเลขฐานสอง (Binary) ใช้แทนค่าแรงดันไฟฟ้าสองระดับคือ 0 กับ 1 และมีการเปลี่ยนแปลงระดับอย่างรวดเร็ว ตัวอย่างสัญญาณแบบดิจิทัล แสดงดังรูปที่ 8.3



รูปที่ 8.3 ลักษณะสัญญาณแบบดิจิทัล

### 8.1.2 หน่วยประมวลผลกลางและชุดคำสั่งควบคุม

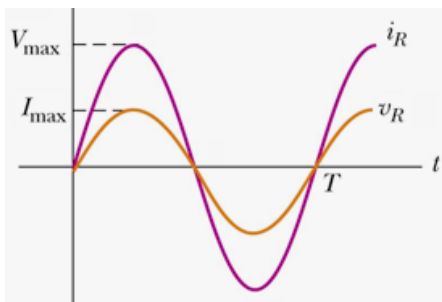
หน่วยประมวลผลกลางในหน่วยเรียนนี้ใช้ไมโครคอนโทรลเลอร์ PIC16F877A และชุดคำสั่งควบคุมใช้โปรแกรมซีซีเอสซี คอมไพเลอร์ เขียนชุดคำสั่งและแปลภาษาซีเป็นภาษาเครื่อง โครงสร้างและคุณสมบัติต่าง ๆ ที่สำคัญของไมโครคอนโทรลเลอร์และการใช้โปรแกรมซีซีเอสซี คอมไพเลอร์ ได้กล่าวมาแล้วในหน่วยเรียนที่ผ่านมาจึงไม่นำมากล่าวในหน่วยเรียนนี้

### 8.1.3 อุปกรณ์ทำหน้าที่เป็นสวิทช์ควบคุมด้านเอาต์พุต

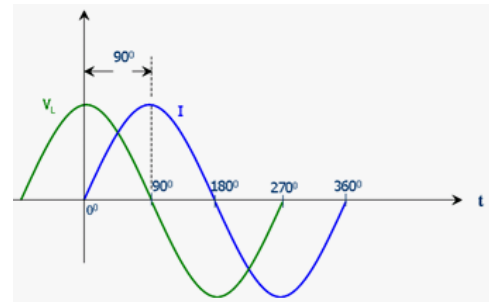
อุปกรณ์ทำหน้าที่เป็นสวิทช์ควบคุมด้านเอาต์พุต เป็นส่วนที่ทำงานตามสัญญาณไฟฟ้า ซึ่งส่งตรงจากตัวไมโครคอนโทรลเลอร์มีระดับแรงดันไฟฟ้า 5 โวลต์ ไปควบคุมอุปกรณ์ไฟฟ้าซึ่งมีระดับแรงดันไฟฟ้าสูง เช่น มอเตอร์ไฟฟ้ากระแสสลับเฟสเดียว 220 โวลต์ มอเตอร์ไฟฟ้ากระแส

สลับ 3 เฟส 380 โวลต์ เป็นต้น จะเห็นได้ว่าระดับสัญญาณไฟฟ้าควบคุมเมื่อเปรียบเทียบกับระดับแรงดันไฟฟ้ากำลังที่ต่อกับภาระมีความแตกต่างกันมาก ดังนั้นการนำไมโครคอนโทรลเลอร์ไปใช้ควบคุมอุปกรณ์ไฟฟ้า จึงต้องใช้ความระมัดระวังเป็นพิเศษ ซึ่งอาจทำให้ไมโครคอนโทรลเลอร์และระบบชำรุดเสียหายได้

การต่อประสานระหว่างไมโครคอนโทรลเลอร์กับภาระไฟฟ้ากระแสสลับ เป็นพื้นฐานสำคัญในการนำไมโครคอนโทรลเลอร์ประยุกต์สร้างโครงการ สิ่งประดิษฐ์ และผลิตภัณฑ์ที่ใช้กับไฟฟ้ากระแสสลับ ภาระไฟฟ้ากระแสสลับแบ่งได้ 2 ชนิด คือภาระชนิดความต้านทาน (Resistive Load) เช่น ขดลวดความร้อน หลอดไส้ เป็นต้น และภาระแบบอินดักทีฟ (Inductive Load) คือ ภาระที่เป็นขดลวดเหนี่ยวนำ เช่น มอเตอร์ไฟฟ้า หม้อแปลงไฟฟ้า เป็นต้น



ก.



ข.

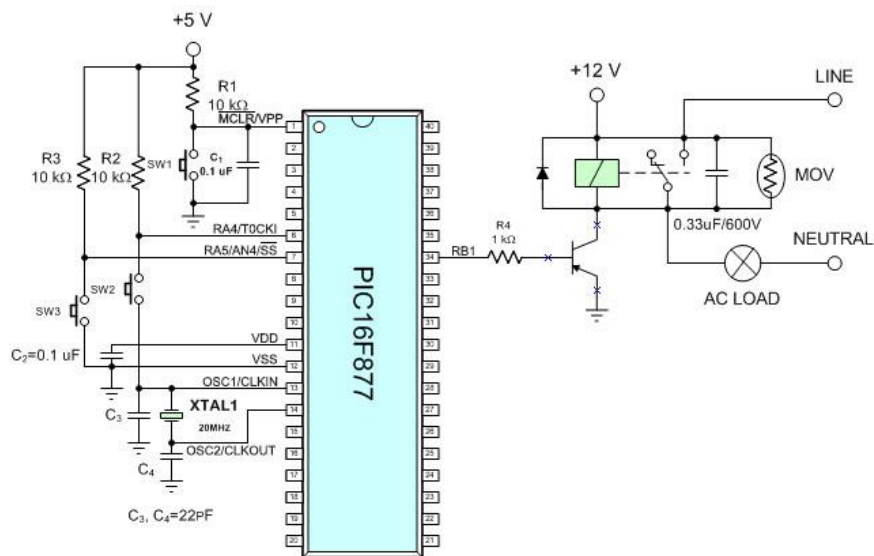
### รูปที่ 8.4 ความสัมพันธ์ระหว่างแรงดันไฟฟ้ากับกระแสไฟฟ้า

คุณลักษณะทางไฟฟ้าของภาระชนิดความต้านทาน เมื่อมีกระแสไหลผ่านทำให้เกิดแรงดันไฟฟ้าตกคร่อม ทิศทางของกระแส ( $i_R$ ) และแรงดันไฟฟ้าตกคร่อม ( $v_R$ ) ไปในทิศทางเดียวกัน เรียกว่าอินเฟส (Inphase) แสดงดังรูปที่ 8.4 (ก)

ภาระชนิดอินดักทีฟ เมื่อมีกระแสไหลผ่านทำให้เกิดแรงดันไฟฟ้าตกคร่อม ( $v_L$ ) ทิศทางของกระแส ( $i_L$ ) ล้าหลัง (Lagging) แรงดันไฟฟ้าเป็นมุม ๆ หนึ่ง แสดงดังรูปที่ 8.4 (ข) จะเห็นได้ว่าภาระต่างกัน ทำให้คุณสมบัติของกระแสและแรงดันในวงจรมีความแตกต่างกัน ดังนั้นการต่อประสานระหว่างไมโครคอนโทรลเลอร์กับภาระไฟฟ้ากระแสสลับ เพื่อความปลอดภัยจึงต้องแยกสัญญาณควบคุมระหว่างไมโครคอนโทรลเลอร์ กับสัญญาณที่ใช้ควบคุมภาระออกจากกัน วิธีการแยกสัญญาณทั้งสองออกจากกัน แบ่งได้เป็น

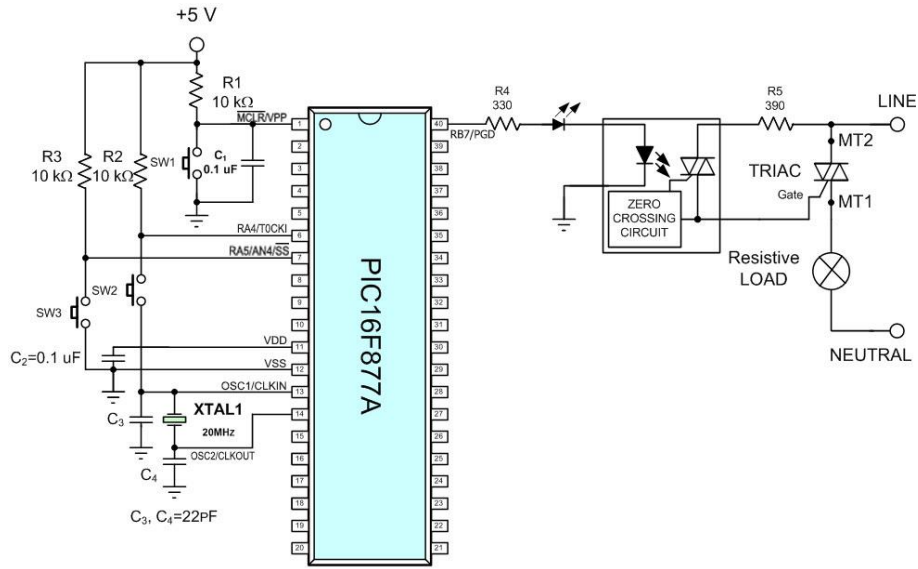
8.1.3.1 การเชื่อมต่อสัญญาณควบคุมโดยใช้รีเลย์ ข้อดีคือราคาถูก อุปกรณ์หาซื้อได้ง่าย ข้อเสียคือ หน้าสัมผัสชำรุดได้ง่าย ไม่เหมาะกับงานตัดต่อความเร็วสูง เพราะทำให้เกิดประกายไฟ

ระหว่างหน้าสัมผัส เนื่องจากการลุกไหม้ของอากาศ เกิดคลื่นความถี่ไปรบกวนการทำงานของอุปกรณ์อื่น และทำให้ไมโครคอนโทรลเลอร์รีเซตระบบได้ วิธีการระงับการกระโดดของประจุไฟฟ้าโดยการใช้วาริสเตอร์ และตัวเก็บประจุแบบไม่มีขั้วขนาด 0.33 ไมโครฟารัด 600 โวลต์ ต่อขนานกับหน้าสัมผัสของรีเลย์ แสดงดังรูปที่ 8.5 ข้อเสียอีกประการหนึ่งคือ แรงดันไฟฟ้าย้อนกลับ (Back Electromotive Force) ของขดลวดรีเลย์ จะย้อนกลับเข้ามาที่ขาพอร์ตไอโอ (I/O Port) ของไมโครคอนโทรลเลอร์ทำให้ไมโครคอนโทรลเลอร์ชำรุดเสียหายได้



รูปที่ 8.5 วงจรการควบคุมอุปกรณ์ไฟฟ้ากำลังเชื่อมต่อด้วยรีเลย์

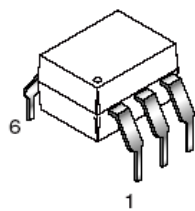
8.1.3.2 การเชื่อมต่อสัญญาณควบคุมด้วยอุปกรณ์เชื่อมต่อทางแสง (Opto couple) ร่วมกับ โพลีซิลิโคนรีเลย์ วิธีนี้มีความปลอดภัยสูงเพราะสัญญาณควบคุมจากไมโครคอนโทรลเลอร์ ถูกตัดออกจากระบบไฟฟ้ากำลังของภาระ แสดงดังรูปที่ 8.6



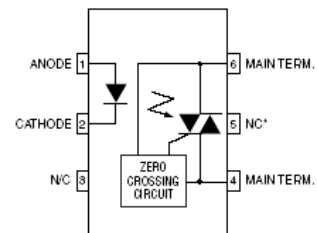
รูปที่ 8.6 การควบคุมอุปกรณ์ไฟฟ้ากำลังด้วยอุปกรณ์เชื่อมต่อทางแสงร่วมกับ ไชลิตสเททริเลย์

### 8.1.4 การออกแบบวงจรอุปกรณ์ทำหน้าที่เป็นสวิตช์ควบคุมด้านเอาต์พุต

8.1.4.1 การออกแบบวงจรอุปกรณ์เชื่อมต่อทางแสงทำงานร่วมกับ ไมโครคอนโทรลเลอร์ การใช้อุปกรณ์เชื่อมต่อทางแสงทำหน้าที่เป็นสวิตช์ควบคุมด้านเอาต์พุตของไมโครคอนโทรลเลอร์ อุปกรณ์ดังกล่าวควรเลือกชนิดที่มีวงจรตรวจจับผ่านตำแหน่งศูนย์ (Zero Crossing) เช่น MOC3041 รูปและแผนภาพตำแหน่งขาอุปกรณ์เชื่อมต่อทางแสง แสดงดังรูป 8.7



(ก)



(ข)

COUPLED

LED Trigger Current, Current Required to Latch Output (Main Terminal Voltage = 3 V(2))	MOC3061	MOC3062	MOC3063	$I_{FT}$	15 10 5	mA
---	---------	---------	---------	----------	---------------	----

(ค)

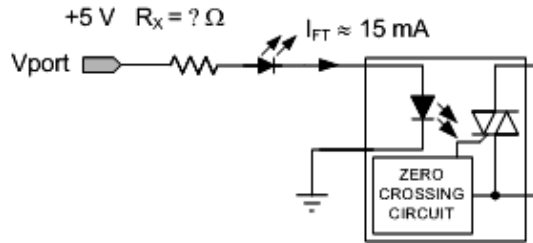
รูปที่ 8.7 (ก) รูปอุปกรณ์เชื่อมต่อทางแสง

(ข) แผนภาพตำแหน่งขา

(ค) กระแส  $I_{FT}$

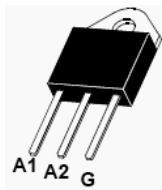
ที่มา : (<http://www.fairchildsemi.com/ds/MO%2FMOC3063-M.pdf>)

ตัวอย่างที่ 8.1 จากวงจรตัวเชื่อมต่อทางแสงด้วย MOC3061 แสดงดังรูปที่ 8.8 จงคำนวณหาค่า  $R_x$  เมื่อ กำหนดให้ แรงดันไฟฟ้าตกคร่อมแอลอีดี ( $V_{LED}$ ) เท่ากับ 2 โวลต์ กระแส  $I_{FT} = 15$  มิลลิแอมแปร์



รูปที่ 8.8 วงจรการใช้งานอุปกรณ์เชื่อมต่อทางแสง

วิธีการคำนวณ  $R_x = \frac{V_{PORT} - V_{LED}}{I_{FT}} = \frac{5V - 2V}{15 \times 10^{-3}} = 200\Omega$  เลือกใช้ค่ามาตรฐาน 220  $\Omega$



(ก)

Symbol	Value	Unit
$I_{T(RMS)}$	25	A
$V_{DRM}/V_{RRM}$	600 and 800	V
$I_{GT} (Q_1)$	35 to 50	mA

(ข)

$I_{GM}$	Peak gate current	$tp = 20 \mu s$	$T_j = 125^\circ C$	4	A
----------	-------------------	-----------------	---------------------	---	---

(ค)

รูปที่ 8.9 (ก) ลักษณะโพลิตสเททรีเลย์ (BTA26)

(ข) คุณลักษณะทางไฟฟ้าของโพลิตสเททรีเลย์

(ค) กระแส  $I_{Gm}$  ของโพลิตสเททรีเลย์

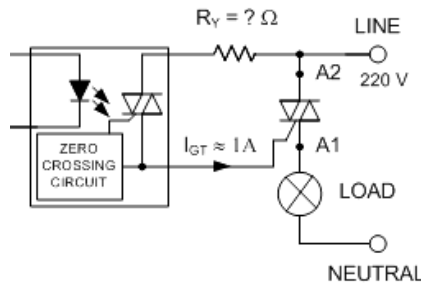
ที่มา : ([http://www.st.com/internet/com/TECHNICAL\\_RESOURCES/DATASHEET/CD00002264.pdf](http://www.st.com/internet/com/TECHNICAL_RESOURCES/DATASHEET/CD00002264.pdf))

8.1.4.2 การออกแบบวงจร โพลิตสเททรีเลย์ใช้กับระบบไฟสลับ 1 เฟส 220 โวลต์ วิธีการออกแบบในตัวอย่างนี้ ใช้โพลิตสเททรีเลย์ (BTA26) เนื่องจากสามารถใช้ควบคุมภาระทางไฟฟ้าได้ทุกชนิดและไม่ต้องมีวงจร snubber (Snubber less) คุณลักษณะทางไฟฟ้าแสดงดังรูปที่ 8.9

ตัวอย่างที่ 8.2 จงออกแบบการใช้โพลิตสเททรีเลย์ BTA26 ควบคุมภาระทางไฟฟ้า จ่ายกระแสได้สูงสุด  $I_{T(RMS)} = 25$  แอมแปร์ กระแสกระตุ้นเกต  $I_{GT} = 50$  มิลลิแอมแปร์ ในทางปฏิบัติควรใช้กระแส

$I_{GT}$  เท่ากับ 1 แอมแปร์ เพื่อป้องกันปัญหาในการทำงานของโซลิตสเทรียลย์กำลัง แต่ต้องมีค่าน้อยกว่ากระแสเกตสูงสุด  $I_{Gm}$  (Peak gate current) ซึ่งมีค่าเท่ากับ 4 แอมแปร์

วิธีการคำนวณ  $R_Y = \frac{V_P}{I_{GT}} = \frac{220\sqrt{2}V}{1A} = 311\Omega$  เลือกใช้ค่ามาตรฐาน 330 โอห์ม



รูปที่ 8.10 วงจรการใช้งาน โซลิตสเทรียลย์ควบคุมภาระไฟฟสลับ 1 เฟส 220 โวลต์

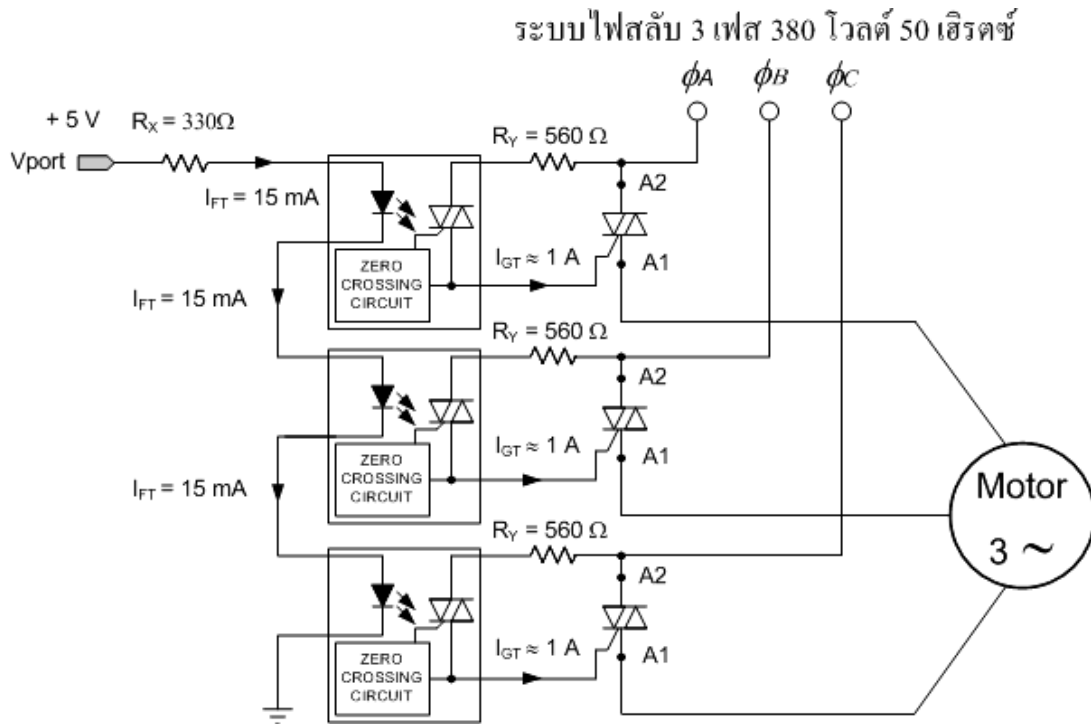
8.1.4.3 การออกแบบวงจรโซลิตสเทรียลย์ใช้กับระบบไฟฟสลับ 3 เฟส 380 โวลต์ เป็นการออกแบบเพื่อนำไปใช้ในภาคอุตสาหกรรม ซึ่งมอเตอร์ส่วนใหญ่ใช้กับไฟฟสลับระบบ 3 เฟส 380 โวลต์ ตัวอย่างนี้จึงแสดงวิธีการออกแบบการต่อประสานไมโครคอนโทรลเลอร์ไปควบคุมมอเตอร์ 3 เฟส ผ่านทางโซลิตสเทรียลย์

ตัวอย่างที่ 8.3 จงออกแบบวงจร เมื่อใช้ตัวเชื่อมต่อทางแสงเบอร์ MOC3061 และ โซลิตสเทรียลย์เบอร์ Q8040K7 จ่ายกระแสได้สูงสุด  $I_{T(RMS)}$  เท่ากับ 40 แอมแปร์ กระแส  $I_{FT} = 15$  มิลลิแอมแปร์ กระแสกระตุ้นเกต  $I_{GT}$  เท่ากับ 50 มิลลิแอมแปร์ (ในทางปฏิบัติใช้กระแส  $I_{GT}$  เท่ากับ 1 แอมแปร์) ควบคุมมอเตอร์ไฟฟ้า 3 เฟส 380 โวลต์ 3 แรงม้ากินกระแส 5.8 แอมแปร์ วงจรแสดงดังรูปที่ 8.11

วิธีการออกแบบ ระบบไฟฟสลับ 3 เฟส 380 โวลต์ แรงดันสูงสุด ( $V_p$ ) มีค่าเท่ากับ  $380 \times \sqrt{2}$

วิธีการคำนวณ  $R_X = \frac{V_{PORT}}{I_{FT}} = \frac{5V}{15 \times 10^{-3}} = 333.33\Omega$  เลือกใช้ค่ามาตรฐาน 330  $\Omega$

$R_Y = \frac{V_P}{I_{GT}} = \frac{380\sqrt{2}V}{1A} = 537.4\Omega$  เลือกใช้ค่ามาตรฐาน 560  $\Omega$



รูปที่ 8.11 วงจรการควบคุมมอเตอร์ไฟสลับ 3 เฟส 380 โวลต์ด้วยซิลิคอนเททริส

## 8.2 การพัฒนาระบบควบคุมอุปกรณ์ไฟฟ้าด้วยไมโครคอนโทรลเลอร์

การพัฒนาและประยุกต์ใช้งานไมโครคอนโทรลเลอร์ สร้างสิ่งประดิษฐ์หรือโครงการ ซึ่งควบคุมด้วยไมโครคอนโทรลเลอร์ มีขั้นตอนการพัฒนาดังต่อไปนี้

### 8.2.1 กำหนดเป้าหมายและขอบเขตให้ชัดเจน

หมายถึง การกำหนดความต้องการของโครงการ กำหนดจำนวนอินพุตและเอาต์พุต ลักษณะการทำงานให้ครบทุกหน้าที่

### 8.2.2 ออกแบบลักษณะการใช้งานทั่วไปของระบบให้ใช้งานง่าย

ควรจะเริ่มตั้งแต่การเปิดชุดควบคุม กำหนดให้ชุดควบคุมมีการตอบสนองการทำงานอย่างไร เช่น ส่งเสียงบีบสั้น ๆ เมื่อพร้อมทำงาน เป็นต้น

### 8.2.3 ออกแบบพัฒนาด้านฮาร์ดแวร์และทดสอบการทำงานเบื้องต้น

วงจรทางฮาร์ดแวร์มีรูปแบบไม่ซับซ้อนมาก เพราะไมโครคอนโทรลเลอร์และอุปกรณ์ประกอบวงจร ต้องต่อตามวงจรที่บริษัทผู้ผลิตได้ออกแบบไว้แล้ว จากนั้นจึงนำไปทดสอบการทำงานเบื้องต้น เช่น ทดสอบภาคจ่ายไฟและแอลอีดี แสดงสถานะการทำงานของระบบ สวิตช์ควบคุมด้านเอาต์พุต เป็นต้น

#### 8.2.4 ออกแบบโครงสร้างด้านซอฟต์แวร์

การพัฒนาควรจะแยกเป็นส่วน ๆ แบ่งเป็นชุดคำสั่งหลักและชุดคำสั่งย่อย ส่วนที่เป็นชุดคำสั่งหลักคือ ส่วนที่เป็นลำดับของการทำงานทั้งหมดของระบบ ส่วนชุดคำสั่งย่อยคือส่วนที่รับข้อมูลอินพุต เพื่อนำข้อมูลไปประมวลผลหรือส่วนที่รับข้อความส่ง ไปควบคุมอุปกรณ์ด้านเอาต์พุต

#### 8.2.5 ออกแบบชุดคำสั่งย่อยและทดสอบร่วมกับฮาร์ดแวร์

ควรจะทดสอบตามลำดับขั้น แบ่งเป็นส่วน ๆ มีลำดับขั้นการทดสอบดังนี้

8.2.5.1 เขียนชุดคำสั่งรับข้อมูลจากแผงแป้นพิเศษ ส่งข้อมูลไปแสดงผลที่แอลซีดีโมดูล เมื่อทดสอบผ่านจึงไปทดสอบขั้นตอนต่อไป

