สำนักหอสมุดกลาง พระจอมเกล้าลาดกระบัง

เอกสารผลการดำเนินการ การวิจัย

หุ่นยนต์ไต่กระจก

CLIMBING ROBOT

ผศ.สมภพ แก้วมีชัย

RCH
TJ
211.415
ส 2711อ
ค.1
สขหมู่.....
เลขทะเบียน 115553
วัน,เดือน,ปี 21 มิ.ค. 2554

สาขาวิชาวิศวกรรมโทรคมนาคม
คณะวิศวกรรมศาสตร์
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

b.12313440
i.....

โครงการวิจัยเรื่อง หุ่นยนต์ไต่กระจก (CLIMBING ROBOT)

หัวหน้าโครงการ ผศ. สมภพ แก้วมีชัย

ที่ปรึกษาโครงการ นายสุรพันธ์ วรรณคง

ผู้ร่วมโครงการ 1. นายรนกร นุชเอี่ยม

2. นายอรรถพงษ์ ยอดดี

3. นายอิสระ วัฒนโชติภิญโญ

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้เป็นการเสนอการออกแบบหุ่นยนต์ไต่กระจก เพื่อเป็นต้นแบบในการนำไปประยุกต์ใช้ในพื้นที่ที่มีความลาดสูงชันเพื่อนำมาทำงานทดแทนมนุษย์

โดยแบ่งการทำงานออกเป็น 2 ส่วน คือ ส่วนฮาร์ดแวร์ ซึ่งประกอบด้วยไอซีไมโครคอนโทรลเลอร์ตระกูล MCS 51 ระบบนิวเมติก เซนเซอร์ และวงจรควบคุมมอเตอร์ กับอีกส่วนคือส่วนซอฟต์แวร์ ซึ่งใช้สำหรับการควบคุมการทำงานของไมโครคอนโทรลเลอร์ ซึ่งเขียนด้วยโปรแกรมภาษาซี เพื่อควบคุมระบบนิวเมติก เซนเซอร์ และวงจรควบคุมการหมุนของมอเตอร์ โครงสร้างของหุ่นยนต์ไต่กระจกนี้ใช้หลักการทางฟิสิกส์ ในเรื่องคุณสมบัติของลมเพื่อสร้างสูญญากาศ และการอัดอากาศ ร่วมกับมอเตอร์กระแสตรงในการขับเคลื่อนหุ่นยนต์ให้เคลื่อนที่ไปได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ABSTRACT

In this thesis presents a design of Climb Robots. In order to model applied in areas of steep instead of men. The work is divided into two parts; Hardware , that contains IC-microcontroller MCS-51AC3 ,controls Pneumatic system , Infrared sensor circuit and Circuit to control the direction of motor rotation. And Software was written and recorded C Programming Language in microcontroller , to receive input signal from sensor circuit , Control circuit switch Pneumatic system and Circuit to control the direction of motor rotation.

Structure of this Climb Robot , is Physics principle of Adhesion glass. On the properties of the wind, to Added to create the vacuum in the glass adhesion. And can make the robot move on the glass by direct current motors for propulsion.

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กิตติกรรมประกาศ

โครงการวิจัยนี้ สำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยดีในเกือบทุกด้านก็ด้วยความร่วมมือและการช่วยเหลือเป็นอย่างดีจากท่านอาจารย์หลายๆท่าน และนักศึกษาในภาควิชาวิศวกรรมสารสนเทศ คณะวิศวกรรมศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง โดยเฉพาะอย่างยิ่งจาก คุณสุรพันธ์ วรรณคง ที่เป็นที่ปรึกษาร่วมในโครงงานวิจัยนี้ ที่ได้ให้คำปรึกษาและคำแนะนำต่างๆ ที่มีประโยชน์อย่างยิ่งต่อการทำโครงการวิจัยให้เป็นผลสำเร็จลุล่วงไปด้วยดีตลอดมาและขอขอบคุณ บริษัท เอส.เอ็ม.ซี. (ประเทศไทย) จำกัด ที่สนับสนุนวัสดุอุปกรณ์ที่ใช้ในการทำโครงงานและอนุมัติให้คุณสุรพันธ์ วรรณคง ตำแหน่งวิศวกรของบริษัทเอส.เอ็ม.ซี. (ประเทศไทย) จำกัด เป็นที่ปรึกษาร่วมในการให้คำปรึกษาเรื่องอุปกรณ์ทางด้านระบบนิวแมติกส์

ณ.ที่นี้ขอขอบคุณทุกๆท่านอีกครั้งที่ได้ให้ความช่วยเหลือเป็นอย่างมากโดยทางผู้ทำโครงการวิจัยหวังว่าคงจะได้รับความอนุเคราะห์จากทุกๆท่านอีกในโอกาสต่อๆ ไป

คณะโครงการวิจัย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ

เรื่อง	หน้า
บทคัดย่อภาษาไทย	I
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ	II
กิตติกรรมประกาศ	III
สารบัญ	IV
สารบัญตาราง	VII
สารบัญรูป	VIII
บทที่ 1 บทนำ	
1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา	1
1.2วัตถุประสงค์ของโครงงาน	2
1.3 ขอบเขตของโครงงาน	2
1.4 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ	2
บทที่ 2 เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	
2.1 มอเตอร์กระแสตรง (DC motor)	3
2.1.1 การขับและกลับทิศทางของมอเตอร์กระแสตรง (DC motor)	3
2.2 เซนเซอร์ (Sensor)	5
2.2.1 โฟโต้ไดโอดอินฟราเรด	5
2.2.2 โฟโต้ทรานซิสเตอร์อินฟราเรด	6
2.2.3 ออปโต้ไอโซเลเซอร์ (Opto Isolator)	6
2.2.4 อินฟราเรดเซนเซอร์	6
2.3 วงจรออปแอมป์	7
2.3.1 วงจรเปรียบเทียบแรงดัน	7
2.3.2 วงจรแรงดันตาม	8
2.4 พอร์ตอนุกรม	8
2.4.1 การทำงานของขาสัญญาณ DB9	10
2.4.2 อัตราการส่งข้อมูล (Baud rate)	10

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ(ต่อ)

เรื่อง	หน้า
2.4.3 ระดับสัญญาณของ RS232	10
2.4.4 รูปแบบการสื่อสารแบบอนุกรม	11
2.5 ไมโครคอนโทรลเลอร์ตระกูล MCS-51	12
2.5.1 ลักษณะโครงสร้างของไมโครคอนโทรลเลอร์ AT89C51AC3	13
2.5.2 ขาสัญญาณต่างๆ ของไมโครคอนโทรลเลอร์ AT89C51AC3	15
2.5.3 โครงสร้างของพอร์ตอินพุทและเอาท์พุท (I/O Port Structure)	16
2.5.4 โครงสร้างหน่วยความจำ	18
2.5.5 หน่วยความจำภายนอก	20
2.5.6 การติดต่อกับหน่วยความจำโปรแกรมภายนอก	20
2.5.7 การติดต่อกับหน่วยความจำข้อมูลภายนอก	22
2.5.8 การรีเซ็ทซีพียู Microcontroller	23
2.5.9 การใช้งาน Timer/Counter	24
2.6 นิวแมติกส์ (Pneumatic)	25
2.6.1 หน่วยทางฟิสิกส์ที่ใช้ในนิวแมติกส์	25
2.6.2 คุณสมบัติทางฟิสิกส์และกฎของลม	27
2.6.3 การเปลี่ยนแปลงของอากาศจากผลของความร้อนและความดัน	28
2.6.4 ระบบนิวแมติกส์พื้นฐาน	29
2.6.5 เครื่องอัดอากาศ	31
2.6.6 การหล่อเย็นเครื่องอัดอากาศ	32
2.6.7 ชุดกรองลมอัด (Air Filter)	33
2.6.8 วิธีการทำให้อากาศแห้ง	34
2.6.9 ชุดควบคุมความดัน (Air Regulator)	35
2.6.10 เกจวัดความดันลมอัด (Pressure Gauge)	36
2.6.11 กระบอกสูบ	37
2.6.12 อุปกรณ์จับยึดด้วยระบบสูญญากาศ Vacuum generator & suction cup	40
2.6.13 การทำงานของวาล์วควบคุมทิศทาง	42
บทที่ 3 การดำเนินการวิจัย ในส่วนของโครงสร้างและการออกแบบ	
3.1 โครงสร้างโดยรวม	44

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ(ต่อ)

เรื่อง	หน้า
3.2 โครงสร้างของหุ่นยนต์	44
3.3 ส่วนของวงจรควบคุมหลัก	45
3.4 ส่วนของวงจรเซนเซอร์อินฟราเรด	47
3.5 ส่วนของวงจรกลับทิศทางหมุนมอเตอร์	48
3.6 ส่วนของวงจรควบคุมวาล์วระบบนิวแมติก	49
3.7 กระบอกสูบ	49
3.8 เส้นผ่านศูนย์กลางของอุปกรณ์จับยึดด้วยระบบสูญญากาศ (Pad Diameter)	50
3.9 การออกแบบโปรแกรมควบคุมการทำงานของหุ่นยนต์ไต่กระจก	51
3.10 การเคลื่อนที่ของหุ่นยนต์	52
3.10.1 มุมมองด้านบน	52
3.10.2 มุมมองด้านข้าง	53
3.11 ขั้นตอนการประกอบหุ่นยนต์	56
3.12 ส่วนประกอบต่างๆ ของหุ่นยนต์	58
3.13 ผลของการทดลอง	60
1. การกลับทิศทางหมุนมอเตอร์กระแสตรง	60
2. การตรวจจับวัตถุของเซนเซอร์อินฟราเรด	61
2.1 เมื่อไม่มีวัตถุให้ตรวจจับ	62
2.2 เมื่อมีวัตถุผ่านเซนเซอร์	62
3. การควบคุมวาล์วของระบบนิวแมติก	62
4.การทดลองการเบิร์นโปรแกรม	63
บทที่ 4 อภิปรายผลการวิจัยและวิจารณ์	
4.1 สรุปผลการดำเนินงาน	69
4.2 ปัญหาที่เกิดขึ้นจากการทดลอง และแนวทางแก้ไข	69
4.3 โปรแกรมควบคุมหุ่นยนต์	71
บรรณานุกรม	
ภาคผนวก	

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญตาราง

ตารางที่	หน้า
ตารางที่ 2.1 แสดง Description แต่ละชนิด	9
ตารางที่ 2.2 แสดงรายละเอียดโครงสร้างของกระบอกสูบชนิดทำงานทิศทางเดียว	38
ตารางที่ 2.3 แสดงรายละเอียดโครงสร้างของกระบอกสูบชนิดทำงานสองทิศทาง	40
ตารางที่ 2.4 แสดงสัญลักษณ์ของจำนวนตำแหน่งทำงานของวาล์ว	42
ตารางที่ 2.5 แสดงความหมายของสัญลักษณ์ช่องต่อท่อลม	42
ตารางที่ 2.6 แสดงสัญลักษณ์เส้นทางการไหลผ่านภายในวาล์ว	43
ตารางที่ 2.7 แสดงจำนวนช่องต่อท่อลมต่อหนึ่งวาล์วและประเภทการใช้งาน	43
ตารางที่ 3.1 ผลการทดลองกลับทิศทางหมุนมอเตอร์	61

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา ต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญรูป

รูปที่	หน้า
รูปที่ 2.1 แสดงโครงสร้างทั่วไปของมอเตอร์กระแสตรง	3
รูปที่ 2.2 แสดงการกลับทิศทางของมอเตอร์กระแสตรงโดยใช้รีเลย์	4
รูปที่ 2.3 แสดงการใช้ทรานซิสเตอร์เพื่อขับรีเลย์ให้ทำงาน	4
รูปที่ 2.4 แสดงการใช้ทรานซิสเตอร์เป็นวงจรขับและกำหนดทิศทางของมอเตอร์กระแสตรง	5
รูปที่ 2.5 แสดงวงจรเปรียบเทียบแรงดัน	7
รูปที่ 2.6 แสดงวงจรแรงดันตาม	8
รูปที่ 2.7 แสดงการสื่อสารแบบอนุกรม	8
รูปที่ 2.8 แสดงพอร์ตอนุกรมของ PC และของอุปกรณ์ภายนอก	9
รูปที่ 2.9 แสดง DB9 ตัวผู้เมื่อมองจากด้านหลัง	9
รูปที่ 2.10 แสดงการเชื่อมต่ออุปกรณ์ภายนอกเข้ากับคอมพิวเตอร์ด้วยสาย DB9	9
รูปที่ 2.11 แสดงระดับสัญญาณของ RS232C และระดับสัญญาณของ TTL	10
รูปที่ 2.12 แสดงการสื่อสารแบบซิงโครนัส	11
รูปที่ 2.13 แสดงการสื่อสารแบบอะซิงโครนัส	11
รูปที่ 2.14 แสดงบล็อกไดอะแกรมของ AT89C51AC3	13
รูปที่ 2.15 แสดงขาสัญญาณต่างๆ ของ AT89C51AC3	15
รูปที่ 2.16 แสดงโครงสร้างของพอร์ต P1, P3, P4 ของ AT89C51AC3	16
รูปที่ 2.17 แสดงโครงสร้างของพอร์ต P0 ของ AT89C51AC3	17
รูปที่ 2.18 แสดงโครงสร้างของพอร์ต P2 ของ AT89C51AC3	17
รูปที่ 2.19 การต่อพอร์ทเข้ากับระบบบัสภายในของ MCS-51	17
รูปที่ 2.20 การจัดหน่วยความจำของ MCS-51	18
รูปที่ 2.21 ตำแหน่งของหน่วยความจำแบบไบท์และแบบบิต	19
รูปที่ 2.22 ไดอะแกรมกลุ่มสัญญาณที่ใช้อ่านข้อมูล	20
รูปที่ 2.23 ไดอะแกรมการอ่านข้อมูลจากหน่วยความจำโปรแกรมภายนอก	21
รูปที่ 2.24 การต่อ MCS - 51 กับหน่วยความจำโปรแกรมภายนอก	22
รูปที่ 2.25 ไดอะแกรมเวลาการอ่านและเขียนข้อมูลกับหน่วยความจำภายนอก	22
รูปที่ 2.26 การต่อหน่วยความจำโปรแกรมกับ MCS-51	23
รูปที่ 2.27 วงจร Power On Reset สำหรับ MCS-51	24

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญรูป(ต่อ)

รูปที่	หน้า
รูปที่ 2.28 การทำงานของ Timer โหมด 1	24
รูปที่ 2.29 แสดงหน่วยวัดพื้นฐานของระบบ SI	26
รูปที่ 2.30 แสดงแผนภูมิความดัน	26
รูปที่ 2.31 กฎของปาสคาล	27
รูปที่ 2.32 กฎของบอยล์	28
รูปที่ 2.33 กฎของชาร์ลส์	28
รูปที่ 2.34 แสดงการเปลี่ยนแปลงปริมาณอากาศ เมื่ออุณหภูมิเพิ่มขึ้น	29
รูปที่ 2.35 แสดงองค์ประกอบพื้นฐานในระบบนิวแมติกส์ทั่วไป	29
รูปที่ 2.36 แสดงสัญลักษณ์ของระบบนิวแมติกส์	30
รูปที่ 2.37 แสดงเครื่องอัดอากาศแบบลูกสูบอัด	31
รูปที่ 2.38 แสดงเครื่องอัดอากาศแบบกังหันแบบลมไหลตามแกนเพลา	32
รูปที่ 2.39 แสดงเครื่องอัดอากาศแบบลมไหลวนรอบกังหัน	32
รูปที่ 2.40 การหล่อเย็นของเครื่องอัดอากาศด้วยอากาศและน้ำ	33
รูปที่ 2.41 แสดงองค์ประกอบของชุดกรองลมอัด	34
รูปที่ 2.42 แสดงวิธีทำให้อากาศแห้งแบบต่างๆ	34
รูปที่ 2.43 แสดงส่วนประกอบของชุดควบคุมความดัน	36
รูปที่ 2.44 แสดงส่วนประกอบของเกจวัดความดัน	36
รูปที่ 2.45 แสดงการสั่งงานให้กระบอกสูบทางเดียว	37
รูปที่ 2.46 แสดงองค์ประกอบภายในและหลักการทำงานของกระบอกสูบทางเดียว	37
รูปที่ 2.47 โครงสร้างภายในของกระบอกสูบทางเดียว	38
รูปที่ 2.48 แสดงสัญลักษณ์ของกระบอกสูบทางเดียวแบบปกติเข้าและปกติออก	38
รูปที่ 2.49 แสดงองค์ประกอบภายในของกระบอกสูบสองทาง	39
รูปที่ 2.50 แสดงหลักการทำงานภายในของกระบอกสูบสองทางเมื่อจ่ายลมอัดภายใน	39
รูปที่ 2.51 โครงสร้างภายในของกระบอกสูบชนิดทำงานสองทิศทาง	40
รูปที่ 2.52 แสดงหลักการในการสร้างแรงดูดด้วย Vacuum Generator	41
รูปที่ 2.53 แสดงตัวอย่างกรวยจับชิ้นงานชนิดต่างๆ	41
รูปที่ 2.54 ตัวอย่างการดูดจับชิ้นงานที่มีพื้นผิวเรียบด้วยถ้วยยางรูปแบบต่างๆ	41
รูปที่ 3.1 โครงสร้างของหุ่นยนต์ไต่กระจกด้านข้าง	44

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญรูป(ต่อ)

รูปที่	หน้า
รูปที่ 3.2 โครงสร้างของหุ่นยนต์ไต่กระจกด้านบน	45
รูปที่ 3.3 วงจรควบคุมหลัก	46
รูปที่ 3.4 วงจรภาคส่งของเซนเซอร์อินฟราเรด	47
รูปที่ 3.5 วงจรภาครับของเซนเซอร์อินฟราเรด	47
รูปที่ 3.6 วงจรกลับทิศทางหมุนมอเตอร์	48
รูปที่ 3.7 วงจรควบคุมวาล์วระบบนิวแมติกส์	49
รูปที่ 3.8 กระบอกสูบสองทาง	49
รูปที่ 3.9 แสดงหลักการทำงานของกระบอกสูบสองทาง	50
รูปที่ 3.10 แสดงรายละเอียดแรงจับยึดของอุปกรณ์จับยึดด้วยสุญญากาศ	50
รูปที่ 3.11 กระบวนการทำงานทางด้าน Software	51
รูปที่ 3.12 โครงสร้างส่วนที่ 1 และโครงสร้างส่วนที่ 2 อยู่ตำแหน่งเริ่มการทำงาน	52
รูปที่ 3.13 โครงสร้างส่วนที่ 1 เคลื่อนที่ขึ้นตำแหน่งบนสุด	52
รูปที่ 3.14 การทำงาน Step 1	53
รูปที่ 3.15 การทำงาน Step 2	53
รูปที่ 3.16 การทำงาน Step 3	53
รูปที่ 3.17 การทำงาน Step 4	54
รูปที่ 3.18 การทำงาน Step 5	54
รูปที่ 3.19 การทำงาน Step 6	54
รูปที่ 3.20 การทำงาน Step 7	55
รูปที่ 3.21 แสดงโครงสร้างเดิมก่อนปรับปรุง	56
รูปที่ 3.22 แสดงโครงสร้างหุ่นยนต์หลังจากปรับปรุงให้มีน้ำหนักลดลง	56
รูปที่ 3.23 แสดงโครงสร้างของหุ่นยนต์ขณะประกอบอุปกรณ์นิวแมติกส์	57
รูปที่ 3.24 แสดงโครงสร้างของหุ่นยนต์หลังจากประกอบอุปกรณ์นิวแมติกส์	57
รูปที่ 3.25 แสดงส่วนประกอบต่างๆ ของหุ่นยนต์ (1)	58
รูปที่ 3.26 แสดงส่วนประกอบต่างๆ ของหุ่นยนต์ (2)	58
รูปที่ 3.27 แสดงส่วนประกอบต่างๆ ของหุ่นยนต์ (3)	59
รูปที่ 3.28 แสดงส่วนประกอบต่างๆ ของหุ่นยนต์ (4)	59

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญรูป(ต่อ)

รูปที่	หน้า
รูปที่ 3.29 วงจรกลับทิศทางหมุนมอเตอร์	60
รูปที่ 3.30 วงจรกลับทิศทางหมุนมอเตอร์ที่ใช้ในการทดลอง	60
รูปที่ 3.31 การวางเซนเซอร์ในการทดลอง	61
รูปที่ 3.32 ภาคส่งของเซนเซอร์ที่ใช้ในการทดลอง	61
รูปที่ 3.33 ภาครับของเซนเซอร์ที่ใช้ในการทดลอง	61
รูปที่ 3.34 เมื่อไม่มีวัตถุให้ตรวจจับ	62
รูปที่ 3.35 เมื่อมีวัตถุผ่านเซนเซอร์	62
รูปที่ 3.36 วงจรควบคุมวาล์วของระบบนิวแมติกส์	62
รูปที่ 3.37(ก.) Relay ไม่ทำงาน	63
รูปที่ 3.37(ข.) Relay ทำงาน	63
รูปที่ 3.38 หน้าต่างโปรแกรม Flip V.2.4.4	63
รูปที่ 3.39 แสดงการเลือกกำหนดเบอร์ CPU ของ ET-BASE51 AC3 (AT89C51AC3)	64
รูปที่ 3.40 การกำหนดค่า Option ของการสื่อสาร RS232	65
รูปที่ 3.41 การกำหนด Comport	65
รูปที่ 3.42 หน้าต่างโปรแกรมในส่วนของ Monitor Mode	66
รูปที่ 3.43 หน้าต่างโปรแกรมเมื่อโหลด Hex File มารอใน Buffer ของโปรแกรม	66
รูปที่ 3.44 หน้าต่างโปรแกรมเตรียมพร้อมที่จะ Run Program	67
รูปที่ 3.45 การกำหนดค่า Device BSB และ SBV	68
รูปที่ 4.18 หุ่นยนต์ไต่กระจกโดยรวม	65
รูปที่ 4.1 เปลี่ยนโครงสร้างใหม่	69
รูปที่ 4.2 ปรับปรุงเซนเซอร์อินฟาเรด	70
รูปที่ 4.3 เปลี่ยนจากวงจรทรานซิสเตอร์มาเป็นวงจรรีเลย์	70

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 1
บทนำ

1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

หุ่นยนต์ (robot) คือเครื่องจักรกลชนิดหนึ่ง มีลักษณะโครงสร้างและรูปร่างแตกต่างกัน หุ่นยนต์ในแต่ละประเภทจะมีหน้าที่การทำงานในด้านต่างๆ ตามการควบคุมโดยตรงของมนุษย์ การควบคุมระบบต่างๆ ในการสั่งงานระหว่างหุ่นยนต์และมนุษย์ สามารถทำได้โดยทางอ้อมและอัตโนมัติ เราสามารถแบ่งหุ่นยนต์ออกเป็น 2 ประเภทตามลักษณะการใช้งาน คือ

1. หุ่นยนต์ชนิดที่ติดตั้งอยู่กับที่ (Fixed robot) เป็นหุ่นยนต์ที่ไม่สามารถเคลื่อนที่ไปไหนได้ด้วยตัวเอง มีลักษณะเป็นแขนกล สามารถขยับและเคลื่อนไหวได้เฉพาะแต่ละข้อต่อ ภายในตัวเองเท่านั้น มักนำไปใช้ในโรงงานอุตสาหกรรม เช่นโรงงานประกอบรถยนต์

2. หุ่นยนต์ชนิดที่เคลื่อนที่ได้ (Mobile robot) หุ่นยนต์ประเภทนี้จะแตกต่างจากหุ่นยนต์ที่ติดตั้งอยู่กับที่ เพราะสามารเคลื่อนที่ไปไหนมาไหนได้ด้วยตัวเอง โดยการใช้ล้อหรือการใช้ขา ซึ่งหุ่นยนต์ประเภทนี้ปัจจุบันยังเป็นงานวิจัยที่ทำการศึกษาอยู่ภายในสถาบันต่างๆ หลายแห่งเพื่อพัฒนาออกมาใช้งานในรูปแบบต่าง ๆ

องค์การสหประชาชาติประเมินไว้ว่า อนาคตหุ่นยนต์จะยิ่งมีบทบาทสูง ทั้งในภาคครัวเรือนและภาคอุตสาหกรรม ทั่วโลกจะมีหุ่นยนต์รูปแบบต่างๆ ในบ้านราว 4.1 ล้านตัว ซึ่งแม้ไทยจะยังมีการใช้งานหุ่นยนต์ไม่สูงเท่าหลายประเทศที่พัฒนาแล้ว แต่ก็จำเป็นต้องเรียนรู้เรื่องหุ่นยนต์เพื่อให้ทันโลก แม้ว่าปัจจุบันมีการนำหุ่นยนต์มาใช้มากขึ้นไม่ว่าจะเป็นหุ่นยนต์ที่ใช้ในทางการแพทย์ หุ่นยนต์สำหรับงานสำรวจ หุ่นยนต์ที่ใช้งานในอวกาศ หุ่นยนต์ช่วยเหลือคนพิการหรือแม้แต่หุ่นยนต์ที่ถูกสร้างขึ้นเพื่อเป็น เครื่องเล่นของมนุษย์ หุ่นยนต์ที่พบส่วนมากจะเคลื่อนที่ได้ในกรณีที่เป็นพื้นเรียบเท่านั้น มีจำนวนน้อยที่สามารถเคลื่อนที่ได้ในแนวตั้ง ในระดับ 30-90 องศา เช่น หุ่นยนต์ไต่ผนังหรือหุ่นยนต์ไต่กระจก

การทำงานในหลากหลายอาชีพในชีวิตประจำวัน มีงานหลายประเภทที่มีความเสี่ยงสูง มนุษย์จึงสร้างหุ่นยนต์ขึ้นมาเพื่อลดความเสี่ยงในการทำงาน หุ่นยนต์ในแต่ละประเภทจะมีหน้าที่การทำงานในด้านต่าง ๆ ตามการควบคุมโดยตรงของมนุษย์ หุ่นยนต์บางประเภทถูกสร้างขึ้นเพื่อใช้สำหรับงานที่มีความเสี่ยงและความยากลำบาก เช่น งานสำรวจในพื้นที่บริเวณแคบ , งานสำรวจในพื้นที่มีความสูงชัน หรืองานบางประเภทที่เกินขีดความสามารถของมนุษย์ หุ่นยนต์จึงถูกออกแบบเพื่อให้ทำงานแทนมนุษย์

คณะผู้วิจัย จึงมีความคิดที่จะสร้างต้นแบบหุ่นยนต์ไต่กระจกได้ในระดับความสูงชันสุด คือมุม 90 องศา เพื่อจะได้นำต้นแบบดังกล่าวมาดัดแปลงและประยุกต์ใช้ในสภาพงานที่มีความเสี่ยงสูงดังกล่าว

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1.2 วัตถุประสงค์ของโครงงาน

1.2.1 เพื่อศึกษาการทำงานของไมโครคอนโทรเลอร์ตระกูล MCS-51 เบอร์ AT89C51AC3

1.2.2 เพื่อศึกษาการทำงานของระบบนิวแมติกส์

1.2.3 เพื่อศึกษาการทำงานของ Sensor และการขับเคลื่อนด้วยมอเตอร์

1.2.4 เพื่อนำไปประยุกต์ในใช้ในพื้นที่มีความลาดสูงชัน

1.3 ขอบเขตของโครงงาน

1.3.1 สามารถทำให้หุ่นยนต์ไต่กระจกขึ้นได้

1.3.2 สามารถทำให้หุ่นยนต์ไต่กระจกในมุม 90 องศาได้

1.3.1 สามารถทำให้หุ่นยนต์ไต่กระจกลงได้

1.4 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1.4.1 ศึกษาการควบคุมระบบนิวแมติกส์ด้วยไมโครคอนโทรลเลอร์ตระกูล MCS-51

1.4.2 สามารถนำไปใช้เป็นสื่อการเรียนการสอนได้

1.4.3 สามารถนำไปประยุกต์ใช้งานจริงได้

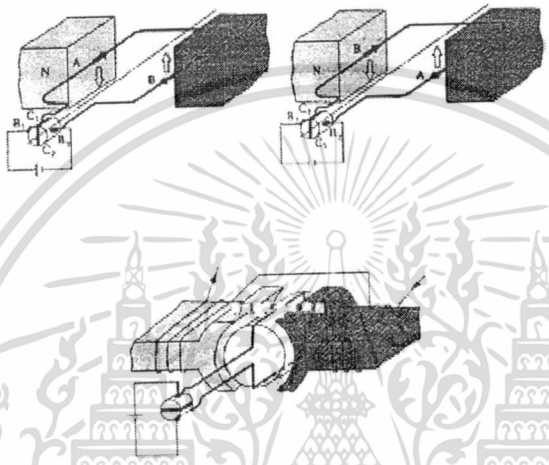
1.4.4 เพื่อเป็นแนวทางในการประยุกต์และพัฒนาหุ่นยนต์สำหรับไต่กระจกสำหรับงานอื่นๆที่เป็นประโยชน์ในเชิงพาณิชย์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 2
เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

2.1 มอเตอร์กระแสตรง (DC Motor)

มอเตอร์กระแสตรงจะมีหลักการทำงาน โดยวิธีการจ่ายกระแสให้กับขดลวดในสนาม-แม่เหล็ก ซึ่งจะทำให้เกิดแรงแม่เหล็ก โดยส่วนของแรงนี้จะขึ้นอยู่กับกระแสและกำลังของสนามแม่เหล็ก



รูปที่ 2.1 แสดงโครงสร้างทั่วไปของมอเตอร์กระแสตรง

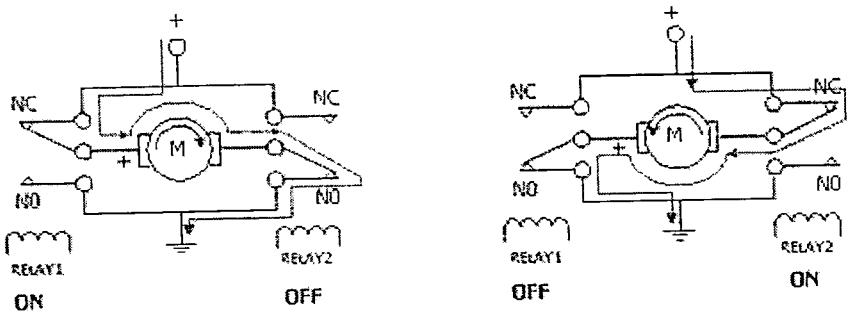
จากรูปที่ 2.1 ทางเดินของของฟลั๊กซ์แม่เหล็ก และสนามแม่เหล็กจะเกิดจากแท่งแม่เหล็กเฟอร์ไรต์ 2 ชิ้นที่ขึ้นรูปเป็นแบบโค้งยึดติดกับตัวถังได้พอดี เพื่อที่จะให้เส้นแรงแม่เหล็กวิ่งเข้าสู่ใจกลางของมอเตอร์ได้ ดังนั้นความเข้มของแม่เหล็กจะขึ้นอยู่กับขนาดความหนาของแม่เหล็กด้วย ซึ่งส่งผลให้ฟลั๊กซ์แม่เหล็กวิ่งไปบนตัวถังโลหะ กระแสไฟฟ้าในขดลวดที่พันกับทุ่นโรเตอร์ก็จะทำให้เกิดสนามแม่เหล็กไฟฟ้า และต้านกับสนามแม่เหล็กถาวร จึงเกิดเป็นแรงบิดเพื่อที่จะหมุนทุ่นโรเตอร์ ให้ไปในทิศทางเดียวกันกับทิศทางของสนามแม่เหล็กที่มีแรงมากกว่า กระแสก็จะไหลผ่านไปยังทุ่นโรเตอร์ โดยผ่านแปรงถ่าน ซึ่งจะสัมผัสกับแหวนตัวนำในทุ่นโรเตอร์ และแหวนคอมมิวเตเตอร์ ซึ่งจะถูกแบ่งออกเป็น 3 เซกเมนต์เพื่อที่จะทำหน้าที่นำกระแสเข้าขดลวดนั้นเอง

2.1.1 การขับและกลับทิศทางของมอเตอร์กระแสตรง (DC Motor)

ในการใช้ไอซีไมโครคอนโทรลเลอร์เป็นตัวควบคุมการหมุน และทิศทางของมอเตอร์กระแสตรงนั้น เราจะต้องมีส่วนของวงจร ที่เรียกว่าวงจรขับมอเตอร์ (Driver) ในส่วนของวงจรกลับทิศทางของมอเตอร์นั้น สามารถที่จะใช้รีเลย์ต่อวงจร สวิตซ์เพื่อกลับทิศทางของขั้วไฟ

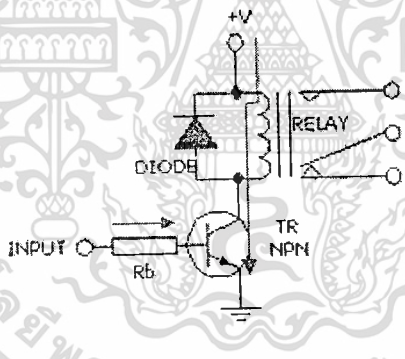
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กระแสตรง หรืออาจใช้อุปกรณ์สารกึ่งตัวนำที่เป็นวงจรขับกำลังเช่น ทรานซิสเตอร์ มอสเฟต แล้วแต่วิธีที่เราจะเลือกใช้งาน



รูปที่ 2.2 แสดงการกลับทิศทางของมอเตอร์กระแสตรงโดยใช้รีเลย์

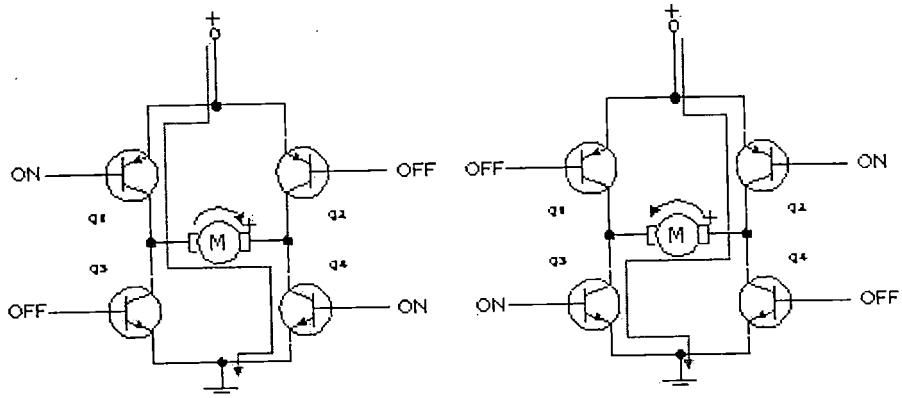
จากรูปเป็นการใช้รีเลย์ควบคุมการเปลี่ยนทิศทางการหมุนของมอเตอร์ โดยการควบคุมการปิด - เปิดที่รีเลย์ 2 ตัว ซึ่งจะทำหน้าที่กลับทิศทางของขั้วไฟที่ป้อนให้กับมอเตอร์ โดยการสลับการทำงานของรีเลย์ เช่นให้รีเลย์ตัวที่ 1 ทำงาน (ON) และรีเลย์ตัวที่ 2 หยุดทำงาน (OFF) จะทำให้มอเตอร์หมุนไปทางซ้าย และในทำนองเดียวกันถ้าหากรีเลย์ตัวที่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



รูปที่ 2.3 แสดงการใช้ทรานซิสเตอร์เพื่อขับรีเลย์ให้ทำงาน

จากรูปเป็นวงจรขับรีเลย์โดยใช้ทรานซิสเตอร์ทำหน้าที่ขยายกระแส ด้วยเหตุผลเพราะไม่สามารถจะใช้ขาเอาต์พุตของไมโครคอนโทรลเลอร์ป้อนกระแสไฟที่ขดลวดของรีเลย์โดยตรงได้ เนื่องจากว่ากระแสที่จ่ายออกมาจากขาเอาต์พุตของไมโครคอนโทรลเลอร์มีค่าน้อยเกินไป ดังนั้นเราจึงต้องมีส่วนของวงจรทรานซิสเตอร์เพื่อที่จะทำการขยายกระแสให้เพียงพอในการป้อนให้กับขดลวดของรีเลย์ ส่วนไดโอดนำมาต่อไว้สำหรับป้องกันแรงดันย้อนกลับที่เกิดจากการเหนี่ยวนำของสนามแม่เหล็กในขณะเกิดการยุบตัว ซึ่งอาจจะทำให้ทรานซิสเตอร์เสียหายได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.4 แสดงการใช้ทรานซิสเตอร์เป็นวงจรขับและกำหนดทิศทางของมอเตอร์กระแสตรง

