การจำลองระบบยกรถบังคับอัตโนมัติ

โดย

นางสาววรางคณา	จันทรมงคล	รหัส B5304493
นางสาววลัยลักษณ์	ลีนิติไกรพจน์	รหัส B5328185
นางสาวดาราวดี	บุญเมือง	รหัส B5316298

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

รายงานนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาวิชา 427499 โครงงานวิศวกรรมโทรคมนาคมหลักสูตรวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต สาขาวิชาวิศวกรรมโทรคมนาคม หลักสูตรปรับปรุง พ.ศ. 2546
สำนักวิชาวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

การจำลองระบบยกรถบังคับอัตโนมัติ

คณะกรรมการสอบโครงงาน

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.มนต์ทิพย์ภา อุฑารสกุล)
กรรมการ/อาจารย์ที่ปรึกษาโครงงาน

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.พีระพงษ์ อุฑารสกุล)
กรรมการ

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.วิภาวี หัตถกรรม)
กรรมการ

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี อนุมัติให้นับรายงานโครงงานฉบับนี้ เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาระดับปริญญาตรี สาขาวิชาวิศวกรรมโทรคมนาคม รายวิชา 427499 โครงงานวิศวกรรมโทรคมนาคม ประจำปีการศึกษา 2556

โครงงาน	การจำลองระบบยกรถบังคับอัตโนมัติ		
โดย	นางสาววรางคณา	จันทรมงคล	รหัส B5304493
	นางสาววลัยลักษณ์	ลี้นิติไกรพจน์	รหัส B5328185
	นางสาวดาราวดี	บุญเมือง	รหัส B5316298
อาจารย์ที่ปรึกษา	ผศ.ดร. มนต์ทิพย์ภา	อุทารสกุล	
สาขาวิชา	วิศวกรรมโทรคมนาคม		
ภาคการศึกษา	1/2556		

บทคัดย่อ

โครงงานนี้ได้ทำการศึกษาและทดลองโดยอ้างอิงการทำงานระบบไฮดรอลิกส์โดยจะติดเซนเซอร์ไว้ที่หน้ารถบังคับ เมื่อเซนเซอร์ตรวจจับได้ว่าเจอลูกระนาดหรือเนินสูงๆก็จะทำการส่งกระแสไฟเข้าบอร์ดไมโครคอนโทรเลอร์และบอร์ดไมโครคอนโทรเลอร์ก็จะส่งกระแสไฟให้มอเตอร์ดูดน้ำไปในกระบอกสูบทั้ง 4 ที่ต่ออยู่กับปีกนก ทำให้รถบังคับยกสูงขึ้นและเมื่อรถบังคับผ่านลูกระนาดแล้วบอร์ดไมโครคอนโทรเลอร์ก็จะจ่ายกระแสไฟให้กับขดลวดโซลินอยด์ก็จะทำให้รถบังคับยกลงมาที่ระดับเดิมเพื่อนำไปช่วยอำนวยความสะดวกของรถโหลดต่ำ

กิตติกรรมประกาศ

โครงงานนี้สามารถสำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยดี เนื่องจากได้รับความกรุณาจากอาจารย์ที่ปรึกษา ผศ.ดร.มนต์ทิพย์ภา อุฑารสกุล ผู้ที่ได้ให้ความช่วยเหลือ ชี้แนะข้อบกพร่องและให้การสนับสนุนคณะผู้จัดทำให้สามารถทำงานครั้งนี้สำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยดี

ขอขอบพระคุณคณาจารย์และบุคคลากรสาขาวิชาวิศวกรรมโทรคมนาคมทุกท่านที่ให้ความช่วยเหลือและให้คำแนะนำคณะผู้จัดทำมาโดยตลอด พี่บัณฑิตศึกษาปริญญาโทที่ได้ให้คำแนะนำ รวมทั้งนักศึกษาปริญญาตรีวิศวกรรมโทรคมนาคมที่เป็นกำลังใจและช่วยเหลือกันเป็นอย่างดี

คณะผู้จัดทำใคร่ขอขอบพระคุณทุกๆท่านที่ได้กล่าวไปแล้วไว้ ณ ที่นี้ สำหรับส่วนดีของโครงงานนี้ ขออุทิศให้แก่อาจารย์ทุกท่านที่ได้ประสิทธิ์ประสาทวิชาความรู้แก่คณะผู้จัดทำ

ผู้จัดทำ

นางสาววรางคณา จันทรมงคล

นางสาววลัยลักษณ์ สีนิติไกรพจน์

นางสาวดาราวดี บุญเมือง

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

สารบัญ

เรื่อง	หน้า
บทคัดย่อ	ก
กิตติกรรมประกาศ	ข
สารบัญ	ค
สารบัญภาพ	ฉ
สารบัญตาราง	ฌ
บทที่ 1 บทนำ	
1.1 หลักการและเหตุผล	1
1.2 วัตถุประสงค์	2
1.3 ขอบเขตงาน	2
1.4 ขั้นตอนการดำเนินการ	2
1.5 ผลที่คาดว่าจะได้รับ	2
บทที่ 2 ทฤษฎีและหลักการที่เกี่ยวข้อง	
2.1 กล่าวนำ	3
2.2 หลักการและกฎเกณฑ์พื้นฐานต่างๆ	3
2.2.1 น้ำหนัก	3
2.2.2 งานและพลังงาน	3
2.2.3 ความดัน	4
2.2.4 การเคลื่อนที่ของของไหลภายในท่อ	4
2.3 ระบบไฮดรอลิกส์	4
2.3.1 แหล่งจ่ายพลังงาน	4
2.3.2 ระบบควบคุมการทำงาน	5
2.3.3 อุปกรณ์พื้นฐานที่พบได้ทั่วไปในระบบ	5
2.3.4 ข้อดีของระบบไฮดรอลิกส์	11
2.3.5 หลักการทำงานของระบบไฮดรอลิกส์	14
2.4 บอร์ด ET-BASE 51 V3.0	16
2.4.1 คุณสมบัติของบอร์ด	17
2.4.2 โครงสร้างบอร์ด ET-BASE51 V3.0 (AT89C51ED2)	18
2.4.3 ขั้วต่อสัญญาณต่างๆ	19
2.4.4 การใช้งาน LCD แสดงผล	19
2.4.5 การใช้งาน RS232	20

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

สารบัญ (ต่อ)

เรื่อง	หน้า
2.4.6 การดาวน์โหลด Hex file ให้กับ MCU ของบอร์ด	21
2.4.7 ปัญหาขณะใช้งานโปรแกรม FLIP	22
2.5 เซนเซอร์	25
2.5.1 ทำไมจำเป็นต้องใช้เซนเซอร์	25
2.5.2 ประเภทของเซนเซอร์	26
2.5.3 คุณสมบัติของเซนเซอร์แต่ละชนิด	26
2.5.4 เซนเซอร์ที่เลือกใช้ในโครงงาน	32
2.5.5 หลักการทำงานของโมดูลวัดระยะทาง	32
2.5.6 ทำไมถึงเลือกใช้เซนเซอร์โมดูลวัดระยะทาง	32
2.6 ปั๊มน้ำ	33
2.6.1 ประเภทของปั๊มน้ำ	33
2.6.2 การทำงานของปั๊มน้ำประเภทต่าง ๆ	33
2.7 การเคลื่อนที่ของประจุในสนามแม่เหล็ก	33
2.8 กล่าวสรุป	34
บทที่ 3 กระบวนการสร้างแบบจำลอง	
3.1 บทนำ	36
3.2 การออกแบบและสร้างแบบจำลอง	36
3.2.1 หน้าที่ของอุปกรณ์ที่ใช้ในการสร้างแบบจำลอง	36
3.2.2 ระบบยกขึ้นของรถ	36
3.2.3 ระบบยกลงของรถ	36
3.2.4 การติดปั๊มน้ำ เช็ควาล์ว และกระบอกสูบ	36
3.2.5 การใช้โปรแกรม Keil uVision 3 เบื้องต้น	38
3.2.6 การดาวน์โหลด Hex File ให้กับ MCU	45
3.2.7 การกำหนดค่าโปรแกรม FLIP V2.4.6	46
3.2.8 การสั่งรีเซ็ต MCU	47
3.2.9 ขั้นตอนการ ดาวน์โหลด HEX File ให้กับบอร์ด	47
3.2.10 โปรแกรมสำหรับควบคุมการทำงาน	52
3.2.11 วงจรรีเลย์	54
3.2.12 เซนเซอร์ใช้ในการตรวจจับลูกระนาด	56

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

สารบัญ (ต่อ)

เรื่อง	หน้า
บทที่ 4 ชุดอุปกรณ์ต้นแบบและผลการทดสอบ	
4.1 บทนำ	57
4.2 ผลการทดสอบ	57
4.2.1 การทดลองที่ 1	57
4.2.2 การทดลองที่ 2	58
4.2.3 การทดลองที่ 3	59
4.3 สรุปผลการทดสอบ	61
บทที่ 5 ข้อสรุปของโครงงาน	
5.1 บทนำ	62
5.2 ปัญหาที่พบและแนวทางแก้ไข	62
5.3 บทสรุปของโครงงาน	62
5.4 ข้อเสนอแนะ	62
5.5 แนวทางการพัฒนาในอนาคต	63
เอกสารอ้างอิง	64
ภาคผนวก ก	65
ประวัติผู้เขียน	68

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

สารบัญภาพ

รูปที่	หน้า
1.1 แผนภาพการทำงาน	1
2.1 ปั๊มไฮดรอลิกส์	5
2.2 เกียร์ปั๊มแบบต่างๆ	6
2.3 ปั๊มแบบลูกสูบแบบต่างๆ	6
2.4 Cam Plate Pump	7
2.5 ปั๊มแบบใบเวน	7
2.6 อุปกรณ์ทำงานที่มีการเคลื่อนที่เชิงเส้น	8
2.7 อุปกรณ์ทำงานที่มีการเคลื่อนที่เชิงมุมหรือหมุน	8
2.8 กระบอกสูบแบบ Single Acting	8
2.9 กระบอกสูบแบบ Double Acting	9
2.10 ส่วนประกอบหลักของกระบอกสูบไฮดรอลิกส์	9
2.11 มอเตอร์ไฮดรอลิกส์แบบต่างๆ	10
2.12 ถังน้ำมันไฮดรอลิกส์	11
2.13 เปรียบเทียบระหว่างอุปกรณ์ไฮดรอลิกส์และอุปกรณ์ทางกล	12
2.14 การใช้งานระบบไฮดรอลิกส์	12
2.15 อุปกรณ์ที่ใช้ในการควบคุมการทำงานของระบบไฮดรอลิกส์	12
2.16 เปรียบเทียบการควบคุมทางกลไกและไฮดรอลิกส์	13
2.17 วาล์วปลดแรงดัน	13
2.18 จุดต่อพ่วงสำหรับใส่อุปกรณ์เพิ่ม	13
2.19 แรงดันในระบบกระทำเท่ากันทุกทิศทาง	14
2.20 แรงที่เกิดขึ้นในระบบมากหรือน้อยขึ้นอยู่กับพื้นที่กระบอกสูบ	14
2.21 แสดงการไหลของของไหล	15
2.22 เปรียบเทียบการเคลื่อนที่ของกระบอกสูบต่างขนาด	15
2.23 เปรียบเทียบระบบไฮดรอลิกส์กับร่างกายของคนเรา	16
2.24 บอร์ด ET-BASE 51 V3.0	17
2.25 โครงสร้างบอร์ด ET-BASE51 V3.0	18
2.26 การจัดเรียงสัญญาณของพอร์ต I/O ต่าง ๆของบอร์ด	19
2.27 การเชื่อมต่อ LCD	19
2.28 การใช้งาน RS232	20
2.29 วงจรสาย cable สำหรับ RS232	21
2.30 Error	23
2.31 ลักษณะของ HEX FILE ที่ได้จากการแปลของ SXA51	24

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

สารบัญภาพ (ต่อ)

รูปที่	หน้า
2.32 ลักษณะของ HEX FILE ที่สามารถใช้ได้กับโปรแกรม FLIP	24
2.33 เซนเซอร์วัดความดัน	30
2.34 กราฟแสดงความสัมพันธ์ของขนาดความยาวของท่อกับอุณหภูมิ	31
3.1 (ก) การติดปั๊มน้ำ เช็ควาล์ว และกระบอกสูบ	37
3.1 (ข) การติดปั๊มน้ำ เช็ควาล์ว และกระบอกสูบ	37
3.2 (ก) เริ่มสร้าง	38
3.2 (ข) เริ่มสร้าง	38
3.3 หน้าต่าง Create New Project	39
3.4 การบันทึกไฟล์โปรเจค	39
3.5 การเลือกซีพียูที่ต้องการ	40
3.6 การเขียนโค้ดโปรแกรม	40
3.7 การบันทึกโค้ดโปรแกรม	41
3.8 เมนู Add Files to Group “Source Group1”	41
3.9 การเพิ่มไฟล์	42
3.10 (ก) เปิดหน้าต่าง Option for Target “Target1”	42
3.10 (ข) เปิดหน้าต่าง Option for Target “Target1”	43
3.11 กำหนดว่าจะให้โปรแกรม uVision 3 สร้างไฟล์ Hex หรือไม่	44
3.12 การแปลงโค้ดโปรแกรมไปเป็นไฟล์ Hex	44
3.13 บรรทัดที่มีข้อผิดพลาด	45
3.14 รายงานว่าไม่มีข้อผิดพลาดเกิดขึ้น	45
3.15 ลักษณะของโปรแกรม FLIP V2.4.6	46
3.16 การเริ่มต้นกำหนดค่าโปรแกรม	46
3.17 การเลือกกำหนดค่า Time-Out	47
3.18 การRun Program Flip	48
3.19 การเลือกรายการอุปกรณ์	48
3.20 การสั่ง Load HEX File	49
3.21 การเชื่อมต่อกับบอร์ด	49
3.22 ค่าพารามิเตอร์ต่างๆของ MCU	50
3.23 (ก) การสั่ง Run เพื่อเริ่มต้นทำการดาวน์โหลด	50
3.23 (ข) การเลือกการทำงานของคำสั่งต่างให้ครบทั้งหมด	51
3.24 การเปลี่ยนค่า Device จาก FC เป็น 00	51
3.25 วงจรรีเลย์ต่อเข้ากับมอเตอร์	54

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

สารบัญภาพ (ต่อ)

รูปที่	หน้า
3.26 วงจรรีเลย์ต่อเข้ากับโซลินอยด์วาล์ว	54
3.27 วงจรรีเลย์ต่อเข้ากับโซลินอยด์วาล์วและมอเตอร์	54
3.28 การติดตั้งเซนเซอร์	56
4.1 การทดลองเวลาในการทำงาน	57
4.2 ภาพการทดลองที่ 2 การตรวจจับของเซนเซอร์ทั้ง 2 ตัว	58

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

สารบัญตาราง

ตารางที่	หน้า
2.1 ข้อดีและข้อเสียของเซนเซอร์แบบเหนี่ยวนำ	27
2.2 ข้อดีและข้อเสียของเซนเซอร์ชนิดเก็บประจุ	27
4.1 ผลการทดลองที่ 1	58
4.2 ผลการทดลองที่ 2	59
4.3 ผลการทดลองที่ 3	60
5.1 ปัญหาที่พบและแนวทางการแก้ไขปัญหา	62

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

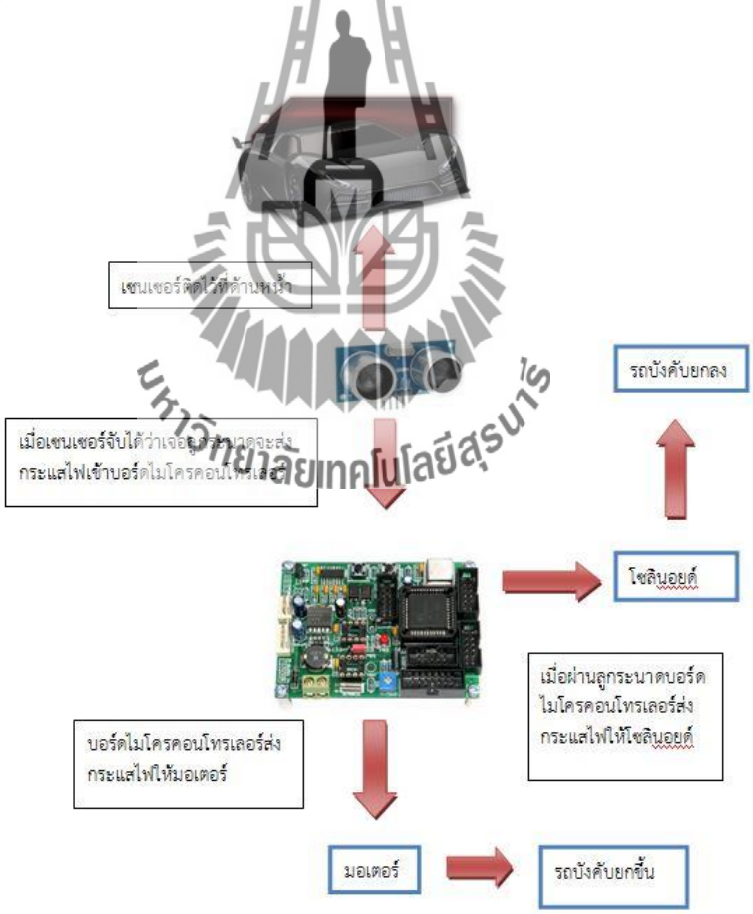
บทที่ 1
บทนำ

1. บทนำ

1.1 หลักการและเหตุผล

ปัจจุบันมีรถยนต์โหลดต่ำเป็นจำนวนมาก ดังนั้นลูกระนาดสูงๆหรือทางขึ้นห้างจึงเป็นอุปสรรคสำคัญสำหรับรถยนต์เหล่านี้ที่อาจทำให้สเกิร์ตหน้าแตก ระบบช่วงล่างเสีย แต่ก็ยังไม่มีการแก้ปัญหาที่ดีนักการทดลองนี้จึงเป็นการศึกษาเพื่อพัฒนาให้เป็นอีกหนึ่งทางเลือกในการเผชิญกับอุปสรรคที่กล่าวมา

โครงงานนี้จึงได้ทำการศึกษาและทดลองโดยอ้างอิงจากการทำงานระบบไฮดรอลิกส์โดยจะติดเซนเซอร์ไว้ที่หน้ารถบังคับ เมื่อเซนเซอร์ตรวจจับได้ว่าเจอลูกระนาดหรือเนินสูงๆก็จะทำการส่งกระแสไฟเข้าบอร์ดไมโครคอนโทรเลอร์และบอร์ดไมโครคอนโทรเลอร์ก็จะส่งกระแสไฟให้มอเตอร์ดูดน้ำไปในกระบอกสูบทั้ง 4 ที่ต่ออยู่กับปีกนก ทำให้รถบังคับยกสูงขึ้นและเมื่อรถบังคับผ่านลูกระนาดแล้วบอร์ดไมโครคอนโทรเลอร์ก็จะจ่ายกระแสไฟให้กับขดลวดโซลินอยด์ก็จะทำให้รถบังคับยกลงมาที่ระดับเดิม ดังรูปที่ 1.1



รูปที่ 1.1 แผนภาพการทำงาน

1.2 วัตถุประสงค์

เพื่อศึกษาการทำงานของระบบไฮดรอลิกส์ร่วมกับเซนเซอร์อัตโนมัติและบอร์ดไมโครคอนโทรเลอร์ จำลองเป็นชิ้นงานและพัฒนาต่อไปในอนาคต

1.3 ขอบเขตงาน

1.3.1 ศึกษาการทำงานของระบบไฮดรอลิกส์
1.3.2 ศึกษาการทำงานของเซนเซอร์อัตโนมัติ
1.3.3 ศึกษาการทำงานของบอร์ดไมโครคอนโทรเลอร์
1.3.4 อาศัยการทำงานจากข้อข้างต้นนำมาสร้างอุปกรณ์ต้นแบบ
1.3.5 นำอุปกรณ์ทั้งหมดมาประกอบเข้ากัน
1.3.6 ทดสอบชิ้นงานที่สร้างขึ้นเพื่อให้ได้ตามวัตถุประสงค์

1.4 ขั้นตอนการดำเนินการ

1.4.1 ศึกษาการทำงานของระบบไฮดรอลิกส์
1.4.2 ทำความเข้าใจภาษาที่ใช้เขียนโปรแกรม
1.4.3 ทำความเข้าใจการทำงานของเซนเซอร์
1.4.4 จำลองการทำงานระบบไฮดรอลิกส์โดยใช้อุปกรณ์ขนาดย่อม
1.4.5 ศึกษาการทำงานของบอร์ดที่ใช้เขียนโปรแกรม
1.4.6 จัดหาอุปกรณ์และประกอบรวมกันและทดสอบเพื่อให้ได้ตามวัตถุประสงค์
1.4.7 สรุปผลการทดลอง เขียนรายงาน และนำเสนอโครงงาน

1.5 ผลที่คาดว่าจะได้รับ

1.5.1 สามารถนำความรู้ความเข้าใจมาใช้ในการประกอบวิชาชีพ
1.5.2 สามารถนำความรู้ความเข้าใจทางทฤษฎีมาใช้ในทางปฏิบัติ
1.5.3 สามารถทำงานเป็นทีมได้
1.5.4 สามารถวิเคราะห์งานและแก้ปัญหาอย่างเป็นระบบได้

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

บทที่ 2
ทฤษฎีและหลักการที่เกี่ยวข้อง

2. ทฤษฎีและหลักการที่เกี่ยวข้อง

2.1 กล่าวนำ

ในบทนี้จะกล่าวถึงทฤษฎีและหลักการที่เกี่ยวข้องกับการออกแบบและสร้างชิ้นงานที่จำเป็นต้องใช้อุปกรณ์ต่างๆเช่น เซนเซอร์ บอร์ดไมโครคอนโทรเลอร์ ขดลวด และปั๊มน้ำเพื่อให้ได้ชิ้นงานตามความต้องการ จึงจำเป็นต้องทราบหลักการและกฎเกณฑ์พื้นฐานต่างๆ เพื่อนำไปอธิบายและแก้ปัญหา

2.2 หลักการและกฎเกณฑ์พื้นฐานต่างๆ

2.2.1 น้ำหนัก

น้ำหนัก วัตถุหรือสสารต่างก็มีน้ำหนักในตัวของมันเอง น้ำหนักที่เกิดขึ้นนี้เป็นผลจาก แรงดึงดูดของโลกที่กระทำต่อสสารนั้น ฉะนั้นวัตถุหรือสสารที่วางอยู่กับที่ เสมือนว่าวัตถุนั้นถูกแรงกระทำอยู่ตลอดเวลา แต่แรงที่มากระทำนั้นมีจำนวนน้อย วัตถุจึงคงรูปลักษณะเดิมอยู่ได้ ในที่นี้เราน้ำน้ำหนักของน้ำมาเป็นตัวช่วยในการยกลงของรถบังคับ

2.2.2 งานและพลังงาน

งานคือแรงที่ไปกระทำให้วัตถุเกิดการเคลื่อนที่ไปในทิศทางที่มีแรงกระทำ ดังนั้นจำนวนของงานจะแสดงอยู่ในรูปของแรงและระยะทางงาน = แรง x ระยะทาง ในแนวแรงมีหน่วยเป็นฟุต-ปอนด์ (ft ·lb) กิโลกรัม เมตร (kg·m) นิวตัน-เมตร (N·m) หรือ จูล (J)

แรง คือ ความดันของของไหลที่กระทำกับพื้นที่หน้าตัด ระยะทาง คือ ระยะทางที่ก้านสูบสามารถเคลื่อนที่ได้ ฉะนั้นงานในระบบไฮดรอลิกส์ คือความดันของของไหล x พื้นที่หน้าตัดของกระบอกสูบ x ระยะทางที่ก้านสูบเคลื่อนที่ได้

พลังงาน คือความสามารถในการทำงานหรือใช้กำลังให้เกิดงาน จำนวนของพลังงานที่ใช้เมื่อทำงานก็ต้องเอาชนะแรงเสียดทาน (แรงดึงดูดของโลกที่กระทำกับวัตถุ) หน่วยของพลังงานใช้หน่วยเดียวกับงาน คือ นิวตัน- เมตร หรือ จูล

รูปแบบของพลังงานไฮดรอลิกส์ มีดังนี้

-พลังงานไฟฟ้า (Electrical energy) คือ พลังงานที่ฉุดให้มอเตอร์ไฟฟ้า หมุนขับ ปั๊มน้ำไฮ-ดรอลิกส์

-พลังงานไฮดรอลิกส์ (Hydraulics energy) คือ พลังงานที่ถูกสร้างขึ้นจากปั๊มน้ำ ส่งกำลังให้กับระบบไฮดรอลิกส์โดยใช้น้ำเป็นสื่อ

-พลังงานจลน์ (Kinetic energy) คือ พลังงานที่เกิดจากการเคลื่อนที่ (ไหล) ของ น้ำที่ส่งมาจากปั๊มไหลเข้าสู่กระบอกสูบ (พลังงานที่เกิดขึ้นของของไหลที่กำลังไหล)

-พลังงานศักย์ (Potential energy) คือ พลังงานที่เกิดขึ้นในขณะที่ลูกสูบกำลังดัน ชิ้นงาน (พลังงานที่เกิดขึ้นขณะที่ของไหลหยุดนิ่ง)

-พลังงานความร้อน (Heat energy) คือ พลังงานที่เกิดจากแรงต้านทานการเคลื่อนที่ ของวัตถุที่เปลี่ยนเป็นพลังงานความร้อน

ในระบบไฮดรอลิกส์ที่เราพบเห็นกันส่วนมากนั้นสิ่งที่เราจะนำไปประยุกต์ใช้คืองาน (Work, W) หรือแรง (Force, F) ที่เกิดจากระบบไฮดรอลิกส์เช่น การเอาแรงจากกระบอกไฮดรอลิกส์ (Hydraulic Cylinder) ไปกด อัด หรือตัดชิ้นงาน และการขับ เช่นการหมุนจากมอเตอร์ไฮดรอลิกส์ไปหมุนขับให้เกิดการหมุนของอุปกรณ์ต่าง ๆ ของเครื่องจักร ในที่นี้คือการเอาแรงจากจากกระบอกสูบไปยกชิ้นงาน

2.2.3 ความดัน

คือจำนวนแรงที่ส่งไปกระทำในทิศทางที่ตั้งฉากกับพื้นที่ของวัตถุที่กีดขวางการไหลของของไหล การวัดค่าความดันวัดได้จากจำนวนของแรงที่กระทำต่อหน่วยของพื้นที่ ในระบบไฮดรอลิกส์มีความดันอยู่สองชนิดคือ ความดันบรรยากาศ (Atmospheric) และความดันไฮดรอลิกส์ (hydraulic pressure) ความดันบรรยากาศคือความดันที่เกิดจากอากาศรอบๆ ตัวเรากดลงมาบนพื้นโลก (อากาศเป็นสสารมีน้ำหนักถูกโลกดึงดูดให้กระทำกับพื้นผิวโลกจึงเกิดเป็นความดันขึ้น) ความดันไฮดรอลิกส์คือความดันที่เกิดจากการกีดขวางการไหลของๆเหลวภายในท่อ ปั๊มไฮดรอลิกส์เป็นเพียงอุปกรณ์ที่นำความสัมพันธ์ของอัตราการไหลของของไหลมาใช้ประโยชน์

2.2.4 การเคลื่อนที่ของของไหลภายในท่อ (Fluid flow in pipes)

กระแสของไหล (Streamline or Laminar) การส่งกำลังระบบไฮดรอลิกส์แนวความคิดของการไหลของของเหลวภายในท่อเป็นแบบเส้นตรง เพราะว่าทุกส่วนของการไหลเคลื่อนที่เป็นแนวเส้นขนานไม่หมุนและระหว่างที่เกิดการไหล ชั้นของของไหลจะไหลไปบนพื้นผิวของท่ออย่างช้าๆ เพราะมีแรงเสียดทานของของไหลกับผนังท่อ แต่ละชั้นของของไหลจะเลื่อนตามต่อๆกันไปโดยมีแรงเสียดทานน้อยที่สุดจนกระทั่งของไหลในชั้นที่ใกล้กับศูนย์กลางไหลได้เร็วที่สุด

2.3 ระบบไฮดรอลิกส์

ระบบไฮดรอลิกส์ เป็นระบบที่มีการส่งถ่ายพลังงาน (Transmission) ของของไหลให้เป็นพลังงานกล โดยผ่านตัวกระทำ (Actuators) เช่น กระบอกสูบ (Cylinder) มอเตอร์ไฮดรอลิกส์ (Hydraulic Motor) ในอุตสาหกรรมนิยมใช้น้ำมันไฮดรอลิกส์ (Hydraulic Oil) เป็นตัวกลาง ในการส่งถ่ายพลังงาน เพราะน้ำมันไฮดรอลิกส์มีคุณสมบัติที่สำคัญคือไม่สามารถยุบตัวได้ (Incompressible) จึงทำให้การส่งถ่ายพลังงานมีประสิทธิภาพมาก

งานทั่วๆ ไปที่นำระบบไฮดรอลิกส์ไปใช้ เช่น เครื่องอัดขึ้นรูป (Press) เครื่องปั๊มขึ้นรูป (Plunge) เครื่องอัด (Bending) เครื่องตัด (Cutting) เครื่องมือลำเลียงขนถ่าย เครื่องบรรจุ เครื่องมือขุดเจาะ อุปกรณ์การยกเคลื่อนย้าย เป็นต้น ระบบไฮดรอลิกส์ สามารถแบ่งออกเป็นส่วนหลักๆ ได้ดังนี้

2.3.1 แหล่งจ่ายพลังงาน

ทำหน้าที่ส่งถ่ายพลังงานน้ำมัน (Pump) เข้าสู่ระบบ โดยมีมอเตอร์ไฟฟ้าหรือเครื่องยนต์เป็นตัวขับ (Drive) ปั๊มไฮดรอลิกส์ให้หมุนเพื่อที่จะดูดน้ำมันจากถังพักเข้ามาในตัวเสื้อของปั๊ม และส่งออกไปสู่ระบบ โดยส่วนมากมักจะเรียกส่วนนี้ว่า Power Unit ซึ่งจะประกอบไปด้วยอุปกรณ์ต่างๆ เช่น