8.2.5.2 ทำชุดคำสั่งรับข้อมูลจากตัวรับรู้ ส่งข้อมูลไปแสดงผลที่แอลซีดีโมดูล

8.2.5.3 ทำชุดคำสั่งทดสอบส่งข้อมูลควบคุมด้านเอาต์พุต

#### 8.2.6 เขียนชุดคำสั่งทั้งระบบและทดสอบในสถานการณ์เหมือนงานจริง

โดยการนำชุดคำสั่งย่อยทั้งหมดมารวมกัน แล้วเชื่อมโยงให้เป็นระบบกับชุดคำสั่งหลัก

#### 8.2.7 นำไปใช้งานจริงและปรับปรุงแก้ไขให้สมบูรณ์

ขั้นตอนนี้เป็น การปรับปรุงชุดคำสั่งให้มีความสมบูรณ์ และจัดทำเอกสารประกอบการใช้งาน ถึงแม้ว่าผลจากการทดสอบสามารถทำงานตามขั้นตอนบรรลุตามวัตถุประสงค์ แต่อาจจะเกิดปัญหาขึ้นมาได้เมื่อนำไปใช้งานจริง เนื่องจากสัญญาณรบกวน ไฟตก ไฟกระชาก เป็นต้น เมื่อพบปัญหาให้บันทึกไว้ก่อนแล้วทดสอบต่อไปสักระยะเวลาหนึ่ง จากนั้นจึงรวบรวมปัญหาและแก้ไข สำหรับเอกสารประกอบการใช้จะช่วยในการปรับปรุงระยะยาว เอกสารประกอบการใช้ควรจัดทำให้ละเอียดประกอบด้วย วิธีการใช้งาน วงจรฮาร์ดแวร์ ชุดคำสั่งและบันทึกการปรับปรุง

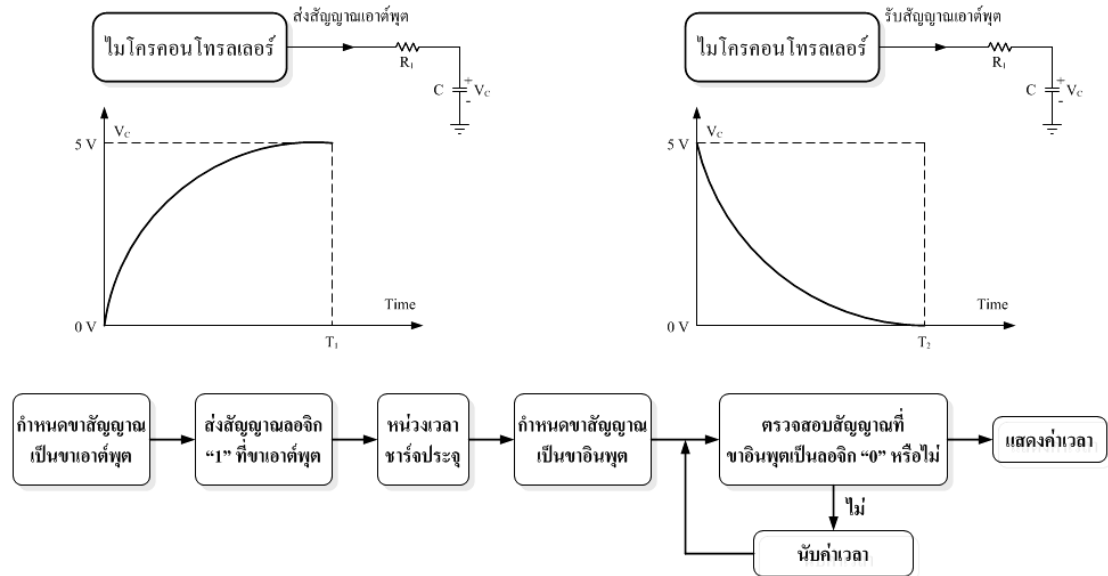
### 8.3 การประยุกต์ใช้ไมโครคอนโทรลเลอร์ควบคุมอุปกรณ์ไฟฟ้า

#### 8.3.1 ชุดควบคุมการรดน้ำต้นไม้อัตโนมัติ

เป็นชุดควบคุมที่รับค่าความชื้นในดินมาประมวลผล สั่งให้มอเตอร์ปั้มน้ำทำงาน ความชื้นในดิน คือ ปริมาณน้ำที่ผสมอยู่กับดิน ถ้าดินแห้งจะมีความชื้นในดินต่ำ ค่าความต้านทานไฟฟ้าในดินก็จะสูง ในทางกลับกันถ้าความชื้นในดินสูง ค่าความต้านทานไฟฟ้าในดินก็จะต่ำ วิธีการวัดความชื้นในดิน จึงใช้เทคนิคการอ่านค่าความต้านทานแบบอาร์ซีไทม์ (RC time) มีหลักการคือ อ่านค่าเวลาในการเก็บและคายประจุของตัวเก็บประจุผ่านตัวต้านทาน กล่าวคือเมื่อตัวเก็บประจุเก็บประจุจนเต็มวงจรคายประจุจะเริ่มต้นทำงาน โดยคายประจุผ่านตัวต้านทาน ชุดคำสั่งก็จะเริ่มกระทำการข้อความส่งวนซ้ำเพิ่มค่าตัวแปรขึ้นครั้งละ 1 ไปเรื่อยๆ จนกว่าประจุถูกคายหมด ซึ่งใช้เวลาระยะหนึ่ง ค่าตัวแปรจะเพิ่มขึ้นไปเรื่อยๆ ตามเวลาที่นานขึ้น นั่นก็คือ ถ้าความต้านทานไฟฟ้าในดินมาก (ความชื้นต่ำ) เวลา



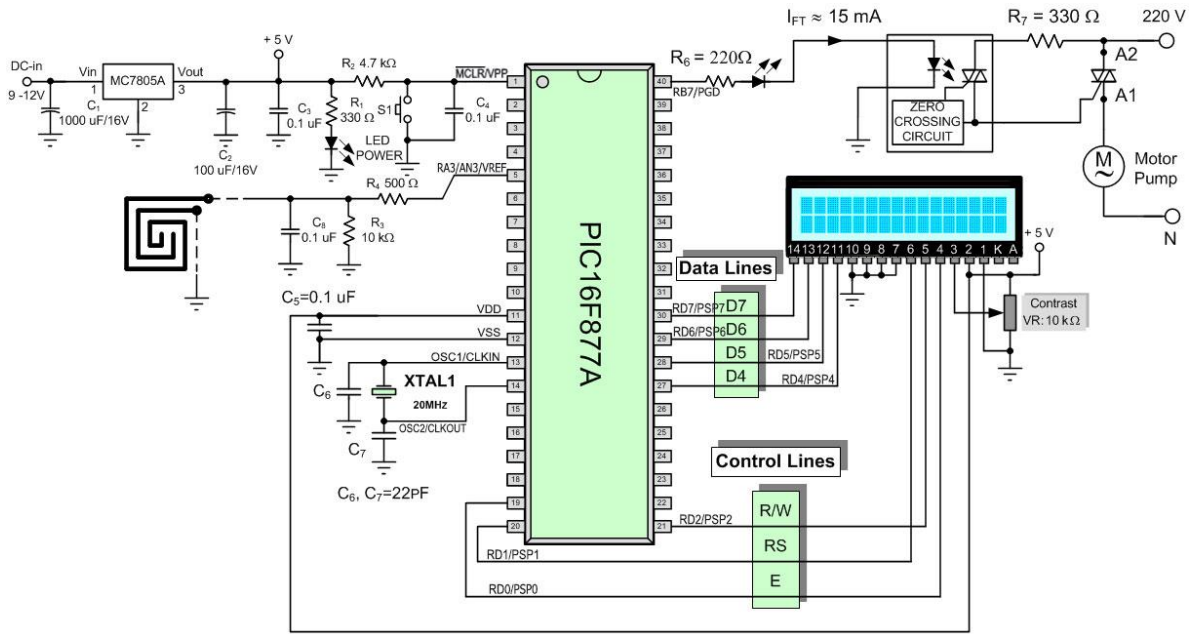
ในการคายประจุจะมากขึ้น ถ้าความต้านทานไฟฟ้าในดินน้อย (ความชื้นสูง) เวลาในการคายประจุก็จะน้อย อธิบายได้ดังรูปที่ 8.12



รูปที่ 8.12 หลักการทำงานของชุดคำสั่งอ่านค่าความชื้นในดิน  
ที่มา : (สมาร์ทเลิร์นนิ่ง, 2550, 146.)

8.3.1.1 การทำงานของชุดควบคุมการรดน้ำต้นไม้อัตโนมัติ ใช้แผ่นวัดค่าความต้านทานซึ่งทำจากแผ่นวงจรพิมพ์ฝังไว้ในดิน วงจรชุดควบคุมการรดน้ำต้นไม้อัตโนมัติและตัววัดความชื้นแสดงดังรูปที่ 8.13 เมื่อดินมีค่าความต้านทานสูงมากกว่า 5 โอห์ม ไมโครคอนโทรลเลอร์สั่งให้ปั๊มน้ำทำงาน เมื่อดินมีค่าความต้านทานน้อยกว่า 5 โอห์ม ไมโครคอนโทรลเลอร์สั่งให้ปั๊มน้ำหยุดทำงาน

8.3.1.2 วงจรชุดควบคุมการรดน้ำต้นไม้อัตโนมัติ เอาต์พุตใช้อุปกรณ์เชื่อมต่อทางแสง MOC3041 และ โซลิดสเตทรีเลย์ BTA26 ไม่ต้องใช้วงจรสับเบอร์ จ่ายกระแสได้สูงสุด 25 แอมแปร์



รูปที่ 8.13 วงจรชุดควบคุมการรดน้ำต้นไม้อัตโนมัติ

### 8.3.1.3 ตัวอย่างการเขียนชุดคำสั่งของชุดควบคุมการรดน้ำต้นไม้อัตโนมัติ

```

PCW C Compiler IDE
File Project Edit Options Compile View Tools Debug Help
Humidity.c
1 #include <16F877A.h>
2 #device ADC=10
3 #define TxD PIN_C6
4 #define RxD PIN_C7
5 #define CLOCK_SP 2000000
6 #fuses HS,NOLVP,NOBROWNOUT,NOINTELLIO
7 #use delay (clock=CLOCK_SP)
8 #use rs232 (baud=9600)
9 #include <lcd.c>

```

ประกาศใช้วิธีการแปลงสัญญาณ  
แอมป์เป็นดิจิทัลขนาด 10 บิต

ฟังก์ชันสำหรับติดต่อกับ  
จอแสดงผลแอลซีดี

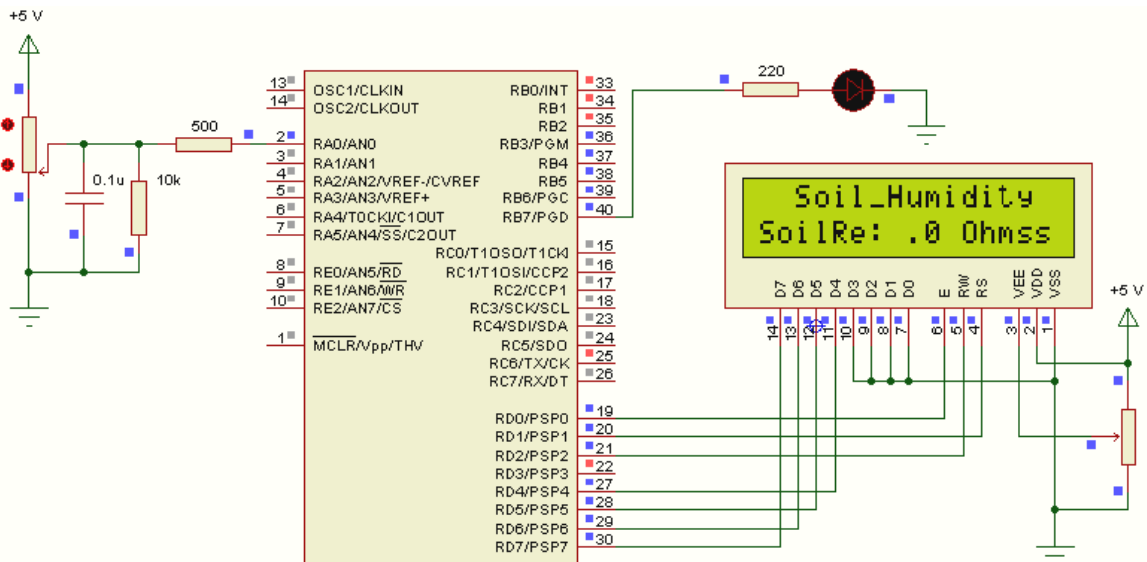
รูปที่ 8.14 ข้อความสั่งตัวประมวลผลก่อนของชุดควบคุมการรดน้ำต้นไม้อัตโนมัติ

```

11 void main(void)
12 {
13     float humidity, read_adc;
14     int i;
15     set_tris_b(0x00);
16     setup_adc_ports(RA0_RA1_RA3_ANALOG);
17     setup_adc(ADC_CLOCK_INTERNAL);
18     lcd_init();
19     printf(lcd_putc, "\f Soil_Humidity ");
20     output_low(PIN_B7);
21     delay_ms(100);
22     while(true){
23         humidity = 0;
24         for (i=1; i<10; i++)
25         {
26             set_adc_channel(0);
27             delay_ms(10);
28             humidity = read_adc();
29             lcd_gotoxy(1,2);
30             printf(lcd_putc, "SoilRe:%1.1f Ohms\n", humidity);
31             if (humidity >= 5.0)
32                 output_high(PIN_B7);
33             else output_low(PIN_B7);
34         }
35     }
36 }

```

รูปที่ 8.15 ฟังก์ชันเมนคำสั่งของชุดควบคุมการรดน้ำต้นไม้อัตโนมัติ



รูปที่ 8.16 วงจรทดสอบการทำงานของชุดควบคุมการรดน้ำต้นไม้อัตโนมัติด้วยสถานะไม่ทำงาน

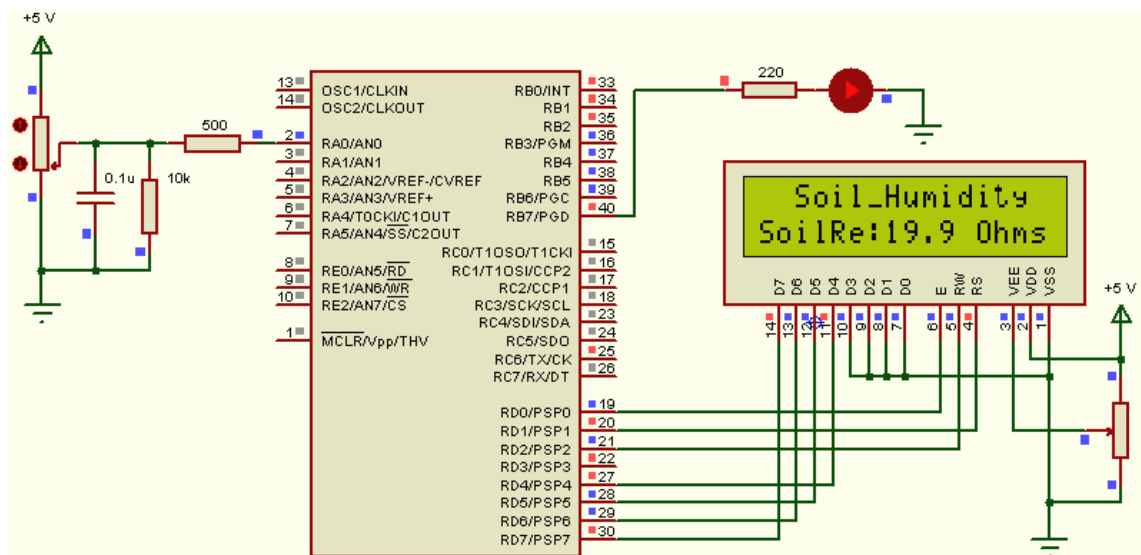
8.3.1.4 วิธีการทดสอบการทำงานด้วยโปรแกรมโปรเตออส มีลำดับขั้นตอนการทำงานดังนี้ จากรูปที่ 8.16 ชุดควบคุมการรดน้ำต้นไม้อัตโนมัติ อยู่ในสภาวะหยุดการทำงาน

1) ขา RA0 (ขาที่ 2) ทำหน้าที่รับค่าสัญญาณแอนะล็อก จากตัวตรวจจับความต้านทานดิน ด้วยเทคนิคการวัดแบบอาร์ซีโทม์ แปลงเป็นสัญญาณดิจิทัลให้กับหน่วยประมวลผลกลางไปประมวลผล

2) ข้อมูลจากการประมวลผลของหน่วยประมวลผลกลาง ส่งไปแสดงที่จอแสดงผลแอลซีดี ในขณะที่เดียวกันก็จะทำการเปรียบเทียบข้อมูลค่าความต้านทานดิน ที่รับเข้ามาจากขา RA0 กับค่าที่กำหนดไว้ในชุดคำสั่ง ในหน่วยเรียนนี้ได้กำหนดไว้ที่ 5 โอห์ม

3) ถ้าความต้านทานดินมีค่าต่ำกว่า 5 โอห์ม หมายความว่า ดินมีความชื้นสูง หน่วยประมวลผลกลางจะส่งสัญญาณตรรกะ “0” ให้กับขา RB7 เมื่อวัดแรงดันไฟฟ้าที่ขา RB7 มีค่าเท่ากับ 0 โวลต์ อุปกรณ์เชื่อมต่อทางแสงและโซลิตสเตรียเลยไม่สามารถทำงานได้ วงจรภาคจ่ายแรงดันไฟสลับ 220 โวลต์ซึ่งจ่ายให้กับมอเตอร์ปั้มน้ำไม่ทำงาน วงจรทดสอบการทำงานใช้แอลอีดีแสดงผลแทนสถานะการทำงานของมอเตอร์ปั้มน้ำ จึงทำให้แอลอีดีไม่ติดสว่าง แสดงดังรูปที่ 8.16

4) เมื่อความต้านทานดินมีค่าสูงกว่า 5 โอห์ม หมายความว่า ดินมีความชื้นต่ำ หน่วยประมวลผลกลางส่งสัญญาณตรรกะ “1” ให้กับขา RB7 ทำให้เกิดแรงดันไฟฟ้าตกคร่อมที่ขา RB7 เท่ากับ 5 โวลต์ อุปกรณ์เชื่อมต่อทางแสงและโซลิตสเตรียเลย สามารถทำงานได้ และต่อวงจรภาคจ่ายไฟสลับ 220 โวลต์ให้กับมอเตอร์ปั้มน้ำทำงาน แอลอีดีซึ่งทำหน้าที่แสดงสถานะการทำงานของมอเตอร์ปั้มน้ำติดสว่าง แสดงดังรูปที่ 8.17

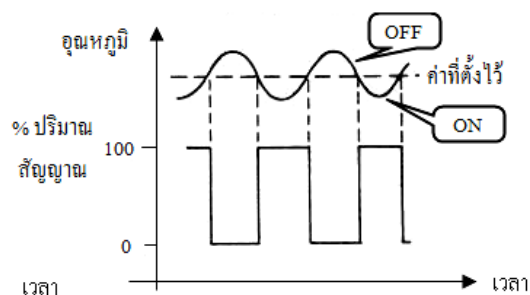


รูปที่ 8.17 วงจรทดสอบการทำงานชุดควบคุมการรดน้ำต้นไม้อัตโนมัติ สภาวะกำลังทำงาน

### 8.3.2 ชุดควบคุมอุณหภูมิอัตโนมัติ

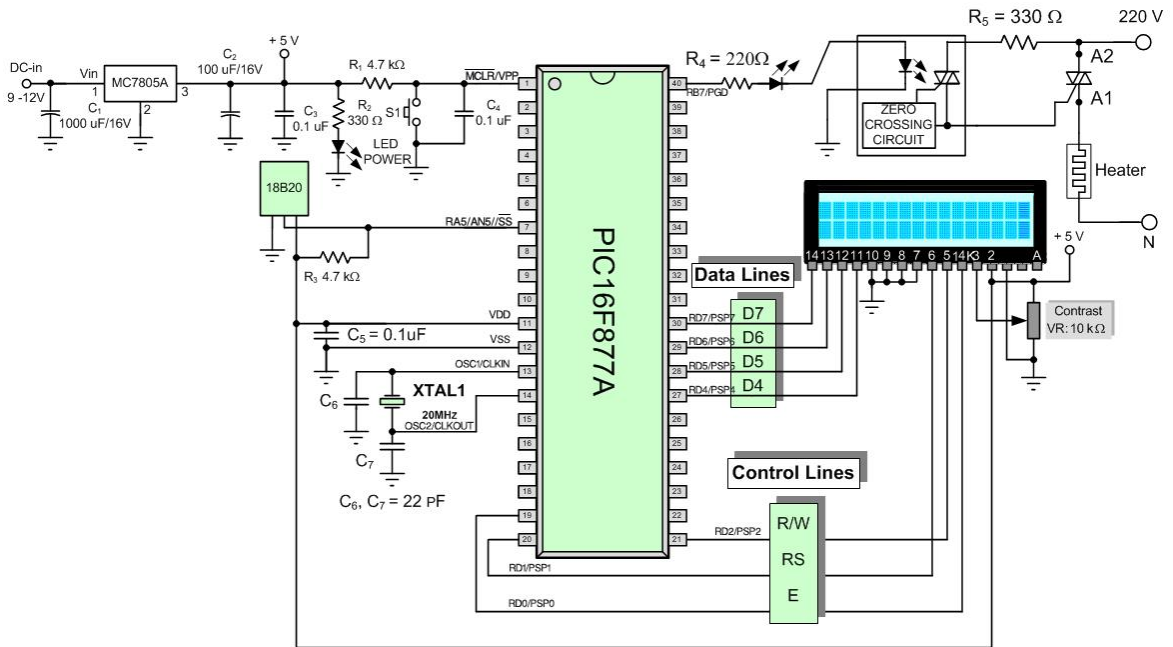
8.3.2.1 หลักการทำงานของชุดควบคุมอุณหภูมิ ชุดควบคุมนี้ใช้ไอซี DS18B20 เป็นตัวรับรู้การเปลี่ยนแปลงค่าอุณหภูมิ เป็น ไอซีซึ่งมีระบบการสื่อสารข้อมูลแบบ 1 สาย เทคนิควิธีการควบคุมด้านเอาต์พุต เป็นการควบคุมแบบไม่ต่อเนื่อง (On - Off Control) ความถี่การวัดการเขียนชุดคำสั่งคือ หน่วยประมวลผลกลางรับค่าอุณหภูมิจาก ไอซี DS18B20 มาเปรียบเทียบกับค่าอุณหภูมิที่ตั้งไว้ □ ถ้าอุณหภูมิที่รับเข้ามามีค่ามากกว่าค่าที่ตั้งไว้หน่วยประมวลผลกลางสั่งให้โซลิดสเตทรีเลย์หยุดจ่ายไฟให้กับตัวทำความร้อน (Heater) ถ้าอุณหภูมิที่รับเข้ามาน้อยกว่าค่าที่ตั้งไว้หน่วยประมวลผลกลางสั่งให้โซลิดสเตทรีเลย์จ่ายไฟให้กับตัวทำความร้อน ในงานจริงเนื่องจากความเฉื่อยของระบบ ในขณะที่หยุดจ่ายไฟให้กับตัวทำความร้อน แต่จอภาพแสดงผลอุณหภูมิยังคงเพิ่มขึ้นต่อเนื่อง ในทำนองเดียวกันเมื่ออุณหภูมิลดลงต่ำกว่าค่าที่ตั้งไว้ หน่วยประมวลผลกลางสั่งให้โซลิดสเตทรีเลย์จ่ายไฟให้กับตัวทำความร้อน แต่เนื่องจากความเฉื่อยของตัวทำความร้อน อุณหภูมิจึงค่อยๆ เพิ่มขึ้นเมื่อเวลาผ่านไประยะหนึ่ง อุณหภูมิจึงเพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็ว คุณลักษณะการควบคุมแบบไม่ต่อเนื่องแสดงดังรูปที่ 8.18 ชุดควบคุมนี้สามารถนำไปประยุกต์ใช้งานได้หลายชนิด เช่น ตู้อบผลิตภัณฑ์ทางการเกษตร ตู้ฟักไข่ ตู้อบเสื้อผ้า เป็นต้น การนำไปใช้งานควรมีการปรับปรุงระบบ หรือต่ออุปกรณ์เพิ่มเติมตามความเหมาะสม เพื่อความปลอดภัย เช่น ระบบป้องกันกระแสไฟรั่ว หรือกระแสไฟเกิน ส่วนสำคัญของระบบการทำงานประกอบด้วย

- 1) โครงของตู้อบ ต้องออกแบบไม่ให้ความร้อนรั่วไหลออกจากระบบ
- 2) ตัวทำความร้อน ได้แก่ขดลวดทำความร้อน หรือหลอดไฟฟ้าแบบมีไส้
- 3) ตัวขับเคลื่อนขดลวดทำความร้อน ทำหน้าที่เป็นสวิตช์ตัดหรือต่อแหล่งจ่ายไฟฟ้า ในหน่วยเรียนนี้ใช้ตัวเชื่อมต่อทางแสงทำงานร่วมกับ โซลิดสเตทรีเลย์
- 4) ตัวตรวจวัดอุณหภูมิ ใช้ไอซี DS18B20
- 5) ตัวควบคุมระบบและตัวจอแสดงผล ประกอบด้วยไมโครคอนโทรลเลอร์ PIC16F877A อุปกรณ์ประกอบวงจรการทำงาน และจอแสดงผลแบบแอลซีดี