จากรูปเป็นวงจรลิเนียร์บริดจ์แอมป์ ซึ่งจะประกอบไปด้วยทรานซิสเตอร์กำลัง 4 ตัวที่ทำหน้าที่ขับ และควบคุมทิศทางการหมุนของมอเตอร์ ถ้าหากกำหนดให้ทรานซิสเตอร์ Q1 และ Q4 อยู่ในสภาวะทำงาน (Active) กระแสไฟฟ้าจะไหลผ่านทรานซิสเตอร์จากซ้ายไปขวา โดยผ่านมอเตอร์กระแสตรงทำให้มอเตอร์หมุนไปทางขวา ในทำนองเดียวกัน ถ้าหากเราทำให้ทรานซิสเตอร์ Q2 และ Q3 อยู่ในสภาวะทำงาน (Active) กระแสไฟฟ้าก็จะไหลจากทางขวาไปทางซ้ายซึ่งจะส่งผลให้มอเตอร์กลับทิศทางการหมุนจากทางขวาไปทางซ้าย

2.2 เซนเซอร์ (Sensor)

เซนเซอร์เป็นอุปกรณ์ชนิดหนึ่งออกแบบมาให้สามารถใช้งานได้หลายรูปแบบ และยังสะดวกในการใช้งานได้อีกด้วย โดยสามารถประกอบเป็นวงจรหรือใช้งานร่วมกันกับอุปกรณ์ตัวอื่นได้เซนเซอร์นั้นเปรียบเสมือนดวงตาซึ่งเป็นประสาทสัมผัสของคนเราที่มีความสำคัญยิ่งในโครงการนี้การที่เราใช้เซ็นเซอร์เป็นตัวที่จับสภาวะใดๆเช่น อุณหภูมิ สี แสง หรือวัตถุต่างๆโดยอาศัยหลักการที่แตกต่างกันไปตามแต่ละชนิดเช่น เซนเซอร์สีขาวดำ โดยอาศัยหลักการการสะท้อนแสงสีขาวและดำ ทางฟิสิกส์แล้วจะเห็นว่าสีขาวมีอัตราการสะท้อนแสงมากกว่าสีดำ เราจึงสามารถนำแสงที่สะท้อนมาเปรียบเทียบกันได้ โดยใช้ตัวเซนเซอร์คือ อุปกรณ์จำพวกโฟโต้ เช่น โฟโต้ไดโอด (Photo diode) โฟโต้ทรานซิสเตอร์ (Photo transistor) เป็นต้น ซึ่งมีความไวต่อแสงมาก โดยส่วนใหญ่ผลลัพธ์จะแสดงในรูปของความต้านทานที่เปลี่ยนไปตามสภาวะของตัวเซนเซอร์นั้นๆ เราสามารถแบ่งตัวเซนเซอร์ออกตามชนิดดังต่อไปนี้ ซึ่งในโครงงานนี้เราเลือกใช้เซอร์ชนิดอินฟราเรดเซนเซอร์ในการตรวจจับ

2.2.1 โฟโต้ไดโอดอินฟราเรด

ไดโอดทำงานด้วยลำแสงหรืออุปกรณ์ที่เปลี่ยนแปลงค่าความต้านทานแสงโยจะเปลี่ยนแปลง ความต้านทานตามความเข้มของแสงที่มาตกกระทบถ้าแสงที่มากระทบถ้าแสงมีมาตกกระทบน้อยจะมีความต้านทานสูง ถ้าแสงตกกระทบมากค่าความต้านทานต่ำ โฟโต้ไดโอดจะ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ประกอบด้วยสารกึ่งตัวนำ P และ N ต่อชนกัน มีขาต่อออกมาใช้งาน 2 ขาคือขาไดโอด (A) และขาแคโทด (K) ส่วนวัสดุที่นำมาผลิตมีอยู่หลายชนิด เช่น ซิลิคอน เจอมันเนียม เซเลเนียม เป็นต้น

2.2.2 โฟโต้ทรานซิสเตอร์อินฟราเรด

เป็นอุปกรณ์สารกึ่งตัวนำทางแสงอีกชนิดหนึ่ง ที่ถูกสร้างและพัฒนามาใช้งานแทน โฟโต้ไดโอด และมีข้อดีกว่าโฟโต้ไดโอดตรงที่ในการใช้งานสามารถทำการขยายสัญญาณที่ส่งออกได้ แสงเพียงเล็กน้อยก็สามารถทำงานได้ดี การทำงานของโฟโต้ทานซิสเตอร์ เมื่อจ่ายไบอัสตรงที่ขา C และขา E ของโฟโต้ทรานซิสเตอร์ และไม่มีแสงส่องมากระทบรอยต่อที่โฟโตทรานซิสเตอร์ตรงรอยต่อสาร PN ระหว่างขา C และขา B แล้ว โฟโตทรานซิสเตอร์จะไม่นำกระแส เมื่อมีแสงส่องมาตกกระทบรอยต่อสาร PN ระหว่างขา C และขา B จะทำให้เกิดกระแส I_h ไหลส่งผลให้โฟโตทรานซิสเตอร์ทำงาน เราสามารถหากระแสคอลเตอร์ได้จากสมการดังนี้

$$I_c = h_{FE} I_\lambda$$

เมื่อ I_c = กระแสคอลเลคเตอร์

I_λ = กระแสเบสที่เกิดขึ้นจากแสงอินฟราเรดมาตกกระทบ

h_{FE} = อัตราขยายกระแสของโฟโตทรานซิสเตอร์

ค่ากระแส I_c จะไหลเปลี่ยนตามการรับแสงอินฟราเรดที่ขาเบส

2.2.3 ออปโต้ไอโซเลเซอร์

เป็นอุปกรณ์เชื่อมต่อแสง ด้วยอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ล้วนๆการส่งผ่านแสง และการรับแสงจะอยู่ในอุปกรณ์เดียวกันทั้งหมดโดยใช้หลักการเปลี่ยนสัญญาณทางไฟฟ้าไปเป็นสัญญาณแสงและเปลี่ยนกลับจากสัญญาณแสงเป็นสัญญาณไฟฟ้าเหมือนเดิม จุดประสงค์ในการเชื่อมต่อวิธีนี้ก็เพื่อป้องกันการรบกวนของสัญญาณซึ่งกันและกัน และต้องการให้เกิดการแยกกันของวงจรโดยเด็ดขาด แรงดันระหว่างอุปกรณ์ทั้งสองด้าน คืออุปกรณ์ทางด้านปล่อยแสงและอุปกรณ์ทางด้านรับแสงจะใช้แรงดันมากหรือน้อยขึ้นอยู่กับระยะห่างระหว่างตัวปล่อยแสงและตัวรับแสง ระยะห่างระหว่างอุปกรณ์ทั้งสองยิ่งมาก แรงดันที่ป้อนให้อุปกรณ์ทั้งสองจะต้องใช้มากขึ้นแต่มีขีดตรงค่าทนแรงดันของอุปกรณ์ ส่วนมากจะสร้างมาในรูปของตัว IC อุปกรณ์ตัวกำเนิดแสงจะเป็นพวก Light Emitting Diode ส่วนมากจะเป็นชนิดอินฟราเรด อุปกรณ์รับแสงพวก Photo detector จะนำมาใช้งานหลายชนิดด้วยกันคือ โฟโตทรานซิสเตอร์ทั้งแบบธรรมดาและแบบดาร์ลิงตัน หรืออาจเป็นแบบซีอาร์ (Photo Silicon Control Rectifier) เป็นต้น

2.2.4 อินฟราเรดเซนเซอร์

แสงอินฟราเรด คือแสงที่มีความยาวคลื่นต่ำกว่าแสงสีแดงลงไป อินฟราเรดเป็นแสงที่มีความยาวคลื่นอยู่ในช่วงประมาณ 780-3000 นาโนเมตร ดังนั้นจึงไม่สามารถมองเห็นได้ด้วย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

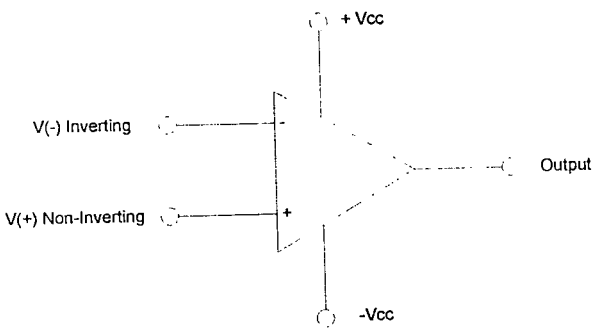
สายตาของมนุษย์ ซึ่งคุณสมบัตินี้เอง จึงทำให้เซนเซอร์ชนิดที่ใช้แสอินฟราเรด เป็นที่นิยมนำมาใช้กันมาก โดยจะอาศัยหลักการของการสะท้อนของแสง กล่าวคือ ใช้อุปกรณ์ส่งแสง เป็นแหล่งกำเนิดปล่อยแสงออกไป และเมื่อแสงกระกระทบกับวัตถุด้านหน้า มันก็จะสะท้านแสงกลับมา เข้าที่ตัวรับแสงส่วนอัตราของการสะท้อนกลับนั้นขึ้นอยู่กับสี และสภาพความมันของวัตถุที่สะท้อน เช่น สีดำจะมีอัตราการสะท้อนกลับน้อยกว่าสีขาว หรือสภาพพื้นผิวที่มีความราบเรียบ เป็นมันวาวจะสามารถสะท้อนแสงได้ดีกว่าพื้นผิวที่มีลักษณะด้าน และขรุขระ เป็นต้น แสงอินฟราเรดเป็นแสงที่ไม่สามารถมองเห็นด้วยตาเปล่า จึ่งเป็นที่นิยมที่จะนำมาใช้ในการสื่อสาร หรือตรวจจับสิ่งของต่างๆ เพราะปัญหาการรบกวนของสัญญาณของแสงอื่นๆ มีน้อย อีกทั้งการสร้างวงจรที่ใช้ในระบบอินฟราเรดก็ง่าย ไม่มีความซับซ้อนมากนัก และความน่าเชื่อถือของสัญญาณที่ส่งก็มีความเชื่อถือสูง

โดยในระบบอินฟราเรดจะต้องมีภาคส่ง และภาครับ ซึ่งการสร้างภาคส่งนั้นก็เพียงให้มีการส่งแสงออกมาในช่วงความถี่สูงกว่าความถี่ทั่วๆ ไปของแสงธรรมดา คือต้องมากกว่า 20 KHz โดยจะใช้ Infrared Emitting Diode เป็นตัวขับแสงอินฟราเรด ส่วนการสร้างภาครับนั้นเราก็จะใช้โฟโต้ทรานซิสเตอร์เป็นตัวรับแสงโดยที่ทั้งภาครับและภาคส่งจะต้องมีระยะความสูงและทิศทางเท่ากัน เพราะถ้าไม่เท่ากันจะทำให้การตรวจจับสัญญาณได้ไม่ตรง แต่สำหรับโครงงานนี้จะใช้คุณสมบัติของตัวโฟโต้ทรานซิสเตอร์ ที่เมื่อมีแสงมาตกกระทบมันแล้ว จะทำให้ปริมาณของกระแสที่วิ่งผ่านโฟโต้ทรานซิสเตอร์มีค่าเพิ่มขึ้นตามปริมาณความเข้มของแสง ทำให้ความต่างศักดิ์ที่ตกคร่อมโฟโต้ทรานซิสเตอร์มีค่ามากตามไปด้วย และใช้ในการตรวจจับหาแหล่งที่มาของแสงเพื่อที่จะใช้บอกว่ามีการเคลื่อนไหว

2.3 วงจรออปแอมป์

2.3.1 วงจรเปรียบเทียบแรงดัน

วงจรเปรียบเทียบแรงดันเป็นวงจรที่ใช้ในการเปรียบเทียบแรงดันระหว่างขาอินเวอร์ติ้ง (Inverting) และขา (Non-Inverting) ของออปแอมป์



$$Vo = +Vsat\ ;\ V(+) > V(-)$$
$$= -Vsat\ ;\ V(+) < V(-)$$

รูปที่ 2.5 แสดงวงจรเปรียบเทียบแรงดัน

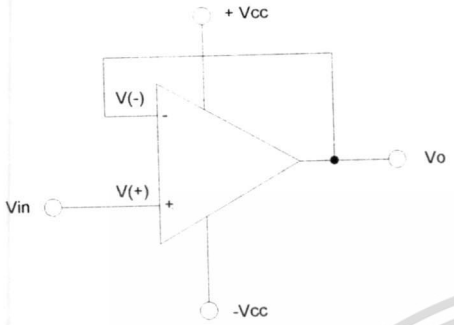
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เมื่อ Vo เป็นแรงดันเอาต์พุตของออปแอมป์

V(+) เป็นแรงดันขาเข้าไม่กลับเฟส (+) ของออปแอมป์

V(-) เป็นแรงดันขาเข้ากลับเฟส (-) ของออปแอมป์

2.3.2 วงจรแรงดันตาม



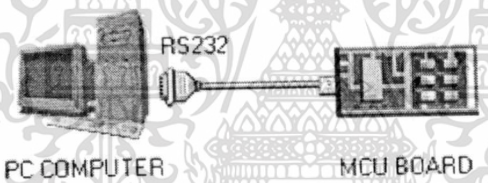
Vo = Vin

เมื่อ Vo เป็นแรงดันเอาต์พุตของออปแอมป์

Vin เป็นแรงดันขาเข้า

รูปที่ 2.6 แสดงวงจรแรงดันตาม

2.4 พอร์ตอนุกรม



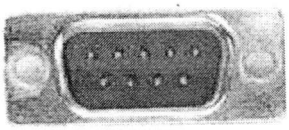
รูปที่ 2.7 แสดงการสื่อสารแบบอนุกรม

การสื่อสารแบบอนุกรมนับว่ามีความสำคัญต่อการใช้งานไมโครคอนโทรลเลอร์มาก เพราะสามารถใช้แป้นพิมพ์และจอภาพของ PC เป็นอินพุตและเอาต์พุตในการติดต่อหรือควบคุมไมโครคอนโทรลเลอร์ด้วยสัญญาณอย่างน้อย เพียง 3 เส้นเท่านั้น คือ

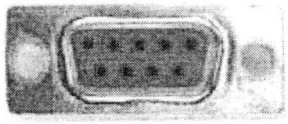
1. สายส่งสัญญาณ TX
2. สายรับสัญญาณ RX
3. สาย GND

โดยปกติพอร์ตอนุกรม RS-232C จะสามารถต่อสายได้ยาว 50 ฟุตโดยประมาณขึ้นอยู่กับชนิดของ สายสัญญาณ, ระยะทาง, และปริมาณสัญญาณรบกวน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



พอร์ตอนุกรมของ PC
DB9 ตัวผู้ (Male)
(ก)



พอร์ตอนุกรมของอุปกรณ์ภายนอก
DB9 ตัวเมีย (Female)
(ข)

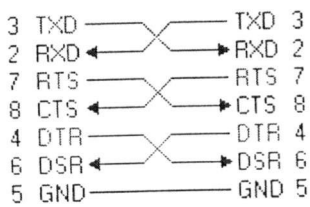
รูปที่ 2.8 แสดงพอร์ตอนุกรมของ PC และของอุปกรณ์ภายนอก

พอร์ตอนุกรมของเครื่องคอมพิวเตอร์จะเป็นคอนเน็คเตอร์แบบ DB9 ตัวผู้ (Male) รูปที่ 2.8 (ก) พอร์ตอนุกรมของอุปกรณ์ภายนอกจะเป็นคอนเน็คเตอร์แบบ DB9 ตัวเมีย (Female) รูปที่ 2.8 (ข)

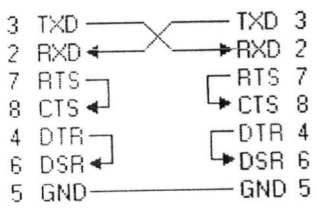
รูปที่ 2.9 แสดง DB9 ตัวผู้เมื่อมองจากด้านหลัง

ตารางที่ 2.1 แสดง Description แต่ละชนิด

Pin	Description	Type
1	Data Carrier Detect (DCD)	Input
2	Received Data (RXD)	Input
3	Transmitted Data (TXD)	Output
4	Data Terminal Ready (DTR)	Output
5	Signal Ground (GND)	Input
6	Data Set Ready (DSR)	Input
7	Request To Send (RTS)	Output
8	Clear to Send (CTS)	Input
9	Ring Indicator (RI)	Input



การเชื่อมต่ออุปกรณ์ภายนอกผ่าน DB9
แบบ Null modem



การต่ออุปกรณ์ภายนอกผ่าน DB9
แบบ 3 เส้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รูปที่ 2.10 แสดงการเชื่อมต่ออุปกรณ์ภายนอกเข้ากับคอมพิวเตอร์ด้วยสาย DB9

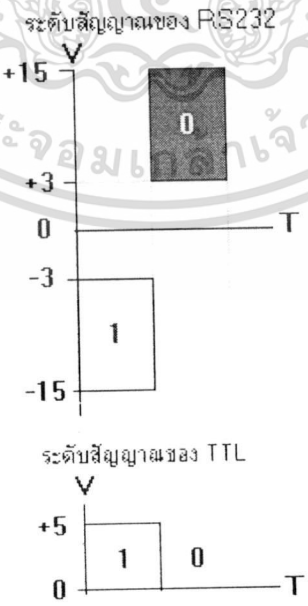
2.4.1 การทำงานของขาสัญญาณ DB9

- TXD เป็นขาที่ใช้ส่งข้อมูล
- RXD เป็นขาที่ใช้รับข้อมูล
- DTR แสดงสภาวะพอร์ตว่าเปิดใช้งาน, DSR ตรวจสอบว่าพอร์ตที่ติดต่อด้วยเปิดอยู่หรือ ไม่เมื่อเปิดพอร์ตอนุกรม ขา DTR จะ ON เพื่อให้อุปกรณ์ได้รับทราบว่าต้องการติดต่อด้วยในขณะเดียวกันก็จะตรวจสอบขา DSR ว่าอุปกรณ์พร้อมหรือไม่
- RTS แสดงสภาวะพอร์ตว่าต้องการส่งข้อมูล, CTS ตรวจสอบว่าพอร์ตที่ติดต่ออยู่ต้องการส่งข้อมูลหรือไม่เมื่อต้องการส่งข้อมูลขา RTS จะ ON และจะส่งข้อมูลออกที่ขาTXD เมื่อส่งเสร็จก็จะ OFF ในขณะเดียวกันก็จะตรวจสอบขา CTS ว่าอุปกรณ์ต้องการที่จะส่งข้อมูลหรือไม่
- GND ขา ground

2.4.2 อัตราการส่งข้อมูล (Baud rate)

1. ความเร็วของการรับ-ส่งข้อมูล เป็นจำนวน Bit/s เช่น 300 , 1,200 , 2,400 , 4,800 , 9,600 , 14,400 , 19,200 , 38,400 , 56,000 เป็นต้น
2. การเลือกอัตราการส่งข้อมูลขึ้นอยู่กับชนิดของสายสัญญาณ , ระยะทาง , และปริมาณสัญญาณรบกวน

2.4.3 ระดับสัญญาณของ RS232



รูปที่ 2.11 แสดงระดับสัญญาณของ RS232C และระดับสัญญาณของ TTL

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

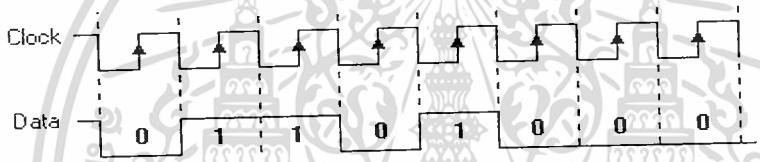
สัญญาณรบกวนที่เกิดขึ้นในสายนำสัญญาณมักจะมีแรงดันเป็นบวกเมื่อเทียบกับกราวด์ ป้องกันสัญญาณรบกวนนี้ จึงออกแบบแรงดันของโลจิก "1" เป็นลบ คืออยู่ในช่วง – 3V ถึง -15V ส่วนแรงดัน ของโลจิก "0" อยู่ในช่วง +3V ถึง +15V เหตุที่ระดับสัญญาณของ RS232 อยู่ในช่วง +15V ถึง -15V ก็เพื่อให้ต่อสายสัญญาณไปได้ไกลขึ้น ดังนั้นจึงจำเป็นจะต้องมีวงจรเปลี่ยนระดับแรงดันของ RS232 มาเป็นระดับแรงดันของ TTL

2.4.4 รูปแบบการสื่อสารแบบอนุกรม

รูปแบบการสื่อสารแบบอนุกรมมีด้วยกันอยู่ 2 ประเภท คือ

- แบบซิงโครนัส (Synchronous)
- แบบอะซิงโครนัส (Asynchronous)

1. การสื่อสารแบบซิงโครนัส (Synchronous) การรับส่งข้อมูลจะมีสัญญาณนาฬิกาซึ่งเป็นตัวกำหนดจังหวะเวลาการส่งข้อมูลร่วมอยู่ด้วยอีกเส้นหนึ่งใช้คู่กับสัญญาณข้อมูล ตัวอย่างเช่นการส่งสัญญาณจากคีย์บอร์ด

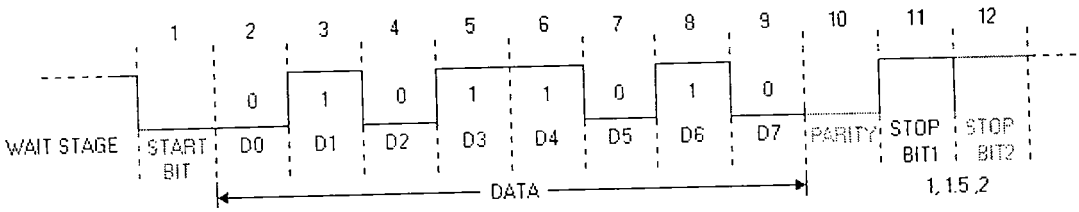


รูปที่ 2.12 แสดงการสื่อสารแบบซิงโครนัส

2. การสื่อสารแบบอะซิงโครนัส (Asynchronous) การรับส่งข้อมูลโดยที่ไม่จำเป็นต้องมีสัญญาณนาฬิการ่วมด้วยแต่จะใช้ให้ตัวส่งและตัวรับมีอัตราส่งข้อมูลที่เท่ากัน

1. รูปแบบข้อมูลแบบอะซิงโครนัสประกอบด้วย 4 ส่วน คือ

1. บิตเริ่มต้น (Start bit) มีขนาด1 บิต
2. บิตข้อมูล (Data) มีขนาด 5,6,7 หรือ 8 บิต
3. บิตตรวจสอบพาริตี้ (Parity bit) มีขนาด 1 บิตหรือไม่มี
4. บิตหยุด (Stop bit) มีขนาด 1, 1.5, 2 บิต



รูปที่ 2.13 แสดงการสื่อสารแบบอะซิงโครนัส

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เมื่อไม่มีการส่งข้อมูลขา data จะมีสถานะเป็นโลจิก "1" หรือสถานะหยุดรอ (Waiting stage) เมื่อเริ่มต้นส่งข้อมูลจะให้ขา data เป็นโลจิก "0" เป็นจำนวน 1 บิต เรียกว่าบิตเริ่มต้น (Start bit) จากนั้นก็จะเริ่มต้นส่งข้อมูลโดยส่งบิตต่ำไปก่อน (LSB)แล้วตามด้วยพาริตี้บิต (จะมีหรือไม่ก็ได้ขึ้นอยู่กับการติดตั้งค่าของทั้งสองฝ่าย) สุดท้ายตามด้วยโลจิก "1" อย่างน้อย 1 บิต (มีขนาด 1, 1.5, หรือ 2 บิต) เพื่อแสดงว่าสิ้นสุดข้อมูล

การรับและส่งข้อมูลแบบอนุกรมยังแบ่งออกเป็นลักษณะการใช้งานได้ 3 แบบ คือ

1. แบบซิมเพลกซ์ (Simplex) เป็นการส่ง หรือรับข้อมูลแบบทิศทางเดียวเท่านั้น
2. แบบฮาล์ฟดูเพล็กซ์ (Half Duplex) เป็นการส่งและรับข้อมูลแบบสลับกันคือ เมื่อด้านหนึ่งส่งอีกด้านหนึ่งเป็นฝ่ายรับสลับกันไม่สามารถรับ-ส่งในเวลาเดียวกันได้
3. แบบฟลูดูเพล็กซ์ (Full Duplex) สามารถรับ-ส่งข้อมูลในเวลาเดียวกันได้

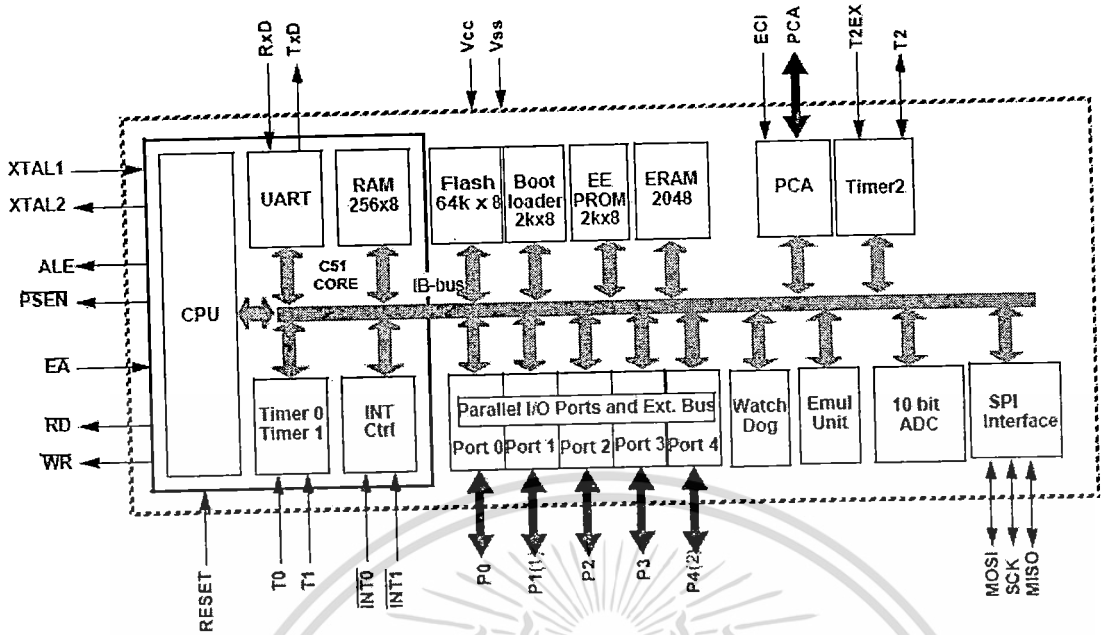
2.5 ไมโครคอนโทรลเลอร์ตระกูล MCS-51

ไมโครคอนโทรลเลอร์ (Microcontroller) เป็นชื่อของอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์แบบหนึ่งที่บรรจุความสามารถมากมายไม่ว่าจะเป็นหน่วยประมวลผล หน่วยคำนวณทางคณิตศาสตร์และลอจิก วงจรรับสัญญาณอินพุต วงจรขับสัญญาณออกทางเอาต์พุต หน่วยความจำ และวงจรกำเนิดสัญญาณนาฬิกา ทำให้ไมโครคอนโทรลเลอร์สามารถนำไปประยุกต์ใช้งานแทนวงจรอิเล็กทรอนิกส์ที่ซับซ้อนได้เป็นอย่างดี โดยช่วยลดจำนวนของอุปกรณ์และขนาดของระบบลงในขณะที่มีขีดความสามารถสูงขึ้น ภายใต้งบประมาณที่เหมาะสม

ไมโครคอนโทรลเลอร์มาจากคำ 2 คำรวมกัน คือ “ไมโคร (Micro)” หมายถึง ไมโครโปรเซสเซอร์ (Microprocessor) ซึ่งเป็นอุปกรณ์ประมวลผลข้อมูลขนาดเล็ก ภายในประกอบด้วยหน่วยประมวลผลกลางหรือซีพียู (CPU : Central Processing Unit) หน่วยคำนวณทางคณิตศาสตร์และลอจิก (ALU : Arithmetic Logic Unit) วงจรเชื่อมต่อหน่วยความจำ และวงจรเชื่อมต่อสัญญาณนาฬิกา อีกคำหนึ่งคือคำว่า “คอนโทรลเลอร์ (Controller)” หมายถึงอุปกรณ์ควบคุม ดังนั้น ไมโครคอนโทรลเลอร์ จึงเป็นอุปกรณ์ที่ใช้ในการควบคุมที่มีขนาดเล็ก โดยที่สามารถเขียนโปรแกรมเพื่อกำหนดรูปแบบการควบคุมได้อย่างอิสระ ที่คนโดยส่วนใหญ่คุ้นเคยกล่าวคือภายใน ไมโครคอนโทรลเลอร์ ได้รวมเอา CPU , หน่วยความจำ และ Port ซึ่งเป็นส่วนประกอบหลักสำคัญของระบบคอมพิวเตอร์เข้าไว้ด้วยกัน โดยทำการบรรจุเข้าไว้ในตัวถังเดียวกัน ในการทำโครงงานนี้จะใช้ ไมโครคอนโทรลเลอร์ AT89C51AC3

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.5.1 ลักษณะโครงสร้างของไมโครคอนโทรลเลอร์ AT89C51AC3



รูปที่ 2.14 แสดงบล็อกไดอะแกรมของ AT89C51AC3

โครงสร้างโดยทั่วไป ของไมโครคอนโทรลเลอร์ AT89C51AC3 ประกอบไปด้วย

1. หน่วยประมวลผลกลางหรือซีพียู (CPU: Central Processing Unit)
2. หน่วยความจำ (Memory) สามารถแบ่งออกเป็น 2 ส่วน คือ หน่วยความจำที่มีไว้สำหรับเก็บโปรแกรมหลัก (Program Memory) เปรียบเสมือนฮาร์ดดิสก์ของเครื่องคอมพิวเตอร์ คือข้อมูลใดๆ ที่ถูกเก็บไว้ในนี้จะไม่สูญหายไปแม้ไม่มีไฟเลี้ยง อีกส่วนหนึ่งคือหน่วยความจำข้อมูล (Data Memory) ใช้เป็นเหมือนกระดาษทดในการคำนวณของ CPU และเป็นที่พักข้อมูลชั่วคราวขณะทำงาน แต่หากไม่มีไฟเลี้ยงข้อมูลก็จะหายไปคล้ายกับหน่วยความแรม (RAM) ในเครื่องคอมพิวเตอร์ แต่สำหรับไมโครคอนโทรลเลอร์สมัยใหม่ หน่วยความจำข้อมูลจะมีทั้งที่เป็นหน่วยความจำแรม ซึ่งข้อมูลจะหายไปเมื่อไม่มีไฟเลี้ยง และเป็นอีอีพรอม (EEPROM : Erasable Electrically Read-Only Memory) ซึ่งสามารถเก็บข้อมูลได้แม้ไม่มีไฟเลี้ยง
3. ส่วนติดต่อกับอุปกรณ์ภายนอก หรือพอร์ต (Port) มี 2 ลักษณะคือ พอร์ตอินพุต (Input Port) และพอร์ตส่งสัญญาณหรือพอร์ตเอาต์พุต (Output Port) ส่วนนี้จะใช้ในการเชื่อมต่อกับอุปกรณ์ภายนอก ถือว่าเป็นส่วนที่สำคัญมาก ใช้ร่วมกันระหว่างพอร์ตอินพุต เพื่อรับสัญญาณ อาจจะด้วยการกดสวิตช์ เพื่อนำไปประมวลผลและส่งไปพอร์ตเอาต์พุต เพื่อแสดงผลเช่น การติดสว่างของหลอดไฟ เป็นต้น
4. ช่องทางเดินของสัญญาณ หรือบัส (Bus) คือเส้นทางการแลกเปลี่ยนสัญญาณข้อมูลระหว่าง CPU หน่วยความจำและพอร์ต เป็นลักษณะของสายสัญญาณ จำนวนมาก

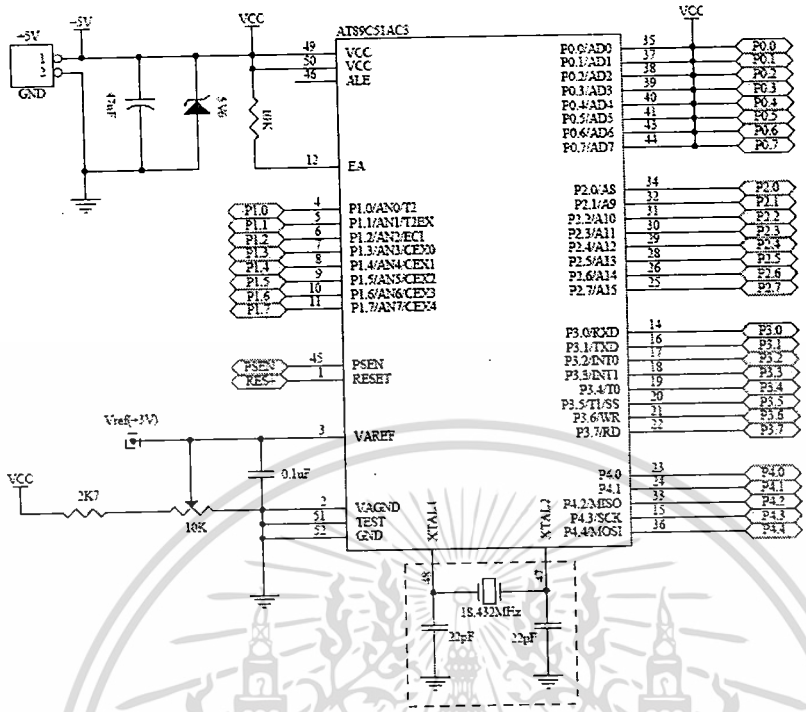
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

อยู่ภายในตัวไมโครคอนโทรลเลอร์ โดยแบ่งเป็นบัสข้อมูล (Data Bus) , บัสแอดเดรส (Address Bus) และบัสควบคุม (Control Bus) บัสข้อมูลเป็นสายสัญญาณที่บรรจุข้อมูล เพื่อการประมวลผลทั้งหมด ขนาดของบัสจะขึ้นอยู่กับความสามารถการประมวลผลของ CPU สำหรับในงานทั่วๆ ไป ขนาดของบัสข้อมูลจะเป็น 8 บิต และในปัจจุบันได้มีการพัฒนาขึ้นมาจนถึง 16,32 และ 64 บิต บัสแอดเดรสเป็นสายสัญญาณที่บรรจุค่าตำแหน่งของหน่วยความจำ โดยการติดต่อกับหน่วยความจำนั้น CPU ต้องกำหนดตำแหน่งที่ต้องการอ่านหรือเขียนก่อน ดังนั้นจำนวนสายสัญญาณของแอดเดรสจึงต้องมีจำนวนมาก ยิ่งมากเท่าไหร่ก็จะเป็นการแสดง ขนาดของหน่วยความจำที่ไมโครคอนโทรลเลอร์สามารถติดต่อได้ โดยสามารถคำนวณได้จาก จำนวนแอดเดรสของหน่วยความจำ = 2^n (n คือจำนวนของเส้นทาง)ยกตัวอย่าง ไมโครคอนโทรลเลอร์ตัวหนึ่งมีสายแอดเดรส 10 เส้น ดังนั้น ไมโครคอนโทรลเลอร์ตัวนี้ สามารถติดต่อกับหน่วยความจำได้ 2^{10} = 1,024 ตำแหน่งหากต้องการทราบความจุของหน่วยความจำจริงๆ จะต้องทราบถึงขนาดของบัสข้อมูลก่อนว่าเป็นเท่าใด หากเป็น 8 บิต ความจุของหน่วยความจำที่มีสายแอดเดรส 10 เส้น จะเท่ากับ 8x1024 = 8,192 บิต และ 1 กิโลไบต์ เท่ากับ 1,024 ไบต์ ดังนั้นไมโครคอนโทรลเลอร์ดังกล่าว จึงมีความจุของหน่วยความจำเท่ากับ 8,192 บิต หรือ 1,024 ไบต์ หรือ 1 กิโลไบต์บัสควบคุมเป็นกลุ่มของสายสัญญาณควบคุมการติดต่อทั้งหมดของ CPU กับหน่วยความจำและพอร์ต สำหรับสายสัญญาณเลือกควบคุมหลักได้แก่สายสัญญาณเลือก-อ่าน-เขียนหน่วยความจำ สายสัญญาณเลือกเลือก อ่าน-เขียน ข้อมูล กับพอร์ต