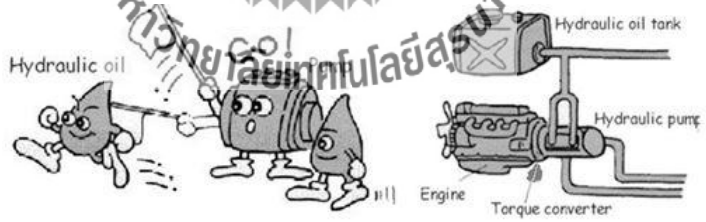
- ปั๊มไฮดรอลิกส์ (Hydraulic pump)
- มอเตอร์ไฟฟ้า หรือเครื่องยนต์ขับ
- ถังพักน้ำมัน (Tank)
- ไส้กรองน้ำมัน (Strainer)
- ที่ดูระดับน้ำมัน (Level gauge)
- ฝาเติมน้ำมัน และระบายอากาศ (Air Breather)
- ยอยด์ (Drive Coupling)
- ชุดควบคุมระบบไฮดรอลิกส์

2.3.2 ระบบควบคุมการทำงาน

เป็นระบบที่ใช้ควบคุมการทำงานของกระบอกไฮดรอลิกส์โดยควบคุมทิศทางการไหลของน้ำ (Directional Control) ทำให้กระบอกเคลื่อนที่ เข้า-ออก ได้ เช่น โซลินอยด์วาล์ว (Solenoid Valve) เป็นต้น ควบคุมความดันของน้ำในระบบ (Pressure Control) เพื่อจำกัดความดันในการใช้งานต่างๆ ให้เป็นไปตามต้องการ อุปกรณ์ที่ใช้ควบคุมความดัน ได้แก่ วาล์วปลดความดัน หรือเรียกอีกชื่อว่า รีลิฟวาล์ว (Pressure Relief Valve) วาล์วลดความดัน (Pressure Reducing Valve) วาล์วจัดลำดับความดัน (Pressure Sequence Valve) Counter balancing Valve (เคาน์เตอร์บาล๊านซ์วาล์ว) Unloading Valve (อันโหลดวาล์ว)

2.3.3 อุปกรณ์พื้นฐานที่พบได้ทั่วไปในระบบไฮดรอลิกส์ประกอบด้วย

1. ปั๊มไฮดรอลิกส์ คืออุปกรณ์ที่เปลี่ยนพลังงานจากการหมุนซึ่งขับโดยเครื่องยนต์หรือมอเตอร์ไฟฟ้า เป็นแรงดันน้ำมันไฮดรอลิกส์เข้าสู่วงจรไฮดรอลิกส์ ปั๊มที่ใช้เครื่องยนต์หรือมอเตอร์ไฟฟ้าขับโดยตรง เมื่อใดก็ตามที่เครื่องยนต์หรือมอเตอร์หมุนปั๊มก็จะทำงานไปด้วยดังรูปที่ 2.1

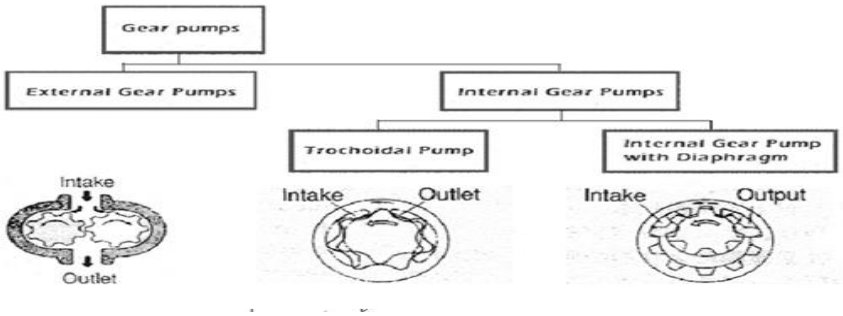


รูปที่ 2.1 ปั๊มไฮดรอลิกส์ [1]

1.1 เกียร์ปั๊ม (Gear Pump) จุดเด่นของปั๊มชนิดนี้คือ

- มีโครงสร้างง่ายๆ ไม่สลับซับซ้อน
- มีขนาดเล็กและน้ำหนักเบา
- ง่ายต่อการดูแลรักษาและซ่อมบำรุง มีหลายรุ่นให้เลือกตั้งแต่แรงดันน้อย ๆ จนไปถึงแรง ดันมากๆ และราคาไม่แพง เกียร์ปั๊มยังแบ่งเป็นประเภทต่างๆ ได้อีกดังต่อไปนี้

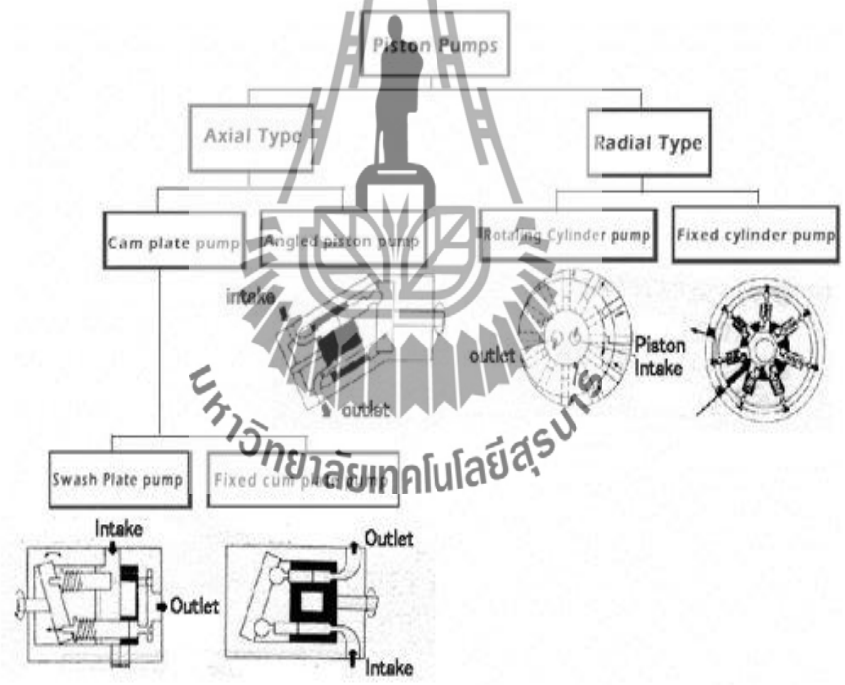
- External Gear Pump คือ ปั๊มที่มีเกียร์สองตัวโดยที่ฟันของเกียร์ทั้ง สองตัวนั้นขบกัน
- Internal Gear Pump คือปั๊มที่เกียร์จะขบอยู่กับตัวเรือนปั๊มดังรูปที่ 2.2



รูปที่ 2.2 เกียร์ปั๊ม (Gear Pump) แบบต่างๆ [1]

1.2 ปั๊มแบบลูกสูบ (Displacement Volume Pump) ดังรูปที่ 2.3 แสดงปั๊มแบบลูกสูบ

- มีประสิทธิภาพสูงเพราะว่าปั๊มแบบนี้มีการรั่วที่เกิดขึ้นภายในน้อย
- สามารถที่จะปรับปริมาณการไหลได้โดยที่ใช้ความเร็วรอบเท่าเดิม เหมาะกับงานที่ต้องการแรงดันสูงและน้ำมันที่รั่วต่อรอบน้อยกว่า

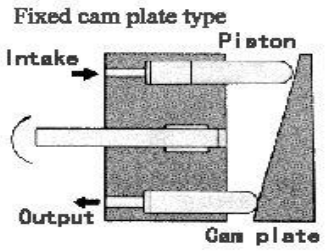


รูปที่ 2.3 ปั๊มแบบลูกสูบ (Displacement Volume Pump) แบบต่างๆ [1]

1.3 CamPlate จะมีใช้กับเครนไฮดรอลิกส์มาก หลักการทำงานของปั๊มแบบนี้ก็เหมือนกับปั๊มแบบลูกสูบธรรมดา ชิ้นส่วนที่บังคับให้ลูกสูบเคลื่อนที่ขึ้นลงก็คือ แผ่นเอียงซึ่งจะหมุนไปรอบๆ เมื่อส่วนที่สูงของแผ่นเอียงไปสัมผัสกับด้านล่างของลูกสูบมันก็จะดันลูกสูบขึ้นกลายเป็นจังหวะอัดของลูกสูบ เมื่อแผ่นเอียงหมุนต่อไปจนถึงส่วนที่ต่ำของแผ่นเอียงสัมผัสกับด้านล่างของลูกสูบ

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

ก็จะทำให้ลูกสูบเริ่มเคลื่อนที่ลง กลายเป็นจังหวะดูดของลูกสูบ การทำงานก็จะสลับอย่างนี้เรื่อยไปดังแสดงในรูปที่ 2.4



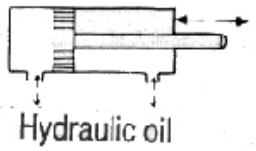
รูปที่ 2.4 Cam Plate Pump [1]

1.4 ปั๊มแบบใบเวน (Vane Pump) คุณลักษณะที่สำคัญคือ สามารถทำงานได้ที่ความเร็วรอบสูงเหมาะสำหรับงานที่ใช้แรงดันต่ำจนถึงแรงดันขนาดปานกลางและมีราคาถูกหลักการทำงานคือ เมื่อปั๊มหมุนก็จะสลัดใบเวนให้ออกมาสัมผัสกับตัวเรือนปั๊ม โดยที่แกนของใบพัดจะติดเยื้องศูนย์อยู่ภายในตัวเรือนปั๊ม จากการที่แกนของใบพัดที่ติดตั้งอยู่อย่างเยื้องศูนย์จึงทำให้เวลาที่ใบพัดของปั๊มหมุนไปรอบๆ เรือนปั๊ม ปริมาตรช่องว่างระหว่างใบพัดของแต่ละช่วงไม่เท่ากัน โดยที่ในช่วงจังหวะดูดช่องว่างของใบพัดจะถูกขยายออกจนกระทั่งช่องว่างมากที่สุด หลังจากนั้นช่องว่างจะเริ่มลดลงก็เป็นจังหวะอัด การทำงานของปั๊มชนิดนี้จะเงียบ ดังรูปที่ 2.5 แสดงปั๊มแบบใบเวน (Vane Pump) แบบต่างๆ

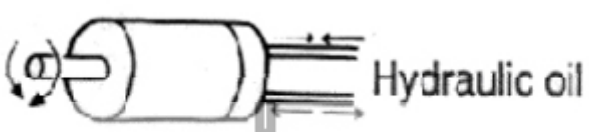
มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

รูปที่ 2.5 ปั๊มแบบใบเวน (Vane Pump) แบบต่างๆ [1]

2. อุปกรณ์ทำงาน (Actuator) คืออุปกรณ์ที่เปลี่ยนพลังงานจากแรงดันของน้ำมันไฮดรอลิกส์ไปเป็นการเคลื่อนที่ในเชิงเส้นดังรูปที่ 2.6 หรือการหมุนดังรูปที่ 2.7 อุปกรณ์ทำงานเป็นเสมือนกับกล้ามเนื้อแขนขาในร่างกายของคนเรา อุปกรณ์ทำงานในระบบไฮดรอลิกส์ก็คือกระบอกสูบ (Hydraulic Cylinder) และมอเตอร์ไฮดรอลิกส์ (Hydraulic Motor)



รูปที่ 2.6 อุปกรณ์ทำงานที่มีการเคลื่อนที่เชิงเส้น (Hydraulic Cylinder) [1]



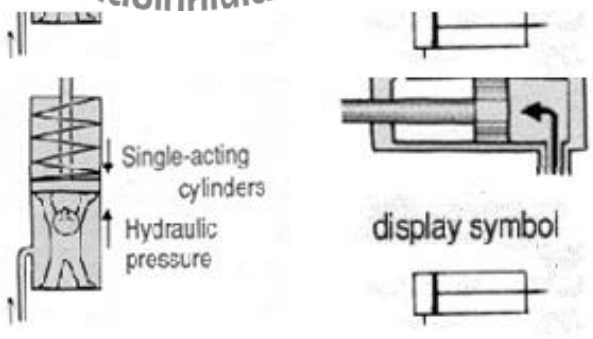
รูปที่ 2.7 อุปกรณ์ทำงานที่มีการเคลื่อนที่เชิงมุมหรือหมุน (Hydraulic Motor) [1]

3. กระบอกสูบไฮดรอลิกส์ (Hydraulic Cylinder) กระบอกไฮดรอลิกส์นั้นเราสามารถที่จะแบ่งได้เป็นสองประเภทตามทิศทางของแรงที่กระทำบนลูกสูบคือ Single Acting Cylinder และ Double Acting Cylinder

- Single Acting Cylinder

กระบอกสูบไฮดรอลิกส์ชนิดนี้มีรูทางเข้าและทางออกของน้ำมันไฮดรอลิกส์นั้นมีเพียงรูเดียวหรือมีรูที่ด้านเดียวของกระบอกสูบ แรงที่เกิดจากการกระทำของแรงดันของน้ำมันไฮดรอลิกส์นั้นเกิดในทิศทางเดียวดังรูป การกลับสู่ตำแหน่งเดิมของลูกสูบจะใช้แรงดันของสปริงหรือน้ำหนักของโหลดที่ดันกลับดังรูปที่ 2.8

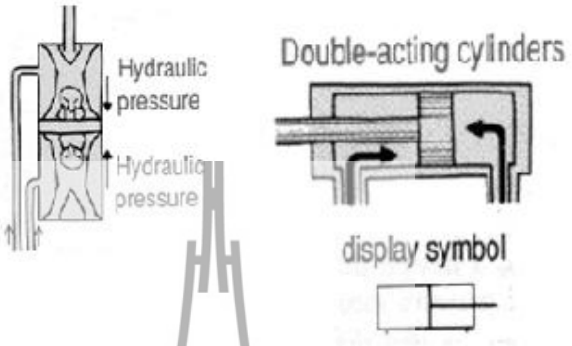
มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี



รูปที่ 2.8 กระบอกสูบแบบ Single Acting [1]

- Double Acting Cylinder

ลูกสูบชนิดนี้จะมีรูเข้าออกของน้ำมันไฮดรอลิกส์สองทางหรือทั้งสองด้านของลูกสูบ ทิศทางการเคลื่อนที่ไปมาของลูกสูบไฮดรอลิกส์ในกระบอกสูบนั้นเป็นผลมาจากแรงดันของน้ำมันทั้งสองทางดังรูปที่ 2.9 ส่วนประกอบหลักๆ ของกระบอกสูบไฮดรอลิกส์นั้นจะประกอบด้วย ลูกสูบ กระบอกสูบ ก้านสูบ Oil Seal Packing และตัวกันฝุ่น (Dust Seal) ดังรูปที่ 2.10



รูปที่ 2.9 กระบอกสูบแบบ Double Acting [1]

รูปที่ 2.10 ส่วนประกอบหลักของกระบอกสูบไฮดรอลิกส์ [1]

แรงที่เกิดจากลูกสูบไฮดรอลิกส์แรงที่ได้จากกระบอกสูบไฮดรอลิกส์นั้นจะมากหรือน้อยขึ้นอยู่กับการออกแบบของกระบอกสูบนั้นๆ ในระบบที่มีแรงดันน้ำมันไฮดรอลิกส์เท่าๆกันโดยที่

F คือ แรงที่ได้จากกระบอกสูบ

P คือ แรงดันในกระบอกสูบที่มาจากระบบหรือปั๊ม

A คือ พื้นที่หน้าตัดของกระบอกสูบ

กระบอกสูบใดมีพื้นที่หน้าตัดมากกว่าก็จะมีแรงมากกว่า ดังนั้นในระบบที่มีแรงดันเท่าๆ กันกระบอกสูบที่มีขนาดพื้นที่หน้าตัดมากกว่าจะมีแรงมากกว่า

กระบอกไฮดรอลิกส์ที่มีพื้นที่หน้าตัด 1 ตารางเซนติเมตร (A = 1 cm^2) ทำงานอยู่กับระบบที่มีแรงดัน 100 กิโลกรัมต่อตารางเซนติเมตร (P = 100 kg/cm^2)

แรงที่เกิดขึ้นกับลูกสูบก็จะเท่ากับ F=1 cm^2 x 100 kg/cm^2, = 100 kg เช่นเดียวกัน ถ้าหากเราใช้กระบอกสูบที่มีพื้นที่หน้าตัด 10 ตารางเซนติเมตร (A = 10 cm^2) ทำงานในระบบเดียวกัน แรงที่ได้จากลูกสูบคือ F =10 cm^2 x 100kg/cm^2 = 1,000 kg

ความเร็วของลูกสูบคือความเร็วที่ได้จากการเคลื่อนที่ของลูกสูบนั้นซึ่งขึ้นอยู่กับอัตราการไหล (Flow Rate: Q) ของน้ำมันในระบบ จากสมการที่ 2 คือ Q = AV โดยที่ Q คืออัตราการไหลของน้ำมัน (Liters/Min), A คือ พื้นที่หน้าตัดของกระบอกสูบ (cm^2) และ V คือความเร็วของการเคลื่อนที่ของลูกสูบ (cm/Sec) จากสมการจะเห็นว่ายิ่งพื้นที่หน้าตัดของลูกสูบยิ่งมาก หรือลูกสูบยิ่งมีขนาดใหญ่จะทำให้การเคลื่อนที่ของลูกสูบนั้นช้าลง

กระบอกไฮดรอลิกส์ที่มีพื้นที่หน้าตัด 1 ตารางเซนติเมตร (A = 1 cm^2) มีอัตราการไหลที่100 ลิตร/นาที ความเร็วของลูกสูบก็จะเป็น

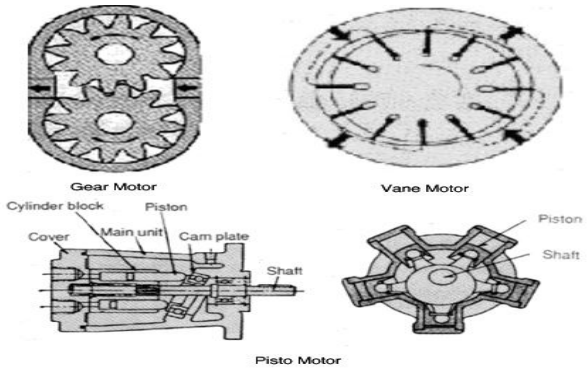
$$v = \frac{Q}{A} = \frac{100/60}{1} = \frac{1.6cm^3}{1cm^2} = 16.66cm/s \qquad (2.1)$$

แต่ถ้าเปลี่ยนเป็นกระบอกสูบที่มีพื้นที่หน้าตัดเป็น 10 ตารางเซนติเมตร (A = 10 cm^2) ความเร็วที่ได้ก็จะเป็น

$$v = \frac{Q}{A} = \frac{100/60}{10} = \frac{1.6cm^3}{10cm^2} = 0.166cm/s \qquad (2.2)$$

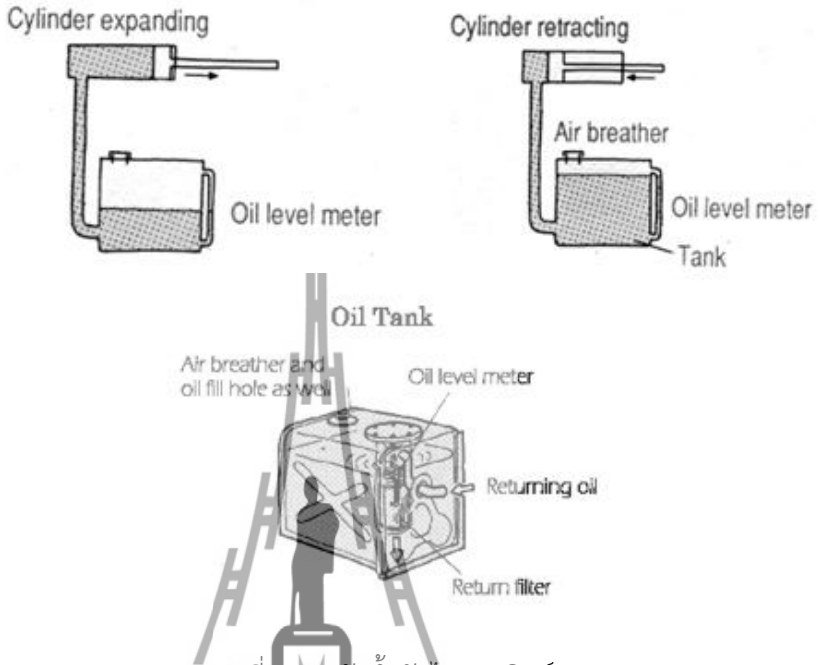
จะเห็นว่ายิ่งกระบอกสูบมีพื้นที่หน้าตัดยิ่งมากความเร็วของลูกสูบจะลดลงตามสัดส่วนในกรณีที่ระบบมีอัตราการไหลที่เท่าๆ กัน

4. มอเตอร์ไฮดรอลิกส์ (Hydraulic Motor) มอเตอร์ไฮดรอลิกส์คืออุปกรณ์ทำงานที่ทำหน้าที่เปลี่ยนแรงดันของน้ำมันไฮดรอลิกส์ไปเป็นการหมุน ส่วนโครงสร้างภายในจะเหมือนกันกับปั๊มไฮดรอลิกส์ แต่การทำงานจะกลับด้านหรือตรงกันข้ามมอเตอร์ไฮดรอลิกส์คือจะเปลี่ยนแรงดันเป็นพลังงานกลแต่ปั๊มไฮดรอลิกส์เปลี่ยนพลังงานกลเป็นแรงดัน แสดงในรูปที่ 2.11



รูปที่ 2.11 มอเตอร์ไฮดรอลิกส์แบบต่างๆ [1]

5. ถังน้ำมันไฮดรอลิกส์ คืออุปกรณ์ที่ทำหน้าที่กักเก็บน้ำมันไฮดรอลิกส์เพื่อใช้หมุนเวียนในระบบ หน้าที่ของถังน้ำมันไฮดรอลิกส์จะกักเก็บน้ำมันไฮดรอลิกส์ไว้เพื่อจ่ายให้แก่ระบบอย่างเพียงพอกับความต้องการกำจัดสิ่งสกปรกและสิ่งปนเปื้อนที่มีอยู่ในน้ำมันไฮดรอลิกส์ กำจัดน้ำออกจากระบบไฮดรอลิกส์ ระบายความร้อนให้กับน้ำมันไฮดรอลิกส์ ในระบบขนาดเล็กปริมาณของน้ำมันจะมากขึ้นเมื่อก้านสูบหดตัว แสดงดังรูปที่ 2.12



รูปที่ 2.12 ถังน้ำมันไฮดรอลิกส์ [1]

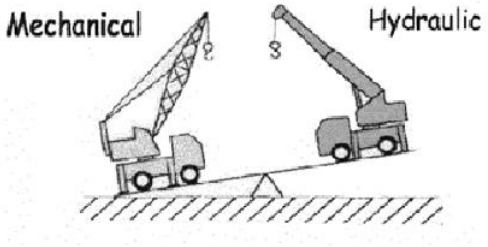
อุปกรณ์ตัวหนึ่งที่จะต้องมีควบคู่กับถังน้ำมันไฮดรอลิกส์คือตัวระบายอากาศ (Air Breathe) มีไว้เพื่อให้อากาศเข้าและออกเพื่อทดแทนกับปริมาณน้ำมันที่ลดลงและเพิ่มขึ้น ตามจังหวะการทำงานของลูกสูบและลดแรงต้านทานการเคลื่อนที่ของลูกสูบ

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

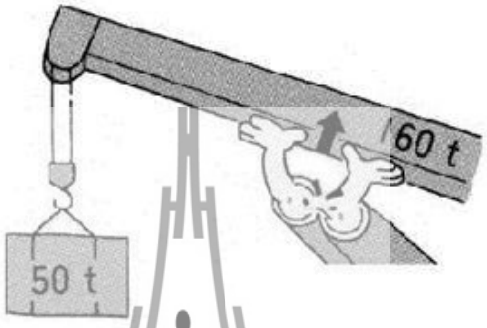
2.3.4 ข้อดีของระบบไฮดรอลิกส์

เครื่องจักรที่ใช้อุปกรณ์ไฮดรอลิกส์เป็นส่วนประกอบนั้นมีมากมายหลากหลายชนิด ทั้งนี้เป็นเพราะข้อดีของอุปกรณ์ไฮดรอลิกส์บางตัวที่มีดังต่อไปนี้คือ

2.3.4.1 อุปกรณ์ทำงาน (Actuator) มีขนาดเล็กและน้ำหนักเบากว่าอุปกรณ์ทางไฟฟ้าและกลไกอีกทั้งไม่มีความสลับซับซ้อนดังรูปที่ 2.13 และสามารถออกแบบให้ตัวเครื่องมีแรงมากได้เมื่อเปรียบเทียบกับขนาดของเครื่องจักรโดยออกแบบให้แรงดันของน้ำมันไฮดรอลิกส์สูง ในกรณีที่ต้องการแรงมาก ดังรูปที่ 2.14 เป็นตัวอย่างในการออกแบบระบบของแขนยกของเครนไฮดรอลิกส์ที่ต้องการยกน้ำหนักด้วยลูกสูบไฮดรอลิกส์

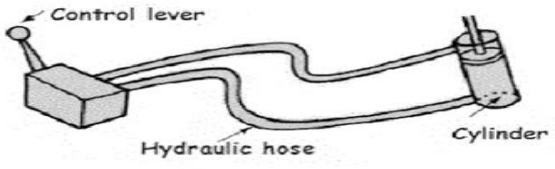


รูปที่ 2.13 เปรียบเทียบระหว่างอุปกรณ์ไฮดรอลิกส์และอุปกรณ์ทางกล [1]

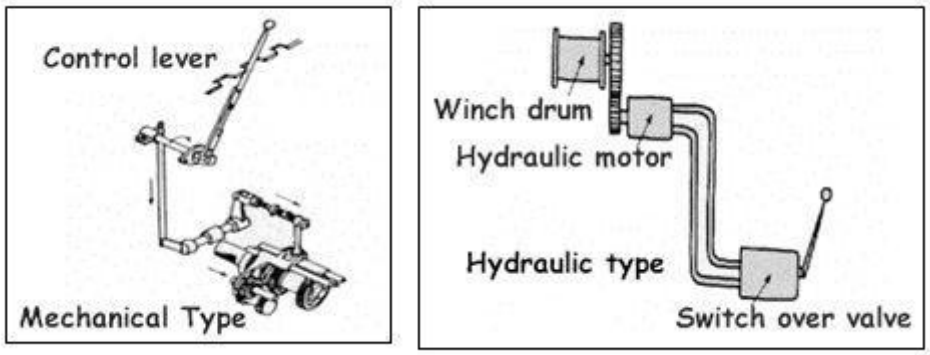


รูปที่ 2.14 การใช้งานระบบไฮดรอลิกส์ [1]

2.3.4.2 มีความง่ายต่อการควบคุม (Easy to Control) เพราะว่าระบบการควบคุมในทางกลไกนั้นจะต้องมีจุดหมุน จุดต่อต่างๆ มาก อาจต้องใช้ข้อต่อและโซ่มากมาย ทำให้ยากต่อการสร้างแก้ไขและดัดแปลง แต่สำหรับระบบไฮดรอลิกส์แล้วต้องการแค่แหล่งกำเนิดแรงดัน (Pump Unit), วาล์วเปลี่ยนทิศทาง (Directional Control Valve), อุปกรณ์ทำงาน (Actuator) และท่อทาง (Hose and Piping) ซึ่งทำให้การควบคุมระยะไกลทำได้ง่ายมาก รูปที่ 2.15 แสดงอุปกรณ์ที่จำเป็นที่ใช้ในการควบคุมการทำงานของระบบไฮดรอลิกส์ รูปที่ 2.16 แสดงเปรียบเทียบการควบคุมทางกลไกและไฮดรอลิกส์

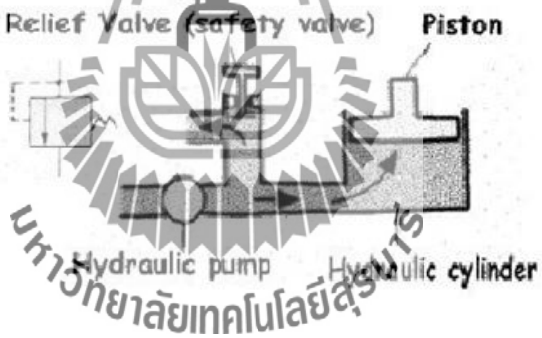


รูปที่ 2.15 อุปกรณ์ที่ใช้ในการควบคุมการทำงานของระบบไฮดรอลิกส์ [1]



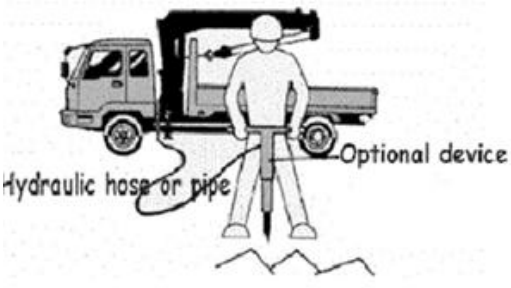
รูปที่ 2.16 เปรียบเทียบการควบคุมทางกลไกและไฮดรอลิกส์ [1]

2.3.4.3 ง่ายต่อการควบคุมโหลด (Easy to Load Control) ถ้าหากเราติดตั้งวาล์วปลดแรงดัน (Relief Valve) ลงไปในวงจรก็จะสามารถช่วยป้องกันแรงดันที่สูงผิดปกติในวงจรได้ และยังทำให้ การควบคุมแรงดันเป็นไปได้อย่างดี ป้องกันความเสียหายที่จะเกิดกับอุปกรณ์ไฮดรอลิกส์ที่เกิดจากแรงดันสูงและควบคุมแรงดันให้คงที่ อันจะเป็นผลให้แรงที่ได้จากอุปกรณ์ทำงาน (Actuator) มีความคงที่ จากรูปที่ 2.17 คือวาล์วปลดแรงดันจะเป็นตัวที่ทำให้สามารถควบคุมแรงดันภายในระบบไม่ให้เกินไปจากที่ต้องการได้ ซึ่งจากโครงสร้างของอุปกรณ์แล้วสามารถที่จะสร้างและติดตั้ง ซ่อมและแก้ไขได้ง่ายกว่าอุปกรณ์ทางกล



รูปที่ 2.17 วาล์วปลดแรงดัน (Relief Valve) [1]

2.3.4.4 ง่ายต่อการเพิ่มอุปกรณ์ทำงานสามารถที่จะเพิ่มอุปกรณ์ทำงานได้ง่ายเพียงแค่เพิ่มจุดต่อพ่วงแล้วก็ใส่อุปกรณ์ (Actuator) ทำงานพ่วงไปก็สามารถใช้งานได้ทันทีโดยไม่ต้องแก้ไขทั้งหมดของวงจรให้ยุ่งยาก ดังรูปที่ 2.18



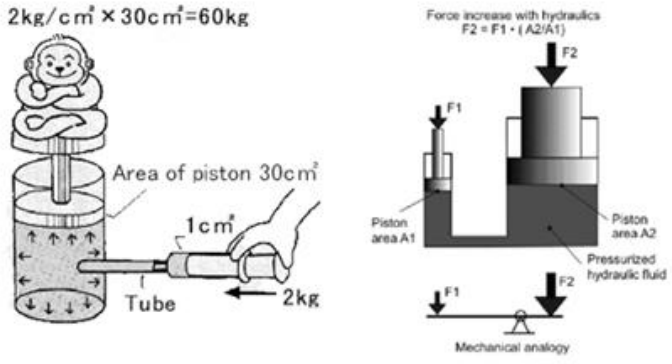
รูปที่ 2.18 จุดต่อพ่วงสำหรับใส่อุปกรณ์เพิ่ม [1]

2.3.5 หลักการทำงานของระบบไฮดรอลิกส์ (Hydraulic Principle of Operation)

1. แรงดันในระบบปิดจะมีค่าเท่ากันทุกทิศทาง แรงดันที่เกิดขึ้นกับของไหลที่ส่งผ่านไปกระทำยังผนังของภาชนะปิดจะมีค่าเท่ากันทุกทิศทุกทางไม่ว่ารูปทรงของภาชนะนั้นจะมีรูปง่ายๆ หรือสลับซับซ้อนแค่ไหนดังรูปที่ 2.19 ถ้าเราใช้เข็มฉีดยาที่มีพื้นที่ 1 ตร.ซม. กดที่ลูกสูบของเข็มฉีดยาด้วยแรง 2 กก.แรงดันของน้ำมันไฮดรอลิกส์ที่ได้จากการกระทำนี้คือ 2 กก./ตร.ซม. และถ้าแรงดันนี้ส่งผ่านท่อไปยังกระบอกไฮดรอลิกส์ที่มีพื้นที่ลูกสูบของกระบอกไฮดรอลิกส์ 30 ตร.ซม.จากการที่แรงดันในกระบอกสูบเท่ากันทุกทิศทางจะทำให้ลูกสูบมีแรงถึง 60 กก.