รูปที่ 8.18 ลักษณะการควบคุมเป็นแบบไม่ต่อเนื่อง

8.3.2.2 วงจรของชุดควบคุมอุณหภูมิการควบคุมด้านเอาต์พุต ประกอบด้วยอุปกรณ์เชื่อมต่อทางแสง MOC3041 และ ไชลิสต์เซเทรีเลย์ BTA26 (ไม่ต้องมีวงจรสับเบอร์ต่อเพิ่มเติม) สามารถจ่ายกระแสการระไต้สูงสุด 25 แอมแปร์



รูปที่ 8.19 วงจรชุดควบคุมอุณหภูมิด้วยไอซี DS18B20

8.3.2.3 ตัวอย่างการเขียนชุดคำสั่งของชุดควบคุมการรดน้ำต้นไม้อัตโนมัติ

```

PCW C Compiler IDE
File Project Edit Options Compile View Tools Debug Help
Heater.c
1 #include <16F877A.h>
2 #define CLOCK_SP 20000000
3 #define TxD
4 #define RxD
5 #fuses HS,NOLVP กับอุปกรณ์แบบ 1 สาย CT
6 #use delay (clock CLOCK_SP)
7 #use rs232 (baud=600)
8 #include "ANA05.c"
9 #include <lcd.c>
    
```

ฟังก์ชันติดต่อกับอุปกรณ์แสดงผลแบบแอลซีดี

ฟังก์ชันติดต่อกับอุปกรณ์แบบ 1 สาย

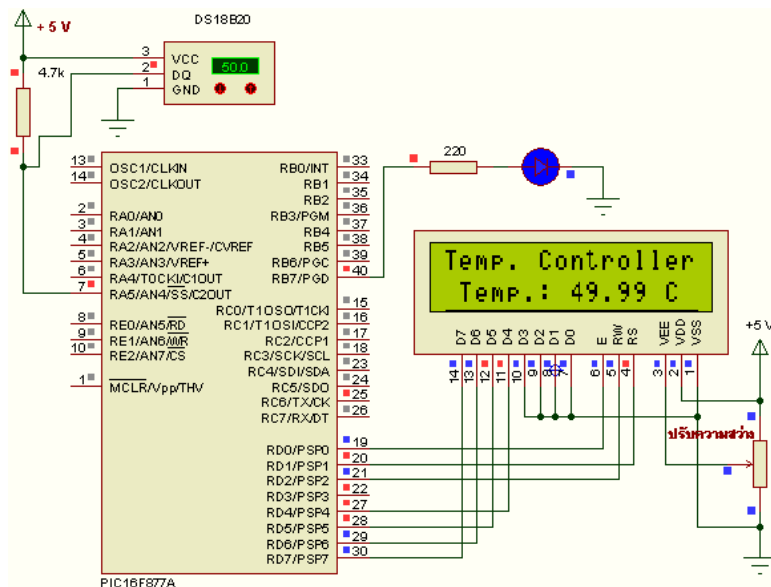
รูปที่ 8.20 ข้อความสั่งตัวประมวลผลก่อน

```

10 void ReadTemp_DS18B20 (void)
11 {
12     float tmp, temp;
13     byte i, buffer[9], sign;
14     if (touch_present())
15     {
16         touch_write_byte(0xCC);
17         touch_write_byte (0x44);
18         delay_ms(100);
19         touch_present();
20         touch_write_byte(0xCC);
21         touch_write_byte (0xBE);
22         for(i=0; i<9;i++)
23             buffer[i] = touch_read_byte();
24     }
25     temp = (buffer[1]<<4)|(buffer[0]>>4);
26     if(buffer[1]&0xF0) temp = (-1)*temp;
27     tmp = temp;
28     lcd_gotoxy(2,2);
29     printf(lcd_putc,"Temp.: %3.2f C",tmp);
30     if (tmp >= 0.0 && tmp <= 50.0 )
31         output_high(PIN_B7);
32     else output_low(PIN_B7);
33 }
34 void main(void)
35 {
36     lcd_init();
37     lcd_putc("\fTemp. Controller\n");
38     while (TRUE)
39     {
40         ReadTemp_DS18B20 ();
41         delay_ms(100);
42     }
43 }

```

รูปที่ 8.21 ชุดคำสั่งของชุดควบคุมอุณหภูมิอัตโนมัติ



รูปที่ 8.22 วงจรทดสอบการทำงานของชุดควบคุมอุณหภูมิอัตโนมัติ

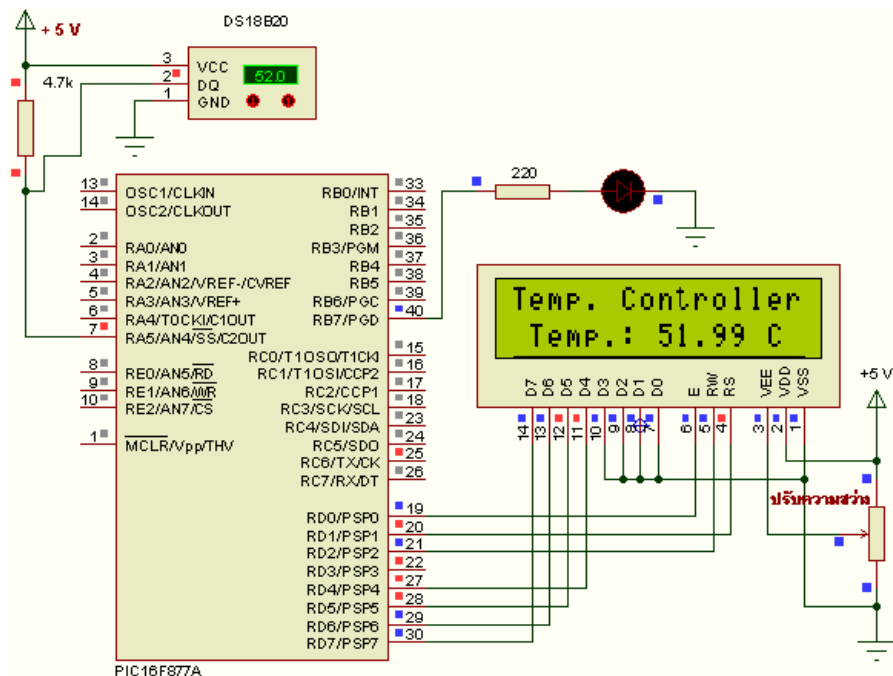
8.3.2.4 วิธีทดสอบการทำงานด้วยชุดคำสั่งโปรเตอซ มีลำดับขั้นตอนการทำงานดังนี้ จากรูปที่ 8.22 ชุดควบคุมอุณหภูมิอัตโนมัติ อยู่ในสถานะกำลังทำงาน

1) ขา RA5 ทำหน้าที่รับค่าอุณหภูมิ จากหน่วยความจำชั่วคราวของไอซี DS18B20 ซึ่งเป็นข้อมูลแบบดิจิตอลและส่งต่อไปให้กับหน่วยประมวลผลกลางไปประมวลผล

2) ข้อมูลจากการประมวลผลของหน่วยประมวลผลกลาง ถูกส่งไปแสดงผลที่แอลอีดีโมดูล ในขณะที่เดียวกันหน่วยประมวลผลกลางจะทำการเปรียบเทียบข้อมูลจากไอซี DS18B20 ที่รับเข้ามา กับค่าที่กำหนดไว้ในชุดคำสั่ง ในหน่วยเรียนนี้ได้กำหนดไว้ที่  $50^{\circ}\text{C}$

3) ถ้าข้อมูลอุณหภูมิมีค่าต่ำกว่า  $50^{\circ}\text{C}$  หน่วยประมวลผลกลางส่งสัญญาณตรรกะ “1” ให้กับขา RB1 เกิดแรงดันไฟฟ้าตกคร่อมที่ขา RB1 เท่ากับ 5 โวลต์ อุปกรณ์เชื่อมต่อทางแสงและโซลิดสเตทรีเลย์สามารถทำงานได้ต่อวงจรภาคจ่ายไฟสลับ 220 โวลต์ให้กับขดลวดทำความร้อน แอลอีดีโมดูลทำหน้าที่แสดงค่าอุณหภูมิและแอลอีดีแสดงสถานะการทำงานของขดลวดทำความร้อน แสดงผลดังรูปที่ 8.22

4) เมื่อข้อมูลอุณหภูมิมีค่าสูงกว่า  $50^{\circ}\text{C}$  หน่วยประมวลผลกลางส่งสัญญาณตรรกะ “0” ให้กับขา RB1 แรงดันไฟฟ้าตกคร่อมที่ขา RB1 จึงมีค่าเท่ากับ 0 โวลต์ อุปกรณ์เชื่อมต่อทางแสงและโซลิดสเตทรีเลย์ไม่สามารถทำงานได้ มีผลให้วงจรภาคจ่ายไฟสลับ 220 โวลต์ ไม่สามารถทำงานด้วย แอลอีดีทำหน้าที่แสดงสถานะการทำงานของขดลวดทำความร้อน แสดงผลดังรูปที่ 8.23



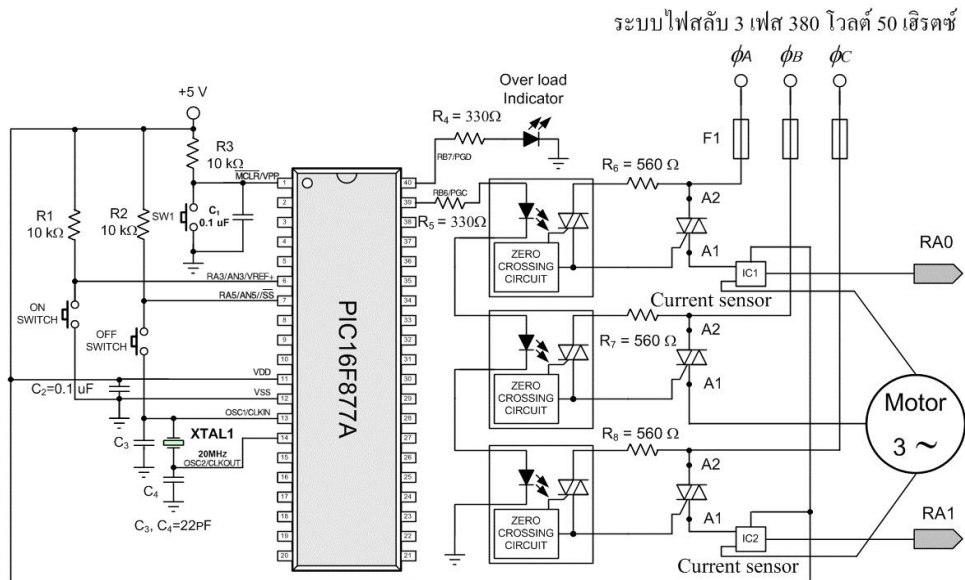
รูปที่ 8.23 วงจรทดสอบการทำงานของชุดควบคุมอุณหภูมิอัตโนมัติสถานะไม่ทำงาน



### 8.3.3 การสตาร์ทมอเตอร์ 3 เฟส 380 โวลต์ แบบสตาร์ทตรงด้วยโซลิดสเตทรีเลย์

#### 8.3.3.1 หลักการทำงาน การสตาร์ทมอเตอร์ 3 เฟสแบบสตาร์ทตรงด้วยโซลิดสเตทรีเลย์

วิธีการนี้เหมาะสมกับอินดักชันมอเตอร์พิกัดไม่เกิน 5 แรงม้า กินกระแสสูงสุดเท่ากับ 9.2 แอมแปร์ โดยใช้ตัวรับรู้กระแส (Current Sensor : IC1 และ IC2) เบอร์ ACS754SCB-050-PSF แทนอุปกรณ์ป้องกันภาระเกิน (Overload Relay) วิธีตรวจจับกระแสเกินใช้ตัวรับรู้กระแสต่ออนุกรมกับโซลิดสเตทรีเลย์ 2 เฟส เพราะว่าไฟสลับ 3 เฟส ถ้าเฟสใดเฟสหนึ่งมีกระแสสูงทำให้กระแสในระบบไม่สมดุล ดังนั้นถ้าเกิดเหตุการณ์มอเตอร์เฟสใดกระแสไหลมากกว่าปกติ จะทำให้กระแสอีกสองเฟสไม่เท่ากัน เมื่อกระแสที่ไหลผ่านตัวรับรู้กระแสไม่เท่ากัน สัญญาณเอาต์พุตจากตัวรับรู้ (ประมาณ 100 มิลลิโวลต์/แอมแปร์) ที่ส่งไปที่ขา RA0 และ RA1 จึงไม่เท่ากัน จากหลักการอันนี้จึงนำไปเขียนชุดคำสั่ง โดยกำหนดให้หน่วยประมวลผลกลางรับค่าสัญญาณเอาต์พุตทั้งสองเฟสจากขาพอร์ต RA0 (ตรวจจับเฟส A) และ RA1 (ตรวจจับเฟส C) มาเปรียบเทียบ ถ้าผลการเปรียบเทียบสัญญาณเอาต์พุตจากขาทั้งสองไม่เท่ากัน หน่วยประมวลผลกลางจะส่งสัญญาณ ตรรกะ “0” ให้กับขา RB1 แรงดันไฟฟ้าตกคร่อมที่ขา RB1 จึงมีค่าเท่ากับ 0 โวลต์ อุปกรณ์เชื่อมต่อทางแสงและโซลิดสเตทรีเลย์ไม่สามารถทำงานได้ ซึ่งหมายถึงเกิดกระแสภาระเกิน ถ้าผลการเปรียบเทียบสัญญาณเอาต์พุตจากขาพอร์ตทั้งสองเท่ากัน หน่วยประมวลผลกลางจะส่งสัญญาณ ตรรกะ “1” ให้กับพอร์ต RB2 แรงดันไฟฟ้าตกคร่อมที่พอร์ต RB2 ค่าเท่ากับ 5 โวลต์ อุปกรณ์เชื่อมต่อทางแสงและโซลิดสเตทรีเลย์ทำงาน ต่อวงจรภาคจ่ายไฟสลับ 380 โวลต์ให้กับมอเตอร์ทำงานต่อไปโดยปกติ แสดงดังรูปที่ 8.24



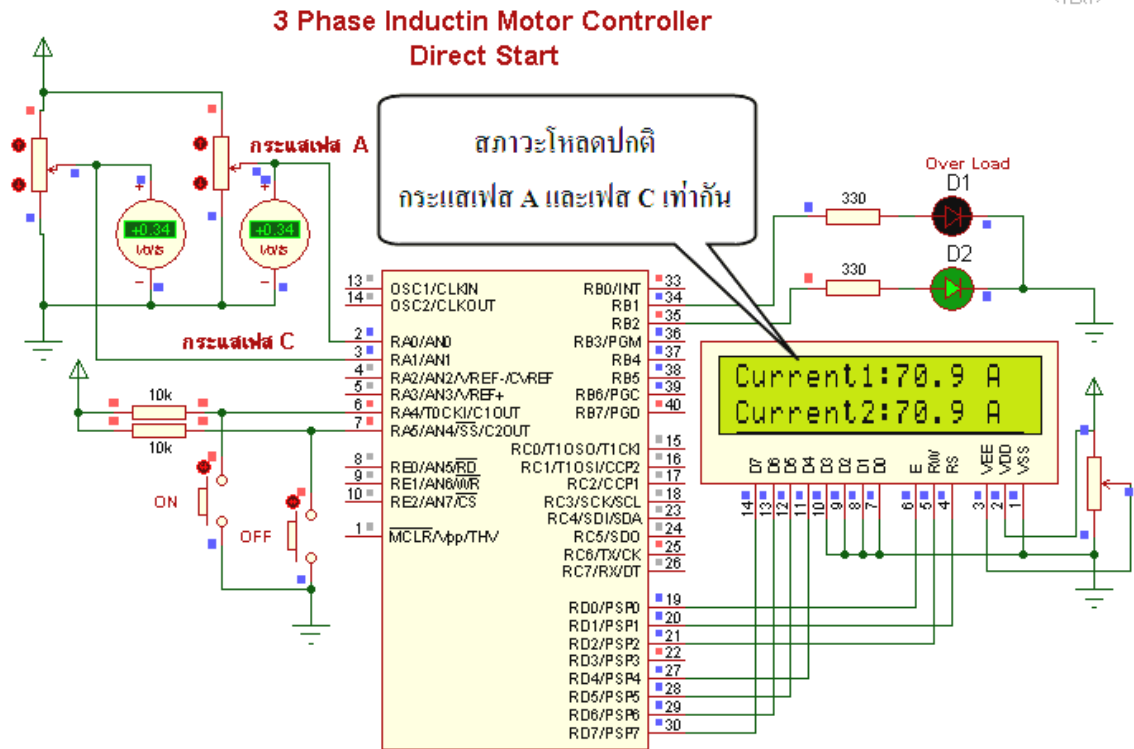
รูปที่ 8.24 วงจรการสตาร์ทมอเตอร์ 3 เฟสแบบสตาร์ทตรงด้วยไมโครคอนโทรลเลอร์

8.3.3.2 การสตาร์ทมอเตอร์ 3 เฟส 380 โวลต์ แบบสตาร์ทตรง ใช้ฟิวส์  $F_1$  ขนาด 125 % ของกระแสสูงสุดเมื่อภาระเต็มที่ การควบคุมด้านเอาต์พุตใช้อุปกรณ์เชื่อมต่อทางแสงใช้ MOC3061 ทนแรงดันได้สูงสุด 600 โวลต์ และ โซลิดสเตทรีเลย์ Q8040k7 ทนแรงดันได้สูงสุด 800 โวลต์ และไม่ ต้องใช้วงจรสับเบรค จ่ายกระแสได้สูงสุด 40 แอมแปร์

### 8.3.3.3 ตัวอย่างการเขียนชุดคำสั่ง

```
PCW C Compiler IDE
File Project Edit Options Compile View Tools Debug Help
MotorControl.c |
1 #include <16F877A.h>
2 #device ADC=10
3 #define TxD          PIN_C6
4 #define RxD          PIN_C7
5 #define CLOCK_SP    20000000
6 #fuses HS
7 #fuses NOLVP, NOWDT, PROTECT
8 #use delay (clock=CLOCK_SP)
9 #use rs232 (baud=9600, xmit=TxD, rcv=RxD)
10 #include <lcd.c>
11 void main(void)
12 {
13     int i; float current1, current2, read_adc;
14     set_tris_a(0xff); set_tris_b(0x00);
15     setup_adc_ports(RA0_RA1_RA3_ANALOG);
16     setup_adc(ADC_CLOCK_INTERNAL); lcd_init();
17     while(true) {
18         output_low(PIN_B1); delay_ms(100);
19         if (current1 != current2) {
20             output_high(PIN_B1); output_low(PIN_B2);
21         }
22         if (input(PIN_A4)==0) output_high(PIN_B2);
23         if (input(PIN_A5)==0) output_low(PIN_B2);
24         current1 = 0;
25         for (i=1; i<10; i++) {
26             set_adc_channel(0); delay_ms(10);
27             current1 = read_adc(); lcd_gotoxy(1,1);
28             printf(lcd_putc, "Current1:%1.1f A\n", current1);
29         }
30         current2 = 0;
31         for (i=1; i<10; i++) {
32             set_adc_channel(1); delay_ms(10);
33             current2 = read_adc(); lcd_gotoxy(1,2);
34             printf(lcd_putc, "Current2:%1.1f A\n", current2);
35         }
36     }
37 }
```

รูปที่ 8.25 ชุดคำสั่งการสตาร์ทมอเตอร์ 3 เฟสแบบสตาร์ทตรง



รูปที่ 8.26 วงจรทดสอบการสตาร์ทมอเตอร์ 3 เฟสแบบสตาร์ทตรง ในสถานะภาวะปกติ

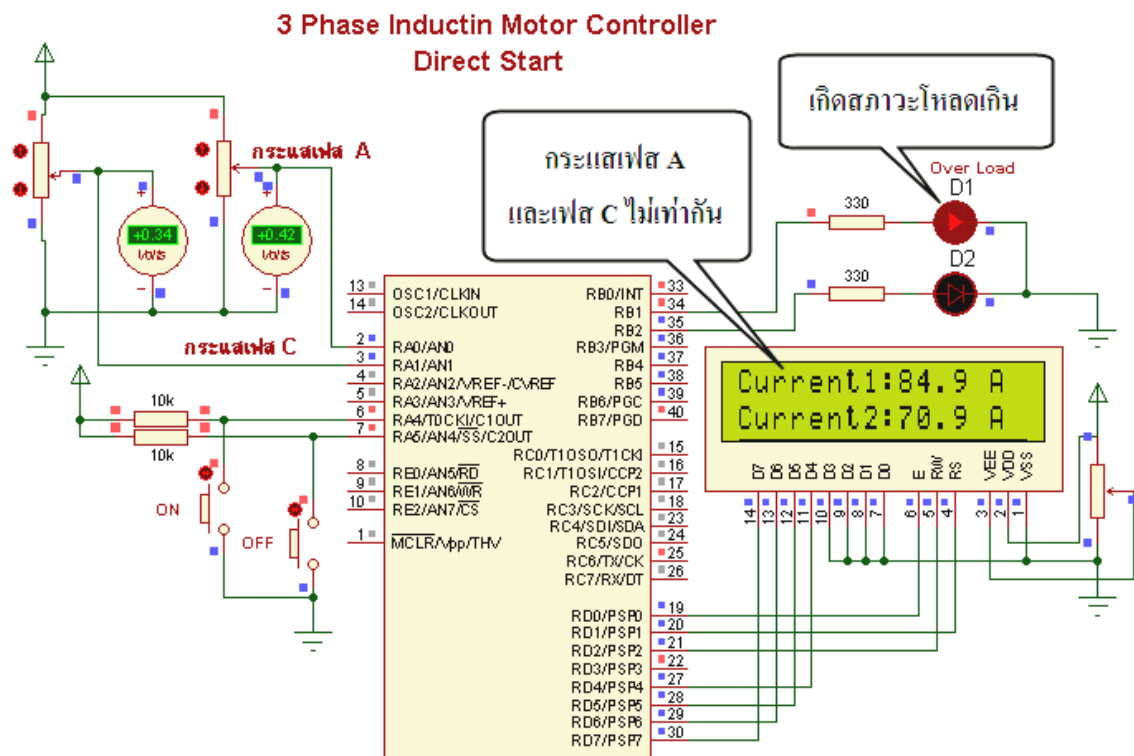
#### 8.3.3.4 วิธีทดสอบการทำงานด้วยโปรแกรมโปรเตออส มีลำดับขั้นตอนการทำงานดังนี้

1) เมื่อกดสวิตซ์ “ON” หน่วยประมวลผลกลางรับสัญญาณตรรกะ “0” จากขา RA4 นำข้อมูลไปประมวลผลส่งตรรกะ “1” ให้กับขา RB2 เกิดแรงดันไฟฟ้าตกคร่อมที่ขา RB2 เท่ากับ 5 โวลต์ อุปกรณ์เชื่อมต่อทางแสงและโซลิดสเตทรีเลย์สามารถทำงานได้ และต่อวงจรภาคจ่ายไฟสลับ 380 โวลต์ ให้กับมอเตอร์เริ่มต้นทำงาน แอลอีดี D2 ซึ่งทำหน้าที่แสดงสถานะการทำงานของมอเตอร์ติดสว่าง ดังรูปที่ 8.26

2) ขา RA0 และ RA1 ทำหน้าที่รับสัญญาณแอนะล็อก ซึ่งเป็นปริมาณกระแสจากตัวตรวจจับกระแสเฟส A และเฟส C ตามลำดับ แล้วแปลงให้เป็นสัญญาณดิจิทัล ส่งข้อมูลปริมาณกระแสทั้งสองเฟสให้กับหน่วยประมวลผลกลางประมวลผล ถ้ามีค่าเท่ากันส่งตรรกะ “1” ให้กับขา RB2 ซึ่งทำหน้าที่ต่อวงจรอุปกรณ์เชื่อมต่อทางแสง โซลิดสเตทรีเลย์และวงจรภาคจ่ายไฟสลับ 380 โวลต์ ให้กับมอเตอร์สามารถทำงานต่อไปได้ แอลอีดี D2 ติดสว่างแสดงสถานะทำงานของมอเตอร์ ถ้าหน่วยประมวลผลกลางประมวลผลแล้วปริมาณกระแสทั้งสองเฟสไม่เท่ากัน หน่วยประมวลผลกลางจะส่งสัญญาณตรรกะ “0” ให้กับขา RB2 แรงดันไฟฟ้าตกคร่อมที่ขา RB2 มีค่าเท่ากับ 0 โวลต์ เพื่อหยุดการทำงานของอุปกรณ์เชื่อมต่อทางแสง โซลิดสเตทรีเลย์และวงจรภาคจ่ายไฟสลับให้กับมอเตอร์ มอเตอร์จึงหยุดทำงาน

3) ในขณะเดียวกันหน่วยประมวลผลกลางส่งสัญญาณตรรกะ “1” ให้กับขาRB1 เกิดแรงดันไฟฟ้าตกคร่อมที่ขา RB1 เท่ากับ 5 โวลต์ แอลอีดี D1 ติดสว่าง แสดงสถานะมอเตอร์เกิดภาระเกิน แสดงดังรูปที่ 8.27

4) เมื่อต้องการหยุดการทำงาน กดสวิตช์ “OFF” หน่วยประมวลผลกลางรับสัญญาณตรรกะ “0” จากขา RA5 นำข้อมูลไปประมวลผล ส่งตรรกะ “0” ให้กับขา RB2 แรงดันไฟฟ้าที่ขา RB2 เท่ากับ 0 โวลต์ ตั๋ววงจรอุปกรณ์เชื่อมต่อทางแสง โซลิตสเตทรีเลย์และวงจรภาคจ่ายไฟสลับ 380 โวลต์ ซึ่งจ่ายพลังงานไฟฟ้าให้กับมอเตอร์ไม่ทำงาน มอเตอร์จึงหยุดทำงาน