5. วงจรกำเนิดสัญญาณนาฬิกา นับเป็นส่วนประกอบที่สำคัญมากอีกส่วนหนึ่ง เนื่องจากการทำงานที่เกิดขึ้นในตัวไมโครคอนโทรลเลอร์ จะขึ้นอยู่กับการกำหนดจังหวะ หากสัญญาณนาฬิกามีความถี่สูง จังหวะการทำงานก็จะสามารถทำได้ถี่ขึ้น ส่งผลให้ไมโครคอนโทรลเลอร์ตัวนั้น มีความเร็วในการประมวลผลสูงตามไปด้วย
6. Timer/Counter ภายในขนาด 16 บิต 3 ชุด คือ Timer0 , Timer1 และ Timer2 โดยเมื่อใช้งานในโหมด Timer จะนับ Clock ภายใน และเมื่อใช้งานในโหมด Counter จะนับสัญญาณระดับลอจิกภายนอกที่ขา T0 สำหรับ Timer0 , ที่ขา T1 สำหรับ Timer1 และที่ขา T2 สำหรับ Timer2

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.5.2 ขาสัญญาณต่างๆ ของไมโครคอนโทรลเลอร์ AT89C51AC3



รูปที่ 2.15 แสดงขาสัญญาณต่างๆ ของ AT89C51AC3

ขาสัญญาณของไมโครคอนโทรลเลอร์เบอร์ AT89C51AC3 จะบรรจุอยู่ภายในตัวถังแบบ 52 Pin PLCC ซึ่งมีขาใช้งานแบ่งออกเป็นหลายกลุ่ม ได้แก่สัญญาณดังต่อไปนี้

1. ขาสัญญาณพอร์ต Input & Output จำนวน 5 พอร์ต คือพอร์ต P0-P4 โดยที่พอร์ตแต่ละชุด จะประกอบไปด้วยสัญญาณของ I/O ที่เชื่อมต่อมา จากขาสัญญาณของไมโครคอนโทรลเลอร์โดยตรงทั้งหมด โดยแต่ละพอร์ตจะมีสัญญาณพอร์ตละ 8 บิต ยกเว้นพอร์ต P3 และพอร์ต P4 โดยพอร์ต P4 มีขนาด 5 บิต (P4.0-P4.4) และพอร์ต P3 ซึ่งจะมีเพียง 6 บิตเท่านั้น คือ P3.2-P3.7 ส่วน P3.0 และ P3.1 จะถูกสงวนไว้ใช้งานเป็นขาสัญญาณ RXD และ TXD สำหรับรับส่ง ข้อมูลของ RS232 ซึ่งสัญญาณทั้ง 2 เส้น (P3.0 และ P3.1) จะถูกเชื่อมต่อผ่านวงจร Line Driver (MAX232) สำหรับแปลงระดับสัญญาณจากระดับโลจิก TTL ของไมโครคอนโทรลเลอร์ให้เป็นสัญญาณแรงดันตามมาตรฐานของ RS232
2. ขา VCC และขา Ground ทำหน้าที่รับไฟเลี้ยงจากแหล่งจ่าย
3. ขา PSEN ทำหน้าที่ Enable การอ่านข้อมูลจากหน่วยความจำโปรแกรม
4. ขา EA เลือกการใช้งานหน่วยความจำโปรแกรมว่าจะใช้ภายนอกหรือภายในไมโครคอนโทรลเลอร์ หากเป็นลอจิก 0 จะหมายถึงใช้งานหน่วยความจำ

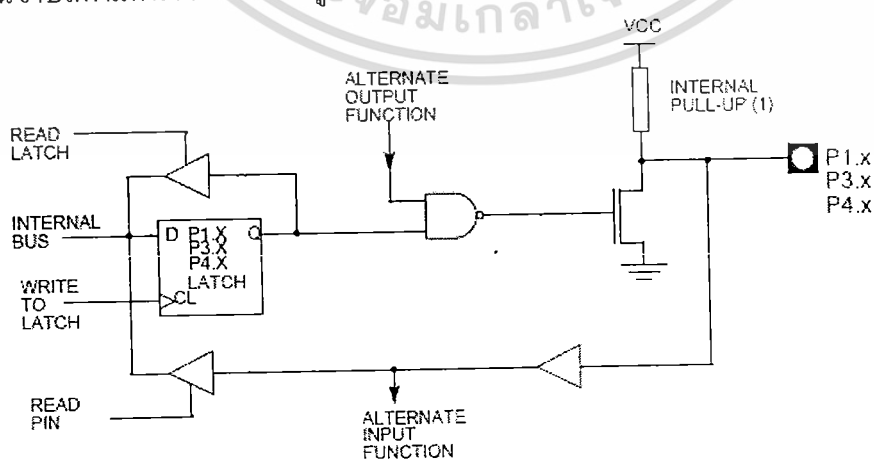
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

โปรแกรมภายนอก แต่หากเป็นลอจิก 1 แสดงว่าใช้งานหน่วยความจำโปรแกรมภายใน

5. ขา RST ใช้สำหรับ Reset การทำงานของไมโครคอนโทรลเลอร์ โดยแอกทีฟที่ลอจิก 1
6. ขา XTAL1, XTAL2 ใช้สำหรับต่อกับตัวคริสตอลออสซิลเลเตอร์สำหรับอ้างอิงความถี่ใช้งาน ในกรณีที่ต้องการใช้วงจรกำเนิดความถี่ภายนอกก็สามารถทำได้ โดยการลอยขา XTAL2 ไว้แล้วรับความถี่อินพุตเข้าที่ขา XTAL1
7. ขา ALE ทำหน้าที่สั่งให้อุปกรณ์ภายนอกทำการแลตช์ข้อมูลแอดเดรสที่ส่งออกที่พอร์ต 0 ซึ่งใช้ในกรณีที่ต่อหน่วยความจำภายนอกซีพียูเท่านั้น
8. ขา RxD (ขา P3.0) ใช้ในการับข้อมูลจากพอร์ตอนุกรม
9. ขา TxD (ขา P3.1) ใช้ในการส่งข้อมูลออกสู่พอร์ตอนุกรม
10. ขา INT0, INT1 ใช้สำหรับรับสัญญาณอินเตอร์รัพต์จากภายนอก
11. ขา T0 , T1 , T2 ใช้สำหรับต่อกับวงจรนับสัญญาณภายในไมโครคอนโทรลเลอร์
12. ขา RD ใช้สำหรับอ่านข้อมูลจากหน่วยความจำข้อมูลภายนอก
13. ขา WR ใช้สำหรับเขียนข้อมูลจากไมโครคอนโทรลเลอร์สู่หน่วยความจำข้อมูลภายนอก

2.5.3 โครงสร้างของพอร์ตอินพุทและเอาท์พุท (I/O Port Structure)

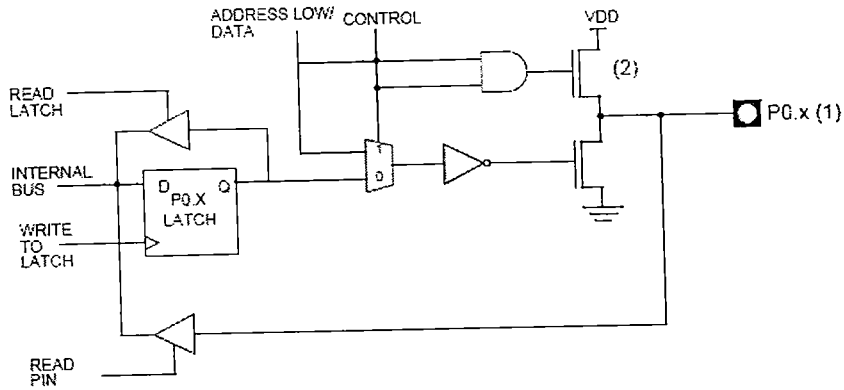
ขาของพอร์ต P1, P3, P4 แสดงโครงสร้างภายในได้ดังรูปที่ 2.16 ขาของพอร์ต P0 แสดงโครงสร้างภายในได้ดังรูปที่ 2.17 และขาของพอร์ต P2 แสดงโครงสร้างภายในได้ดังรูป 2.18 โดยมีโครงสร้างเป็น Field-Effect Transistor ต่ออยู่กับขาภายนอก และมีความต้านทานต่อ Pull-Up อยู่ สำหรับพอร์ต P1, P2, P3 และ P4 แต่สำหรับพอร์ต P0 จะไม่มีตัวต้านทาน Pull-Up ภายใน เพราะต้องใช้เป็นขาบัสตำแหน่ง และบัสข้อมูล



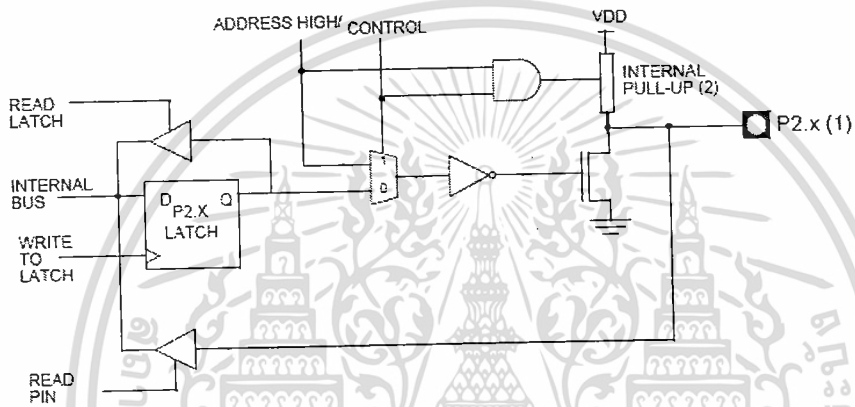
รูปที่ 2.16 แสดงโครงสร้างของพอร์ต P1, P3, P4 ของ AT89C51AC3

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สำนักหอสมุดกลาง พระจอมเกล้าลาดกระบัง

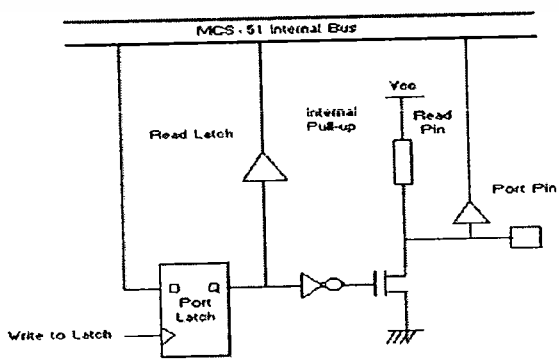


รูปที่ 2.17 แสดงโครงสร้างของพอร์ต P0 ของ AT89C51AC3



รูปที่ 2.18 แสดงโครงสร้างของพอร์ต P2 ของ AT89C51AC3

พอร์ตนี้สามารถเป็นอินพุทและเอาท์พุทกับอุปกรณ์ภายนอกได้ ในการอ่านข้อมูลจากพอร์ตอ่านได้ 2 แบบได้แก่ Read Latch และ Read Pin โดย Read Latch หมายถึงการอ่านข้อมูลที่ถูก Latch เอาไว้เข้าสู่บัสภายในของ MCS-51 เช่นการทำคำสั่ง CPL P1.5 ถ้าเป็นการ Read Pin ซึ่งเป็นการใช้พอร์ตเป็นอินพุท โดยอ่านค่าจากขาของไอซีเข้าสู่บัสภายใน โดยการอ่านแบบ Read Latch และ Read Pin มีสัญญาณมาควบคุมที่บัฟเฟอร์ดังรูปที่ 2.19



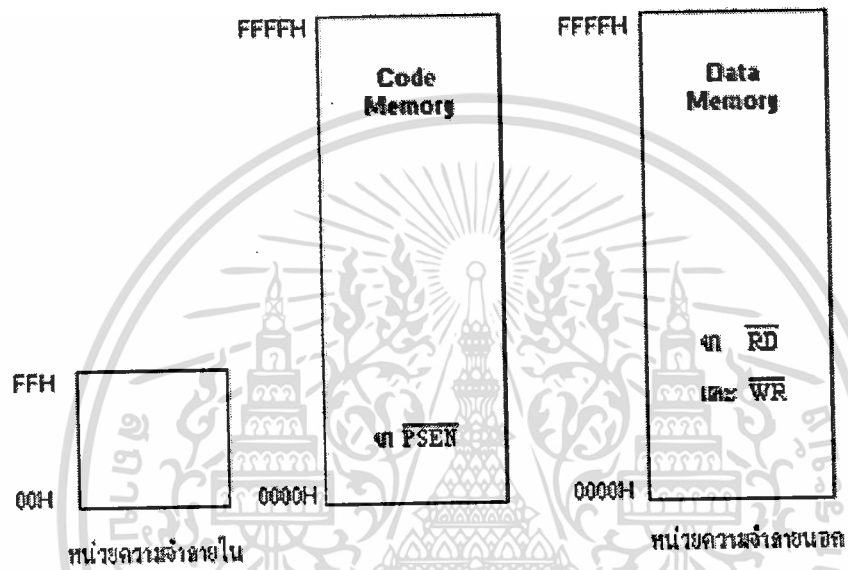
รูปที่ 2.19 การต่อพอร์ตเข้ากับระบบบัสภายในของ MCS-51

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

115553

2.5.4 โครงสร้างหน่วยความจำ

หน่วยความจำสำหรับ MCS-51 มี 2 ชนิดได้แก่ หน่วยความจำที่ใช้เก็บโปรแกรม (ROM) กับหน่วยความจำที่ใช้เก็บข้อมูล (RAM) ในการประมวลผลแรม MCS-51 บางเบอร์ เช่น 8051, 8052 มีหน่วยความจำภายในชิพ และ MCS-51 ทุกเบอร์สามารถอ้างหน่วยความจำ ROM ภายนอกได้มากที่สุด 64 กิโลไบท์ สำหรับหน่วยความจำ RAM ภายใน ประกอบไปด้วยพื้นที่ใช้งานทั่วไป , รีจีสเตอร์ชุด , พื้นที่ใช้งานระดับบิต และรีจีสเตอร์ฟังก์ชั่นพิเศษ ไดอะแกรมของหน่วยความจำของ 8031 แสดงได้ดังรูปที่ 2.20

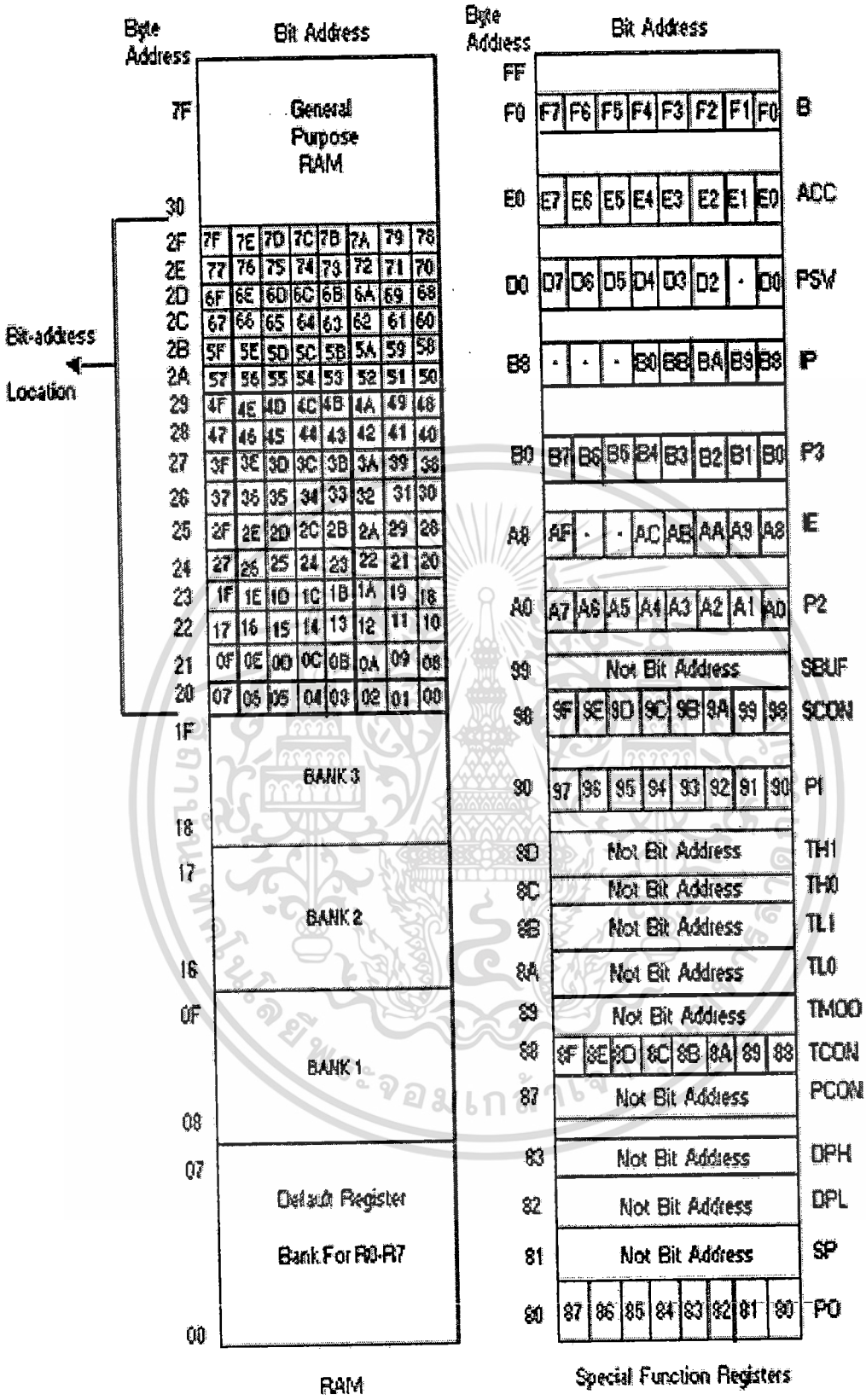


รูปที่ 2.20 การจัดหน่วยความจำของ MCS-51

ใน AT89C51AC3 มีหน่วยความจำโปรแกรมแบบ EEPROM ขนาด 2 กิโลไบท์ และมีหน่วยความจำ RAM มาถึง 2304 Byte (2048+256) และสามารถอ้างหน่วยความจำโปรแกรมภายนอกได้ 64 กิโลไบท์

แผนผังการจัดการหน่วยความจำข้อมูลภายใน แสดงได้ดังรูปที่ 2.21 จากแผนผังแสดงถึงการอ้างตำแหน่ง หน่วยความจำภายในซึ่งอ้างได้ 2 แบบ ได้แก่ การอ้างไปที่ตำแหน่งของไบท์ (เขียนหมายเลขด้านนอก) หรือการอ้างไปที่ตำแหน่งของบิต (เขียนหมายเลขตำแหน่งด้านใน) โดยตำแหน่งของหน่วยความจำ ที่อ้างเป็นแบบบิตที่แน่นอน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

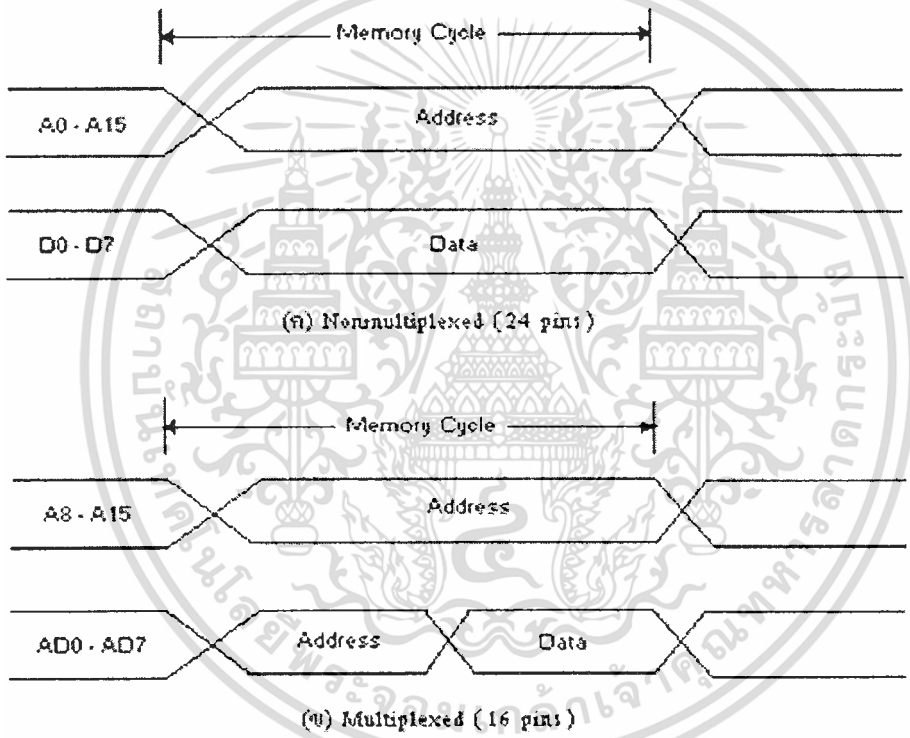


รูปที่ 2.21 ตำแหน่งของหน่วยความจำแบบไบท์และแบบบิต

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.5.5 หน่วยความจำภายนอก

MCS-51 สามารถอ้างหน่วยความจำข้อมูลภายนอกได้ 64 กิโลไบท์ โดยใช้พอร์ท P0 ในการอ้างตำแหน่งหน่วยความจำ 8 บิตล่าง และใช้พอร์ท P0 เป็นพอร์ทข้อมูลด้วย โดยใช้ขา ALE เป็น Latch ข้อมูลพอร์ท P0 และใช้พอร์ท P2 เป็นขาอ้างตำแหน่ง 8 บิตบน (รวมขาอ้างตำแหน่ง 16 เส้น ซึ่งอ้างได้ 64 กิโลไบท์) นอกจากพอร์ท P0 ใช้งาน 2 หน้าที่ ในการติดต่อกับหน่วยความจำ ใช้วิธีมัลติเพล็กซ์ระหว่างตำแหน่งกับข้อมูล ถ้าต้องการติดต่อกับหน่วยความจำที่เก็บข้อมูล 8 บิต และเก็บได้ 64 กิโลไบท์ ต้องใช้สายสัญญาณ 24 เส้นเป็นขาแอดเดรส 16 เส้น และขาข้อมูล 8 เส้น ถ้าใช้วิธีมัลติเพล็กซ์ ใช้ขา A0 - A7 เป็นขาข้อมูล D0- D7 ใช้สายสัญญาณเพียง 16 เส้น รูปที่ 2.22 เมื่อต้องการติดต่อกับหน่วยความจำ ทำการส่งสัญญาณแอดเดรส A0 -A15 ออก 16 เส้น จากนั้นขา A0-A7 เปลี่ยนเป็น D0- D7 ในการติดต่อกับหน่วยความจำภายนอก MCS - 51 ใช้วิธีนี้

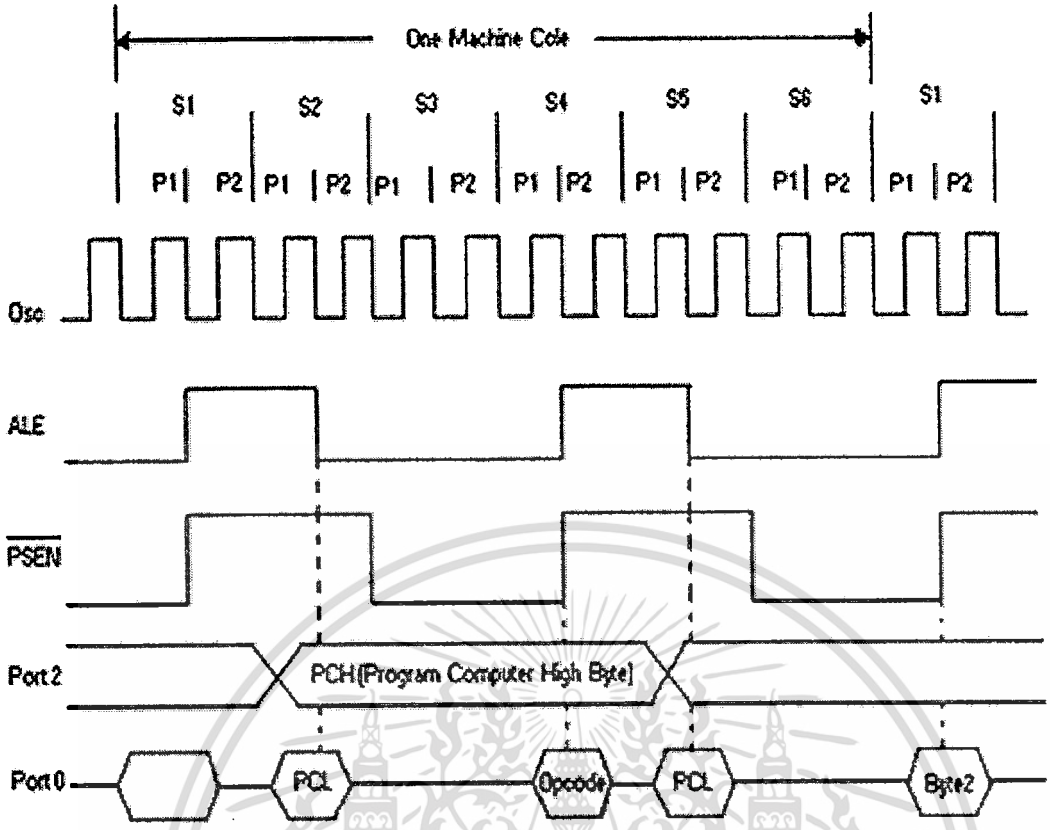


รูปที่ 2.22 ไดอะแกรมกลุ่มสัญญาณที่ใช้อ่านข้อมูล

2.5.6 การติดต่อกับหน่วยความจำโปรแกรมภายนอก

การอ่านข้อมูลที่หน่วยความจำโปรแกรมภายนอก MCS-51 ส่งค่าตำแหน่งหน่วยความจำออกไป ซึ่งค่าตำแหน่งเก็บอยู่ใน PC ส่งออกทางพอร์ท P0 และพอร์ท 2 จากนั้นส่งขา ALE เป็นลอจิก "0" เพื่อ Latch ขาแอดเดรส ของ 8 บิตต่ำคือพอร์ท P0 และส่งสัญญาณทางขา PSEN เป็นลอจิก "0" เพื่ออ่านข้อมูลซึ่งได้ Opcode เข้าไปทางขาบัสข้อมูล คือพอร์ท P0 ไดอะแกรมเวลาการอ่านข้อมูลจากหน่วยความจำภายนอก แสดงได้ดังรูปที่ 2.23

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

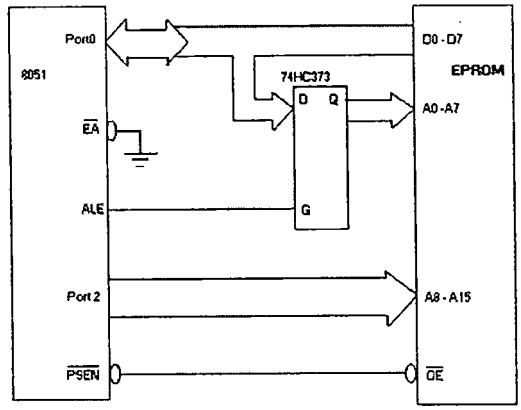


รูปที่ 2.23 ไดอะแกรมการอ่านข้อมูลจากหน่วยความจำโปรแกรมภายนอก

รูปที่ 2.23 ช่วงเวลาการทำงานของ MCS-51 ใน S2 MCS-51 ส่งค่าตำแหน่งหน่วยความจำโปรแกรม (ค่า PC) ทางพอร์ต P0 และ พอร์ท P2 จากนั้นส่งขา ALE เป็น "0" เพื่อ Latch อุปกรณ์ภายนอกคงค่าตำแหน่งไบท์ต่ำไว้ (พอร์ต P0) เพื่อใช้พอร์ต P0 เป็นขาข้อมูลต่อไป จากนั้นส่งขา PSEN เป็น "0" เพื่ออ่าน Opcode เข้าทางพอร์ต P0

การต่อหน่วยความจำกับ MCS-51 แสดงได้ดังรูปที่ 2.24 โดยขา EA ต่อเป็น "0" เพื่อให้ MCS-51 อ่านหน่วยความจำโปรแกรมภายนอกสำหรับการ มัลติเพล็กซ์ ใช้ฟลิปฟลอป 8 ตัวเบอร์ 74373 เก็บค่าตำแหน่ง 8 บิตต่ำไว้ เมื่อ MCS-51 ส่งค่าตำแหน่งพอร์ทออกไปจากนั้นส่งขา ALE ให้เป็น "0" ซึ่งใช้ขานี้ต่อกับ 74373 เพื่อ Latch ข้อมูลสำหรับขา PSEN ต่อกับขา Output Enable (OE) ของหน่วยความจำดังรูปที่ 2.24

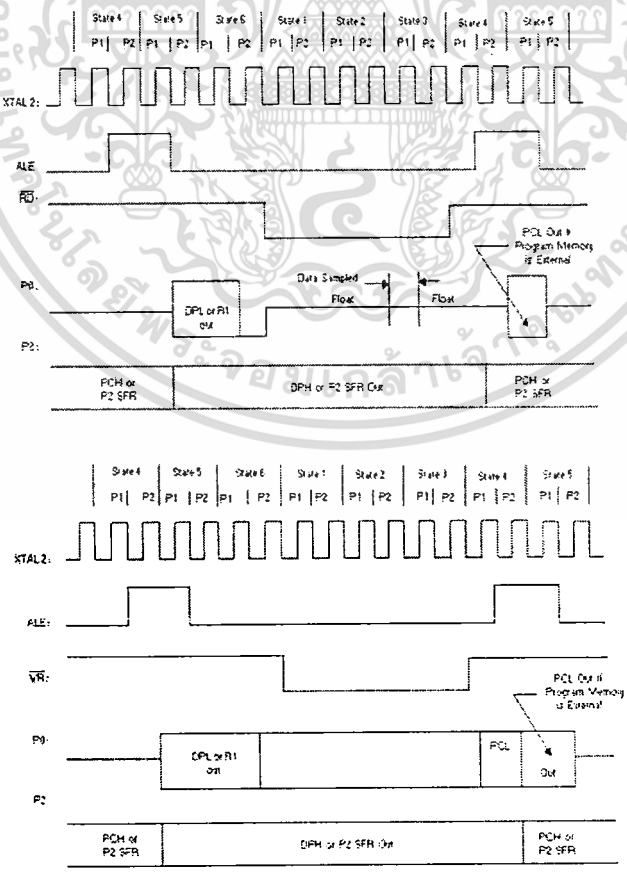
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.24 การต่อ MCS - 51 กับหน่วยความจำโปรแกรมภายนอก

2.5.7 การติดต่อกับหน่วยความจำข้อมูลภายนอก

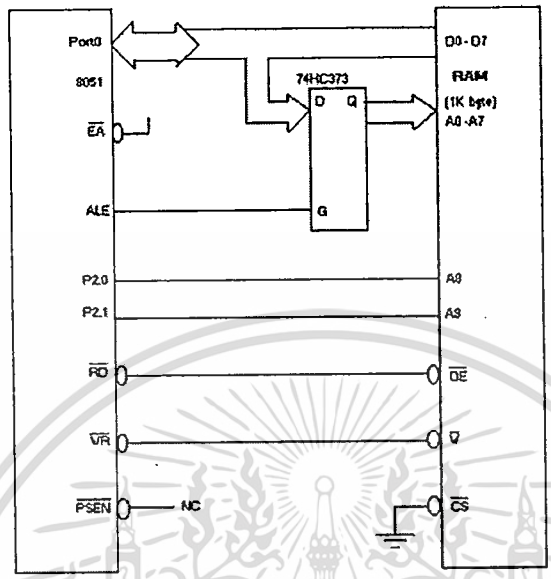
หน่วยความจำข้อมูลภายนอก MCS-51 สามารถอ่าน และ เขียนได้ ในการติดต่อกับหน่วยความจำข้อมูลภายนอก MCS-51 ส่งขาแอดเดรส ออกทางพอร์ท P0 และพอร์ท P2 จากนั้นส่งขา ALE เพื่อไป Latch Address 8 บิตต่ำ โดยการอ่านเขียนข้อมูลนั้นใช้ขา RD และขา WR ตามลำดับ ไดอะแกรมเวลาการอ่านและเขียนข้อมูลกับหน่วยความจำภายนอกแสดงดังรูปที่ 2.25



รูปที่ 2.25 ไดอะแกรมเวลาการอ่านและเขียนข้อมูลกับหน่วยความจำภายนอก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การเชื่อมต่อหน่วยความจำข้อมูลกับ MCS-51 แสดงได้ดังรูปที่ 2.26 เป็นการเชื่อมต่อ RAMขนาด 1 กิโลไบท์ ใช้ขา Address เพียง 10 เส้น ดังนั้น A8 และ A9 ต่อกับ P2.0 และ P2.1 ส่วนขา EA ต่อกับลอจิก "1" เพื่อให้อ่านโปรแกรมจากรอมภายใน และขา PSEN ไม่ใช้เพราะไม่ได้ต่อ ROM

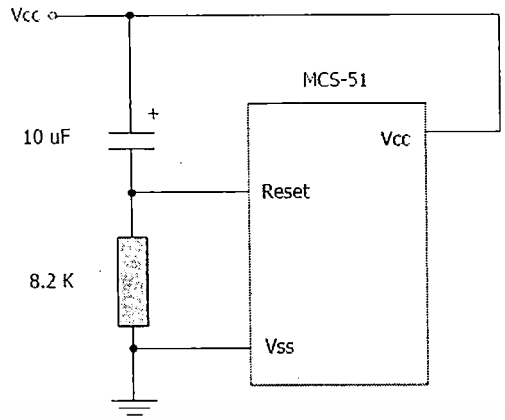


รูปที่ 2.26 การต่อหน่วยความจำโปรแกรมกับ MCS-51

2.5.8 การรีเซ็ทซีพียู Microcontroller

ขารีเซ็ทซีพียูจะแอกตีฟที่ลอจิกสูง โดยในการรีเซ็ทซีพียูนั้นจะต้องให้สัญญาณ RST คงค่าสภาวะลอจิก "1" นานไม่น้อยกว่า 2 แมชชีนไซเคิล (หรือ 24 คาบเวลาออสซิเลเตอร์) จากนั้นให้กลับเป็นลอจิก "0" โดยสัญญาณ RST นี้ไม่จำเป็นต้องเข้าจังหวะกับสัญญาณนาฬิกาของ MCS-51 ขา RST จะถูกแซมปลิ้งที่สเตท 5 ตรงเฟสที่ 2 ของทุกแมชชีนไซเคิล ส่งผลให้ค่าที่พอร์ตต่างๆ ของ MCS-51 ยังคงสภาวะเดิมอยู่เป็นเวลาเท่ากับ 19 คล๊อกไซเคิล ในขณะที่สัญญาณ RST มีสภาวะเป็นลอจิกสูง ขา PSEN และ ALE จะสามารถถูกขับเป็นลอจิกสูงได้ง่ายมาก หลังจากขา RST ถูกขับเป็นลอจิกต่ำแล้ว จะใช้เวลาอีก 1 – 2 แมชชีนไซเคิล ขา PSEN และ ALE จึงจะเริ่มทำการส่งข้อมูลอีกครั้งหนึ่ง เนื่องจากเราต้องทำการรีเซ็ทไมโครโพรเซสเซอร์ทุกครั้งก่อนที่จะใช้งาน ดังนั้นจึงไม่เป็นการสะดวกต่อผู้ใช้ในการที่จะต้องมาทำการรีเซ็ทไมโครคอนโทรลเลอร์ด้วยตัวเองทุก ครั้ง วงจรนี้สามารถแก้ไขปัญหานี้ได้ โดยจะทำการรีเซ็ทซีพียูทุกครั้งที่เริ่มจ่ายไฟให้กับระบบ (Power on reset)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