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

รูปที่ 2.19 แรงดันในระบบกระทำเท่ากันทุกทิศทาง [1]



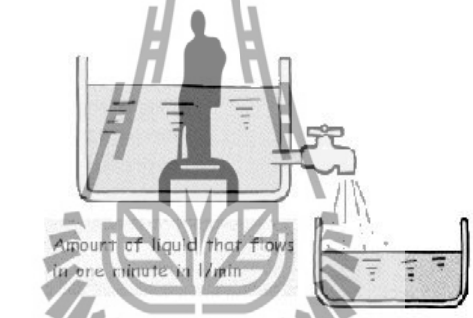
รูปที่ 2.20 แรงที่เกิดขึ้นในระบบมากหรือน้อยขึ้นอยู่กับพื้นที่กระบอกสูบ [1]

ดังที่แสดงในรูปที่ 2.20 ดังนั้นในระบบไฮดรอลิกส์การที่เราต้องการแรงจากกระบอกไฮดรอลิกส์มากน้อยแค่ไหนก็สามารถทำได้โดยการออกแบบกระบอกสูบให้มีพื้นที่หน้าตัดมากน้อยตามต้องการหรือใช้ปั๊มที่มีแรงดันสูงดังสมการ

$$P = F_1A_1 = F_2A_2 = \text{ค่าคงที่} \tag{2.3}$$

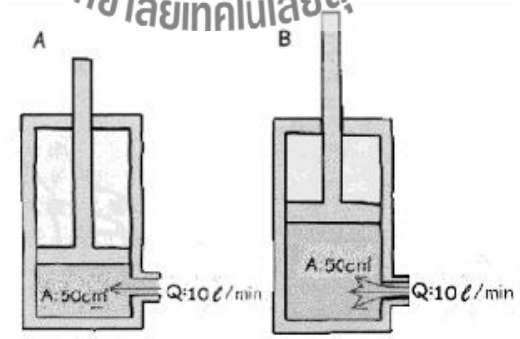
เมื่อ F_1, A_1 และ F_2, A_2 คือแรงที่กระทำกับก้านสูบ (F) และพื้นที่หน้าตัดของกระบอกสูบ (A) ในกระบอกเข็มฉีดยาตามตัวอย่าง และกระบอกสูบตามลำดับถ้าเราต้องการให้แรงที่เกิดขึ้นในกระบอกสูบมากกว่าเดิมก็ทำได้โดยการเพิ่มพื้นที่หน้าตัดของกระบอกสูบให้มากกว่าเดิมหรือเพิ่มแรงกดตรงกระบอกฉีดยาตามตัวอย่าง

2. อัตราการไหลของน้ำมันไฮดรอลิกส์ (Flow Rate of Hydraulic System) อัตราการไหล (Flow Rate, Q) คือ อัตราการเคลื่อนที่ของน้ำมันไฮดรอลิกส์ในอัตราส่วนปริมาตรหรือน้ำหนักต่อหน่วยเวลา ดังแสดงในรูปที่ 2.21 โดยทั่วไปจะวัดเป็นปริมาตรของการไหลต่อหน่วยเวลาเป็นนาทีหรือวินาที แต่ที่นิยมใช้คือ ลิตร/นาที ถ้ากระบอกสูบมีเส้นผ่าศูนย์กลางเท่ากันกระบอกสูบที่มีอัตราการไหลมากกว่าจะเคลื่อนที่เร็วกว่า เราสามารถเปรียบเทียบความเร็วของที่มีอัตราการไหลแตกต่างกัน



รูปที่ 2.21 แสดงการไหลของของไหล [1]

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี



รูปที่ 2.22 เปรียบเทียบการเคลื่อนที่ของกระบอกสูบต่างขนาด [1]

จากรูปที่ 2.22 เป็นการเปรียบเทียบความเร็วในการเคลื่อนที่ของลูกสูบของสองกระบอกสูบที่มีขนาดพื้นที่หน้าตัดเท่ากัน แต่อัตราการไหลของน้ำมันไฮดรอลิกส์ไม่เท่ากันจากสมการ

$$V = \frac{Q_1}{A_1} = \frac{Q_2}{A_2} = \text{ค่าคงที่} \tag{2.4}$$

โดยที่ V คือ

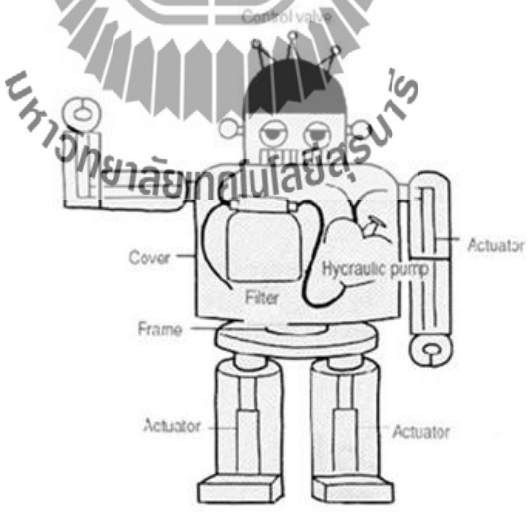
ความเร็วของกระบอกสูบ Q คืออัตราการไหลของน้ำมันไฮดรอลิกส์และ A คือพื้นที่หน้าตัดของกระบอกสูบ ดังนั้นความเร็วของลูกสูบของกระบอกสูบเมื่ออัตราการไหลของกระบอกเท่ากับ10 ลิตร/นาที พื้นที่หน้าตัดของกระบอกสูบ 50 ตารางเซนติเมตร จะเท่ากับ

$$V_a = \frac{Q_a}{A_a} = \frac{\frac{10 \times 100}{60}}{50} = 3.33\text{cm/s} \qquad (2.5)$$

แต่ถ้าเราเพิ่มอัตราการการไหลเป็น 30 ลิตร/นาที เราจะได้ความเร็วของลูกสูบเป็น

$$V_a = \frac{Q_a}{A_a} = \frac{\frac{30 \times 100}{60}}{50} = 10\text{cm/s} \qquad (2.6)$$

ซึ่งเราจะเห็นได้ว่าเมื่อเราเพิ่มอัตราการไหลให้กับระบบจะทำให้ความเร็วของลูกสูบเพิ่มขึ้น เปรียบเทียบระบบไฮดรอลิกส์กับร่างกายของคนในร่างกายมนุษย์เรามีหัวใจเปรียบเสมือนปั๊มตัวใหญ่ เรามีปอดที่เปรียบเป็นตัวฟอกเลือดเสมือนตัวกรองเลือดจากเลือดดำเป็นเลือดแดงที่สะอาด เรามีแขนมีขาที่สามารถหยิบจับสิ่งต่างๆ และทำงานต่างๆ เรามีสมองที่คอยคิดและสั่งการว่าจะให้แขนขาเคลื่อนที่ไปทางไหนอย่างไรเสมือนกับระบบของไฮดรอลิกส์ดังรูปที่ 2.23

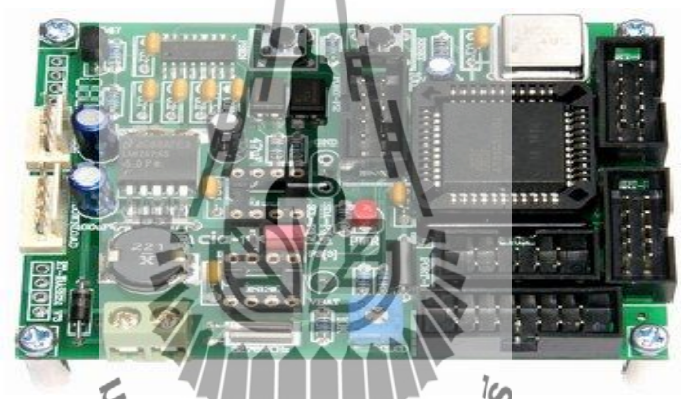


รูปที่ 2.23 เปรียบเทียบระบบไฮดรอลิกส์กับร่างกายของคนเรา [1]

2.4 บอร์ด ET-BASE 51 V3.0

ET-BASE51 V3.0 เป็นบอร์ดไมโครคอนโทรเลอร์ในตระกูล MCS51 ขนาด PLCC-44 Pin ซึ่งเลือกใช้ไมโครคอนโทรเลอร์ เบอร์ AT89C51ED2 ของ ATMEL เป็น MCU ประจำบอร์ด โดย

MCU รุ่นนี้จะบรรจุอยู่ภายในตัวถังแบบ PLCC-44 โดย MCU ตัวนี้จะมีจุดเด่นคือ เรื่องของความเร็วในการประมวลผลซึ่งสามารถทำงานได้ด้วยความถี่สูงสุด 60MHz ที่ 12 Clock / 1 Machine Cycle นอกจากนี้แล้วยังมีความเพียบพร้อมด้วยอุปกรณ์พื้นฐานต่างๆที่จำเป็นต่อการใช้งาน ไม่ว่าจะเป็นหน่วยความจำสำหรับเก็บข้อมูลแบบ EEPROM ขนาด 2 KByte หรือหน่วยความจำใช้งานแบบ RAM ซึ่งมีมากถึง 1792 Byte ส่วนในด้านของอุปกรณ์ Peripheral นั้นก็นับว่าครบถ้วนเหมาะแก่การนำไปประยุกต์ใช้งานเกี่ยวกับการควบคุมและประมวลผลต่างๆได้เป็นอย่างดี โดยจะมีทั้ง SPI, UART, Watchdog, Timer/Counter, PWM ฯลฯ โดยการออกแบบโครงสร้างของบอร์ดนั้นจะเน้นเรื่องขนาดของบอร์ดให้มีขนาดเล็กเพื่อให้ง่ายต่อการนำไปประยุกต์ใช้งาน และสะดวกต่อการพัฒนาโปรแกรม ดังแสดงในรูปที่ 2.24 บอร์ด ET-BASE 51 V3.0



รูปที่ 2.24 บอร์ด ET-BASE 51 V3.0 [2]

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

2.4.1 คุณสมบัติของบอร์ด

เลือกใช้ MCU ตระกูล MCS51 เบอร์ AT89C51ED2 ของ ATMEL เป็น MCU ประจำบอร์ด โดยคุณสมบัติเด่นๆของ MCU ได้แก่

- มีหน่วยความจำ Flash 64Kbyte
- มีหน่วยความจำ RAM ขนาด 1792 Byte
- มีหน่วยความจำ EEPROM ขนาด 2 KByte
- มีพอร์ต I/O ขนาด 8 บิต จำนวน 4 พอร์ต (P0, P1, P2 และ P3)
- มีวงจรสื่อสารอนุกรม UART จำนวน 1 พอร์ต และมีวงจรสื่อสาร SPI จำนวน 1 พอร์ต
- มีวงจร Timer/Counter ขนาด 16 บิต จำนวน 3 ชุด
- มีวงจร Watchdog, Power-ON รีเซ็ต, Capture/Compare ,PWM ใช้ Oscillator แบบโมดูลค่าความถี่ 29.4912MHz ซึ่งสามารถกำหนดการทำงานของ MCU ให้ทำงานในโหมดความเร็ว 2 เท่า (X2 Mode) ได้ ทำให้ MCU สามารถประมวลผลด้วยความเร็วสูงสุดที่ 58.9824 MHz

- มีพอร์ตสื่อสารอนุกรมแบบ RS232 จำนวน 1 ช่อง สำหรับใช้ในการดาวน์โหลดโปรแกรมให้กับบอร์ด และประยุกต์ใช้งานทั่วไป

- มีขั้ว ET-ดาวน์โหลด สำหรับรองรับการ ดาวน์โหลด HEX File แบบอัตโนมัติร่วมกับโปรแกรมFlip เพิ่มความสะดวกในการใช้งาน

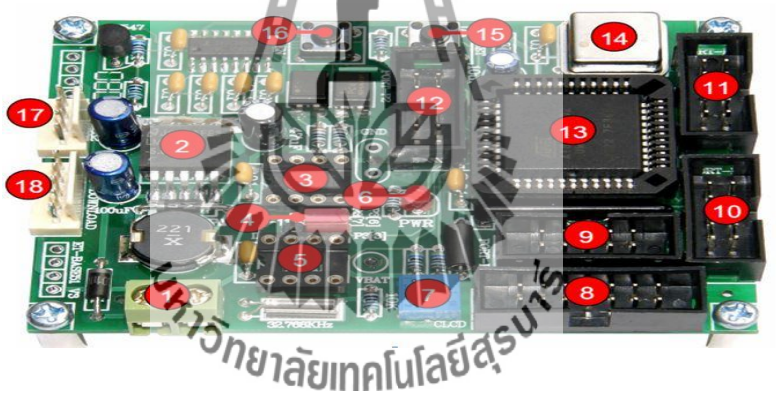
- มีขั้วต่อสัญญาณ I/O แบบ TTL แบบ Header ขนาด 2x5 จำนวน 4 ชุด (P0, P1, P2, P3)

- มี I2C RTC เบอร์ DS1307 (Option) พร้อม Battery Backup

- มี I2C EEPROM ตระกูล 24XXX (Option) Header 14 Pin สำหรับ Character LCD ควบคุมด้วย Port-P0 พร้อม VR ปรับความสว่างPower AC/DC Input พร้อม Regulate แบบ Switching เบอร์ LM2575 ขนาด 5V/1A ลดปัญหาความร้อนจากวงจร Regulate และ LED แสดงสถานะแหล่งจ่าย Powerขนาด PCB Size เล็กเพียง 8 x 6 cm.

2.4.2 โครงสร้างบอร์ด ET-BASE51 V3.0 (AT89C51ED2)

ในรูปที่ 2.25 แสดงโครงสร้างบอร์ด ET-BASE51 V3.0 ประกอบด้วยส่วนที่สำคัญๆได้แก่



รูปที่ 2.25 โครงสร้างบอร์ด ET-BASE51 V3.0 [2]

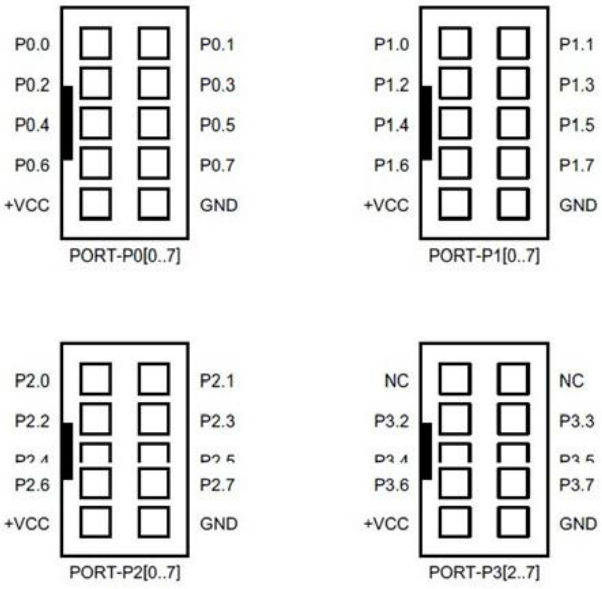
หมายเลข 1 คือ ขั้วต่อแหล่งจ่ายไฟเลี้ยงวงจรของบอร์ด ใช้กับแหล่งจ่ายไฟตรง 7-12VDC
หมายเลข 2 คือ IC Regulate แบบ Switching ขนาด 5V/1A
หมายเลข 3 คือ Socket สำหรับติดตั้งหน่วยความจำ I2C ตระกูล 24XXX
หมายเลข 4 คือ Jumper สำหรับ ตัด ต่อสัญญาณ Interrupt จาก DS1307 กับ INT1(P3.3)
หมายเลข 5 คือ Socket สำหรับติดตั้ง RTC แบบ I2C เบอร์ DS1307
หมายเลข 6 คือ LED สำหรับแสดงสถานะ ของแหล่งจ่ายไฟ +5V ของบอร์ด
หมายเลข 7 คือ VR ปรับค่า สำหรับใช้ปรับความสว่างของหน้าจอแสดงผล LCD
หมายเลข 8 คือ ขั้วต่อ 14PIN IDE สำหรับเชื่อมต่อกับ LCD แบบ Character
หมายเลข 9 คือ ขั้วต่อ PORT-P0 สำหรับเชื่อมต่อสัญญาณ P0[0..7] ออกไปใช้งาน
หมายเลข 10 คือ ขั้วต่อ PORT-P1 สำหรับเชื่อมต่อสัญญาณ P1[0..7] ออกไปใช้งาน
หมายเลข 11 คือ ขั้วต่อ PORT-P3 สำหรับเชื่อมต่อสัญญาณ P3[2..7] ออกไปใช้งาน

หมายเลข 12 คือ ขั้วต่อ PORT-P2 สำหรับเชื่อมต่อสัญญาณ P2[0..7] ออกไปใช้งาน
หมายเลข 13 คือ MCU เบอร์ AT89C51ED2 ซึ่งเป็น MCU ตระกูล MCS51 จาก ATMEL
หมายเลข 14 คือ Oscillator Module ค่า 29.4912 MHz
หมายเลข 15 คือ SW รีเซ็ต ใช้สำหรับรีเซ็ตการทำงานของ MCU ภายในบอร์ด
หมายเลข 16 คือ Switch PSEN ใช้สำหรับกำหนดสถานะโลจิก “0” ให้ขา PSEN สำหรับใช้ในขั้นตอนของการ ดาวน์โหลด HEX File ให้กับหน่วยความจำ Flash ของ MCU ในบอร์ด เมื่อต้องการใช้การ ดาวน์โหลด แบบ Manual
หมายเลข 17 คือ ขั้วต่อ RS232 หรือ Serial Port สำหรับติดต่อกับอุปกรณ์มาตรฐาน RS232 และใช้เป็น ISP ดาวน์โหลด Connector สำหรับ ดาวน์โหลด HEX File ให้กับ MCU ของบอร์ด
เมื่อต้องการใช้การ ดาวน์โหลด แบบ Manual
หมายเลข 18 คือ ขั้วต่อ ET-ดาวน์โหลด ใช้เป็น ISP ดาวน์โหลด Connector สำหรับดาวน์โหลด HEX File ให้กับ MCU ของบอร์ด เมื่อต้องการใช้การ ดาวน์โหลด แบบ Auto

2.4.3 ขั้วต่อสัญญาณต่างๆ

สำหรับขั้วต่อสัญญาณของพอร์ต I/O จาก MCU นั้น จะถูกออกแบบและจัดเตรียมไว้ผ่านทางขั้วต่อแบบ IDE Header ขนาด 2x5 จำนวน 4 ชุด คือ PORT-P0, PORT-P1, PORT-P2 และ PORT-P3ตามลำดับ โดยที่ขั้วต่อสัญญาณแต่ละชุดจะประกอบไปด้วยสัญญาณของ I/O ที่เชื่อมต่อมาจากขาสัญญาณของ MCU โดยตรงทั้งหมด โดยแต่ละพอร์ตจะมีสัญญาณพอร์ตละ 8 บิต ยกเว้น PORT-P3 ซึ่งจะมีเพียง 6 บิต คือ P3.2-P3.7 เท่านั้น ส่วน P3.0 และ P3.1 จะถูกสงวนไว้ใช้งานเป็นขาสัญญาณ RXDและ TXD สำหรับรับส่งข้อมูลของ RS232 ซึ่งสัญญาณทั้ง 2 เส้น (P3.0 และ P3.1) จะถูกเชื่อมต่อผ่านวงจรLine Driver (MAX3232) สำหรับแปลงระดับสัญญาณจากระดับโลจิก TTL ของ MCU ให้เป็นสัญญาณแรงดันตามมาตรฐานของ RS232 โดยสัญญาณที่ได้รับการแปลงเป็นแบบ RS232 จะถูกเชื่อมต่อไปรอไว้ที่ขั้วต่อแบบ CPA ขนาด 4 PIN (RS232) และ CPA 5-PIN (ET-ดาวน์โหลด) โดยการจัดเรียงสัญญาณของแต่ละชุด จะเป็นดังรูปที่ 2.26

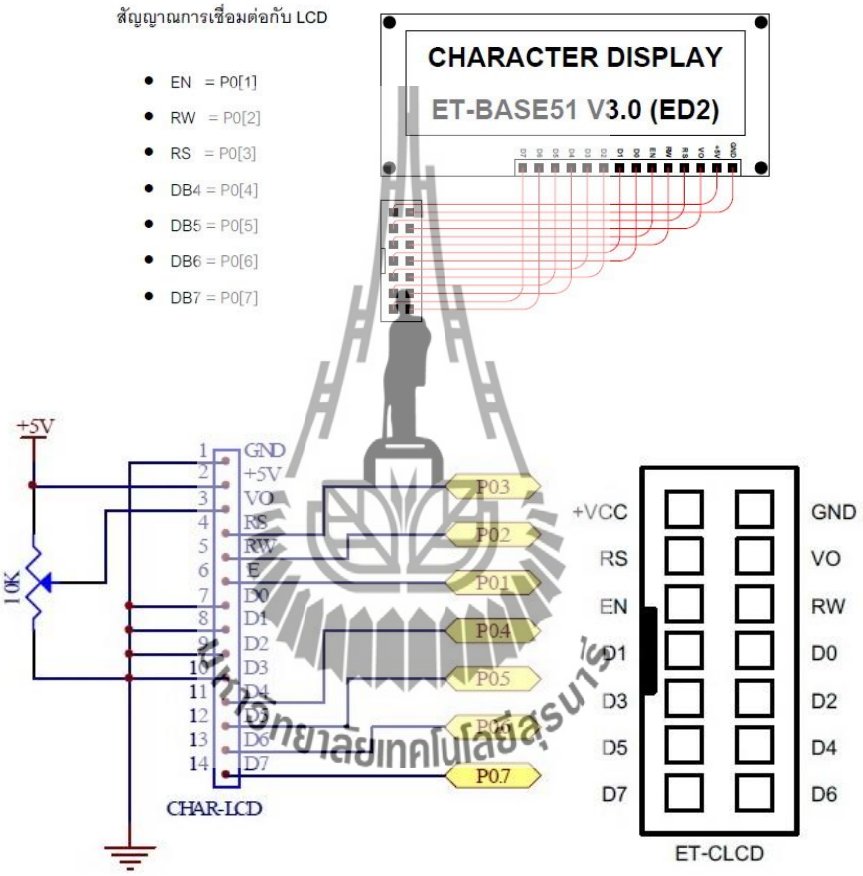
มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี



รูปที่ 2.26 การจัดเรียงสัญญาณของพอร์ต I/O ต่าง ๆของบอร์ด [2]

2.4.4 การใช้งาน LCD แสดงผล

สำหรับการเชื่อมต่อ LCD นั้นจะสามารถใช้ได้กับ LCD แบบ Character Dot-Matrix เท่านั้น โดยเชื่อมต่อแบบ 4 บิต Data โดยสัญญาณที่ใช้เชื่อมต่อกับ LCD จะเป็นสัญญาณจาก P0[1..7] จำนวน 7บิตโดยในการเชื่อมต่อสายสัญญาณจากขั้วต่อของ พอร์ต LCD ไปยังจอแสดงผล LCD นั้น ให้ยึดชื่อสัญญาณเป็นจุดอ้างอิง โดยให้ต่อสัญญาณที่มีชื่อตรงกันเข้าด้วยกันให้ครบทั้ง 14 เส้น ดังรูปที่ 2.27



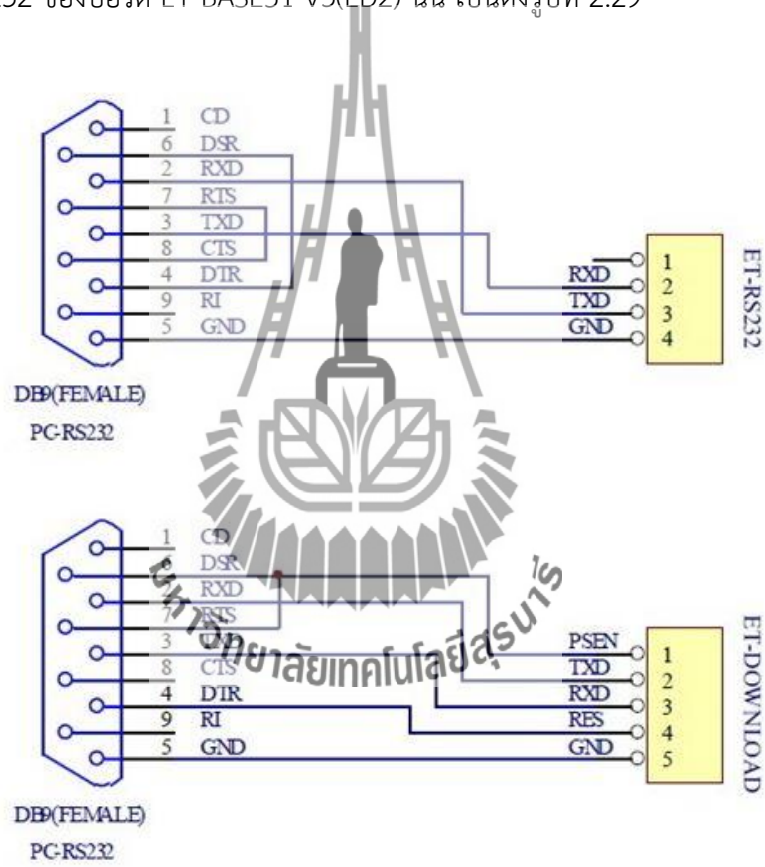
รูปที่ 2.27 การเชื่อมต่อ LCD [2]

2.4.5 การใช้งาน RS232

พอร์ต RS232 เป็นสัญญาณ RS232 ซึ่งผ่านวงจรแปลงระดับสัญญาณจาก MAX3232 เรียบร้อยแล้ว โดยมีจำนวน 1 ช่องสัญญาณ แต่จัดขั้วออกเป็น 2 แบบ คือ CPA-4PIN (RS232) สำหรับใช้งานรับส่งข้อมูลปกติ และ CPA-5PIN (ET-ดาวน์โหลด) สำหรับ Auto-ดาวน์โหลดผ่านโปรแกรม Flip ดังรูปที่ 2.28

รูปที่ 2.28 การใช้งาน RS232 [2]

สำหรับ Cable ที่จะใช้ในการเชื่อมต่อ RS232 ระหว่าง Comport ของเครื่องคอมพิวเตอร์ PC เข้ากับขั้วต่อ RS232 ของบอร์ด ET-BASE51 V3(ED2) นั้น เป็นดังรูปที่ 2.29



รูปที่ 2.29 วงจรสาย cable สำหรับ RS232 [2]

2.4.6 การดาวน์โหลด Hex file ให้กับ MCU ของบอร์ด

การดาวน์โหลด Hex File ให้กับหน่วยความจำ Flash ของ MCU ในบอร์ดนั้น จะใช้โปรแกรมชื่อ“FLIP” ของ ATMEL ซึ่งจะติดต่อกับ MCU ผ่าน Serial Port ของคอมพิวเตอร์ PC โดยโปรแกรมดังกล่าวสามารถดาวน์โหลดได้จาก WWW.ATMEL.COM โดยไม่เสียค่าใช้จ่ายใดๆ แต่สำหรับในกรณีที่ซื้อบอร์ดจาก อีทีที นั้น โปรแกรมดังกล่าวจะจัดเตรียมไว้ให้ในแผ่น CD ROM อยู่แล้ว