รูปที่ 8.27 วงจรทดสอบการสตาร์ทมอเตอร์ 3 เฟสแบบสตาร์ทตรง เมื่อเกิดสภาวะภาระเกิน

## สรุป

การประยุกต์ใช้ไมโครคอนโทรลเลอร์ควบคุมอุปกรณ์ไฟฟ้า เป็นการนำองค์ความรู้มาประยุกต์และสร้างเป็นชิ้นงาน ประกอบด้วย

อุปกรณ์กำเนิดสัญญาณอินพุต ซึ่งเกิดจากปฏิกิริยาทางเคมีของตัวรับรู้ แล้วแปลงเป็นสัญญาณไฟฟ้า ส่วนใหญ่ระดับสัญญาณไฟฟ้าที่ได้ เกิดจากปฏิกิริยาทางเคมีของตัวรับรู้ นั้น มีค่าอยู่ระหว่าง 1 - 20 มิลลิโวลต์ ซึ่งต่ำกว่าค่ามาตรฐานที่ไมโครคอนโทรลเลอร์สามารถประมวลผลได้ จึง

จำเป็นต้องใช้วงจรปรับระดับสัญญาณแบบมีเงื่อนไข (Signal conditioner) ยกอร์ดับสัญญาณให้อยู่ในระดับมาตรฐาน 0 – 5 โวลต์ ส่วนนี้มีความสำคัญมากเพราะว่าเป็นจุดเริ่มต้นของกระบวนการควบคุม ถ้าเกิดข้อผิดพลาดระบบการควบคุมและผลผลิตจะผิดพลาดตามไปด้วย

ส่วนที่สองคือไมโครคอนโทรลเลอร์และชุดคำสั่ง ทำหน้าที่เป็นตัวเชื่อมต่อประสานประมวลผลและสั่งการ ให้ระบบสามารถทำงานตามวัตถุประสงค์ของผู้เขียนชุดคำสั่ง การออกแบบชุดคำสั่งควรแยกเป็นฟังก์ชันย่อย แล้วทดสอบร่วมกับฮาร์ดแวร์ของส่วนนั้น เมื่อผ่านการทดสอบเป็นส่วนๆ แล้ว จึงนำมารวมทดสอบร่วมกันทั้งระบบ ทำให้ง่ายในการตรวจหาข้อผิดพลาด ในส่วนต่างๆ ของระบบ

ส่วนสุดท้ายเป็นอุปกรณ์ทำหน้าที่เป็นสวิทช์ควบคุมด้านเอาต์พุต เป็นส่วนที่ทำงานตามสัญญาณไฟฟ้าที่ส่งโดยตรงจากตัวหน่วยประมวลผลกลางไปควบคุมอุปกรณ์ไฟฟ้า เช่น มอเตอร์ไฟฟ้สลับ 1 เฟส 220 โวลต์และ 3 เฟส 380 โวลต์ ในปัจจุบันการต่อประสานในส่วนนี้ นิยมใช้วิธีการเชื่อมต่อด้วยตัวเชื่อมต่อทางแสงร่วมกับโซลิดสเตตเทรีเลย์ ทำให้ไมโครคอนโทรลเลอร์และระบบมีความปลอดภัยสูง การควบคุมมีความเสถียรภาพสูง อุปกรณ์ประกอบชำรุดเสียหายน้อย

## เอกสารอ้างอิง

ณัฐพล วงศ์สุนทรชัย และชัยวัฒน์ ลิ้มพรจิตรวิไล. เรียนรู้และปฏิบัติการไมโครคอนโทรลเลอร์

PIC16F877. กรุงเทพฯ : อินโนเวตีฟ เอ็กเพอริเมนต์. 2549

ทีมงานสมาร์ตเลิร์นนิ่ง. PIC Microcontroller Learning-By-Doing ด้วยภาษา C. กรุงเทพฯ :


ห้างหุ้นส่วนสามัญสมาร์ตเลิร์นนิ่ง. 2550

สมบูรณ์ เนียมกล้า. เรียนรู้และประยุกต์ใช้งาน PIC Microcontroller. กรุงเทพฯ :

เอคิสันเพรสโปรดักส์ . 2549





	<b>ใบงานที่ 12</b>	หน่วยที่ 8
	ชื่อวิชา ไมโครคอนโทรลเลอร์ รหัสวิชา 30104-2104	สอนครั้งที่ 15
	ชื่อหน่วย การประยุกต์ใช้ไมโครคอนโทรลเลอร์ฯ	จำนวนชั่วโมงรวม 20 ชั่วโมง
ชื่องาน การเขียนชุดคำสั่งควบคุมการรดน้ำต้นไม้อัตโนมัติ		จำนวนชั่วโมงสอน 3 ชั่วโมง

## จุดประสงค์การเรียนรู้

### 1. จุดประสงค์ทั่วไป

เพื่อให้มีทักษะและจิตพิสัยที่ดีในการปฏิบัติงาน เรื่อง การเขียนชุดคำสั่งควบคุมการรดน้ำต้นไม้อัตโนมัติ

### 2. จุดประสงค์เชิงพฤติกรรม

#### 2.1 ด้านทักษะพิสัย

- 2.1.1 เขียนชุดคำสั่งควบคุมการรดน้ำต้นไม้อัตโนมัติได้ถูกต้อง
- 2.1.2 ทดสอบการทำงานด้วยโปรแกรมโปรเตออสได้ถูกต้อง
- 2.1.3 ต่อบอร์ดควบคุมการรดน้ำต้นไม้อัตโนมัติได้ถูกต้อง

#### 2.2 ด้านจิตพิสัย

แสดงให้เห็นถึง คุณธรรม จริยธรรมค่านิยมที่พึงประสงค์ในการเรียนรู้ ดังต่อไปนี้

- 2.2.1 มีความซื่อสัตย์ สุจริตในการทำงาน
- 2.2.2 มีความสามัคคีในการทำงาน
- 2.2.3 มีระเบียบวินัยในการทำงาน
- 2.2.4 มีความรับผิดชอบในการทำงาน
- 2.2.5 มีความเชื่อมั่นในตนเอง
- 2.2.6 มีการประหยัดในการใช้ทรัพยากรของตนเองและส่วนรวม
- 2.2.7 มีความสนใจใฝ่รู้
- 2.2.8 มีความรอบคอบในการทำงาน
- 2.2.9 มีความตรงต่อเวลาในการทำงานที่ได้รับมอบหมาย
- 2.2.10 มีความคิดริเริ่ม สร้างสรรค์ในการทำงาน
- 2.2.11 มีความสุขในการทำงานที่ได้รับมอบหมาย



## 12.1 เครื่องมือและอุปกรณ์

12.1.1	คอมพิวเตอร์ติดตั้งโปรแกรมซีซีเอสฯ, โปรเตอจัสและไมโครโปร	1	ชุด
12.1.2	ชุดบันทึกข้อมูล	1	ชุด
12.1.3	แผงโปรโตบอร์ด	1	แผง
12.1.4	สายไฟสำหรับต่อวงจรขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 5 มิลลิเมตร	20	เส้น
12.1.5	ไมโครคอนโทรลเลอร์ PIC16F877A	1	ตัว
12.1.6	แหล่งจ่ายแรงดันไฟฟ้าคงที่ 5 โวลต์	1	ชุด
12.1.7	ตัวต้านทาน ขนาด $\frac{1}{4} W \pm 5\%$ ค่าความต้านทาน 10 กิโลโอห์ม	1	ตัว
12.1.8	ตัวต้านทาน ขนาด $\frac{1}{4} W \pm 5\%$ ค่าความต้านทาน 330 โอห์ม	1	ตัว
12.1.9	ตัวต้านทาน ขนาด $\frac{1}{4} W \pm 5\%$ ค่าความต้านทาน 10 กิโลโอห์ม	1	ตัว
12.1.10	ตัวเก็บประจุชนิดเซรามิก ค่า 22 ปิกโกฟารัด 50 โวลต์	2	ตัว
12.1.11	ตัวเก็บประจุชนิดเซรามิก ค่า 0.1 ไมโครฟารัด 50 โวลต์	4	ตัว
12.1.12	คริสตอล ค่า 20 เมกกะเฮิร์ตซ์	1	ตัว
12.1.13	แอลซีดีโมดูลขนาด 16×2 บรรทัด	1	ตัว
12.1.14	ตัวต้านทานปรับค่าได้ (VR) ค่าความต้านทาน 10 กิโลโอห์ม	1	ตัว
12.1.15	แผงตัวรับรู้ความต้านทานดิน	1	แผง
12.1.16	อุปกรณ์เชื่อมต่อทางแสงเบอร์ MOC3041	1	ตัว
12.1.17	โซลิดสเตทรีเลย์เบอร์ BTA26	1	ตัว
12.1.18	มอเตอร์ปั้มน้ำ	1	ตัว

## 12.2 ข้อควรระวัง

12.2.1 ก่อนจ่ายไฟให้กับไมโครคอนโทรลเลอร์ ตรวจสอบตำแหน่งขาให้ถูกต้อง โดยเฉพาะขา 1, 11, 12, 13 และ 14 ซึ่งจะทำให้ไมโครคอนโทรลเลอร์เสียหายได้

12.2.2 ตรวจสอบการต่อขั้วแอลอีดี, ขั้ว DS18B20 และคาปาซิเตอร์อิเล็กโทรไลต์ให้ถูกต้อง

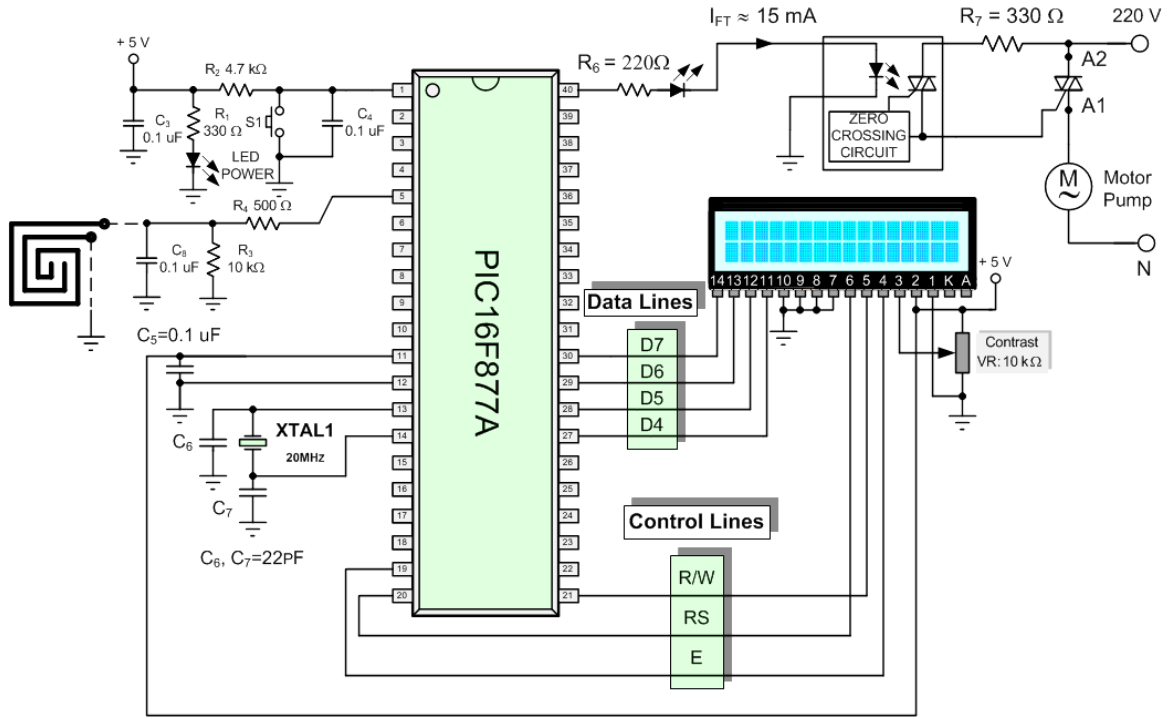
## 12.3 ข้อเสนอแนะ

12.3.1 ให้นักศึกษาปฏิบัติตามลำดับขั้นตอนการปฏิบัติงานอย่างเคร่งครัด

12.3.2 ตรวจสอบความพร้อมของอุปกรณ์ก่อนการใช้งานทุกครั้ง

## 12.4 ลำดับขั้นการทดลอง

### 12.4.1 ศึกษารายละเอียดวงจรควบคุมการรดน้ำต้นไม้อัตโนมัติ ตามรูปที่ 12.1



รูปที่ 12.1 วงจรควบคุมการรดน้ำต้นไม้อัตโนมัติ

### 12.4.2 เขียนชุดคำสั่งภาษาซีสำหรับวงจรควบคุมการรดน้ำต้นไม้อัตโนมัติ

12.4.2.1 เปิดโปรแกรมซีซีเอสซี คอมไพเลอร์ และเขียนชุดคำสั่งภาษาซี ตามรูปที่ 11.2

12.4.2.2 บันทึกชื่อไฟล์เป็น SoilHumidity.c

12.4.2.3 บันทึกไฟล์ SoilHumidity.c เป็นภาษาเครื่อง(คอมไพล์) จะได้ไฟล์

SoilHumidity.hex

12.4.2.4 บันทึกผลการเขียนชุดคำสั่งวงจรควบคุมการรดน้ำต้นไม้อัตโนมัติ ลงในตารางที่

12.1

```

1 #include <16F877A.h>
2 #device ADC=10
3 #define TxD          PIN_C6
4 #define RxD          PIN_C7
5 #define CLOCK_SP    20000000
6 #fuses HS
7 #fuses NOLVP, NOWDT, PROTECT
8 #use delay (clock=CLOCK_SP)
9 #use rs232 (baud=9600, xmit=TxD, rcv=RxD)
10 #include <lcd.c>
11 void main(void)
12 {
13     float humidity, read_adc;
14     int i;
15     set_tris_b(0x00);
16     setup_adc_ports(RA0_RA1_RA3_ANALOG);
17     setup_adc(ADC_CLOCK_INTERNAL);
18     lcd_init();
19     printf(lcd_putc, "\f Soil_Humidity ");
20     output_low(PIN_B7);
21     delay_ms(100);
22     while(true){
23         humidity = 0;
24         for (i=1;i<10;i++){
25             {
26                 set_adc_channel(0);
27                 delay_ms(10);
28                 humidity = read_adc();
29                 lcd_gotoxy(1,2);
30                 printf(lcd_putc, "SoilRe:%1.1f Ohms\n", humidity);
31                 if (humidity >= 5.0)
32                     output_high(PIN_B7);
33                 else output_low(PIN_B7);
34             }
35         }
36     }

```

รูปที่ 11.2 ชุดคำสั่งภาษาซีสำหรับชุดควบคุมการรดน้ำต้นไม้อัตโนมัติ

ความหมายชุดคำสั่ง ดังรูปที่ 11.2

บรรทัดที่ 1 ให้ตัวประมวลผลก่อนไปอ่านข้อมูลจากแฟ้ม 16F877A.h ใช้เรียกไฟล์ไลบรารี 16F877.h มาร่วมในการคอมไพล์ เพื่อใช้รีจิสเตอร์ของไมโครคอนโทรลเลอร์ PIC16F877A ได้

บรรทัดที่ 2 ตั้งค่าให้การแปลงสัญญาณแอนะล็อกเป็นดิจิทัล (ADC) อ่านค่าออกมาเป็นตัวเลขขนาด 10 บิต

บรรทัดที่ 3 ประกาศค่าคงที่สัญลักษณ์ TxD คือขา 6 พอร์ต C

บรรทัดที่ 4 ประกาศค่าคงที่สัญลักษณ์ RxD คือขา 7 พอร์ต C

บรรทัดที่ 5 ประกาศค่าคงที่สัญลักษณ์ CLOCK\_SP มีความถี่เท่ากับ 20 เมกกะเฮิร์ตซ์ (MHz)

บรรทัดที่ 6 กำหนดโหมดสัญญาณนาฬิกา แบบ High Speed Crystal/Resonator ทำงานที่ความถี่สัญญาณนาฬิกา 4 ถึง 20 เมกกะเฮิร์ตซ์ (MHz)

บรรทัดที่ 7 กำหนดให้ใช้แหล่งสัญญาณเป็นชนิดความเร็วสูง, ไม่ป้องกันการทำซ้ำชุดคำสั่งและไม่ให้ใช้การบันทึกภาษาเครื่องด้วยวิธีแรงดันต่ำ

บรรทัดที่ 8 เรียกฟังก์ชัน delay และกำหนดค่าสัญญาณนาฬิกาให้มีค่าความถี่เท่ากับค่าคงที่ CLOCK\_SP

บรรทัดที่ 9 ใช้การสื่อสารแบบอนุกรมด้วยปริมาณการรับและการส่งข้อมูล (Bandwidth) ที่ 9,600 บิตต่อวินาที (bps) โดยใช้ขาสัญญาณส่งเป็น TxD ขาสัญญาณรับเป็น RxD

บรรทัดที่ 10 เรียกไฟล์ไลบรารี lcd.c มาร่วมในการคอมไพล์ เพื่อใช้รีจิสเตอร์ของแอลซีดีโมดูลได้

บรรทัดที่ 11 ฟังก์ชันเมนไม่มีการรับค่าใดๆ

บรรทัดที่ 12 เริ่มต้นฟังก์ชันเมน

บรรทัดที่ 13 ประกาศตัวแปรเป็นชนิดตัวเลขทศนิยม 32 บิตสำหรับ เก็บข้อมูลความชื้นชื่อ humidity และ read\_adc

บรรทัดที่ 14 ประกาศตัวแปรชนิดเลขจำนวนเต็มชื่อ i

บรรทัดที่ 15 กำหนดให้พอร์ต B ทั้งพอร์ตเป็นเอาต์พุต

บรรทัดที่ 16 เปิดใช้งาน Port A0,A1 และ A3 เป็นอินพุตแอนะล็อกและใช้แรงดันอ้างอิงภายใน

บรรทัดที่ 17 กำหนดให้โมดูลแปลงสัญญาณแอนะล็อกเป็นดิจิทัล ADC และใช้สัญญาณนาฬิกาภายใน (RC)

บรรทัดที่ 18 เรียกใช้ฟังก์ชัน lcd\_init ในไลบรารี lcd.c

บรรทัดที่ 19 ย่อหน้า แล้วแสดงข้อความ Soil\_Humidity

บรรทัดที่ 20 ส่งสัญญาณ low ออกไปที่ขา 7 พอร์ต RB7

บรรทัดที่ 21 หน่วงเวลา 100 มิลลิวินาที

บรรทัดที่ 22 ให้มีการวนรอบไม่รู้จบ และเริ่มกลุ่มฟังก์ชันของ while

บรรทัดที่ 23 กำหนดค่า 0 ให้กับตัวแปร humidity

บรรทัดที่ 24 กำหนดให้มีการวนรอบ หากตัวแปร i มีค่าน้อยกว่า 10 โดยตัวแปร i มีค่าเริ่มต้นเป็น 1 และเมื่อวนรอบ 1 รอบให้ค่าตัวแปร i เพิ่มขึ้น 1 (วนรอบการทำงาน 9 รอบ)

บรรทัดที่ 25 เริ่มกลุ่มฟังก์ชันของ for

- บรรทัดที่ 26 กำหนดค่า RA0 ให้เป็นขาแอนะล็อก
- บรรทัดที่ 27 หน่วงเวลา 10 มิลลิวินาที เพื่อรอให้โมดูล ADC พร้อมที่จะอ่าน
- บรรทัดที่ 28 อ่านค่า Analog ออกมาเก็บไว้ในตัวแปร humidity
- บรรทัดที่ 29 เลื่อนเคอร์เซอร์บนจอ lcd ไปที่ตำแหน่งที่ 1 บรรทัดที่ 2
- บรรทัดที่ 30 แสดงข้อความ SoilRe : แล้วต่อด้วยค่าของตัวแปร humidity ในรูปแบบแสดงตัวเลขจำนวนเต็ม 1 ตำแหน่ง และเลขทศนิยม 1 ตำแหน่ง แล้วต่อด้วยข้อความ Ohms แล้วขึ้นบรรทัดใหม่
- บรรทัดที่ 31 หากตัวแปร humidity มีค่ามากกว่าหรือเท่ากับ 5.0
- บรรทัดที่ 32 ถ้าเงื่อนไขเป็นจริงให้ส่งสัญญาณ high ออกไปที่ขา 7 พอร์ต RB7
- บรรทัดที่ 33 หากเงื่อนไขไม่เป็นจริง ส่งสัญญาณ low ออกไปที่ขา 7 พอร์ต RB7
- บรรทัดที่ 34 สิ้นสุดกลุ่มฟังก์ชันย่อยของ for
- บรรทัดที่ 35 สิ้นสุดกลุ่มฟังก์ชันย่อยของ while
- บรรทัดที่ 36 สิ้นสุดกลุ่มฟังก์ชันเมน

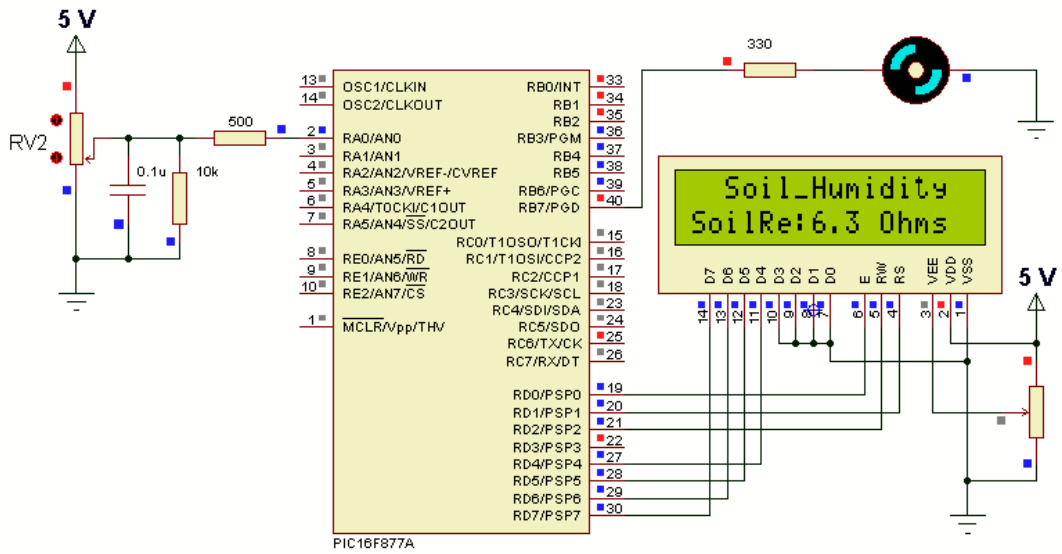
ตารางที่ 12.1 ผลการทดลองการเขียนชุดคำสั่งวงจรควบคุมการรดน้ำต้นไม้อัตโนมัติ

การทดลอง	ผลการทดลอง (ให้ทำเครื่องหมาย ✓ ช่องที่ปฏิบัติ)
เขียนชุดคำสั่งวงจรควบคุมการรดน้ำต้นไม้อัตโนมัติ	<input type="checkbox"/> ได้ <input type="checkbox"/> ไม่ได้ ที่ไม่ได้เพราะเหตุใด..... ..... มีวิธีแก้ไขอย่างไร..... .....

### 12.4.3 ทดสอบการทำงานด้วยโปรแกรมโปรเตออส

12.4.3.1 เปิดโปรแกรมโปรเตออส วางอุปกรณ์การทดสอบประกอบด้วย PIC16F877A, RES, LCD, MOTOR, POT-LIN, POWER และ GROUND ต่อวงจรตามรูปที่ 12.3

12.4.3.2 แก้ไขคุณสมบัติของตัวอุปกรณ์ทุกตัว ให้มีค่าตรงตามวงจรรูปที่ 12.3



รูปที่ 12.3 วงจรการทำงานชุดควบคุมการรดน้ำต้นไม้อัตโนมัติด้วยโปรแกรมโปรเตส

12.4.3.4 บันทึกภาษาเครื่อง SoilHumidity.hex ลงหน่วยความจำของไมโครคอนโทรลเลอร์

12.4.3.5 ปรับค่าของตัวต้านทาน RV2 ให้มีค่าต่ำสุด และ สูงสุด สังเกตการทำงานของมอเตอร์แล้วบันทึกผลการทำงานของมอเตอร์ ลงในตารางที่ 12.2

ตารางที่ 12.2 ผลการทดลองการทำงานด้วยโปรแกรมโปรเตส

ปรับตัวต้านทาน RV2 ให้มีค่าความต้านทานแตกต่างกัน	แอลซีดีโมดูล แสดงค่าความต้านทาน	สถานะการทำงานของมอเตอร์
ปรับ RV2 ให้มีค่าต่ำสุด	.....โอห์ม	<input type="checkbox"/> หมุน <input type="checkbox"/> ไม่หมุน
ปรับ RV2 ให้มีค่าสูงสุด	.....โอห์ม	<input type="checkbox"/> หมุน <input type="checkbox"/> ไม่หมุน

#### 12.4.4 ต้องตรวจสอบกรณีจริงบนโปรโตบอร์ด

12.4.4.1 วางไมโครคอนโทรลเลอร์ PIC16F877A บนซ็อกเก็ต แล้วบันทึกข้อมูลภาษาเครื่อง SoilHumidity.hex ลงหน่วยความจำของไมโครคอนโทรลเลอร์ด้วยโปรแกรมไมโครโปร

12.4.4.2 นำอุปกรณ์และไมโครคอนโทรลเลอร์ประกอบวงจรบนโปรโตบอร์ด ตรวจสอบความถูกต้อง และทดลองจ่ายไฟให้กับวงจร ดังรูปที่ 12.1

12.4.4.3 ทดลองการทำงานวงจรชุดควบคุมการรดน้ำต้นไม้อัตโนมัติที่ประกอบบนโปรโตบอร์ด แล้วบันทึกผลการทดลองลงในตารางที่ 12.3

ตารางที่ 12.3 ผลการทดลองการทำงานของวงจรที่ประกอบบนโปรโตบอร์ด

ทดลองฟังตัวรับรู้ ในคืนที่มีสภาพแตกต่างกัน	แอลซีดีโมดูล แสดงค่าความต้านทาน	สถานะการทำงานของปั้มน้ำ
ฟังตัวรับรู้ในคืนทรายแห้ง	.....โอห์ม	<input type="checkbox"/> ทำงาน <input type="checkbox"/> ไม่ทำงาน
ฟังตัวรับรู้ในคืนทรายชุ่มน้ำ	.....โอห์ม	<input type="checkbox"/> ทำงาน <input type="checkbox"/> ไม่ทำงาน

12.5 คำถามหลังการทดลอง

คำชี้แจง จงเขียนตอบคำถามดังต่อไปนี้ให้สมบูรณ์

12.5.1 จากตารางที่ 12.3 เพราะเหตุใดมอเตอร์ปั้มน้ำจึงทำงานเวลาคืนทรายแห้ง

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

12.6 สรุปผลการทดลอง

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

	<b>แบบประเมินผลใบงานที่ 12</b>	หน่วยที่ 8
	ชื่อวิชา ไมโครคอนโทรลเลอร์ รหัสวิชา 30104-2104	สอนครั้งที่ 15
	ชื่อหน่วย การประยุกต์ใช้ไมโครคอนโทรลเลอร์ฯ	จำนวนชั่วโมงรวม 20 ชั่วโมง
ชื่องาน การเขียนชุดคำสั่งควบคุมการรดน้ำต้นไม้อัตโนมัติ		จำนวนชั่วโมงสอน 3 ชั่วโมง

ชื่อ-นามสกุล.....เลขที่.....ชั้น.....กลุ่ม.....

วันที่ ..... เดือน.....พ.ศ. ....

ที่	รายการประเมิน	คะแนนเต็ม	รายละเอียดที่พิจารณา	คะแนนที่ได้	หมายเหตุ
1.	<b>ขั้นก่อนการทดลอง</b>	3			
	1.1 เตรียมใบงานการทดลอง	1	ศึกษาใบงานก่อน		ตรวจ
	1.2 เตรียมเครื่องมือและอุปกรณ์	1	ครบถ้วนตามใบงาน		ตรวจ
	1.3 ตรวจสอบเช็คเครื่องมือและอุปกรณ์	1	ใช้งานได้ครบถ้วน		ตรวจ
2.	<b>ขั้นการทดลอง</b>	22			
	2.1 การเขียนชุดคำสั่งควบคุมการรดน้ำต้นไม้	5	ความถูกต้อง		ตรวจ
	2.2 การทดสอบการทำงานด้วยโปรแกรม	5	ความถูกต้อง		ตรวจ
	2.3 การต่อวงจรควบคุมการรดน้ำต้นไม้	6	ความถูกต้อง		ตรวจ
	2.4 การบันทึกผลการทดลอง	2	ความถูกต้อง		ตรวจ
	2.5 การตอบคำถามท้ายการทดลอง	2	ความถูกต้อง		ตรวจ
	2.6 การสรุปผลการทดลอง	2	ความถูกต้อง		ตรวจ
3.	<b>ขั้นหลังการทดลอง</b>	2			
	3.1 จัดเก็บเครื่องมือและอุปกรณ์	1	จัดเก็บเป็นระเบียบ		สังเกต
	3.2 ความสะอาดบริเวณพื้นที่การทดลอง	1	ความสะอาด		สังเกต
4.	<b>คุณภาพของงาน</b>	3			
	4.1 ผลงานสะอาดเรียบร้อย	1	ความสะอาดเรียบร้อย		ตรวจ
	4.2 ความถูกต้องของผลการทดลอง	1	ถูกต้อง		ตรวจ
	4.3 การส่งใบงานการทดลอง	1	ตรงตามเวลา		ตรวจ
<b>คะแนนเต็ม</b>		<b>30</b>	<b>รวมคะแนนที่ได้</b>		

ข้อคิดเห็น/ข้อเสนอแนะ

.....

ลงชื่อ.....(ผู้ประเมิน)

(นายธีรวัฒน์ ตีบอ้าย)



	แบบประเมินผลพฤติกรรม ด้านคุณธรรมจริยธรรมฯ	หน่วยที่ 8
	ชื่อวิชา ไมโครคอนโทรลเลอร์ รหัสวิชา 30104-2104	สัปดาห์ที่ 15
	ชื่อหน่วย การประยุกต์ใช้ไมโครคอนโทรลเลอร์ฯ	จำนวนชั่วโมงรวม 20 ชั่วโมง
ชื่องาน การเขียนชุดคำสั่งควบคุมการรดน้ำต้นไม้อัตโนมัติ		จำนวนชั่วโมงสอน 3 ชั่วโมง

ชื่อ-นามสกุล.....เลขที่.....ชั้น.....กลุ่ม.....

วันที่ ..... เดือน.....พ.ศ. ....

คำชี้แจง ให้ครูสังเกตพฤติกรรมนักศึกษา แล้วทำเครื่องหมาย ✓ ในช่องการแสดงพฤติกรรม


ที่	รายการประเมิน	พฤติกรรมที่สังเกต	การแสดงพฤติกรรม		
			สม่ำเสมอ	บางครั้ง	ไม่แสดง
1	ความซื่อสัตย์สุจริตในการทำงาน	ไม่คัดลอกผลการปฏิบัติงานคนอื่น	1	0.5	0
2	ความสามัคคีในการทำงาน	ให้ความร่วมมือในการทำงาน	1	0.5	0
3	ระเบียบวินัยในการทำงาน	ทรงผมและการแต่งกาย	1	0.5	0
4	ความรับผิดชอบในการทำงาน	ปฏิบัติงานตามที่ได้รับมอบหมาย	1	0.5	0
5	ความเชื่อมั่นในตนเอง	กล้าแสดงความคิดเห็น	1	0.5	0
6	การดูแล บำรุงรักษาวัสดุ อุปกรณ์	เก็บ ทำความสะอาด วัสดุ อุปกรณ์	1	0.5	0
7	ความสนใจใฝ่รู้	สนใจ กระตือรือร้นในการทำงาน	1	0.5	0
8	ความรอบคอบในการทำงาน	ปฏิบัติงานด้วยระมัดระวัง มีความปลอดภัย	1	0.5	0
9	ความคิดริเริ่ม สร้างสรรค์ในการทำงาน	ปรับปรุงการปฏิบัติงานให้ดีขึ้น	0.5	0.25	0
10	ความตรงต่อเวลาในการทำงาน	เข้าเรียน และส่งงานตรงเวลา	1	0.5	0
11	ความสุขในการทำงาน	ปฏิบัติงานด้วยความเต็มใจ ยิ้มแย้มแจ่มใส	0.5	0.25	0
รวมคะแนน					
รวมคะแนนที่ได้ทั้งหมด					

ข้อคิดเห็น/ข้อเสนอแนะ

.....

ลงชื่อ.....(ผู้ประเมิน)

(นายธีรวัฒน์ ติบอ้าย)

	<b>ใบงานที่ 13</b>	<b>หน่วยที่ 8</b>
	ชื่อวิชา ไมโครคอนโทรลเลอร์ รหัสวิชา 30104-2104	สอนครั้งที่ 16
	ชื่อหน่วย การประยุกต์ใช้ไมโครคอนโทรลเลอร์ฯ	จำนวนชั่วโมงรวม 20 ชั่วโมง
ชื่องาน การเขียนชุดคำสั่งการควบคุมอุณหภูมิอัตโนมัติ		จำนวนชั่วโมงสอน 3 ชั่วโมง

## จุดประสงค์การเรียนรู้

### 1. จุดประสงค์ทั่วไป

เพื่อให้มีทักษะและจิตพิสัยที่ดีในการปฏิบัติงาน เรื่อง การเขียนชุดคำสั่งการควบคุมอุณหภูมิอัตโนมัติ

### 2. จุดประสงค์เชิงพฤติกรรม

#### 2.1 ด้านทักษะพิสัย

2.1.1 เขียนชุดคำสั่งการควบคุมอุณหภูมิอัตโนมัติได้ถูกต้อง

2.1.2 ทดสอบการทำงานด้วยโปรแกรมโปรเตออสได้ถูกต้อง

2.1.3 ต่อบอร์ดชุดควบคุมอุณหภูมิอัตโนมัติได้ถูกต้อง

#### 2.2 ด้านจิตพิสัย

แสดงให้เห็นถึง คุณธรรม จริยธรรมค่านิยมที่พึงประสงค์ในการเรียนรู้ ดังต่อไปนี้

2.2.1 มีความซื่อสัตย์ สุจริตในการทำงาน

2.2.2 มีความสามัคคีในการทำงาน

2.2.3 มีระเบียบวินัยในการทำงาน

2.2.4 มีความรับผิดชอบในการทำงาน

2.2.5 มีความเชื่อมั่นในตนเอง

2.2.6 มีการประหยัดในการใช้ทรัพยากรของตนเองและส่วนรวม

2.2.7 มีความสนใจใฝ่รู้

2.2.8 มีความรอบคอบในการทำงาน

2.2.9 มีความตรงต่อเวลาในการทำงานที่ได้รับมอบหมาย

2.2.10 มีความคิดริเริ่ม สร้างสรรค์ในการทำงาน

2.2.11 มีความสุขในการทำงานที่ได้รับมอบหมาย

### 13.1 เครื่องมือและอุปกรณ์

13.2 ข้อ ควร ระวัง	13.1.1	คอมพิวเตอร์ติดตั้งโปรแกรมซีซีเอส๑, โปรแกรมเตออสและไมโครโปร	1	ชุด
	13.1.2	ชุดบันทึกข้อมูล	1	ชุด
	13.1.3	แผงโปรโตบอร์ด	1	แผง
	13.1.4	สายไฟสำหรับต่อวงจรขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 5 มิลลิเมตร	20	เส้น
	13.1.5	ไมโครคอนโทรลเลอร์ PIC16F877A	1	ตัว
	13.1.6	แหล่งจ่ายแรงดันไฟฟ้าคงที่ 5 โวลต์	1	ชุด
	13.1.7	ตัวต้านทาน ขนาด $\frac{1}{4} W \pm 5\%$ ค่าความต้านทาน 10 กิโลโอห์ม	1	ตัว
	13.1.8	ตัวต้านทาน ขนาด $\frac{1}{4} W \pm 5\%$ ค่าความต้านทาน 330 โอห์ม	1	ตัว
	13.1.9	ตัวต้านทาน ขนาด $\frac{1}{4} W \pm 5\%$ ค่าความต้านทาน 10 กิโลโอห์ม	1	ตัว
	13.1.10	ตัวเก็บประจุชนิดเซรามิก ค่า 22 พิโกฟารัด 50 โวลต์	2	ตัว
	13.1.12	ตัวเก็บประจุชนิดเซรามิก ค่า 0.1 ไมโครฟารัด 50 โวลต์	4	ตัว
	13.1.13	คริสตอล ค่า 20 เมกกะเฮิร์ตซ์	1	ตัว
	13.1.14	แอลซีดีโมดูลขนาด 16x2 บรรทัด	1	ตัว
	13.1.15	ตัวต้านทานปรับค่าได้ (VR) ค่าความต้านทาน 10 กิโลโอห์ม	2	ตัว
	13.1.16	อุปกรณ์เชื่อมต่อทางแสงเบอร์ MOC3041	1	ตัว
	13.1.17	โซลิดสเตตรีเลย์เบอร์ BTA26	1	ตัว
	13.1.18	ตัวรับรู้อุณหภูมิไอซีเบอร์ DS18B20	1	ตัว
	13.1.19	ตัวทำความร้อน (Heater)	1	ตัว

ตรวจสอบตำแหน่งขาให้ถูกต้อง โดยเฉพาะ

ขา 1, 11, 12, 13 และ 14 ซึ่งจะทำให้ไมโครคอนโทรลเลอร์เสียหายได้

13.2.2 ตรวจสอบการต่อขั้วแอลอีดี, ขั้ว DS18B20 และคาปาซิเตอร์อิเล็กโทรไลต์ให้ถูกต้อง

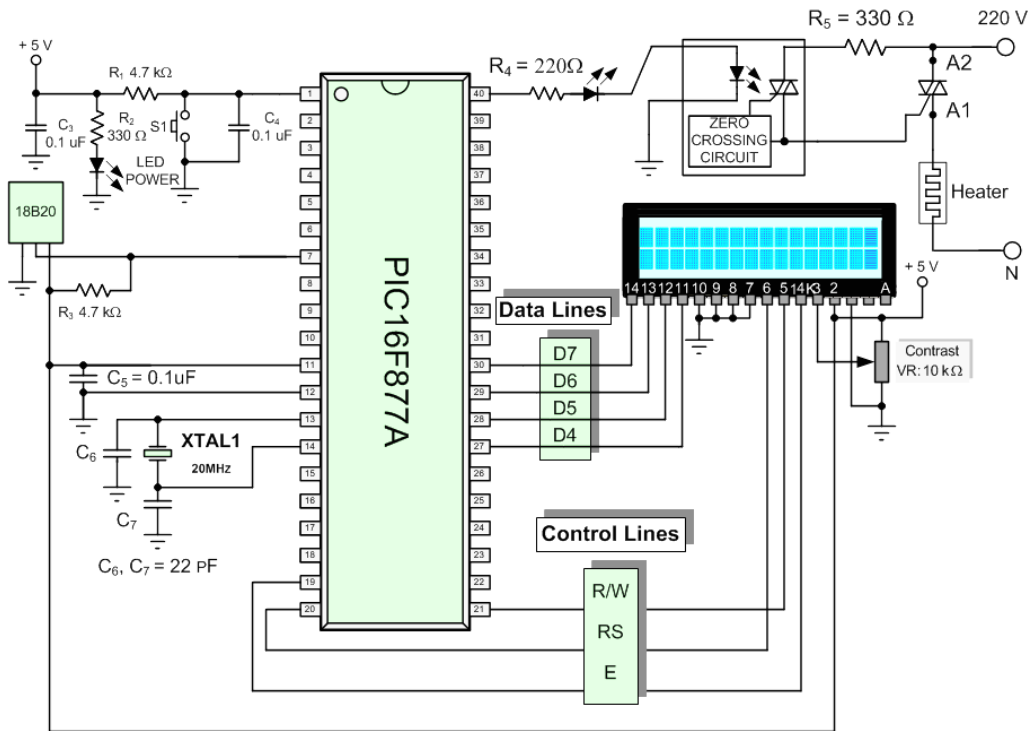
### 13.3 ข้อเสนอแนะ

13.3.1 ให้นักศึกษาปฏิบัติตามลำดับขั้นตอนการปฏิบัติงานอย่างเคร่งครัด

13.3.2 ตรวจสอบความพร้อมของอุปกรณ์ก่อนการใช้งานทุกครั้ง

### 13.4 ลำดับขั้นการทดลอง

13.4.1 ศึกษารายละเอียดวงจรควบคุมอุณหภูมิอัตโนมัติ ตามรูปที่ 13.1



รูปที่ 13.1 วงจรควบคุมอุณหภูมิอัตโนมัติ

### 13.4.2 เขียนชุดคำสั่งภาษาซีสำหรับวงจรควบคุมอุณหภูมิอัตโนมัติ

13.4.2.1 เปิดโปรแกรมซีซีเอสซี คอมไพเลอร์ และเขียนชุดคำสั่งภาษาซีโดยรวมข้อความตั้งจากรูปที่ 13.2 เข้ากับชุดคำสั่งรูปที่ 13.3 และ 13.4 แล้วบันทึกชื่อไฟล์เป็น Heater.c

13.4.2.2 บันทึกไฟล์ Heater.c เป็นภาษาเครื่อง(คอมไพล์) จะได้ไฟล์ Heater.hex

```

1 #include <16F877A.h>
2 #define CLOCK_SP 20000000
3 #define TXD
4 #define RXD
5 #fuses HS, NOLVP, CT
6 #use delay (clock=CLOCK_SP)
7 #use rs232 (baud=600)
8 #include "ANA05.c"
9 #include <lcd.c>

```

ฟังก์ชันติดต่อกับอุปกรณ์แบบ 1 สาย

ฟังก์ชันติดต่อกับอุปกรณ์แสดงผลแบบแอลซีดี

รูปที่ 13.2 ชุดคำสั่งข้อความสั่งตัวประมวลผลก่อนของวงจรควบคุมอุณหภูมิอัตโนมัติ

```

10 void ReadTemp_DS18B20 (void)
11 {
12     float tmp, temp;
13     byte i, buffer[9], sign;
14     if (touch_present())
15     {
16         touch_write_byte(0xCC);
17         touch_write_byte(0x44);
18         delay_ms(100);
19         touch_present();
20         touch_write_byte(0xCC);
21         touch_write_byte(0xBE);
22         for(i=0; i<9;i++)
23             buffer[i] = touch_read_byte();
24     }
25     temp = (buffer[1]<<4)|(buffer[0]>>4);
26     if(buffer[1]&0xF0) temp = (-1)*temp;
27     tmp = temp;
28     lcd_gotoxy(2,2);
29     printf(lcd_putc,"Temp.: %3.2f C",tmp);
30     if (tmp >= 0.0 && tmp <= 50.0 )
31         output_high(PIN_B7);
32     else output_low(PIN_B7);
33 }

```

### รูปที่ 13.3 ชุดคำสั่งฟังก์ชันย่อยของวงจรควบคุมอุณหภูมิอัตโนมัติ

ความหมายชุดคำสั่ง ดังรูปที่ 13.2 และ รูปที่ 13.3

บรรทัดที่ 1 ใช้เรียกไฟล์ไลบรารี 16F877.h มาร่วมในการคอมไพล์ เพื่อใช้รีจิสเตอร์ของไมโครคอนโทรลเลอร์ PIC16F877A ได้

บรรทัดที่ 2 ประกาศค่าคงที่สัญลักษณ์ CLOCK\_SP มีความถี่เท่ากับ 20 เมกะเฮิร์ตซ์

บรรทัดที่ 3 ประกาศค่าคงที่สัญลักษณ์ TxD คือขา 6 พอร์ต C

บรรทัดที่ 4 ประกาศค่าคงที่สัญลักษณ์ RxD คือขา 7 พอร์ต C

บรรทัดที่ 5 กำหนดให้ใช้แหล่งสัญญาณเป็นชนิดความเร็วสูง, ไม่ป้องกันการทำซ้ำชุดคำสั่งและไม่ให้ใช้การบันทึกภาษาเครื่องด้วยวิธีแรงดันต่ำ

บรรทัดที่ 6 เรียกฟังก์ชัน delay และกำหนดค่าสัญญาณนาฬิกาให้มีค่าความถี่เท่ากับค่าคงที่ CLOCK\_SP

บรรทัดที่ 7 ใช้การสื่อสารแบบอนุกรมด้วยปริมาณการรับและการส่งข้อมูล (Bandwidth) ที่ 9,600 บิตต่อวินาที (bps) โดยใช้ขาสัญญาณส่งเป็น TxD ขาสัญญาณรับเป็น RxD

บรรทัดที่ 8 เรียกไฟล์ไลบรารี ANA05.c มาร่วมในการคอมไพล์

บรรทัดที่ 9 เรียกไฟล์ไลบรารีมาตรฐาน lcd.c มาร่วมในการคอมไพล์ เพื่อใช้  
รีจิสเตอร์ของแอลซีดี

บรรทัดที่ 10 ฟังก์ชันย่อย ReadTemp\_DS18B20 ไม่มีการรับและส่งข้อมูล

บรรทัดที่ 11 เริ่มชุดฟังก์ชันย่อย

บรรทัดที่ 12 ประกาศตัวแปรชนิดเลขทศนิยม ชื่อ tmp และ temp

บรรทัดที่ 13 ประกาศตัวแปรธรรมดาชนิด byte ชื่อ i และ sign ตัวแปรชนิด  
byte ชื่อ buffer มีสมาชิก 9 ตัว

บรรทัดที่ 14 ถ้าฟังก์ชัน touch\_present มีค่า

บรรทัดที่ 15-17 เริ่มชุดฟังก์ชันของ if

บรรทัดที่ 18 หน่วงเวลา 100 มิลลิวินาที

บรรทัดที่ 19-21 เรียกใช้ฟังก์ชันย่อย touch\_present

บรรทัดที่ 22 กำหนดให้มีการวนรอบ หากตัวแปร i มีค่าน้อยกว่า 9 โดยตัวแปร i มี  
ค่าเริ่มต้นเป็น 0 และเมื่อวนรอบ 1 รอบให้ค่าตัวแปร i เพิ่มขึ้น 1 (วนรอบการทำงาน 9 รอบ)

บรรทัดที่ 23 กำหนดค่าตัวแปร

บรรทัดที่ 24 จบกลุ่มฟังก์ชันของ if

บรรทัดที่ 25 กำหนดให้กับตัวแปร temp ด้วย ค่าตัวแปรชุด buffer[1] ที่เลื่อนบิต  
ไปทางซ้าย 4 ซึ่ง or กับค่าตัวแปรชุด buffer[0] ที่เลื่อนบิตไปทางขวา 4

บรรทัดที่ 26 ถ้า ตัวแปรชุด buffer[1] and กับ 0XF0 (11110000), กำหนดค่า temp  
ด้วย -1 คูณ temp (inverse)

บรรทัดที่ 27 กำหนดค่าของตัวแปร temp ให้กับตัวแปร tmp

บรรทัดที่ 28 เลื่อนเคอร์เซอร์บนจอแอลซีดีไปที่ตำแหน่งที่ 2 บรรทัดที่ 2

บรรทัดที่ 29 แสดงข้อความ Temp. : แล้วต่อด้วย ค่าตัวแปร tmp ในรูปแบบตัวเลข  
จำนวนเต็ม 3 ตำแหน่ง และเลขทศนิยม 2 ตำแหน่ง แล้วต่อด้วยตัวอักษร C

บรรทัดที่ 30 หากตัวแปร tmp มีค่ามากกว่าหรือเท่ากับ 0.0 และ ตัวแปร tmp มีค่า  
น้อยกว่าหรือเท่ากับ 50.0

บรรทัดที่ 31 จริง ให้ส่งสัญญาณ high ออกไปที่ขา 7 พอร์ต B

บรรทัดที่ 32 หากไม่จริง ส่งสัญญาณ low ออกไปที่ขา 7 พอร์ต B

บรรทัดที่ 33 จบกลุ่มฟังก์ชันย่อย ReadTemp\_DS18B20

```

34 void main(void)
35 {
36     lcd_init();
37     lcd_putc("\fTemp. Controller\n");
38     while (TRUE)
39     {
40         ReadTemp_DS18B20();
41         delay_ms(100);
42     }
43 }

```

### รูปที่ 13.4 ชุดคำสั่งฟังก์ชันย่อยหลักของวงจรควบคุมอุณหภูมิอัตโนมัติ

ความหมายชุดคำสั่ง ดังรูปที่ 13.4

บรรทัดที่ 34 ฟังก์ชันหลักของโปรแกรม

บรรทัดที่ 35 เริ่มต้นกลุ่มฟังก์ชันหลัก

บรรทัดที่ 36 เรียกใช้ฟังก์ชัน lcd\_init ในไลบรารี lcd.c

บรรทัดที่ 37 ย่อหน้า แล้วแสดงข้อความ Temp. Controller แล้วขึ้นบรรทัดใหม่

บรรทัดที่ 38 ให้มีการวนรอบไม่รู้จบ

บรรทัดที่ 39 เริ่มกลุ่มฟังก์ชันของ while

บรรทัดที่ 40 เรียกใช้ฟังก์ชันย่อย ReadTemp\_DS18B20

บรรทัดที่ 41 หน่วงเวลา 100 มิลลิวินาที

บรรทัดที่ 42 สิ้นสุดกลุ่มฟังก์ชันของ while

บรรทัดที่ 43 สิ้นสุดกลุ่มฟังก์ชันหลัก

#### 13.4.2.3 บันทึกผลการเขียนชุดคำสั่งภาษาซีวงจรควบคุมอุณหภูมิอัตโนมัติ ลงในตารางที่

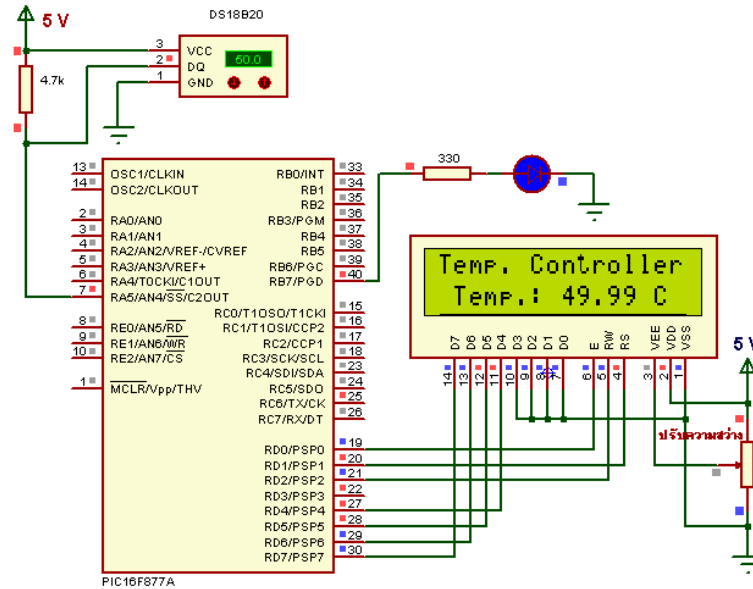
13.1

ตารางที่ 13.1 ผลการทดลองการเขียนชุดคำสั่งวงจรควบคุมอุณหภูมิอัตโนมัติ

การทดลอง	ผลการทดลอง (ให้ทำเครื่องหมาย ✓ ช่องที่ปฏิบัติ)
การเขียนชุดคำสั่งวงจรควบคุมอุณหภูมิ - อัตโนมัติ	<input type="checkbox"/> ได้ <input type="checkbox"/> ไม่ได้ ที่ไม่ได้เพราะเหตุใด..... ..... มีวิธีแก้ไขอย่างไร..... .....

### 13.4.3 ทดลองการทำงานของวงจรด้วยโปรแกรมโปรเตออส

#### 13.4.3.1 เปิดโปรแกรมโปรเตออส วางอุปกรณ์การทดสอบประกอบด้วย PIC16F877A, RES, LCD, DS18B20 และ GROUND ต่อวงจรดังรูปที่ 13.5



รูปที่ 13.5 วงจรการทำงานควบคุมอุณหภูมิอัตโนมัติด้วยโปรแกรมโปรเตออส

#### 13.4.3.2 แก้ไขคุณสมบัติของตัวอุปกรณ์ทุกตัว ให้มีค่าตรงตามวงจรที่ 13.5

#### 13.4.3.3 บันทึกภาษาเครื่อง Heater.hex ลงหน่วยความจำของไมโครคอนโทรลเลอร์

13.4.3.4 ปรับค่าอุณหภูมิที่ตัวไอซี DS18B20 ให้มีค่าต่ำสุดและสูงสุด แล้วสังเกตการทำงานของแอลอีดีซึ่งใช้ทำหน้าที่แสดงการทำงานแทนอุปกรณ์ทำความร้อน และบันทึกผลการทดสอบการแสดงผลของแอลอีดี ลงในตารางที่ 13.2

ตารางที่ 13.2 ผลการทดลองการทำงานของวงจรควบคุมอุณหภูมิอัตโนมัติด้วยโปรแกรมโปรเตออส

ทดสอบปรับค่าอุณหภูมิให้มีค่าที่แตกต่างกัน	จอแสดงผลแอลอีดีแสดงค่าอุณหภูมิ	สถานะการทำงานของแอลอีดี
ปรับค่าอุณหภูมิที่ตัวไอซี DS18B20 ให้มีค่าต่ำสุด	.....องศา	<input type="checkbox"/> สว่าง <input type="checkbox"/> ดับ
ปรับค่าอุณหภูมิที่ตัวไอซี DS18B20 ให้มีค่าสูงสุด	.....องศา	<input type="checkbox"/> สว่าง <input type="checkbox"/> ดับ

#### 13.4.4 ต่อวงจรอุปกรณ์จริงบนโปรโตบอร์ด



13.4.4.1 วางไมโครคอนโทรลเลอร์ PIC16F877A บนบอร์ดแล้วบันทึกข้อมูลภาษาเครื่อง Heater.hex ลงหน่วยความจำของไมโครคอนโทรลเลอร์ด้วยโปรแกรมไมโครโปร

13.4.4.2 นำอุปกรณ์และไมโครคอนโทรลเลอร์ประกอบวงจรบนโปรโตบอร์ด ตรวจสอบความถูกต้อง และทดลองจ่ายไฟให้กับวงจร

13.4.4.3 ทดลองการทำงานวงจรควบคุมอุณหภูมิอัตโนมัติที่ประกอบบนโปรโตบอร์ด แล้วบันทึกผลการทดลองลงในตารางที่ 13.3

ตารางที่ 13.3 ผลการทดลองการทำงานวงจรควบคุมอุณหภูมิอัตโนมัติที่ประกอบบนโปรโตบอร์ด

ทดสอบวางตัวรับรู้ DS18B20 ที่ตั้งแวดล้อมแตกต่างกัน	จอแสดงผลแอลซีดี แสดงค่าอุณหภูมิ	สถานะการทำงานของขดลวดทำความร้อน
ขณะวางในห้องปกติ	..... องศา	<input type="checkbox"/> ทำงาน <input type="checkbox"/> ไม่ทำงาน
ขณะวางติดกับแก้วใส่น้ำเย็น	..... องศา	<input type="checkbox"/> ทำงาน <input type="checkbox"/> ไม่ทำงาน
ขณะวางติดกับแก้วใส่น้ำร้อน	..... องศา	<input type="checkbox"/> ทำงาน <input type="checkbox"/> ไม่ทำงาน

### 13.5 คำถามท้ายการทดลอง

13.5.1 จากตารางที่ 13.3 ขดลวดทำความร้อนจะทำงานและหยุดทำงานด้วยเงื่อนไขใด

.....

.....

.....

.....

.....

### 13.6 สรุปผลการทดลอง


.....

.....

.....

.....

.....

	<b>แบบประเมินผลใบงานที่ 13</b>	หน่วยที่ 8
	ชื่อวิชา ไมโครคอนโทรลเลอร์ รหัสวิชา 30104-2104	สอนครั้งที่ 16
	ชื่อหน่วย การประยุกต์ใช้ไมโครคอนโทรลเลอร์ฯ	จำนวนชั่วโมงรวม 20 ชั่วโมง
ชื่องาน การเขียนชุดคำสั่งการควบคุมอุณหภูมิอัตโนมัติ		จำนวนชั่วโมงสอน 3 ชั่วโมง

ชื่อ-นามสกุล.....เลขที่.....ชั้น.....กลุ่ม.....

วันที่ ..... เดือน.....พ.ศ. ....

ที่	รายการประเมิน	คะแนนเต็ม	รายละเอียดที่พิจารณา	คะแนนที่ได้	หมายเหตุ
1.	<b>ขั้นก่อนการทดลอง</b>	3			
	1.1 เตรียมใบงานการทดลอง	1	ศึกษาใบงานก่อน		ตรวจ
	1.2 เตรียมเครื่องมือและอุปกรณ์	1	ครบถ้วนตามใบงาน		ตรวจ
	1.3 ตรวจสอบเช็คเครื่องมือและอุปกรณ์	1	ใช้งานได้ครบถ้วน		ตรวจ
2.	<b>ขั้นการทดลอง</b>	22			
	2.1 การเขียนชุดคำสั่งควบคุมอุณหภูมิ	5	ความถูกต้อง		ตรวจ
	2.2 การทดสอบการทำงานด้วยโปรแกรม	5	ความถูกต้อง		ตรวจ
	2.3 การต่อวงจรควบคุมอุณหภูมิอัตโนมัติ	6	ความถูกต้อง		ตรวจ
	2.4 การบันทึกผลการทดลอง	2	ความถูกต้อง		ตรวจ
	2.5 การตอบคำถามท้ายการทดลอง	2	ความถูกต้อง		ตรวจ
3.	<b>ขั้นหลังการทดลอง</b>	2			
	3.1 จัดเก็บเครื่องมือและอุปกรณ์	1	จัดเก็บเป็นระเบียบ		สังเกต
	3.2 ความสะอาดบริเวณพื้นที่การทดลอง	1	ความสะอาด		สังเกต
4.	<b>คุณภาพของงาน</b>	3			
	4.1 ผลงานสะอาดเรียบร้อย	1	ความสะอาดเรียบร้อย		ตรวจ
	4.2 ความถูกต้องของผลการทดลอง	1	ถูกต้อง		ตรวจ
	4.3 การส่งใบงานการทดลอง	1	ตรงตามเวลา		ตรวจ
<b>คะแนนเต็ม</b>		<b>30</b>	<b>รวมคะแนนที่ได้</b>		

ข้อคิดเห็น/ข้อเสนอแนะ

.....

ลงชื่อ.....(ผู้ประเมิน)

(นายธีรวัฒน์ ติบอ้าย)

	แบบประเมินผลพฤติกรรม ด้านคุณธรรมจริยธรรมฯ	หน่วยที่ 8
	ชื่อวิชา ไมโครคอนโทรลเลอร์ รหัสวิชา 30104-2104	สอนครั้งที่ 16
	ชื่อหน่วย การประยุกต์ใช้ไมโครคอนโทรลเลอร์ฯ	จำนวนชั่วโมงรวม 20 ชั่วโมง
ชื่องาน การเขียนชุดคำสั่งการควบคุมอุณหภูมิอัตโนมัติ		จำนวนชั่วโมงสอน 3 ชั่วโมง

ชื่อ-นามสกุล.....เลขที่.....ชั้น.....กลุ่ม.....

วันที่ ..... เดือน.....พ.ศ. ....

คำชี้แจง ให้ครูสังเกตพฤติกรรมนักศึกษา แล้วทำเครื่องหมาย ✓ ในช่องการแสดงพฤติกรรม


ที่	รายการประเมิน	พฤติกรรมที่สังเกต	การแสดงพฤติกรรม		
			สม่ำเสมอ	บางครั้ง	ไม่แสดง
1	ความซื่อสัตย์สุจริตในการทำงาน	ไม่คัดลอกผลการปฏิบัติงานคนอื่น	1	0.5	0
2	ความสามัคคีในการทำงาน	ให้ความร่วมมือในการทำงาน	1	0.5	0
3	ระเบียบวินัยในการทำงาน	ทรงผมและการแต่งกาย	1	0.5	0
4	ความรับผิดชอบในการทำงาน	ปฏิบัติงานตามที่ได้รับมอบหมาย	1	0.5	0
5	ความเชื่อมั่นในตนเอง	กล้าแสดงความคิดเห็น	1	0.5	0
6	การดูแล บำรุงรักษาวัสดุ อุปกรณ์	เก็บ ทำความสะอาด วัสดุ อุปกรณ์	1	0.5	0
7	ความสนใจใฝ่รู้	สนใจ กระตือรือร้นในการทำงาน	1	0.5	0
8	ความรอบคอบในการทำงาน	ปฏิบัติงานด้วยระมัดระวัง มีความปลอดภัย	1	0.5	0
9	ความคิดริเริ่ม สร้างสรรค์ในการทำงาน	ปรับปรุงการปฏิบัติงานให้ดีขึ้น	0.5	0.25	0
10	ความตรงต่อเวลาในการทำงาน	เข้าเรียน และส่งงานตรงเวลา	1	0.5	0
11	ความสุขในการทำงาน	ปฏิบัติงานด้วยความเต็มใจ ยิ้มแย้มแจ่มใส	0.5	0.25	0
รวมคะแนน					
รวมคะแนนที่ได้ทั้งหมด					

ข้อคิดเห็น/ข้อเสนอแนะ

.....

ลงชื่อ.....(ผู้ประเมิน)

(นายธีรวัฒน์ ดีปอ้าย)

	<b>ใบงานที่ 14</b>	<b>หน่วยที่ 8</b>
	ชื่อวิชา ไมโครคอนโทรลเลอร์ รหัสวิชา 30104-2104	สอนครั้งที่ 17
	ชื่อหน่วย การประยุกต์ใช้ไมโครคอนโทรลเลอร์ฯ	จำนวนชั่วโมงรวม 20 ชั่วโมง
ชื่องาน การเขียนชุดคำสั่งควบคุมการสตาร์ทมอเตอร์ 3 เฟสแบบสตาร์ทตรง		จำนวนชั่วโมงสอน 3 ชั่วโมง

## จุดประสงค์การเรียนรู้

### 1. จุดประสงค์ทั่วไป

เพื่อให้มีทักษะและจิตพิสัยที่ดีในการปฏิบัติงาน เรื่อง การเขียนชุดคำสั่งควบคุมการสตาร์ทมอเตอร์ 3 เฟสแบบสตาร์ทตรง

### 2. จุดประสงค์เชิงพฤติกรรม

#### 2.1 ด้านทักษะพิสัย

- 2.1.1 เขียนชุดคำสั่งควบคุมการสตาร์ทมอเตอร์ 3 เฟสแบบสตาร์ทตรงได้ถูกต้อง
- 2.1.2 ทดสอบการทำงานด้วยโปรแกรมโปรเตออสได้ถูกต้อง
- 2.1.3 ต่อบอร์ดการควบคุมการสตาร์ทมอเตอร์ 3 เฟสแบบสตาร์ทตรงได้ถูกต้อง

#### 2.2 ด้านจิตพิสัย

แสดงให้เห็นถึง คุณธรรม จริยธรรมค่านิยมที่พึงประสงค์ในการเรียนรู้ ดังต่อไปนี้

- 2.2.1 มีความซื่อสัตย์ สุจริตในการทำงาน
- 2.2.2 มีความสามัคคีในการทำงาน
- 2.2.3 มีระเบียบวินัยในการทำงาน
- 2.2.4 มีความรับผิดชอบในการทำงาน
- 2.2.5 มีความเชื่อมั่นในตนเอง
- 2.2.6 มีการประหยัดในการใช้ทรัพยากรของตนเองและส่วนรวม
- 2.2.7 มีความสนใจใฝ่รู้
- 2.2.8 มีความรอบคอบในการทำงาน
- 2.2.9 มีความตรงต่อเวลาในการทำงานที่ได้รับมอบหมาย
- 2.2.10 มีความคิดริเริ่ม สร้างสรรค์ในการทำงาน
- 2.2.11 มีความสุขในการทำงานที่ได้รับมอบหมาย

## 14.1 เครื่องมือและอุปกรณ์

14.1.1	คอมพิวเตอร์ติดตั้งโปรแกรมซีซีเอสซี๗, โพรเตอุสและไมโครโปร	1	ชุด
14.1.2	ชุดบันทึกข้อมูล	1	ชุด
14.1.3	แผงโปรโตบอร์ด	1	แผง
14.1.4	สายไฟสำหรับต่อวงจรขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 5 มิลลิเมตร	20	เส้น
14.1.5	ไมโครคอนโทรลเลอร์ PIC16F877A	1	ตัว
14.1.6	แหล่งจ่ายแรงดันไฟฟ้าคงที่ 5 โวลต์	1	ชุด
14.1.7	ตัวต้านทาน ขนาด $\frac{1}{4} W \pm 5\%$ ค่าความต้านทาน 10 กิโลโอห์ม	1	ตัว
14.1.8	ตัวต้านทาน ขนาด $\frac{1}{4} W \pm 5\%$ ค่าความต้านทาน 330 โอห์ม	1	ตัว
14.1.9	ตัวต้านทาน ขนาด $\frac{1}{4} W \pm 5\%$ ค่าความต้านทาน 10 กิโลโอห์ม	1	ตัว
14.1.10	ตัวเก็บประจุชนิดเซรามิก ค่า 22 ปิกโกฟารัด 50 โวลต์	2	ตัว
14.1.11	ตัวเก็บประจุชนิดเซรามิก ค่า 0.1 ไมโครฟารัด 50 โวลต์	4	ตัว
14.1.12	คริสตอล ค่า 20 เมกกะเฮิร์ตซ์	1	ตัว
14.1.13	แอลซีดีโมดูลขนาด 16x2 บรรทัด	1	ตัว
14.1.14	ตัวต้านทานปรับค่าได้ (VR) ค่าความต้านทาน 10 กิโลโอห์ม	2	ตัว
14.1.15	อุปกรณ์เชื่อมต่อทางแสงเบอร์ MOC3061	3	ตัว
14.1.16	โซลิดสเตทรีเลย์เบอร์ Q8040k7	3	ตัว
14.1.17	ตัวรับรู้กระแส เบอร์ ACS754SCB-050-PSF	2	ตัว
14.1.18	ฟิวส์กำลังขนาด 16 แอมแปร์	3	ตัว
14.1.19	มอเตอร์แบบอินดักชัน 3 เฟส 380 โวลต์ พิกัด 5 แรงม้า	1	ตัว

## 14.2 ข้อควรระวัง

14.2.1 ก่อนจ่ายไฟให้กับไมโครคอนโทรลเลอร์ ตรวจสอบตำแหน่งขาให้ถูกต้อง โดยเฉพาะขา 1, 11, 12, 13 และ 14 ซึ่งจะทำให้ไมโครคอนโทรลเลอร์เสียหายได้

14.2.2 การต่อแอลซีดีโมดูล ตัวเก็บประจุชนิดอิเล็กโทรไลต์และขั้วแอลอีดี ให้ถูกต้อง

14.2.3 การต่อขั้วตัวรับรู้กระแส ACS754SCB-050-PSF ขั้วตัวเชื่อมต่อทางแสง MOC - 3061 ขั้วโซลิดสเตทรีเลย์เบอร์ Q8040k7

14.2.4 การต่อไฟสลับ ระบบ 3 เฟส แรงดัน 380 โวลต์ เข้ากับอุปกรณ์

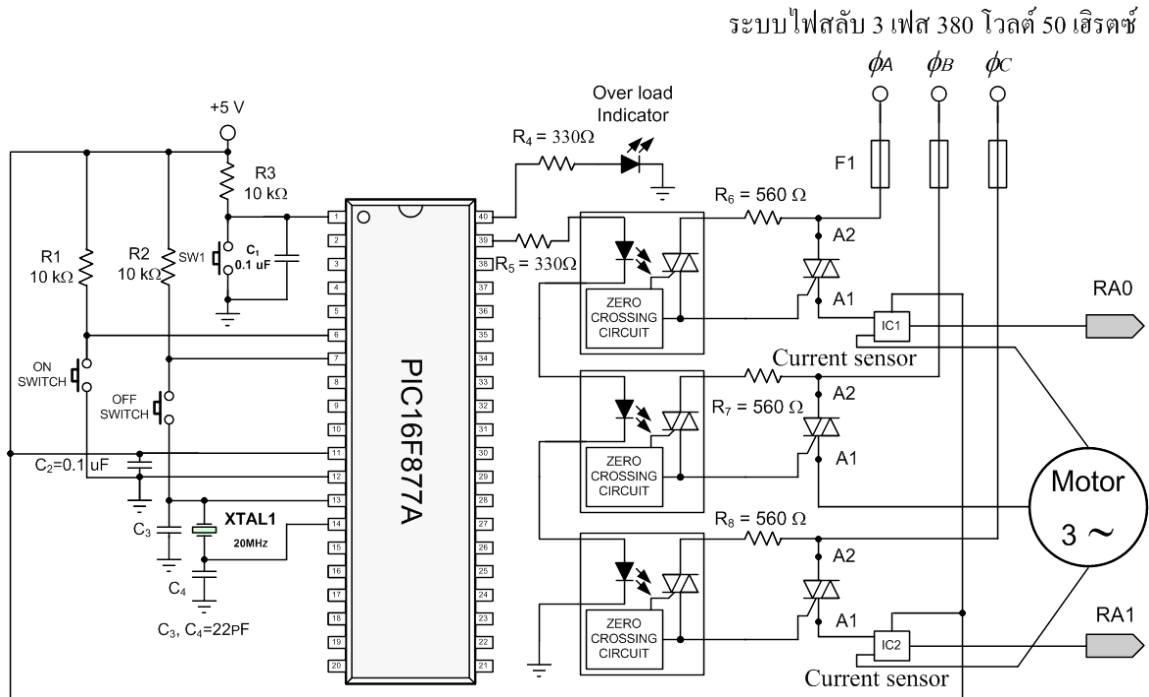
## 14.3 ข้อเสนอแนะ

14.3.1 ให้นักศึกษาปฏิบัติตามลำดับขั้นตอนการปฏิบัติงานอย่างเคร่งครัด

14.3.2 ตรวจสอบความพร้อมของอุปกรณ์ก่อนการใช้งานทุกครั้ง

## 14.4 ลำดับขั้นการทดลอง

14.4.1 ศึกษารายละเอียดวงจรสตาร์ทมอเตอร์ 3 เฟสแบบสตาร์ทตรง ตามรูปที่ 14.1



รูปที่ 14.1 วงจรสตาร์ทมอเตอร์ 3 เฟสแบบสตาร์ทตรง

14.4.2 เขียนชุดคำสั่งภาษาซีควบคุมวงจรสตาร์ทมอเตอร์ 3 เฟสแบบสตาร์ทตรง

14.4.2.1 เปิดโปรแกรมซีซีเอสซี คอมไพเลอร์ และเขียนชุดคำสั่งภาษาซี ดังรูปที่ 14.2 แล้วบันทึกชื่อไฟล์เป็น DirectStart.c

14.4.2.2 บันทึกไฟล์ DirectStart.c เป็นภาษาเครื่อง(คอมไพล์) จะได้ไฟล์ DirectStart.hex

14.4.2.3 บันทึกผลการเขียนชุดคำสั่งภาษาซีควบคุมวงจรสตาร์ทมอเตอร์ 3 เฟสแบบสตาร์ทตรง ลงในตารางที่ 14.1

```

PCW C Compiler IDE
File Project Edit Options Compile View Tools Debug Help
DirectStart.c |
1 #include <16F877A.h>
2 #device ADC=10
3 #define TxD          PIN_C6
4 #define RxD          PIN_C7
5 #define CLOCK_SP    20000000
6 #fuses HS
7 #fuses NOLVP,NOWDT,PROTECT
8 #use delay (clock=CLOCK_SP)
9 #use rs232 (baud=9600, xmit=TxD,rcv=RxD)
10 #include <lcd.c>
11 void main(void)
12 {
13     int i; float current1,current2,read_adc;
14     set_tris_a(0xff); set_tris_b(0x00);
15     setup_adc_ports(RA0_RA1_RA3_ANALOG);
16     setup_adc(ADC_CLOCK_INTERNAL); lcd_init();
17     while(true){
18         output_low(PIN_B1); delay_ms(100);
19         if (current1 != current2){
20             output_high(PIN_B1); output_low(PIN_B2);
21         }
22         if (input(PIN_A4)==0)output_high(PIN_B2);
23             if (input(PIN_A5)==0)output_low(PIN_B2);
24         current1 = 0;
25         for (i=1;i<10;i++){
26             set_adc_channel(0); delay_ms(10);
27             current1 = read_adc(); lcd_gotoxy(1,1);
28             printf(lcd_putc,"Current1:%1.1f A\n",current1);
29         }
30         current2 = 0;
31         for (i=1;i<10;i++){
32             set_adc_channel(1); delay_ms(10);
33             current2 = read_adc(); lcd_gotoxy(1,2);
34             printf(lcd_putc,"Current2:%1.1f A\n",current2);
35         }
36     }
37 }

```

## รูปที่ 14.2 ชุดคำสั่งภาษาซีควบคุมวงจรถ่ายค่ามอดูเตอร์ 3 เฟสแบบสตาร์ตตรง

ความหมายชุดคำสั่ง ดังรูปที่ 14.2

บรรทัดที่ 1 ให้ตัวประมวลผลก่อนไปอ่านข้อมูลจากแฟ้ม 16F877A.h ใช้เรียกไฟล์ไลบรารี 16F877.h มาร่วมในการคอมไพล์เพื่อใช้รีจิสเตอร์ของไมโครคอนโทรลเลอร์ PIC16F877A ได้

บรรทัดที่ 2 ตั้งค่าให้ ADC อ่านค่าออกมาเป็นตัวเลขขนาด 10 bit

บรรทัดที่ 3 ประกาศค่าคงที่สัญลักษณ์ TxD คือขา 6 พอร์ต RC

บรรทัดที่ 4 ประกาศค่าคงที่สัญลักษณ์ RxD คือขา 7 พอร์ต RC

บรรทัดที่ 5 ประกาศค่าคงที่สัญลักษณ์ CLOCK\_SP มีความถี่เท่ากับ 20 เมกกะเฮิร์ตซ์ (MHz)

บรรทัดที่ 6 กำหนดโหมดสัญญาณนาฬิกา แบบ High Speed Crystal/Resonator ทำงานที่ความถี่สัญญาณนาฬิกา 4 ถึง 20 เมกกะเฮิร์ตซ์ (MHz)

บรรทัดที่ 7 กำหนดให้ใช้แหล่งสัญญาณเป็นชนิดความเร็วสูง, ไม่ป้องกันการทำซ้ำชุดคำสั่งและไม่ให้ใช้การบันทึกภาษาเครื่องด้วยวิธีแรงดันต่ำ

บรรทัดที่ 8 เรียกฟังก์ชัน delay และกำหนดค่าสัญญาณนาฬิกาให้มีค่าความถี่เท่ากับค่าคงที่ CLOCK\_SP

บรรทัดที่ 9 ใช้การสื่อสารแบบอนุกรมด้วยปริมาณการรับและการส่งข้อมูล (Bandwidth) ที่ 9,600 บิตต่อวินาที (bps) โดยใช้ขาสัญญาณส่งเป็น TxD ขาสัญญาณรับเป็น RxD

บรรทัดที่ 10 เรียกไฟล์ไลบรารีมาตรฐาน lcd.c มาร่วมในการคอมไพล์เพื่อใช้รีจิสเตอร์ของแอลซีดีได้

บรรทัดที่ 11 ฟังก์ชันเมนไม่มีการรับค่าใดๆ

บรรทัดที่ 12 เริ่มต้นฟังก์ชันเมน

บรรทัดที่ 13 ประกาศตัวแปรชนิดเลขจำนวนเต็มชื่อ i ประกาศตัวแปรชนิดเลขจำนวนจริง ชื่อ current1, current2 และ read\_adc