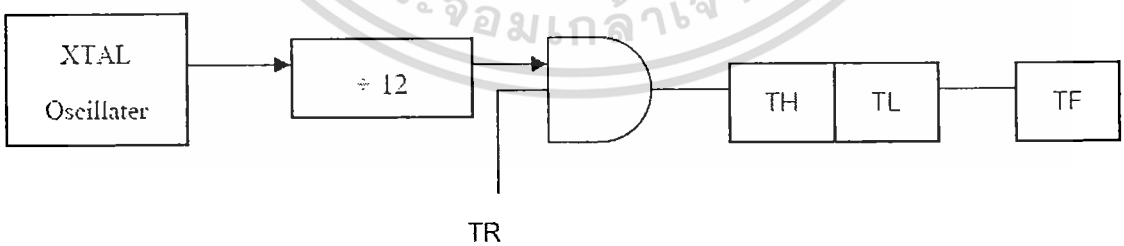


รูปที่ 2.27 วงจร Power On Reset สำหรับ MCS-51

2.5.9 การใช้งาน Timer/Counter

ใน MCS-51 ทุกตัวจะมี Timer/Counter อยู่ภายใน เป็นรีจีสเตอร์ขนาด 16 บิต (Timer 0 แบ่งเป็น TH0 และ TL0 ส่วน Timer 1 แบ่งเป็น TH1 และ TL1) สามารถโปรแกรมให้เป็นตัวนับหรือตัวจับเวลาก็ได้ การใช้งานเป็น Timer จะเป็นการตั้งเวลาด้วยการโปรแกรม เมื่อเวลาถึงค่าที่กำหนด Timer จะแสดงผลออกมาทางบิตแฟลก (TF) การใช้งาน Timer สามารถโปรแกรมได้หลายโหมดหลายรูปแบบ โดยรายละเอียดต่างๆ สามารถศึกษาได้จากคู่มือโดยตรง ในที่นี้จะกล่าวถึงการนำ Timer มาสร้างเป็นตัวจับเวลาเท่านั้น

การใช้งาน Timer จะมีรีจิสเตอร์ที่เกี่ยวข้องอยู่สามตัวคือ รีจิสเตอร์ TMOD สำหรับกำหนดโหมดการทำงาน รีจิสเตอร์ TCON สำหรับควบคุมการปิด-เปิด Timer และควบคุมการอินเทอร์รัปต์ และรีจิสเตอร์ Timer ถ้าหากต้องการให้ Timer ทำงานในโหมด 1 จะมีรูปแบบการทำงานดังรูปที่ 2.28



รูปที่ 2.28 การทำงานของ Timer โหมด 1

การทำงานของ Timer นี้ค่านี้รีจีสเตอร์จะเพิ่มขึ้นทุกๆ แมชชีนไซเคิล ถ้าหาก MCS-51 ทำงานที่ความถี่ 12 MHz และหนึ่งแมชชีนไซเคิลใช้สัญญาณนาฬิกา 12 ลูก ดังนั้นค่าในรีจีสเตอร์จะเพิ่มขึ้นหนึ่งค่าทุกๆ 1 us ถ้าหากเราโปรแกรมให้รีจีสเตอร์ Timer มีค่าเริ่มต้นอยู่ค่าหนึ่ง ละให้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บิตแฟลก TR เป็นลอจิก "1" จะทำให้ Timer เริ่มทำงาน เมื่อค่าในรีจิสเตอร์ Timer เริ่มเปลี่ยนจาก FFFF เป็น 0000 จะทำให้บิกแฟลก TF เป็นลอจิก "1"

ถ้าหากเราต้องการใช้ Timer จับเวลา 10 ms ซึ่งเท่ากับ 10,000x1 us สามารถทำได้โดยโปรแกรมให้รีจิสเตอร์ Timer มีค่าเท่ากับ 65,536 – 10,000 ซึ่งก็คือ 55,536 และให้ Timer เริ่มทำงาน จากนั้นเมื่อบิตแฟลกเป็นลอกจิก "1" หมายความว่าเวลาได้ผ่านมา 10,000 แมชชีนไซเคิล หรือ 10 ms ขั้นตอนการโปรแกรมใช้งาน Timer โหมด 1 ทำได้ดังนี้

1. โหลดค่าให้กับ TMOD เพื่อเลือกใช้ Timer 0 หรือ Timer 1 และเลือกโหมดการทำงาน
2. โหลดค่าเริ่มต้นให้กับรีจิสเตอร์ TL และ TH
3. ให้ Timer เริ่มทำงาน
4. สังเกตบิตแฟลก TF ถ้าหากเป็นลอจิก "1" หมายความว่าเวลาได้เดินถึงที่กำหนดแล้ว
5. หยุด Timer
6. เคลียร์บิตแฟลก TF เพื่อใช้งานในครั้งต่อไป
7. กลับไปทำงานขั้นตอนที่ 2 ในการจับเวลาต่อไป

ไมโครคอนโทรเลอร์ตระกูล MCS-51 โดยทั่วไปแล้วจะทำงานที่ความถี่ 11.0592 และหนึ่งแมชชีนไซเคิลจะใช้สัญญาณนาฬิกา 12 ลูก ดังนั้นการใช้งานเป็นตัวจับเวลาจะต้องคำนวณค่าให้กับเรจิสเตอร์ TH, TL ตามลำดับดังนี้

- หาค่าแมชชีนไซเคิล สำหรับกรณีนี้เท่ากับ 1.085 us
- คำนวณค่า 65536 – n เมื่อ n เป็นเวลาที่ต้องจับเวลา ซึ่งเวลาแต่ละหน่วยจะเท่ากับ 1.085 us
- เปลี่ยนค่าที่คำนวณได้ในขั้นตอนที่ 2 ให้เป็นเลขฐานสิบหกมีรูปแบบเป็น yyxx
- โหลดค่า TL = xx และ TH= yy

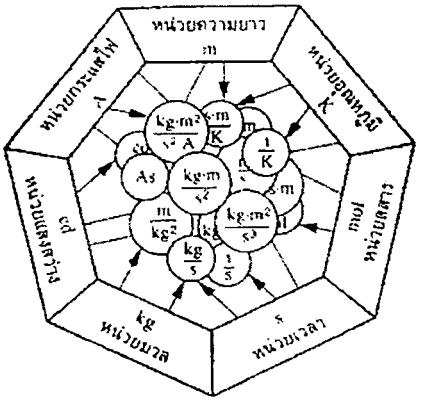
2.6 นิวแมติกส์ (Pneumatic)

นิวแมติกส์ หมายถึง การนำลมอัดไปใช้กับเครื่องจักรกลในงานอุตสาหกรรม โดยเฉพาะการนำมาใช้ขับเคลื่อนและควบคุมอุปกรณ์ หรือเครื่องจักรกลต่างๆ ที่ใช้ลมเป็นต้นกำเนิดกำลังในการทำงาน

2.6.1 หน่วยทางฟิสิกส์ที่ใช้ในนิวแมติกส์

หน่วยวัดในระบบ System International d' Unites (SI) ประกอบด้วยหน่วยวัดพื้นฐานดังแสดงในรูปที่ 2.29

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



หน่วย	หน่วยวัด
มวล	กิโลกรัม (kg)
เวลา	วินาที (s)
อุณหภูมิ	องศาเคลวิน (K)
ความยาว	เมตร (m)
กระแสไฟ	แอมแปร์ (A)
แสงสว่าง	แคนเดลา (cd)
สสาร	โมล (mol)

รูปที่ 2.29 แสดงหน่วยวัดพื้นฐานของระบบ SI

หน่วยแรง (Force)

แรง (F) = มวล (m) X อัตราเร่ง (a) หน่วยวัด นิวตัน ($N = kgm/s^2$)

ถ้ามวล 1 kg นำมาแทนแรงบนโลก = 1 kgf (กิโลกรัมแรง) = 9.81 N (kgm/s^2)

หน่วยความดัน (Pressure)

ความดัน (p) = แรง (F) / พื้นที่ (A) หน่วยวัด ปาสคาล (Pa)

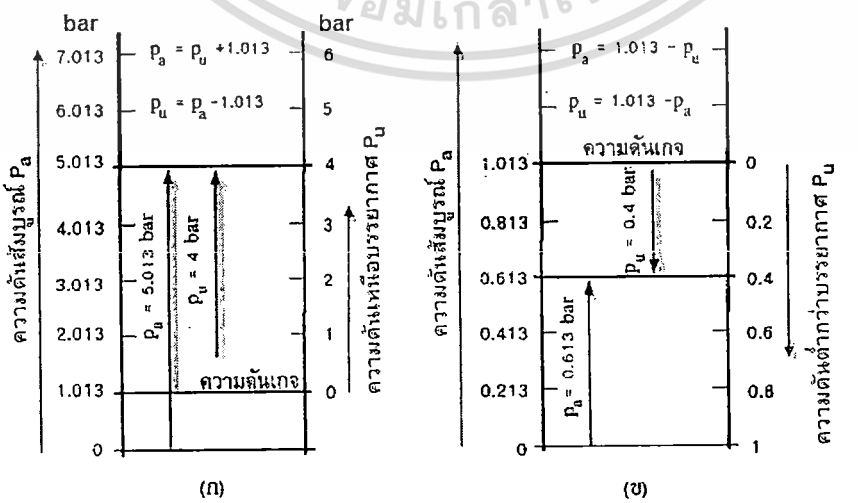
$$Pa = \frac{N}{m^2} = \frac{kg-m}{s^2 m^2}$$

Psi = pound per square inch (หน่วยวัดความดันของอังกฤษ)

1 psi = 7000 Pa = 0.06895 bar

Bar = หน่วยวัดความดันของ (SI)

1 bar = 10^5 Pa = 14.5 psi = 1.01972 kgf/cm^2



รูปที่ 2.30 แสดงแผนภูมิความดัน (DIN 1343 Pn = 1.01325 bar)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับใช้ในการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากรูปที่ 2.30 - ความดันความดันสัมบูรณ์ (Absolute pressure , Pabs) มีค่า 10^{-10} Pa

- ความดันบรรยากาศ (Pn) มีค่า 1.01325 bar

หน่วยงาน (Work)

งาน = แรง x ระยะทาง ตัวอย่างเช่น แรงบิด

หน่วยจูล (Joule) 1 j = 1 N-m = 0.102 kgf-m

หน่วยพลังงาน (Power)

หน่วย Watt 1 W = 1 N-m/S = 0.001359 mhp (metric horse power)

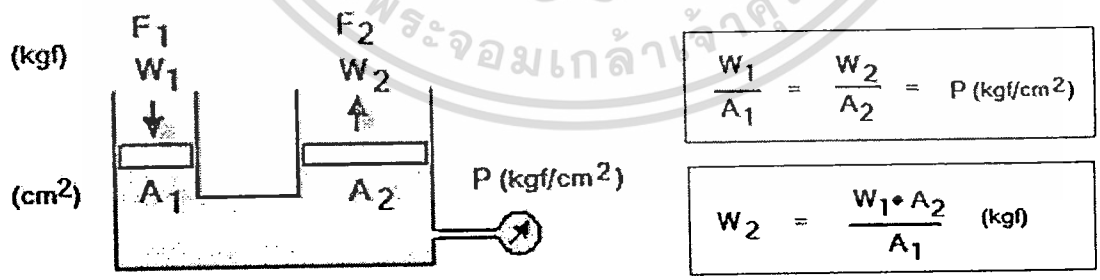
1 mhp = 735.49875 W

2.6.2 คุณสมบัติทางฟิสิกส์และกฎของกล

อากาศที่นำมาใช้ในระบบนิวแมติกส์ประกอบด้วย ไนโตรเจน (nitrogen) ประมาณ 78% โดยปริมาตร ออกซิเจนประมาณ 21% โดยปริมาตร และส่วนประกอบอื่นๆ เช่น คาร์บอนไดออกไซด์ (Carbon-dioxide), อาร์กอน (argon) , ไฮดรอเจน (hydrogen) , นีออน (neon) , ฮีเลียม (helium) , ครีพตัน (krypton) และส่วนประกอบของไอน้ำ อากาศประกอบด้วยอณูเล็กๆ มีอะตอมเชื่องโยงกันเป็นคู่ๆ คล้ายลูกบอล อากาศ 1 cm^3 ประกอบด้วย 27 x 10^{18} อณู

กฎของปาสคาล (กฎส่งผ่านความดัน)

B. Pascal (ชาวฝรั่งเศส ระหว่างปี ค.ศ. 1623-1662) ได้ทำการทดลองพิสูจน์กฎปาสคาล ซึ่ง เกี่ยวกับการส่งผ่านความดันสถิต หรือความดันที่ไม่เคลื่อนที่ (Static pressure) กฎนี้กล่าวว่า "ความดันที่กระทำต่อส่วนหนึ่งส่วนใดของของไหลที่อยู่นิ่งในภาชนะปิด จะกระทำต่อทุกส่วนของภาชนะในแนวตั้งฉาก"



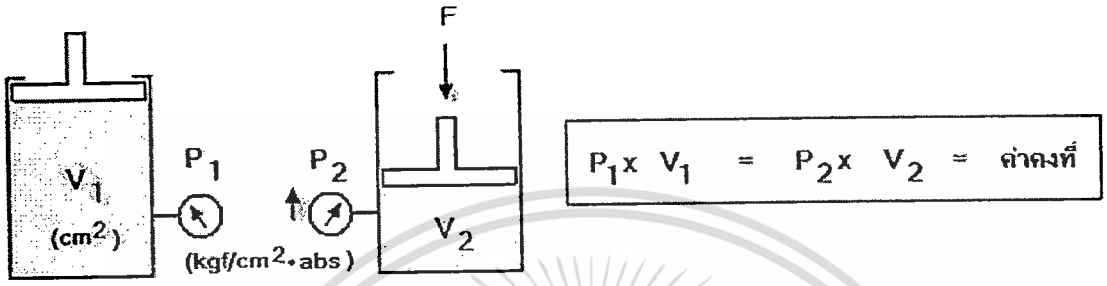
รูปที่ 2.31 กฎของปาสคาล

จากรูปที่ 2.31 ในกรณีที่ลูกสูบมีพื้นที่หน้าตัด A_1 (cm^2) และ A_2 (cm^2) ถ้ามีแรง F_1 หรือน้ำหนัก W_1 (kgf) กระทำบนลูกสูบ A_1 แล้วจะเกิดแรงถ่ายเท W_2 (kgf) หรือ F_2 ขึ้นที่ลูกสูบซึ่งมีพื้นที่หน้าตัด A_2

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กฎของบอยล์

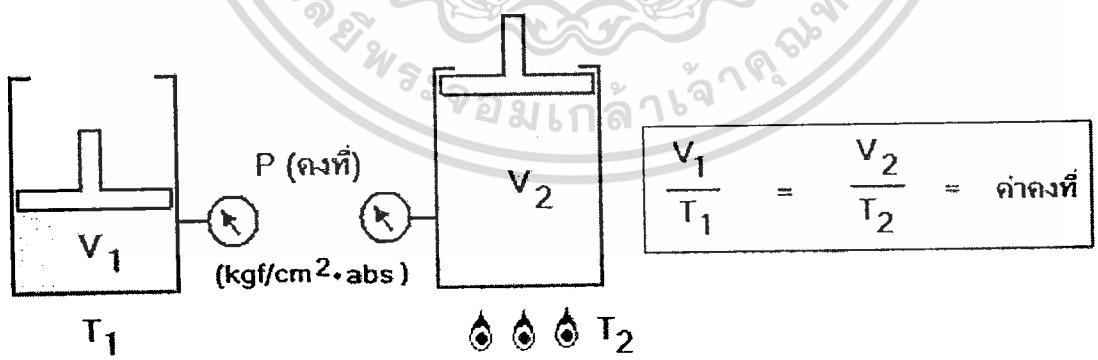
R.Boyle (ชาวอังกฤษ ระหว่างปี ค.ศ. 1627-1691) เป็นผู้คิดค้นกฎของบอยล์โดยกล่าวว่า "ถ้ากดลูกสูบในกระบอกซึ่งมีก๊าซบรรจุอยู่ภายในปริมาตรก๊าซจะลดลงในขณะที่ความดันก๊าซเพิ่มขึ้น" กล่าวอีกนัยหนึ่งว่า "ณ.อุณหภูมิคงที่ ปริมาณก๊าซจะเปลี่ยนแปลงเป็นอัตราส่วนผกผันกับความดันก๊าซนั้นดังแสดงในรูปที่ 2.32



รูปที่ 2.32 กฎของบอยล์

กฎของชาร์ลส์

กฎของชาร์ลส์กล่าวว่า "ค่าความดันอากาศคงที่ค่าหนึ่ง ปริมาตรของอากาศจำนวนหนึ่งจะแปรผันเป็นสัดส่วนกับอุณหภูมิสัมบูรณ์ของอากาศ" หมายความว่า เมื่ออากาศจำนวนหนึ่งซึ่งมีปริมาตร V_1 และอุณหภูมิ T_1 ถูกทำให้ร้อนขึ้นหรือถูกทำให้เย็นลงที่อุณหภูมิ T_2 ภายใต้ความดันคงที่ ปริมาตรอากาศจะเปลี่ยนแปลงเป็น V_2 ตามความสัมพันธ์ดังแสดงในรูปที่ 2.33



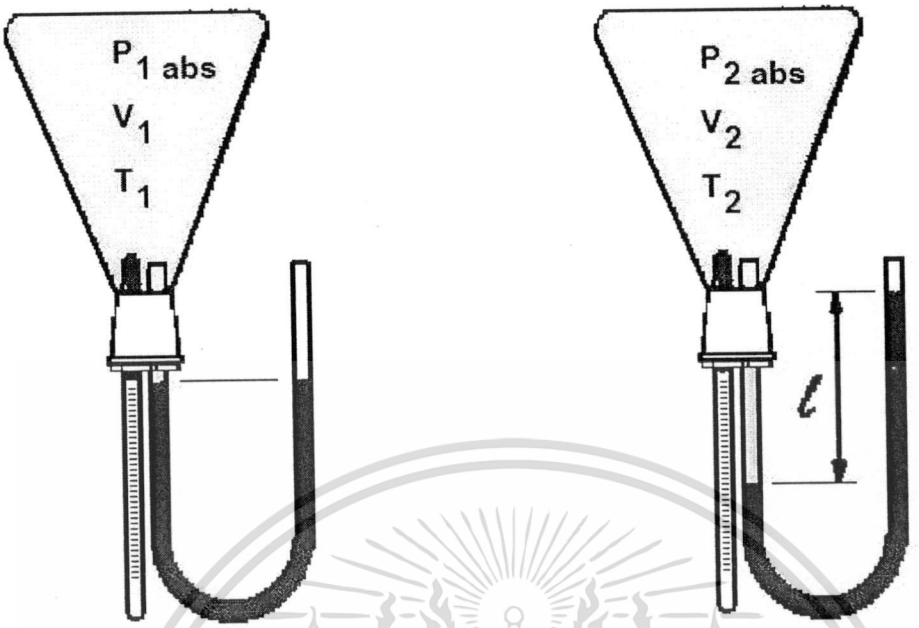
รูปที่ 2.33 กฎของชาร์ลส์

2.6.3 การเปลี่ยนแปลงของอากาศจากผลของความร้อนและความดัน

ความดัน(p) มีค่าแปรผันตามปริมาตร(V) และอุณหภูมิสัมบูรณ์(T) ดังแสดงในรูปที่ 2.34

$$\frac{p_{abs}V}{T} = \frac{p_1V_1}{T_1} = \frac{p_2V_2}{T_2} = \text{Constants}$$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



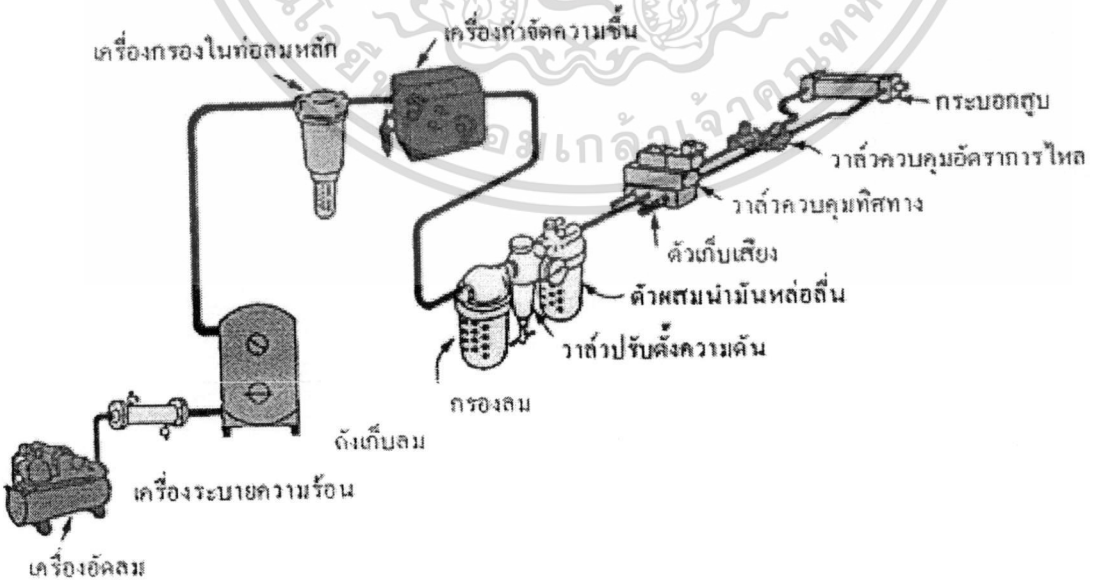
อุณหภูมิในขวดทดลองและอุณหภูมิภายนอกเท่ากัน

อุณหภูมิภายในขวดทดลองร้อนขึ้นและก๊าซภายในขยายตัวดันระดับน้ำให้สูงขึ้น

รูปที่ 2.34 แสดงการเปลี่ยนแปลงปริมาณอากาศ เมื่ออุณหภูมิเพิ่มขึ้น (T2 > T1)

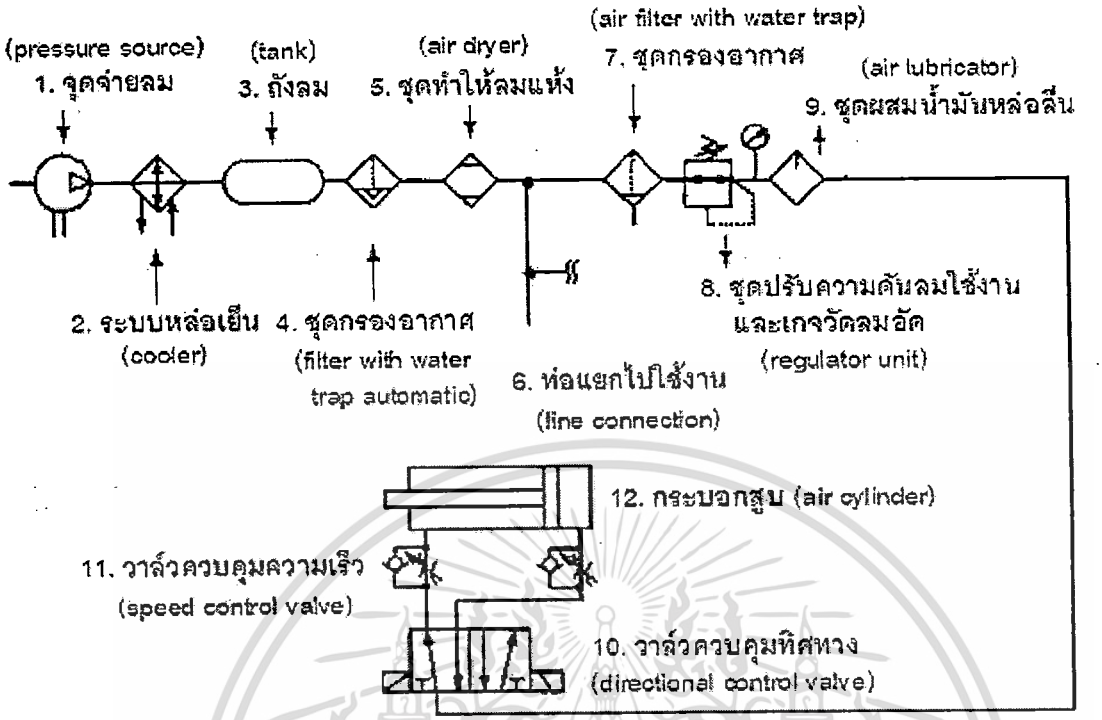
2.6.4 ระบบนิวแมติกส์พื้นฐาน

ระบบนิวแมติกส์มีองค์ประกอบในการใช้งานดังรูปที่ 2.35 และแสดงสัญลักษณ์ดังรูปที่ 2.36



รูปที่ 2.35 แสดงองค์ประกอบพื้นฐานในระบบนิวแมติกส์ทั่วไป

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.36 แสดงสัญลักษณ์ของระบบนิวแมติกส์จากรูปที่ 2.35

1. จุดจ่ายลม หมายถึงต้นกำหนดลมหรือเครื่องอัดอากาศ ในการใช้งานต้องคำนึงถึงปริมาณลมอัดที่ต้องการใช้ที่พอเพียงต่อการใช้งานอย่างเหมาะสม

2. ระบบหล่อเย็น หรือเครื่องระบายความร้อน มักจะติดตั้งอยู่ถัดจากเครื่องอากาศเพื่อทำให้ลมอัดมีอุณหภูมิลดลง และจำกัดไอน้ำที่มีอุณหภูมิสูงในลมอัด ถ้าไอน้ำเหล่านี้กลั่นตัวเป็นหยดน้ำในอุปกรณ์นิวแมติกส์จะเกิดการกัดกร่อนหรือความเสียหายได้ เครื่องระบายความร้อนแบ่งได้เป็นแบบใช้น้ำหล่อเย็นและแบบใช้ลมเป่าระบายความร้อน โดยอากาศที่ผ่านระบบหล่อเย็นแล้วควรอยู่ที่ 40 องศาเซลเซียส

3. ถังลม ควรมีขนาดใหญ่เพียงพอสามารถเก็บลมอัดให้กับอุปกรณ์ทุกตัว เพื่อป้องกันเครื่องอัดอากาศทำงานหนักมากเกินไป

4. ชุดกรองอากาศ หรือเครื่องกรองอากาศในท่อหลัก (Main Line Air Filter) จะทำหน้าที่กำจัดฝุ่นละออง, น้ำ และคราบน้ำมันที่ปะปนมากับลมอัดที่อยู่ในท่อส่งหลัก ก่อนที่จะส่งลมอัดนี้ไปใช้งานหรือผ่านการกรองอีกครั้งหนึ่ง

5. ชุดทำให้อากาศแห้ง มีหน้าที่ในการทำให้ไอน้ำในลมอัดกลั่นตัวเป็นหยดน้ำ โดยการลดอุณหภูมิของไอน้ำลงจนถึงอุณหภูมิห้อง ไอน้ำเกิดการกลั่นตัวเป็นหยดและไหลออกทางช่องระบายทิ้ง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

6. ท่อแยกไปใช้งาน เป็นท่อที่ต่อแยกจากท่อส่งหลักไปใช้งานในตำแหน่งที่ต้องการ

7. ชุดกรองอากาศ จะทำการกำจัดฝุ่นละออง สนิมภายในท่อหรือสิ่งสกปรกอื่นๆ ที่ติดมากับลมอัด เพื่อป้องกันความเสียต่ออุปกรณ์ และยังช่วยในการกรองน้ำออกจากลมอัดด้วย

8. ชุดปรับความดันใช้งานและเกจวัดความดัน มีหน้าที่ในการรักษาระดับความดันให้อยู่ในระดับที่ต้องการและคงที่ เนื่องจากลมอัดที่เกิดจากเครื่องอัดอากาศจะมีค่าสูงกว่าความดันที่ต้องการใช้งานเล็กน้อย

9. ชุดผสมน้ำมันหล่อลื่น มีหน้าที่ในการเติมน้ำมันให้ผสมกับลมอัด เพื่อช่วยหล่อลื่นให้กับอุปกรณ์ที่เคลื่อนที่ เพื่อให้มีการทำงานที่ราบรื่นและช่วยยืดอายุการใช้งานของอุปกรณ์

10 วาล์วควบคุมทิศทาง เป็นวาล์วที่ใช้ในการจ่ายลมอัดให้กับกระบอกสูบ เพื่อควบคุมให้เกิดการเคลื่อนที่ในทิศทางที่ต้องการ

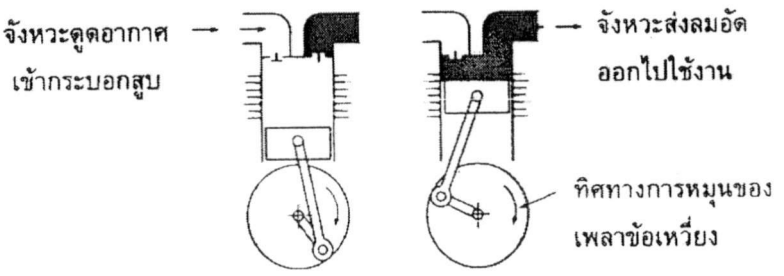
11. วาล์วควบคุมความเร็ว มีหน้าที่ในการปรับแรงดันของลมอัดที่จ่ายให้แก่กระบอกสูบตามที่ต้องการ เพื่อควบคุมความเร็วในการเคลื่อนที่ของก้านสูบ

12. กระบอกสูบ เป็นอุปกรณ์กำลังที่ใช้ลมอัดเป็นต้นกำลังในการเคลื่อนที่เชิงเส้น

2.6.5 เครื่องอัดอากาศ

เครื่องอัดอากาศ (Compressor) มีหน้าที่อัดอากาศจากความดันปกติ หรือ ความดันบรรยากาศให้มีความดันสูงขึ้นตามความต้องการ การเลือกใช้เครื่องอัดอากาศชนิดต่างๆ จะขึ้นอยู่กับลักษณะการใช้งาน โดยพิจารณาจากความดันใช้งาน และปริมาณการจ่ายลมอัดสำหรับอุปกรณ์ทั้งระบบ เครื่องอัดอากาศสามารถแบ่งเป็น 2 กลุ่ม คือ

1. เครื่องอัดอากาศแบบลูกสูบ (Piston compressor) ทำงานโดยการอัดอากาศที่บรรจุในกระบอกสูบให้มีปริมาตรน้อยลงทำให้ความดันเพิ่มขึ้น ก่อนส่งไปเก็บภายในถังบรรจุความดัน ซึ่งสามารถผลิตความดันใช้ได้ตั้งแต่ความดันต่ำ ถึงความดันสูง และเป็นที่นิยมใช้กันในงานอุตสาหกรรมทั่วไป แสดงลักษณะการทำงานดังรูปที่ 2.37

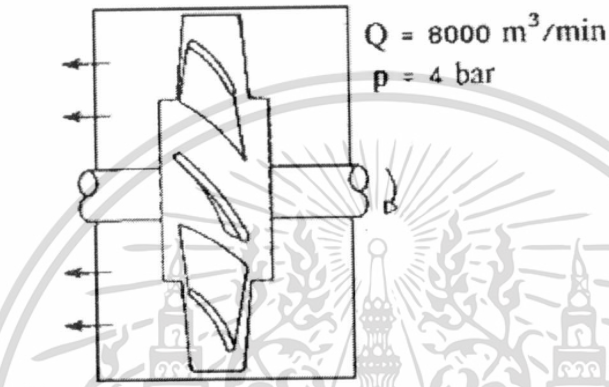


รูปที่ 2.37 แสดงเครื่องอัดอากาศแบบลูกสูบอัด

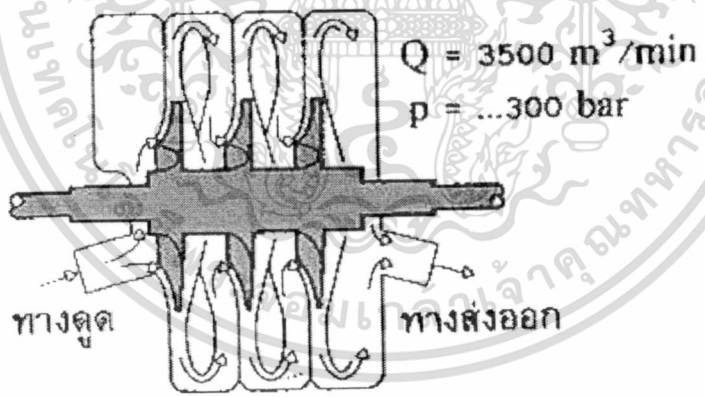
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2. เครื่องอัดอากาศแบบกังหัน (Turbine compressor or flow compressor) ทำงานโดยการดูดอากาศจากด้านหนึ่ง และอัดโดยการเร่งมวลให้ผ่านออกมาอีกด้านหนึ่ง ด้วยพัดลมอัดอากาศ ทำให้เกิดความดันสูงขึ้น นิยมใช้กับงานที่ต้องการอัดอากาศที่มีปริมาณมากๆ ความเร็วของลมที่ถูกดูดไหลผ่านใบพัดเปลี่ยนจากพลังงานจลน์เป็นพลังงานลมอัด แบ่งออกได้ตามลักษณะการสร้างดังนี้

- แบบลมไหลตามแกนเพลา (Axial - flow compressor) ดังรูปที่ 2.38
- แบบลมไหลวนรอบกังหัน (Radial - flow compressor) ดังรูปที่ 2.39



รูปที่ 2.38 แสดงเครื่องอัดอากาศแบบกังหันแบบลมไหลตามแกนเพลา



รูปที่ 2.39 แสดงเครื่องอัดอากาศแบบลมไหลวนรอบกังหัน

2.6.6 การหล่อเย็นเครื่องอัดอากาศ

ในกระบวนการอัดอากาศจะก่อให้เกิดความร้อนสะสมขึ้นที่เครื่องอัดอากาศและจำเป็นต้องกำจัดให้หมดโดยเร็วที่สุดเท่าที่จะทำได้ โดยการใช้อุปกรณ์หล่อเย็น (Cooling) ที่เหมาะสมกับชนิดและขนาดของเครื่องอัดอากาศนั้นๆ สำหรับเครื่องอัดอากาศขนาดเล็กนั้นปริมาณความร้อน สามารถระบายสู่อากาศด้วยครีบของเรือนสูบและฝาสูบดังแสดงในรูปที่ 2.40(ก) ถ้าการถ่ายเทอากาศบริเวณ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ที่ตั้งของเครื่องอัดอากาศมีไม่ดีพอ จำเป็นต้องใช้พัดลมช่วยเป่าระบายความร้อนเพิ่ม ในเครื่องอัดอากาศขนาดกลางถึงใหญ่จะนิยมใช้ระบบน้ำหล่อเย็นที่ด้านข้างฝาสูบดังรูปที่ 2.40(ข)

รูปแบบการหล่อเย็นที่นิยมใช้ในเครื่องอัดอากาศขนาดต่างๆ ดังนี้

1.เครื่องอัดอากาศขนาดเล็ก กำลังขับมอเตอร์ไฟฟ้าไม่เกิน 7.5 Kw หล่อเย็นด้วยอากาศปกติ

2.เครื่องอัดอากาศขนาดกลาง กำลังขับมอเตอร์ไฟฟ้าไม่เกิน 75 Kw ใช้หล่อเย็นได้ทั้งอากาศ และน้ำ ขึ้นกับชนิดและสถานที่ที่ติดตั้งของเครื่องอัดอากาศ