โปรแกรม FLIP (Flexible In-system Programmer) เป็นโปรแกรมสำหรับพัฒนาระบบของไมโครคอนโทรลเลอร์ของ ATMEL โดยสามารถใช้สนับสนุนการพัฒนาโปรแกรมของไมโครคอนโทรลเลอร์ตระกูล MCS51 ในกลุ่มที่ใช้การพัฒนาแบบ ISP ซึ่งรวมถึงเบอร์ AT89C51ED2 ด้วย โดยโปรแกรมจะทำงานภายใต้ระบบปฏิบัติการของ Windows9X/Me/NT/2000 และ Windows XP โดยสนับสนุนการเชื่อมต่อกับระบบฮาร์ดแวร์ที่ใช้การเชื่อมต่อแบบ RS232 หรือ CAN หรือ USB ซึ่งวิธีการเชื่อมต่อของโปรแกรม FLIP กับระบบฮาร์ดแวร์ของไมโครคอนโทรลเลอร์นั้น จะขึ้นอยู่กับความสามารถของตัวไมโครคอนโทรลเลอร์ที่จะนำมาทำการพัฒนาว่าสามารถใช้การติดต่อสื่อสารด้วยวิธีใดได้บ้าง แต่สำหรับไมโครคอนโทรลเลอร์เบอร์ AT89C51ED2 นั้นจะสามารถใช้การเชื่อมต่อผ่านทางพอร์ตอนุกรม RS232เท่านั้น ไม่สามารถเชื่อมต่อผ่านระบบการสื่อสารของ CAN หรือ USB ได้ โดยโปรแกรม FLIP จะใช้สำหรับดาวน์โหลดข้อมูลให้กับหน่วยความจำของไมโครคอนโทรลเลอร์ที่ทำงานใน Monitor Mode เพื่อให้ผู้ใช้สั่งจัดการกับหน่วยความจำภายในตัวซีพียูไม่ว่าจะเป็นการสั่งลบข้อมูล (Erase) สั่งตรวจสอบข้อมูลในหน่วยความจำ (Blank Check) สั่งโปรแกรมข้อมูลให้กับหน่วยความจำโปรแกรมของซีพียู (Program) สั่งเปรียบเทียบข้อมูลจาก Buffer กับหน่วยความจำในตัวซีพียู (Verify) หรือสั่งอ่านข้อมูลจากหน่วยความจำของ ซีพียู (Read) เป็นต้น โดยในการดาวน์โหลด HEX File จาก PC ให้กับบอร์ดจะใช้กับสาย RS232 ในการสั่งดาวน์โหลดโปรแกรมซึ่งสามารถใช้งานได้กับโปรแกรม FLIP ทุกรุ่น ซึ่งเมื่อต้องการให้โปรแกรม FLIP ติดต่อกับซีพียูใน Monitor Mode ด้วยวิธีการดาวน์โหลดแบบ Manual นั้น จะต้องสั่งรีเซ็ตให้ซีพียูเข้าทำงานใน Monitor Mode ก่อน จึงจะสามารถสั่งงานซีพียูผ่านทางโปรแกรม FLIP ได้ ซึ่งหลักการสำหรับรีเซ็ตให้ซีพียูเข้าทำงานใน Monitor Mode จะต้องกำหนดให้ขาสัญญาณ PSEN มีสภาวะเป็น“0” ในขณะที่ซีพียูหลุดพ้นจากสภาวะของการรีเซ็ต ซึ่งตามปกติแล้วหลังการรีเซ็ตทุกครั้งซีพียูจะตรวจสอบสภาวะของขาสัญญาณ PSEN ว่าเป็น “0” หรือไม่ ถ้าไม่ใช่ก็จะทำงานในโหมดการทำงานปกติแต่ถ้าใช่ก็จะตรวจสอบสถานะของสัญญาณอื่นๆ ที่เกี่ยวข้องกับการทำงานใน Monitor Mode ถ้าเงื่อนไขอื่นๆ ถูกต้องก็จะเข้าทำงานใน Monitor Mode ทันที สำหรับบอร์ด รุ่น ET-BASE51 V3.0 (AT89C51ED2) นั้นการที่จะสั่งรีเซ็ตให้ซีพียูของ ATMEL เข้าทำงานใน Monitor Mode ได้ 2 แบบ คือแบบ Auto โดยใช้สาย ET-ดาวน์โหลดและแบบ Manual โดยใช้สาย RS232 ร่วมกับ Switch PSEN และรีเซ็ต

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

2.4.7 ปัญหาต่างๆในขณะใช้งานโปรแกรม FLIP และแนวทางการแก้ไข

ในบางครั้งเมื่อเรียกใช้คำสั่งต่างๆของโปรแกรม FLIP แล้ว อาจเกิดความผิดพลาดบางประการขึ้นซึ่งอาจไม่ใช่ปัญหาที่เกิดจากความบกพร่องของระบบฮาร์ดแวร์ แต่อาจเกิดการการกำหนดพารามิเตอร์บางอย่างในโปรแกรมไม่ถูกต้องหรือข้ามขั้นตอนบางประการไป ซึ่งเมื่อโปรแกรม FLIP ไม่สามารถปฏิบัติตามคำสั่งที่ผู้ใช้งานสั่งไปได้สำเร็จจะแสดงอาการ Error ต่างๆ ให้ทราบซึ่งพอสรุปได้ดังนี้

1. Time Out Error เป็นความผิดพลาดที่เกิดจากการที่โปรแกรม FLIP ไม่สามารถทำการสื่อสารกับซีพียูใน Monitor Mode ได้ซึ่งอาจเกิดหลายสาเหตุ เช่น

- การต่อสายสัญญาณระหว่างขั้วต่อ RS232 ของบอร์ดกับขั้วต่อพอร์ตสื่อสารอนุกรม RS232 ของคอมพิวเตอร์ยังไม่เรียบร้อยหรือต่อไม่ตรงกับที่กำหนดตัวเลือกไว้ในโปรแกรม หรือการ

กำหนดรูปแบบและตัวเลือกต่างๆในการสื่อสารไม่ถูกต้อง เมื่อพบปัญหานี้ให้ลองทำการตรวจสอบค่าต่างๆ ในการสื่อสารใน Setting Communication RS232

- ยังไม่ได้รีเซ็ตให้ซีพียูเข้าทำงานใน Monitor Mode รอไว้ก่อนที่จะสั่งงานโปรแกรม หรือบอร์ดยังไม่พร้อมทำงานเช่น ยังไม่ได้จ่ายไฟเลี้ยงให้บอร์ด

- กำหนดค่าอัตราบอด (Baud rate) เร็วเกินไปซึ่งในกรณีที่ใช้งานกับเครื่องคอมพิวเตอร์ที่มีความเร็วมากๆ นั้นควรกำหนดค่าอัตราบอดในการสื่อสารให้ช้าลงซึ่งอาจใช้ค่า 19200 หรือ 9600 ก็พอเพราะถ้ากำหนดให้ความเร็วมากเกินไป เมื่อโปรแกรม FLIP ส่งข้อมูลให้กับซีพียูแบบต่อเนื่องนั้นอาจทำให้ซีพียูไม่สามารถประมวลผลคำสั่งหรือข้อมูลต่างๆที่ส่งไปให้ทันก็จะทำให้เกิดความผิดพลาดบ่อยครั้งขึ้น

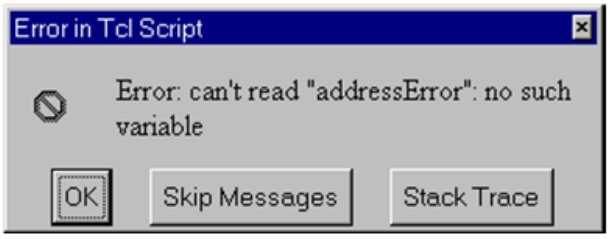
2. Software Security Bit Set. Cannot access device Data เป็นความผิดพลาดที่เกิดจากการนำซีพียูที่มีการสั่ง Lock Bit ของ Security Bit ไว้ก่อนแล้ว จึงมาสั่ง Program หรือ Verify หรือ Read ในภายหลังโดยยังไม่ได้สั่งลบข้อมูลเก่าออกเสียก่อน ซึ่งให้แก้ปัญหาด้วยการสั่งลบข้อมูล (Erase) เสียก่อนแล้วจึงสั่งเขียนข้อมูลใหม่อีกครั้งหนึ่ง

3. The board reply is not correct เป็นความผิดพลาดที่เกิดจากการสื่อสารข้อมูลระหว่างโปรแกรม FLIP กับ ไมโครคอนโทรลเลอร์เกิดความผิดพลาดในลักษณะของ Framing Error ขึ้น ซึ่งปัญหาอาจเกิดจากการกำหนดค่าอัตราบอดไม่ถูกต้องกับค่าความถี่ของ Crystal ที่ใช้กับบอร์ด

4. The RS232 port could not be opened เป็นความผิดพลาดที่เกิดจากโปรแกรม FLIP ไม่สามารถสั่งเปิดการทำงานของพอร์ตสื่อสารอนุกรม RS232 ของเครื่องคอมพิวเตอร์ PC ได้ ซึ่งอาจเกิดจากการกำหนดหมายเลข Comport ในโปรแกรมที่เลือกไว้ไม่มีอยู่จริง หรือมีโปรแกรมอื่นเรียกใช้งาน Comport นั้นค้างอยู่หรือเรียกใช้งานโปรแกรม FLIP ในขณะที่กำลังสั่งปิดโปรแกรมอื่นๆที่มีการใช้งาน Comport อยู่ด้วยซึ่งให้ลองปิดโปรแกรม FLIP แล้วสั่งเปิดโปรแกรมใหม่ดูถ้ายังเกิดปัญหาเดิมอยู่อีกอาจลองตรวจสอบสาเหตุอื่นๆที่เกี่ยวข้องและทำการแก้ไข

5. Check sum error เป็นความผิดพลาดที่เกิดจากการที่ซีพียูรับข้อมูลที่ส่งไปจากคอมพิวเตอร์ PC ไม่ครบถูกต้องทั้งหมด ซึ่งปัญหาอาจเกิดจากการกำหนดความเร็วในการสื่อสารอัตราบอดเร็วเกินไป หรือกำหนดไว้ไม่เหมาะสมกับค่าความถี่ที่ใช้ให้ลองเปลี่ยนค่าอัตราบอดให้ช้าลงกว่าเดิม ซึ่งค่าที่เหมาะสมได้แก่ 9600, 19200 และ 38400 แต่ถ้าคอมพิวเตอร์ไม่เร็วมากนักก็อาจกำหนดเป็น 57600 หรือ115200 ก็ได้ แต่ถ้ากำหนดค่าสูงๆ แล้วเกิด Error ควรลดค่าอัตราบอดให้ช้าลงกว่าเดิม

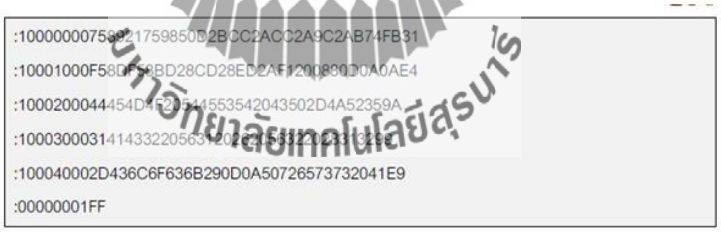
6. การสั่งโหลด HEX ไม่ได้เป็นความผิดพลาดที่เกิดจากการที่โปรแกรม FLIP ไม่สามารถอ่านข้อมูลใน HEX File ออกมาได้ ซึ่งอาจเกิดจากไฟล์ที่สั่งโหลดนั้น ไม่ใช่ไฟล์แบบ Intel HEX เนื่องจากโปรแกรม FLIP สามารถใช้งานกับไฟล์แบบ Intel HEX เท่านั้น ส่วนไฟล์ในรูปแบบอื่นๆ จะไม่สามารถนำมาใช้งานกับโปรแกรมนี้ได้ ส่วนปัญหาอีกประการหนึ่งที่มักพบอยู่บ่อยๆ คือโปรแกรม FLIP ไม่สามารถอ่าน HEX File ได้ทั้งๆ ที่ไฟล์ที่สั่งให้อ่านนั้นเป็นไฟล์แบบ Intel HEX อยู่แล้ว ซึ่งที่พบอยู่บ่อยๆก็ได้แก่ HEX File ที่สั่งแปลโดยใช้โปรแกรม Assembler ของ SXA51.EXE เนื่องจาก HEX File ที่ได้จากการแปลของโปรแกรมตัวนี้จะเกิดบรรทัดว่างอยู่ในไฟล์ในส่วนเริ่มต้นบรรทัดแรกด้วย 1 บรรทัด ซึ่งตามรูปแบบของ HEX File แล้วในแต่ละบรรทัดของไฟล์จะต้องเริ่มต้นด้วยเครื่องหมายโคลอน (:) แล้วตามด้วยข้อมูลต่างๆ ในบรรทัดนั้น แต่เมื่อบรรทัดแรกเป็นบรรทัดว่างโปรแกรมจึงแสดง Error ว่าไม่ใช่ HEX File โดยโปรแกรม FLIP จะแสดง Error ให้ทราบดังรูปที่ 2.40



รูปที่ 2.30 Error [2]

สำหรับวิธีการแก้ไขปัญหานี้ให้ใช้โปรแกรม Text Editor เปิด HEX File ที่ได้จากการแปลของ SXA51.EXE แล้วตัดบรรทัดว่างในไฟล์นั้นทิ้งไปแล้วสั่งบันทึกใหม่ก็จะสามารถนำไปใช้ได้แล้ว ดังรูปที่ 2.31 และรูปที่ 2.32

รูปที่ 2.31 ลักษณะของ HEX FILE ที่ได้จากการแปลของ SXA51 [2]



รูปที่ 2.32 ลักษณะของ HEX FILE ที่สามารถใช้ได้กับโปรแกรม FLIP ได้หลังตัดบรรทัดว่างทิ้งไปแล้ว [2]

7. เมื่อสั่งโปรแกรมข้อมูลให้กับซีพียูเรียบร้อยแล้วหลังจากรีเซ็ตบอร์ดแล้วไม่ทำงาน ซึ่งปัญหานี้อาจเกิดจากสาเหตุความผิดพลาดหลายประการ ซึ่งพอสรุปได้ 2 กรณีคือ

- โปรแกรมที่เขียนขึ้นไม่ถูกต้องยังไม่สามารถทำงานได้เอง ซึ่งปัญหานี้ผู้ใช้ต้องหาทางตรวจสอบและแก้ไขความผิดพลาดที่เกิดขึ้นเอง

- ยังไม่ได้มีการสั่ง Load HEX เข้ามารอไว้ยัง Buffer แล้วสั่งโปรแกรม (Program Device) ซึ่งโปรแกรม FLIP จะนำข้อมูลที่อยู่ใน Buffer เขียนไปยังหน่วยความจำของโปรแกรม

- สวิตช์ PSEN อาจถูกกดค้างอยู่ จึงทำให้การรีเซ็ตบอร์ดทุกๆครั้งนั้น ซีพียู จะเข้าไปทำงานใน Monitor Mode เสมอ ซึ่งปัญหานี้สามารถตรวจสอบได้โดยการวัดระดับลอจิกที่

ขาสัญญาณ PSEN ของซีพียู ซึ่งควรมีสภาวะเป็น “1” ถ้าไม่มีการกดสวิตช์ PSEN ไว้ และควรมีสภาวะเป็น “0” ถ้ามีการกดสวิตช์ PSEN ไว้

- สวิตช์รีเซ็ต อาจถูกกดค้างอยู่จึงทำให้ซีพียูไม่สามารถหลุดพ้นจากสภาวะการรีเซ็ตได้ ซึ่งปัญหานี้สามารถตรวจสอบได้โดยการวัดระดับลอจิกที่ขาสัญญาณรีเซ็ตของซีพียู ซึ่งควรมีสภาวะเป็น “0” ถ้าไม่มีการกดสวิตช์รีเซ็ตไว้ และควรมีสภาวะเป็น “1” ถ้ามีการกดสวิตช์รีเซ็ตไว้

- ค่าของ Device BSB ยังไม่ได้ถูกกำหนดให้มีค่าเป็น 00H ไว้ ซึ่งจะทำให้โปรแกรมกระโดดไปทำงานยังตำแหน่งที่ชี้โดย Device SBV แทน ซึ่งถ้าค่าของ Device SBV ไม่ใช้ศูนย์ก็จะเหมือนกับว่าโปรแกรมไม่ทำงาน ซึ่งการแก้ไขปัญหานี้หลังจากสั่งโปรแกรมข้อมูลให้กับซีพียูเรียบร้อยแล้วควรกำหนดให้ค่าของ Device BSB และ Device SBV มีค่าเป็น 00H ไว้ทั้งคู่จะดีที่สุด

2.5 เซนเซอร์

เซนเซอร์คือ อุปกรณ์ตรวจจับสัญญาณหรือปริมาณทางฟิสิกส์ต่างๆ เช่น อุณหภูมิ เสียง แสง การสัมผัส อุณหภูมิ เสียง แสง แรงทางกล (force) ความดันบรรยากาศ (pressure) ระยะกระจัด (displacement) ความเร็ว (speed) อัตราเร่ง (acceleration) ระดับของๆ เหลว (liquid level) และอัตราการไหล (flow rate) จากนั้นจะทำหน้าที่เปลี่ยนเป็นสัญญาณออกหรือปริมาณเอาต์พุตที่ได้จากการวัดในอีกรูปแบบหนึ่งที่สามารถนำไปประมวลผลต่อได้

เซนเซอร์เป็นตัวที่ใช้ตรวจจับสภาวะใดๆ เช่น อุณหภูมิ สี แสงหรือวัตถุต่างๆ โดยอาศัยหลักการที่แตกต่างกันไปแต่ละตัว เพื่อเปลี่ยนจากคุณสมบัติของฟิสิกส์มาเป็นคุณสมบัติทางไฟฟ้าเช่น ที่ใช้งานกันใน Sumo Robot คือ เซนเซอร์สีขาวดำโดยอาศัยหลักการสะท้อนแสงของสีขาวและสีดำทางฟิสิกส์แล้วจะเห็นว่าสีขาวมีอัตราการสะท้อนแสงมากกว่าสีดำเราจึงสามารถนำแสงสะท้อนมาเปรียบเทียบได้ โดยใช้ตัวเซนเซอร์คือ อุปกรณ์จำพวกโฟโต้ เช่น โฟโต้ไดโอด โฟโต้ทรานซิสเตอร์ LDR เป็นต้น ซึ่งจะมีความไวต่อแสงมากตัวเซนเซอร์ส่วนใหญ่เมื่อแสดงผลเอาพุตจะแสดงผลในรูปความต้านทานที่เปลี่ยนไปตามสภาวะของตัวเซนเซอร์นั้นๆ ในปัจจุบันในวงการเซนเซอร์ได้พัฒนาไปมาก มีเซนเซอร์ให้เราได้เลือกใช้มากมายมีวงจรที่ง่ายขึ้นมีความแม่นยำสูงจึงทำให้เราสามารถมีตัวเลือกในการใช้งานมากขึ้นงานที่เราจะทำก็ง่ายขึ้น

ปัจจัยในการเลือกเซนเซอร์ใช้งานขึ้นอยู่กับปริมาณธรรมชาติของปริมาณทางฟิสิกส์ที่จะทำการวัดและควบคุมค่าเป็นสำคัญ รวมไปถึงราคา ความน่าเชื่อถือ ตลอดจนคุณภาพของข้อมูลที่ทำการวัด นอกจากนี้ยังมีปัจจัยสำคัญอื่นที่ควรพิจารณาอีก เช่น ความเหมาะสมของเซนเซอร์ที่จะนำไปใช้ในสภาพแวดล้อมนั้นๆ ยกตัวอย่างเช่น เซนเซอร์ตรวจวัดอุณหภูมิที่ถูกออกแบบให้ใช้งานในบ้านพักอาศัยทั่วไปจะมีความแตกต่างและไม่สามารถนำไปใช้แทนเซนเซอร์วัดอุณหภูมิในโรงงานผลิตสารเคมีได้ ทั้งนี้เนื่องจากเซนเซอร์ตรวจวัดอุณหภูมิซึ่งใช้ในกระบวนการผลิตต่างๆ ในโรงงานนั้นจำเป็นต้องมีอัตราความสามารถในการทนต่อสภาวะที่อุณหภูมิสูง ความดันสูงหรือสามารถทนต่อการกัดกร่อนได้สูงกว่าเซนเซอร์ที่ถูกออกแบบให้ใช้งานทั่วไป

2.5.1 ทำไมจำเป็นต้องใช้เซนเซอร์

โดยทั่วไปเทคโนโลยีของเซนเซอร์ได้ถูกนำไปใช้เป็นองค์ประกอบหลักที่สำคัญในลักษณะงานแบ่งเป็น 2 ประเภทคือ

1. ใช้ตรวจวัดปริมาณทางฟิสิกส์เพื่อนำไปแสดงผลการตรวจวัดหรือจัดเก็บบันทึกเป็นข้อมูลในระบบการวัด

2. ใช้ตรวจสอบสภาพกระบวนการในระบบการควบคุมเซนเซอร์สำหรับการตรวจวัดข้อมูลที่เป็นตัวแปรทางฟิสิกส์ โดยมากจะถูกนำไปใช้เป็นข้อมูลเพื่อแสดงสถานะสภาพของระบบในขณะนั้น เช่น เซนเซอร์วัดความเร็วในรถยนต์ และมิเตอร์วัดความเร็ว เป็นต้นแต่ในบางครั้งเซนเซอร์อาจจะใช้สำหรับการบันทึกข้อมูลเพื่อใช้สำหรับการบันทึกข้อมูลแสดงสมรรถนะของระบบได้เช่นกันเช่น ทาโคกราฟ (tachograph) ที่บันทึกข้อมูลแสดงเป็นกราฟของความเร็วเทียบกับเวลาในรถยก หรือรถบรรทุก เป็นต้น สำหรับกรณีของเซนเซอร์ที่ใช้ในการตรวจสอบสภาพกระบวนการส่วนใหญ่แล้วจะมีความหลากหลายและแตกต่างกันน้อยกว่าเซนเซอร์ที่ใช้สำหรับตรวจวัดและบันทึกข้อมูลข้างต้น ทั้งนี้เนื่องจากเซนเซอร์สำหรับตรวจวัด และบันทึกข้อมูลจำเป็นต้องมีความหลากหลายแตกต่างกันไปตามปริมาณทางฟิสิกส์ที่ทำการวัดและจัดเก็บเป็นข้อมูลที่จะนำไปใช้งานต่อไปในส่วนของระบบควบคุมทั่วไปสัญญาณออกหรือข้อมูลที่ได้จากเซนเซอร์จะถูกป้อนไปเป็นสัญญาณอินพุตให้กับอุปกรณ์ควบคุมกระบวนการของระบบ เพื่อให้การทำงานของระบบเป็นไปตามที่เราต้องการ เช่น สัญญาณออกหรือข้อมูลที่ได้จากเซนเซอร์ตรวจสอบความเร็วล้อรถในระบบเบรกป้องกันล้อล็อคจะถูกส่งไปควบคุมแรงดันปั๊มไฮโดรลิกส์ของเบรกทำการบังคับและห้ามล้อไม่ให้เกิดการลื่นไถลในขณะที่ผู้ขับทำการเบรก

2.5.2 ประเภทของเซนเซอร์

เซนเซอร์แบ่งออกเป็น 7 ชนิด ซึ่งแบ่งออกได้ดังนี้

1. เซนเซอร์ตรวจจับวัตถุ (Distance Sensor) เช่น Limit Switch, Proximity Switch, Photoelectric Sensor, Magnetic Sensor

2. เซนเซอร์ตรวจวัดระดับ (Level Sensor) เช่น Encoder, Ultrasonic Sensor, Level Sensor, Linear Transducers

3. เซนเซอร์วัดอัตราการไหล (Flow Sensor)

4. เซนเซอร์วัดอุณหภูมิ (Temperature Sensor)

5. เซนเซอร์วัดแรงดัน (Pressure Sensor)

6. เซนเซอร์วัดน้ำหนัก (Load Cell)

7. เซนเซอร์วัดพื้นที่ (Area Sensor) เช่น Mini Array

2.5.3 คุณสมบัติของเซนเซอร์แต่ละชนิด

2.5.3.1 เซนเซอร์ตรวจจับวัตถุ (Distance Sensor) แบ่งออกเป็น 4 ชนิด ได้แก่ Limit Switch, Proximity Switch ,Photoelectric Sensor, Magnetic Sensor

- ลิมิตสวิทช์ (Limit Switch) สำหรับลิมิตสวิทช์จะเป็นสวิทช์ประเภทหนึ่งที่มีหลักการทำงานคล้าย push botton ที่นิยมใช้ในการตรวจสอบตำแหน่งของวัตถุหรืออุปกรณ์ที่มีการเคลื่อนที่สวิทช์นี้มักจะมีขนาดเล็กและใช้งานอยู่ทั่วไปในระบบควบคุมอัตโนมัติและสวิทช์ประเภทนี้มักจะมีขาให้เลือกว่าเราจะใช้ขาที่เป็นแบบ NO หรือ NC ได้ส่วนการทำงานจะอาศัยแรงกดจากภายนอกมากระทำเช่นวางของทับที่ปุ่มกดหรือลูกเบี้ยวมาชนที่ปุ่มกด

- พร็อกซิมิตี้เซนเซอร์ (Proximity Sensor) หรือพร็อกซิมิตี้สวิทช์ (Proximity Switch) คือเซนเซอร์ชนิดหนึ่งที่สามารถทำงานโดยไม่ต้องสัมผัสกับชิ้นงานหรือวัตถุภายนอก โดยลักษณะของการ

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

ทำงานอาจจะส่งหรือรับพลังงานรูปแบบใดรูปแบบหนึ่งดังต่อไปนี้ คือ สนามแม่เหล็ก สนามไฟฟ้า แสง เสียง และสัญญาณลมส่วนการนำเซนเซอร์ประเภทนี้ไปใช้งานนั้น ส่วนใหญ่จะใช้กับงานตรวจจับตำแหน่ง ระดับ ขนาด และรูปร่าง ซึ่งโดยปกติแล้วจะนำมาใช้แทนลิมิตสวิทช์เนื่องด้วยสาเหตุของอายุการใช้งานและความเร็วในการตรวจจับวัตถุเป้าหมาย ทำได้ดีกว่าอุปกรณ์ประเภทสวิตช์ซึ่งอาศัยหน้าสัมผัสทางกล

ประเภทของพร็อกซิมิตี้เซนเซอร์ แบ่งออกเป็น 2 ชนิด ดังนี้

1. เซนเซอร์แบบเหนี่ยวนำ (Inductive Sensor) เป็นเซนเซอร์ที่ทำงานโดยอาศัยหลักการเปลี่ยนแปลงค่าความเหนี่ยวนำของขดลวด ซึ่งการเปลี่ยนแปลงดังกล่าวจะมีผลต่อชิ้นงานหรือวัตถุที่เป็นโลหะเท่านั้น หรือเรียกกันทางภาษาเทคนิคว่า “ อินดักทีฟเซนเซอร์ ” ข้อเด่นของเซนเซอร์ชนิดนี้คือ ทนทานและสามารถทำงานได้ในช่วงอุณหภูมิที่กว้าง (wide temperature ranges) สามารถทำงานในสภาวะที่มีการรบกวนทางแสง (Optical) และเสียง (Acoustic) ซึ่งเทียบเท่ากับชนิดเก็บประจุและอื่นๆดังตารางที่ 2.1

ตารางที่ 2.1 ข้อดีและข้อเสียของเซนเซอร์แบบเหนี่ยวนำ

ข้อดี	ข้อเสีย
- อายุการใช้งานไม่ได้ขึ้นกับจำนวนครั้งของการทำงาน - มีลำตัวที่แข็งแรงใช้งานในโรงงานได้ดี - มีดัชนีป้องกันสูง - สามารถทำงานร่วมกับอุปกรณ์อิเลคทรอนิกส์ได้ดี - ไม่มีส่วนประกอบใดๆที่ต้องสัมผัสกับวัตถุที่ตรวจจับ - สามารถตรวจจับวัตถุที่เคลื่อนที่ย้านความเร็วสูงได้	- ระยะการตรวจจับจำกัด - ตรวจจับได้เฉพาะวัตถุที่เป็นโลหะเท่านั้น - คำนวณจุดการทำงานได้ยาก หากเป้าตรวจจับไม่ได้มาตรฐาน (เล็กกว่า) และชนิดของโลหะที่ไม่ใช่เหล็ก

2. เซนเซอร์ชนิดเก็บประจุ (Capacitive Sensor) เซนเซอร์ประเภทนี้มีโครงสร้างทั้งภายนอกและภายในคล้ายกับแบบเหนี่ยวนำการเปลี่ยนแปลงของความจุซึ่งเนื่องมาจากการเคลื่อนที่ของวัตถุชนิดหนึ่งเข้ามาใกล้สนามไฟฟ้าของคาปาซิเตอร์ เซนเซอร์ชนิดนี้สามารถตรวจจับอุปกรณ์ที่ไม่ได้เป็นโลหะได้และเป็นโลหะได้อื่นๆ ดังตารางที่ 2.2

ตารางที่ 2.2 ข้อดีและข้อเสียของเซนเซอร์ชนิดเก็บประจุ

ข้อดี	ข้อเสีย

- เซนเซอร์ประเภทนี้คือสามารถตรวจจับวัตถุได้ทุกประเภท ทั้งที่เป็นโลหะและอโลหะ - สามารถที่จะตรวจจับวัตถุที่อยู่ในบรรจุภัณฑ์ได้เหมือนสามารถมองทะลุบรรจุภัณฑ์	- อ่อนไหวต่อสภาวะแวดล้อมมาก อาจส่งสัญญาณผิดพลาดได้หากสภาวะแวดล้อมเซนเซอร์เปลี่ยนแปลงไปเช่นมีฝุ่นมากในบริเวณที่เซนเซอร์อยู่

- โฟโต้เซนเซอร์ (Photo Sensor) คือเซนเซอร์ชนิดใช้แสง (Optical sensor หรือ Photo sensor) โดยทั่วไปใช้ในงานการตรวจจับการเคลื่อนไหว การตรวจจับวัตถุ และการตรวจสอบขนาด รูปร่างของวัตถุ เซนเซอร์ชนิดนี้ทำงานโดยอาศัยหลักการส่งและรับแสง มีส่วนประกอบสำคัญ 2 ส่วน คือ ตัวส่งแสง (Emitter) และตัวรับแสง (Receiver) ลักษณะการตรวจจับเกิดจากการที่ลำแสงจากตัวส่งแสง ส่งไปสะท้อนกับวัตถุหรือถูกขวางกั้นด้วยวัตถุ ส่งผลให้ตัวรับแสงรู้สภาวะที่เกิดขึ้นและเปลี่ยนแปลงสภาวะของสัญญาณทางด้านเอาต์พุตเพื่อนำไปใช้งานต่อไป

ประเภทของเซนเซอร์ชนิดใช้แสงสามารถแบ่งตามลักษณะการตรวจจับและตำแหน่งการติดตั้งตัวรับแสงและตัวส่งแสงได้ 3ประเภท

- ประเภทตรวจจับโดยตรง (Diffuse-reflective optical sensor)
- ประเภทลำแสงสะท้อนกลับ (Retro - reflective optical sensor)
- ประเภทลำแสงผ่านตลอด (Through - beam optical sensor)