บรรทัดที่ 14 กำหนดให้พอร์ต a ทั้งพอร์ตเป็นอินพุต กำหนดให้พอร์ต b ทั้งพอร์ตเป็นเอาต์พุต

บรรทัดที่ 15 เปิดใช้งานพอร์ต A0, A1 และ A3 เป็นอินพุตแอนะล็อก ใช้แรงดันอ้างอิงภายใน

บรรทัดที่ 16 กำหนดให้โมดูล ADC ใช้สัญญาณนาฬิกาภายใน (RC) เรียกใช้ฟังก์ชัน lcd\_init ในไลบรารี lcd.c

บรรทัดที่ 17 ให้มีการวนรอบไม่รู้จบ และเริ่มกลุ่มฟังก์ชันของ while

บรรทัดที่ 18 ส่งสัญญาณ low ออกไปที่ขา 1 พอร์ต B หน่วงเวลา 100 มิลลิวินาที

บรรทัดที่ 19 ถ้าค่าตัวแปร current1 ไม่เท่ากับค่าตัวแปร current2 เริ่มกลุ่มฟังก์ชันของ if

บรรทัดที่ 20 จริง ส่งสัญญาณ high ออกไปที่ขา 1 พอร์ต B ส่งสัญญาณ low ออกไปที่ขา 1 พอร์ต B

บรรทัดที่ 21 สิ้นสุดกลุ่มฟังก์ชันของ if

บรรทัดที่ 22 ถ้าสัญญาณอินพุตที่ขา 4 พอร์ต A เท่ากับ 0 ส่งสัญญาณ high ออกไปที่ขา 2 พอร์ต B



บรรทัดที่ 23 ถ้าสัญญาณอินพุตที่ขา 5 พอร์ต A เท่ากับ 0 ส่งสัญญาณ low ออกไปที่ขา 2 พอร์ต B

บรรทัดที่ 24 กำหนดค่า 0 ให้กับตัวแปร current1

บรรทัดที่ 25 กำหนดให้มีการวนรอบ หากตัวแปร i มีค่าน้อยกว่า 10 โดยตัวแปร i มีค่าเริ่มต้นเป็น 1 และเมื่อวนรอบ 1 รอบให้ค่าตัวแปร i เพิ่มขึ้น 1 (วนรอบการทำงาน 9 รอบ) เริ่มกลุ่มฟังก์ชันของ for

บรรทัดที่ 26 กำหนดขา RA0 ให้เป็นขาแอนะล็อก หน่วงเวลา 10 มิลลิวินาที เพื่อรอให้โมดูล ADC พร้อมที่จะอ่าน

บรรทัดที่ 27 อ่านค่า Analog ออกมาเก็บไว้ในตัวแปร current1 เลื่อนเคอร์เซอร์บนจอ lcd ไปที่ตำแหน่งที่ 1 บรรทัดที่ 1

บรรทัดที่ 28 แสดงข้อความ Current1: แล้วต่อด้วยค่าของตัวแปร current1 ในรูปแบบแสดงตัวเลขจำนวนเต็ม 1 ตำแหน่ง และเลขทศนิยม 1 ตำแหน่ง แล้วต่อด้วยตัวอักษร A แล้วขึ้นบรรทัดใหม่

บรรทัดที่ 29 สิ้นสุดกลุ่มฟังก์ชันของ for

บรรทัดที่ 30 กำหนดค่า 0 ให้กับตัวแปร current2

บรรทัดที่ 31 กำหนดให้มีการวนรอบ หากตัวแปร i มีค่าน้อยกว่า 10 โดยตัวแปร i มีค่าเริ่มต้นเป็น 1 และเมื่อวนรอบ 1 รอบให้ค่าตัวแปร i เพิ่มขึ้น 1 (วนรอบการทำงาน 9 รอบ) เริ่มกลุ่มฟังก์ชันของ for

บรรทัดที่ 32 กำหนดขา RA1 ให้เป็นขาแอนะล็อก หน่วงเวลา 10 มิลลิวินาที เพื่อรอให้โมดูล ADC พร้อมที่จะอ่าน

บรรทัดที่ 33 อ่านค่า Analog ออกมาเก็บไว้ในตัวแปร current2 เลื่อนเคอร์เซอร์บนจอ lcd ไปที่ตำแหน่งที่ 1 บรรทัดที่ 2

บรรทัดที่ 34 แสดงข้อความ Current2: แล้วต่อด้วยค่าของตัวแปร current2 ในรูปแบบแสดงตัวเลขจำนวนเต็ม 1 ตำแหน่ง และเลขทศนิยม 1 ตำแหน่ง แล้วต่อด้วยตัวอักษร A แล้วขึ้นบรรทัดใหม่

บรรทัดที่ 35 สิ้นสุดกลุ่มฟังก์ชันย่อยของ for

บรรทัดที่ 36 สิ้นสุดกลุ่มฟังก์ชันย่อยของ while

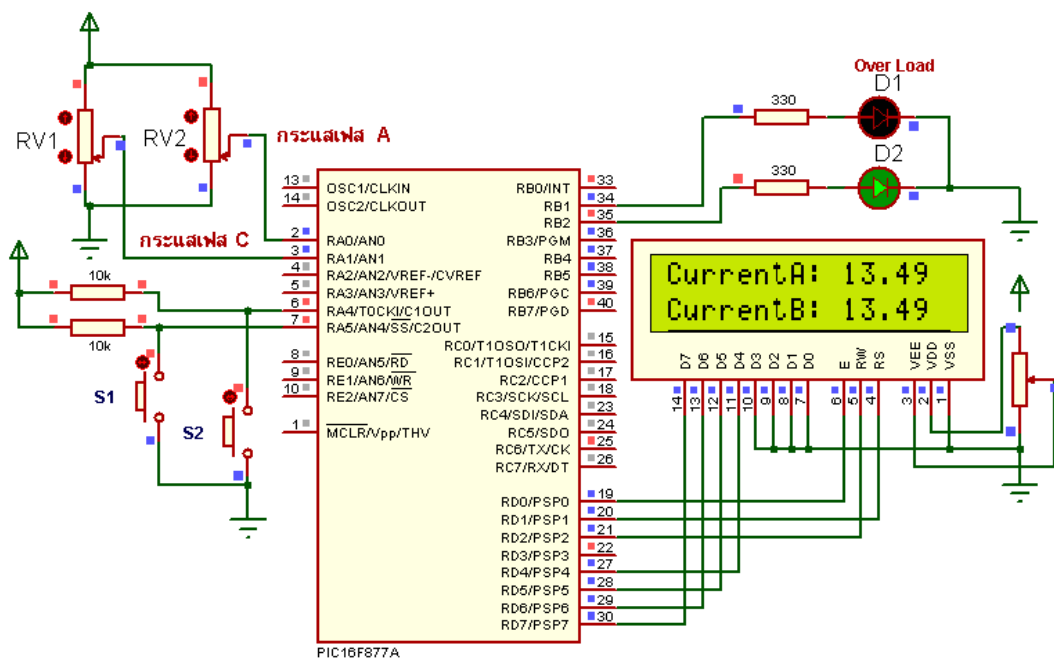
บรรทัดที่ 37 สิ้นสุดกลุ่มฟังก์ชันเมน

ตารางที่ 14.1 ผลการทดลองการเขียนชุดคำสั่งวงจรสตาร์ทมอเตอร์ 3 เฟสแบบสตาร์ทตรง

การทดลอง	ผลการทดลอง (ให้ทำเครื่องหมาย ✓ ช่องที่ปฏิบัติ)
การเขียนชุดคำสั่งวงจรสตาร์ทมอเตอร์ 3 เฟสแบบสตาร์ทตรง	<input type="checkbox"/> ได้ <input type="checkbox"/> ไม่ได้ ที่ไม่ได้เพราะเหตุใด..... ..... มีวิธีแก้ไขอย่างไร..... .....

### 14.4.3 ทดลองการทำงานของวงจรด้วยโปรแกรมโปรเตออส

14.4.3.1 เปิดโปรแกรมโปรเตออส วางอุปกรณ์การทดลองประกอบด้วย PIC16F877A, LCD, POT\_LIN, POWER และ GROUND ต่อวงจรดังภาพที่ 14.3



รูปที่ 14.3 วงจรสตาร์ทมอเตอร์ 3 เฟสแบบสตาร์ทตรงด้วยโปรแกรมโปรเตออส

14.4.3.2 แก้ไขคุณสมบัติของตัวอุปกรณ์ทุกตัว ให้มีค่าตรงตามวงจรที่ 14.3

14.4.3.3 บันทึกภาษาเครื่อง DirectStart.hex ลงหน่วยความจำของไมโครคอนโทรลเลอร์

14.4.3.4 สมมุติให้ RV1 ทำหน้าเปรียบเสมือนขดลวดเฟส A และ ปรับกระแสเฟส A โดยการปรับที่ RV1 ให้มีค่าเท่ากับ 13.49 แอมแปร์

14.4.3.5 สมมุติให้ RV2 ทำหน้าเปรียบเสมือนขดลวดเฟส C ปรับกระแสเฟส C โดยการปรับที่ RV2 ให้มีค่าเท่ากับ 13.49 แอมแปร์

14.4.3.6 กดสวิทช์ S2 สังเกตการทำงานของแอลอีดี ซึ่งใช้แสดงสถานะการทำงานแทนมอเตอร์บันทึกการแสดงผลของแอลอีดี ลงในตารางที่ 14.1

ตารางที่ 14.1 ผลการทดลองการทำงานของวงจรด้วยโปรแกรมโปรเตออส

กระแสเฟส A	กระแสเฟส C	การแสดงผลของแอลอีดี 1	การแสดงผลของแอลอีดี 2
13.49 A	13.49 A	<input type="checkbox"/> สว่าง <input type="checkbox"/> ดับ	<input type="checkbox"/> สว่าง <input type="checkbox"/> ดับ
15 A	13.49 A	<input type="checkbox"/> สว่าง <input type="checkbox"/> ดับ	<input type="checkbox"/> สว่าง <input type="checkbox"/> ดับ

14.4.3.7 ปรับกระแสเฟส A โดยการปรับที่ RV1 ให้มีค่าเท่ากับ 15 แอมแปร์ แล้วบันทึกการแสดงผลของแอลอีดี ลงในตารางที่ 14.1

14.4.3.8 ปรับกระแสเฟส C โดยการปรับที่ RV2 ให้มีค่าเท่ากับกระแสเฟส A

14.4.3.9 กดสวิทช์ S2 อีกครั้ง บันทึกการแสดงผลของแอลอีดี ลงในตารางที่ 14.1

14.4.3.10 กดสวิทช์ S1 บันทึกผลการทดลอง

14.4.4 ต่อวงจรอุปกรณ์จริงบนโปรโตบอร์ด

14.4.4.1 วางไมโครคอนโทรลเลอร์ PIC16F877A บนบอร์ดแล้วบันทึกข้อมูลภาษาเครื่อง DirectStart.hex ลงหน่วยความจำของไมโครคอนโทรลเลอร์ด้วยโปรแกรมไมโครโปร


14.4.4.2 นำอุปกรณ์และไมโครคอนโทรลเลอร์ประกอบวงจรบนโปรโตบอร์ด ตรวจสอบความถูกต้อง และทดลองจ่ายไฟให้กับวงจร

14.4.4.3 ทดลองการทำงานของวงจรที่ประกอบบนโปรโตบอร์ด แล้วบันทึกผลการทดลองลงในตารางที่ 14.3

ตารางที่ 14.3 ผลการทดลองการทำงานของวงจรที่ประกอบบนโปรโตบอร์ด

ทดสอบจ่ายกระแสให้กับมอเตอร์ในสถานะที่ต่างกัน	กระแสที่อ่านจากแอลซีดีโมดูล	การแสดงผลของแอลอีดี 2 (สีเขียว)
มอเตอร์ทำงานในสถานะปกติ	เฟส A = ..... A	<input type="checkbox"/> สว่าง <input type="checkbox"/> ดับ
	เฟส C = ..... A	
มอเตอร์ทำงานในสถานะล็อกโรเตอร์	เฟส A = ..... A	<input type="checkbox"/> สว่าง <input type="checkbox"/> ดับ
	เฟส C = ..... A	



	<b>แบบประเมินผลใบงานที่ 14</b>	หน่วยที่ 8
	ชื่อวิชา ไมโครคอนโทรลเลอร์ รหัสวิชา 30104-2104	สอนครั้งที่ 17
	ชื่อหน่วย การประยุกต์ใช้ไมโครคอนโทรลเลอร์ฯ	จำนวนชั่วโมงรวม 20 ชั่วโมง
ชื่องาน การเขียนชุดคำสั่งควบคุมการสตาร์ทมอเตอร์ 3 เฟสแบบสตาร์ทตรง		จำนวนชั่วโมงสอน 3 ชั่วโมง

ชื่อ-สกุล.....เลขที่.....ชั้น.....กลุ่ม.....

วันที่ ..... เดือน.....พ.ศ. ....


ที่	รายการประเมิน	คะแนนเต็ม	รายละเอียดที่พิจารณา	คะแนนที่ได้	หมายเหตุ
1.	<b>ขั้นก่อนการทดลอง</b>	3			
	1.1 เตรียมใบงานการทดลอง	1	ศึกษาใบงานก่อน		ตรวจ
	1.2 เตรียมเครื่องมือและอุปกรณ์	1	ครบถ้วนตามใบงาน		ตรวจ
	1.3 ตรวจสอบเช็คเครื่องมือและอุปกรณ์	1	ใช้งานได้ครบถ้วน		ตรวจ
2.	<b>ขั้นการทดลอง</b>	22			
	2.1 การเขียนชุดคำสั่งควบคุมการสตาร์ทฯ	5	ความถูกต้อง		ตรวจ
	2.2 การทดสอบการทำงานด้วยโปรแกรมฯ	5	ความถูกต้อง		ตรวจ
	2.3 การต่อวงจรการควบคุมการสตาร์ทฯ	6	ความถูกต้อง		ตรวจ
	2.4 การบันทึกผลการทดลอง	2	ความถูกต้อง		ตรวจ
	2.5 การตอบคำถามท้ายการทดลอง	2	ความถูกต้อง		ตรวจ
	2.6 การสรุปผลการทดลอง	2	ความถูกต้อง		ตรวจ
3.	<b>ขั้นหลังการทดลอง</b>	2			
	3.1 จัดเก็บเครื่องมือและอุปกรณ์	1	จัดเก็บเป็นระเบียบ		สังเกต
	3.2 ความสะอาดบริเวณพื้นที่การทดลอง	1	ความสะอาด		สังเกต
4.	<b>คุณภาพของงาน</b>	3			
	4.1 ผลงานสะอาดเรียบร้อย	1	ความสะอาดเรียบร้อย		ตรวจ
	4.2 ความถูกต้องของผลการทดลอง	1	ถูกต้อง		ตรวจ
	4.3 การส่งใบงานการทดลอง	1	ตรงตามเวลา		ตรวจ
<b>คะแนนเต็ม</b>		<b>30</b>	<b>รวมคะแนนที่ได้</b>		

ข้อคิดเห็น/ข้อเสนอแนะ

.....

ลงชื่อ.....(ผู้ประเมิน)

(นายธีรวัฒน์ ตีบอ้าย)

	แบบประเมินผลพฤติกรรม ด้านคุณธรรมจริยธรรมฯ	หน่วยที่ 8
	ชื่อวิชา ไมโครคอนโทรลเลอร์ รหัสวิชา 30104-2104	สอนครั้งที่ 17
	ชื่อหน่วย การประยุกต์ใช้ไมโครคอนโทรลเลอร์ฯ	จำนวนชั่วโมงรวม 20 ชั่วโมง
ชื่องาน การเขียนชุดคำสั่งควบคุมการสตาร์ทมอเตอร์ 3 เฟสแบบสตาร์ทตรง	จำนวนชั่วโมงสอน 3 ชั่วโมง	

ชื่อ-สกุล.....เลขที่.....ชั้น.....กลุ่ม.....

วันที่ ..... เดือน.....พ.ศ. ....

คำชี้แจง ให้ครูสังเกตพฤติกรรมนักศึกษา แล้วทำเครื่องหมาย ✓ ในช่องการแสดงพฤติกรรม


ที่	รายการประเมิน	พฤติกรรมที่สังเกต	การแสดงพฤติกรรม		
			สม่ำเสมอ	บางครั้ง	ไม่แสดง
1	ความซื่อสัตย์สุจริตในการทำงาน	ไม่คัดลอกผลการปฏิบัติงานคนอื่น	1	0.5	0
2	ความสามัคคีในการทำงาน	ให้ความร่วมมือในการทำงาน	1	0.5	0
3	ระเบียบวินัยในการทำงาน	ทรงผมและการแต่งกาย	1	0.5	0
4	ความรับผิดชอบในการทำงาน	ปฏิบัติงานตามที่ได้รับมอบหมาย	1	0.5	0
5	ความเชื่อมั่นในตนเอง	กล้าแสดงความคิดเห็น	1	0.5	0
6	การดูแล บำรุงรักษาวัสดุ อุปกรณ์	เก็บ ทำความสะอาด วัสดุ อุปกรณ์	1	0.5	0
7	ความสนใจใฝ่รู้	สนใจ กระทู้หรืออื่นในการทำงาน	1	0.5	0
8	ความรอบคอบในการทำงาน	ปฏิบัติงานด้วยระมัดระวัง มีความปลอดภัย	1	0.5	0
9	ความคิดริเริ่ม สร้างสรรค์ในการทำงาน	ปรับปรุงการปฏิบัติงานให้ดีขึ้น	0.5	0.25	0
10	ความตรงต่อเวลาในการทำงาน	เข้าเรียน และส่งงานตรงเวลา	1	0.5	0
11	ความสุขในการทำงาน	ปฏิบัติงานด้วยความเต็มใจ ยิ้มแย้มแจ่มใส	0.5	0.25	0
รวมคะแนน					
รวมคะแนนที่ได้ทั้งหมด					

ข้อคิดเห็น/ข้อเสนอแนะ

.....

ลงชื่อ.....(ผู้ประเมิน)

(นายธีรวัฒน์ ดีปอ้าย)

	<b>แบบทดสอบหลังเรียน</b>	หน่วยที่ 8
	<b>ชื่อวิชา</b> ไมโครคอนโทรลเลอร์ รหัสวิชา 3104-2011	สอนครั้งที่ 18
	<b>ชื่อหน่วย</b> การประยุกต์ใช้งานไมโครคอนโทรลเลอร์ฯ	จำนวนชั่วโมงรวม 20 ชั่วโมง
	<b>ชื่อเรื่อง</b> การประยุกต์ใช้งานไมโครคอนโทรลเลอร์ในงานควบคุมทางไฟฟ้า	จำนวนชั่วโมงสอน 2 ชั่วโมง

จุดประสงค์ เพื่อประเมินความก้าวหน้าในการเรียนของนักศึกษา เรื่อง การประยุกต์ใช้งาน ไมโครคอนโทรลเลอร์ในงานควบคุมทางไฟฟ้า

- คำสั่ง 1. จงอ่านคำถามต่อไปนี้แล้วทำเครื่องหมายกากบาท (×) ข้อที่ถูกที่สุดในกระดาษคำตอบ  
 2. แบบทดสอบมีจำนวน 20 ข้อ ข้อละ 1 คะแนน ใช้เวลา 20 นาที

1. ส่วนที่รับรู้ปฏิบัติการเปลี่ยนแปลงของอุปกรณ์ไฟฟ้าที่ต้องการควบคุม เรียกว่าอะไร

- ก. อุปกรณ์กำเนิดสัญญาณอินพุต
- ข. สวิตช์ควบคุมด้านเอาต์พุต
- ค. หน่วยประมวลผลกลาง
- ง. ชุดคำสั่งควบคุม
- จ. หน่วยความจำ

2. ข้อใด **ไม่ใช่** ส่วนสำคัญของการประยุกต์ใช้ไมโครคอนโทรลเลอร์ในงานควบคุมทางไฟฟ้า

- ก. ชุดคำสั่งควบคุม
- ข. หน่วยความจำถาวร
- ค. หน่วยประมวลผลกลาง
- ง. สวิตช์ควบคุมด้านเอาต์พุต
- จ. อุปกรณ์กำเนิดสัญญาณอินพุต

3. ข้อใดคือคุณลักษณะทางไฟฟ้าของภาระชนิดความต้านทาน

- ก. ทิศทางของกระแส ( $i_R$ ) และแรงดันไฟฟ้าตกคร่อม ( $v_R$ ) แตกต่างกัน
- ข. ทิศทางของกระแส ( $i_R$ ) ล้าหลังแรงดันไฟฟ้าตกคร่อม ( $v_R$ ) เป็นมุม 60 องศา
- ค. ทิศทางของกระแส ( $i_R$ ) ล้าหลังแรงดันไฟฟ้าตกคร่อม ( $v_R$ ) เป็นมุม 90 องศา
- ง. ทิศทางของกระแส ( $i_R$ ) นำหน้าแรงดันไฟฟ้าตกคร่อม ( $v_R$ ) เป็นมุม 180 องศา
- จ. ทิศทางของกระแส ( $i_R$ ) และแรงดันไฟฟ้าตกคร่อม ( $v_R$ ) ไปในทิศทางเดียวกัน

4. วิธีการข้อใดช่วยป้องกันการกระโดดของประจุไฟฟ้าโดยใช้รีเลย์

- ก. ใช้วาริสเตอร์และตัวเก็บประจุแบบมีขั้วต่ออนุกรมกับหน้าสัมผัสเมนของรีเลย์
- ข. ใช้วาริสเตอร์และตัวเก็บประจุแบบไม่มีขั้วต่ออนุกรมกับหน้าสัมผัสของรีเลย์

- ค. ใช้วาริสเตอร์และตัวเก็บประจุแบบไม่มีขั้วต่อขนานกับหน้าสัมผัสของรีเลย์
  - ง. ใช้วาริสเตอร์และตัวเก็บประจุแบบมีขั้วต่อขนานกับหน้าสัมผัสของรีเลย์
  - จ. ใช้ตัวเก็บประจุแบบมีขั้ว ต่อขนานกับหน้าสัมผัสของรีเลย์
5. ข้อดีของการเชื่อมต่อสัญญาณควบคุมโดยใช้รีเลย์คือข้อใด
- ก. ไม่มีคลื่นความถี่ไปรบกวนการทำงานของอุปกรณ์อื่น
  - ข. ไม่ทำให้เกิดประกายไฟระหว่างหน้าสัมผัส
  - ค. เหมาะกับงานตัดต่อความเร็วสูง
  - ง. ราคาถูก อุปกรณ์หาซื้อได้ง่าย
  - จ. ไม่มีหน้าสัมผัส ชำรุดได้ยาก
6. ตัวเชื่อมต่อทางแสงเบอร์ MOC3062 มีค่ากระแส  $I_{FT}$  เท่าไร
- ก. 3 มิลลิแอมแปร์
  - ข. 5 มิลลิแอมแปร์
  - ค. 10 มิลลิแอมแปร์
  - ง. 15 มิลลิแอมแปร์
  - จ. 20 มิลลิแอมแปร์
7. ข้อใด **ไม่ใช่** ข้อดีของการใช้โซลิดสเตทรีเลย์กับภาระไฟสลับ
- ก. ไม่มีคลื่นความถี่ไปรบกวนการทำงานของอุปกรณ์อื่น
  - ข. ใช้ควบคุมภาระทางไฟสลับได้ทุกชนิด
  - ค. เหมาะกับงานตัดต่อความเร็วสูง
  - ง. ต้องมีวงจรสับเบอร์
  - จ. ไม่มีหน้าสัมผัส
8. การเชื่อมต่อสัญญาณควบคุมด้วยอุปกรณ์เชื่อมต่อทางแสงมีความปลอดภัยสูงเพราะเหตุใด
- ก. ไม่มีหน้าสัมผัส
  - ข. ตัดต่อวงจรด้วยความเร็วสูง
  - ค. ไม่ทำให้เกิดประกายไฟระหว่างหน้าสัมผัส
  - ง. ไม่มีคลื่นความถี่ไปรบกวนการทำงานของอุปกรณ์อื่น
  - จ. สัญญาณควบคุมถูกตัดออกจากระบบไฟฟ้ากำลังของภาระ
9. เมื่อใช้ตัวเชื่อมต่อทางแสงเบอร์ MOC3061 และ โซลิดสเตทรีเลย์เบอร์ Q8040K7 จ่ายกระแสได้สูงสุด  $I_{T(RMS)}$  เท่ากับ 39 แอมแปร์ กระแส  $I_{FT} = 16$  มิลลิแอมแปร์ กระแสกระตุ้นเกต  $I_{GT}$  เท่ากับ 49 มิลลิแอมแปร์ ควบคุมมอเตอร์ไฟฟ้า 3 เฟส 380 โวลต์ 3 แรงม้า กินกระแส 5.8 แอมแปร์ คำนวนหาค่า



$R_x$  และ  $R_y$  ได้ค่าเท่าไร

ก.  $R_x = 333$  โอห์ม และ  $R_y = 537$  โอห์ม

ข.  $R_x = 343$  โอห์ม และ  $R_y = 547$  โอห์ม

ค.  $R_x = 355$  โอห์ม และ  $R_y = 581$  โอห์ม

ง.  $R_x = 367$  โอห์ม และ  $R_y = 659$  โอห์ม

จ.  $R_x = 375$  โอห์ม และ  $R_y = 669$  โอห์ม

10. จากโจทย์ข้อที่ 9 จะใช้  $R_x$  และ  $R_y$  ค่ามาตรฐานเท่าไร

ก.  $R_x = 345$  โอห์ม และ  $R_y = 579$  โอห์ม

ข.  $R_x = 349$  โอห์ม และ  $R_y = 580$  โอห์ม

ค.  $R_x = 350$  โอห์ม และ  $R_y = 585$  โอห์ม

ง.  $R_x = 369$  โอห์ม และ  $R_y = 658$  โอห์ม

จ.  $R_x = 370$  โอห์ม และ  $R_y = 660$  โอห์ม

11. ข้อใดกล่าวถึงการทำงานของชุดควบคุมการรดน้ำต้นไม้อัตโนมัติได้ถูกต้อง

ก. ถ้าความต้านทานดินมีค่าสูงกว่า 5 โอห์ม มอเตอร์ปั้มน้ำทำงาน

ข. ถ้าความต้านทานดินมีค่าต่ำกว่า 5 โอห์ม มอเตอร์ปั้มน้ำไม่ทำงาน

ค. ขา RA0 ทำหน้าที่รับค่าสัญญาณแอนะล็อกจากตัวตรวจจับความต้านทานดิน

ง. ดินมีความชื้นสูง หน่วยประมวลผลกลางจะส่งสัญญาณตรรกะ “0” ให้กับขา RB8

จ. ข้อมูลจากการประมวลผลของหน่วยประมวลผลกลาง ส่งไปแสดงที่จอแสดงผลแอลซีดี

12. การทำงานของชุดควบคุมอุณหภูมิอัตโนมัติข้อใดกล่าวได้ถูกต้อง

ก. ถ้าข้อมูลอุณหภูมิมีค่าสูงกว่า  $50^{\circ}\text{C}$  อุปกรณ์เชื่อมต่อทางแสงและโซลิตสเตริเคิลย์สามารถทำงานต่อวงจรภาคจ่ายไฟสลับ 220 โวลต์ ให้กับขดลวดทำความร้อน

ข. หน่วยประมวลผลกลางจะทำการเปรียบเทียบข้อมูลจากไอซี DS18B20 ที่รับเข้ามากับค่าที่กำหนดไว้ในชุดคำสั่ง

ค. ถ้าข้อมูลอุณหภูมิมีค่าสูงกว่า  $50^{\circ}\text{C}$  หน่วยประมวลผลกลางส่งสัญญาณตรรกะ “1” ให้กับขา RB0

ง. ถ้าข้อมูลอุณหภูมิมีค่าต่ำกว่า  $50^{\circ}\text{C}$  หน่วยประมวลผลกลางส่งสัญญาณตรรกะ “0” ให้กับขา RB0

จ. ขา RA0 ทำหน้าที่รับค่าอุณหภูมิ จากหน่วยความจำชั่วคราวของไอซี DS18B20

13. ข้อใดไม่ใช่ การประยุกต์ใช้งานโดยการควบคุมอุณหภูมิอัตโนมัติ

ก. ตู้ฟักไข่

ข. ตู้อบเสื้อผ้า

ค. สวิตช์อุณหภูมิ

ง. เครื่องทำน้ำอุ่น

จ. ตู้อบผลิตภัณฑ์ทางการเกษตร

14. การควบคุมอุณหภูมิอัตโนมัติของตู้อบเสียฟ้าลักษณะใดเป็นการควบคุมแบบไม่ต่อเนื่อง

ก. ถ้าอุณหภูมิต่ำกว่าค่าที่ตั้งไว้สวิตช์จะตัดและต่อแหล่งจ่ายไฟฟ้า

ข. ถ้าอุณหภูมิสูงกว่าค่าที่ตั้งไว้สวิตช์จะตัดและต่อแหล่งจ่ายไฟฟ้า

ค. ถ้าอุณหภูมิต่ำกว่าค่าที่ตั้งไว้สวิตช์จะตัดแหล่งจ่ายไฟฟ้า

ง. ถ้าอุณหภูมิสูงกว่าค่าที่ตั้งไว้สวิตช์จะต่อแหล่งจ่ายไฟฟ้า

จ. ถ้าอุณหภูมิต่ำกว่าค่าที่ตั้งไว้สวิตช์จะต่อแหล่งจ่ายไฟฟ้า

15. คำสั่งบรรทัดใดในรูปที่ 8.21 ที่ทำให้โซลิตสเตทรีเลย์ต่อวงจรภาคจ่ายไฟให้กับขดลวดทำความร้อน

ก. บรรทัดที่ 30 และ 31

ข. บรรทัดที่ 31 และ 32

ค. บรรทัดที่ 34 และ 35

ง. บรรทัดที่ 36 และ 37

จ. บรรทัดที่ 40 และ 41

16. ไอซี DS18B20 ทำหน้าที่ใดในวงจรชุดควบคุมตู้ฟักไข่

ก. ตัวรับรู้แรงดัน

ข. ตัวรับรู้กระแส

ค. เบรกเกอร์

ง. รีเลย์

จ. ฟิวส์

17. วงจรการสตาร์ทมอเตอร์ 3 เฟส 380 โวลต์ แบบสตาร์ทตรงด้วยโซลิตสเตทรีเลย์ใช้อุปกรณ์ใดแทนอุปกรณ์ป้องกันภาระเกิน

ก. ตัวรับรู้กระแส

ข. ตัวรับรู้แรงดัน

ค. เบรกเกอร์

ง. รีเลย์

จ. ฟิวส์

18. ถ้าเขียนชุดคำสั่งควบคุม ดังรูปที่ 8.25 กรณีกระแสไฟฟ้าที่เฟส A และ เฟส C เท่ากันจะมีผลอย่างไรกับวงจรการสตาร์ทมอเตอร์ 3 เฟส 380 โวลต์

- ก. อุปกรณ์เชื่อมต่อทางแสงและโซลิดสเตทรีเลย์ไม่สามารถทำงานได้
- ข. อุปกรณ์เชื่อมต่อทางแสงและโซลิดสเตทรีเลย์ไม่ต้องวงจรภาคจ่ายไฟสลับ 380 โวลต์ให้กับมอเตอร์ไม่ทำงาน
- ค. อุปกรณ์เชื่อมต่อทางแสงและโซลิดสเตทรีเลย์ไม่ต้องวงจรภาคจ่ายไฟสลับ 380 โวลต์หลอดแอลอีดี สีเขียวสว่าง
- ง. อุปกรณ์เชื่อมต่อทางแสงและโซลิดสเตทรีเลย์ต้องวงจรภาคจ่ายไฟสลับ 380 โวลต์ให้กับมอเตอร์เริ่มต้นทำงาน
- จ. อุปกรณ์เชื่อมต่อทางแสงและโซลิดสเตทรีเลย์ไม่ต้องวงจรภาคจ่ายไฟสลับ 380 โวลต์หลอดแอลอีดี สีแดงสว่าง

19. จากโจทย์ข้อที่ 18 ถ้ากรณีกระแสไฟฟ้าที่ เฟส A มีค่า 79.89 แอมแปร์ และ เฟส C มีค่า 71.06 แอมแปร์ จะมีผลอย่างไรกับวงจรการสตาร์ทมอเตอร์ 3 เฟส 380 โวลต์

- ก. อุปกรณ์เชื่อมต่อทางแสงและโซลิดสเตทรีเลย์สามารถทำงานได้
- ข. อุปกรณ์เชื่อมต่อทางแสงและโซลิดสเตทรีเลย์ต้องวงจรภาคจ่ายไฟสลับ 380 โวลต์ให้กับมอเตอร์เริ่มต้นทำงาน
- ค. อุปกรณ์เชื่อมต่อทางแสงและโซลิดสเตทรีเลย์ต้องวงจรภาคจ่ายไฟสลับ 380 โวลต์หลอดแอลอีดีสีเขียวสว่าง
- ง. อุปกรณ์เชื่อมต่อทางแสงและโซลิดสเตทรีเลย์ต้องวงจรภาคจ่ายไฟสลับ 380 โวลต์หลอดแอลอีดีสีแดงสว่าง
- จ. อุปกรณ์เชื่อมต่อทางแสงและโซลิดสเตทรีเลย์ไม่ต้องวงจรภาคจ่ายไฟสลับ 380 โวลต์ให้กับมอเตอร์ไม่ทำงาน

20. จากโจทย์ข้อที่ 19 การแสดงสถานะของหลอดแอลอีดีและเป็นอย่างไร

- ก. หลอดแอลอีดีสีแดงสว่าง (D1) หลอดแอลอีดีสีเขียวหรี่ (D2)
- ข. หลอดแอลอีดีสีแดงหรี่ (D1) หลอดแอลอีดีสีเขียวสว่าง (D2)
- ค. หลอดแอลอีดีสีแดงสว่าง (D1) หลอดแอลอีดีสีเขียวดับ (D2)
- ง. หลอดแอลอีดีสีแดงดับ (D1) หลอดแอลอีดีสีเขียวสว่าง (D2)
- จ. หลอดแอลอีดีสีแดงดับ (D1) หลอดแอลอีดีสีเขียวดับ (D2)

	<b>แบบเฉลยทดสอบหลังเรียน</b>	หน่วยที่ 8
	ชื่อวิชา ไมโครคอนโทรลเลอร์ รหัสวิชา 3104-2011	สอนครั้งที่ 18
	ชื่อหน่วย การประยุกต์ใช้งานไมโครคอนโทรลเลอร์ฯ	จำนวนชั่วโมงรวม 20 ชั่วโมง
	ชื่อเรื่อง การประยุกต์ใช้งานไมโครคอนโทรลเลอร์ในงานควบคุมทางไฟฟ้า	จำนวนชั่วโมงสอน 2 ชั่วโมง

ข้อที่	ก่อนเรียน	หลังเรียน
1	ข	ก
2	ก	ข
3	จ	จ
4	ง	ค
5	ค	ง
6	จ	ค
7	ค	ง
8	ง	จ
9	ข	ก
10	ก	ข
11	ค	ง
12	ข	ข
13	ง	ค
14	จ	จ
15	ก	ก
16	ก	ข
17	ข	ก
18	ค	ง
19	จ	จ
20	ง	ค



**ภาคผนวก ก.**

สื่อสไลด์โปรแกรมคอมพิวเตอร์สำเร็จรูปเพาเวอร์พอยต์

หน่วยที่ 8 การประยุกต์ใช้ไมโครคอนโทรลเลอร์ในงานควบคุมทางไฟฟ้า

### หน่วยที่ 8

#### การประยุกต์ใช้ไมโครคอนโทรลเลอร์ในงานควบคุมการไฟฟ้า

**สาระสำคัญ**

การประยุกต์ใช้ไมโครคอนโทรลเลอร์และตัวควบคุมการไฟฟ้า เป็นการนำองค์ความรู้ประยุกต์ และสร้างเป็นโครงการ ประกอบด้วย อุปกรณ์กำเนิดสัญญาณอินพุตซึ่งเกิดจากปฏิสัมพันธ์ของ ตัวรับสัญญาณไฟฟ้า ส่วนที่ต่อคือไมโครคอนโทรลเลอร์และชุดคำสั่ง ทำหน้าที่ ประมวลผลและสั่งการ ให้ระบบสามารถทำงานตามที่ผู้ประสงค์อยู่เป็นชุดคำสั่ง ส่วนสุดท้าย เป็นอุปกรณ์ที่ทำการนำที่ควบคุมสุดท้าย เพื่อควบคุมอุปกรณ์วิธีใช้อิเล็กทรอนิกส์

1

#### สาระการเรียนรู้

1. การออกแบบระบบคอมพิวเตอร์และอิเล็กทรอนิกส์กับโครงข่ายภาค
2. การพัฒนากระบวนการควบคุมการไฟฟ้าด้วยไมโครคอนโทรลเลอร์
3. การประยุกต์ใช้ไมโครคอนโทรลเลอร์และตัวควบคุมการไฟฟ้า

**จุดประสงค์การเรียนรู้**

เพื่อให้มีความรู้และงานเข้าใจเกี่ยวกับการประยุกต์ใช้ไมโครคอนโทรลเลอร์ในงานควบคุมการไฟฟ้า

**จุดประสงค์เชิงพฤติกรรม**

1. อธิบายการออกแบบระบบคอมพิวเตอร์และอิเล็กทรอนิกส์กับโครงข่ายภาคได้ถูกต้อง
2. อธิบายการพัฒนากระบวนการควบคุมการไฟฟ้าด้วยไมโครคอนโทรลเลอร์ได้ถูกต้อง
3. สามารถนำความรู้ที่ได้ไปใช้ในการปฏิบัติงานได้ถูกต้อง
4. อธิบายการประยุกต์ใช้ไมโครคอนโทรลเลอร์และตัวควบคุมการไฟฟ้าได้ถูกต้อง

2

จุดกำเนิดสัญญาณอินพุต → หน่วยประมวลผลกลางและโปรแกรมควบคุม → จุดกำเนิดสัญญาณเอาต์พุต

**รูปที่ 8.1** กระบวนการจัดการของระบบควบคุมด้วยไมโครคอนโทรลเลอร์

**รูปที่ 8.2** ลักษณะสัญญาณระบบควบคุม

3

1 0 1 0 0 1 0 1

**รูปที่ 8.3** ลักษณะสัญญาณบิต

**รูปที่ 8.4** ความสัมพันธ์ระหว่างสัญญาณบิตกับกระแสไฟฟ้า

4

**รูปที่ 8.5** วงจรการควบคุมมอเตอร์ไฟฟ้าที่นำใช้กับไมโครคอนโทรลเลอร์

5

**รูปที่ 8.6** การควบคุมมอเตอร์ไฟฟ้าที่นำใช้กับตัวควบคุมเชื่อมต่อกับระบบกับโวลต์จกภายนอก

6

**รูปที่ 8.7** (ก) รูปอุปกรณ์เชื่อมต่อกับวงจร (ข) แสดงค่าพารามิเตอร์ (ค) ตารางค่าพารามิเตอร์

Symbol	Value	Unit
Isense	25	A
Vmax/Vmin	600 and 600	V
I <sub>TRIP</sub> A <sub>1</sub>	15 to 50	mA

พิกัด : ([http://www.st.com/technical\\_resources/datasheet/CD0000284.pdf](http://www.st.com/technical_resources/datasheet/CD0000284.pdf))

7

+5V R<sub>L</sub> = 7 Ω I<sub>TRIP</sub> = 15 mA

**รูปที่ 8.8** วงจรการใช้งานอุปกรณ์เชื่อมต่อกับวงจร

**วิธีการคำนวณ**  $R_L = \frac{V_{max} - V_{min}}{I_{TRIP}} = \frac{5V - 2V}{15 \times 10^{-3}} = 200 \Omega$  เลือกใช้ค่ามาตรฐาน 220 Ω

8

**รูปที่ 8.9** (ก) สัญลักษณ์ของไอโกลิตทอน (BTA26) (ข) คุณสมบัติทางไฟฟ้าของไอโกลิตทอน (ค) กระแส I<sub>L</sub> ของไอโกลิตทอน

พิกัด : ([http://www.st.com/technical\\_resources/datasheet/CD0000284.pdf](http://www.st.com/technical_resources/datasheet/CD0000284.pdf))

9

**รูปที่ 8.10** วงจรการใช้งาน ไอโกลิตทอนที่เชื่อมต่อกับมอเตอร์ไฟฟ้า 220 โวลต์

10

ระบบไดโอด 3 เฟส 380 โวลต์ 50 เฮิรตซ์

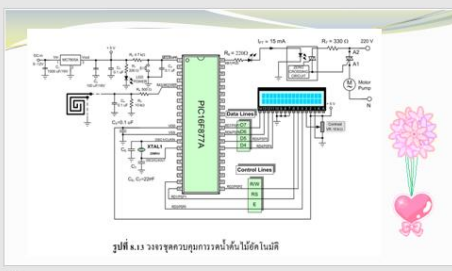
**รูปที่ 8.11** วงจรการควบคุมมอเตอร์ไฟฟ้าด้วย 3 เฟส 380 โวลต์ด้วยไอโกลิตทอน

11

**รูปที่ 8.12** พฤติการณ์ของมอเตอร์ที่สัมพันธ์กับความเร็วในการหมุน

พิกัด : (ตามกราฟที่ 8.12, 2599, 146.)

12



รูปที่ 8.13 วงจรชุดควบคุมการวัดความชื้นในดิน

13

```

1 #include <16F877A.h>
2 #define ADC10
3 #define TxD_PIN_C6
4 #define RxD_PIN_C7
5 #define CLOCK_SP 20000000
6 #uses HS, NOLVP, WMDT, HGBASSCT
7 #use delay (clock=CLOCK)
8 #use rs232 (baud=9600)
9 #include <lcd.c>

```

รูปที่ 8.14 ข้อความสั่งตัวประมวลผลก่อนของชุดควบคุมความชื้นในดินอัตโนมัติ

14

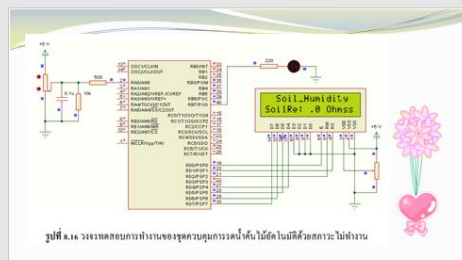
```

11 void main(void)
12 {
13     float humidity, read_adc;
14     int i;
15     set_adc_ports(AN0,AN1,AN2,AN3,AN4);
16     set_adc_channel(0);
17     delay_ms(10);
18     output_low(PIN_A7);
19     delay_ms(100);
20     while(true)
21     {
22         humidity = 0;
23         for (i=0;i<10;i++)
24         {
25             read_adc = read_adc();
26             humidity = humidity + read_adc();
27             delay_ms(10);
28             printf(lcd_putc, "SoilRe: %.1f Ohms\n", humidity);
29             if (humidity > 5.0)
30                 output_high(PIN_A7);
31             else output_low(PIN_A7);
32         }
33     }
34 }

```

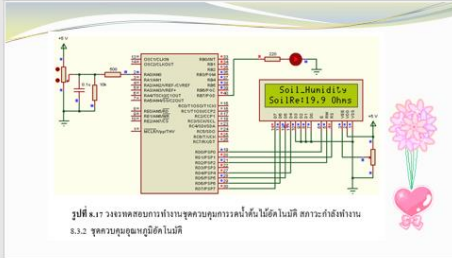
รูปที่ 8.15 โค้ดต้นฉบับสำหรับชุดควบคุมการวัดความชื้นในดินอัตโนมัติ

15



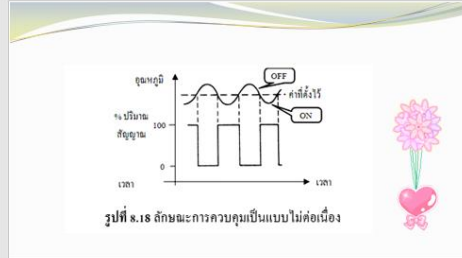
รูปที่ 8.16 วงจรทดสอบการทำงานของชุดควบคุมการวัดความชื้นในดินอัตโนมัติโดยการใช้โปรแกรม

16



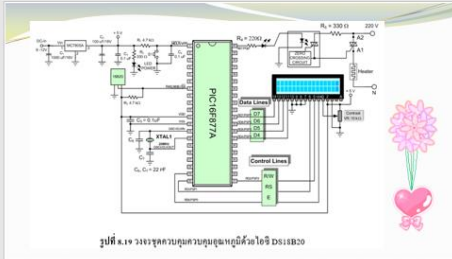
รูปที่ 8.17 วงจรทดสอบการทำงานของชุดควบคุมการวัดความชื้นในดินอัตโนมัติ โดยการสั่งให้โปรแกรม 8.3.2 ชุดควบคุมชุดวัดความชื้น

17



รูปที่ 8.18 ลักษณะการควบคุมเป็นแบบไม่ต่อเนื่อง

18



รูปที่ 8.19 วงจรชุดควบคุมการวัดความชื้นในดินอัตโนมัติด้วยบอร์ด

19

```

1 #include <16F877A.h>
2 #define CLOCK_SP 20000000
3 #define TxD
4 #define RxD
5 #uses HS, NOLVP
6 #use delay (clock=CLOCK)
7 #use rs232 (baud=9600)
8 #include <16F877A.h>
9 #include <lcd.c>

```

รูปที่ 8.20 ข้อความสั่งตัวประมวลผลก่อน

20

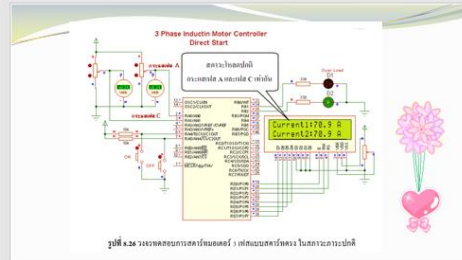
```

22 if (input(PIN_A4)==0) output_high(PIN_A2);
23 if (input(PIN_A5)==0) output_low(PIN_A2);
24 current1 = 0;
25 for (i=0;i<10;i++)
26 {
27     set_adc_channel(0); delay_ms(10);
28     current1 = read_adc(); lcd_gotoxy(1,1);
29     printf(lcd_putc, "Current1: %.1f A\n", current1);
30 }
31 current2 = 0;
32 for (i=0;i<10;i++)
33 {
34     set_adc_channel(1); delay_ms(10);
35     current2 = read_adc(); lcd_gotoxy(1,2);
36     printf(lcd_putc, "Current2: %.1f A\n", current2);
37 }

```

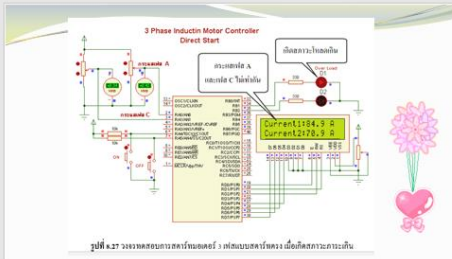
รูปที่ 8.21 ชุดคำสั่งการวัดกระแสด้วย 2 ช่องแบบอัตโนมัติ

21



รูปที่ 8.22 วงจรทดสอบการควบคุมมอเตอร์ 3 เฟสแบบอัตโนมัติโดยการใช้โปรแกรม

22



รูปที่ 8.23 วงจรทดสอบการควบคุมมอเตอร์ 3 เฟสแบบอัตโนมัติโดยการใช้โปรแกรม

23

สรุป  
การประยุกต์ใช้ไมโครคอนโทรลเลอร์ควบคุมมอเตอร์ไฟฟ้าเป็นการนำองค์ความรู้ในประยุกต์และใช้งานจริงเข้ามาประกอบกับความรู้ด้านวิศวกรรมไฟฟ้า ซึ่งศึกษาเกี่ยวกับระบบอัตโนมัติและอิเล็กทรอนิกส์ ส่วนใหญ่ระบบอัตโนมัติที่ใช้ไมโครคอนโทรลเลอร์ควบคุมมอเตอร์ได้ ซึ่งจำเป็นต่อการใช้งานในระบบอัตโนมัติ (Signal conditioner) โดยที่สัญญาณที่ออกมาจากระบบมอเตอร์ 0 - 5 โวลต์ ส่วนนี้มีความสำคัญมากเพราะเป็นสัญญาณที่บอกสถานะการทำงานของมอเตอร์ ถ้าเกิดมีสัญญาณจากระบบมอเตอร์ส่งสัญญาณผิดพลาดได้

ส่วนที่ข้อดีของไมโครคอนโทรลเลอร์และชุดคำสั่ง ทำหน้าที่เป็นคือระบบประสาน ประมวลผลและสั่งการ ให้ระบบสามารถทำงานตามวัตถุประสงค์ของผู้ใช้ชุดคำสั่ง การออกแบบชุดคำสั่งระบบอัตโนมัติเป็นอย่างไร เมื่อทดสอบระบบกับฮาร์ดแวร์ส่วนอื่น เมื่อทำการทดสอบเรียบร้อยแล้ว จึงนำมาทดสอบระบบที่ระบบ ทำได้ภายในการตรวจหาข้อผิดพลาด ในส่วนนี้เอง

ส่วนสุดท้ายเป็นองค์ความรู้ที่เป็นวิชาที่เรียนกันมาตั้งแต่แรก เป็นเรื่องที่ทำงานตามสัญญาณไฟฟ้าที่ส่งมาจากระบบประมวลผลของไมโครคอนโทรลเลอร์ที่ทำงาน เช่น แอมพลิจูดที่ส่ง 1 โวลต์ 220 โวลต์ และ 3 โวลต์ 380 โวลต์ ในปัจจุบันการควบคุมระบบอัตโนมัติ ซึ่งใช้วิธีการที่ค่อนข้างซับซ้อนตามแบบที่วิศวกรใช้คือการใช้ไมโครคอนโทรลเลอร์และระบบอัตโนมัติที่ควบคุมการทำงานและสั่งการชุดคำสั่ง อุปกรณ์ประกอบที่ประยุกต์ใช้กันอยู่

30



เอกสารอ้างอิง

ผดุงภา วรศุภพรรัตน์ และอัครวิวัฒน์ สันทรชิตกรโน. เป็นคู่มือปฏิบัติงานในโครงการโครงข่าย PIC16F877. กรุงเทพฯ : สถาบันเทคฯ ศึกษาศาสตร์บัณฑิต. 2549

พิณานนธ์วาทย์สัมพันธ์. PIC Microcontroller Learning-by-Doing ภาษา C. กรุงเทพฯ : สำนักพิมพ์บ้านนาวิทยาศาสตร์ เป็นต้น. 2550

สมบุญรัตน์ เป็นนภักดิ์. เป็นคู่มือประยุกต์ใช้ PIC Microcontroller. กรุงเทพฯ : เอเชียเทคโนโลยี. 2549