3.เครื่องอัดอากาศขนาดใหญ่ หล่อเย็นด้วยน้ำอย่างเดียว กำลังขับมอเตอร์มากกว่า 75 Kw

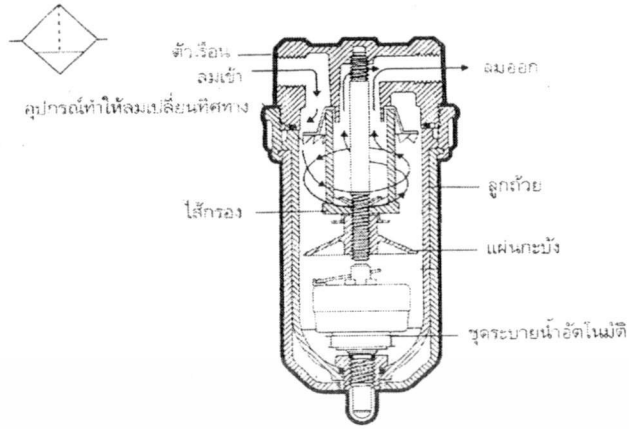
รูปที่ 2.40 การหล่อเย็นของเครื่องอัดอากาศด้วยอากาศและน้ำ

น้ำมันหล่อลื่นที่ใช้กับเครื่องอัดอากาศนั้นควรมีคุณสมบัติทั่วไปดังนี้ คือ ต้องทนต่อการติดไฟมีจุดวาบไฟสูง ทนต่อการระเบิด ป้องกันสนิม ไม่กัดกร่อนโลหะจากสารผสม ไม่รวมตัวกับอากาศได้ง่าย และควรมีอายุการใช้งานยาวนาน ดังนั้นน้ำมันหล่อลื่นที่ดีจึงผลิตมาจากน้ำมันสังเคราะห์แทนน้ำมันหล่อลื่นจากปิโตรเลียม เพราะทนความร้อนได้สูงถึง 400 องศาเซลเซียส

2.6.7 ชุดกรองลมอัด (Air Filter)

เนื่องจากลมอัดที่อยู่ภายในถังเก็บลมนั้นจะมีสิ่งสกปรกรวมอยู่เช่น ไอน้ำ , ฝุ่นผง, หรือมวลสารที่ล่องลอยในบริเวณที่เครื่องอัดอากาศทำงาน เมื่อลมอัดไหลผ่านตัวกรอง ลมอัดก็จะไหลลงด้านล่างและผ่านไส้กรองเข้าไปด้านใน จากนั้นจะไหลออกในช่องทางออกไปสู่วาล์วควบคุมความดันต่อไป ในจังหวะที่ลมอัดไหลผ่านด้านล่างนั้นจะทำให้น้ำ หรือสิ่งสกปรก หรือมวลสารที่มีขนาดใหญ่กว่าตัวกรองอากาศตกลงสะสมอยู่ด้านล่าง เพื่อรอการระบายทิ้ง นอกจากนั้นยังมีแผ่นกะบัง (Baffle Plate) เป็นตัวป้องกันไม่ให้สิ่งสกปรกที่สะสมอยู่ด้านล่างลอยขึ้นไปปะปนกับลมอัดที่ไหลเข้าไส้กรองดังแสดงในรูปที่ 2.41

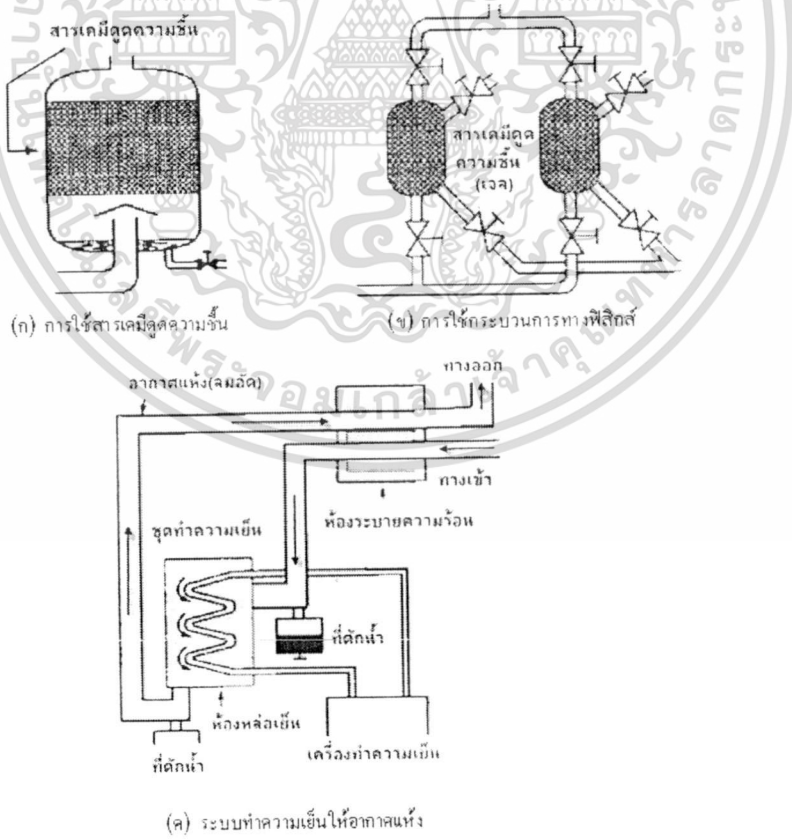
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.41 แสดงองค์ประกอบของชุดกรองลมอัด

2.6.8 วิธีการทำให้อากาศแห้ง

เนื่องจากอากาศที่ถูกเพิ่มความดันจากเครื่องอัดอากาศจะมีอุณหภูมิสูงและมีไอน้ำปะปนอยู่ เมื่อระยะเวลาผ่านไปไอน้ำจะเย็นตัวลงและกลั่นตัวเป็นหยดน้ำที่อุณหภูมิห้อง ดังนั้นจำเป็นที่จะต้องกำจัดน้ำที่อยู่ในลมอัดก่อนการใช้งาน วิธีการที่นิยมใช้งานแสดงดังรูปที่ 2.42



รูปที่ 2.42 แสดงวิธีทำให้อากาศแห้งแบบต่างๆ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารเคมีดูดความชื้น (Chemical absorption drying)

จากรูปที่ 2.42(ก) เมื่อลมอัดไหลเข้าด้านล่างของถังผ่านสารเคมีและไหลออกไปใช้งาน ความชื้นที่ปะปนกับอากาศจะถูกดูดเก็บเอาไว้ในสารเคมี เมื่ออากาศไหลผ่านสารเคมีเป็นเวลาหนึ่ง จะเกิดการอิ่มตัวของไอน้ำ และกลั่นตัวเป็นหยดน้ำไหลลงส่วนล่างของถัง ที่ก้นถังมีก๊อกสำหรับระบายน้ำทิ้งจากถังเก็บ ลักษณะของถังเคมีเป็นแบบง่ายๆ ติดตั้งอยู่กับที่

กระบวนการทางฟิสิกส์ (Absorption drying)

สารที่บรรจุในถัง ดังรูปที่ 2.42(ข) มี 2 ถังใช้งานสลับกัน สารดูดความชื้นส่วนมากใช้ซิลิคอนไดออกไซด์ มีรูปร่างเป็นเม็ดคล้ายลูกปัดและมีลักษณะเป็นเจล (gel) มีคุณสมบัติในการดูดความชื้นเมื่ออากาศจากเครื่องอัดอากาศไหลผ่านชั้นของเจล ความชื้นที่ปะปนกับอากาศจะถูกดูดเก็บเอาไว้เมื่อสารดูดความชื้นอิ่มตัวจะสามารถทำให้แห้งโดยเป่าลมร้อน (heat energy) ให้สารดูดความชื้นแห้ง และนำมาใช้งานใหม่ได้ ดังนั้นจึงต้องมี 2 ถังเพื่อทำงานสลับกัน

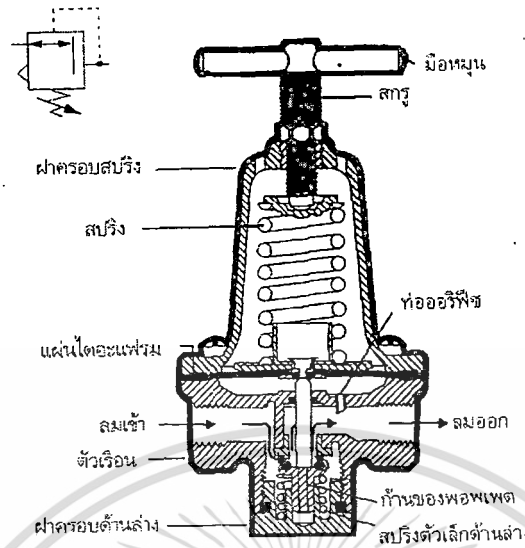
ระบบทำความเย็นให้อากาศแห้ง (Low temperature drying)

จากรูปที่ 2.42(ค) เมื่อลมอัดไหลผ่านห้องระบายความร้อน (Air heat exchanger) อุณหภูมิลมอัดจะลดลงและไหลผ่านไปยังห้องหล่อเย็น (air cooling unit) ที่เป็นส่วนหนึ่งของเครื่องทำความเย็น (refrigerating machine) เมื่ออากาศเย็นตัวลง ไอน้ำที่ปะปนในลมอัดจะกลั่นตัวเป็นหยดน้ำตกลงมาส่วนล่างของห้องหล่อเย็นและไหลออกไปที่ดักน้ำ (separator) ส่วนลมอัดที่แห้งจะไหลผ่านห้องระบายความร้อนอีกครั้งหนึ่งเพื่อให้อุณหภูมิสูงขึ้นก่อนออกนำไปใช้งานต่อไป

2.6.9 ชุดควบคุมความดัน (Air Regulator)

เมื่อลมอัดผ่านชุดกรองลมอัดแล้วจะผ่านเข้ามาสู่ชุดควบคุมความดัน เพื่อที่จะปรับให้ความดันจ่ายออกมีค่าคงที่ (ค่าเฉลี่ยของความดันลมอัดที่ใช้งานทั่วไปมีค่าประมาณ 6 bar) ลมอัดจะผ่านบ่าวาล์ว และไหลออกที่ทางออกเพื่อนำไปใช้งานต่อไป บริเวณช่องทางออกของวาล์วจะมีช่องออ-ริฟิซ (orifice) ที่ต่อระหว่างช่องทางออกกับห้องใต้แผ่นไดอะแฟรม ถ้าความดันลมที่ออกนี้มีความดันสูงกว่าค่าของสปริงตัวบน ก็จะดันแผ่นไดอะแฟรมให้ยกขึ้น เป็นผลให้ก้านของพอพเพตซึ่งเชื่อมต่ออยู่กับชุดของแผ่นไดอะแฟรมจะถูกยกขึ้นตามไปด้วย ทำให้บ่าวาล์วปิดทางลมที่เข้าวาล์ว ค่าของแรงดันสปริงจะเป็นตัวกำหนดค่าความดันที่ลมอัดที่ผ่านวาล์ว สามารถปรับแรงดันสปริงได้ตามที่ต้องการ ส่วนสปริงตัวเล็กด้านล่างจากรูปที่ 2.43 มีหน้าที่ป้องกันไม่ให้บ่าวาล์วสั่นเนื่องจากการปิด-เปิดของบ่าวาล์วที่ความถี่มากๆ ในขณะทำงาน

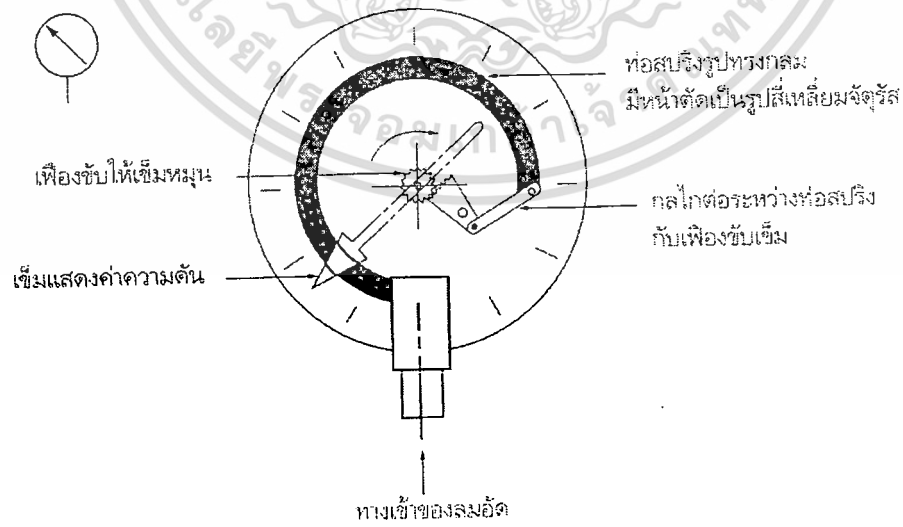
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.43 แสดงส่วนประกอบของชุดควบคุมความดัน

2.6.10 เกจวัดความดันลมอัด (Pressure Gauge)

ความดันลมที่ออกจากวาล์วควบคุมความดันจะถูกแสดงค่าความดันด้วยเกจวัดความดัน ซึ่งมีหลักการทำงานดังนี้ เมื่อลมอัดไหลเข้ามาในช่องทางเข้าจะสะสมอยู่ภายในท่อสปริงซึ่งโค้งเป็นวงกลมและมีหน้าตัดเป็นสี่เหลี่ยมจัตุรัส อีกด้านหนึ่งต่ออยู่กับชุดกลไกขับเฟืองให้เข็มหมุน เป็นผลให้ความดันของลมอัดทำให้ท่อสปริงยืดเป็นเส้นตรง ซึ่งทำให้เข็มหมุนชี้ไปที่ตัวเลขตามค่าของความดันลมที่เข้าดังรูปที่ 2.44



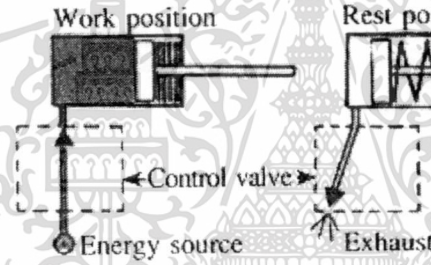
รูปที่ 2.44 แสดงส่วนประกอบของเกจวัดความดัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

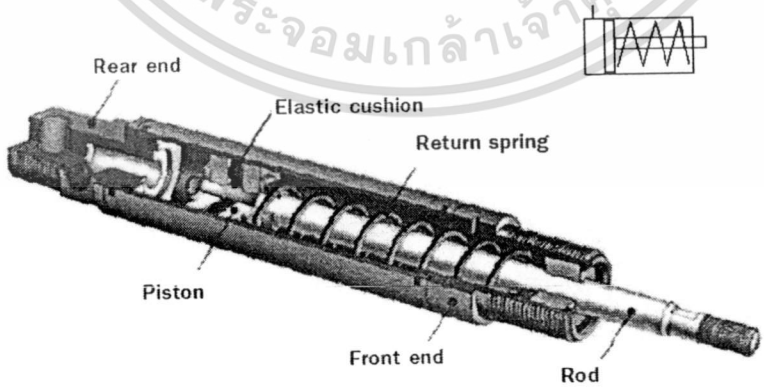
2.6.11 กระบอกสูบ

กระบอกสูบเป็นอุปกรณ์ที่ทำหน้าที่เปลี่ยนพลังงานลมอัดให้เป็นพลังงานกล โดยมีลักษณะเป็นทรงกระบอกภายในกลวงและมีก้านสูบที่เคลื่อนที่ไปมาตามแกนกลาง หรือเคลื่อนที่ไปในแนวเส้นตรง ซึ่งกระบอกสูบที่นิยมใช้งานมี 2 ชนิดคือ

1. กระบอกสูบทางเดียว (Single-acting cylinder) กระบอกสูบชนิดนี้มีระยะการเคลื่อนที่ของก้านสูบคงที่ขึ้นกับความยาวของกระบอกสูบ การส่งงานให้ก้านสูบเคลื่อนที่ได้เพียงทิศทางเดียว ด้วยการจ่ายลมอัดเข้ากระบอกสูบในทิศทางต้านกับแรงกระทำของสปริง เพื่อให้เกิดการเคลื่อนที่และเมื่อหยุดจ่ายลมอัดให้กระบอกสูบ ก้านสูบจะเคลื่อนที่กลับมาตำแหน่งปกติด้วยแรงกระทำจากสปริงดังแสดงในรูปที่ 2.45 โดยที่ปลายก้านสูบจะมีซีลกันลมรั่วและมีสปริงอยู่ระหว่างก้านสูบกับกระบอกสูบดังแสดงในรูปที่ 2.46 และมีส่วนประกอบต่างดังแสดงในตารางที่ 2.2

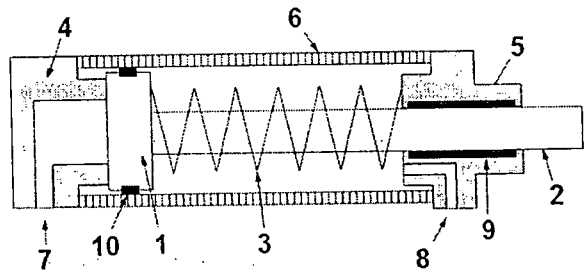


รูปที่ 2.45 แสดงการสั่งงานให้กระบอกสูบทางเดียว



รูปที่ 2.46 แสดงองค์ประกอบภายในและหลักการทำงานของกระบอกสูบทางเดียว

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.47 โครงสร้างภายในของกระบอกสูบทางเดียว (รายละเอียดดังตารางที่ 2.2)

ตารางที่ 2.2 แสดงรายละเอียดโครงสร้างของกระบอกสูบชนิดทำงานทิศทางเดียว

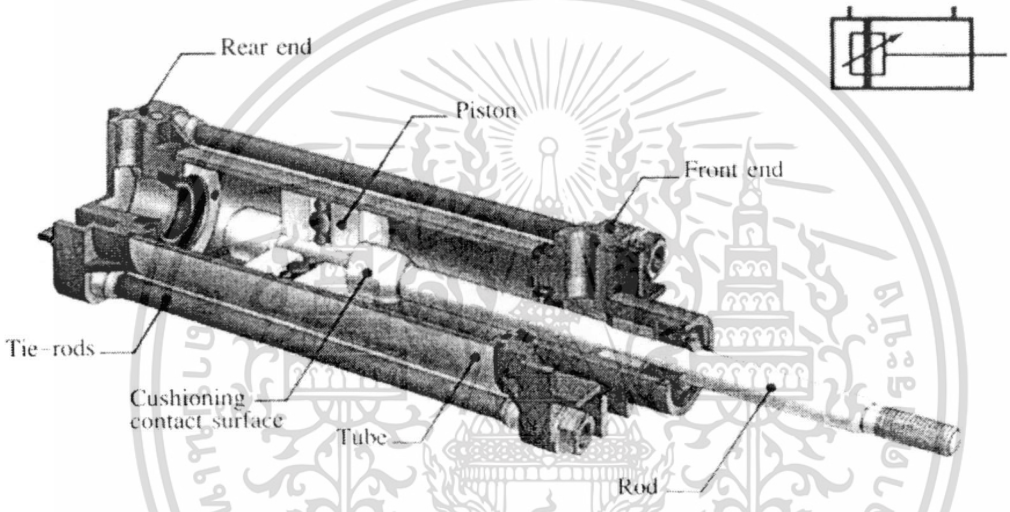
หมายเลข	รายละเอียด
1	ลูกสูบ (piston)
2	ก้านสูบ (piston rod)
3	สปริงดันกลับ Return spring
4	ฝาครอบท้าย (base end cover)
5	ฝาครอบหัว (head end cover)
6	กระบอกสูบ (cylinder tube)
7	รูต่อลม (pressure connector)
8	บูชก้านสูบ (bush and sealing element)
9,10	ซีลลูกสูบ (piston seal)

กระบอกสูบแบบทางเดียวมีให้เลือก 2 ลักษณะ คือ แบบปกติเข้า หรือแบบปกติออก ซึ่งการเข้าหรือออกขึ้นอยู่กับตำแหน่งสปริงภายใน แสดงดังรูปที่ 2.46

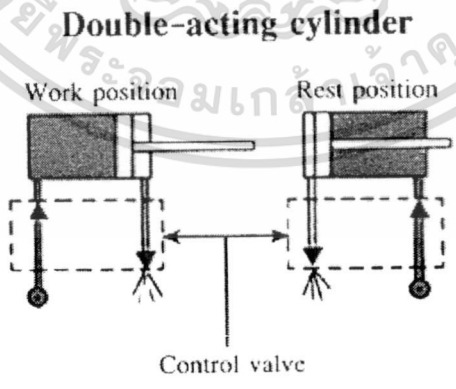
รูปที่ 2.48 แสดงสัญลักษณ์ของกระบอกสูบทางเดียวแบบปกติเข้าและปกติออก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2. กระบอกสูบสองทาง (Double-acting cylinder) กระบอกสูบชนิดนี้จะมีลักษณะการทำงานและรูปลักษณ์ภายนอกเช่นเดียวกับกระบอกสูบทางเดียว แตกต่างเฉพาะภายในดังรูปที่ 2.49 และสามารถส่งงานได้ทั้งสองทิศทาง ด้วยการจ่ายลมอัดเข้ากระบอกที่หัวหรือที่ท้ายกระบอกสูบจะทำให้ก้านสูบเคลื่อนที่เข้าหรือออก เมื่อจ่ายลมอัดเข้าที่ท้ายกระบอกสูบจะทำให้ก้านสูบเคลื่อนที่ออกและเกิดการระบายลมที่ค้างในกระบอกสูบออกทางด้านหัวกระบอกสูบ แสดงการทำงานดังรูปที่ 2.50 เมื่อไม่มีลมอัดจ่ายให้กระบอกสูบ ก้านสูบจะหยุดค้างอยู่ ณ.ตำแหน่งสุดท้ายที่เคลื่อนที่และสามารถใช้มือดึงก้านสูบได้เคลื่อนไปมาได้โดยอิสระ แสดงส่วนประกอบภายในกระบอกสูบสองทางดังรูปที่ 2.51 และตารางที่ 2.3 แสดงชื่อส่วนประกอบภายในกระบอกสูบ

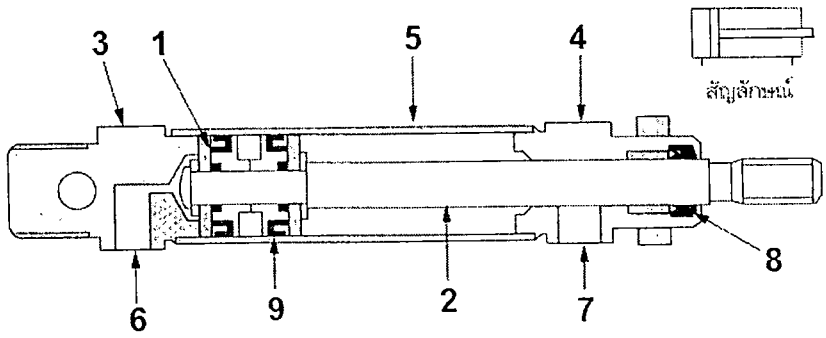


รูปที่ 2.49 แสดงองค์ประกอบภายในของกระบอกสูบสองทาง



รูปที่ 2.50 แสดงหลักการทำงานภายในของกระบอกสูบสองทางเมื่อจ่ายลมอัดภายใน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.51 โครงสร้างภายในของกระบอกสูบชนิดทำงานสองทิศทาง

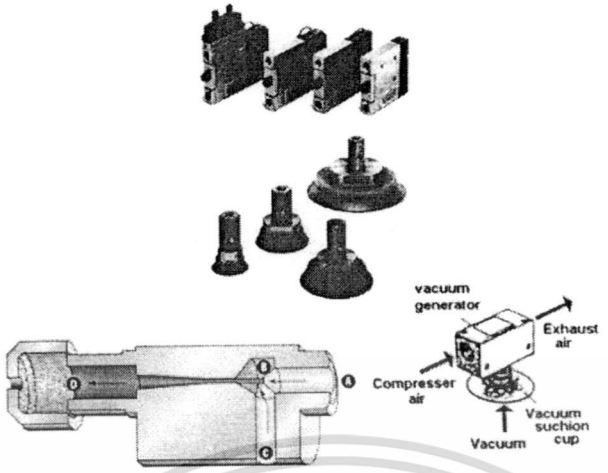
ตารางที่ 2.3 แสดงรายละเอียดโครงสร้างของกระบอกสูบชนิดทำงานสองทิศทาง

หมายเลข	รายละเอียด
1	ลูกสูบ (piston)
2	ก้านสูบ (piston rod)
3	ฝาครอบท้าย (base end cover)
4	ฝาครอบหัว (head end cover)
5	กระบอกสูบ (cylinder tube)
6	รูต่อลมด้านลูกสูบ (pressure connector , base side)
7	รูต่อลมด้านก้านสูบ (pressure connector, head side)
8	ซีลก้านสูบ (bush and sealing element)
9	ซีลลูกสูบ (piston seal)

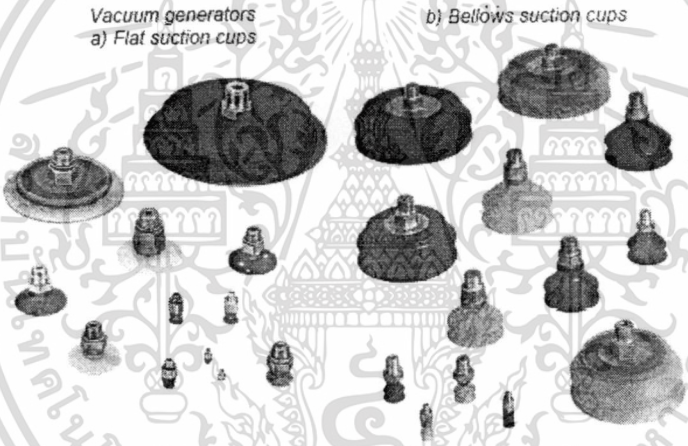
2.6.12 อุปกรณ์จับยึดด้วยระบบสุญญากาศ Vacuum generator & suction cup

อุปกรณ์ดูดจับชิ้นงานที่มีผิวเรียบ โดยการใช้ถ้วยยางกดลงบนพื้นผิวแล้วสร้างสภาพสุญญากาศภายในถ้วยยางด้วย Vacuum Generator ที่มีลักษณะคล้ายท่อสามทางที่ปลายด้านล่างยึดติดกับถ้วยยาง เมื่อมีลมอัดผ่านช่องทางลมด้านบนจะเกิดแรงดูดอากาศภายในถ้วยยางออกทำให้เกิดสภาพสุญญากาศภายในถ้วยยางดังแสดงในรูปที่ 2.52 ข้อจำกัดในการใช้งานคือผิวของชิ้นงานที่ต้องการดูดจับต้องเป็นผิวเรียบ ซึ่งผิวเรียบที่สามารถดูดจับได้นั้นนอกจากเป็นระนาบแล้ว ยังสามารถ ดูดจับทรงกลมได้โดยการเลือกลักษณะถ้วยยางที่เหมาะสมดังแสดงในรูปที่ 2.53 และ 2.54

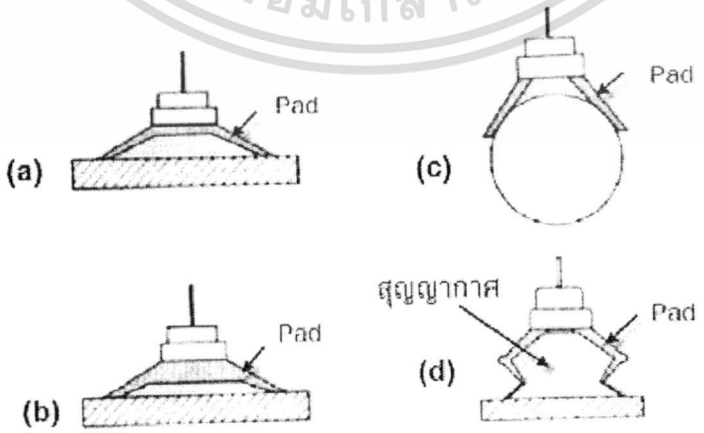
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.52 แสดงหลักการในการสร้างแรงดูดด้วย Vacuum Generator



รูปที่ 2.53 แสดงตัวอย่างกรวยจับชิ้นงานชนิดต่างๆ



รูปที่ 2.54 ตัวอย่างการดูดจับชิ้นงานที่มีพื้นผิวเรียบด้วยถ้วยยางรูปแบบต่างๆ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

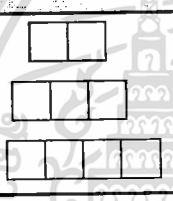
2.6.13 การทำงานของวาล์วควบคุมทิศทาง

มีหน้าที่ในการควบคุมทิศทางของลมอัดที่จ่ายให้กับอุปกรณ์นิวแมติกส์ โดยภายในประกอบด้วย ลิ้นวาล์วที่มาเคลื่อนที่ได้ ตำแหน่งของลิ้นวาล์วที่เคลื่อนที่ได้จะเรียกว่า "ตำแหน่งทำงาน (Position)" ใช้สัญลักษณ์รูปสี่เหลี่ยมแทนจำนวนตำแหน่งที่ลิ้นวาล์วที่สามารถเปลี่ยนได้ตามข้อกำหนดการเรียก ชื่อวาล์วควบคุมตามมาตรฐาน ISO 1219

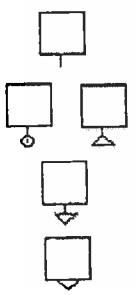
ความหมายของสัญลักษณ์ตำแหน่งทำงาน (Position)

จำนวนช่องสี่เหลี่ยม (Position) หมายถึง จำนวนตำแหน่งทำงานที่ลิ้นวาล์วเปลี่ยนได้

ตารางที่ 2.4 แสดงสัญลักษณ์ของจำนวนตำแหน่งทำงานของวาล์ว

สัญลักษณ์	ความหมาย
	ลิ้นวาล์วเปลี่ยน 2 ตำแหน่งทำงาน ลิ้นวาล์วเปลี่ยน 3 ตำแหน่งทำงาน ลิ้นวาล์วเปลี่ยน 4 ตำแหน่งทำงาน

ตารางที่ 2.5 แสดงความหมายของสัญลักษณ์ช่องต่อท่อลม

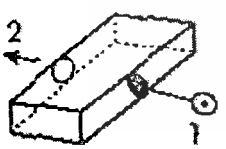
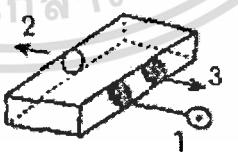
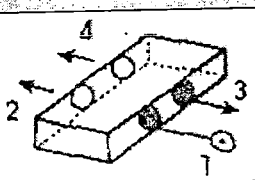
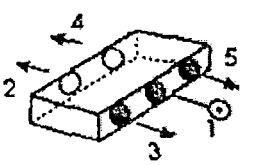
สัญลักษณ์	ความหมาย
	ช่องต่อสำหรับท่อลม ช่องต่อสำหรับจ่ายลมอัดให้วาล์ว ช่องต่อสำหรับระบายลมทิ้งแบบเปิด (มีช่องต่อท่อลม) ช่องระบายลมทิ้งแบบปิด (ไม่มีช่องต่อท่อลม)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 2.6 แสดงสัญลักษณ์เส้นทางการไหลผ่านภายในวาล์วที่แสดงด้วยลูกศรและช่องปิด

สัญลักษณ์	ความหมาย
	เส้นภายในรูปสี่เหลี่ยม หมายถึง เส้นทางที่ลมอัดไหลผ่านได้ตามทิศทางลูกศร
	เส้นทางเดินลมที่ถูกกั้นแสดงด้วยเส้นตรงตัดสิ้นหัวท้าย
	เส้นทางเดินลมภายใน 2 เส้นทางที่ไม่ได้ตัดกัน และมีช่องต่อท่อลม 4 ช่อง
	เส้นทางเดินลมผ่านได้ทางเดียวและมีช่องต่อท่อลม 3 ช่อง
	เส้นทางเดินลมผ่านได้ทางเดียวและมีช่องต่อท่อลม 3 ช่อง
	เส้นทางเดินลมผ่านได้สองทางและมีช่องต่อท่อลม 5 ช่อง
	เส้นทางเดินลมผ่านได้สองทางและมีช่องต่อท่อลม 5 ช่อง
	เส้นทางเดินลมที่ต่อถึงกันภายในเขียนด้วยจุดตัดเต็มและมีช่องต่อท่อลม 4 ช่อง

ตารางที่ 2.7 แสดงจำนวนช่องต่อท่อลม (Ports) ต่อหนึ่งวาล์วและประเภทการใช้งาน

วาล์วปิดเปิด (2 Ports)	วาล์วปิดเปิดที่เปลี่ยนทิศทางได้ (3 Ports)
 - ควบคุมสว่านลม - หัวดูดจับสุญญากาศ	 - ควบคุมกระบอกสูบทางเดียว
วาล์วเปลี่ยนทิศทาง (4 Ports)	**วาล์วเปลี่ยนทิศทาง (5 Ports)**
 - ควบคุมกระบอกสูบสองทาง	 - ควบคุมกระบอกสูบสองทาง

1 = ช่องต่อลมเข้า ; 2 ,4 = ช่องต่อลมออกไปใช้งาน ; 3 ,5 = ช่องต่อลมระบายออก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

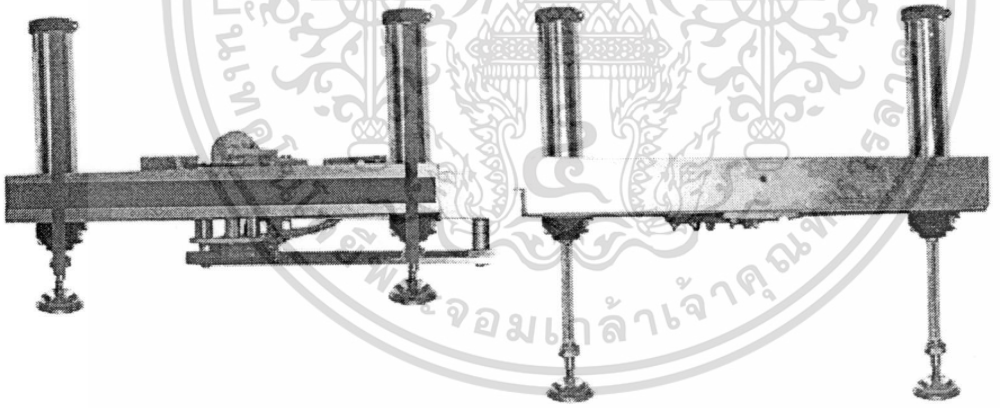
บทที่ 3
วิธีดำเนินการวิจัยและผลการวิจัย

3.1 โครงสร้างโดยรวม

แนวความคิดในการออกแบบโครงสร้างของหุ่นยนต์ไต่กระจกนี้ใช้หลักการทางฟิสิกส์ในเรื่องคุณสมบัติของลมเพื่อสร้างสูญญากาศ และอัดอากาศ หรือที่เรียกกันว่าระบบนิวแมติกส์ รวมกับมอเตอร์กระแสตรงในการขับเคลื่อนหุ่นยนต์ให้เคลื่อนที่ไปได้ โดยใช้เซนเซอร์อินฟราเรด 2 ชุดในการตรวจเชคระยะการเคลื่อนที่ของหุ่นยนต์ ซึ่งแต่ละชุดจะประกอบไปด้วยภาคส่งแสงอินฟราเรด และภาครับแสงอินฟราเรด โดยทั้งหมดนี้จะถูกควบคุมโดยวงจรควบคุมหลัก