นอกจากเซนเซอร์ชนิดใช้แสงทั้ง 3 ประเภทแล้ว ยังมีเซนเซอร์แบบพิเศษที่ออกแบบมาเพื่อการใช้งานบางอย่างโดยเฉพาะเช่น ประเภทใยแก้วนำแสง (Fiber-Optic optical sensor) ซึ่งเป็นได้ทั้งแบบสะท้อนวัตถุโดยตรงและแบบแยกตัวรับและตัวส่ง มีระยะการตรวจจับที่ไกล้ที่สุดขึ้นอยู่กับชนิดและคุณสมบัติของใยแก้วนำแสง เหมาะสำหรับใช้ตรวจจับวัตถุขนาดเล็กและใช้ในงานที่มีพื้นที่ติดตั้งน้อย ตัวอย่างการประยุกต์ใช้งานเซนเซอร์ใช้แสงประเภทนี้ได้แก่ การตรวจจับตำแหน่งของป้ายฉลากบนขวดและฝาจุกบนขวด

- แม็กเนติกเซนเซอร์ (Magnetic Sensor) หรือสวิตช์ตรวจจับแม่เหล็กใช้ตรวจจับได้เฉพาะวัสดุที่เป็นแม่เหล็กเท่านั้นระยะการตรวจจับชนิดนี้จะอยู่ที่ 7-8 cm.ประกอบด้วยสวิตช์ 2 แบบคือ รีดสวิตช์ (Reed switch) คือ แม็กเนติกเซนเซอร์มีลักษณะเป็นแบบสัมผัสซึ่งโดยปกติทั่วไปแล้วจะเป็นหน้าสัมผัสแบบปกติเปิด (Normally Open : NO) สวิตช์นี้จะทำงานโดยอาศัยสนามแม่เหล็กซึ่งอาจจะเป็นแม่เหล็กถาวรหรือแม่เหล็กไฟฟ้าก็ได้แผ่นหน้าสัมผัสจะทำมาจากสารที่มีผลต่อสนามแม่เหล็ก (ferromagnetic) และติดตั้งอยู่ภายในในกระเปาะแก้วเล็กๆ มีการเติมก๊าซเฉื่อยเพื่อทำให้การตัดต่อการส่งกระแสไฟฟ้าได้เร็วยิ่งขึ้นและอิเล็กทรอนิกส์สวิตช์ (ElectronicSwitch) แม็กเนติกเซนเซอร์ประเภทนี้จะอาศัยการตัดต่อหรือให้สัญญาณโดยอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ที่อยู่ภายในหากมีคนถามว่าแล้วเซนเซอร์ประเภทนี้แตกต่างจากรีดสวิตช์อย่างไร คำตอบคือเหมือนกันในส่วนที่อาศัยสนามแม่เหล็กในการทำงานแต่ต่างกันในเรื่องความไวและอายุการใช้งาน

แม็กเนติกเซนเซอร์แบบอิเล็กทรอนิกส์ในการตัดต่อสัญญาณจะใช้อุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ ซึ่งไม่มีการเคลื่อนที่ทางกลทำให้มีความไวในการทำงานที่สูงกว่ารีดสวิตช์นอกจากนั้นยังส่งผลให้อายุการใช้งานยาวนานกว่าอีกด้วย อีกจุดหนึ่งที่น่าสนใจในเรื่องความแตกต่างของเซนเซอร์ทั้งสองชนิดก็คือแม็กเนติกเซนเซอร์แบบอิเล็กทรอนิกส์ส่วนมากจะใช้กับไฟกระแสตรงและต้องต่อสัญญาณไฟให้

ถูกต้องตามที่กำหนดส่วนรีดสวิตซ์หากไม่มีหลอดไฟแสดงสัญญาณ (LED) สามารถใช้ได้ทั้งไฟตรงและไฟกระแสสลับ

2.5.3.2 เซนเซอร์ตรวจวัดระดับ (Level Sensor)

แบ่งออกได้หลายชนิดเช่น Encoder, Ultrasonic Sensor, Level Sensor

- เอ็นโค้ดเดอร์ (Encoder) คือ ตัวที่ติดหลังแกนมอเตอร์เข้ารหัสตำแหน่งของแกนมอเตอร์ว่าอยู่ตำแหน่งไหนโดยใช้การแปลงสัญญาณ

- อัลตราโซนิคเซนเซอร์ (Ultrasonic Sensor) ทำงานโดยใช้หลักการเดียวกันกับค้างคาวนั่นก็คือ ตรวจวัดระยะห่างโดยการส่งคลื่นเสียงออกไปแล้ววัดระยะเวลาที่คลื่นเสียงสะท้อนกลับมาโดย Ultrasonic Sensor สามารถวัดระยะทางได้ทั้งในหน่วยนิ้วและในหน่วยเซนติเมตรและสามารถวัดระยะห่างจากวัตถุได้ตั้งแต่ 0-2.5 เมตรโดยมีความคลาดเคลื่อนเพียง 3 เซนติเมตรเท่านั้น วัตถุแข็งที่มีขนาดใหญ่จะทำให้อ่านค่าได้ดีที่สุดส่วนวัตถุนุ่มๆหรือมีพื้นผิวโค้งหรือบางมากจะทำให้เซ็นเซอร์ตรวจจับได้ยาก

- เลเวลเซนเซอร์ (Level Sensor) โดยความเป็นจริงการวัดระดับของของเหลวหรือของแข็งก็คือ การใช้เซนเซอร์วัดระยะ (ในแนวตั้ง) จะเห็นว่าระดับจะมีความเกี่ยวข้องกับกระบวนการผลิตหลายๆ อย่าง เช่นระดับของวัสดุที่อยู่ในยุ้งเก็บ (hopper) ระดับของของเหลวในถังเป็นต้น

ระดับของวัตถุที่ต้องการวัดไม่จำเป็นว่าต้องเป็นเนื้อเดียวกันขึ้นอยู่กับกระบวนการเช่นอาจจะเป็น แป้ง ข้าว น้ำมันเชื้อเพลิง อาหาร หรืออื่นๆ โดยปกติถ้าเราแบ่งตัวเซนเซอร์วัดระดับโดยดูความต่อเนื่องของสัญญาณต่อเวลาก็พบว่ามีอยู่ 2 แบบใหญ่ๆ ได้แก่

1. แบบต่อเนื่อง (continuous) จะให้สัญญาณออกมาเป็นสัดส่วนกับความสูงของวัตถุที่อยู่ในถังตลอดเวลาเช่น การเปลี่ยนแปลงค่าการเก็บประจุ เป็นต้น

2. แบบไม่ต่อเนื่อง (discrete) เอาต์พุตที่ออกมาจากเซนเซอร์แบบนี้ทำงานที่สองสภาวะคือเปิดและปิด (หรือตัดกับต่อวงจร) แบบนี้จะใช้งานกับเครื่องควบคุมกระบวนการตรวจวัดระยะห่างได้ง่ายกว่า ตัวอย่างของเซ็นเซอร์แบบนี้ได้แก่ สวิตช์ลูกลอย หลักการอิเล็กโทรดตัวนำ เป็นต้น

2.5.3.3 เซนเซอร์วัดอัตราการไหล (Flow Sensor) คืออุปกรณ์ที่ใช้สำหรับตรวจจับการไหลของของเหลวในท่อ มีทั้งของเหลวไหลวงจรเปิด ของเหลวหยุดไหลวงจรปิด (NC) และทำงานกลับกันของเหลวไหลวงจรปิด ของเหลวหยุดไหลวงจรเปิด (NO) โดยนำสัญญาณที่ได้จากการปิดหรือเปิดวงจรไปควบคุมอุปกรณ์อื่นๆ

2.5.3.4 เซนเซอร์วัดอุณหภูมิ (Temperature Sensor) คือการตรวจวัดอุณหภูมิใช้รูปแบบการเปลี่ยนแปลงระดับแรงดันไฟฟ้าจากสัญญาณอนาล็อกไปสู่สัญญาณดิจิตอล โดยสัมพันธ์กับอุณหภูมิ โดยมีรูปแบบใหญ่ๆ ของเซนเซอร์อยู่ด้วยกัน 3 รูปแบบคือ

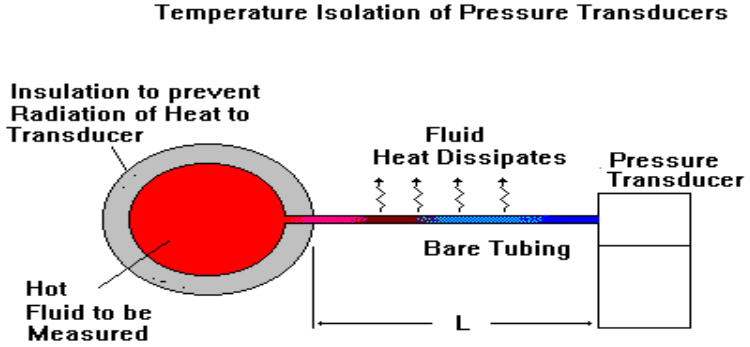
- เทอร์โมคัปเปิล (Thermocouples) เป็นอุปกรณ์เบื้องต้นในการวัดอุณหภูมิซึ่งสามารถเก็บอุณหภูมิได้ 273 เคลวิน โดยใช้หลักการเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิเป็นแรงเคลื่อนไฟฟ้าทำมาจากโลหะตัวนำที่ต่างชนิดกัน 2 ตัวมาเชื่อมต่อปลายทั้งสองเข้าด้วยกัน ที่ปลายด้านหนึ่ง เรียกว่า "จุดอุณหภูมิ" ส่วนปลายอีกด้านหนึ่งปล่อยเปิดไว้ เรียกว่า "จุดอ้างอิง" หากที่จุดวัดอุณหภูมิและจุดอ้างอิงมีอุณหภูมิต่างกันก็จะทำให้มีการนำกระแสในวงจรเทอร์โมคัปเปิลวัสดุที่ใช้ทำเทอร์โมคัปเปิลเป็นวัสดุที่มีคุณภาพทำให้ระดับแรงดันไฟฟ้าที่ได้มีความถูกต้องสูงอย่างไรก็ตามปัญหาของเทอร์โมคัปเปิลที่ทำให้ยากต่อการใช้งานมีดังนี้ จุดอ้างอิงของเทอร์โมคัปเปิลอยู่ที่อุณหภูมิ 273 เคลวิน (จุดเยือกแข็งของน้ำ) ซึ่งเป็น

จุดสามสถานะยากในการปรับแต่งให้เป็นจุดอ้างอิงผลของระดับแรงดันไฟฟ้าที่เทอร์โมคัปเปิลวัดได้จะอยู่ในหน่วย มิลลิโวลท์ (mV) แต่ถ้าจะวัดเป็นไมโครโวลท์จะต้องใช้กระบวนการแปลงสัญญาณให้เป็นอนาล็อกก่อนแล้วจึงแปลงให้อยู่ในรูปของสัญญาณดิจิตอลวัสดุในการสร้างอุปกรณ์ต้องมีคุณภาพสูงถ้าแนวโน้มของค่าที่วัดได้ไม่เป็นเส้นตรงจะใช้การประมาณค่าผลลัพธ์ซึ่งทำให้ไม่สะดวกในการใช้งาน

2.5.3.5 เซนเซอร์วัดแรงดัน (Pressure Sensor) การวัดความดันที่มีค่าต่ำมากๆ จะให้ผลค่อนข้างคลาดเคลื่อนซึ่งต้องปรับปรุงขอบเขตความสามารถในการวัด รวมไปถึงผลตอบสนองต่อความถี่สูง (high frequency response) และความทนทาน ซึ่งทั้งหมดที่ขึ้นอยู่กับขั้นตอนและกรรมวิธีในการผลิตส่วนที่ใช้วัดความดัน ซึ่งไม่มีส่วนเชื่อมต่อกับอุปกรณ์ส่วนอื่น โดยมีหลักการดังนี้

ตัวแปรที่ใช้วัดการเปลี่ยนแปลงของความดัน อธิบายได้โดยดูจากการนำไฟฟ้าของส่วนที่เป็นไดอะแฟรมวัดความดันกับขดลวดทั้ง 2 ขดลวดถูกพันและติดตั้ง โดยมีแนวแกนทั้ง 2 ขัดกับระนาบของไดอะเฟรมขดลวดทั้ง 2 ต่อกันส่วนไดอะแฟรมจะสามารถเคลื่อนที่ได้อิสระเพื่อตอบสนองผลของการเปลี่ยนแปลงความดันขดลวดได้รับกระแสสลับขนาด 5 Vrms ที่มีความถี่ 3 หรือ 4 KHz ขดลวดทั้งต่อเข้าสายสัญญาณสายเดียวกัน จึงถือว่าไม่มีความต้านทานความดัน ไดอะแฟรมจะเคลื่อนจากขดลวดอันใดอันหนึ่งเมื่อเซนเซอร์ ได้รับการเปลี่ยนแปลงความดันไดอะแฟรมจะเลื่อนจากขดลวดหนึ่งไปยังอีกอันหนึ่ง ไดอะแฟรมเป็นวัสดุที่มีคุณสมบัติทางด้านสนามแม่เหล็กเมื่ออยู่ใกล้ขดลวดใดจะทำให้ความหนาแน่นของฟลักซ์แม่เหล็กรอบๆ ขดลวดสูงขึ้นเมื่อสนามแม่เหล็กรอบขดลวดสูงขึ้นจะส่งผลให้เพิ่มความสามารถในการนำไฟฟ้าในขณะเดียวกันขดลวดอีกอันก็ลดความต้านทานเป็นผลให้ขดลวดทั้ง 2 มีคุณสมบัติไม่สมดุลกัน ส่งผลให้มีสัญญาณขนาดเล็กส่งมาจากสายสัญญาณการเปลี่ยนแปลงของความต้านทานของขดลวดมีผลเป็นสัดส่วนกับการเปลี่ยนแปลงตำแหน่งของไดอะแฟรม ดังนั้นแอมพลิจูดของสัญญาณซึ่งเป็นผลที่ได้จากการเปลี่ยนแปลงความดันเฟสของสัญญาณจะบอกให้รู้ถึงทิศทางการเคลื่อนที่ของไดอะแฟรม เอาท์พุตที่ได้จากวงจรวัดการเปลี่ยนแปลงมีขนาดเต็มสเกลได้ 20 mV/V หรืออาจมากกว่าเนื่องจากเอาท์พุตที่ได้ขึ้นอยู่กับการเคลื่อนที่ของไดอะแฟรมสเกลของค่าความดันที่วัดได้จะขึ้นอยู่กับความกว้างของพื้นที่ที่ไดอะแฟรมเคลื่อนที่ในบางครั้งจำเป็นต้องวัดแรงดันของไหลที่อุณหภูมิซึ่งต่างไปจากปกติอาจมากหรือน้อยกว่าปกติเราหลีกเลี่ยงวิธีการที่จะสร้างอุปกรณ์ตรวจวัดความดันชนิดพิเศษที่ทนต่ออุณหภูมิได้โดยการแยกเซนเซอร์วัดความดันออกห่างจากจุดที่

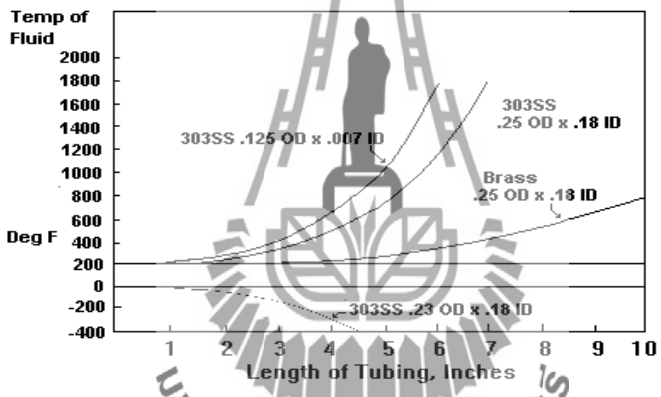
มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี



ต้องการวัดโดยให้แรงดันผ่านหลอดหรือท่อสั้นๆ ดังรูปที่ 2.33

รูปที่ 2.33 เซนเซอร์วัดความดันออกห่างจากจุดที่ต้องการวัดโดยให้แรงดันผ่านหลอดหรือท่อสั้นๆ [3]

จากรูปที่ 2.34 กราฟแสดงให้เห็นถึงความสัมพันธ์ของขนาดความยาวของท่อกับอุณหภูมิเมื่อต้องการวัดความดันที่อุณหภูมิต่างกัน



รูปที่ 2.34 กราฟความสัมพันธ์ของขนาดความยาวของท่อกับอุณหภูมิ [3]

มีข้อสรุปในการใช้งานดังนี้

- ท่อที่ใช้จะทำการป้องกันรังสีความร้อนที่แผ่มายังเครื่องวัดโดยแรงดันที่ต้องการวัดจะผ่านจากท่อโดยตรงมาจดถึงเครื่องมือวัด
- วัสดุที่เราต้องการวัดความดันจะต้องมีค่าสัมประสิทธ์ความจุความร้อนน้อยกว่า 0.4 BTU/sq hr/ft/deg F.
- อากาศโดยรอบเครื่องมือวัด จะต้องไม่เกิน 100 องศาฟาเรนไฮต์
- อัตราการถ่ายเทความร้อนที่ปลายท่อเท่ากับ 1.44 BTU/sq ft/r/deg F.

ในการวัดความดันจะไม่มีของไหลผ่านท่อมายังเครื่องมือและเนื่องจากการควบคุมอุณหภูมิที่ปลายท่อเครื่องมือวัดจึงไม่ได้รับผลกระทบจากอุณหภูมินอกจากว่าของไหลที่จะวัดมีอุณหภูมิสูงมากเกินไป

2.5.3.6 เซนเซอร์วัดน้ำหนัก (Load Cell) คืออุปกรณ์ที่ใช้วัดค่าแรง หรือน้ำหนักที่กระทำกับเซนเซอร์วัดน้ำหนักโดยที่เซนเซอร์วัดน้ำหนักจะเปลี่ยนแรงหรือน้ำหนักให้เป็นสัญญาณทางไฟฟ้า (mV/V) ซึ่งจะมีทั้งแบบ 1, 2, 3 mV/V แต่ในบ้านเราที่มีใช้กันอยู่ส่วนใหญ่จะเป็นแบบ 2mV/V หรือ 3mV/V

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

พื้นฐานที่ท่านต้องรู้ก่อนเลือกเซนเซอร์วัดน้ำหนัก

- Capacity ความสามารถของเซนเซอร์วัดน้ำหนักที่ต้องการนำไปวัดค่า เช่น กิโลกรัม, ตัน, ปอนด์

- Rated Output สัญญาณที่ออกจากเซนเซอร์วัดน้ำหนักมีหน่วยเป็นมิลลิโวลต์

- Cable แบบ 4 สายสัญญาณเข้าและออกของเซนเซอร์วัดน้ำหนัก

- Mechanical การติดตั้ง mounting จะต้องสมดุลไม่มีสิ่งใดไปยันตัวถังเช่น โครงสร้าง, Stopper

- Number of loadcell จะต้องเลือกจำนวนเซนเซอร์วัดน้ำหนักให้เหมาะสมกับแบบและขนาดถัง

- Summing Box เพื่อให้เกิดความเรียบร้อยของการติดตั้งเดินสายสัญญาณและป้องกันระบบสายสัญญาณที่ดีหากติดตั้งเซนเซอร์วัดน้ำหนักมากกว่า 2 ตัวขึ้นไปควรมีการแนะนำให้ใช้ Summing Box ร่วมด้วย

2.5.3.7 เซนเซอร์วัดพื้นที่ (Area Sensor) เหมาะสำหรับการตรวจสอบชิ้นงานที่มีขนาดเล็กการตรวจหารายละเอียดของชิ้นงานการเช็คขอบและจุดศูนย์กลางของชิ้นงาน รวมทั้งการตรวจหาตำแหน่งของรูเจาะสามารถตรวจจับชิ้นงานที่มีขนาดเล็กถึง 2.5 มิลลิเมตร เช่น น๊อตและชิ้นงานเล็กๆ อีกมากมาย สามารถตรวจจับชิ้นงานที่มีขนาดเล็กได้ที่ 12.7 มิลลิเมตรขนาดช่องว่างระหว่างลำแสงมีให้เลือกที่ 9.5 หรือ 19 มิลลิเมตร การตั้งค่าด้วยคอมพิวเตอร์สำหรับงานที่ซับซ้อนหรืองานที่ต้องการความถูกต้องและความละเอียดในการตรวจวัดชิ้นงานสูงมีอุปกรณ์กันความร้อน (เพิ่มเติม) สำหรับงานกลางแจ้งหรือบริเวณที่มีอุณหภูมิสูง

2.5.4 เซนเซอร์ที่เลือกใช้ในโครงงาน

เซนเซอร์ที่เลือกใช้ในโครงงานนี้คือโมดูลวัดระยะทางด้วยคลื่นอัลตร้าโซนิค (Ultrasonic range detection module HC-SR04) ซึ่งโมดูลอัลตร้าโซนิคเป็นโมดูลที่ถูกใช้ในงานด้านการตรวจหาวัตถุหลีกหลบสิ่งกีดขวาง หรือวัดระยะทาง ฯลฯ โดยมีหลักการเบื้องต้นคือใช้การจับเวลาในการเดินทางของคลื่นเสียงจากตัวส่งตกกระทบยังวัตถุ แล้วสะท้อนกลับมายังตัวรับแล้วนำมาคำนวณออกมาเป็นระยะทางHC-SR04 เป็นโมดูลอัลตร้าโซนิคยอดนิยมโมดูลหนึ่ง มีความสามารถวัดระยะได้อย่างแม่นยำ ใช้งานง่าย เพียงทำการส่งสัญญาณลอจิก High เข้าไปที่ขา Trig Input เป็นเวลาอย่างน้อย 10 us สักครู่หนึ่ง ขา Out ก็จะตอบสนองเอาท์พุตลอจิก High ออกมา โดยมีช่วงเวลาที่สัมพันธ์กับระยะทางที่คลื่นสะท้อนวัตถุกลับมาอย่างไรก็ตาม หากวัตถุอยู่นอกเหนือขอบเขตที่ตรวจจับได้ความกว้างสัญญาณที่ส่งกลับจะมีค่า 38 ms

2.5.5 หลักการทำงานของโมดูลวัดระยะทางด้วยคลื่นอัลตร้าโซนิค

- ทำงานที่แรงดัน 5V
- ใช้กระแสขณะทำงานประมาณ 15 mA
- วัดระยะได้ในช่วง 2 - 400 cm +/- 0.3 cm
- องศาในการตอบสนอง 15 องศา
- ความถี่คลื่นอัลตร้าโซนิค 40 KHz

- คำนวณระยะทางกลับมาได้จากสมการระยะทาง (cm) = ความกว้างสัญญาณตอบสนอง (us) / 58 หรือระยะทาง (inch) =ความกว้างสัญญาณตอบสนอง (us) / 148

2.5.6 ทำไมถึงเลือกใช้เซนเซอร์โมดูลวัดระยะทางด้วยคลื่นอัลตร้าโซนิค

เนื่องจากเซนเซอร์โมดูลวัดระยะทางด้วยคลื่นอัลตร้าโซนิค (Ultrasonic range detection module HC-SR04) เป็นเซนเซอร์ที่มีคุณสมบัติเซ็นเซอร์วัดระยะแบบไม่สัมผัส (Noncontact) ระยะ 2cm - 400cm ความถูกต้องได้ถึง 3 mm. วงจรประกอบด้วยตัวส่ง ตัวรับ และวงจรควบคุมง่ายต่อการใช้งาน เช่นการตรวจจับวัดระยะ การเตือนอเนกประสงค์ งานหุ่นยนต์ต่างๆ

2.6 ปั๊มน้ำ

ปั๊มน้ำคือ อุปกรณ์สำหรับส่งน้ำหรือถ่ายเทของเหลวจากที่หนึ่งไปยังอีกที่หนึ่งหรือหมุนเวียนน้ำหรือของเหลวให้ผสมกันในบริเวณที่จำกัด เช่น centrifugal pump

2.6.1 ประเภทของปั๊มน้ำ

แบ่งตามลักษณะการทำงานออกเป็น 2 คือแบบอาศัยแรงกลไกการเหวี่ยงหนีศูนย์ของๆ เหลวในการพาของเหลวและแบบอาศัยการแทนที่ของๆ เหลวในการพาของเหลว ปั๊มน้ำอัตโนมัติเหมาะสำหรับอาคาร ตึกแถว บ้านเดี่ยวเป็นระบบสวิตซ์เปิด-ปิดอัตโนมัติ ประหยัดไฟกำลังส่งไปยังจุดต่างๆ ภายในบ้านได้ดีสามารถต่อกับเครื่องทำน้ำอุ่น เครื่องซักผ้า หรือก๊อกน้ำได้

- ปั๊มน้ำแรงดันคงที่ เหมาะสำหรับอาคารตึกแถว ทาวน์เฮ้าส์ บ้านเดี่ยว เป็นปั๊มอัตโนมัติควบคุมแรงดันให้น้ำสม่ำเสมอ เหมาะกับการติดตั้งใช้กับเครื่องทำน้ำอุ่น ไม่เป็นสนิมตลอดอายุการใช้งาน

- ปั๊มน้ำหอยโข่ง เหมาะกับงานเกษตร งานสูบน้ำขึ้นตึกสูง งานสูบจากแท็งค์หรือบ่อ งานหัวจ่ายน้ำ

- ปั๊มน้ำจุ่ม ใช้กับงานสูบน้ำออก เช่น งานน้ำท่วม บ่อน้ำพุ มีกำลังส่งต่ำ แต่สูบน้ำได้ปริมาณมาก ๆ

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

2.6.2 การทำงานของปั๊มน้ำประเภทต่าง ๆ

ปั๊มน้ำเป็นอุปกรณ์สำหรับเพิ่มแรงดันของน้ำ ซึ่งมีทั้งแบบที่ใช้มอเตอร์ และแบบที่ใช้เครื่องยนต์ ทำหน้าที่หมุนส่งกำลังให้ปั๊มน้ำทำงาน เพื่อเพิ่มแรงดัน และส่งน้ำไปตามท่อที่ใช้ในบ้านส่วนใหญ่จะเป็นแบบไฟฟ้า ซึ่งแบ่งออกเป็น 2 กลุ่มใหญ่ ๆ

- ปั๊มน้ำแบบใบพัดทำงานด้วยการหมุนของใบพัดทำให้เกิดแรงดันจ่ายไปตามท่อน้ำ ข้อดีคือขนาดเล็ก หลักการทำงานง่าย ชิ้นส่วนไม่มาก จ่ายน้ำได้ในปริมาณมาก สร้างแรงดันน้ำได้มากพอควร ถ้าหากต้องการแรงดันสูงสามารถนำปั๊มน้ำมาต่อกันแบบมัลติสเตทได้ปัจจุบันนิยมใช้กันมาก ปั๊มน้ำแบบใบพัด มีชื่อเรียกแตกต่างกันออกไปตามรูปร่างลักษณะของปั๊ม เช่น ปั๊มอัตโนมัติ ปั๊มหอยโข่ง ปั๊มไดโว่

- ปั๊มน้ำแบบลูกสูบทำงานด้วยการชักลูกสูบเลื่อนไปมา และมีวาล์วเปิดปิดน้ำเข้าออกจากลูกสูบเป็นการเพิ่มแรงดันน้ำโดยตรง สมัยก่อนนิยมใช้กันมากโดยเฉพาะในส่วน ปัจจุบันไม่ค่อยนิยมใช้

กันแล้ว ข้อดีคือ สามารถสร้างแรงดันน้ำได้สูง แต่มีข้อเสียคือ ให้ปริมาณน้ำน้อย และมีการสึกหรอของลูกสูบมาก

ชนิดของปั๊มน้ำที่เลือกใช้ในโครงงานนี้เป็นแบบใบพัด เนื่องจากปั๊มมีขนาดเล็ก จึงสอดคล้องกับโมเดลรถที่มีขนาดเล็ก

2.7 การเคลื่อนที่ของประจุในสนามแม่เหล็ก

ทิศทางของแรงแม่เหล็กได้จากการทำครอสเวกเตอร์ตามกฎมือขวา (ใช้กับประจุบวก) ดัง สมการ

$$\vec{F}_B = q\vec{v} \times \vec{B} \tag{2.7}$$

สัญลักษณ์ของสนามแม่เหล็กในทิศทางตั้งฉากกับกระดาษหรือพื้นผิว ระนาบใดๆ แทนได้ด้วยจุด หรือ กากบาทซึ่งทิศทางสนามแม่เหล็กพุ่งออก ทิศทางสนามแม่เหล็กพุ่งเข้า (หัวลูกศร) (ปลายลูกศร) การเคลื่อนที่แบบวงกลมในสนามแม่เหล็ก ประจุไฟฟ้าสามารถเคลื่อนที่เป็นวงกลมได้ด้วยแรงแม่เหล็กซึ่งจะทำหน้าที่เป็นแรงสู่ศูนย์กลาง F_C (centripetal force) แรงสู่ศูนย์กลางคำนวณได้จากการพิจารณาประจุด้วยหลักกลศาสตร์ ด้วย สมการ ที่อธิบายการเคลื่อนที่แบบวงกลม

$$F_C = \frac{mv^2}{r} \tag{2.8}$$

โดย m คือมวลของอนุภาคที่เคลื่อนที่ด้วยความเร็ว v และ r คือรัศมี วงกลมในการเคลื่อนที่ของประจุแรงสู่ศูนย์กลางดังกล่าวจะถูกอนุรักษ์ด้วยแรงแม่เหล็กดังสมการ

$$F_C = F_B \tag{2.9}$$

$$\frac{mv^2}{r} = qvB$$

ซึ่งผลลัพธ์ทำให้เราสามารถคำนวณรัศมีของวงกลมที่เป็นผลมาจากสนามแม่เหล็กดังสมการ

$$r = \frac{mv}{qB} \tag{2.10}$$

สรุปการเคลื่อนที่ของประจุในสนามแม่เหล็กจะโค้งเสมอถ้ามุม $\theta = 90^{\circ}$ (ตั้งฉากกับสนามแม่เหล็ก) ส่วนการเคลื่อนที่ในสนามไฟฟ้าจะเป็นเส้นตรง