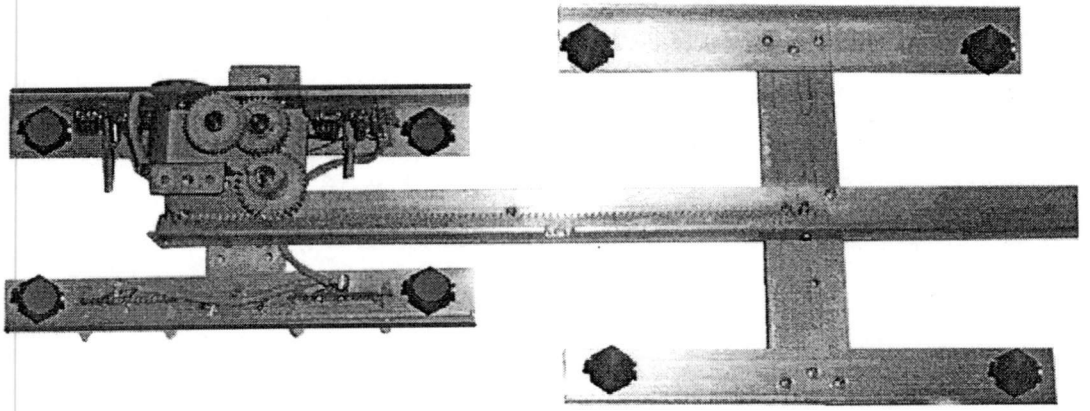
3.2 โครงสร้างของหุ่นยนต์

โครงสร้างของหุ่นยนต์แบ่งออกเป็น 2 ส่วน คือโครงสร้างส่วนที่ 1 และโครงสร้างส่วนที่ 2 โดยที่แต่ละส่วนจะมีกระบอกนิวแมติกส์ซึ่งเป็นขาของหุ่นยนต์จำนวน 4 กระบอก รวมทั้งหมด 8 กระบอก โดยโครงสร้างส่วนที่ 1 จะสามารถเคลื่อนที่ขึ้นหรือลงได้โดยใช้มอเตอร์กระแสตรงเป็นตัวขับเคลื่อน และมีเซนเซอร์อินฟราเรดเป็นตัวตรวจเช็คระยะการเคลื่อนที่ของโครงสร้างชุดบนดังรูปที่ 3.1 และ 3.2



รูปที่ 3.1 โครงสร้างของหุ่นยนต์ไต่กระจกด้านข้าง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

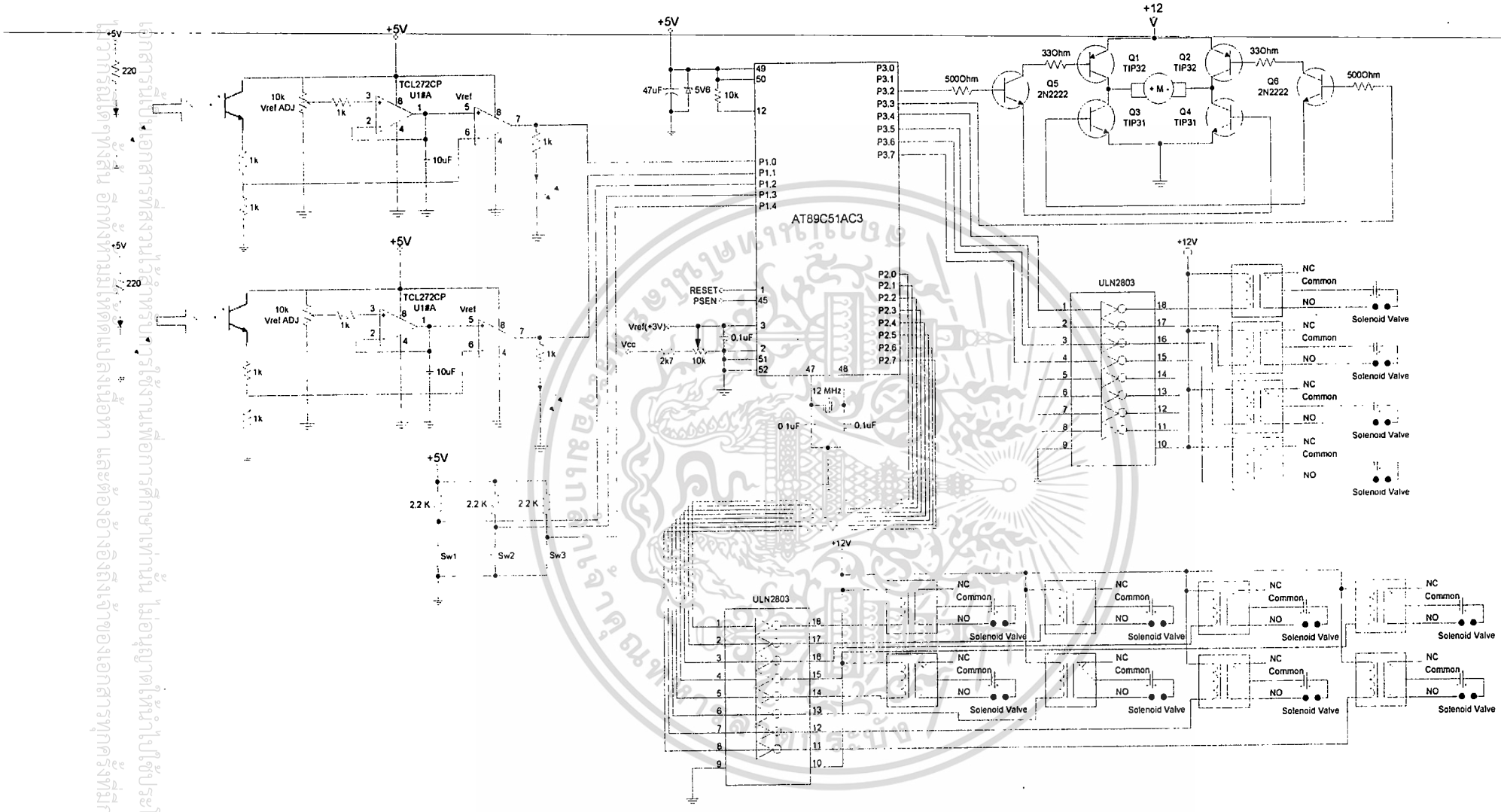


รูปที่ 3.2 โครงสร้างของหุ่นยนต์ไต่กระจกด้านบน

3.3 ส่วนของวงจรควบคุมหลัก

การออกแบบวงจรควบคุมหลักจะใช้บอร์ด ET-BASE51 AC3 ซึ่งภายในบอร์ดจะประกอบด้วยไอซีไมโครคอนโทรลเลอร์เบอร์ AT89C51AC3 โดยพอร์ต P0.0 - P0.7 จะใช้ต่อกับระบบนิวแมติกส์ทั้งหมด พอร์ต P1.0 และ P1.1 จะใช้ต่ออยู่กับภาครับเซนเซอร์อินฟราเรดทั้ง 2 ชุด และพอร์ต P2.0 และ P2.1 จะใช้ต่ออยู่กับวงจรกลับทิศทางมอเตอร์

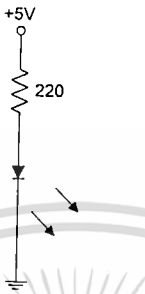
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



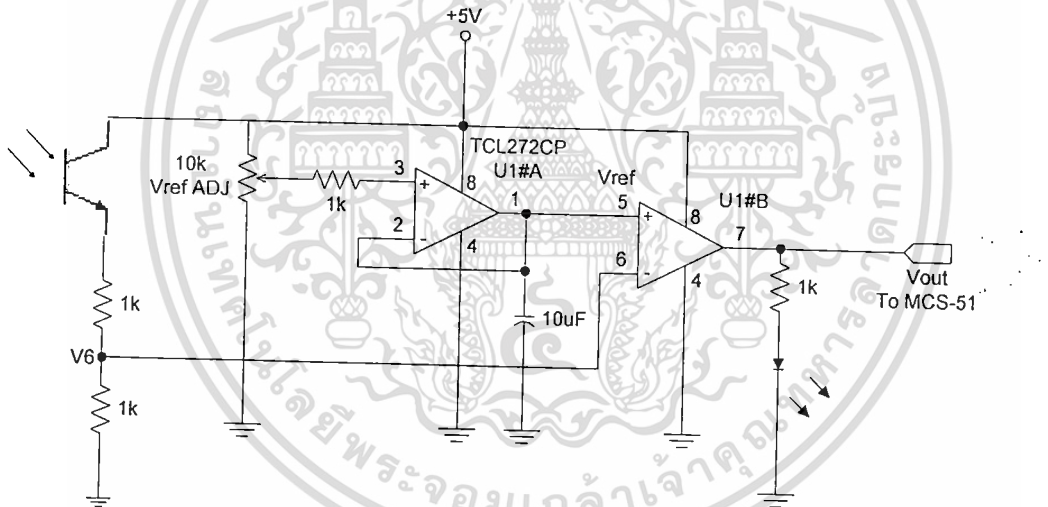
รูปที่ 3.3 วงจรควบคุมหลัก

3.4 ส่วนของวงจรเซนเซอร์อินฟราเรด

วงจรเซนเซอร์อินฟราเรดจะใช้ทั้งหมดจำนวน 2 ชุด แต่ละชุดประกอบด้วยวงจรภาคส่งแสงอินฟราเรดจะใช้อินฟราเรดอิมิตติ้งไดโอด (Infrared Emitting Diode) ในการส่งแสงออกไปยังภาครับ และวงจรภาครับแสงอินฟราเรดจะใช้อุปกรณ์โฟโต้ทรานซิสเตอร์อินฟราเรดเป็นตัวรับแสงอินฟราเรดจากตัวส่งแสงอินฟราเรด แล้วนำสัญญาณไปเข้าสู่วงจรเปรียบเทียบแรงดันเพื่อแยกสถานะทาง Logic ส่งให้ไมโครคอนโทรลเลอร์ประมวลผล



รูปที่ 3.4 วงจรภาคส่งของเซนเซอร์อินฟราเรด

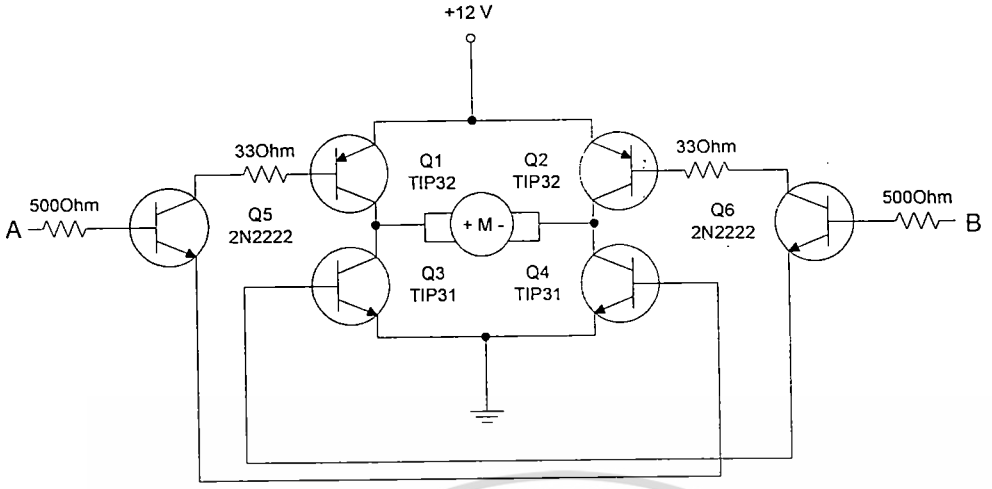


รูปที่ 3.5 วงจรภาครับของเซนเซอร์อินฟราเรด

ในวงจรภาครับแสงอินฟราเรดดังรูปที่ 3.5 ใช้โฟโต้ทรานซิสเตอร์ทำการรับแสงอินฟราเรดจากตัวส่ง โดยในสภาวะปกติไม่มีวัตถุกีดขวางวงจรได้รับแสงอินฟราเรด จะมีแรงดันที่ V6 ประมาณ 0.23 v เมื่อนำไปเปรียบเทียบกับแรงดันอ้างอิง (Vref) ที่ขา 5 ของออปแอมป์ U1#B ซึ่งมีค่าประมาณ 0.11 v ทำให้ได้แรงดันเอาต์พุตออกมา 0.60 v และในสภาวะที่มีวัตถุกีดขวางทางเดินของแสงอินฟราเรดมายังภาครับ จะมีแรงดันตกคร่อม V6 ประมาณ 0.06 v เมื่อนำไปเปรียบเทียบกับแรงดันอ้างอิงที่ขา 5 ของออปแอมป์ U1#B จะพบว่าค่าแรงดัน V6 มีน้อยกว่าแรงดันอ้างอิง ทำให้ได้แรงดันออกที่เอาต์พุตที่ขา 7 ประมาณ 3.65 v ส่งไปยังไมโครคอนโทรลเลอร์ประมวลผลต่อไป

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.5 ส่วนของวงจรกลับทิศทางหมุนมอเตอร์

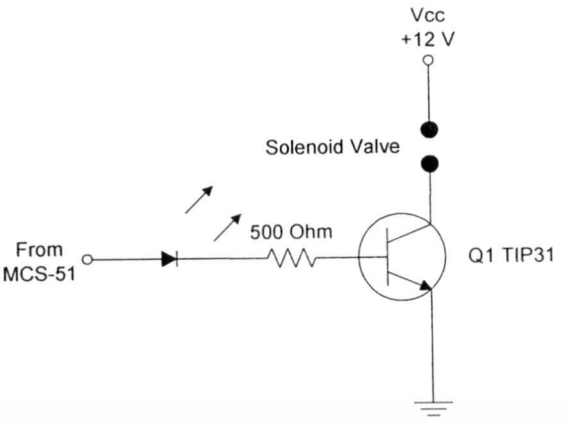


รูปที่ 3.6 วงจรกลับทิศทางหมุนมอเตอร์

การทำงานของวงจรกลับทางหมุนมอเตอร์มีอยู่ 3 สถานะคือ Stop , Forward , Reverse ในกรณีที่ A และ B เป็น 0 ทั้งคู่ ภายในวงจรจะไม่มีทรานซิสเตอร์ตัวไหนอยู่ในสภาวะทำงาน (Active) เลยมอเตอร์จึงไม่หมุนหรืออยู่ในสถานะ Stop กรณีที่ A เป็น 0 และ B เป็น 1 Q6 จะอยู่ในสภาวะทำงาน ทำให้ Q2 และ Q3 อยู่ในสภาวะทำงานด้วย ดังนั้นมอเตอร์จึงหมุนไปทิศทางทวนเข็มนาฬิกา กรณีที่ A เป็น 1 และ B เป็น 0 Q5 จะอยู่ในสภาวะทำงาน ทำให้ Q1 และ Q4 อยู่ในสภาวะทำงานด้วย ดังนั้นมอเตอร์จึงหมุนไปทิศทางตามเข็มนาฬิกา กรณีที่ A และ B เป็น 1 ทั้งคู่ ทรานซิสเตอร์ทุกตัวจะอยู่ในสภาวะทำงาน ซึ่งจะทำให้เกิดการลัดวงจร Short Circuit ได้ ดังนั้นจึงห้ามใช้สถานะที่ A และ B เป็น 1 ทั้งคู่

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.6 ส่วนของวงจรควบคุมวาล์วระบบนิวแมติกส์



รูปที่ 3.7 วงจรควบคุมวาล์วระบบนิวแมติกส์

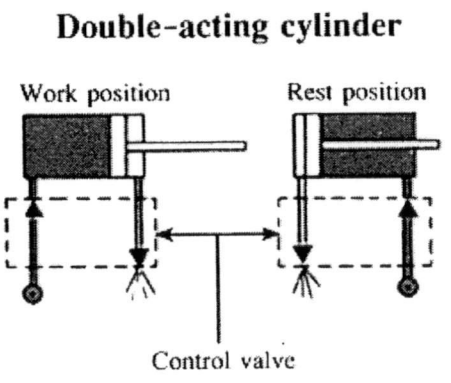
การทำงานของวงจรควบคุมวาล์วระบบนิวแมติกส์ ทำงานโดยเริ่มต้นจ่ายแรงดันไฟ +12V ค้างไว้ตลอด เมื่อขาที่เชื่อมต่อกับ MCS-51 ได้รับลอจิก 0 ทรานซิสเตอร์ Q1 จะอยู่ในสภาวะไม่ทำงาน (Off) วาล์วของระบบนิวแมติกจะปิดทำให้ลมไม่สามารถผ่านไปได้ แต่เมื่อขาที่เชื่อมต่อกับ MCS-51 ได้รับลอจิก 1 ทรานซิสเตอร์ Q1 จะอยู่ในสภาวะทำงาน (On) วาล์วของระบบนิวแมติกจะเปิดเพื่อให้ลมผ่านไปได้

3.7 กระบอกสูบ

กระบอกสูบที่ใช้เป็นขาของหุ่นยนต์ไต่กระจกจะใช้กระบอกสูบสองทาง (Double-acting cylinder) โดยการทำงานของกระบอกสูบคือ เมื่อจ่ายลมเข้ากระบอกสูบที่ส่วนหัวของกระบอกจะทำให้ก้านสูบเคลื่อนที่เข้า แต่ถ้าจ่ายลมเข้ากระบอกสูบส่วนท้ายกระบอกจะทำให้ก้านสูบเคลื่อนที่ออก จากการออกแบบโครงสร้างหุ่นยนต์ใช้จำนวนกระบอกสูบทั้งหมด 8 กระบอก โดยในการทำงานจะแบ่งออกเป็น 2 ชุด ทำงานพร้อมกันชุดละ 4 กระบอก

รูปที่ 3.8 กระบอกสูบสองทาง

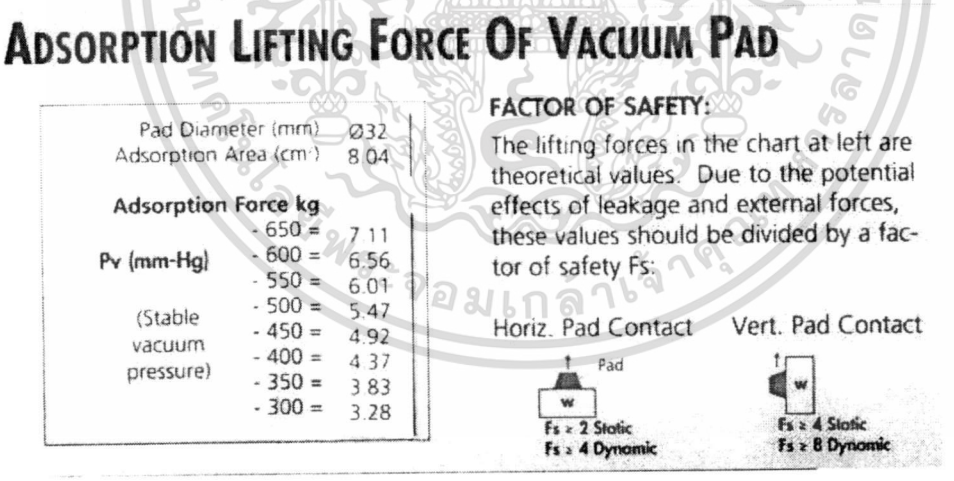
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3.9 แสดงหลักการทำงานของกระบอกสูบสองทาง

3.8 เส้นผ่านศูนย์กลางของอุปกรณ์จับยึดด้วยระบบสูญญากาศ (Pad Diameter)

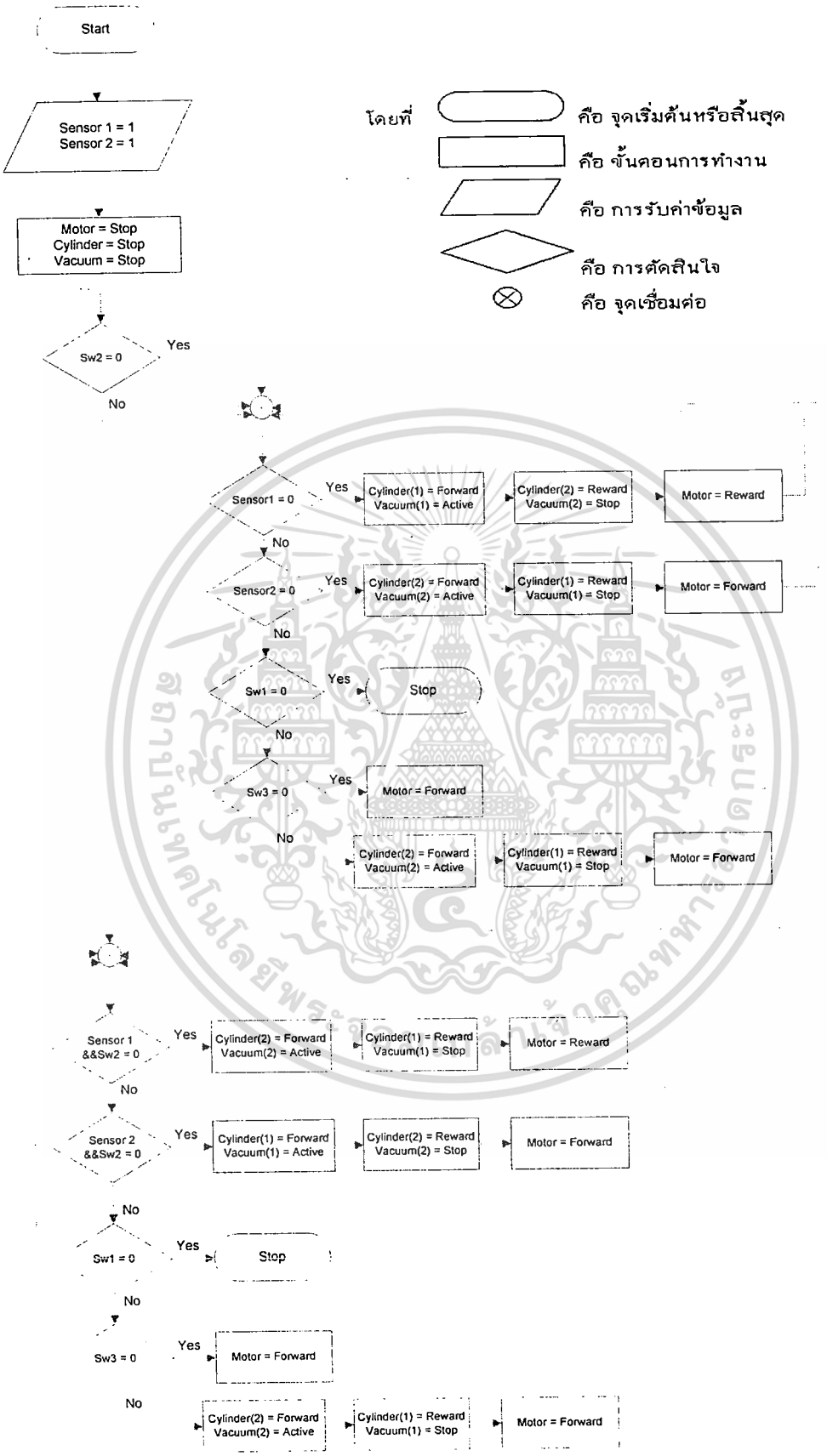
การออกแบบขนาดของอุปกรณ์จับยึดด้วยระบบสูญญากาศที่ใช้กับหุ่นยนต์ไต่กระจกนี้ เลือกใช้ขนาด 32 mm. ที่ความดันเสถียร (Stable Vacuum Pressure) เท่ากับ -450 mm.Hg สามารถรับน้ำหนักได้ 4.92 kg./Pad เนื่องจากหุ่นยนต์ใช้ 4 Pad ในจับยึดกับกระจก จึงรับน้ำหนักได้ 4x4.92=19.68 หรือประมาณ 20 kg. จากน้ำหนักของหุ่นยนต์ที่ประมาณไว้ 5 kg. ในแนวนอน ถ้าหุ่นยนต์เคลื่อนที่ในแนวตั้ง น้ำหนักในการเคลื่อนที่จริงเท่ากับ 5xFs (Fs คือ Safety Factor = 4) เพราะฉนั้นน้ำหนักเคลื่อนที่จริงคือ 5x4=20



รูปที่ 3.10 แสดงรายละเอียดแรงจับยึดของอุปกรณ์จับยึดด้วยสุญญากาศ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.9 การออกแบบโปรแกรมควบคุมการทำงานของหุ่นยนต์ใต่กระจก

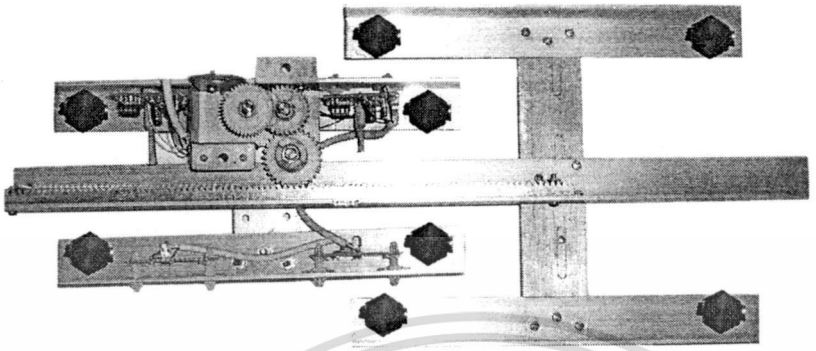


เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.10 การเคลื่อนที่ของหุ่นยนต์

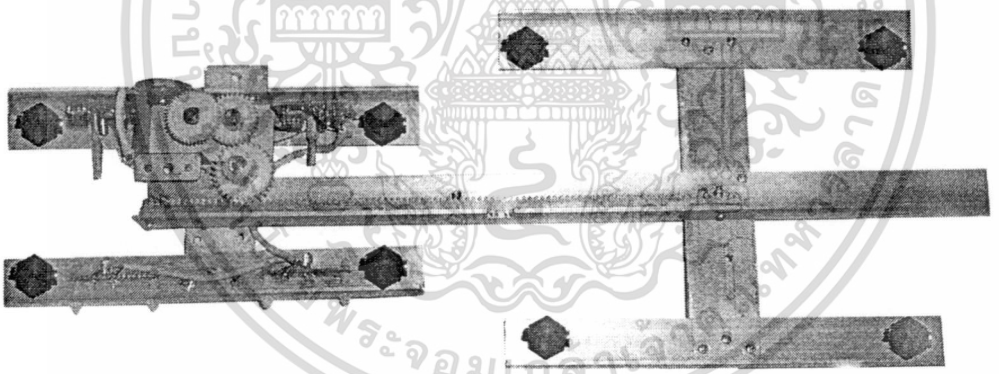
3.10.1 มุมมองด้านบน

Step 1



รูปที่ 3.12 มุมมองด้านบนขณะโครงสร้างส่วนที่ 1
และโครงสร้างส่วนที่ 2 อยู่ตำแหน่งเริ่มการทำงาน

Step 2

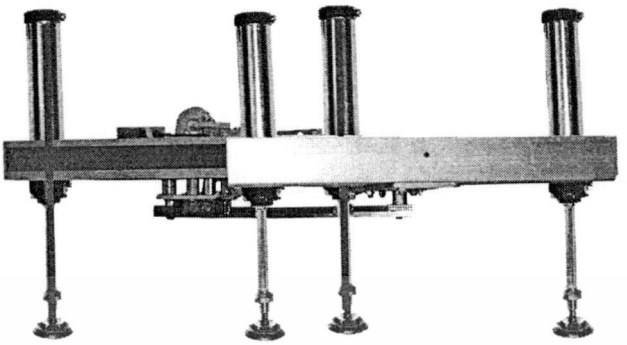


รูปที่ 3.13 มุมมองด้านบนขณะโครงสร้างส่วนที่ 1 เคลื่อนที่ขึ้นตำแหน่งบนสุด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

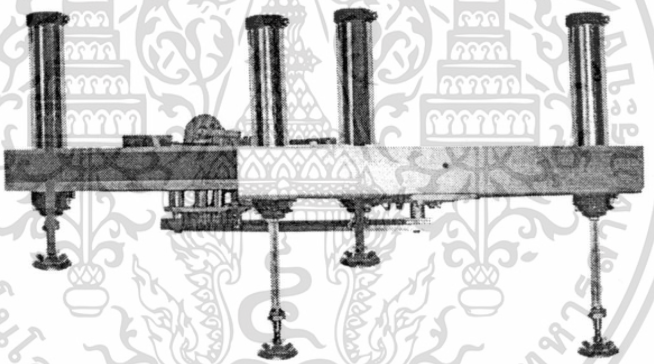
3.10.2 มุมมองด้านข้าง

Step 1 กระบอกสูบชุดที่ 1 และ2 ไม่ทำงาน ตัวทำสุญญากาศชุดที่ 1 และชุดที่ 2 ทำงาน โครงสร้างส่วนที่ 1 และโครงสร้างส่วนที่ 2 อยู่ตำแหน่งเริ่มการทำงาน



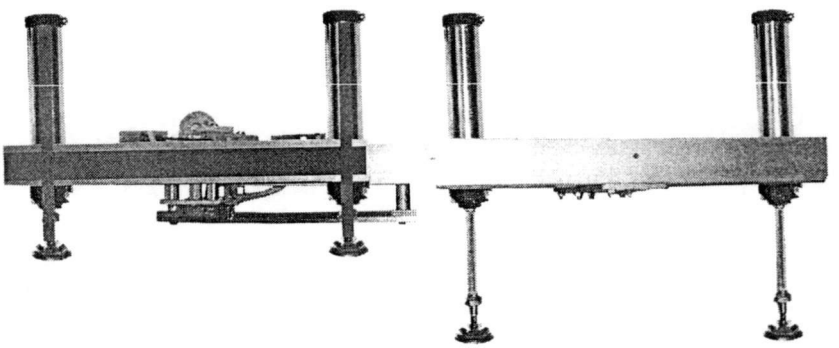
รูปที่ 3.14 การทำงาน Step 1

Step 2 กระบอกสูบชุดที่ 1 ทำงาน ชุดที่ 2 ไม่ทำงาน ตัวทำสุญญากาศชุดที่1 ไม่ทำงาน ชุดที่2 ทำงาน โครงสร้างส่วนที่ 1 และโครงสร้างส่วนที่ 2 อยู่ตำแหน่งเริ่มการทำงาน



รูปที่ 3.15 การทำงาน Step 2

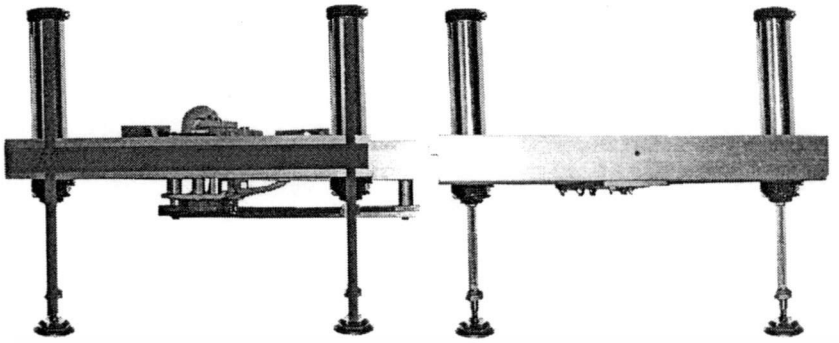
Step 3 กระบอกสูบชุดที่ 1 ทำงาน ชุดที่2 ไม่ทำงาน ตัวทำสุญญากาศชุดที่ 1 ไม่ทำงาน ชุดที่2 ทำงาน โครงสร้างส่วนที่ 1 เคลื่อนที่อยู่ตำแหน่งบนสุด



รูปที่ 3.16 การทำงาน Step 3

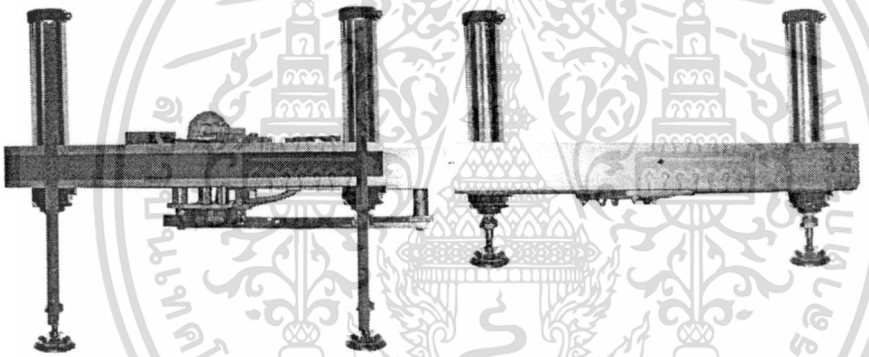
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Step 4 กระบอกสูบชุดที่ 1 ไม่ทำงาน ชุดที่ 2 ไม่ทำงาน ตัวทำสุญญากาศชุดที่1 ทำงาน ชุดที่2 ทำงาน โครงสร้างส่วนที่ 1 เคลื่อนที่อยู่ตำแหน่งบนสุด



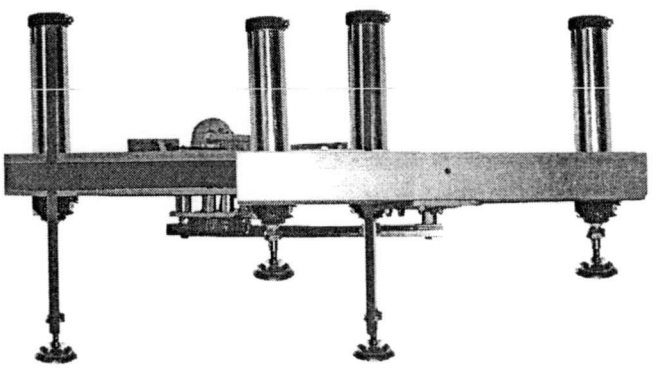
รูปที่ 3.17 การทำงาน Step 4

Step 5 กระบอกสูบชุดที่ 1 ไม่ทำงาน ชุดที่2 ทำงาน ตัวทำสุญญากาศชุดที่1 ทำงาน ชุดที่2 ไม่ทำงาน โครงสร้างส่วนที่ 1 เคลื่อนที่อยู่ตำแหน่งบนสุด



รูปที่ 3.18 การทำงาน Step 5

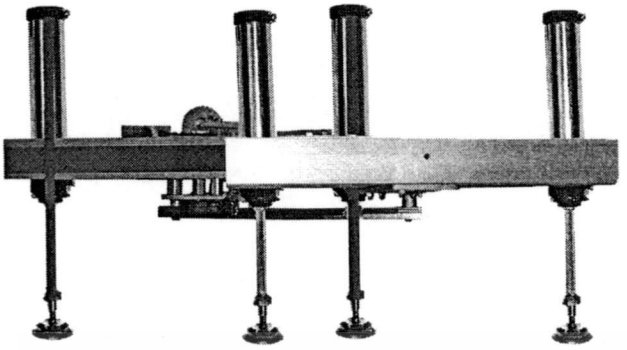
Step 6 กระบอกสูบชุดที่ 1 ไม่ทำงาน ชุดที่2 ทำงาน ตัวทำสุญญากาศชุดที่1 ทำงาน ชุดที่2 ไม่ทำงาน โครงสร้างส่วนที่ 2 เคลื่อนที่ขึ้นมาตำแหน่งเริ่มการทำงาน



รูปที่ 3.19 การทำงาน Step 6

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

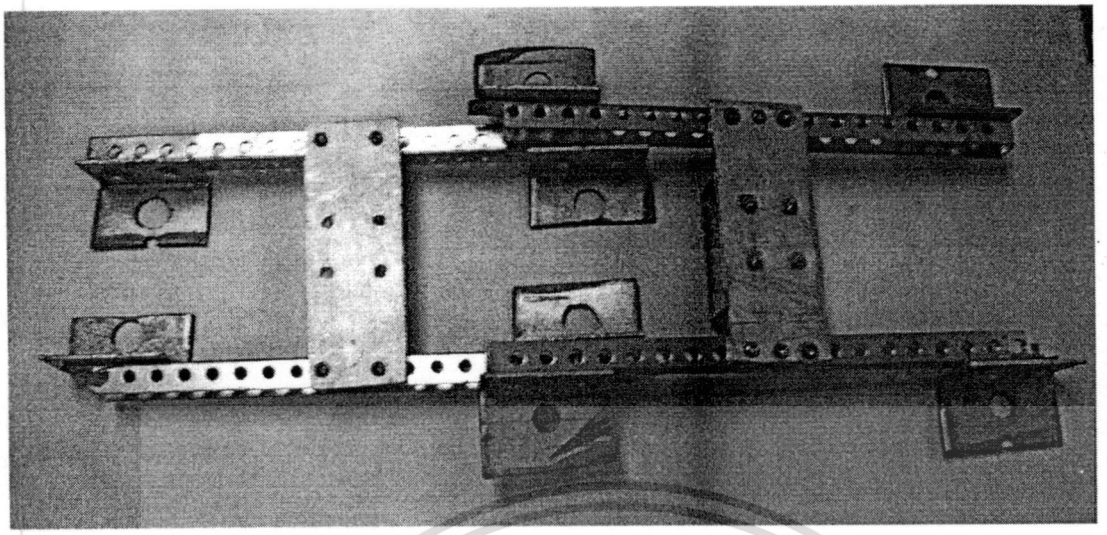
Step 7 กระบอกสูบชุดที่ 1 ไม่ทำงาน ชุดที่2 ไม่ทำงาน ตัวทำสุญญากาศชุดที่1 ทำงาน ชุดที่2 ทำงาน โครงสร้างส่วนที่ 1 และโครงสร้างส่วนที่ 2 อยู่ตำแหน่งเริ่มการทำงาน



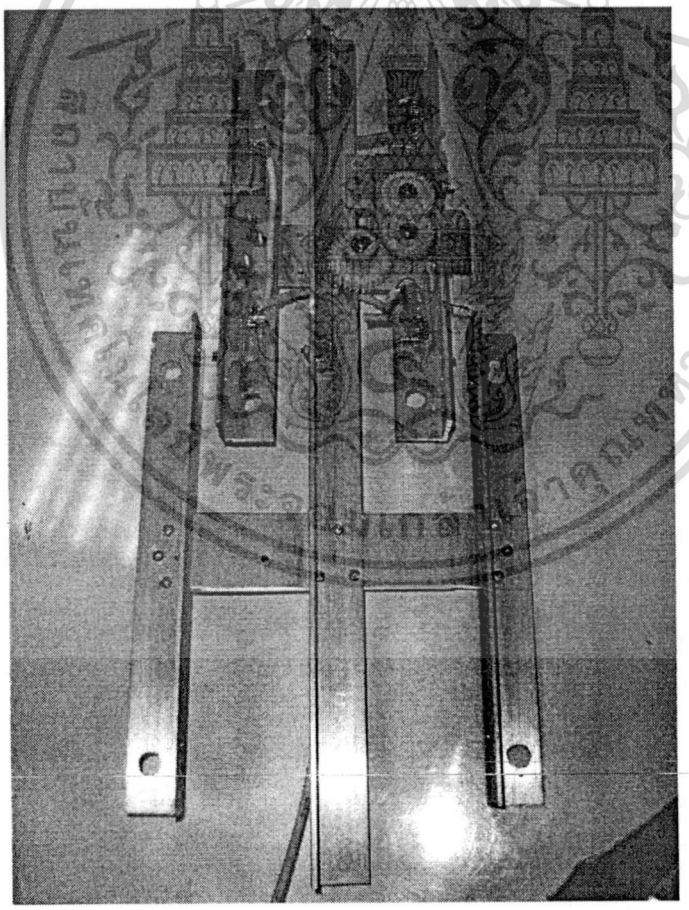
รูปที่ 3.20 การทำงาน Step 7

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.11 ขั้นตอนการประกอบหุ่นยนต์

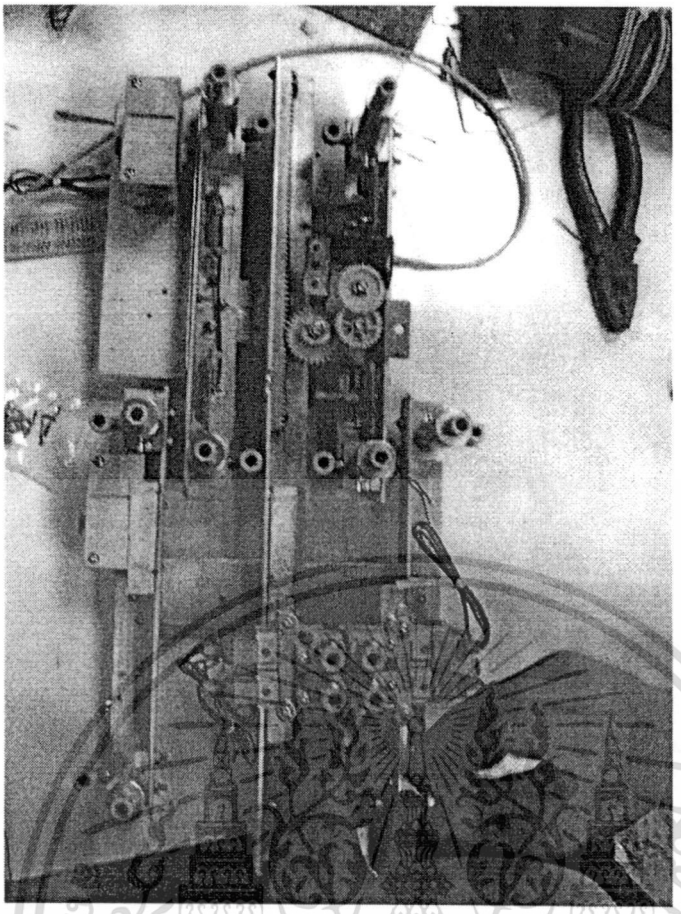


รูปที่ 3.21 แสดงโครงสร้างเดิมก่อนปรับปรุง

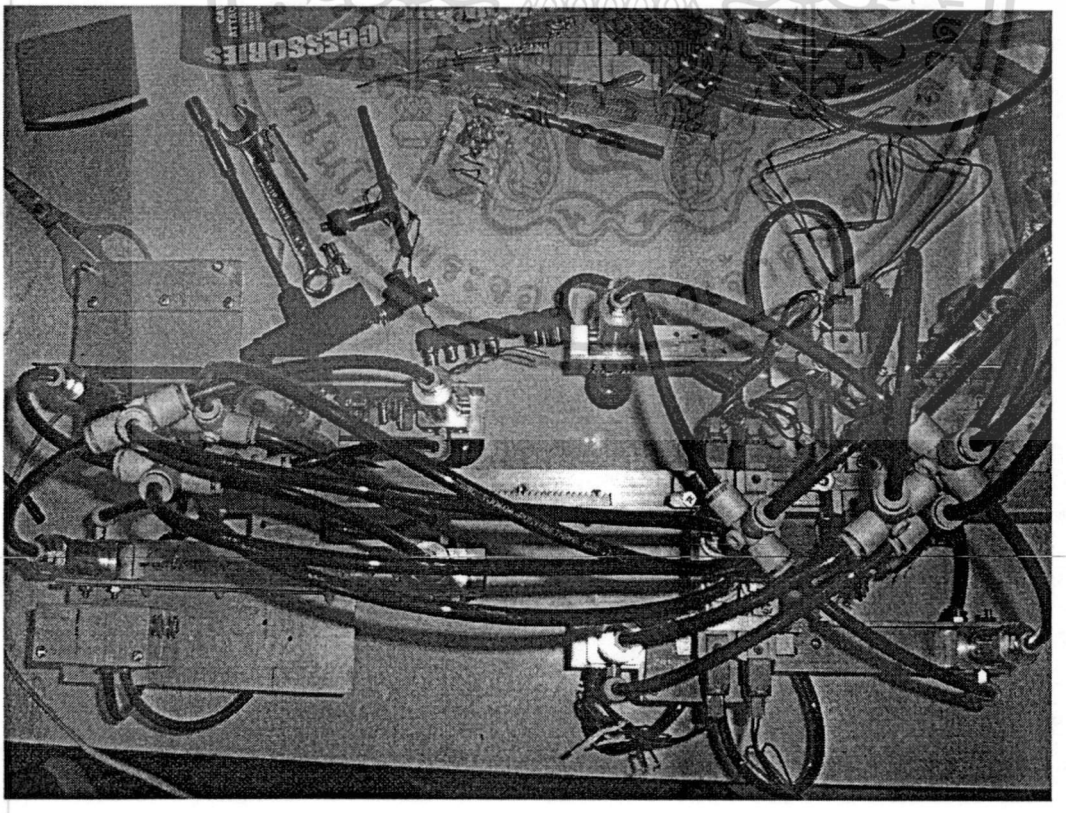


รูปที่ 3.22 แสดงโครงสร้างของหุ่นยนต์หลังจากปรับปรุงให้มีน้ำหนักลดลง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



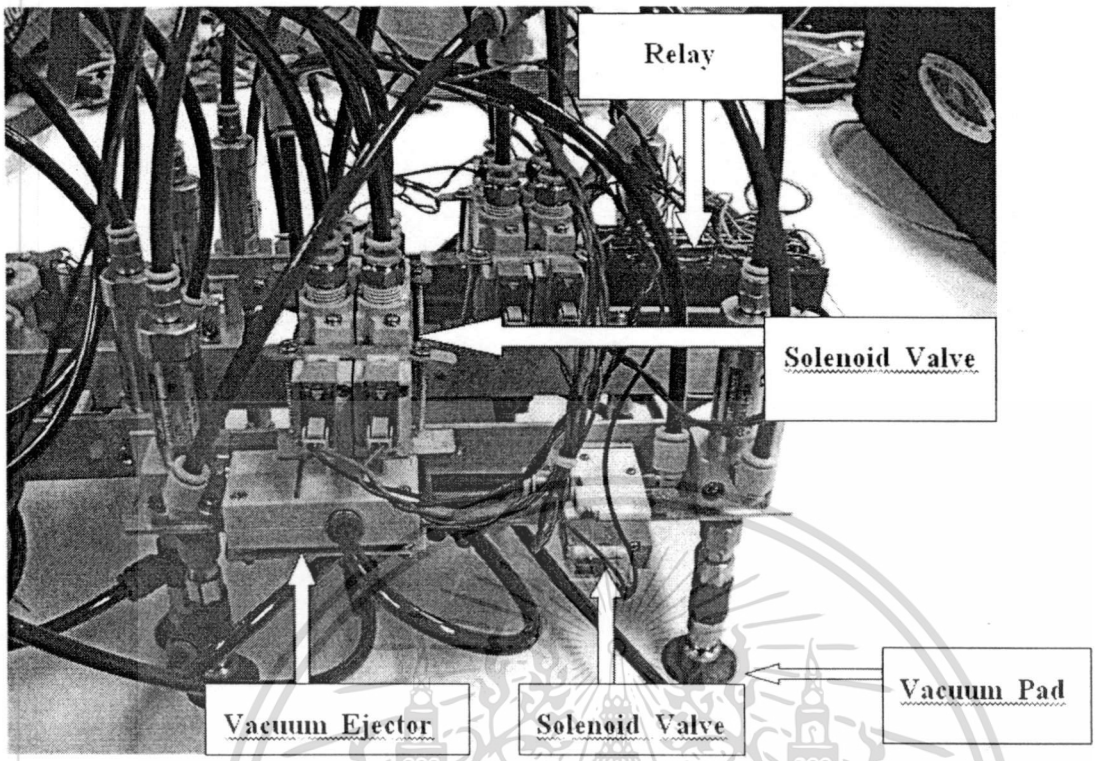
รูปที่ 3.23 แสดงโครงสร้างของหุ่นยนต์ขณะประกอบอุปกรณ์นิวแมติกส์



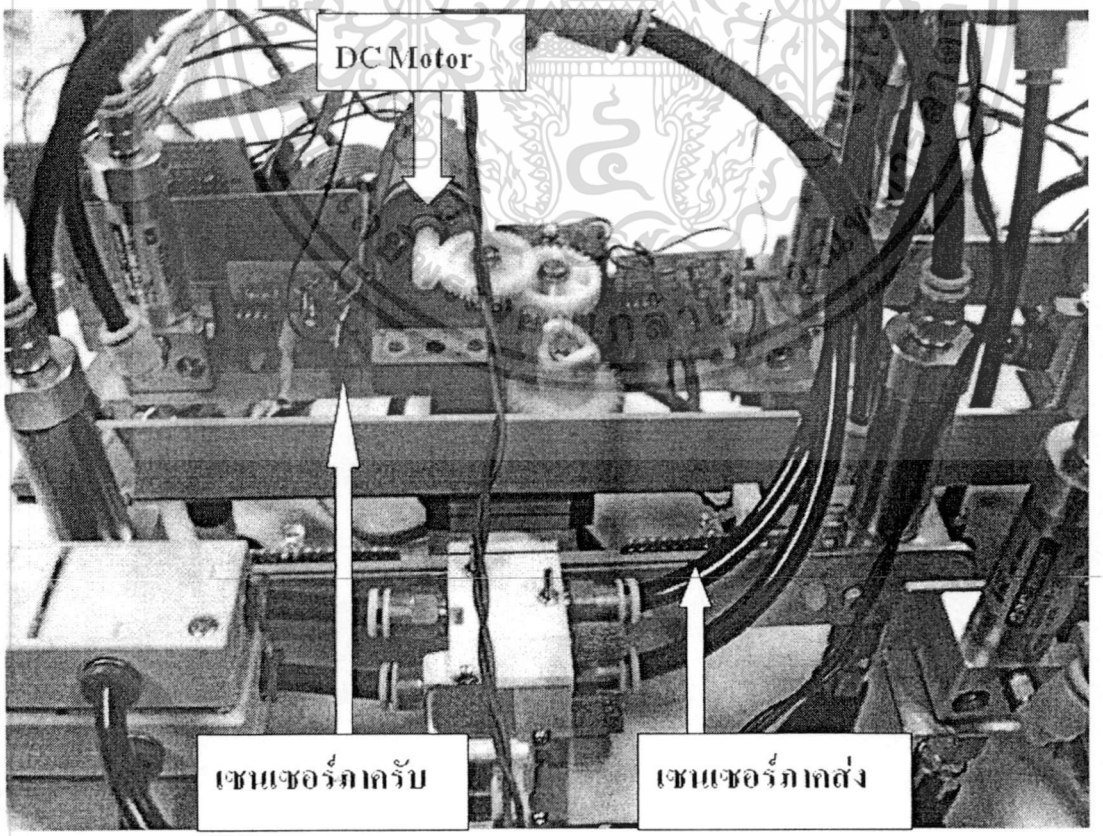
รูปที่ 3.24 แสดงโครงสร้างของหุ่นยนต์หลังจากประกอบอุปกรณ์นิวแมติกส์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.12 ส่วนประกอบต่างๆ ของหุ่นยนต์

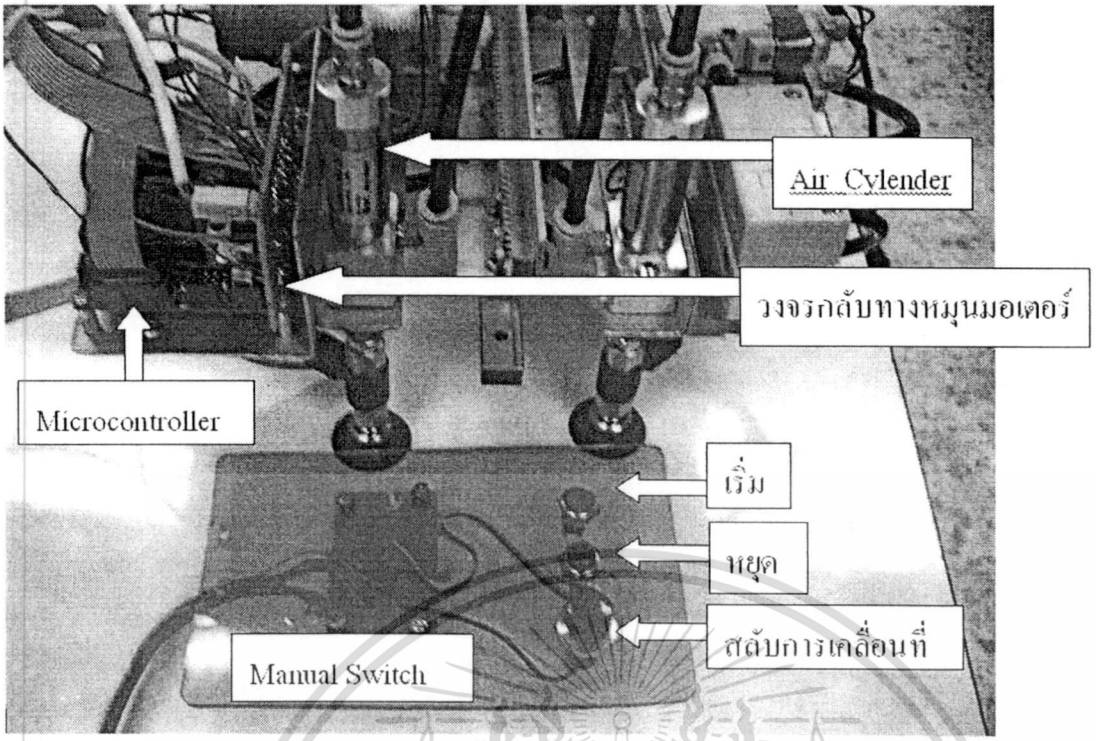


รูปที่ 3.25 แสดงส่วนประกอบต่างๆ ของหุ่นยนต์ (1)

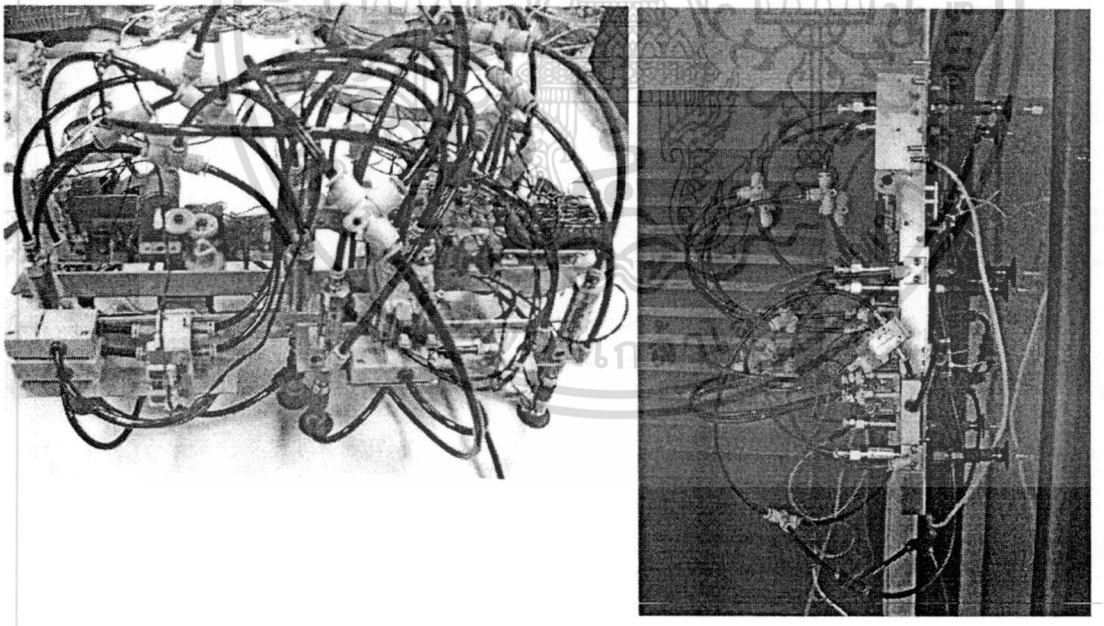


รูปที่ 3.26 แสดงส่วนประกอบต่างๆ ของหุ่นยนต์ (2)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3.27 แสดงส่วนประกอบต่างๆ ของหุ่นยนต์ (3)



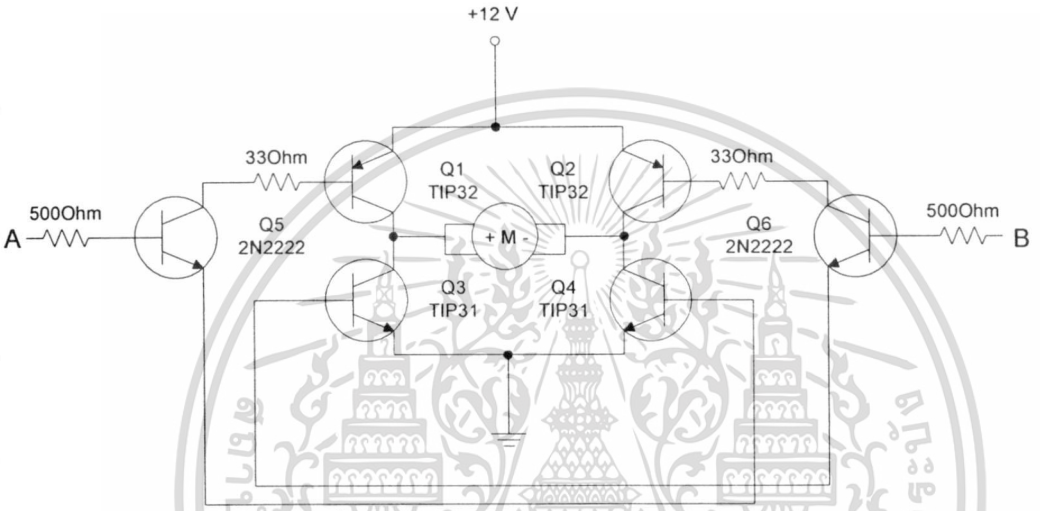
รูปที่ 3.28 แสดงส่วนประกอบต่างๆ ของหุ่นยนต์ (4)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

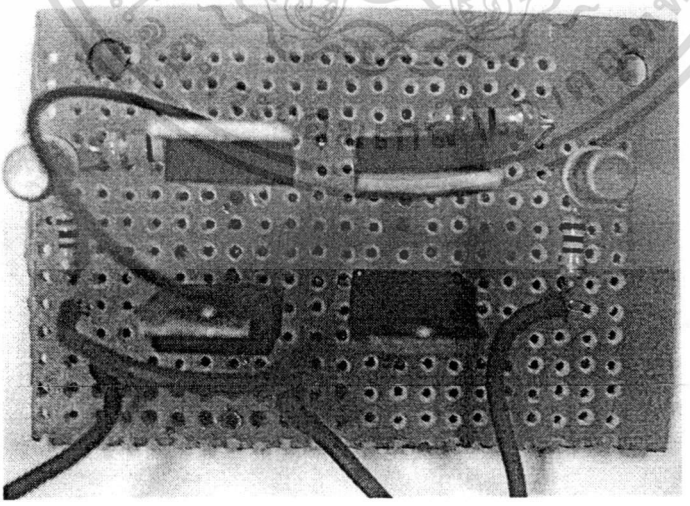
3.13 ผลการทดลอง

1. การกลับทิศทางหมุนมอเตอร์กระแสตรง

การทดลองนี้จะต่อวงจรกลับทิศทางหมุนมอเตอร์ตามวงจรรูปที่ 4.1 และทดลองเปลี่ยนสถานะความเป็นไปได้ของ A และ B โดยถ้า A หรือ B มีสถานะลอจิก 1 ให้จ่ายแรงดันไฟฟ้า 5V แต่ถ้า A หรือ B มีสถานะลอจิก 0 ให้เปรียบเสมือน Open Circuit หรือ High Impedance ส่วนแรงดันไฟฟ้าที่ป้อนให้กับวงจร ใช้แรงดัน 12V ดังรูป



รูปที่ 3.29 วงจรกลับทิศทางหมุนมอเตอร์



รูปที่ 3.30 วงจรกลับทิศทางหมุนมอเตอร์ที่ใช้ในการทดลอง

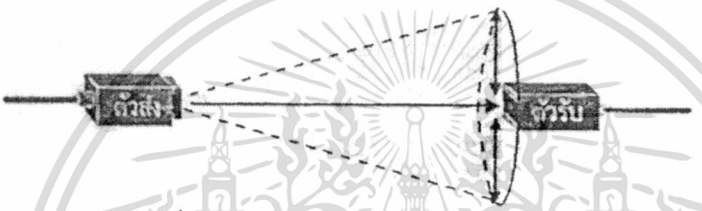
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 3.1 ผลการทดลองกลับทิศทางหมุนมอเตอร์

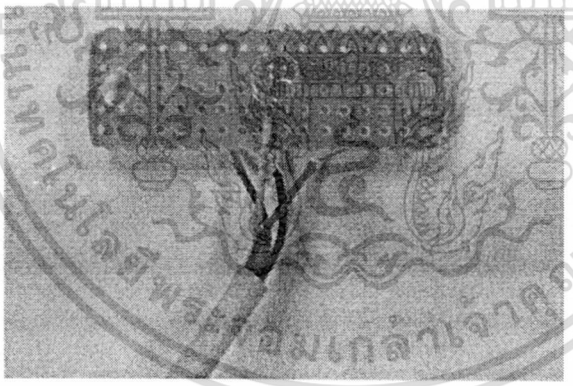
A	B	Output Voltage
0	0	0 V
0	1	-12.13 V
1	0	11.50 V
1	1	Short Circuit

2. การตรวจจับวัตถุของเซนเซอร์อินฟราเรด

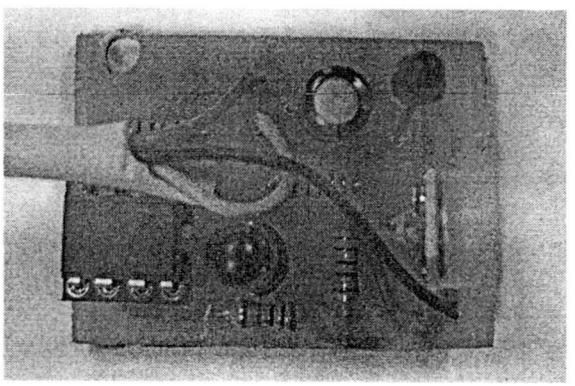
การทดลองนี้จะใช้เซนเซอร์อินฟราเรดภาครับ และภาคส่งแต่ละชุดหันเข้าหากันดังรูปที่ 3.31 โดยวางไว้เป็นแนวเส้นตรง



รูปที่ 3.31 การวางเซนเซอร์ในการทดลอง



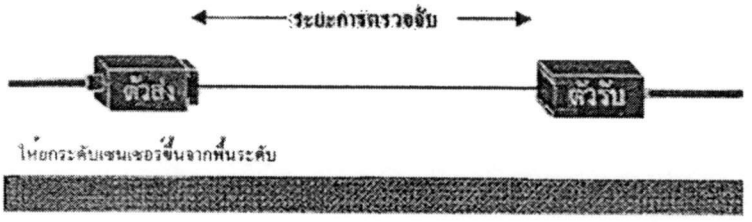
รูปที่ 3.32 ภาคส่งของเซนเซอร์ที่ใช้ในการทดลอง



รูปที่ 3.33 ภาครับของเซนเซอร์ที่ใช้ในการทดลอง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.1 เมื่อไม่มีวัตถุให้ตรวจจับ



รูปที่ 3.34 เมื่อไม่มีวัตถุให้ตรวจจับ

จากการทดลองเมื่อไม่มีวัตถุให้ตรวจจับ ที่ภาครับสัญญาณของเซนเซอร์จะมีแรงดันเอาต์พุต 0 V

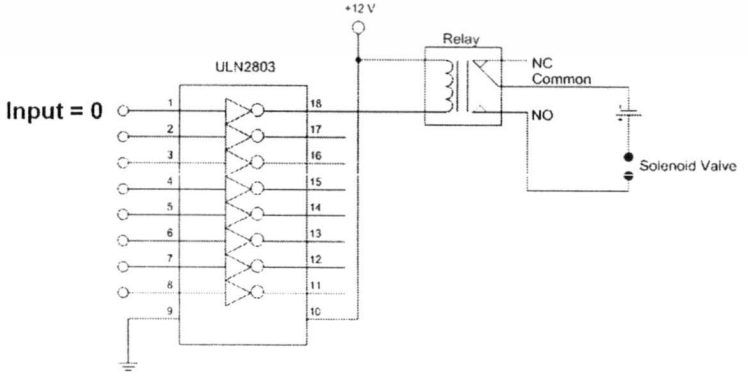
2.2 เมื่อมีวัตถุผ่านเซนเซอร์

รูปที่ 3.35 เมื่อมีวัตถุผ่านเซนเซอร์

จากการทดลองเมื่อมีวัตถุผ่านเซนเซอร์ ที่ภาครับสัญญาณของเซนเซอร์จะมีแรงดันเอาต์พุต 4.05 V

3. การควบคุมวาล์วของระบบนิวแมติกส์

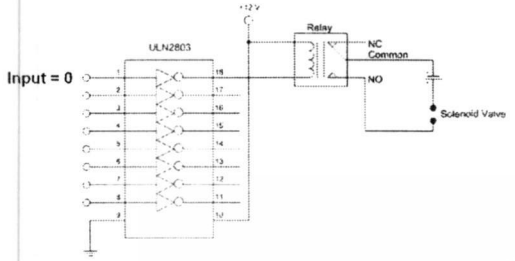
การทดลองนี้จะต่อวงจรขยายแรงดันไฟฟ้าจาก 5V ซึ่งออกจากไมโครคอนโทรลเลอร์ให้เป็น 12V เพื่อนำสัญญาณที่ได้ไปควบคุมการเปิด-ปิดวาล์วของระบบนิวแมติกส์ดังรูปที่ 3.36



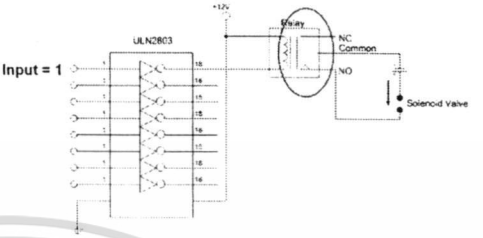
รูปที่ 3.36 วงจรควบคุมวาล์วของระบบนิวแมติกส์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากรูปที่ 3.36 ถ้าจุดที่เชื่อมต่อจากไมโครคอนโทรลเลอร์ได้รับสัญญาณเป็นลอจิก 0 Relay จะอยู่ในสภาวะที่ไม่ทำงาน จึงไม่มีกระแสไฟฟ้าไหลผ่านโซลินอยวาล์ว ดังรูปที่ 3.37(ก.) ทำให้โซลินอ-ยวาล์วปิด ลมจึงไม่สามารถผ่านไปได้ แต่ถ้าจุดที่เชื่อต่อจากไมโครคอนโทรลเลอร์ได้รับสัญญาณเป็นลอจิก 1 Relay จะอยู่ในสภาวะทำงาน จึงมีกระแสไฟฟ้าไหลผ่านโซลินอยวาล์ว ดังรูปที่ 3.37 (ข.) ทำให้โซลินอยวาล์วเปิด ลมจึงสามารถผ่านไปได้



รูปที่ 3.37(ก.) Relay ไม่ทำงาน

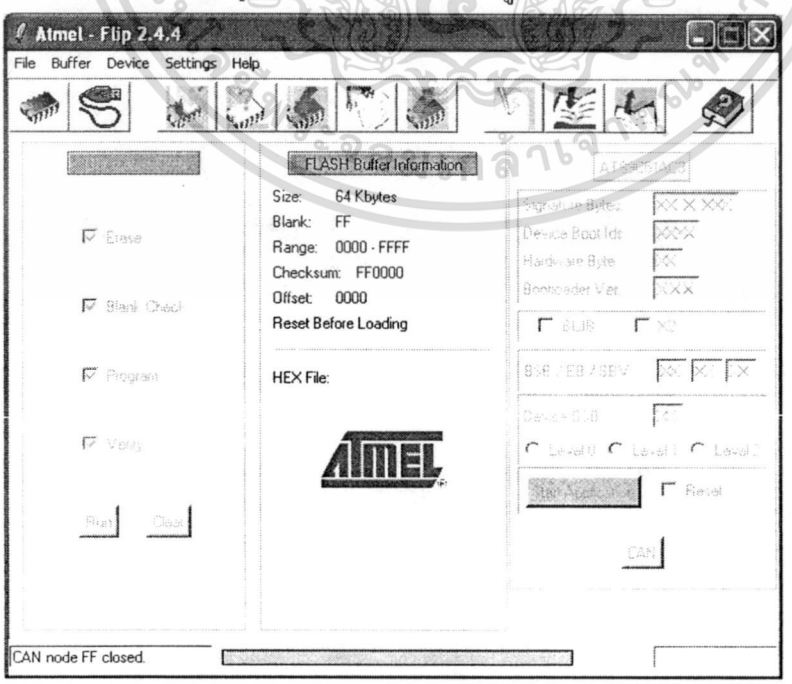


รูปที่ 3.37(ข.) Relay ทำงาน

4.การทดลองการเบิร์นโปรแกรม

ลำดับขั้นตอนการ Download HEX File เข้าสู่ไมโครคอนโทรลเลอร์โดยใช้โปรแกรม FLIP 2.4.4 แบบ Auto Download

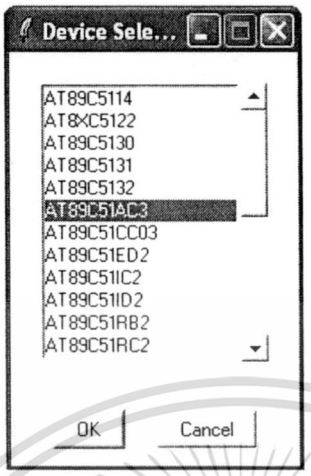
1. ต่อสายสัญญาณ RS232 จาก Com Port ของเครื่องคอมพิวเตอร์ PC เข้ากับขั้ว ET-DOWNLOAD แบบ 5 Pin ของบอร์ด
2. จ่ายไฟเลี้ยงวงจรให้บอร์ด ซึ่งจะสังเกตเห็น LED แสดงสถานะของ PWR สีแดงติดสว่างอยู่
3. สั่ง Run โปรแกรม Flip V2.4.4 ซึ่งจะได้ผลดังรูป



รูปที่ 3.38 หน้าต่างโปรแกรม Flip V.2.4.4

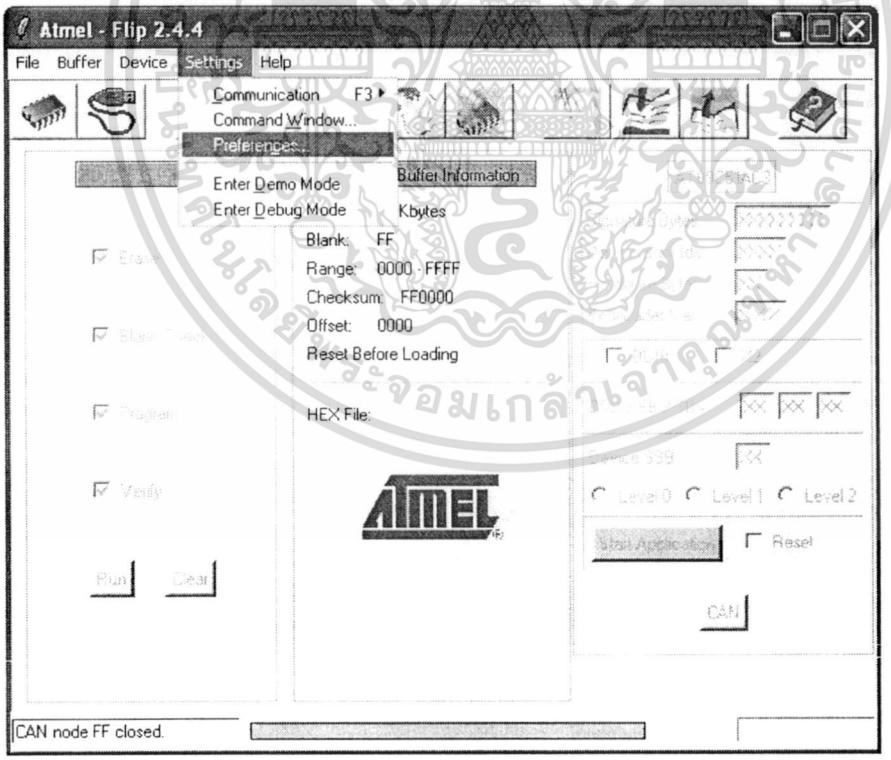
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4. สั่งเลือกกำหนดเบอร์ของไมโครคอนโทรลเลอร์ที่ติดตั้งไว้ในบอร์ด โดยเลือก Device ⟶ Select ซึ่งต้องเลือก กำหนดให้ตรงกับที่ทำการติดตั้งไว้จริงๆในบอร์ดด้วย ดังตัวอย่าง (AT89C51AC3)