2.8 กล่าวสรุป

จากเนื้อหาที่กล่าวมาข้างต้นในรายละเอียดของระบบไฮดรอลิกส์เบื้องต้น หลักการทำงานของระบบจะเห็นว่าสิ่งที่เราจะนำไปใช้คืองาน (Work, W) หรือแรง (Force, F) ที่เกิดจากระบบไฮดรอลิกส์เช่น การเอาแรงจากกระบอกไฮดรอลิกส์ (Hydraulic Cylinder) ไปกด อัด หรือตัดชิ้นงาน และการขับ เช่นการหมุนจากมอเตอร์ไฮดรอลิกส์ไปหมุนขับให้เกิดการหมุนของอุปกรณ์ต่าง ๆ ของเครื่องจักร ในที่นี้เอาแรงจากจากกระบอกฉีดยาซึ่งจำลองมาจากระบบไฮดรอลิกส์ไปยกชิ้นงาน

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

อุปกรณ์ที่สำคัญที่จะกล่าวถึงต่อไปคือบอร์ด ET-BASE 51 V3.0 ที่โดดเด่นเรื่องของความเร็วในการประมวลผลซึ่งสามารถทำงานได้ด้วยความถี่สูงสุด 60MHz ที่ 12 Clock / 1 Machine Cycle นอกจากนี้แล้วยังมีความเพียบพร้อมด้วยอุปกรณ์พื้นฐานต่างๆที่จำเป็นต่อการใช้งานเหมาะแก่การนำไปประยุกต์ใช้งานเกี่ยวกับการควบคุมและประมวลผลต่างๆได้เป็นอย่างดี โดยจะมีทั้ง SPI, UART, Watchdog, Timer/Counter, PWM ฯลฯ โดยการออกแบบโครงสร้างของบอร์ดนั้นจะเน้นเรื่องขนาดของบอร์ดให้มีขนาดเล็กเพื่อให้ง่ายต่อการนำไปประยุกต์ใช้งาน และสะดวกต่อการพัฒนา

ในส่วนของเซนเซอร์ที่ใช้คือโมดูลวัดระยะทางด้วยคลื่นอัลตร้าโซนิค (Ultrasonic range detection module HC-SR04) ซึ่งเป็นโมดูลที่ถูกใช้ในงานด้านการตรวจหาวัตถุหลีกหลบสิ่งกีดขวางหรือวัดระยะทาง ฯลฯ โดยมีหลักการเบื้องต้นคือใช้การจับเวลาในการเดินทางของคลื่นเสียงจากตัวส่งตกกระทบยังวัตถุ แล้วสะท้อนกลับมายังตัวรับแล้วนำมาคำนวณออกมาเป็นระยะทางมีความสามารถวัดระยะได้อย่างแม่นยำ ใช้งานง่าย เพียงทำการส่งสัญญาณลอจิก High เข้าไปที่ขา Trig Input เป็นเวลาอย่างน้อย 10 us สักครู่หนึ่งขา Out ก็จะตอบสนองเอาท์พุตลอจิก High ออกมาโดยมีช่วงเวลาที่สัมพันธ์กับระยะทางที่คลื่นสะท้อนวัตถุกลับมาส่วนปั๊มน้ำที่นำมาใช้จะเป็นแบบใบพัดการหมุนของใบพัดทำให้เกิดแรงดันจ่ายไปตามท่อน้ำ ข้อดีคือ ขนาดเล็ก หลักการทำงานง่าย ชิ้นส่วนไม่มาก จ่ายน้ำได้ในปริมาณมาก

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

บทที่ 3
กระบวนการสร้างแบบจำลอง

3. กระบวนการสร้างแบบจำลอง

3.1 บทนำ

ในบทนี้จะเป็นการแนะนำการสร้างแบบจำลอง รวมถึงวิธีการ อุปกรณ์ และการใช้โปรแกรมควบคุมการทำงาน จุดประสงค์เพื่อเป็นแนวทางสำหรับผู้ที่ต้องการจะศึกษา

3.2 การออกแบบและสร้างแบบจำลอง

3.2.1 หน้าที่ของอุปกรณ์ที่ใช้ในการสร้างแบบจำลอง

1) กล่องบรรจุน้ำ ทำหน้าที่บรรจุน้ำและติดตั้งที่ตำแหน่งจุดศูนย์ถ่วงซึ่งเป็นจุดที่รวมของน้ำหนัก

2) ปั๊มน้ำ ทำหน้าที่ดูดน้ำเข้าและปล่อยน้ำออก

3) เช็ควาล์ว ทำหน้าที่ให้น้ำไหลทางเดียว

4) ท่อสามทาง ทำหน้าที่จ่ายน้ำไปส่วนต่างๆของระบบ

5) กระบอกฉีดยา ทำหน้าที่เสมือนกระบอกสูบ

6) โซลินอยด์วาล์ว ทำหน้าที่ปล่อยน้ำจากกระบอกสูบไปยังกล่องบรรจุ

7) สายลมนิวเมตริก ทำหน้าที่เชื่อมระบบทางเดินของน้ำ

8) แบตเตอรี่ ทำหน้าที่จ่ายกระแสไฟให้บอร์ดไมโครคอนโทรเลอร์

9) รถบังคับ

3.2.2 ระบบยกขึ้นของรถ

ระบบยกขึ้นของรถได้ทำการอ้างอิงจากระบบไฮดรอลิกส์ซึ่ง ใช้ปั๊มน้ำดูดน้ำภายในกล่องเก็บน้ำที่ทำการติดตั้งไว้ที่ตำแหน่งด้านบนของรถ เมื่อเซ็นเซอร์สามารถตรวจจับได้ว่ามีสิ่งกีดขวางคือ ลูกระนาดบอร์ดไมโครคอนโทรเลอร์จ่ายกระแสไฟให้ปั๊มน้ำๆ จะทำการดูดน้ำแล้วส่งไปยังกระบอกฉีดยาทั้ง 4 ด้าน โดยติดไว้ที่ตำแหน่งโช้คของรถ โดยกระบอกฉีดยาทำงานคล้ายระบบไฮดรอลิกส์ หลังจากทำการดูดน้ำเข้ากระบอกสูบทั้ง 4 แล้ว ตัวเช็ควาล์วซึ่งก็คือ อุปกรณ์ที่ทำให้น้ำไหลทางเดียวส่งผลให้รถยังคงยกค้างอยู่

3.2.3 ระบบยกลงของรถ

เมื่อเซ็นเซอร์สามารถตรวจจับได้ว่าขับผ่านลูกระนาดบอร์ดไมโครคอนโทรเลอร์จะจ่ายไฟกระแสตรงเข้าที่โซลินอยด์วาวล์จะทำให้น้ำไหลจากกระบอกสูบเข้ากล่องที่บรรจุน้ำดังเดิม

3.2.4 การติดปั๊มน้ำ เช็ควาล์ว และกระบอกสูบ

ติดตั้งปั๊มน้ำที่บริเวณด้างล่างของกล่องบรรจุน้ำโดยทำการเจาะรูบริเวณด้านล่างกล่องแล้วใส่หัวปั๊มตรงตำแหน่งที่เจาะ หลังจากนั้นปั๊มจะดูดน้ำจากกล่องที่บรรจุส่งไปยังตำแหน่งเช็ควาล์วต่อเช็ควาล์วออกจากท่อส่งน้ำขาออก ใช้สายลมนิวเมตริกเชื่อมระหว่างท่อส่งน้ำขาออกกับเช็ควาล์วขาเข้ารวมถึงการใช้สายลมนิวเมตริกนี้เชื่อมขาออกของเช็ควาล์วกับท่อสามทางเพื่อส่งน้ำไป

กระบอกสูบทั้ง 4 โดยปลายด้านหนึ่งของท่อสามทางต่อกับโซลินอยด์วาล์ว แสดงดังรูปที่ 3.1 (ก) และ (ข)

รูปที่ 3.1 (ก) การติดปั๊มน้ำ เช็ควาล์ว และกระบอกสูบ

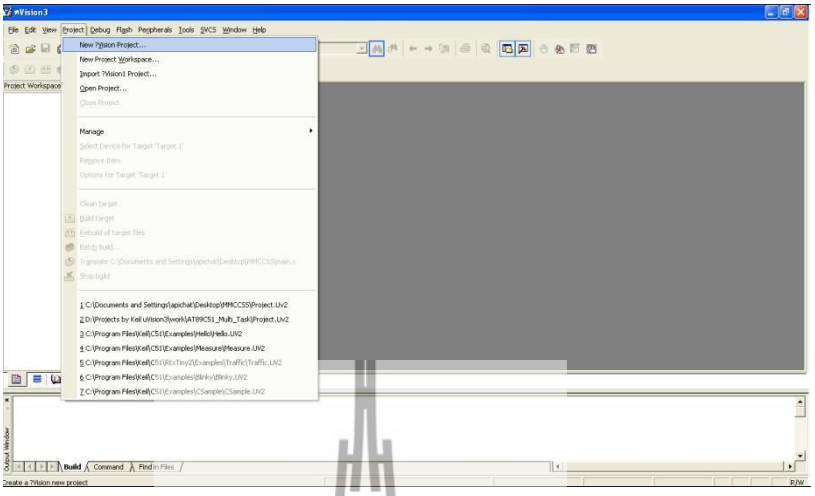
รูปที่ 3.1 (ข) การติดปั๊มน้ำ เช็ควาล์ว และกระบอกสูบ

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

3.2.5 การใช้โปรแกรม Keil uVision 3 เบื้องต้น

ขั้นตอนที่ 1 การสร้างโปรเจค

1. คลิกเมนู Project > New Project ดังแสดงในรูปที่ 3.2 (ก) และ (ข)

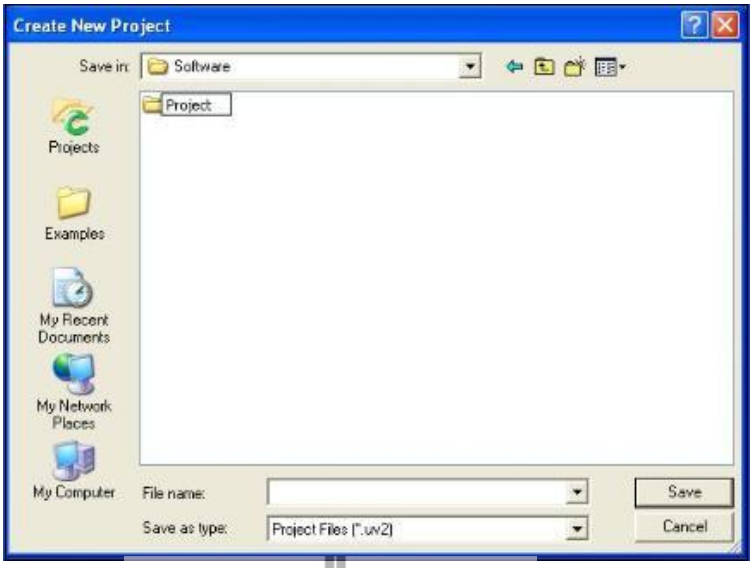


รูปที่ 3.2 (ก) เริ่มสร้าง [4]

รูปที่ 3.2 (ข) เริ่มสร้าง [4]

เมื่อเลือกคำสั่ง New Project จะปรากฏหน้าต่าง Create New Project ขึ้นมา โดยหน้าต่าง Create New Project จะกำหนดให้เราใส่ชื่อโปรเจค สำหรับใช้งาน ซึ่งในการทำงานอาจมีหลายโปรเจค เพื่อความง่ายในการใช้งานควรสร้างโฟลเดอร์ (folder) ขึ้นมาใหม่แต่ละโปรเจคโดยเฉพาะ แสดงในรูปที่ 3.3 หน้าต่าง Create New Project

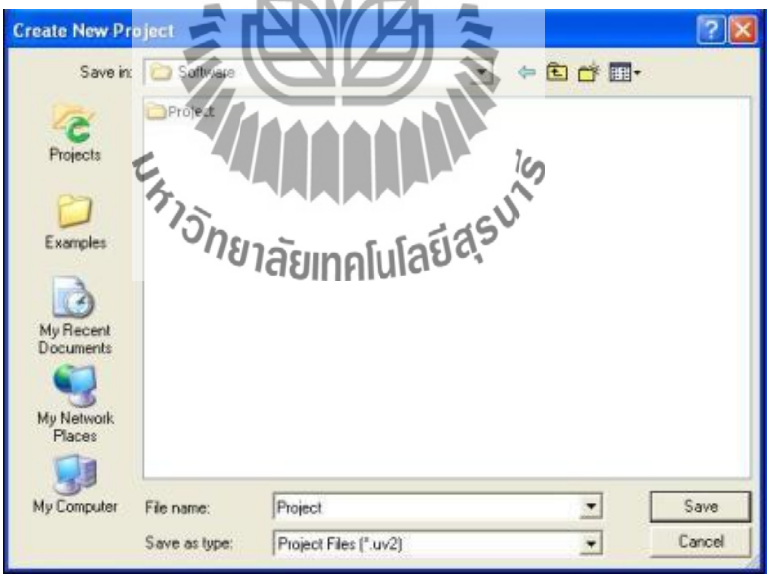
มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี



รูปที่ 3.3 หน้าต่าง Create New Project [4]

2. คลิกปุ่ม เพื่อสร้างโฟลเดอร์ใหม่ ในตัวอย่างตั้งชื่อโฟลเดอร์ว่า Project
3. คลิกเข้าในโฟลเดอร์ที่สร้างใหม่ เพื่อสร้างโปรเจคในโฟลเดอร์นั้น
4. กรอกชื่อโปรเจคที่ช่อง File name:
5. คลิกปุ่ม

เพื่อบันทึกไฟล์โปรเจคแสดงในรูปที่ 3.4

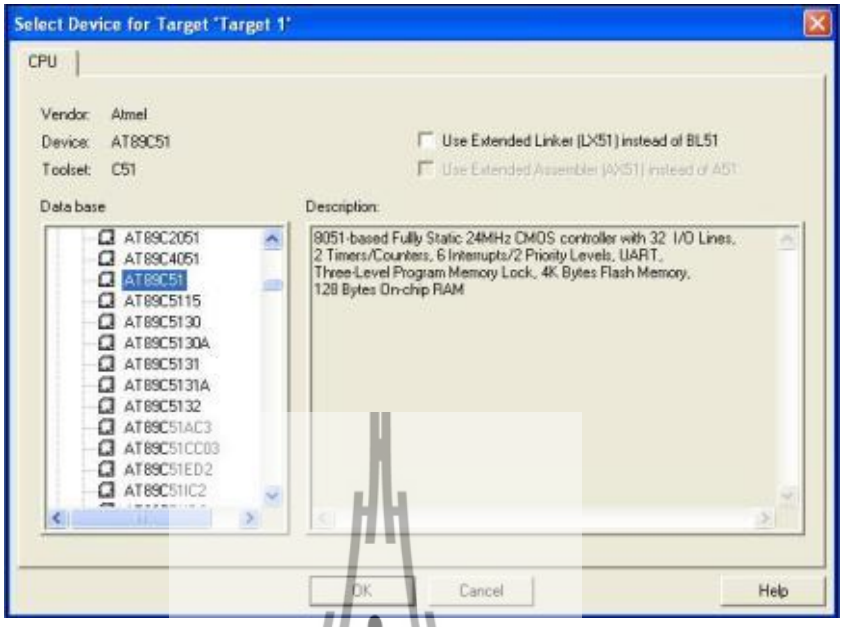


รูปที่ 3.4 บันทึกไฟล์โปรเจค [4]

หลังจากที่บันทึกโปรเจคแล้วโปรแกรม uVision 3 จะแสดงหน้าต่าง Select Device for Target “Target1” ขึ้นมา เพื่อให้เราเลือกซีพียูที่จะใช้งานจาก Device Database

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

6. เลือกซีพียูที่ต้องการโดยในตัวอย่างเลือกซีพียู AT89C51 ของบริษัท ATMEL แสดงในรูปที่ 3.5

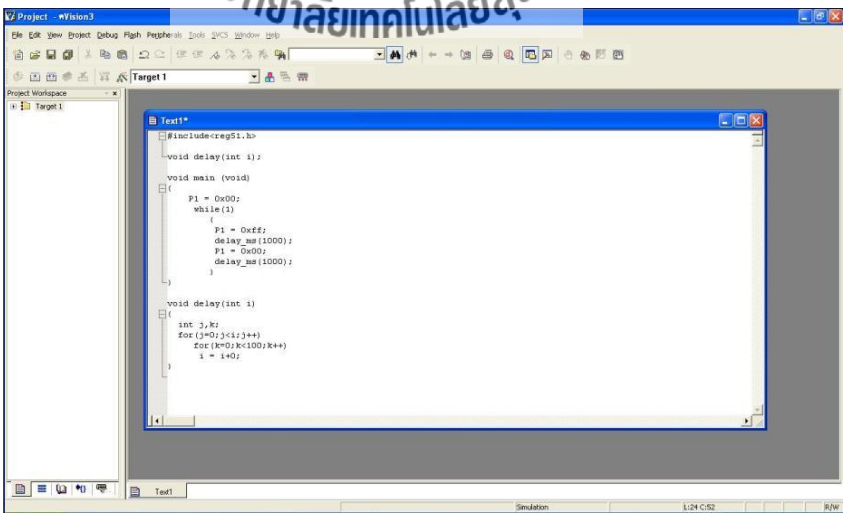


รูปที่ 3.5 เลือกซีพียูที่ต้องการ [4]

ขั้นตอนที่ 2 เขียนโค้ดโปรแกรม

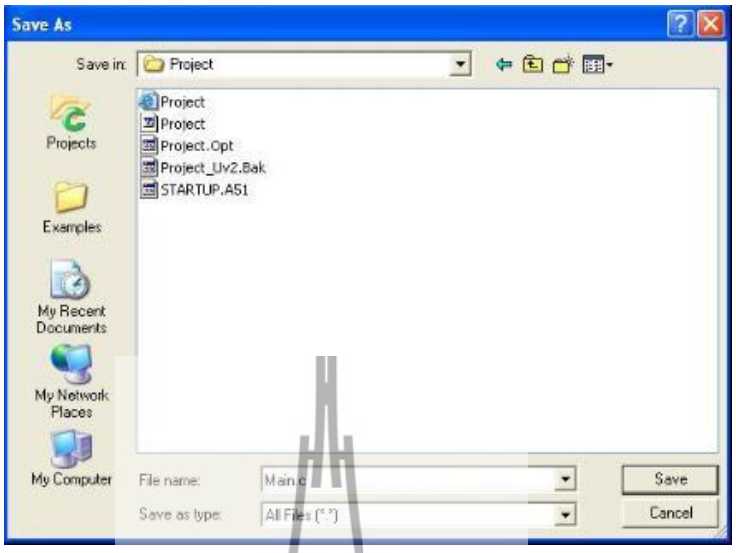
1. คลิกเมนู File > New หรือคลิกที่ปุ่ม ที่แถบเมนูเพื่อสร้างไฟล์ที่เขียนโค้ดโปรแกรม

2. เขียนโค้ดโปรแกรมที่หน้าต่างว่างตรงส่วนกลางของโปรแกรม uVision 3 (หน้าต่าง Text 1*) แสดงในรูปที่ 3.6



รูปที่ 3.6 เขียนโค้ดโปรแกรม [4]

3. คลิกเมนู File > Save หรือคลิกปุ่ม เพื่อบันทึกโค้ดโปรแกรม ถ้าเป็นการบันทึกครั้งแรกโปรแกรม uVision 3 จะโชว์หน้าต่าง Save As ขึ้นมา เพื่อให้ตั้งชื่อไฟล์โค้ดโปรแกรมแสดงในรูปที่ 3.7



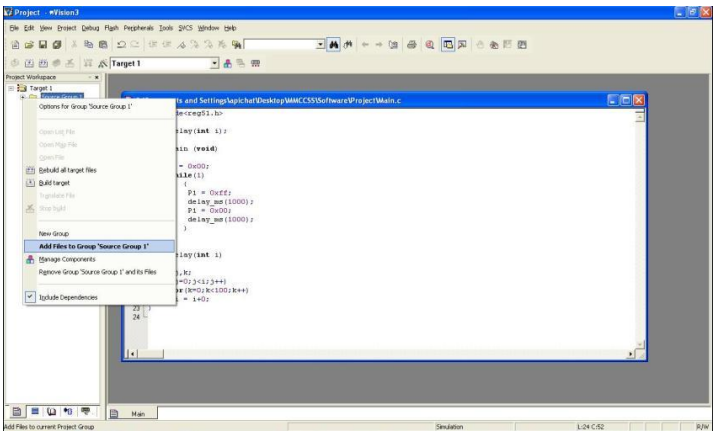
รูปที่ 3.7 บันทึกโค้ดโปรแกรม [4]

4. กรอกชื่อไฟล์ในช่อง File Name: โดยในตัวอย่างตั้งชื่อไฟล์เป็น Main.c

5. คลิกปุ่ม เพื่อบันทึกโปรแกรมเมื่อสร้างโค้ดโปรแกรมเสร็จเรียบร้อยแล้ว จากนั้นให้เพิ่มไฟล์เข้าไปในโปรเจคของเรา

6. คลิกขวาที่ Source Group1 ตรงหน้าต่าง Project Workspaces ถ้าหา SourceGroup1 ไม่เจอก็ให้คลิกเครื่องหมาย + ข้างหน้า Target 1

7. คลิกเลือกเมนู Add Files to Group “Source Group1” แสดงในรูปที่ 3.8

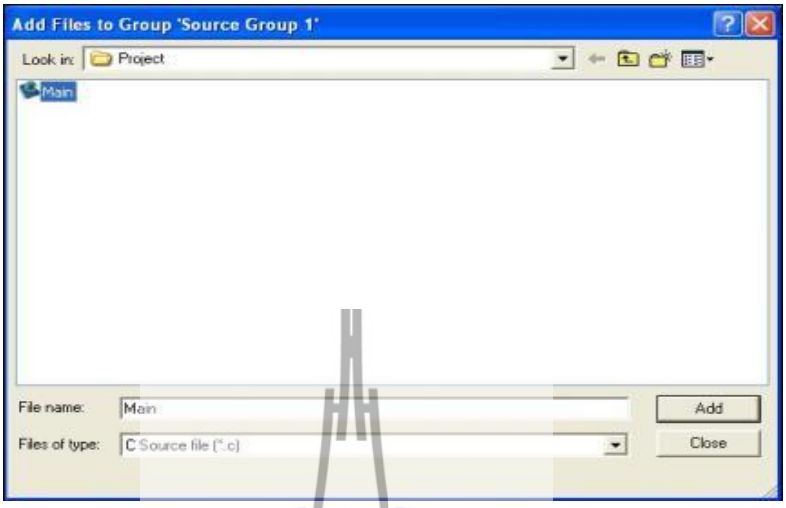


รูปที่ 3.8 เมนู Add Files to Group “Source Group1” [4]

จากนั้นหน้าต่าง Add Files to Group “Source Group1” จะปรากฏขึ้นมาให้เราเลือกไฟล์ที่จะเพิ่มเข้าไปในโปรเจค

8. คลิกเลือกไฟล์ที่จะเพิ่มเข้าไปในโปรเจค

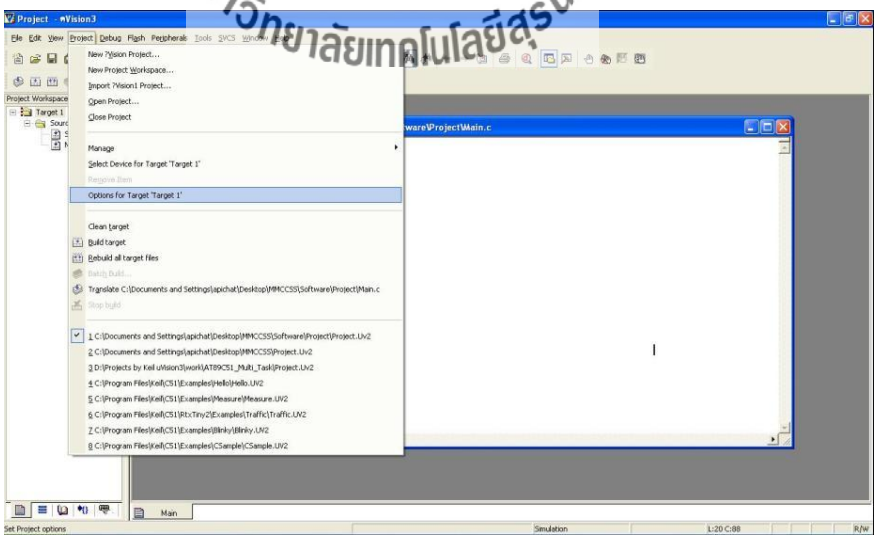
9. คลิกปุ่ม Add เพื่อเพิ่มไฟล์ ดังรูปที่ 3.9



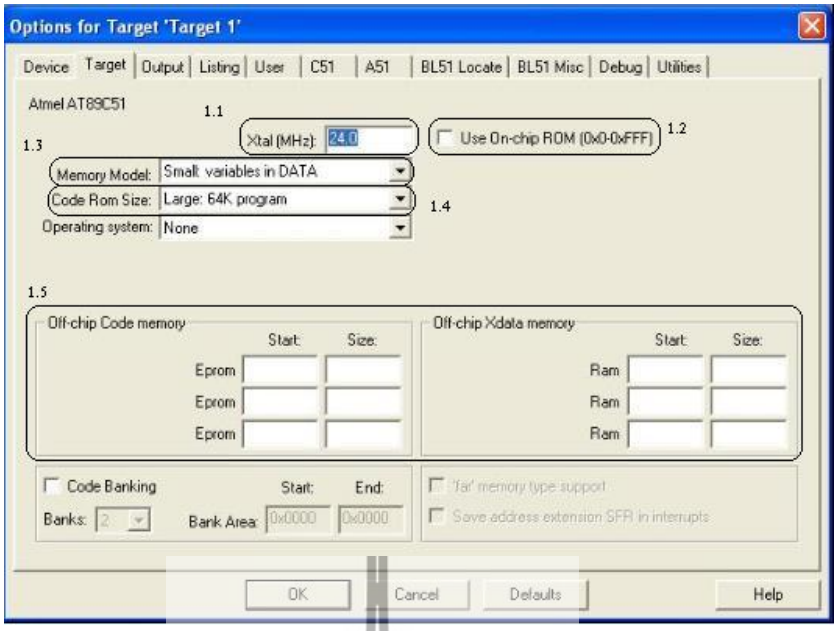
รูปที่ 3.9 การเพิ่มไฟล์ [4]

ขั้นตอนที่ 3 เลือก Tool Option สำหรับซีพียูโปรแกรม uVision 3 กำหนดค่าพารามิเตอร์ต่างๆ ที่จำเป็นสำหรับซีพียูที่เราจะใช้งาน โดยผ่านทางหน้าต่าง Option for Target ก่อนอื่นต้องเลือกซีพียูที่ต้องการใช้งานเสียก่อน ดังแสดงต่อไปนี้

1. คลิกเมนู Project > Option for Target “Target 1” เพื่อเปิดหน้าต่าง Option for Target “Target1” แสดงดังรูปที่ 3.10 (ก) และ (ข)



รูปที่ 3.10 (ก) เปิดหน้าต่าง Option for Target “Target1” [4]



รูปที่ 3.10 (ข) เปิดหน้าต่าง Option for Target “Target1” [4]

หน้าต่าง Option for Target “Target 1” จะปรากฏขึ้นมาให้เรากำหนดพารามิเตอร์ต่างๆ ตามต้องการ (แถบเมนูในหน้าต่างจะต้องอยู่ที่ Target ถ้าไม่อยู่ให้คลิกแถบ Target)

การกำหนดพารามิเตอร์สำหรับซีพียูในส่วนต่างๆ มีรายละเอียดดังแสดงต่อไปนี้

1.1 กำหนดสัญญาณนาฬิกาของซีพียู ซึ่งจะมีค่าเดียวกับค่าความถี่ Xtal ที่ใช้

1.2 กำหนดว่าจะให้ใช้พื้นที่หน่วยความจำเก็บโปรแกรมภายในชิปหรือไม่ ปกติจะกำหนดใช้ภายในชิปไว้อัตโนมัติอยู่แล้ว ซึ่งกำหนดภายในไฟล์ STARTUP.A51

1.3 กำหนด Memory Model หรือโมเดลพื้นที่หน่วยความจำ ปกติจะกำหนดเป็น Small

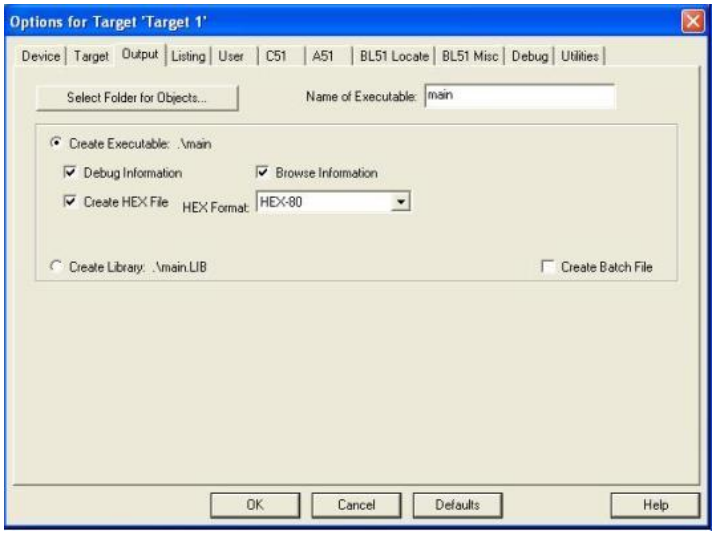
1.4 กำหนด Code Rom Size สำหรับขนาดพื้นที่หน่วยความจำที่จะเก็บโค้ดโปรแกรม ซึ่งเราอาจจะเก็บไว้สูงสุด 64K

1.5 กำหนดพื้นที่ใช้งานหน่วยความจำสำหรับเก็บโปรแกรมและข้อมูลไว้ภายนอกชิปทั้งหมด โดยให้เราใส่แอดเดรสเริ่มต้นและขนาดพื้นที่หน่วยความจำที่ใช้ และใช้งานได้ถูกต้องควรทำการ Enable การใช้หน่วยความจำภายนอกในไฟล์ STARTUP.A51 ด้วย

2. คลิกแถบ Output เพื่อกำหนดค่าเอาต์พุต

3. ใส่ชื่อไฟล์เอาต์พุต (ไฟล์นามสกุล.hex) ในช่อง Nane of Executable เพื่อให้ง่ายควรใส่ชื่อให้เหมือนชื่อไฟล์โค้ดโปรแกรมถ้าไม่กำหนดโปรแกรม uVision 3 จะตั้งชื่อเดียวกับชื่อโปรเจค