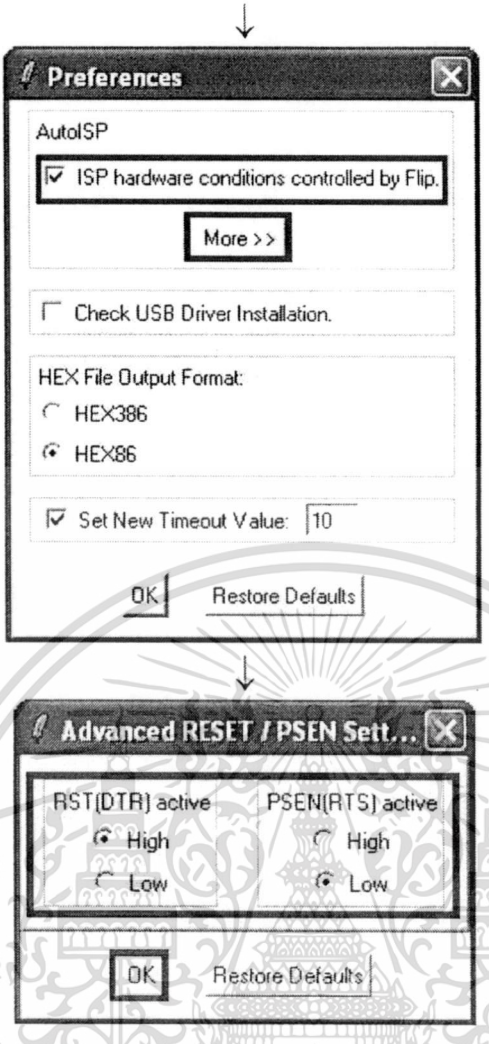


รูปที่ 3.39 แสดงการเลือกกำหนดเบอร์ CPU ของ ET-BASE51 AC3 (AT89C51AC3)

5. ทำการกำหนดค่า Option ของการสื่อสาร RS232 สำหรับใช้ Download แบบอัตโนมัติ โดยให้เลือก คลิกเมาส์ที่ Setting ⟶ Preferences... แล้วเลือกกำหนดค่าดังรูปที่ 3.40

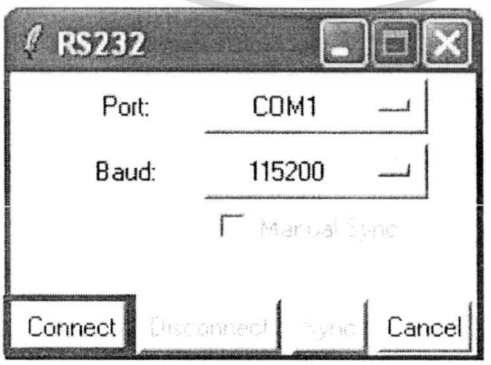


เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3.40 การกำหนดค่า Option ของการสื่อสาร RS232

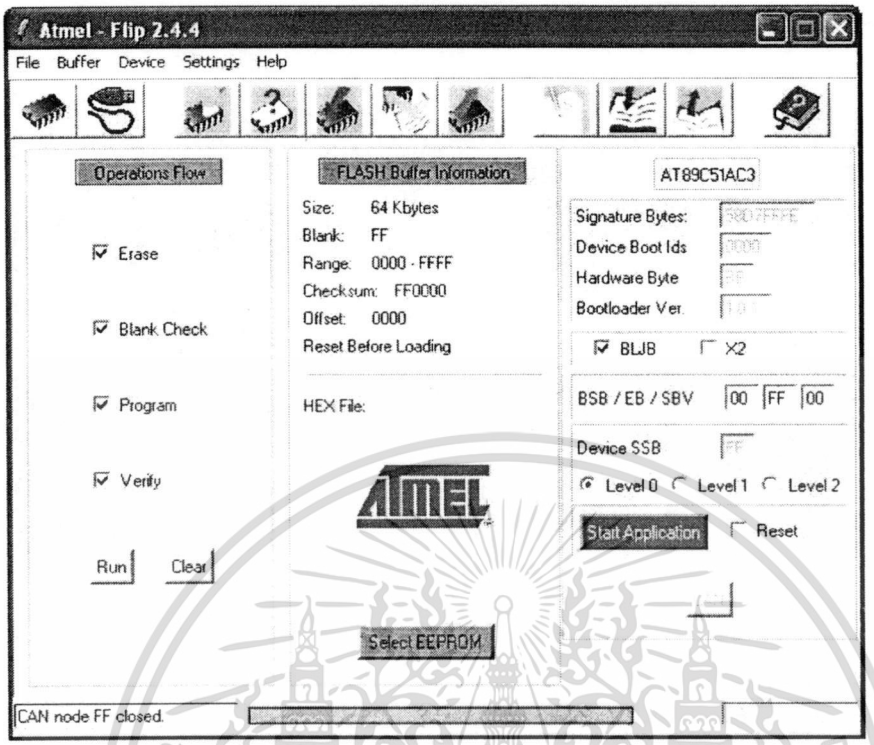
6. คลิกเมาส์ที่คำสั่ง Setting ⟶ Communication ⟶ RS232 จากนั้นเลือกกำหนด Comport ให้ตรงกับที่ต่อสายไว้จริง ดังรูป (ในตัวอย่างใช้ Com1)



รูปที่ 3.41 การกำหนด Comport

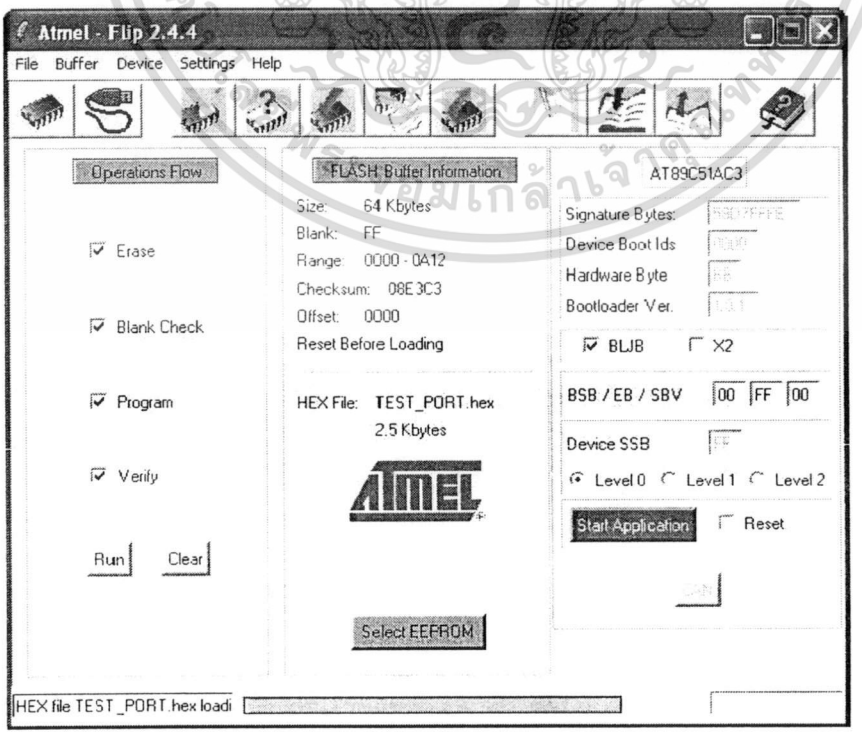
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

7. คลิกเมาส์ที่ปุ่ม Connect เพื่อทำการติดต่อสอสารกับไมโครคอนโทรลเลอร์ Monitor Mode ซึ่งจะได้ผลดังรูป



รูปที่ 3.42 หน้าต่างโปรแกรมในส่วนของ Monitor Mode

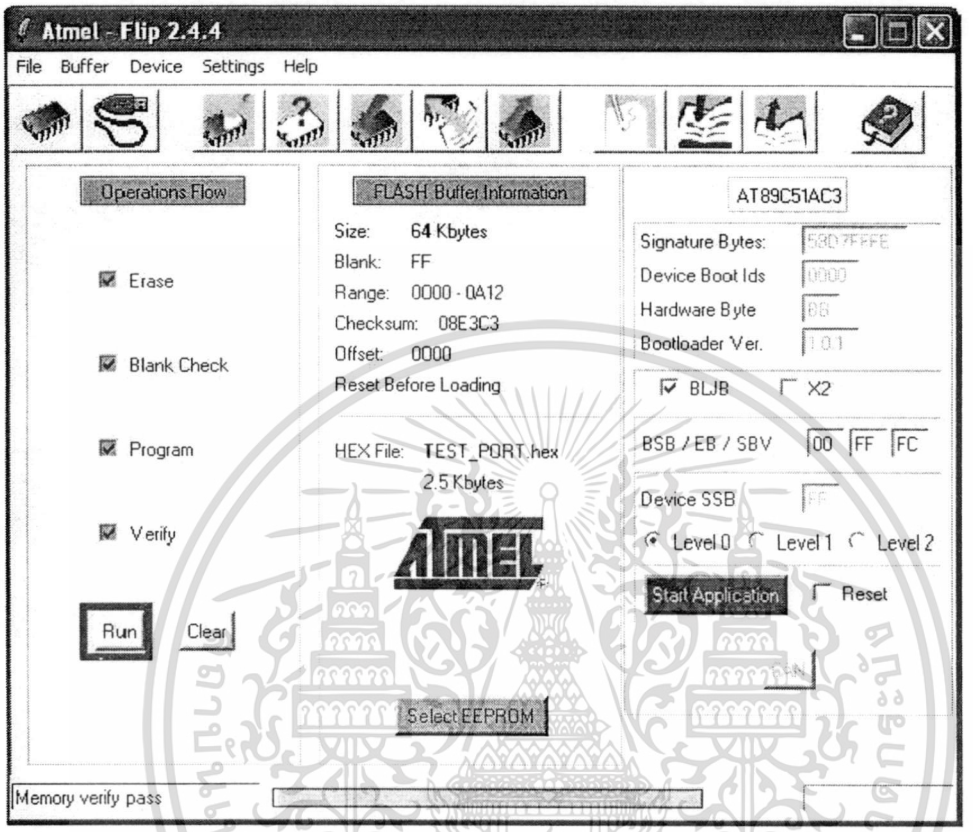
8. สั่งเปิด Hex File ที่ต้องการจะ Download ให้กับไมโครคอนโทรลเลอร์มารอไว้ใน Buffer ของโปรแกรม FLIP โดย ใช้คำสั่ง “File ⟶ Load Hex File…”



รูปที่ 3.43 หน้าต่างโปรแกรมเมื่อโหลด Hex File มารอใน Buffer ของโปรแกรม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

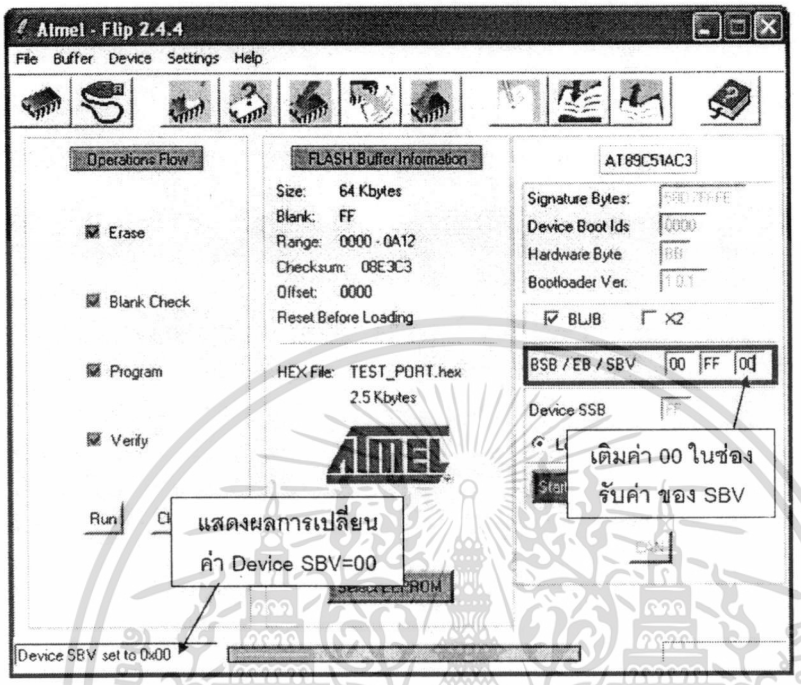
9. คลิกเมาส์ที่หน้าตัวเลือกคำสั่งใน Tab ของ Operation Flow ให้ครบทุกคำสั่ง ซึ่งได้แก่ Erase, Bank Check, Program, Verify จากนั้นคลิกเมาส์ที่ปุ่มคำสั่ง Run และรอจนการทำงานของ โปรแกรมเสร็จเรียบร้อยดังรูป



รูปที่ 3.44 หน้าต่างโปรแกรมเตรียมพร้อมที่จะ Run Program

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

10. ตรวจสอบค่า Device BSB และ SBV ว่ามีค่าเป็น 00 ทั้งหมดแล้วหรือยัง ซึ่งถ้ายังไม่เป็น 00 ให้ทำการแก้ไขค่าให้เป็น 00 โดยคลิกเมาส์ในช่องตัวเลขแล้วพิมพ์ค่า 00 แทนที่ลงไปทั้ง 2 ช่องดังรูป



รูปที่ 3.45 การกำหนดค่า Device BSB และ SBV

11. ทำการคลิกเมาส์ที่ "Start Application" หรือกดสวิตช์ Reset ให้กับบอร์ดเพื่อให้บอร์ดเริ่มต้นทำงานตามโปรแกรมที่ได้ทำการ Download ไปให้ ซึ่งถ้าไม่เกิดความผิดพลาดใดๆ จะเห็นไมโครคอนโทรลเลอร์เริ่มต้นทำงานทันที

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 4

อภิปรายผลการวิจัยและวิจารณ์

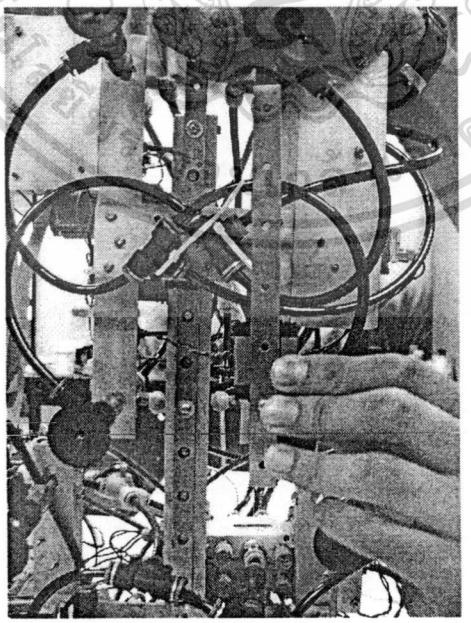
4.1 สรุปผลการดำเนินงาน

จากการดำเนินงานสร้างหุ่นยนต์ไต่กระจกในส่วนแรก ได้ดำเนินงานไปดังนี้

1. ออกแบบและจัดทำโครงสร้างของหุ่นยนต์
2. ศึกษาการทำงานของมอเตอร์กระแสตรง
3. ศึกษาการขยายแรงดันไฟฟ้าที่ออกจากไมโครคอนโทรลเลอร์ให้สามารถนำไปควบคุมวาล์วของระบบนิวแมติกส์ได้ โดยใช้รีเลย์
4. ศึกษาการกลับทิศทางหมุนของมอเตอร์กระแสตรง
5. ศึกษาเซนเซอร์อินฟราเรด
6. ศึกษาวงจรเปรียบเทียบแรงดันโดยใช้ Op-Amp
7. ศึกษาการทำงานของไมโครคอนโทรลเลอร์ตระกูล MCS-51 เบอร์ AT89C51AC3
8. ทดลองต่อวงจรเพื่อควบคุมให้โครงสร้างของหุ่นยนต์สามารถเคลื่อนที่ได้

4.2 ปัญหาที่เกิดขึ้นจากการทดลอง และแนวทางการแก้ไข

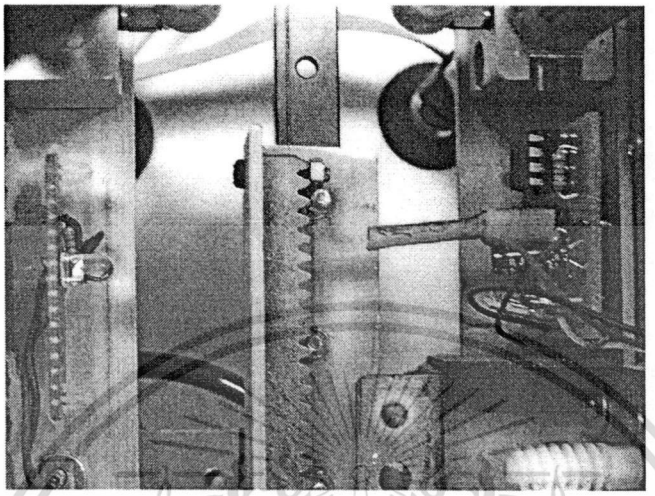
1. ในการยกขาของหุ่นยนต์ โครงสร้างของหุ่นยนต์ไม่สามารถรับน้ำหนักของหุ่นยนต์ได้ จึงทำให้ต้องมีการเปลี่ยนแปลงโครงสร้างใหม่ โดยเพิ่มคานรับน้ำหนักให้ยาวขึ้น



รูปที่ 4.1 โครงสร้างที่เปลี่ยนใหม่

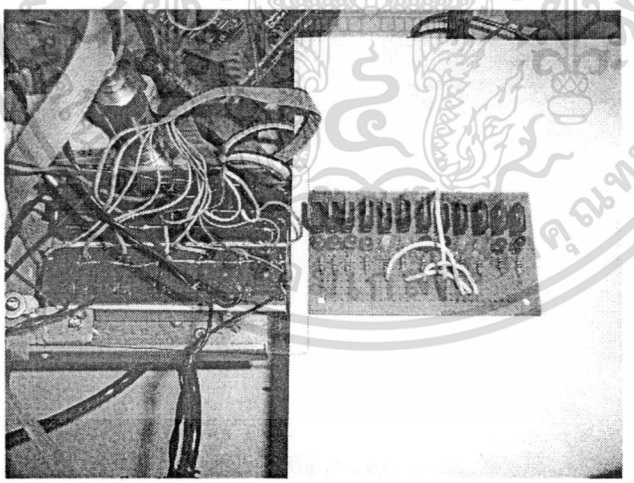
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2. การใช้เซนเซอร์อินฟราเรดในการตรวจจับการเคลื่อนที่ของหุ่นยนต์นั้นถูกรบกวนจากแสงไฟที่ส่องเข้ามา ทำให้เซนเซอร์ตรวจจับผิดพลาด สามารถแก้ไขได้โดยนำเอาวัสดุทึบแสงมาครอบปิดตัวเซนเซอร์



รูปที่ 4.2 ปรับปรุงเซนเซอร์อินฟาเรด

3. เกิดปัญหาจากวงจรขยายแรงดันที่ออกจากไมโครคอนโทรลเลอร์กระแสไม่พอ ทำให้ต้องเปลี่ยนจากวงจรทรานซิสเตอร์มาเป็นวงจรรีเลย์



รูปที่ 4.3 เปลี่ยนจากวงจรทรานซิสเตอร์มาเป็นวงจรรีเลย์

4. เกิดปัญหาในการเขียนโปรแกรมหน่วงเวลาการเคลื่อนที่ของโครงสร้างของหุ่นยนต์ เนื่องจากโปรแกรมที่เขียนในครั้งแรกไม่สามารถหน่วงเวลาได้ต่อมาจึงเขียนให้โปรแกรมสามารถหน่วงเวลาได้ 2 วินาทีและสามารถแก้ไขการหน่วงเวลาได้ตามต้องการ

5. หุ่นยนต์สามารถเคลื่อนที่ขึ้นและลงได้แล้วโดยใช้โปรแกรมที่ออกแบบไว้

6. หุ่นยนต์สามารถเคลื่อนที่ขึ้นลงได้โดยการใช้ Manual Switch

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.3 โปรแกรมควบคุมหุ่นยนต์

```
#include <reg51.H>            /* special function register declarations   */
                              /* for the intended 8051 derivative         */
#include <stdio.h>            /* prototype declarations for I/O functions */
sbit Sw1=P1^0;
sbit Sw2=P1^1;
sbit Sw3=P1^2;
sbit Sw4=P1^3;
sbit Sw5=P1^4;

sbit M1=P3^2;
sbit M2=P3^3;
sbit Va1=P3^4;
sbit Va2=P3^5;
sbit Vb1=P3^6;
sbit Vb2=P3^7;

sbit Ca1=P2^0;
sbit Ca2=P2^1;
sbit Cab1=P2^2;
sbit Cab2=P2^3;
sbit Cb1=P2^4;
sbit Cb2=P2^5;
sbit Cbb1=P2^6;
sbit Cbb2=P2^7;

//-Pototype

void Forw(void);
void Rewrd(void);
void Stop(void);
void Delay_ms(int);

void Cylin1Act(void);
void Cylin1Stop(void);
void Cylin1Back (void);

void Vac1Act(void);
void Vac1Stop(void);

void Cylin2Act(void);
void Cylin2Stop(void);
void Cylin2Back (void);

void Vac2Act(void);
void Vac2Stop(void);
void VacDelay(int);

void main (void)
{

    Stop();
        Vac1Stop();
        Vac2Stop();
        Cylin1Stop();
        Cylin2Stop();

        while(1){
                if (Sw4==0)
                {if(Sw1==0)
                { Stop();
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
                    Cylin1Act();
                    Delay_ms(40);
                    Cylin1Stop();
                    Vac1Act();
                    Delay_ms(40);
                    Vac2Stop();
                    Cylin2Back();
                    Delay_ms(40);
                    Cylin2Stop();
                    Rewrd();
                    while(Sw2&&Sw3&&Sw5!=0);
                }
                else if(Sw2==0)
        {       Stop();
                    Cylin2Act();
                    Delay_ms(40);
                    Cylin2Stop();
                    Vac2Act();
                    Delay_ms(40);
                    Vac1Stop();
                    Cylin1Back();
                Delay_ms(40);
                    Cylin1Stop();
                Forw();
                while(Sw1&&Sw3&&Sw5!=0);
                }
                else if(Sw3==0)
                {       Stop();
                while(Sw5&&Sw2&&Sw1!=0);
        }
                else if(Sw5==0)
                {       Forw();
                    while(Sw3&&Sw2&&Sw1!=0);
                }
        else
            {
                    Stop();
                    Cylin2Act();
                    Cylin1Back();
                    Delay_ms(40);
                    Cylin1Stop();
                    Cylin2Stop();
                    Vac2Act();
                    //Delay_ms(40);
                    while(Sw1&&Sw2&&Sw3&&Sw5!=0);
                    }
    }
else
                {if(Sw1==0)
        {       Stop();
                    Cylin2Act();
                    Delay_ms(40);
                    Cylin2Stop();
                    Vac2Act();
                    Delay_ms(40);
                    Vac1Stop();
                    Cylin1Back();
                    Delay_ms(40);
                    Cylin1Stop();
                    Rewrd();
                    while(Sw2&&Sw3&&Sw5!=0);
                }
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
                else if(Sw2==0)
        {       Stop();
                        Cylin1Act();
                        Delay_ms(40);
                        Cylin1Stop();
                        Vac1Act();
                        Delay_ms(40);
                        Vac2Stop();
                        Cylin2Back();
                Delay_ms(40);
                        Cylin2Stop();
                Forw();
                while(Sw1&&Sw3&&Sw5!=0);
                }
                else if(Sw3==0)
                {       Stop();
                while(Sw5&&Sw2&&Sw1!=0);
        }
                else if(Sw5==0)
                {       Forw();
                        while(Sw3&&Sw2&&Sw1!=0);
                }
        else
           {
                        Stop();
                        Cylin1Act();
                        Cylin2Back();
                        Delay_ms(40);
                        Cylin2Stop();
                        Cylin1Stop();
                        Vac1Act();
                        while(Sw1&&Sw2&&Sw3&&Sw5!=0);
                        }
                }
        }
void Forw()
{
  M1 = 0x01;
  M2 = 0x00;
}
void Rewrd()
{
  M1 = 0x00;
  M2 = 0x01;
}
void Stop()
{
  M1 = 0x00;
  M2 = 0x00;
}

void Delay_ms(int sec)
{
 int i,j;
 int x=4000;
  for (i=0;i<sec;i++)
    for(j=0;j<x;j++);
}

void Cylin1Act()
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
{
        Ca1 = 0x01;
        Ca2 = 0x01;
}

void Cylin1Stop()
{
        Ca1 = 0x00;
        Ca2 = 0x00;
        Cab1 = 0x00;
        Cab2 = 0x00;
}
void Cylin1Back ()
{
        Cab1 = 0x01;
        Cab2 = 0x01;
}

void Vac1Act()
{
        Va1 = 0x01;
        Va2 = 0x01;
}

void Vac1Stop()
{
        Va1 = 0x00;
        Va2 = 0x00;
}

void Cylin2Act()
{
        Cb1 = 0x01;
        Cb2 = 0x01;
}

void Cylin2Stop()
{
        Cb1 = 0x00;
        Cb2 = 0x00;
        Cbb1 = 0x00;
        Cbb2 = 0x00;
}
void Cylin2Back ()
{
        Cbb1 = 0x01;
        Cbb2 = 0x01;
}

void Vac2Act()
{
        Vb1 = 0x01;
        Vb2 = 0x01;
}

void Vac2Stop()
{
        Vb1 = 0x00;
        Vb2 = 0x00;
}
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 5

สรุปและข้อเสนอแนะ

งานวิจัยเรื่องหุ่นยนต์ไต่กระจกได้สำเร็จไปขั้นหนึ่งตามวัตถุประสงค์ละขอบเขตของงานวิจัยที่เสนอ
ว้ แต่ยังมีบางสิ่งบางอย่างที่ต้องปรับปรุงแก้ไขและเพิ่มเติมเพื่อให้หุ่นยนต์ใช้งานได้อย่างหลากหลายวิธี ซึ่งขึ้
อยู่กับการออกแบบเพิ่มเติมสำหรับใช้งานเป็นอย่างๆ เช่น การเพิ่มกล้องถ่ายภาพฯ และขอเสนอแนะใน
ารแก้ไขและปรับปรุงในการวิจัยดังนี้

1. ปรับเปลี่ยนระบบ sensor ใหม่เพราะที่มีอยู่เดิมเป็นแบบอินฟาเรดซึ่งถ้ามีแสงจ้ามากๆการทำงาน
ของ sensor จะมีปัญหาคือไม่รับทราบข้อมูลที่ส่งออกมาจากเครื่องส่ง เพราะเครื่องรับไม่สารมารถแยกว่า
แสงส่วนไหนเป็นของเครื่องส่ง

2. โครงสร้างต้องทำให้แข็งแรงขึ้นและมีความยาวเพิ่มมากขึ้น

3. ติดตั้งกระบอกสูบที่ใหญ่ขึ้นและมีช่วงชักที่ยาวเพื่อให้ข้ามสิ่งกีดขวางได้ การเพิ่มขนาดความ
กว้างของตัวยึดเกาะที่ตัวกระบอกสูบ

4. เพิ่มตัวยึดเกาะที่มีขนาดใหญ่ติดตั้งตรงกลางของหุ่นยนต์และใช้ stepring motorในการหมุน
หุ่นยนต์เพื่อให้เปลี่ยนทิศทางหรือมุมการเคลื่อนที่ของหุ่นยนต์

5. ปั๊มลมที่เหมาะสมควรจะใหญ่และมีขนาดแรงดันลมเมื่อกระบอกสูบของปั๊มลมไม่ทำงาน
ประมาณ 8 Bar

6. ระบบ manual ควรเปลี่ยนเป็นระบบ Remote Control แต่ยังคงท่อลมและสาย power
supply เพราะผู้ที่จะบังคับหุ่นยนต์จะอาศัยภาพที่ได้จากกล้องที่ติดตั้งอยู่บนตัวหุ่นยนต์

7. โครงสร้างของตัวหุ่นยนต์ควรมีการหักโค้งได้ คือสามารถไต่จากพื้นราบและขึ้นสู่ผนังความชัน
90 องศาได้เอง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บรรณานุกรม

[1] http://th.wikipedia.org/wiki/หุ่นยนต์

[2] คอนสัน ปงผาบ,ไมโครคอนโทรลเลอร์และการประยุกต์ใช้งาน 1. ส.ส.ท. ,2549

[3] คอนสัน ปงผาบ,ไมโครคอนโทรลเลอร์และการประยุกต์ใช้งาน 2. ส.ส.ท. ,2549

[4] http://utcc2.utcc.ac.th/engineer/learning/chalermchon_vis/download/automation/index.html

[5] http://www.me.psu.ac.th/~smarn/fpower/index.htm

[6] ณรงค์ ตันชีวะวงศ์,นิวแมติกส์และไฮดรอลิกส์เบื้องต้น, ส่งเสริมเทคโนโลยี (ไทย-ญี่ปุ่น),2542

[7] เดชฤทธิ์ มณีธรรม,คัมภีร์ระบบนิวแมติกส์ ,KTP Comp & Consult,2549

[8] www.arcoaerotech.com/catalog/Automation01.pdf

[9] http://www.technicnan.ac.th/nan_ntc/adisak51/page21.html

[10]http://www.tirawatgroup.com/www/tips.php

[11]http://www.aor-udomsab-tools.com/article?id=37344&lang=th

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

แบบเสนอโครงการวิจัยโดยใช้เงินรายได้คณะวิศวกรรมศาสตร์

ประจำปี 2551

1. ชื่อโครงการ หุ่นยนต์ไต่กระจก (Climbing Robot)

2. ผู้รับผิดชอบโครงการวิจัย

หัวหน้าโครงการวิจัย นายสมภพ แก้วมีชัย

ที่ปรึกษาโครงการวิจัย นายสุรพันธ์ วรรณคง

ผู้ร่วมโครงงานวิจัย (1) นายรนกร นุชเอี่ยม

(2) นายอรรถพงษ์ ยอดดี

(3) นายอิสระ วัฒนโชติภิญโญ

ภาควิชา วิศวกรรมสารสนเทศ คณะวิศวกรรมศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

3. วัตถุประสงค์โครงการวิจัย

1. เพื่อสร้างหุ่นยนต์ไต่กระจก
2. เพื่อศึกษาการเดินของหุ่นยนต์ในแนวตั้ง 90
3. เพื่อศึกษาการทำงานของระบบนิวเมติกส์
4. เพื่อนำไปประยุกต์ใช้ในการทำงานแทนมนุษย์ในที่สูงที่เสี่ยงอันตราย

4. คุณสมบัติรายละเอียดการทำงานของชิ้นงานในโครงการวิจัย

การสร้างหุ่นยนต์ไต่กระจก เป็นการพัฒนาการทำงานของหุ่นยนต์ในการช่วยงานมนุษย์ ซึ่งในปัจจุบันมีการพัฒนาเทคโนโลยีต่างๆในการที่จะทำให้มนุษย์สามารถดำรงค์ชีวิตประจำวันได้สะดวกสบายขึ้น โดยที่ลักษณะของหุ่นยนต์จะมี 6 ขา ลักษณะโครงสร้างลักษณะคล้ายแมงมุมซึ่งแต่ละขาของหุ่นยนต์จะมีการทำงานอิสระต่อกันคล้ายกับหุ่นยนต์ทั่วไปแต่จะแตกต่างในการทำงานของการเคลื่อนที่และการยึดเกาะกับกระจก โดยระบบการควบคุมการทำงานโดยจะใช้ไมโครคอนโทรลเลอร์ MCS-51 ในการควบคุมการทำงานต่างๆของหุ่นยนต์ และระบบการทำงานของการเคลื่อนที่จะใช้เซอร์โวมอเตอร์ และระบบการยึดเกาะกับกระจกจะใช้ระบบนิวเมติกส์ โดยระบบการทำงานเบื้องต้น หุ่นยนต์จะถูกควบคุมด้วยสวิตช์ในการสั่งงานให้หุ่นยนต์เคลื่อนที่และทำงานต่างๆ โดยที่ระบบการเคลื่อนที่บนกระจกของหุ่นยนต์นั้นจะอาศัยการทำงานของเซอร์โวมอเตอร์ซึ่งระบบการเดินจะเป็นลักษณะสลับการทำงานของแต่ละขาโดยแต่ละขานั้นจะใช้ตัวกระบอกลมเป็นขาและมีตัวดูดที่ไว้สำหรับติดยึดหุ่นยนต์กับกระจกไว้โดยการทำงานใน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ขั้นตอนแรกนั้นกระบอกลมจะกดตัวดูดที่อยู่ที่ปลายกระบอกลมนั้นให้ติดกับกระจกและที่ตัวดูดนั้นจะมีการดูดอากาศออกจากตัวดูดเพื่อเป็นการยึดเกาะตัวหุ่นยนต์กับกระจกไว้ด้วยกัน ซึ่งการทำงานของตัวดูดนั้นจะมีการดูดอากาศภายในตัวของมันจึงเกิดสูญญากาศทำให้หุ่นยนต์กับกระจกยึดเกาะติดกันได้ และเมื่อต้องการให้หุ่นยนต์มีการเคลื่อนที่ ก็จะอัดอากาศเข้าไปที่ตัวดูดอากาศเพื่อให้ขาของหุ่นยนต์ปล่อยออกจากกระจกและยกกระบอกลมขึ้นและเซอร์โวมอเตอร์ก็จะเคลื่อนที่กระบอกลมไปและการทำงานก็จะเป็นไปตามระบบที่กล่าวมา

5. ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

มีหุ่นยนต์ที่เดินบนกระจกในแนวตั้งฉาก 90° ได้

6. ระยะเวลาดำเนินงานโครงการวิจัย (เริ่มต้น-สิ้นสุดโครงการ)

ระยะเวลาดำเนินงาน 12 เดือน

7. วิธีดำเนินงานวิจัย

วิธีการดำเนินงานดูได้จากลำดับขั้นตอนของตารางด้านล่างนี้

ลำดับที่	วิธีการวิจัย
1	ศึกษารายละเอียดและกำหนดคุณสมบัติต่างๆของระบบควบคุม,ระบบนิวเมติกส์
2	ออกแบบโครงสร้างหุ่นยนต์,ระบบนิวเมติกส์
3	จัดสร้างโครงสร้างหุ่นยนต์
4	จัดสร้างและทดสอบระบบนิวเมติกส์
5	เขียนโปรแกรมควบคุมทดสอบระบบต่างๆและบันทึกผล
6	สรุปผลการทดลองและรายงานผล

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

8. กำหนดเวลาและขั้นตอนในการดำเนินงาน

ขั้นตอนการดำเนินงาน	ช่วงระยะเวลา				
	พ.ค.-มิ.ย.	ก.ค.-ก.ย.	ต.ค.-ธ.ค.	ม.ค.-ก.พ.	มี.ค.-เม.ย.
1.ศึกษารายละเอียดและกำหนดคุณสมบัติต่างๆ ของระบบควบคุม,ระบบนิวเมติกส์	←	→			
2.ออกแบบโครงสร้างหุ่นยนต์,ระบบนิวเมติกส์	←	→			
3.จัดสร้างโครงสร้างหุ่นยนต์	←	→	→	→	
4.จัดสร้างและทดสอบระบบนิวเมติกส์		←	→	→	
5.เขียนโปรแกรมควบคุมทดสอบระบบต่างๆและบันทึกผล			←	→	→
6.สรุปผลการทดลองและรายงานผล					← →

9. ชิ้นงานที่ต้องส่งมอบคณะฯเมื่อสิ้นสุดโครงการ

หุ่นยนต์ไต่กระจก

10. ถ้าโครงการไม่สำเร็จหรือไม่สามารถเสร็จในเวลาได้ทันตามที่กำหนด

จะไม่ของบประมาณในปีถัดไป

ข้าพเจ้าขอรับรองข้อความข้างต้นเป็นความจริงทุกประการ

ลงชื่อ หัวหน้าโครงการ

(นายสมภพ แก้วมีชัย)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้