4. กำหนดว่าจะให้โปรแกรม uVision 3 สร้างไฟล์ Hex หรือไม่ ถ้าต้องการให้คลิกที่ช่องว่างข้างหน้าดังรูปที่ 3.11

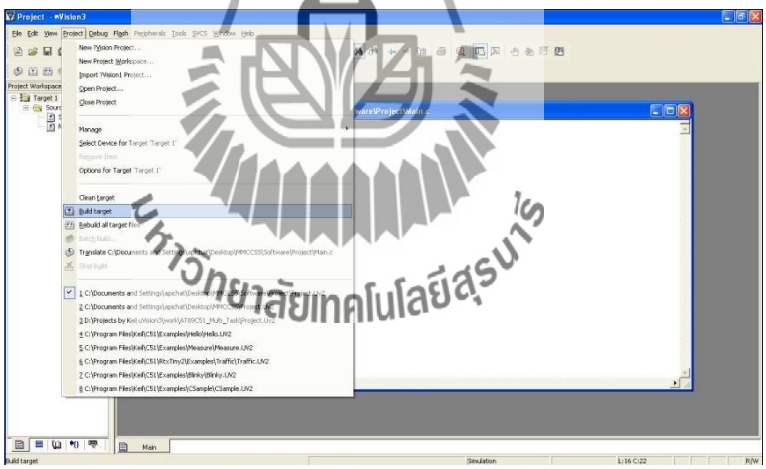


รูปที่ 3.11 กำหนดว่าจะให้โปรแกรม uVision 3 สร้างไฟล์ Hex หรือไม่ [4]

ขั้นตอนที่ 4 Build โปรเจคเพื่อให้ได้ไฟล์ Hex

ในขั้นตอนนี้เป็นการแปลงโค้ดโปรแกรมไปเป็นไฟล์ Hex ซึ่งมีขั้นตอนดังต่อไปนี้

1. คลิกเมนู Project > Build target หรือคลิกปุ่ม ดังรูปที่ 3.12

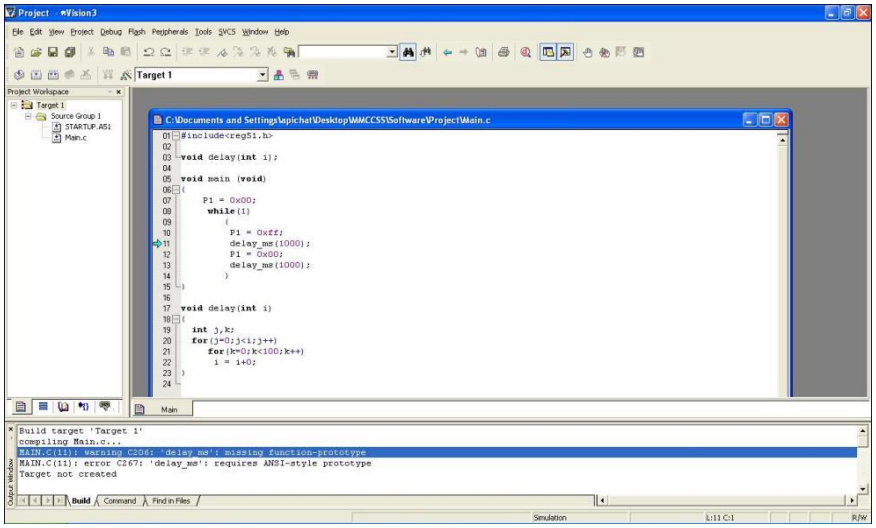


รูปที่ 3.12 การแปลงโค้ดโปรแกรมไปเป็นไฟล์ Hex [4]

ถ้ามีข้อผิดพลาดเกิดขึ้นโปรแกรม uVision จะแสดงข้อผิดพลาดและข้อความเตือนให้รับทราบที่หน้า Build ของหน้าต่าง Output Window และถ้าเราดับเบิลคลิกบรรทัดที่แสดงข้อผิดพลาดก็จะกระโดดไปยังโค้ดโปรแกรมที่ผิดพลาดนั้นทันที

จากรูปที่ 3.13 แสดงว่าบรรทัดนั้นมีข้อผิดพลาดสังเกตได้จากเครื่องหมาย ที่อยู่บรรทัดนั้น

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี



รูปที่ 3.13 บรรทัดที่มีข้อผิดพลาด [4]

จากตัวอย่างข้อผิดพลาดที่เกิดขึ้นก็คือ ฟังก์ชัน delay_ms (1000); ไม่มีในการประกาศไว้ เมื่อแก้เป็น delay(1000); ให้ถูกต้องแล้วให้ทำการ Build target เหมือนขั้นตอนที่ 1 อีกครั้ง โปรแกรม uVision 3 จะรายงานว่าไม่มีข้อผิดพลาดเกิดขึ้น ดังรูปที่ 3.14

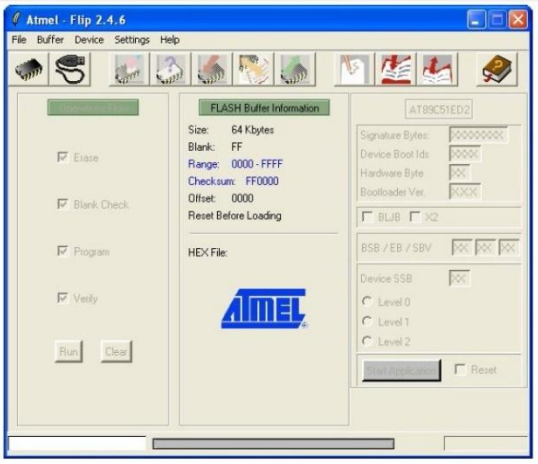
```
Build target 'Target 1'
compiling Main.c...
linking...
Program Size: data=9.0 xdata=0 code=78
creating hex file from "main"...
"main" - 0 Error(s), 0 Warning(s).
```

รูปที่ 3.14 รายงานว่าไม่มีข้อผิดพลาดเกิดขึ้น [4]

ผลลัพธ์ที่ได้ก็คือไฟล์ Hex หรือไฟล์นามสกุล .Hex นั้นเอง โดยไฟล์ Hex ที่ได้จะเก็บอยู่ในโฟลเดอร์โปรเจคที่ใช้งานปัจจุบัน เราสามารถนำไฟล์นี้ไปโหลดเข้าชิปไมโครคอนโทรลเลอร์ได้เลย

3.2.6 การดาวน์โหลด Hex File ให้กับ MCU ด้วยโปรแกรม Flip

สำหรับโปรแกรม FLIP V2.4.6 นั้นสามารถรองรับการดาวน์โหลด Hex File ให้กับ MCU ผ่านทางพอร์ตสื่อสารอนุกรม RS232 ได้ทั้งแบบ Manual ดาวน์โหลด และ Auto ดาวน์โหลด โดยในกรณีของการดาวน์โหลด แบบ Manual นั้นผู้ใช้จะต้องเป็นผู้สั่งรีเซ็ตการทำงานของ MCU ให้เข้าทำงานใน MonitorMode เอง ส่วนการดาวน์โหลด แบบ Auto ดาวน์โหลด นั้นการสั่งรีเซ็ตการทำงานของ MCU ให้เข้าทำงานใน Monitor Mode (Boot Loader) นั้นจะกระทำอัตโนมัติโดยโปรแกรมซึ่งใช้สายดาวน์โหลดแบบ ET-ดาวน์โหลดขนาด 5 Pin ดังรูปที่ 3.15

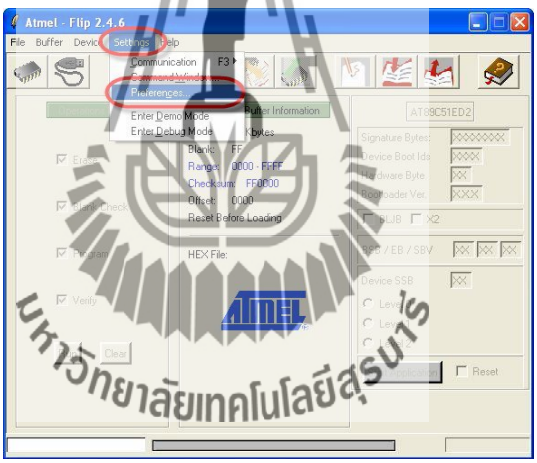


รูปแสดง ลักษณะของโปรแกรม FLIP V2.4.6

รูปที่ 3.15 ลักษณะของโปรแกรม FLIP V2.4.6 [2]

3.2.7 การกำหนดค่าโปรแกรม FLIP V2.4.6 ให้ใช้งานกับบอร์ดของอีทีทีแบบอัตโนมัติ

1. คลิกเมาส์ที่ปุ่มคำสั่ง Settings → Preferences... ดังรูปที่ 3.16



รูปที่ 3.16 การเริ่มต้นกำหนดค่าโปรแกรม [2]

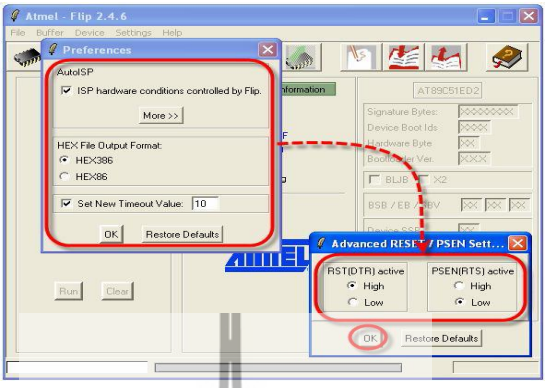
2. เลือกกำหนดค่า Time-Out ของการสื่อสารโดยคลิกเมาส์เติมเครื่องหมาย (√) ที่หน้าตัวเลือกในหัวข้อ “Set Mew Timeout Value” พร้อมกับกำหนดค่าในช่องรับค่าเท่ากับ 10 จากนั้นให้เลือกกำหนดการสื่อสารเป็นแบบ Auto ISP โดยให้คลิกเมาส์เติมเครื่องหมาย (√) ที่หน้าตัวเลือกในหัวข้อ “ISP Hardware conditions controlled by Flip.” แล้วเลือก “More >>” เพื่อเข้าไปกำหนดคุณสมบัติของสัญญาณควบคุม ดังรูป

A. ให้เลือกกำหนดลักษณะสัญญาณที่จะใช้ในการควบคุมสัญญาณรีเซ็ตและ PSEN ของ MCU ในบอร์ด โดยให้เลือกกำหนดดังนี้

- RST (DTR) active จะใช้สำหรับเลือกกำหนดคุณสมบัติของสัญญาณ DTR ที่จะใช้ในการควบคุมการรีเซ็ตของ MCU โดยให้เลือกเป็น High

- PSEN (RTS) active จะใช้สำหรับเลือกกำหนดคุณสมบัติของสัญญาณ RTS ที่จะใช้ในการกำหนดโลจิกให้กับขาสัญญาณ PSEN ของ MCU โดยให้เลือกกำหนดเป็น Low

B. เลือก OK เพื่อให้โปรแกรม FLIP ทำการบันทึกค่าตัวเลือกนี้ไว้ดังรูปที่ 3.17 แสดงการเลือกกำหนดค่า Time-Out



รูปที่ 3.17 การเลือกกำหนดค่า Time-Out [2]

ซึ่งการ Setup นี้จะกระทำเพียงครั้งแรกในการเปิดโปรแกรมขึ้นมาใช้งาน ครั้งเดียวเท่านั้น จากนั้นค่าตัวเลือกที่กำหนดไว้นี้จะถูกบันทึกเก็บไว้ในโปรแกรมโดยอัตโนมัติ

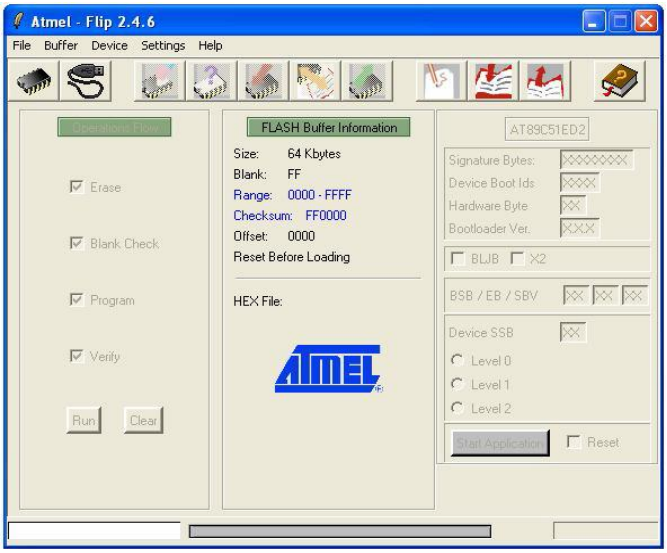
3.2.8 การสั่ง รีเซ็ต MCU ให้ทำงานใน Bootloader แบบ Manual

ในกรณีที่ไม่ต้องการใช้การดาวน์โหลดแบบอัตโนมัติ ผู้ใช้จะต้องทำการสั่งรีเซ็ต MCU ให้เข้าทำงานใน Bootloader ของ Monitor Mode เอง โดยใช้ SW-PESN ร่วมกับ SW-รีเซ็ต ซึ่งการที่จะสั่งรีเซ็ตให้ซีพียูของ ATMEL เข้าทำงานใน Monitor Mode แบบ Manual นั้นจะต้องทำตามลำดับขั้นตอนดังต่อไปนี้

1. กดสวิตช์ PSEN ค้างไว้เพื่อกำหนดสถานะขาสัญญาณ PSEN ให้เป็น “0”
2. กดสวิตช์ รีเซ็ต เพื่อส่งสัญญาณรีเซ็ต ให้ MCU โดยสวิตช์ PSEN ต้องกดค้างอยู่เช่นเดิม
3. ปล่อยสวิตช์ รีเซ็ต เพื่อให้ MCU พ้นจากสภาวะการรีเซ็ต (สวิตช์ PSEN ยังกดค้างอยู่)
4. ปล่อยสวิตช์ PSEN เป็นลำดับสุดท้าย

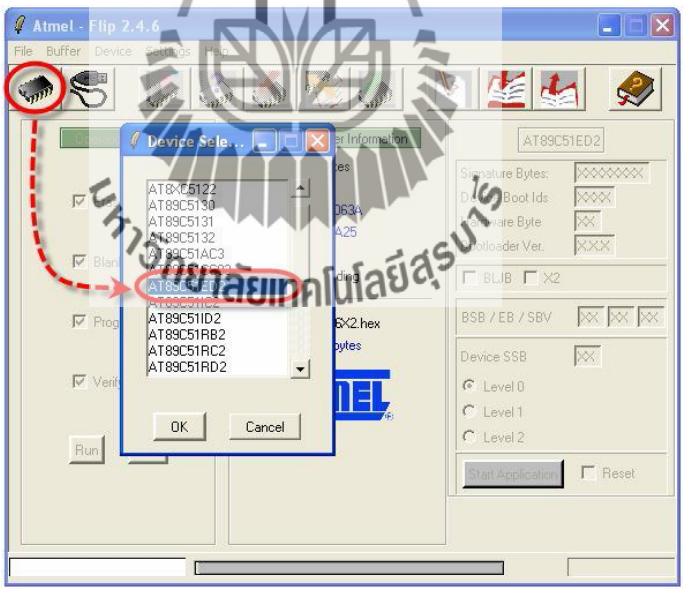
3.2.9 ขั้นตอนการ ดาวน์โหลด HEX File ให้กับบอร์ด

1. สั่ง Run Program Flip เพื่อเริ่มต้นขั้นตอนของการ ดาวน์โหลด ดังรูปที่ 3.18 แสดงการRun Program Flip [2]



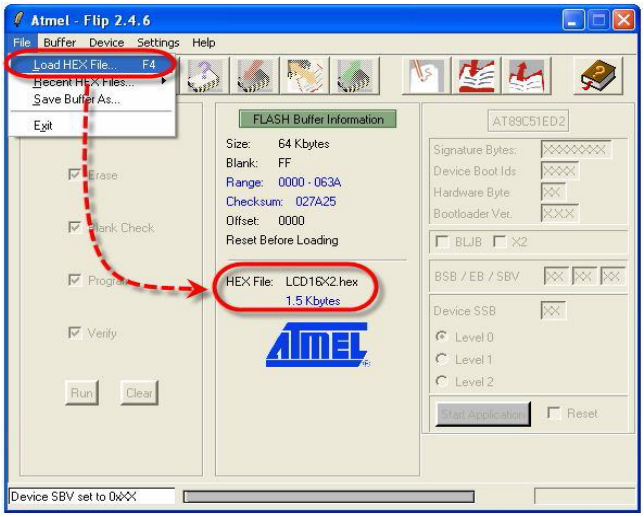
รูปที่ 3.18 การRun Program Flip [2]

2. เลือกรายการอุปกรณ์ ซึ่งก็คือ เบอร์ MCU ที่จะใช้ทำการดาวน์โหลด โดยให้เลือกที่เมนูคำสั่ง Device -> Select หรือ คลิกเมาส์ที่ Icon รูป IC แล้วเลือกกำหนดเบอร์ของ MCU ให้ตรงกับที่ติดตั้งไว้จริงในบอร์ด ซึ่งในที่นี้ให้เลือกเป็น AT89C51ED2 ดังรูปที่ 3.19 แสดงการเลือกรายการอุปกรณ์



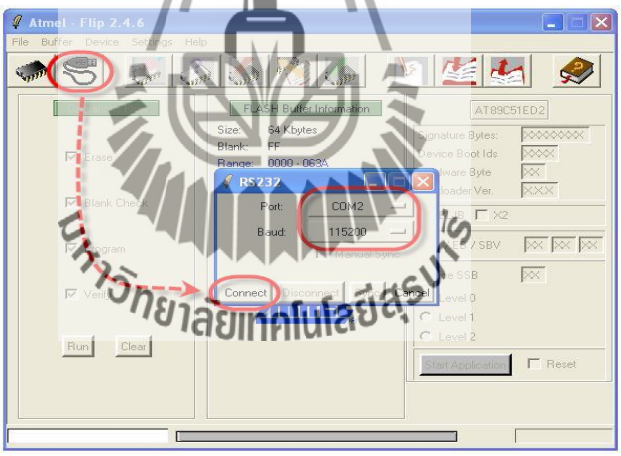
รูปที่ 3.19การเลือกรายการอุปกรณ์ [2]

3. ทำการสั่ง Load HEX File ที่ต้องการจะดาวน์โหลดให้กับ MCU โดยให้ทำการคลิกเมาส์เลือกที่เมนูคำสั่ง File -> Load HEX File... แล้วเลือก File ที่ ดังรูปที่ 3.20



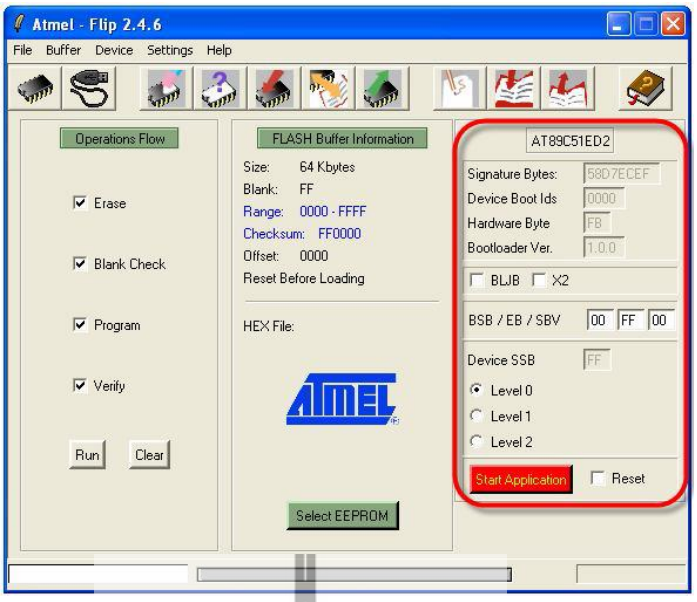
รูปที่ 3.20 ทำการสั่ง Load HEX File [2]

4. เลือกการเชื่อมต่อกับบอร์ดโดยให้เลือกที่เมนูคำสั่ง Settings -> Communications... ->RS232 แล้วเลือกกำหนดหมายเลข Comport ให้ตรงกับที่เชื่อมต่อไว้จริง ถ้าใช้การดาวน์โหลดแบบ Manual ให้ทำการรีเซ็ต MCU ให้ทำงานใน Monitor Mode ให้เรียบร้อยก่อน แต่ถ้าใช้แบบ Auto ให้เลือกใช้สาย ET-ดาวน์โหลดแทนแล้วเลือก Connect ดังรูปที่ 3.21



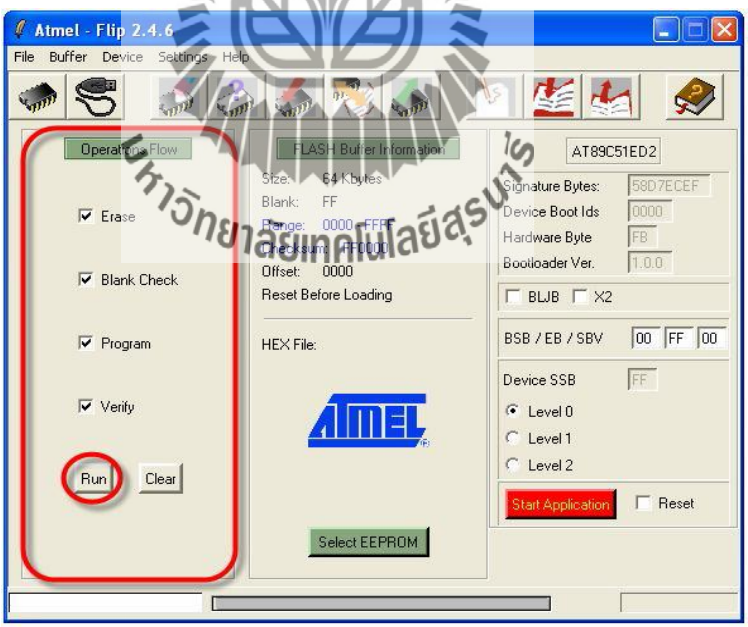
รูปที่ 3.21 เลือกการเชื่อมต่อกับบอร์ด [2]

5. หลังจากที่โปรแกรมสามารถเชื่อมต่อกับ MCU ของบอร์ดได้จะแสดงค่าพารามิเตอร์ต่างๆ ของMCU ให้ทราบทางหน้าจอของโปรแกรมด้วยดังรูปที่ 3.22

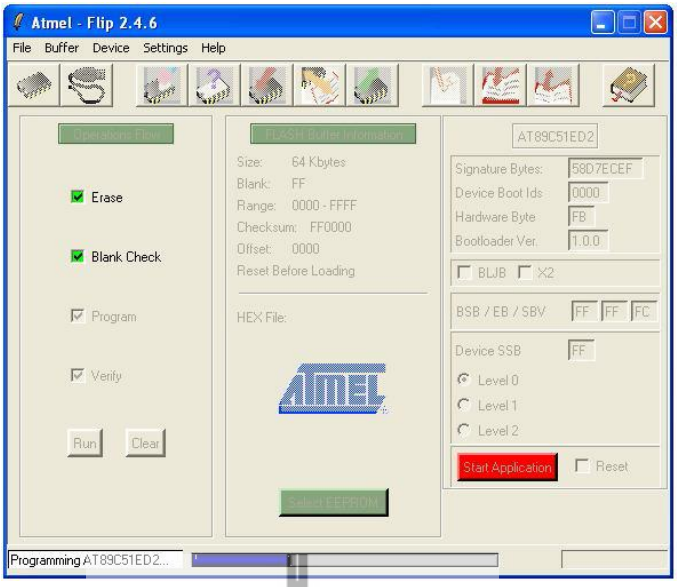


รูปที่ 3.22 ค่าพารามิเตอร์ต่างๆของMCU [2]

6. สั่ง Run เพื่อเริ่มต้นทำการดาวน์โหลด โดยให้ส่วนของ Operations Flow ให้เลือกการทำงานของคำสั่งต่างให้ครบทั้งหมด คือ Erase, Blank Check, Program และ Verify แล้วเลือก Run จากนั้นให้รอจนโปรแกรมทำงานทุกขั้นตอนจนเสร็จดังรูปที่ 3.23 (ก) และ (ข)

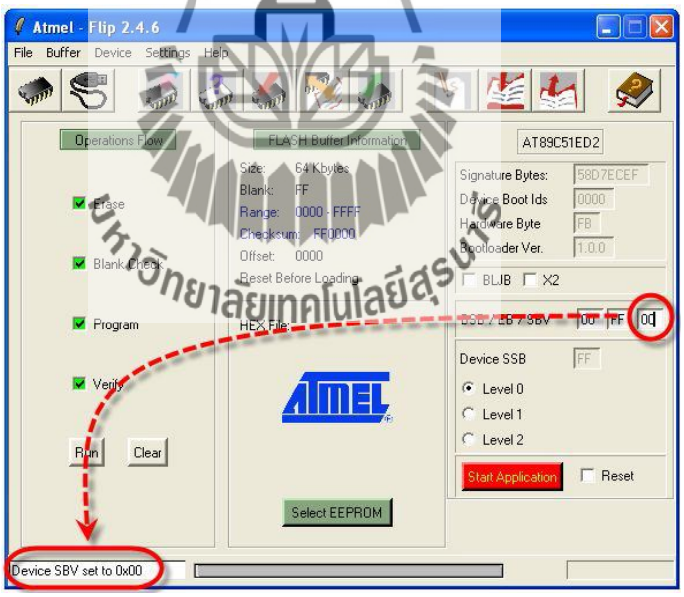


รูปที่ 3.23 (ก) สั่ง Run เพื่อเริ่มต้นทำการ ดาวน์โหลด [2]



รูปที่ 3.23 (ข) ให้เลือกการทำงานของคำสั่งต่างให้ครบทั้งหมด [2]

7. เมื่อการทำงานของโปรแกรมเสร็จเรียบร้อยแล้ว ให้ทำการเปลี่ยนค่า Device จาก FC เป็น 00 โดยให้คลิกเมาส์ในช่องแสดงค่า แล้วป้อนค่าใหม่ คือ 00 เข้าไปแทนที่ดังตัวอย่าง จากนั้นก็ให้เลือกที่ Start Application หรือ กดสวิตช์รีเซ็ตเพื่อให้บอร์ดเริ่มทำงานได้ทันทีดังรูปที่ 3.24



รูปที่ 3.24 การเปลี่ยนค่า Device จาก FC เป็น 00 [2]

3.2.10 โปรแกรมสำหรับควบคุมการทำงาน

```
#include<reg51.h>                    \\การเรียกใช้ซับโปรแกรม reg51.h
void T0Delay(void);                  \\ประกาศฟังก์ชัน T0Delay
void T0Delay2(void);                 \\ประกาศฟังก์ชัน T0Delay2
sbit Trig1=P2^0;                     \\กำหนดชื่อให้ Trig1 คือ พอร์ต 2.0
sbit Echo1=P2^1;                     \\กำหนดชื่อให้ Echo1 คือ พอร์ต 2.1
sbit Trig2=P2^2;                      \\กำหนดชื่อให้ Trig2 คือ พอร์ต 2.2
sbit Echo2=P2^3;                     \\กำหนดชื่อให้ Trig2 คือ พอร์ต 2.3
sbit Motor=P0^0;                     \\กำหนดชื่อให้ Motor คือ พอร์ต 0.0
sbit Solinoid=P0^1;                  \\กำหนดชื่อให้ Solinoid คือ พอร์ต 0.1
void main(void)                      \\เริ่มต้นประกาศโปรแกรม
{
        int i;                       \\ประกาศ i ให้เป็นจำนวนเต็ม
TMOD=0x11;                           \\กำหนดให้ timer1เป็นโหมด1timer0เป็น
โหมด 1
while(1)                             \\ให้วนลูปนี้ตลอดเวลา
  {
        Motor=0;                     \\ให้มอเตอร์ไม่ทำงาน
        Solinoid=0;                  \\ให้โซลินอยด์วาล์วไม่ทำงาน
        Trig1 = 1;
        T0Delay();
        Trig1 = 0;                   \\สร้างพัลส์
        TL1=0;
        TH1=0;                       \\ให้เริ่มต้นนับที่ 0
        while(Echo1==0);             \\รอให้ Echo1 เป็น 1
        TR1=1;                       \\เริ่มจับเวลา
        while(Echo1==1);             \\รอให้ Echo1 เป็น 0
        TR1=0;                       \\หยุดนับเวลา
        if(TH1<=0x10&&TL1<=75)       \\ถ้า TMOD น้อยกว่า 1075
            {
                Motor=1;             \\ให้มอเตอร์ทำงาน
            for(i=0;i<120;i++){
                T0Delay2();
                }                    \\วน 120 รอบ
                Motor=0;             \\ให้มอเตอร์หยุดทำงาน
            while(1)
             {
                Trig2 = 1;
```

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

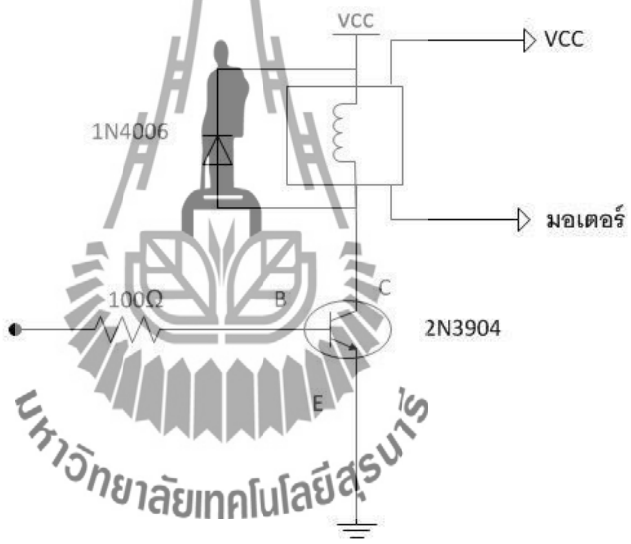
```
                                T0Delay();
                                Trig2 = 0;                  \\สร้างพัลส์
                                TL1=0;
                                TH1=0;                      \\เริ่มนับที่ 0
                                while(Echo2==0);            \\รอให้ Echo2 เป็น 1
                                TR1=1;                      \\เริ่มจับเวลา
                                while(Echo2==1);            \\รอให้ Echo2 เป็น 0
                                TR1=0;                      \\หยุดนับเวลา

if(TH1>=0x10&&TL1>=75)     \\ถ้า TMOD มากกว่า 1075
                                        {
                                                Solinoid=1;             โซลินอยด์ทำงาน

for(i=0;i<1150;i++){                                                            T0Delay2();
}  \\วน 1150 รอบ
                                                break;                  \\หลุดจากลูป
                                        }
                                }
                        }
  }


}
void T0Delay()
 {
        TMOD=0X11;
        TL0=0XE7;
        TH0=0XFF;
        TR0=1;
        while(TF0==0);
        TR0=0;
        TF0=0;
 }
void T0Delay2(void)
{
        TMOD=0X11;
```

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

```
        TL0=0XFF;
        TH0=0X3F;
        TR0=1;
        while(TF0==0);
        TR0=0;
        TF0=0;
}
```

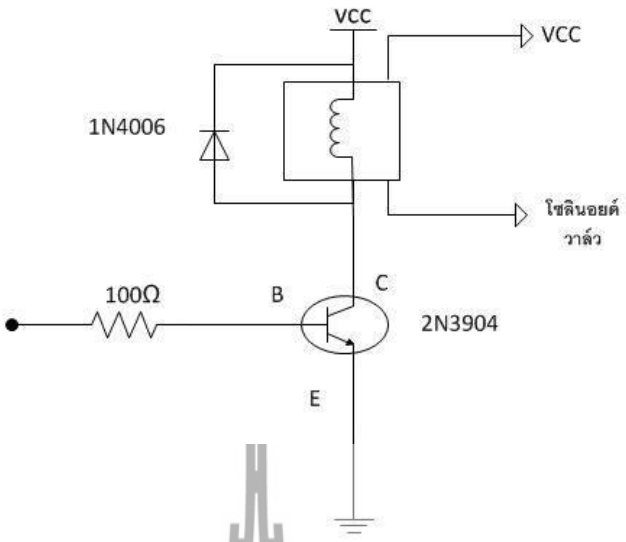
3.2.11 วงจรรีเลย์

ทำหน้าที่เป็นสวิตช์อิเลคทรอนิกส์ เมื่อมีอินพุตจากบอร์ดไมโครคอนโทรลเลอร์ รีเลย์ก็จะสวิตซ์ไฟ 12 โวลต์ดีซีเข้าไปที่มอเตอร์และโซลินอยด์วาล์ว ดังรูปที่ 3.26 แผนภาพวงจรรีเลย์ต่อเข้ากับมอเตอร์รูปที่ 3.27 แผนภาพวงจรรีเลย์ต่อเข้ากับโซลินอยด์วาล์ว และรูปที่ 3.28 แสดงวงจรรีเลย์ต่อเข้ากับโซลินอยด์วาล์วและมอเตอร์

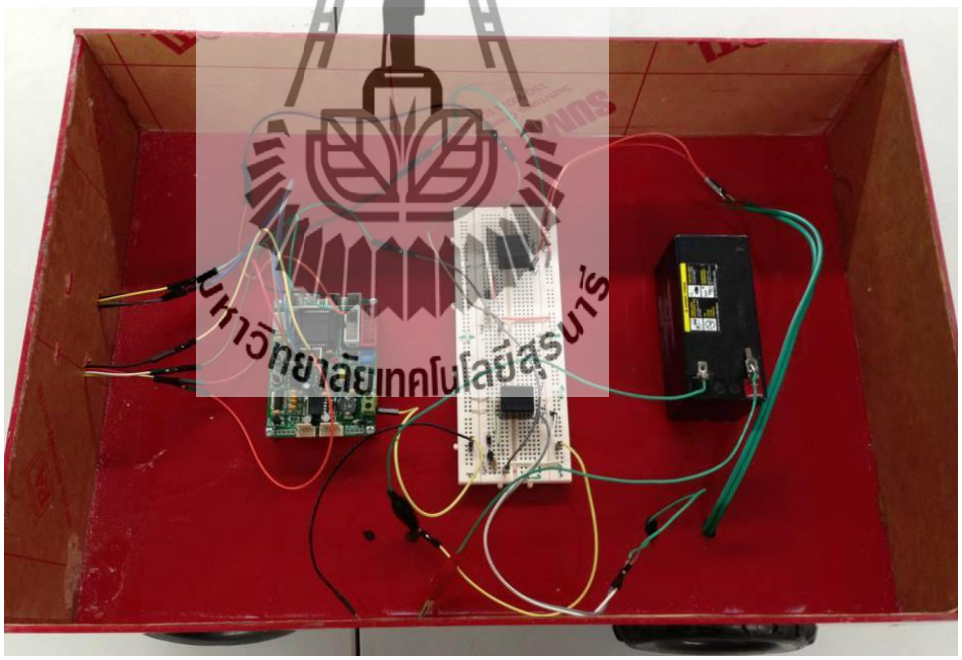


รูปที่ 3.26 วงจรรีเลย์ต่อเข้ากับมอเตอร์

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี



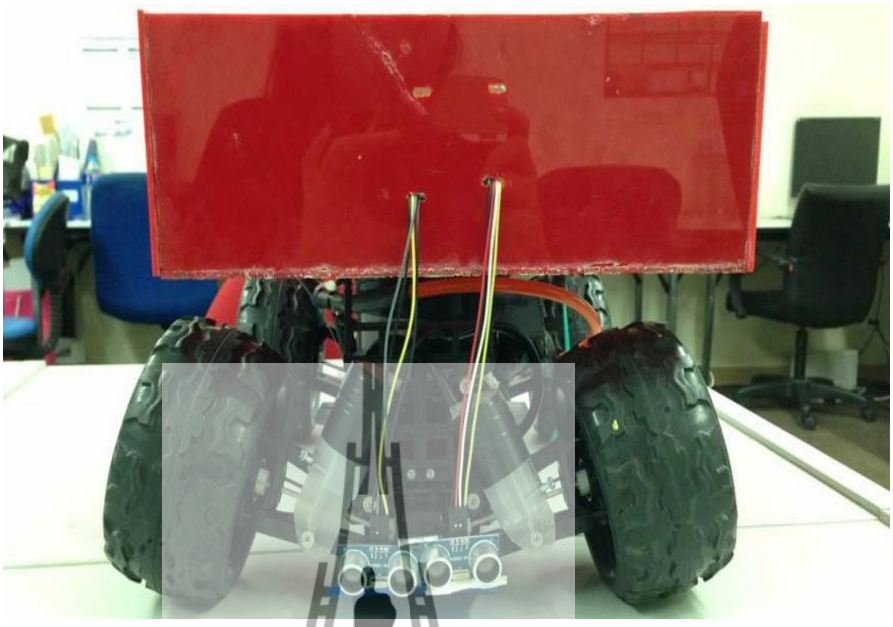
รูปที่ 3.27 วงจรรีเลย์ต่อเข้ากับโซลินอยด์วาล์ว



รูปที่ 3.28 วงจรรีเลย์ต่อเข้ากับโซลินอยด์วาล์วและมอเตอร์

3.2.12 เซนเซอร์ที่ใช้ในการตรวจจับลูกระนาด

จากรูปที่ 3.29 แสดงการติดตั้งเซนเซอร์



รูปที่ 3.29 การติดตั้งเซนเซอร์

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

บทที่ 4
ชุดอุปกรณ์ต้นแบบและผลการทดสอบ

4. ชุดอุปกรณ์ต้นแบบและผลการทดสอบ

4.1 บทนำ

ในบทนี้จะกล่าวถึงการออกแบบวัดผลการทดสอบ โดยแบ่งผลการทดสอบเป็น 3 ส่วน คือการทดสอบการตรวจจับของเซนเซอร์ทั้ง 2 ตัว เมื่อลูกระนาดมีความสูงที่แตกต่างกัน การตรวจจับของเซนเซอร์เมื่อมีระยะห่างระหว่างลูกระนาดที่ความสูงต่างๆและเวลาในการทำงานของกระบอกสูบและโซลินอยด์วาล์วในการยกรถขึ้นลงเมื่อลูกระนาดมีความสูงที่ค่าต่างๆ

4.2 ผลการทดสอบ

4.2.1 การทดลองที่ 1 เวลาในการทำงานของกระบอกสูบและโซลินอยด์วาล์วในการยกรถขึ้นลง เมื่อกำหนดความสูงให้รถยกขึ้นจากความสูงเดิมเป็น 2, 3, 4 และ 5 เซนติเมตร

วิธีการทดลอง กำหนดความสูงให้รถยกขึ้นจากความสูงเดิม 2, 3, 4, 5 เซนติเมตรและบังคับรถโดยใช้ความเร็วคงที่ 7.5 เมตรต่อวินาทีไปทางที่วางลูกระนาดที่ความสูงต่างๆ พร้อมทั้งจับเวลาการทำงานของกระบอกสูบและโซลินอยด์วาล์วในการยกรถขึ้นลง ดังแสดงในรูปที่ 4.1

รูปที่ 4.1 ภาพการทดลองเวลาในการทำงานของกระบอกสูบและโซลินอยด์วาล์วในการยกรถขึ้นลง

ตารางที่ 4.1 ผลการทดลองที่ 1 เวลาในการทำงานของกระบอกสูบและโซลินอยด์วาล์วในการยกรถขึ้นลง เมื่อกำหนดความสูงให้รถยกขึ้นจากความสูงเดิมเป็น 2, 3, 4 และ 5 เซนติเมตร

ความสูงในการยกขึ้นจากความสูงเดิมของรถ (cm)	เวลาที่รถยกขึ้น (วินาที)	เวลาที่รถยกลง (วินาที)
2	2.3	19.8
3	2.5	21
4	3	23
5	3.4	26

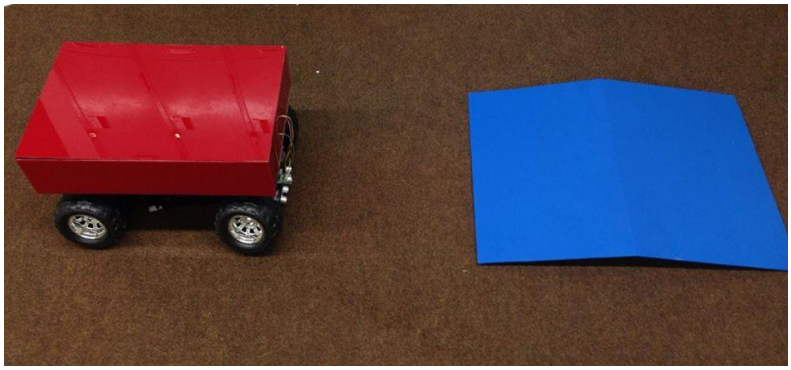
<u>วิเคราะห์ผลการทดลอง</u>

จากผลการทดลองพบว่าเมื่อรถยกสูงขึ้นจากความสูงเดิมเป็น 2 เซนติเมตรเวลาในการทำงานของกระบอกสูบเป็น 2.3 วินาที ซึ่งเป็นช่วงเวลาการยกขึ้นและเวลาในการทำงานของโซลิ-นอยด์วาล์วในการยกลงของรถมีค่าเป็น 19.8 วินาที เมื่อรถยกสูงขึ้นจากความสูงเดิมเป็น 3 เซนติเมตร เวลาในการทำงานของกระบอกสูบเพิ่มขึ้นเป็น 2.5 วินาทีและเวลาในการทำงานของโซลิ-นอยด์วาล์วเพิ่มขึ้นเช่นกันเป็น 21 วินาที เมื่อรถยกสูงขึ้นจากความสูงเดิมเป็น 4 เซนติเมตรเวลาในการทำงานของกระบอกสูบและเวลาในการทำงานของโซลินอยด์เพิ่มขึ้นจากเดิมไม่มากนัก รวมถึงการที่รถยกสูงขึ้นจากความสูงเดิมเป็น 5 เซนติเมตร สังเกตได้ว่าเวลาในการทำงานของกระบอกสูบและเวลาในการทำงานของโซลินอยด์เพิ่มขึ้นอย่างแน่นอนทั้งนี้เนื่องจากหากมีความสูงของการยกเพิ่มขึ้นย่อมต้องใช้เวลาในการยกขึ้นยกสูงมากขึ้น

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

4.2.2 การทดลองที่ 2 การตรวจจับของเซนเซอร์ทั้ง 2 ตัวเมื่อลูกระนาดมีความสูงที่แตกต่างกันโดยทำการทดลองทั้งหมด 20 ครั้ง

<u>วิธีการทดลอง</u> จำลองลูกระนาดโดยใช้แผ่นพลาสติกสร้างลูกระนาดที่ความสูง 3, 4, 5, 6 เซนติเมตร ติดตั้งเซนเซอร์ที่ระยะ 2 เซนติเมตรจากพื้น บังคับรถที่ความเร็วคงที่ 7.5 เมตรต่อวินาทีให้เจอลูกระนาดที่ความสูงต่างๆโดยทำการทดลองทั้งหมด 20 ครั้งสังเกตและบันทึกผลการทำงานของเซนเซอร์แต่ละตัว ดังแสดงในรูปที่ 4.2



รูปที่ 4.2 ภาพการทดลองที่ 2 การตรวจจับของเซนเซอร์ทั้ง 2 ตัวเมื่อลูกระนาดมีความสูงที่แตกต่างโดยทำการทดลองทั้งหมด 20 ครั้ง

ตารางที่ 4.2 ผลการทดลองที่ 2 การตรวจจับของเซนเซอร์ทั้ง 2 ตัวเมื่อลูกระนาดมีความสูงที่แตกต่างโดยทำการทดลองทั้งหมด 20 ครั้ง

ความสูงของลูกระนาด (cm)	ผลสำเร็จของเซนเซอร์ตัวที่ 1 เมื่อทดลอง 20 ครั้ง (ครั้ง)	ผลสำเร็จของเซนเซอร์ตัวที่ 2 เมื่อทดลอง 20 ครั้ง (ครั้ง)
3	18	18
4	20	20
5	20	20
6	20	20

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

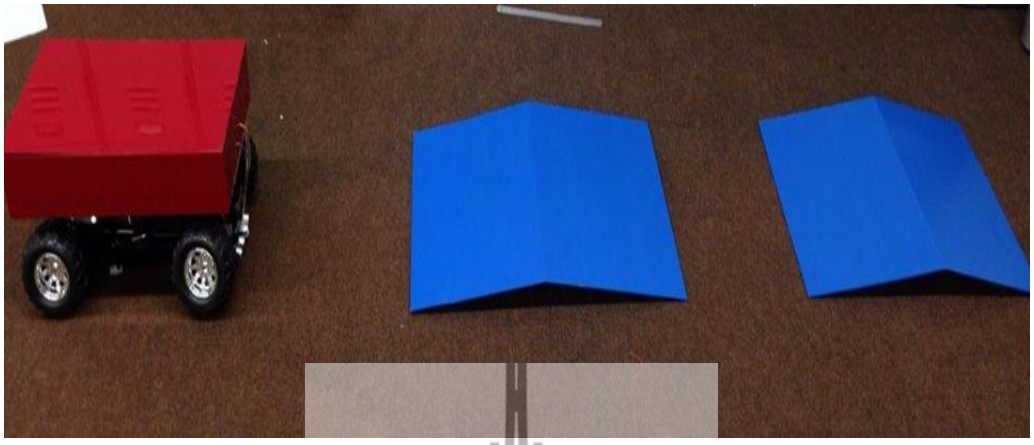
วิเคราะห์ผลการทดลอง

จากผลการทดลองพบว่าเมื่อลูกระนาดมีความสูงที่ 3 เซนติเมตรหรือน้อยกว่าการตรวจจับของเซนเซอร์ตรวจจับได้เพียง 18 ครั้งเนื่องจากลูกระนาดอยู่ในตำแหน่งความสูงใกล้เคียงกันกับตำแหน่งการติดเซนเซอร์ หากเพิ่มความสูงของลูกระนาดเป็น 4 เซนติเมตรหรือมากกว่าเป็น 5 เซนติเมตรและ 6 เซนติเมตรเซนเซอร์ทั้งสองตัวสามารถตรวจจับได้ครบทั้ง 20 ครั้งเพราะลูกระนาดนั้นมีความสูงกว่าตำแหน่งการติดเซนเซอร์ทำให้เซนเซอร์สามารถมองเห็นได้ชัดเจน

4.2.3 การทดลองที่ 3 การตรวจจับของเซนเซอร์เมื่อมีระยะห่างระหว่างลูกระนาด 2 ลูกที่ความสูงต่างๆ โดยทำการทดลองทั้งหมด 20 ครั้ง

วิธีการทดลอง จำลองลูกระนาดโดยใช้แผ่นพลาสติกสร้างลูกระนาดที่ความสูง 3, 4, 5 และ 6 เซนติเมตรอย่างละ 2 ลูก บังคับรถที่ความเร็วคงที่ 7.5 เมตรต่อวินาทีให้เจอลูกระนาดที่

ความสูงต่างๆ กำหนดให้ลูกระนาดความสูงเดียวกันห่างกัน 20 เซนติเมตร โดยทำการทดลองทั้งหมด 20 ครั้ง สังเกตและบันทึกผล ทำการทดลองซ้ำอีกครั้งกับระยะ 40, 60 และ 80 เซนติเมตร



รูปที่ 4.3 ภาพการทดลองที่ 3 การตรวจจับของเซนเซอร์เมื่อมีระยะห่างระหว่างลูกระนาด 2 ลูกที่ความสูงต่างๆ โดยทำการทดลองทั้งหมด 20 ครั้ง

ตารางที่ 4.3 ผลการทดลองที่ 3 การตรวจจับของเซนเซอร์เมื่อมีระยะห่างระหว่างลูกระนาด 2 ลูกที่ความสูงต่างๆ โดยทำการทดลองทั้งหมด 20 ครั้ง

	ระยะห่างระหว่างลูกระนาด 2 ลูก เมื่อทำการทดลองทั้งหมด 20 ครั้ง			
ความสูงของลูกระนาด (cm)	20 cm (ครั้ง)	40 cm (ครั้ง)	60 cm (ครั้ง)	80 cm (ครั้ง)
3	14	15	16	18
4	16	16	18	18
5	18	20	20	20
6	18	20	20	20

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

<u>วิเคราะห์ผลการทดลอง</u>

จากผลการทดลองพบว่าที่ลูกระนาดความสูง 3 เซนติเมตรและวางห่างกัน 20 เซนติเมตรสังเกตได้ว่าการตรวจจับของเซนเซอร์นั้นทำงานได้ไม่ดีนักเพราะลูกระนาดอยู่ในตำแหน่งเดียวกันกับระยะการติดเซนเซอร์จากนั้นเพิ่มความสูงเป็น 4 เซนติเมตรเห็นว่าที่ระยะห่างกัน 20 และ 40 เซนติเมตรของลูกระนาด เซนเซอร์นั้นไม่สามารถตรวจจับได้ครบตามจำนวนครั้ง เช่นเดียวกับที่ระยะห่างของลูกระนาดเป็น 60 และ 80 เซนติเมตรที่เซนเซอร์สามารถตรวจจับได้เพิ่มขึ้นเป็น 18 ครั้ง หากเพิ่มความสูงของลูกระนาดเป็น 5 เซนติเมตรและวางห่างกัน 20 เซนติเมตรเซนเซอร์ก็ยังไม่

สามารถตรวจจับได้ครบตามจำนวนครั้งแต่เมื่อลูกระนาดห่างมากขึ้นเป็น 40 เซนติเมตร เซนเซอร์จะตรวจจับได้ดีและให้ผลการทดลองเช่นเดียวกันเมื่อความสูงของลูกระนาดเพิ่มเป็น 6 เซนติเมตรทั้งนี้เพราะเมื่อลูกระนาดมีความสูงๆกว่าตำแหน่งที่ติดเซนเซอร์รวมถึงระยะห่างของลูกระนาดที่ห่างกันมากขึ้นก็จะทำให้เซนเซอร์ตรวจจับได้ดีขึ้น

4.3 สรุปผลการทดสอบ

ผลการทดสอบที่ได้แสดงให้เห็นว่าการเพิ่มความสูงของลูกระนาดให้สูงกว่าตำแหน่งที่ติดเซนเซอร์จะทำให้เซนเซอร์สามารถตรวจจับได้ดีแต่ต้องใช้เวลาในทำงานของกระบอกสูบและเวลาในการทำงานของโซลินอยด์วาล์วเพิ่มขึ้น อีกทั้งการทำงานของเซนเซอร์เมื่อพบลูกระนาดที่มีระยะห่างกันมากก็ให้ผลการทดสอบได้ดีเช่นกันต่างจากลูกระนาดที่อยู่ใกล้ๆ กันที่เซนเซอร์จะมองเสมือนเป็นลูกเดียวกันจึงไม่สามารถตรวจจับได้ตามประสิทธิภาพ

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

บทที่5
ข้อสรุปของโครงงาน

5. ข้อสรุปของโครงงาน

5.1 บทนำ

เนื้อหาในบทนี้จะเป็นการกล่าวถึงบทสรุปของโครงงานการออกแบบและสร้างแบบจำลองรถยกอัตโนมัติ ประกอบด้วยปัญหาขณะดำเนินการ แนวทางการแก้ไขปัญหา ข้อเสนอแนะ รวมถึงการพัฒนาโครงงานต่อไป

5.2 ปัญหาที่พบและแนวทางการแก้ไขปัญหา

ในการจัดทำโครงงานพบปัญหาต่างๆดังต่อไปนี้

ตารางที่ 5.1 ปัญหาที่พบและแนวทางการแก้ไขปัญหา

ปัญหาที่พบ	แนวทางการแก้ไขปัญหา
รถบังคับไม่สามารถยกลงได้อย่างสมดุลเนื่องจากระบบไฮดรอลิกส์ที่เราทำขึ้นมาจากกระบอกฉีดยาซึ่งทั้ง 4 หลอดมีความหนืดไม่เท่ากันทำให้ทำงานได้ไม่สมดุล	จัดหาลูกสูบไฮดรอลิกส์ที่มีมาตรฐานและเหมาะสมกับการทำงาน
ไม่สามารถนำกระแสไฟฟ้าที่ได้จากบอร์ดไมโครคอนโทรเลอร์มาใช้ได้ทันทีเนื่องจากกระแสไฟฟ้าที่ได้มีค่าน้อยซึ่งไม่เพียงพอต่อการทำงานของมอเตอร์และโซลินอยด์วาล์ว	สร้างวงจรอิเล็กทรอนิกส์สวิตซ์
เซนเซอร์ตรวจจับได้ไม่ดีนักเนื่องจากใช้เซนเซอร์ในราคาค่อนข้างต่ำ	ใช้เซนเซอร์ที่มีความเหมาะสมมากกว่านี้และเพิ่มจำนวนเซนเซอร์

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

5.3 บทสรุปของโครงงาน

ในโครงงานนี้ได้ทำการสร้างอุปกรณ์ต้นแบบการจำลองรถยกอัตโนมัติโดยอาศัยหลักการทำงานของไฮดรอลิกส์และโซลินอยด์วาล์วมาต่อเข้ากับอุปกรณ์อื่นๆ เช่น วงจรรีเลย์สวิตซ์ บอร์ดไมโครคอนโทรเลอร์ ออกแบบและทำการทดสอบซึ่งให้ผลการทดสอบเป็นไปตามความคาดหมายคือ เมื่อรถบังคับสามารถยกขึ้นได้เองโดยอัตโนมัติเมื่อพบลูกระนาดและยกลงได้เองอัตโนมัติเมื่อขับผ่านลูกระนาดมาแล้ว

5.4 ข้อเสนอแนะ

5.4.1 ไม่สามารถกำหนดระยะของเซนเซอร์ได้อย่างแน่นอน

5.4.2 เนื่องจากโซลินอยด์วาล์วทำงานได้ช้ารถจึงไม่สามารถยุบลงได้เร็วพอจึงไม่เหมาะกับรถที่เคลื่อนที่ได้เร็ว ดังนั้นควรใช้โซลินอยด์วาล์วที่มีความไวเพียงพอ

5.4.3 ชนิดของเซนเซอร์ที่ใช้มีราคาต่ำ ดังนั้นจึงทำงานได้ไม่เสถียรหากต้องการความแม่นยำควรเลือกเซนเซอร์ที่เหมาะสมกว่านี้

5.5 แนวทางการพัฒนาในอนาคต

เนื่องจากชุดอุปกรณ์ในโครงงานนี้เป็นเพียงอุปกรณ์ต้นแบบ มีต้นทุนต่ำดังนั้นอาจมีข้อจำกัดในการทำงานแต่สามารถนำหลักการทำงานไปใช้ได้กับรถยนต์โดยทำการปรับเปลี่ยนอุปกรณ์ให้เหมาะสมตามวัตถุประสงค์เพื่อการทำงานอย่างมีประสิทธิภาพ

เอกสารอ้างอิง

[1] Hydraulic Advance, TADANO LTD., Japan

[2] www.es.co.th

[3] http://garwwy.blogspot.com/2011/07/temperature-sensor-3-1-thermocouples.html

[4] http://www.mcuthailand.com/articles/mcs/Keil.html

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

ภาคผนวก ก

โปรแกรมที่ใช้ในการควบคุม

```
#include<reg51.h>                    \\การเรียกใช้ซับโปรแกรม reg51.h
void T0Delay(void);                  \\ประกาศฟังก์ชัน T0Delay
void T0Delay2(void);                 \\ประกาศฟังก์ชัน T0Delay2
sbit Trig1=P2^0;                         \\กำหนดชื่อให้ Trig1 คือ พอร์ต 2.0
sbit Echo1=P2^1;                         \\กำหนดชื่อให้ Echo1 คือ พอร์ต 2.1
sbit Trig2=P2^2;                         \\กำหนดชื่อให้ Trig2 คือ พอร์ต 2.2
sbit Echo2=P2^3;                         \\กำหนดชื่อให้ Trig2 คือ พอร์ต 2.3
sbit Motor=P0^0;                         \\กำหนดชื่อให้ Motor คือ พอร์ต 0.0
sbit Solinoid=P0^1;                  \\กำหนดชื่อให้ Solinoid คือ พอร์ต 0.1
void main(void)                          \\เริ่มต้นประกาศโปรแกรม
{
        int i;                           \\ประกาศ i ให้เป็นจำนวนเต็ม
TMOD=0x11;          \\กำหนดให้ timer1 เป็นโหมด 1 timer0 เป็น                 โหมด 1
while(1)                                 \\ให้วนลูปนี้ตลอดเวลา
  {
        Motor=0;                         \\ให้มอเตอร์ไม่ทำงาน
        Solinoid=0;                      \\ให้โซลินอยด์วาล์วไม่ทำงาน
        Trig1 = 1;
        T0Delay();
        Trig1 = 0;                       \\สร้างพัลส์
        TL1=0;
        TH1=0;                           \\ให้เริ่มต้นนับที่ 0
        while(Echo1==0);                 \\รอให้ Echo1 เป็น 1
        TR1=1;                           \\เริ่มจับเวลา
        while(Echo1==1);                 \\รอให้ Echo1 เป็น 0
        TR1=0;                           \\หยุดนับเวลา
        if(TH1<=0x10&&TL1<=75)   \\ถ้า TMOD น้อยกว่า 1075
              {
                    Motor=1;             \\ให้มอเตอร์ทำงาน
                for(i=0;i<120;i++){
                                         T0Delay2();
                                       }     \\วน 120 รอบ
                    Motor=0;                 \\ให้มอเตอร์หยุดทำงาน
                while(1)
                 {
```

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

```
                    Trig2 = 1;
                    T0Delay();
                    Trig2 = 0;              \\สร้างพัลส์
                    TL1=0;
                    TH1=0;                  \\เริ่มนับที่ 0
                    while(Echo2==0);        \\รอให้ Echo2 เป็น 1
                    TR1=1;                  \\เริ่มจับเวลา
                    while(Echo2==1);        \\รอให้ Echo2 เป็น 0
                    TR1=0;                  \\หยุดนับเวลา

if(TH1>=0x10&&TL1>=75)    \\ถ้า TMOD มากกว่า 1075
                                {
                                    Solinoid=1;          โซลินอยด์ทำงาน

for(i=0;i<1150;i++){                                          T0Delay2();
}  \\วน 1150 รอบ
                                    break;          \\หลุดจากลูป
                                }
                            }
                        }
 }


}
void T0Delay()
 {
        TMOD=0X11;
        TL0=0XE7;
        TH0=0XFF;
        TR0=1;
        while(TF0==0);
        TR0=0;
        TF0=0;
 }
void T0Delay2(void)
{
```

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

```
        TMOD=0X11;
        TL0=0XFF;
        TH0=0X3F;
        TR0=1;
        while(TF0==0);
        TR0=0;
        TF0=0;
}
```

ประวัติผู้เขียน

นางสาววรางคณา จันทรมงคล เกิดวันที่ 11 ธันวาคม พ.ศ. 2534 ภูมิลำเนาบ้านเลขที่ 974 หมู่ 1 ตำบลเมืองปัก อำเภอปักธงชัย จังหวัดนครราชสีมา จบการศึกษามัธยมตอนต้นและตอนปลายจากโรงเรียนสุรนารีวิทยาปี 2552 ปัจจุบันกำลังศึกษาอยู่ชั้นปีที่ 4 สาขาวิชาวิศวกรรมโทรคมนาคม มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี จังหวัดนครราชสีมา

นางสาววลัยลักษณ์ ลี้นิติไกรพจน์ เกิดวันที่ 20 พฤศจิกายน พ.ศ. 2534 ภูมิลำเนาบ้านเลขที่ 81 หมู่ 7 ตำบลโนนดินแดง อำเภอโนนดินแดง จังหวัดบุรีรัมย์ จบการศึกษามัธยมตอนต้นและตอนปลายจากโรงเรียนอุดรพิทยานุกูล ปี 2552 ปัจจุบันกำลังศึกษาอยู่ชั้นปีที่ 4 สาขาวิชาวิศวกรรมโทรคมนาคม มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี จังหวัดนครราชสีมา

นางสาวดาราวดี บุญเมือง เกิดวันที่ 26 มีนาคม พ.ศ. 2535 ภูมิลำเนาบ้านเลขที่ 2 หมู่ 8 ตำบลโคกสูง อำเภอเมืองจังหวัด จบการศึกษามัธยมตอนต้นและตอนปลายจากโรงเรียนมารีย์วิทยา ปี 2552 ปัจจุบันกำลังศึกษาอยู่ชั้นปีที่ 4 สาขาวิชาวิศวกรรมโทรคมนาคม มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี จังหวัดนครราชสีมา

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี