

การออกแบบเครื่องดูดฝุ่นอัตโนมัติจากการกรอฟันปลอม

THE DESIGE OF AUTOMATIC VACUUM CLEANER FROM DENTURES GRINDING



ปริญญานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต

ภาควิชาวิศวกรรมไฟฟ้า คณะวิศวกรรมศาสตร์

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

ปีการศึกษา 2557

การออกแบบเครื่องดูดฝุ่นอัตโนมัติจากการกรอฟันปลอม
THE DESIGE OF AUTOMATIC VACUUM CLEANER FROM DENTURES GRINDING



ปริญญานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต
ภาควิชาวิศวกรรมไฟฟ้า คณะวิศวกรรมศาสตร์
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
ปีการศึกษา 2557

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

THE DESIGE OF AUTOMATIC VACUUM CLEANER FROM DENTURES GRINDING



A PAPER SUBMITTED IN PARTIAL FULFILLMENT OF THE REQUIREMENT
FOR THE BACHELOR DEGREE IN ELECTRICAL ENGINEERING
DEPARTMENT OF ELECTRICAL ENGINEERING FACULTY OF ENGINEERING
KING MONGKUT'S INSTITUTE OF TECHNOLOGY LADKRABANG

2014

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ปีการศึกษา 2557

การออกแบบเครื่องดูดฝุ่นอัตโนมัติจากการกรอฟันปลอม
THE DESIGE OF AUTOMATIC VACUUM CLEANER FROM DENTURES GRINDING



อาจารย์ที่ปรึกษา

รศ.ดร.สมชาติ

จิรวิภากร

ดร.นิรุช

จิรสวรรณกุล

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ปริญญาานิพนธ์ปีการศึกษา 2557

ภาควิชาวิศวกรรมไฟฟ้า

คณะวิศวกรรมศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

เรื่อง การออกแบบเครื่องดูดฝุ่นอัตโนมัติจากการกรอพื้นปloom

ผู้จัดทำ

1. นาย รัฐกฤษณ์ พงษ์ธนรินทร์
2. นาย วรุตม์ ฉลาดแพทย์



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การออกแบบเครื่องดูดฝุ่นอัตโนมัติจากการรอฟันปลอม

นายรัฐกฤษฏี พงษ์ธนรินทร์
นายวรุฒม์ ฉลาดแพทย์
รศ.ดร.สมชาติ จิริวิภากร อาจารย์ที่ปรึกษา
ดร.นิรุช จิรสวรรณกุล อาจารย์ที่ปรึกษา
ปีการศึกษา 2557

บทคัดย่อ

งานวิจัยฉบับนี้ได้นำเสนอเกี่ยวกับเครื่องดูดฝุ่นอัตโนมัติจากการรอฟันปลอม สำหรับนำไปใช้ในการแก้ไขปัญหาฝุ่นละอองที่เกิดจากการรอฟันปลอม ซึ่งฝุ่นละอองดังกล่าวจะฟุ้งกระจายไปตามอากาศ ผู้ที่อยู่บริเวณโดยรอบสูดดมเข้าไป อันเป็นผลเสียต่อสุขภาพ ส่งผลให้ร่างกายได้รับอันตรายในที่สุด โดยเครื่องดูดฝุ่นฯ มีอุปกรณ์ที่ทำงานร่วมกันดังนี้ เซนเซอร์ตรวจจับวัตถุ, DC Motor ที่ใช้ในการดูดฝุ่น, บอร์ด ET-BASE PIC40/1939 โดยใช้ PIC เบอร์ 18F4431 เป็นส่วนควบคุมการทำงานของเครื่องดูดฝุ่นฯ และไฟส่องสว่าง LED เพื่อให้แสงสว่างภายในเครื่อง การควบคุมการทำงานจะเขียนโปรแกรมคำสั่งในรูปแบบของภาษาซีเข้าไปใน Microcontroller(PIC 18F4431) โดยเครื่องดูดฝุ่นจะเริ่มทำงานเมื่อ เซนเซอร์ตรวจจับวัตถุ ตรวจจับได้ว่ามีมือของแพทย์สอดเข้าไปในเครื่องเพื่อการรอฟันปลอม ส่งผลให้ไฟส่องสว่างภายในเครื่องติด และมอเตอร์จะเริ่มทำการดูดฝุ่น โดยสามารถเลือกระดับความเร็วในการดูดได้จากการสังเกตปริมาณฝุ่นที่เกิดขึ้น เมื่อไม่มีวัตถุเคลื่อนผ่านเซนเซอร์ หรือไม่มีการทำงานภายในเครื่อง ไฟส่องสว่างและมอเตอร์จึงไม่มีการทำงานเช่นเดียวกัน

THE DESIGE OF AUTOMATIC VACUUM CLEANER FROM DENTURES GRINDING

Mr. RATTHAKRIT

PHONGTHANARIN

Mr. WARUT

CHALADPAT

Assoc.Prof.Dr.SOMCHAT JIRIWIBHAKORN Supervisor

Dr. NIRUDH

JIRASUWANKUL Supervisor

ABTRACT

This project represents the design of an automatic vacuum cleaner from dentures grinding to resolve the dentistry dust problem caused by the false tooth grinding. These dusts can spread in the air around dentistry area which causing harm to human respiration. This automatic vacuum cleaner consists of DC motor which is used as a vacuum, object detecting sensor and PIC 18F4431 microcontroller. The working plane is illuminated by LED light source within the device box. The microcontroller is programmed in C language. The vacuum start working when the sensor can detect an object which is the user's hands entering the device box and when dusts is occurring much more the user can change the speed of vacuum. Therefore the vacuum works harder to match the dust occurring rate. And when no dust is occurring in the device box the user can stop the vacuum from working manually.

กิตติกรรมประกาศ

ปริญญานิพนธ์ฉบับนี้ได้ดำเนินการไปได้ด้วยดี เพราะความช่วยเหลือจากหลายท่าน โดยเฉพาะอาจารย์ที่ปรึกษา รศ.ดร.สมชาติ จิรวิภากร และดร.นิรุช จิรสวรรณกุล ซึ่งต้องขอบพระคุณเป็นอย่างยิ่ง ท่านเป็นทั้งอาจารย์ที่ปรึกษาและให้คำแนะนำ แนวทางและข้อคิดเห็นต่างๆ ที่เป็นประโยชน์ต่อโครงงานฉบับนี้เป็นอย่างมาก ตลอดจนได้ตรวจสอบและช่วยแก้ไขปริญญานิพนธ์ฉบับนี้

ขอขอบพระคุณ อาจารย์และเจ้าหน้าที่ภาควิชาวิศวกรรมไฟฟ้าที่ให้ความช่วยเหลือและให้คำแนะนำที่ดีมาโดยตลอดและให้ยืมอุปกรณ์และสถานที่ในการทำการทดลองโครงงานนี้

ท้ายที่สุดนี้คณะผู้จัดทำ ขอกราบขอบพระคุณ บิดา มารดา และครอบครัวซึ่งให้การสนับสนุนในด้านการเงินและกำลังใจในระหว่างการทำงาน รวมทั้งเพื่อนๆ ที่ช่วยให้ความคิดเห็นและแนวทางการคิดที่เป็นประโยชน์ต่อโครงงานนี้ จึงขอขอบพระคุณไว้ ณ ที่นี้ด้วย

คณะผู้จัดทำ



สารบัญ

หน้า

บทคัดย่อภาษาไทย	I
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ	II
กิตติกรรมประกาศ	III
สารบัญ	IV
สารบัญรูปภาพ	VI
สารบัญตาราง	VIII
บทที่ 1 บทนำ	1
1.1 ความสำคัญและที่มาของปัญหา	1
1.2 วัตถุประสงค์ของโครงการ	1
1.3 ขอบเขตและข้อกำหนดของโครงการ	2
1.4 วิธีการในการทำโครงการ	2
1.5 แผนการดำเนินโครงการ	2
1.6 ประโยชน์ที่ได้รับจากโครงการ	4
บทที่ 2 ทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง	5
2.1 ไมโครคอนโทรลเลอร์	5
2.1.1 ไมโครคอนโทรลเลอร์ตระกูล PIC	5
2.1.2 โครงสร้างและการทำงานของไมโครคอนโทรลเลอร์	6
2.1.3 Microcontroller PIC เบอร์ 18F4431	8
2.2 มอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรง (DC Motor)	11
2.2.1 การแบ่งชนิดของมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรง	11
2.2.2 หลักการของมอเตอร์กระแสไฟฟ้าตรง	11
2.2.3 มอเตอร์แบบอนุกรม (Series Motor)	11
2.2.4 มอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรงแบบขนาน (Shunt Motor)	12
2.2.5 มอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรงแบบผสม (Compound Motor)	12
2.2.6 มอเตอร์ที่ใช้ในโครงการ	13
2.2.7 การควบคุมความเร็วของมอเตอร์กระแสตรง	15
2.2.8 วิธีการมอดูเลชันทางความกว้างของพัลส์(PWM)	15
2.3 DC Motor Drive	17
2.4 Sensor ตรวจสอบวัตถุ	20
2.4.1 Photoelectric Sensor	20
2.4.2 Sensor ที่ใช้งานในโครงการ	23

สารบัญ(ต่อ)

หน้า

2.5 ไฟ LED ที่ใช้ในโครงการงาน	25
2.6 power supply	27
2.6.1 แหล่งจ่ายไฟแบบเชิงเส้น หรือ Linear Power Supply	27
2.6.2 แหล่งจ่ายไฟแบบสวิตซ์ซิ่ง หรือ Switching Power Supply	28
2.6.3 Switching power supply ที่ใช้งานในโครงการงาน	31
2.7 Single Relay Board	33
2.8 วงจรรักษาระดับแรงดัน (Voltage Regulator Circuits)	34
บทที่ 3 ขั้นตอนและวิธีการดำเนินงาน	36
3.1 การออกแบบและสร้างเครื่องดูดฝุ่นอัตโนมัติ	36
3.1.1 งานทางด้านฮาร์ดแวร์	36
3.1.2 งานทางด้านซอฟต์แวร์	40
3.2 หลักการทำงานของเครื่องดูดฝุ่นอัตโนมัติ	46
3.3 โปรแกรมที่ใช้ในการควบคุมการทำงานของเครื่องดูดฝุ่นอัตโนมัติ	46
3.3.1 Flow Chart	46
3.3.2 โปรแกรมควบคุมการทำงานของเครื่องดูดฝุ่นอัตโนมัติ	48
บทที่ 4 การทดลองและผลการทดลอง	59
4.1 ผลทดสอบการทำงานของเครื่องดูดฝุ่นแบบอัตโนมัติ	59
4.2 ผลทดสอบการทำงานของเครื่องดูดฝุ่นแบบควบคุมด้วยมือ	61
บทที่ 5 สรุปผลการทดลองและข้อเสนอแนะ	64
5.1 สรุปผลการทดลอง	64
5.2 ปัญหาที่พบในการทำโครงการและแนวทางแก้ไขปัญหา	65
5.3 ข้อเสนอแนะและแนวทางการพัฒนา	65
เอกสารอ้างอิง	66
ภาคผนวก	68
ภาคผนวกก โปรแกรมที่ใช้ในโครงการงาน	68
ภาคผนวกข บทความวิชาการ	73
ภาคผนวกค ข้อมูลจำเพาะของอุปกรณ์	78
ประวัติผู้เขียน	109

สารบัญรูปภาพ

รูปที่	หน้า
รูปที่ 1.1	1
รูปที่ 2.1	7
รูปที่ 2.2	8
รูปที่ 2.3	8
รูปที่ 2.4	10
รูปที่ 2.5	13
รูปที่ 2.6	14
รูปที่ 2.7	16
รูปที่ 2.8	17
รูปที่ 2.9	18
รูปที่ 2.10	19
รูปที่ 2.11	20
รูปที่ 2.12	21
รูปที่ 2.13	22
รูปที่ 2.14	22
รูปที่ 2.15	22
รูปที่ 2.16	23
รูปที่ 2.17	25
รูปที่ 2.18	25
รูปที่ 2.19	27
รูปที่ 2.20	27
รูปที่ 2.21	28
รูปที่ 2.22	29
รูปที่ 2.23	29
รูปที่ 2.24	30
รูปที่ 2.25	30
รูปที่ 2.26	31
รูปที่ 2.27	32
รูปที่ 2.28	33
รูปที่ 2.29	34

สารบัญรูปภาพ (ต่อ)

รูปที่	หน้า
รูปที่ 2.30 วงจรเรกกูเลเตอร์	35
รูปที่ 2.31 วงจรสมมูลย์เรกกูเลเตอร์	35
รูปที่ 3.1 ตัวเครื่อง จากตู้พ่นทราย	36
รูปที่ 3.2 ตำแหน่งการติดตั้งมอเตอร์ดูดฝุ่น	36
รูปที่ 3.3 ตำแหน่งการติดตั้งเซนเซอร์	37
รูปที่ 3.4 ตำแหน่งการติดตั้งไฟ LED เส้น	37
รูปที่ 3.5 ตำแหน่งการติดตั้งแหล่งจ่ายไฟ Switching Power Supply	38
รูปที่ 3.6 ตำแหน่งการติดตั้งสวิตช์ปุ่มกด	38
รูปที่ 3.7 ตำแหน่งการติดตั้งหลอดไฟ LED แสดงสถานะ	39
รูปที่ 3.8 การติดตั้งอุปกรณ์ ภาพจากด้านหลังของเครื่อง	39
รูปที่ 3.9 การติดตั้งอุปกรณ์ ภาพจากด้านบนของเครื่อง	40
รูปที่ 3.10 การเชื่อมต่ออุปกรณ์	41
รูปที่ 3.11 วงจรไฟเลี้ยง	42
รูปที่ 3.12 วงจรการทำงานพอร์ต B	43
รูปที่ 3.13 วงจรการทำงานพอร์ต D	44
รูปที่ 3.14 วงจรการทำงานพอร์ต C	45
รูปที่ 4.1 เมื่อสอดมือเข้าไป ขณะเครื่องทำงานแบบอัตโนมัติ	58
รูปที่ 4.2 มอเตอร์หยุด ขณะเครื่องทำงานแบบอัตโนมัติ	59
รูปที่ 4.3 ระดับความเร็วในการดูดต่ำ ขณะเครื่องทำงานแบบอัตโนมัติ	59
รูปที่ 4.4 ระดับความเร็วในการดูดปานกลาง ขณะเครื่องทำงานแบบอัตโนมัติ	60
รูปที่ 4.5 ระดับความเร็วในการดูดสูง ขณะเครื่องทำงานแบบอัตโนมัติ	60
รูปที่ 4.6 Switch เปิด-ปิดไฟส่องสว่าง	61
รูปที่ 4.7 มอเตอร์หยุด ขณะเครื่องทำงานแบบควบคุมด้วยมือ	62
รูปที่ 4.8 ระดับความเร็วในการดูดต่ำ ขณะเครื่องทำงานแบบควบคุมด้วยมือ	62
รูปที่ 4.9 ระดับความเร็วในการดูดปานกลาง ขณะเครื่องทำงานแบบควบคุมด้วยมือ	63
รูปที่ 4.10 ระดับความเร็วในการดูดสูง ขณะเครื่องทำงานแบบควบคุมด้วยมือ	63

สารบัญตาราง

ตารางที่	หน้า
ตารางที่ 1.1 แผนการดำเนินโครงการประจำปี เดือน ส.ค. 2557 ถึง พ.ย. 2557	2
ตารางที่ 1.2 แผนการดำเนินโครงการประจำปี เดือน ม.ค. 2558 ถึง เม.ย. 2558	3
ตารางที่ 2.1 ข้อมูลจำเพาะของ PIC เบอร์ 18F4431	9
ตารางที่ 2.2 สเปคมอเตอร์ความเร็วรอบสูง	15



บทที่ 1

บทนำ

1.1 ความสำคัญและที่มาของปัญหา

ในปัจจุบันการกรอฟันปลอมเพื่อปรับปรุงทรงของฟันให้ได้ตามที่ต้องการ และเป็นธรรมชาติ โดยให้มีผลต่อสุขภาพช่องปากน้อยที่สุด ซึ่งการกรอฟันดังกล่าวได้มีการทำกันอย่างแพร่หลาย ทั้งในโรงพยาบาลและคลินิกทันตกรรมทั่วไป โดยมีวิธีการคือ แพทย์จะใช้เป็นเครื่องกรอฟันปลอม (สำหรับฟันปลอมถาวร ชนิดถอดได้) เพื่อแต่งชิ้นงานทางทันตกรรมภายนอกช่องปาก การนำชิ้นงานมากรอแต่งนอกช่องปาก ช่วยให้ผู้ป่วยไม่ต้องอ้าปากเป็นเวลานาน และยังช่วยให้ทันตแพทย์สามารถกรอแต่งชิ้นงานให้เหมาะสมและใกล้เคียงกับฟันธรรมชาติที่สุด ก่อนนำมาใส่ให้ผู้ป่วยจริง ช่วยลดปัญหาการแก้ไขฟันปลอมหลายๆ ครั้ง ทำให้การใส่ฟันแต่ละชนิดมีความสวยงามและไม่ต้องใช้เวลาการรักษาที่ยาวนานเกินไป ซึ่งจะพบวาระหว่างที่แพทย์ทำการกรอฟันปลอม ฝุ่นละอองจากการกรอฟันดังกล่าวจะลอยตามอากาศ บางส่วนตกลงตามพื้น ผู้ที่อยู่บริเวณโดยรอบรวมถึงแพทย์อาจจะสูดดมเข้าไป ทำให้เป็นผลเสียต่อร่างกาย ดังนั้นผู้วิจัยจึงได้คิดเครื่องมือที่สามารถกำจัดฝุ่นละอองที่เกิดจากการกรอฟัน โดยเครื่องดูดฝุ่นอัตโนมัติ ซึ่งควบคุมการทำงานด้วยไมโครคอนโทรลเลอร์ เขียนโปรแกรมคำสั่งเป็นภาษาซีให้อุปกรณ์ต่างๆ ทำงานร่วมกันอย่างมีประสิทธิภาพ



รูปที่ 1.1 ฝุ่นละอองที่เกิดจากการกรอฟันปลอม

1.2 วัตถุประสงค์ของโครงการ

1.2.1 เพื่อสร้างเครื่องดูดฝุ่นอัตโนมัติ เพื่อกำจัดฝุ่นละอองที่เกิดจากการกรอฟันปลอม ซึ่งยังไม่มีใช้งานในปัจจุบัน

1.2.2 สามารถนำเครื่องดูดฝุ่นอัตโนมัติ ไปใช้งานได้จริงในทางการแพทย์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1.6 ประโยชน์ที่ได้รับจากโครงการ

- 1.6.1 เป็นต้นแบบในการพัฒนาระบบทั้งด้านฮาร์ดแวร์และซอฟต์แวร์ของเครื่องดูดฝุ่นอัตโนมัติ
- 1.6.2 สามารถเขียนโปรแกรมภาษาซี ป้อนเข้าไมโครคอนโทรลเลอร์เพื่อใช้ในการควบคุมการทำงานของเครื่องดูดฝุ่นอัตโนมัติ
- 1.6.3 สามารถกำจัดฝุ่นที่เกิดจากการกรอฟันปลอม อันเป็นประโยชน์ในทางการแพทย์



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 2

เอกสารที่เกี่ยวข้อง

2.1 ไมโครคอนโทรลเลอร์

ปัจจุบันเทคโนโลยีไมโครคอนโทรลเลอร์ ได้มีการพัฒนาให้มีความสามารถในการประมวลผลข้อมูลได้รวดเร็วและมีราคาไม่แพง ง่ายต่อการศึกษาเรียนรู้และออกแบบ สามารถเขียนโปรแกรมชุดคำสั่งได้หลายภาษา ตลอดจนมีโปรแกรมช่วยสนับสนุนจำนวนมากเพื่อช่วยในการออกแบบพัฒนาระบบ จึงทำให้มีการนำเอาไมโครคอนโทรลเลอร์มาใช้กันอย่างแพร่หลายในวงจรอิเล็กทรอนิกส์ต่างๆ ไมโครคอนโทรลเลอร์ (Microcontroller) คือ ชิปอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ประมวลผลอย่างหนึ่ง ทำหน้าที่ประมวลผลตามโปรแกรมหรือชุดคำสั่ง โครงสร้างภายในเป็นวงจรรวมขนาดใหญ่ประกอบไปด้วย หน่วยคำนวณทางคณิตศาสตร์และลอจิก บัสต่าง ๆ พอร์ต รีจิสเตอร์ หน่วยความจำ วงจรนับ และวงจรจับเวลา รวมกันอยู่ภายในชิป

2.1.1 ไมโครคอนโทรลเลอร์ตระกูล PIC

ไมโครคอนโทรลเลอร์ตระกูล PIC ของบริษัท ไมโครชิป จำกัด ที่นิยมในปัจจุบันถูกนำไปใช้ในอุปกรณ์และควบคุมในอุตสาหกรรม เป็นจำนวนมาก ตัวชิปง่ายต่อการประกอบมีจำนวนขาตั้งแต่ 6 ขาจนถึง 80 ขา และมีหน่วยความจำโปรแกรมให้เลือกตั้งแต่ 384 ไบต์ ถึง 128 กิโลไบต์ PIC คือ ไมโครคอนโทรลเลอร์ (Microcontroller) อีกตระกูลหนึ่ง ย่อมาจากคำว่า Peripheral Interface Controller ซึ่งรวมเอาทุกอย่างเอาไว้ในตัว มีหน่วยความจำโปรแกรมหน่วยความจำข้อมูล RAM, EEPROM, ไทม์เมอร์, USB, I2C, PWM, A/D ฯลฯ โดยไม่จำเป็นต้องต่ออุปกรณ์เสริมจากภายนอก

คุณลักษณะทั่วไปของไมโครคอนโทรลเลอร์ตระกูล PIC

- หน่วยความจำแบบแฟลชโปรแกรม และลบได้หลายครั้ง
- หน่วยความจำแบบโปรแกรมได้ครั้งเดียว OTP (One Time Programmable)
- หน่วยความจำ ROM (Read Only Memory) โปรแกรมและลบได้หลายครั้ง

วิธีลบโดยใช้แสงอัลตราไวโอเล็ต

- มีจำนวนขาตั้งแต่ 4 ขา จนถึงมากกว่า 120 ขา
- ขนาดหน่วยความจำ 0.5 - 512K
- ชิพ็ยเป็นแบบ RISC มีคำสั่งใช้งานประมาณ 35 คำสั่ง
- ความถี่สัญญาณนาฬิกา ตั้งแต่ไฟตรงถึงสูงสุด 80MHz
- ดิจิตอล I/O พอร์ต
- มีช่องอะนาลอกอินพุต
- มีโมดูลเปรียบเทียบแรงดันอะนาลอก
- มีไทม์เมอร์ภายใน
- กระแสซอร์สและกระแสซิงค์สูง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- ตอบสนองแหล่งกำเนิดการอินเตอร์รัปต์ทั้งภายในและภายนอก
- มีวงจรเพาเวอร์อนรีเซต (POR)
- เพาเวอร์อัปโทเมอร์ (PWRT)
- มีโหมดประหยัดพลังงานหรือสแตนด์บาย
- มีวอตช์ด็อกโทเมอร์ (WDT)
- มีวงจร USB เชื่อมต่ออุปกรณ์ภายนอก
- สามารถเลือกป้องกันข้อมูลทั้งในหน่วยความจำโปรแกรมและหน่วยความจำ

ข้อมูล

- สามารถเลือกใช้วงจรกำเนิดสัญญาณนาฬิกาได้ดังนี้
 1. EC ใช้สัญญาณนาฬิกาจากภายนอก
 2. ER ใช้ตัวต้านทาน
 3. INTRC ใช้ตัวต้านทานและคาปาซิเตอร์ร่วมกับสัญญาณนาฬิกา

ภายใน PIC เอง

4. LP ใช้คริสตอลพลังงานต่ำ ความถี่สูงสุดไม่เกิน 200 kHz
 5. XT ใช้คริสตอลความถี่ตั้งแต่ 100 kHz – สูงสุดไม่เกิน 4MHz
 6. HS ใช้คริสตอลความถี่สูงสุดไม่เกิน 20MHz
- ไฟเลี้ยง +3 V ถึง +5.5 V
 - มีโมดูล PWM (Pulse Width Modulated)
 - มีโมดูลสื่อสารข้อมูลอนุกรม USART

2.1.2 โครงสร้างและการทำงานของไมโครคอนโทรลเลอร์

โครงสร้างเบื้องต้นของไมโครคอนโทรลเลอร์ ประกอบไปด้วยส่วนประกอบหลักต่างๆ

ดังนี้

1. หน่วยประมวลผลกลางหรือซีพียู (CPU : Central Processing Unit) ทำหน้าที่ประมวลผลข้อมูลตามคำสั่งโปรแกรม ส่วนรีจิสเตอร์จะเก็บข้อมูลและกำหนดการทำงานของไมโครคอนโทรลเลอร์การทำงานของซีพียูมี 2 จังหวะคือ เฟตช์ (Fetch) และ เอ็กซีคิวต์ (Executed) เริ่มจากการเฟตช์ คือการอ่านคำสั่งแล้วทำการถอดรหัสคำสั่งเป็นภาษาเครื่องจากนั้นจังหวะเอ็กซีคิวต์ กระทำตามคำสั่งโปรแกรมจนเสร็จ

2. หน่วยความจำโปรแกรม (Program Memory) ทำหน้าที่เก็บโปรแกรมเพื่อส่งให้กับซีพียู ทำการประมวลผลที่นิยมจะมี 3 แบบคือ

1) แบบอีพรอม (EPROM : Erasable Programmable Read Only Memory) มีแบบโปรแกรมได้ครั้งเดียว และแบบโปรแกรมได้หลายครั้ง การลบต้องใช้แสงอุลตราไวโอเล็ต ถ้าแบบโปรแกรมได้ครั้งเดียวจะไม่สามารถลบและโปรแกรมใหม่ได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2) แบบอีอีพรอม (EEPROM : Electrically Erasable Programmable Read Only Memory) เป็นหน่วยความจำที่ลบและเขียนใหม่ได้ด้วยไฟฟ้า ปัจจุบันไม่นิยมเพราะมีราคาแพง

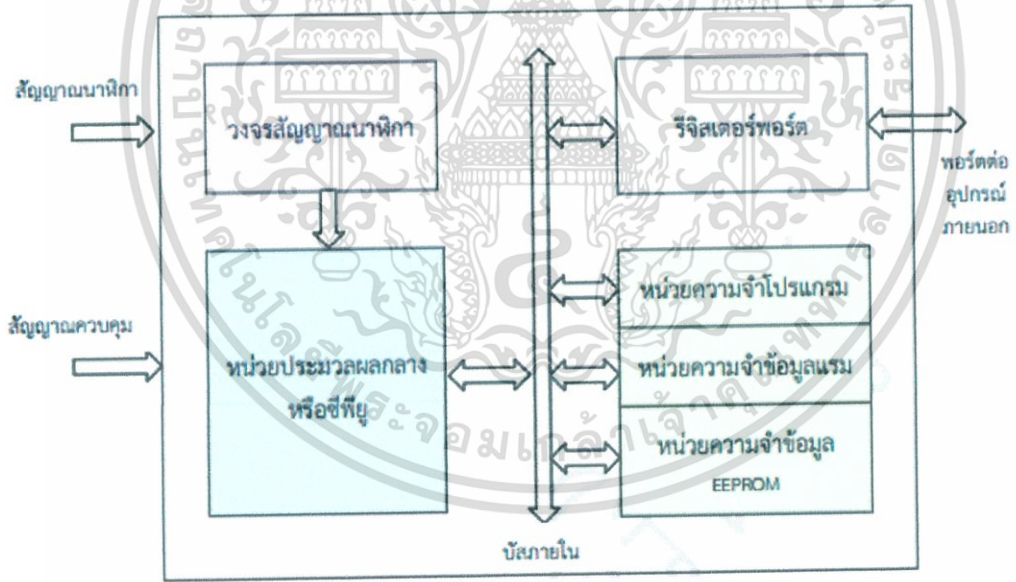
3) แบบแฟลช (Flash) หน่วยความจำชนิดนี้สามารถลบและเขียนใหม่ได้ด้วยสัญญาณไฟฟ้าเป็นที่นิยมมากเพราะราคาไม่แพง ขนาดของหน่วยความจำโปรแกรมขึ้นอยู่กับตระกูลและเบอร์ของไมโครคอนโทรลเลอร์ว่ากี่บิต และมีขนาดความจุเท่าไร เช่น ใน PIC16F877 มีหน่วยความจำโปรแกรม 8192 x 14 บิต

3. หน่วยความจำข้อมูลแรม (Data Memory) ทำหน้าที่เก็บข้อมูลจากการประมวลผลของซีพียู

4. หน่วยความจำข้อมูล EEPROM เป็นหน่วยความจำที่มีไมโครคอนโทรลเลอร์บางรุ่น ทำหน้าที่เก็บข้อมูลไว้แม้ไม่มีไฟเลี้ยง การอ่านและเขียนจะใช้สัญญาณไฟฟ้า

5. รีจิสเตอร์พอร์ต (Register Space) เป็นหน่วยความจำพิเศษสามารถอ่านเขียนได้ตลอดเวลาทำหน้าที่เก็บข้อมูลในการท างานของไมโครคอนโทรลเลอร์ แสดงสถานะของการทำงาน กำหนดการท างานไมโครคอนโทรลเลอร์ เป็นขาพอร์ตติดต่อสื่อสารข้อมูลที่ได้รับเข้ามาทางขาอินพุตและส่งข้อมูลออกทางเอาต์พุตไปยังอุปกรณ์ภายนอก

6. วงจรสัญญาณนาฬิกา ทำหน้าที่ควบคุมจังหวะการทำงานของไมโครคอนโทรลเลอร์



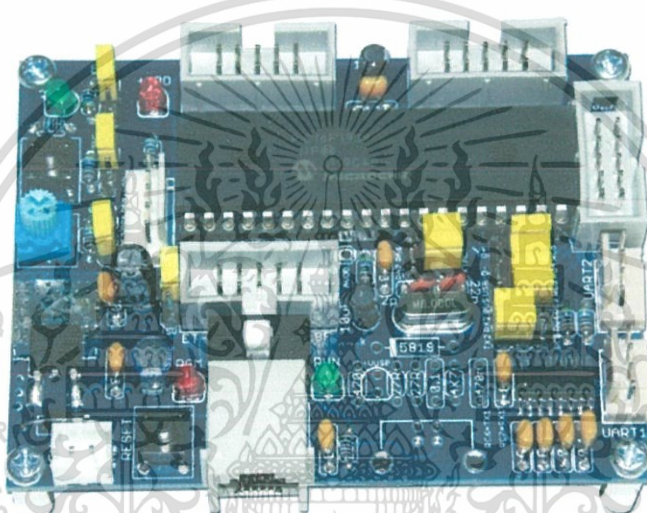
รูปที่ 2.1 โครงสร้างเบื้องต้นของไมโครคอนโทรลเลอร์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.1.3 Microcontroller PIC เบอร์ 18F4431



รูปที่ 2.2 PIC เบอร์ 18F4431



รูปที่ 2.3 บอร์ดแผงวงจรควบคุม ET-BASE พร้อมกับ PIC เบอร์ 18F4431

ข้อมูลเกี่ยวกับไมโครคอนโทรลเลอร์เบอร์ PIC 18F4431

ไมโครคอนโทรลเลอร์ที่จะนำมาใช้งานคือเบอร์ PIC 18F4431 เป็นของผู้ผลิต Microchip Technology ซึ่งเป็นไมโครคอนโทรลเลอร์ที่มีความกว้างของบัสข้อมูล 8 Bit มีค่าความถี่ Clock สูงสุด 40 MHz มีขนาดของหน่วยความจำของโปรแกรม 16kB และมีขนาดของ RAM 768 B โดยไมโครคอนโทรลเลอร์ตระกูลนี้ ได้รับความนิยมอย่างแพร่หลาย เนื่องจากเป็นไมโครคอนโทรลเลอร์ ที่มีการประมวลผลแบบ RISC Processor (RISC : Reduced Instruction Set Computer) โดยใช้คำสั่งการประมวลผลเพียง 33 - 35 คำสั่ง และใช้เวลาในการประมวลคำสั่งเพียง 1 หรือ 2 machine cycle ต่อคำสั่งเท่านั้น การประมวลผลคำสั่งเป็นลักษณะ Pipe Line คือขณะประมวลผลคำสั่งแรกจะทำการโหลดคำสั่งถัดไปมาเตรียมรอไว้ทำให้การทำงานที่รวดเร็วมาก นอกจากนั้นในตัวโครงสร้างยังประกอบด้วย ฮาร์ดแวร์ฟังก์ชันโมดูลสำหรับใช้งานพิเศษต่างๆ มากมาย เช่น โมดูล Analog to Digital Converter , USART , Timer / Counter , SPI , Compare / Capture / PWM . I2C เป็นต้น โมดูลเหล่านี้ล้วนเพิ่ม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ขีดความสามารถให้นำไปใช้งานได้อย่างแพร่หลาย ประกอบกับมีเครื่องมือในการพัฒนาที่เพียบพร้อมอีกด้วย

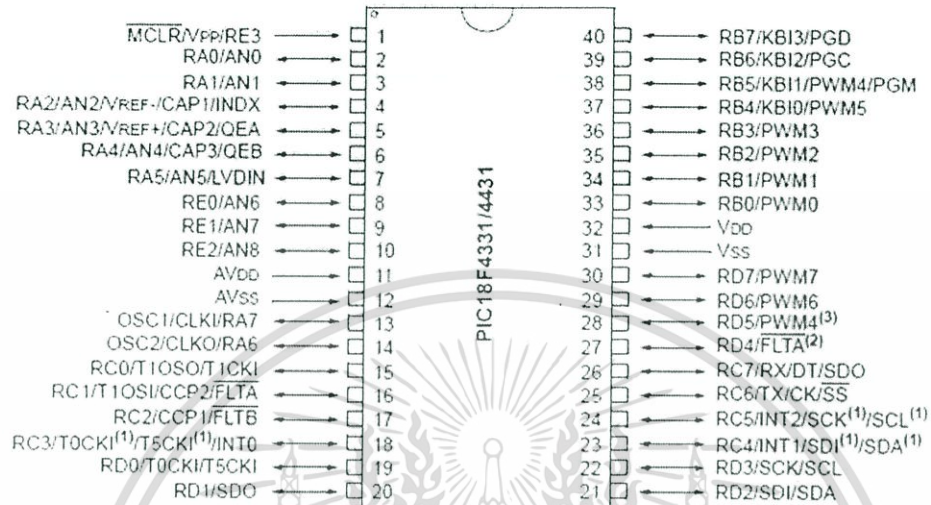
ตารางที่ 2.1 ข้อมูลจำเพาะของ PIC เบอร์ 18F4431

ผู้ผลิต	Microchip
แกนหลัก	PIC
ความกว้างของบัสข้อมูล	8 Bit
ค่าสูงสุดของความถี่นาฬิกา	40 MHz
ขนาดหน่วยความจำของโปรแกรม	16 kB
ขนาดข้อมูลใน RAM	768 B
ช่องสัญญาณที่สามารถใช้งานได้	9
ขนาดบิตอนาล็อก/ดิจิทัล	10 Bit
การจ่ายแรงดันที่ใช้งาน	1.8 V – 5.5 V
ค่าสูงสุดของอุณหภูมิในการใช้งาน	85 C°
รูปแบบการผลิต	SMD/SMT
ประเภทของอินเตอร์เฟส	EUSART, MI2C, SPI
ค่าต่ำสุดของอุณหภูมิในการใช้งาน	-40 C°
จำนวนอุปกรณ์ขาเข้า/ขาออก	36 I/O
จำนวนตัวจับเวลา	5 Timer
ตัวแปลงอนาล็อกเป็นดิจิทัลบนชิป	Yes
การบรรจุ	Tray
ซีรีย์ตัวประมวลผล	PIC 18
ประเภทโปรแกรมหน่วยความจำ	Flash
ระดับ	PIC 18

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Pin Diagrams (Continued)

40-Pin PDIP



- Note 1: RC3 is the alternate pin for T0CKI/T5CKI, RC4 is the alternate pin for SDI/SDA, RC5 is the alternate pin for SCK/SCL
- 2: RD4 is the alternate pin for FLTA
- 3: RD5 is the alternate pin for PWM4

รูปที่ 2.4 แผนผังของไมโครคอนโทรลเลอร์ PIC เบอร์ 18F4431

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.2 มอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรง (DC Motor)

2.2.1 การแบ่งชนิดของมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรง แบ่งออกได้ดังนี้

มอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรงแบ่งออกเป็น 3 ชนิดได้แก่

1. มอเตอร์แบบอนุกรมหรือเรียกว่าซีรีย์มอเตอร์ (Series Motor)
2. มอเตอร์แบบอนุขนานหรือเรียกว่าชันทมอเตอร์ (Shunt Motor)
3. มอเตอร์ไฟฟ้าแบบผสมหรือเรียกว่าคอมพาวด์มอเตอร์ (Compound Motor)

มอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรงเป็นต้นกำลังขับเคลื่อนที่สำคัญอย่างหนึ่งในโรงงานอุตสาหกรรม เพราะมีคุณสมบัติที่เด่นในด้าน การปรับความเร็วได้ตั้งแต่ความเร็วต่ำจนถึงสูง นิยมใช้กันมากในโรงงานอุตสาหกรรม เช่น โรงงานทอผ้า โรงงานเส้นใย โพลีเอสเตอร์ โรงงานกลึงโลหะ หรือให้ เป็นต้น กำลังในการขับเคลื่อนรถไฟไฟฟ้า เป็นต้น ในการศึกษาเกี่ยวกับมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรงจึงควรรู้จักอุปกรณ์ต่าง ๆ ของมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรงและเข้าใจถึงหลักการทำงานของมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรงแบบต่างๆ

2.2.2 หลักการของมอเตอร์กระแสไฟฟ้าตรง

หลักการของมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรง (Motor Action) เมื่อเป็นแรงดันกระแสไฟฟ้าตรงเข้าไปในมอเตอร์ ส่วนหนึ่งจะแปร่งผ่านคอมมิวเตเตอร์เข้าไปในขดลวดอาร์มาเจอร์สร้างสนามแม่เหล็กขึ้นและกระแสไฟฟ้าอีกส่วนหนึ่งจะไหลเข้าไปในขดลวดสนามแม่เหล็ก (Field coil) สร้างขั้วเหนือ-ใต้ นั้นจะเกิดสนามแม่เหล็ก 2 สนาม ในขณะเดียวกัน ตามคุณสมบัติของเส้นแรงแม่เหล็กจะไม่ตัดกันทิศทางตรงข้ามจะหักล้างกันและทิศทางเดียวจะเสริมแรงกันทำให้เกิดแรงบิดในตัวอาร์มาเจอร์ซึ่งวางแกนเพลลาและแกนเพลลานี้สวมอยู่กับตัวลูกปืนของมอเตอร์ ทำให้อาร์มาเจอร์หมุนได้ขณะที่ตัวอาร์มาเจอร์ทำหน้าที่หมุนได้นั้นเรียกว่า โรเตอร์ (Rotor) ซึ่งหมายความว่าตัวหมุนการที่อำนาจเส้นแรงแม่เหล็กทั้งสองมีปฏิกิริยาต่อกันทำให้ขดลวดอาร์มาเจอร์หรือ โรเตอร์หมุนไปนั้น เป็นไปตามกฎซ้ายของเฟลมมิ่ง (Fleming left hand rule)

2.2.3 มอเตอร์แบบอนุกรม (Series Motor)

คือ มอเตอร์ที่ต่อขดลวดสนามแม่เหล็กอนุกรมกับอาร์มาเจอร์ของมอเตอร์ชนิดนี้ว่า ซีรีย์ฟิลด์ (Series Field) มีคุณลักษณะที่ดีคือให้แรงบิดสูงนิยมใช้เป็นต้นกำลังของรถไฟฟ้ารถยกของเครนไฟฟ้าความเร็วรอบของมอเตอร์อนุกรมเมื่อไม่มีโหลดความเร็วจะสูงมากแต่ถ้ามีโหลดมาต่อความเร็วก็จะลดลงตามโหลด โหลดมากหรือทำงานหนักความเร็วลดลง แต่ขดลวดของมอเตอร์ไม่เป็นอันตรายจากคุณสมบัตินี้จึงนิยมนำ มาใช้กับเครื่องใช้ไฟฟ้าในบ้านหลายอย่าง เช่น เครื่องดูดฝุ่น เครื่องผสมอาหาร ส่วนไฟฟ้าจักรเย็บผ้า เครื่องเป่าผม มอเตอร์กระแสตรงแบบอนุกรมใช้งานหนักได้ดีเมื่อใช้งานหนักกระแสจะมากความเร็วรอบจะลดลงเมื่อไม่มีโหลดมาต่อความเร็วจะสูงมากอาจเกิดอันตรายได้ดังนั้น เมื่อเริ่มสตาร์ทมอเตอร์แบบอนุกรมจึงต้องมีโหลดมาต่ออยู่เสมอ

2.2.4 มอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรงแบบขนาน (Shunt Motor)

หรือเรียกว่า ขั้วขั้วมอเตอร์มอเตอร์ แบบขนานนี้ขดลวดสนามแม่เหล็กจะต่อ(Field Coil) จะต่อขนานกับขดลวด ขุดอามเจอร์มอเตอร์แบบขนานนี้มีคุณลักษณะมีความเร็วคงที่แรงบิดเริ่มหมุนต่ำ แต่ความเร็วรอบคงที่ขั้วขั้วมอเตอร์ส่วนมากเหมาะกับงานดังนี้พัฒนาเพราะพัฒนาต้องการความเร็วคงที่และ ต้องการเปลี่ยนความเร็วได้ง่าย

2.2.5 มอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรงแบบผสม (Compound Motor)

หรือเรียกว่า คอมปาวด์มอเตอร์ มอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรงแบบผสมนี้จะนำคุณลักษณะที่ดีของมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรง แบบขนาน และแบบอนุกรมมารวมกัน มอเตอร์แบบผสม มีคุณลักษณะพิเศษคือมีแรงบิดสูง (High starting torque) แต่ความเร็วรอบคงที่ ตั้งแต่นั้นไม่มีโหลดจนกระทั่งมีโหลดเต็มที่มีมอเตอร์แบบผสมมีวิธีการต่อขดลวดขนานหรือขดลวดชั้นที่อยู่ 2 วิธี

วิธีที่ 1 ใช้ต่อขดลวดแบบขนานกับขดลวดอามเจอร์เรียกว่า ซอทชั๊นท์(Short Shunt Compound Motor)

วิธีที่ 2 คือต่อขดลวด ขนานกับขดลวดอนุกรมและขดลวดอามเจอร์เรียกว่า ลองชั๊นท์คอมปาวด์มอเตอร์(Long shunt motor)

ข้อดีของ DC motor คือ

1. การควบคุมแรงบิดหรือความเร็วทำได้ง่ายและดี
2. มีผลตอบสนองต่อการเปลี่ยนแปลง (response) ได้รวดเร็ว
3. การปรับความเร็วสามารถทำได้ในช่วงกว้าง

ข้อเสียของ DC motor คือ

1. การบำรุงรักษาสูงมากเนื่องจากมีส่วนสึกหรอของแปรงถ่าน
2. ราคาแพงมากเมื่อเทียบกับ AC motor ที่มีขนาดกำลังแรงม้าเท่ากัน
3. มีขนาดใหญ่กว่า AC motor ที่มีขนาดกำลังแรงม้าเท่ากัน
4. หาแหล่งจ่ายที่เป็นไฟกระแสตรงได้ยาก
5. ไม่สามารถนำไปใช้ในที่มีสารไวไฟได้

2.2.6 มอเตอร์ที่ใช้ในโครงการ

โดยมอเตอร์ที่ใช้ในโครงการนี้ เป็นมอเตอร์ที่ดัดแปลงจากอะไหล่มอเตอร์เครื่องดูดฝุ่น จากพานาโซนิค โดยการนำเอามอเตอร์กระแสสลับที่อยู่ภายในอะไหล่ ออก และนำแกนมอเตอร์ กระแสตรง 12 โวลต์ ใส่เข้าไปเพื่อหมุนใบพัด

- อะไหล่มอเตอร์เครื่องดูดฝุ่น Panasonic



รูปที่ 2.5 อะไหล่มอเตอร์เครื่องดูดฝุ่น Panasonic

คุณสมบัติการใช้งาน

- ใช้กับยี่ห้อ : สามารถดัดแปลงใช้กับ Panasonic , SAMSUNG , HITACHI ได้
- เส้นผ่านศูนย์กลางฐาน : 12 cm.
- ความหนาของฐาน : 3.9 cm.
- เป็นอะไหล่มอเตอร์เครื่องดูดฝุ่น จากโรงงานที่ทำส่งพานาโซนิค มีขดลวดทองแดงหนาใช้ได้

ทนทานกว่าของเดิม (Permanentmagnet) ใช้กับไฟฟ้ากระแสสลับ 220-240 V ใช้ได้กับเครื่องดูดฝุ่น ขนาด 1000-1800W

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- DC Motor



รูปที่ 2.6 High Speed DC Motor RS-755 12v 20,000 rpm

คุณสมบัติการใช้งาน

มอเตอร์กระแสตรง รุ่น RS - 755, คาร์บอนแปรงมอเตอร์กระแสตรง, กระจบอก, ขนาด 42x60 มม. เพลา ความยาว 5 มม. สกรูยึด 2-ม 4.0 มม. แรงดันไฟฟ้าขาเข้า 6~36v, ขณะไม่มีโหลดความเร็วประมาณ 2,000~25,000 rpm, เอาร์ทพุทประมาณ 5~200w เหมาะสำหรับเครื่องมือไฟฟ้า, เจาะและสกรูไดรเวอร์, น้ำมันปื้มและปั้มลม เป็นต้น

Details

Voltage	: 3-36VDC
Speed	: 2,000-25,000 rpm
Continuous Current(A)	: 0.2-20 A
Output Power	: 5-200 W
Toque	: more than 250 g.cm
Type of Motor	: Micro Motor (High Speed)
Brand Name	: Kingo
Commutation	: Brush
Type of Brush	: Carbon
Construction	: Permanent Magnet
Place of Origin	: China

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 2.2 สเปคมอเตอร์ความเร็วรอบสูง

Model	Voltage		No Load		At Max. Efficiency					Stall
	Operating Range(V)	Nominal V	Speed rpm	Current A	Speed rpm	Current A	Toque g.cm	output w	Eff %	Toque g.cm
Rs-750s-8523	4.8~9.6	6.0	13,500	2.06	11,400	13.50	480.0	56.17	69.3	3,086
Rs-750s-7034	6.0~15.0	12.0	15,400	2.05	13,500	14.20	820	113.63	66.7	6,646
Rs-750s-8027	6.0~12.0	12.0	22,300	2.500	18,900	15.20	610.0	118.34	64.9	4,001
Rs-755s-3570	12.0~24.0	24.0	9,200	0.350	7,500	2.06	420.0	32.33	65.4	2,273
Rs-755s-27100	12.0~24.0	12.0	2,500	0.25	1,940	0.80	250.0	4.98	51.9	1,116
Rs-755s-8016	6.0~14.4	14.4	20,500	2.40	17,730	15.30	960.0	174.71	79.3	7,105

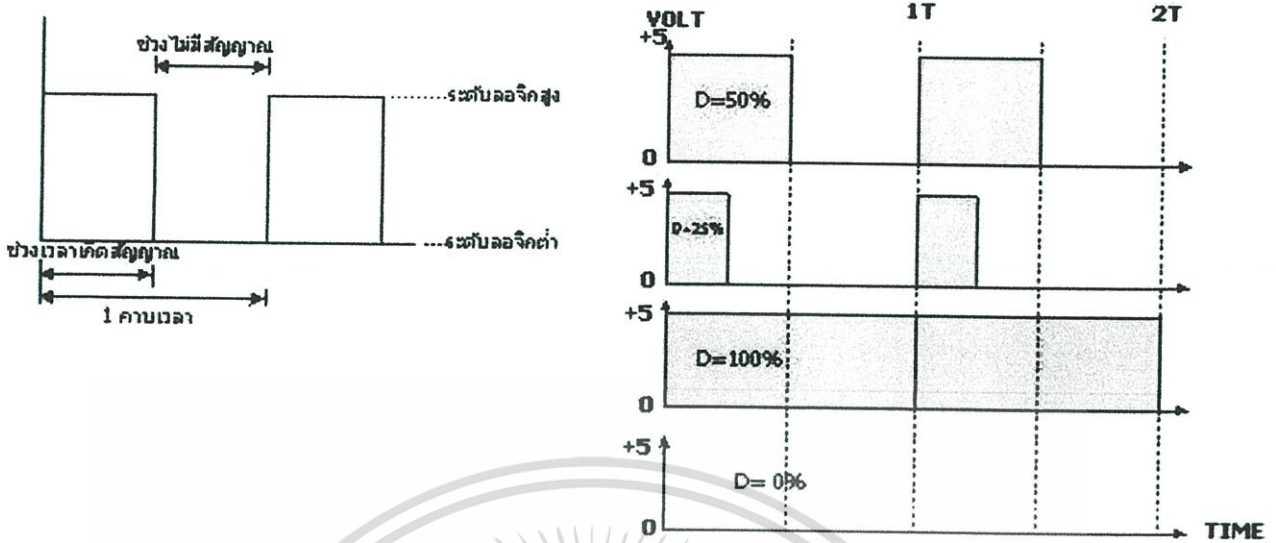
2.2.7 การควบคุมความเร็วของมอเตอร์กระแสตรง

การควบคุมความเร็วของมอเตอร์กระแสตรงมีหลายวิธีด้วยกัน ซึ่งอาจจะใช้วิธีการควบคุมแบบพื้นฐานทั่วไปเช่นการควบคุมด้วยวิธีการใช้ตัวต้านทานปรับค่าโดยต่ออนุกรมกับมอเตอร์ หรือใช้วิธีการการควบคุมโดยการเปลี่ยนค่าของระดับแรงดันที่ป้อนให้กับมอเตอร์ แต่การควบคุมในวิธีดังกล่าวถึงแม้ว่าจะควบคุมความเร็วมอเตอร์ให้คงที่ได้ แต่ที่ความเร็วต่ำจะส่งผลให้แรงบิดต่ำไปด้วย ดังนั้นเราจึงเลือกใช้วิธีการควบคุมโดยการจ่ายกระแสไฟให้กับมอเตอร์เป็นช่วงๆ โดยอาศัยกระแสไฟที่ป้อนให้กับมอเตอร์ให้เป็นค่าเฉลี่ยที่เกิดขึ้นในแต่ละช่วง ซึ่งเราเรียกว่าวิธีการของการมอดูเลชันทางความกว้างของพัลส์ PWM (Pulse Width Modulation)

2.2.8 วิธีการมอดูเลชันทางความกว้างของพัลส์ (PWM)

การมอดูเลชันทางความกว้างของพัลส์ PWM (Pulse Width Modulation) จะเป็นการปรับเปลี่ยนที่สัดส่วน และความกว้างของสัญญาณพัลส์ โดยความถี่ของสัญญาณพัลส์จะไม่มีเปลี่ยนแปลง หรือเป็นการเปลี่ยนแปลงที่ค่าของดิวตี้ไซเคิล (duty cycle) นั้นเอง ซึ่งค่าของดิวตี้ไซเคิลคือ ช่วงความกว้างของพัลส์ที่มีสถานะลอจิกสูง โดยคิดสัดส่วนเป็นเปอร์เซ็นต์จากความกว้างของพัลส์ทั้งหมด ยกตัวอย่างเช่น ถ้าหากค่าดิวตี้ไซเคิลมีค่าเท่ากับเท่ากับ 50% ก็หมายถึงใน 1 รูปสัญญาณพัลส์จะมีช่วงของสัญญาณที่เป็นสถานะลอจิกสูงอยู่ครึ่งหนึ่ง และสถานะลอจิกต่ำอยู่อีกครึ่งหนึ่ง ดังรูป 6.27 และในทำนองเดียวกันถ้าหากค่าดิวตี้ไซเคิลมีค่ามาก หมายความว่าความกว้างของพัลส์ที่เป็นสถานะลอจิกสูงจะมีความกว้างมากขึ้น หากค่าดิวตี้ไซเคิลมีค่าเท่ากับ 100% ก็หมายความว่าไม่มีสถานะลอจิกต่ำเลย ซึ่งค่าดิวตี้ไซเคิลสามารถ จะหาได้จากค่าความสัมพันธ์ดังนี้

$$\text{ค่าดิวตี้ไซเคิล} = (\text{ช่วงของสัญญาณพัลส์} / \text{คาบเวลาทั้งหมดของสัญญาณ}) \times 100\%$$



รูปที่ 2.7 ความกว้างของพัลส์ขนาดต่างๆ และค่าดีวตีไซเคิล ของช่วงพัลส์ที่มีความถี่คงที่

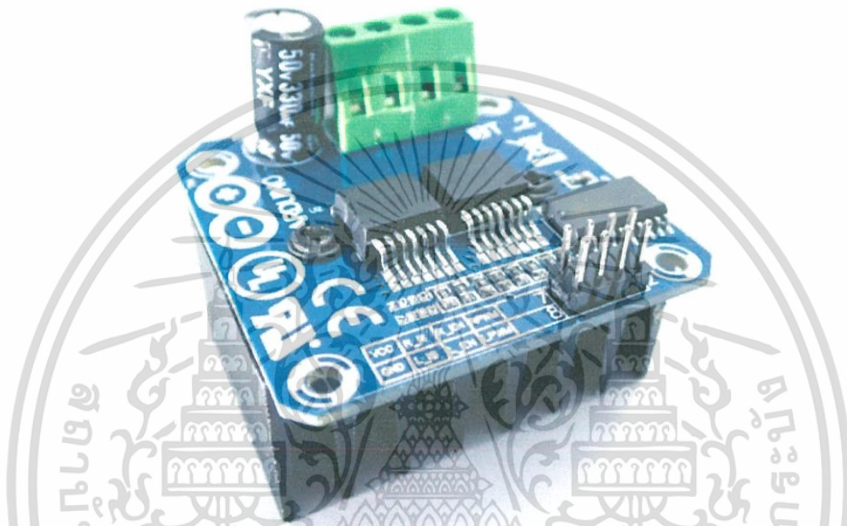


เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.3 DC Motor Drive

ในโครงการนี้จะเลือกใช้ BTS7960 H-Bridge DC Motor Drive (6-27V 43A Max) Module ในการขับมอเตอร์กระแสตรง เนื่องจากการขณะใช้งานมอเตอร์ พบว่า มีกระแสสูงสุดถึง 20 A จึงต้องเลือกใช้ตัวขับเคลื่อนมอเตอร์ที่รองรับกระแสสูงได้

โมดูลขับดีซีมอเตอร์ บอร์ดขับมอเตอร์ DC แบบ H-Bridge ตัวบอร์ดใช้ IC เบอร์ BTS7960B 2 ตัว พร้อม Heatsink ตัวไอซีรับกระแสสูงสุดได้ 43A (Peak) เหมาะกับใช้ควบคุมมอเตอร์ 12 - 24V ขนาดไม่เกิน 200W รองรับความถี่ PWM สูงสุด 25kHz ควบคุมมอเตอร์หมุนกลับทางได้



รูปที่ 2.8 BTS7960 H-Bridge DC Motor Drive (6-27V 43A Max) Module

คุณสมบัติการใช้งาน

- ใช้สำหรับขับดีซีมอเตอร์ที่ต้องการกระแสสูงๆ
- ใช้สัญญาณ PWM ในการควบคุมความเร็ว รองรับความเร็ว ของ PWM ได้ถึง 25 KHz
- สามารถควบคุมมอเตอร์หมุนซ้าย ขวา (กลับทาง) ได้
- แรงดันไฟเลี้ยงมอเตอร์ : 6-27Vdc
- กระแสเอาต์พุตสูงสุด: 40A Max (กำหนดจากสเปคของ BTS7960) ในทางปฏิบัติควรใช้กระแสไม่เกิน 20A เพื่อความปลอดภัย
- แรงดันอินพุต (PWM) สำหรับใช้ควบคุม: 3.3-5Vdc

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

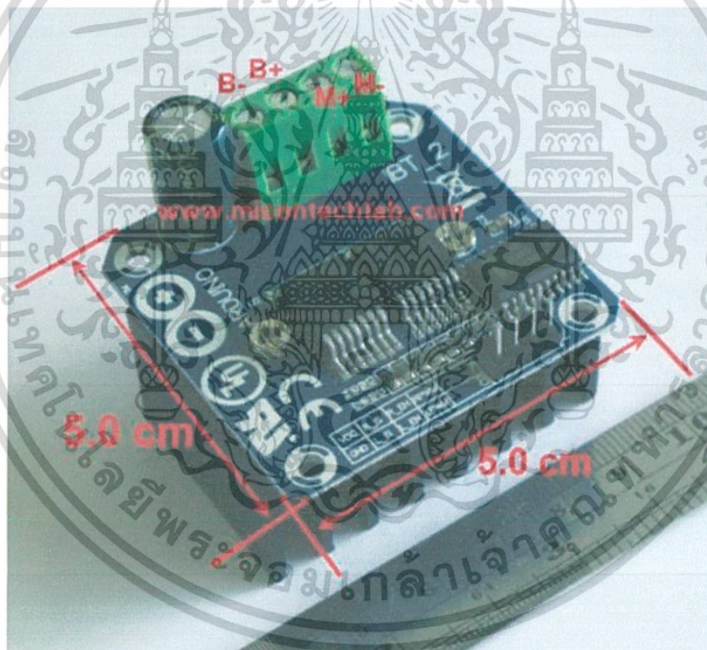
- ไอซี BTS7960 มีระบบป้องกันดังต่อไปนี้

- Undervoltage Shutdown: (ถ้าแหล่งจ่ายไฟให้มอเตอร์ต่ำกว่า 5.5 V ไอซีจะหยุดทำงานจนกว่าแรงดันจะเพิ่มขึ้นเป็น 5.5V ขึ้นไป
- Over temperature protection: ถ้าอุณหภูมิภายในตัวไอซีสูงเกินค่าที่กำหนดไว้ ไอซีจะหยุดทำงาน
- Current Limitation: มีระบบป้องกันกระแสเกิน 43A

การต่อใช้งาน

การต่อใช้งานทางเอาต์พุต

- ขา B+ : ขั้วบวกแหล่งจ่ายไฟสำหรับมอเตอร์ (ใช้แรงดัน 6-27Vdc)
- ขา B- : กราวด์ของแหล่งจ่ายไฟสำหรับมอเตอร์
- ขา M+ : ขั้วบวกของมอเตอร์
- ขา M- : ขั้วลบของมอเตอร์



รูปที่ 2.9 การต่อใช้งาน DC Motor Drive ทางเอาต์พุต

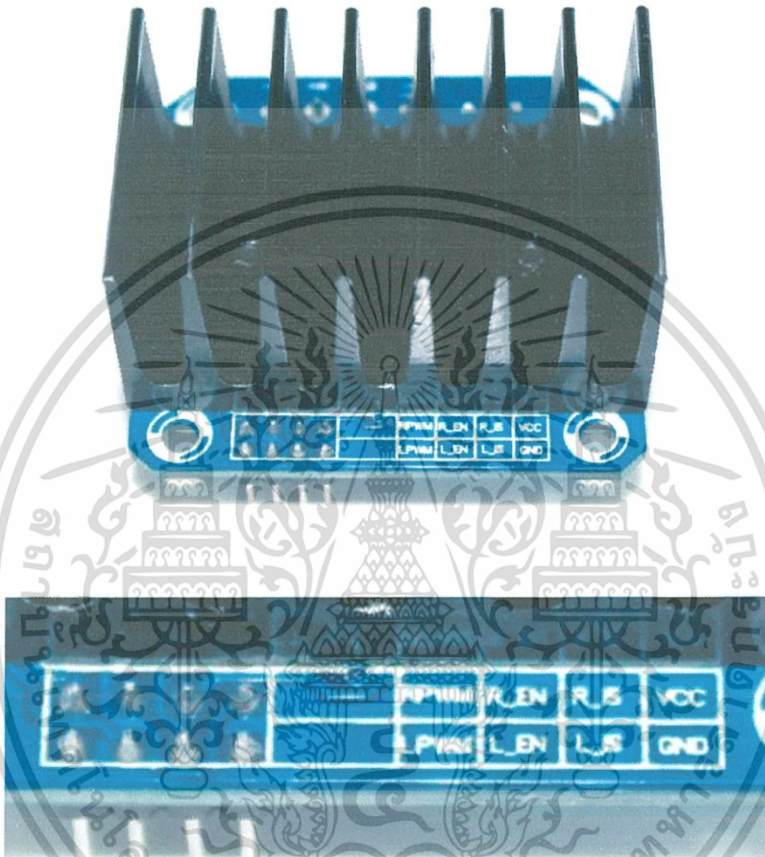
การต่อใช้งานทางด้านอินพุต (ขาควบคุม)

- VCC: +5V
- GND: GND
- R_IS และ L_IS จะเป็นขาเอาต์พุตแสดงสถานะผิดพลาด (Error signal)

กรณีที่กระแสทางเอาต์พุตไหลเกิน หรือเกิดการลัดวงจร และตัว IC จะหยุดทำงานเสมอ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- R_EN และ L_EN จะเป็นขาควบคุมอินาเบล (เปิดปิดการทำงานของ Output ทางขวาและซ้าย ตามลำดับ) : Active High (ต่อ 5V)
- RPWM และ LPWM เป็นขาอินพุตสำหรับต่อสัญญาณ PWM มาควบคุมความเร็วของมอเตอร์



รูปที่ 2.10 การต่อใช้งาน DC Motor Drive ทางอินพุต (ขาควบคุม)

หลักการทำงาน

1. จะต้องต่อขา R_EN และ L_EN ด้วย 5V ไว้ (เป็นการอินาเบลเอาต์พุต)
 2. จากนั้นถ้าต้องการให้มอเตอร์หมุนไปทางซ้าย ก็ให้จ่าย PWM (หรือ 5V) ไปที่ขา LPWM โดยที่ขา RPWM ให้ต่อกราวด์ (หรือจ่าย 0V) ไว้
- ถ้าต้องการให้มอเตอร์หมุนไปทางขวา ต้องจ่าย PWM (หรือ 5V) ไปที่ขา RPWM โดยที่ขา LPWM ให้ต่อกราวด์ไว้ (หรือจ่าย 0V)

หมายเหตุ ถ้าจ่าย +5V พร้อมกันไปที่ขา LPWM และ RPWM มอเตอร์จะหยุดหมุน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

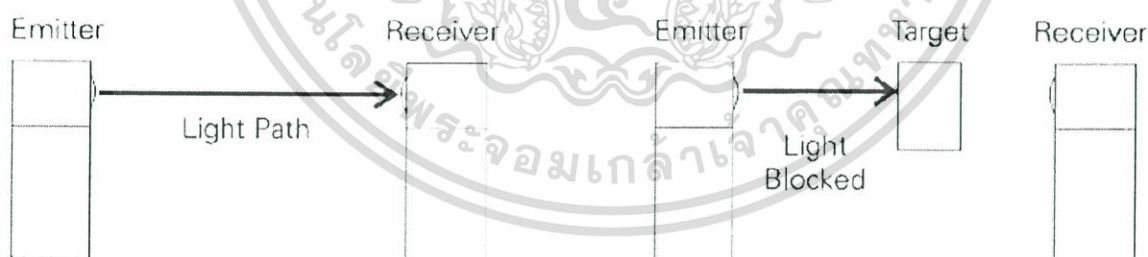
2.4 Sensor ตรวจจับวัตถุ

2.4.1 Photoelectric Sensor

Photoelectric Proximity Sensors เป็นเซ็นเซอร์ที่ใช้ตรวจสอบวัตถุอีกประเภทหนึ่งที่เรานิยมใช้กันอยู่ในปัจจุบัน เป็นเซ็นเซอร์ที่มีความแม่นยำสูง หลักการทำงานของมันก็ก็จะตรวจจับการปรากฏของวัตถุด้วยการที่วัตถุตัดผ่านลำแสงหรือสะท้อนแสงที่สร้างขึ้นจากเซ็นเซอร์นี้ ส่วนประกอบหลักของเซ็นเซอร์นี้จะมีสองส่วนคือ ส่วนที่กำเนิดแสง Transistor หรือ Emitter ซึ่งอาจจะสร้างแสงในย่านที่ตาเรามองเห็นได้ จนถึงบางรุ่นที่ใช้แสง infrared ข้อสำคัญก็คือแสงที่สร้างขึ้นนี้จะเป็นแสงความถี่เดียวเพื่อให้แตกต่างจากแสงที่อยู่รอบๆ ตัวเรา จากนั้นแสงจะถูกส่งไปที่ตัวรับแสง Receiver ซึ่งตัวรับแสงจะทำหน้าที่แยกว่ามีแสงจากแหล่งกำเนิดมาตกกระทบหรือไม่ เพื่อใช้เป็นข้อมูลในการสั่งการทางานของวงจร output ในเซ็นเซอร์ต่อไป โดยทั่วไป อุปกรณ์ใน Receiver จะเป็น photodiode หรือ phototransistor ซึ่งจะมีการเปิดหรือปิดวงจรตามที่มีแสงตกกระทบอุปกรณ์นี้ สำหรับแสงที่ใช้ในเซ็นเซอร์ประเภทนี้มักจะส่งออกจาก transistor ออกเป็นสัญญาณ pulsed ที่ความถี่ประมาณ 5 และ 30 KHz และแสงที่ใช้มักจะมีค่าความถี่เดียวตามที่บอกไปแล้ว โดยแสงที่ใช้นิยมให้ Light-emitting diode (LED) เป็นแหล่งกำเนิดแสงและสีของแสงก็จะเป็นตัวกำหนดความถี่หรือความยาวของแสงด้วย

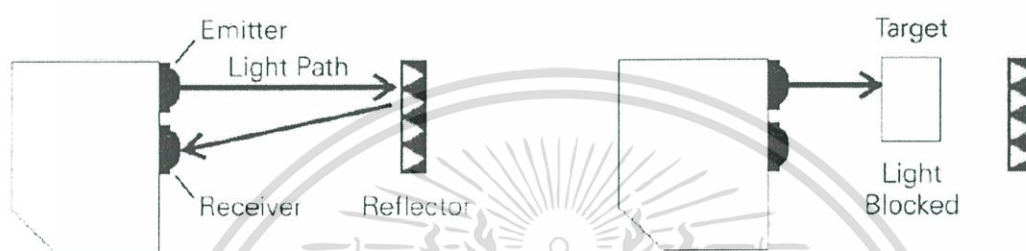
การตรวจจับวัตถุของ photoelectric ที่นิยมใช้มีอยู่หลายวิธี ขึ้นอยู่กับสภาพสิ่งแวดล้อม ความสะดวกในการติดตั้ง หรือชนิดของวัสดุที่ตรวจจับ โดยมีการแบ่งการติดตั้งออกเป็น 3 แบบใหญ่ๆ คือ แบบแรกเป็นแบบ Through-beam Sensor แบบที่สองเป็นแบบ Retro-Reflective Sensor และแบบสุดท้ายเป็นแบบ Diffuse-Reflective Sensor ซึ่งทั้งสามแบบจะมีรายละเอียดดังนี้

1. การตรวจจับแบบ Through-Beam Sensor การตรวจจับแบบนี้ Emitter และ Receiver จะอยู่คนละด้านกัน โดยสภาวะปกติแสงจาก Transistor จะตกกระทบ Receiver ตลอดเวลา เมื่อวัตถุที่ต้องการตรวจจับเคลื่อนที่มาตัดลำแสง แสงที่ตกกระทบ receiver จะหายไป และทำให้ sensor ตรวจจับการมาของวัตถุได้



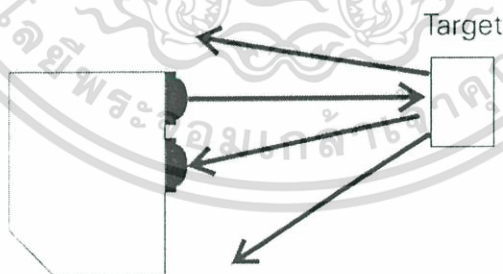
รูปที่ 2.11 การติดตั้ง Photoelectric Sensor แบบ Through-Beam Sensor

2.การตรวจจับแบบ Retro-Reflective Sensor การติดตั้งแบบนี้ Emitter จะอยู่ด้านเดียวกันกับ Receiver โดย Emitter จะยิงแสงไปกระทบกับตัวสะท้อน (Reflector) และสะท้อนกลับมากกระทบที่ Receiver เมื่อมีวัตถุเคลื่อนที่เข้ามาตัดลำแสง แสงก็จะไม่สามารถสะท้อนกลับไปตกกระทบที่ Receiver ได้ ทำให้เซ็นเซอร์สามารถรับรู้ได้ว่ามีวัตถุเคลื่อนที่เข้ามาตัดลำแสง การติดตั้งประเภทนี้แสดงในรูป ข้อสำคัญของการติดตั้งประเภทนี้ วัตถุที่ตัดลำแสงควรเป็นวัตถุที่มีคุณสมบัติในการดูดกลืนแสงสูงและสะท้อนแสงตามลำดับ เพื่อไม่ให้วัตถุสะท้อนแสงกลับไปตกกระทบที่ receiver ทำให้ เซ็นเซอร์เกิดการเข้าใจผิดว่าไม่มีวัตถุมาขวางลำแสงได้ แต่ถ้ามีความจำเป็นต้องติดตั้งอาจจะมีการ ใช้อุปกรณ์กรองแสงแบบต่างๆ เข้ามาช่วย ซึ่งจะไม่ขอกล่าวถึงรายละเอียดในที่นี้



รูปที่ 2.12 การติดตั้ง Photoelectric Sensor แบบ Retro-Reflective Sensor

3.การตรวจจับแบบ Diffuse-Reflective Sensor วิธีการนี้ Emitter และ Receiver จะวางอยู่ติดกัน เหมือนวิธีที่ผ่านมาแต่ไม่มีแผ่นสะท้อนแสงที่ฝั่งตรงข้าม ซึ่งจะทำให้ไม่มีแสงตกกระทบที่ Receiver เมื่อไม่มีวัตถุผ่านมา และเมื่อมีวัตถุที่ผิวมันพอสมควรผ่านมา จะทำหน้าที่สะท้อนแสงบางส่วนกลับไปตกกระทบที่ receiver ทำให้เซ็นเซอร์ทราบว่ามีวัตถุเคลื่อนที่ผ่านเข้ามาในบริเวณนั้น การติดตั้งประเภทนี้แสดงในรูป ข้อสำคัญของการตรวจจับแบบนี้วัตถุควรจะสามารถสะท้อนแสงได้ดีระดับหนึ่งเพื่อให้แสงที่สะท้อนกลับไปตกกระทบที่ตัวรับแสงมีความเข้มสูงพอที่เซ็นเซอร์จะตรวจจับได้

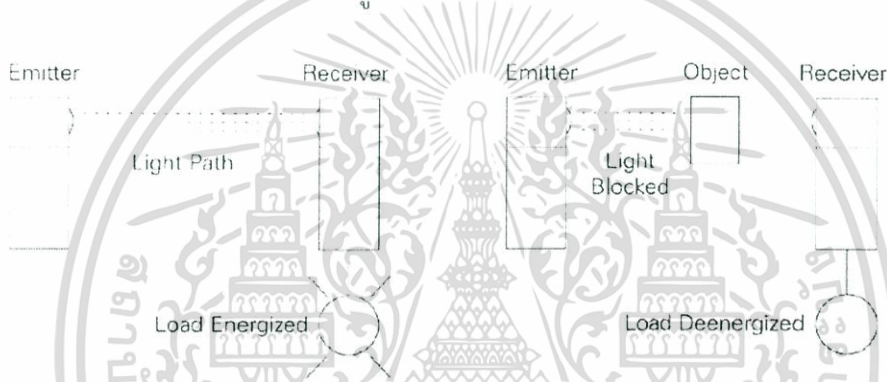


รูปที่ 2.13 การติดตั้ง Photoelectric Sensor แบบ Diffuse-Reflective Sensor

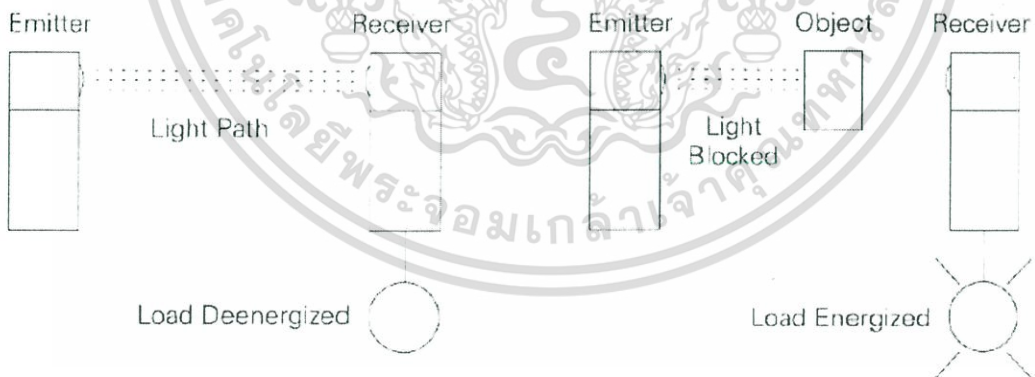
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Photoelectric Proximity Sensor ข้อดีของของเซนเซอร์ประเภทนี้ข้อดีคือสามารถตรวจจับวัตถุได้ทุกประเภท อายุการใช้งานได้ยาวนาน มีระยะการตรวจจับที่ไกลที่สุดในบรรดาเซนเซอร์ที่กล่าวมา และมีเวลาในการตอบสนองดีที่สุด จึงเหมาะที่จะใช้ตรวจจับที่มีความถี่ในการตรวจจับสูงเช่นใช้ในการวัดความเร็วในการเคลื่อนที่ทั้งเชิงเส้นและเชิงมุม ข้อด้อยของเซนเซอร์นี้คือต้องระวังเรื่องความสะอาดของ lens ของเซนเซอร์ มีข้อจำกัดในการตรวจสอบวัตถุโปร่งใสและวัตถุที่มีสีแตกต่างกันมากเพราะการสะท้อนหรือดูดกลืนแสงในแต่ละสีจะไม่เหมือนกัน ดังนั้นอาจมีความยุ่งยากในการตรวจสอบวัตถุที่มีหลากหลายสี

นอกเหนือจากวิธีการตรวจจับแล้ว เซนเซอร์ประเภทนี้ยังมีลักษณะการทำงานอีกแบบหนึ่งคือ การกำหนดว่าถ้ามีแสงมาตกกระทบที่ตัวรับแล้วจะให้เซนเซอร์นี้ทำงานหรือไม่ ซึ่งสามารถแบ่งออกได้เป็นสองลักษณะคือ Light ON และ Dark ON โดยแบบ light on นี้หากมีแสงมาตกกระทบตัวรับเซนเซอร์นี้จะทำงานหรือส่งสัญญาณออกมา ส่วนแบบ dark on นี้ หากไม่มีแสงมาตกกระทบตัวรับแสงเซนเซอร์นี้ก็มีสถานะเป็น on โดยทั้งสองแบบแสดงในรูป



รูปที่ 2.14 Photoelectric Proximity Sensor แบบ Light on ติดตั้ง Through-Beam Sensor



รูปที่ 2.15 Photoelectric Proximity Sensor แบบ Dark ON ติดตั้ง Through-Beam Sensor

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.4.2 Sensor ที่ใช้งานในโครงการ

เลือกใช้ Photo Sensor ชนิด Diffuse-Reflective Sensor โดยเซนเซอร์ที่เหมาะสมกับการใช้งานนี้ คือ M30 70CM NPN NO optical photoelectric switch sensor รุ่น E3F3-DS70N1



รูปที่ 2.16 sensor ตรวจจับวัตถุ M30 70CM sensor รุ่น E3F3-DS70N1

คุณสมบัติการใช้งาน

- ขนาด ยาว 9.2 cm. เส้นผ่าศูนย์กลาง 3 cm. (30mm.)
- ตรวจจับวัตถุได้ทุกชนิด
- มีระยะตรวจจับตั้งแต่ 0-70 cm. (ปรับระยะได้)
- ไฟเลี้ยง 6-36 Vdc(แรงดันที่ใช้งาน 12v) / 220Vac
- Output มีให้เลือก 2 แบบ NPN และ PNP

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

details

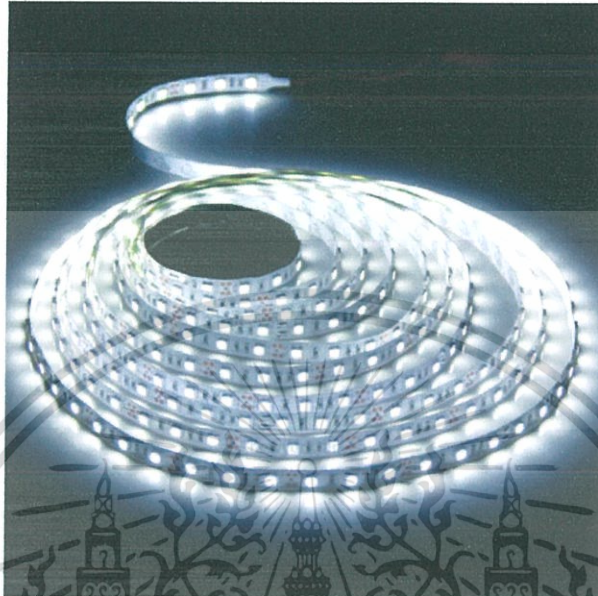
Brand Name	: OMKQN
Model Number	: E3F3-DS70N1
Theory	: Optical Sensor
Place of Origin	: China
Sensing distance	: 70 cm.
Connection mode	: 1.2m PVC cable
Dimension	: M30x90 mm
Lens material	: PMMA
Operating humidity	: 35~95%RH
Output	: Switching Transducer
Optical source	: Infrared light 660nm
Housing material	: ABS
Protection degree	: IP 67
Usage	: Position Sensor
Detected object	: Transparent or opaque objects
Operating temperature	: -30 ~ +70 °C



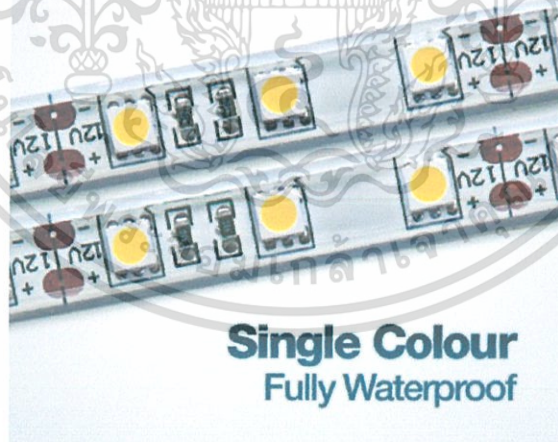
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.5 ไฟ LED ที่ใช้ในโครงการงาน

ไฟ LED ที่เหมาะสมกับโครงการงานนี้ คือ ไฟ LED เส้น Strip 505 12v 14.4W 300LED WHITE 5 เมตร กันน้ำได้



รูปที่ 2.17 ไฟ LED เส้น Strip 5050 12v 14.4W กันน้ำได้



รูปที่ 2.18 รูปแบบไฟ LED เส้น ชนิดกันน้ำได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

คุณสมบัติการใช้งาน

- ใช้กับแรงดันไฟฟ้ากระแสตรง 12 VDC
- กำลังไฟฟ้า 14.4W/m (5 เมตร ใช้ 5A ถึง 6A)
- 300LED/5เมตร หรือ 60LED/เมตร ประสิทธิภาพสูง
- ไฟ LED เส้น Strip กันน้ำได้ด้วยระดับการป้องกัน IP65
- ความสว่าง 12- 14 Lumens/LED
- องศากระจายตัวของแสง 120 องศา
- วัสดุ/เทป Plastic,Zinc / 3M Original คุณภาพสูง ง่ายสำหรับการติดตั้ง
- ระยะเวลาการทำงานนาน 50,000 ชั่วโมง
- ขนาด หนา 2 มิลลิเมตร และกว้าง 10 มิลลิเมตร
- การรับรอง CE & RoHS / ลดการใช้พลังงานได้ดี
- ไฟ LED เส้น Strip สามารถหักงอเข้ามุมได้ง่าย และสามารถตัดได้ทุกๆ 3 ข้อ LED
- แสงสว่างสม่ำเสมอคุณภาพสูงตลอดทั้งม้วนด้วยอุณหภูมิต่ำ
- นิยมใช้ตกแต่งตามคลับ บาร์ โรงแรม ห้างสรรพสินค้า บูทขายของต่างๆ ตามขอบมูมต่างๆ ที่หลอดไฟธรรมดาไม่สามารถติดตั้งได้ และยังสามารติดตั้งข้างนอกได้เพราะกันน้ำได้ดี



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.6 power supply

แหล่งจ่ายไฟหรือเพาเวอร์ซัพพลาย (Power Supply) เป็นตัวควบคุมแรงดัน ซึ่งบางที่เราเรียกว่า คอนเวอร์เตอร์ (Converter) ซึ่งหมายถึงการปรับเปลี่ยนค่าแรงดันไฟตรงค่าหนึ่งมาสู่ค่าแรงดันไฟตรงอีกค่าหนึ่ง แต่ถ้าเป็นการขับและควบคุมกระแสเรามักจะเรียกว่าตัวขับ หรือ driver แหล่งจ่ายไฟไม่ว่าจะเป็นการขับด้วยกระแสหรือแรงดันก็จะแบ่งเป็น 2 ประเภท คือ

2.6.1 แหล่งจ่ายไฟแบบเชิงเส้น หรือ Linear Power Supply นั้นจะทำงานตรงไปตรงมาคือ มันจะกันแรงดันส่วนเกินไว้ในตัวมัน และจะจ่ายแรงดันเท่าที่โหลดหรือแอลดีต้องการ ดังนั้นถ้าแรงดันขาเข้ามาเยอะ (กระแสจะแปรผันตามกันอยู่แล้ว) มันก็จะอมกำลังในตัวมันไว้เยอะ ทำให้มีความร้อนสะสมในตัวเยอะ และทำให้ประสิทธิภาพของกำลังที่ออกมาน้อยตามกันไป แหล่งจ่ายไฟแบบนี้จึงเหมาะกับการควบคุมแรงดัน ที่ขาเข้าและขาออกใกล้เคียงกัน แต่ก็ต้องมากพอที่ทำให้แหล่งจ่ายไฟทำงานได้ เพราะถ้าแรงดันใกล้กันเกินไปแหล่งจ่ายไฟจะตัดวงจรไม่ปล่อยไฟออกมาทำงาน โหลดไม่ทำงาน โดยปกติความต่างของแรงดันเข้ากับออกนี้จะอยู่ที่ 3-5 โวลต์ (แรงดันขาเข้ามากกว่าออก)

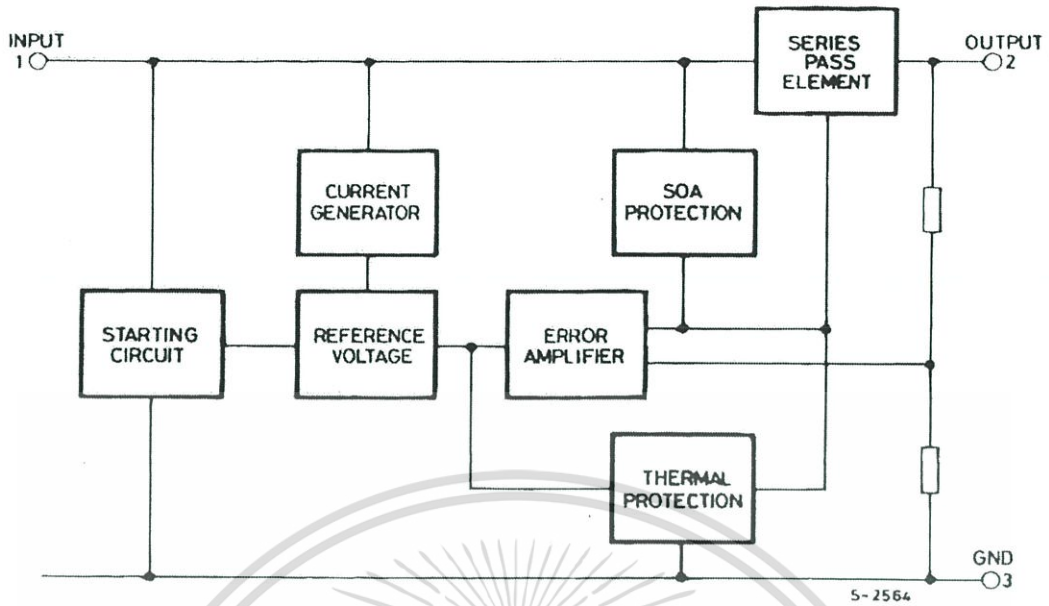


รูปที่ 2.19 AC/DC Power Supply



รูปที่ 2.20 แหล่งจ่ายไฟแบบเชิงเส้น หรือ Linear Power Supply

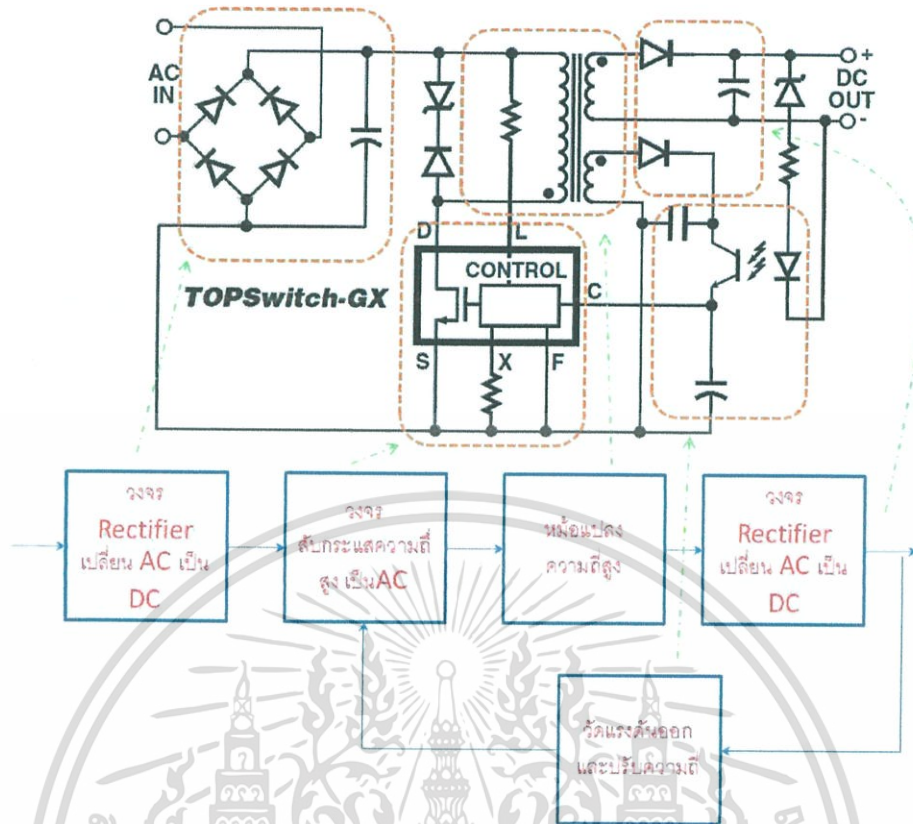
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.21 โค้ดแอมการทำงานของแหล่งจ่ายไฟเชิงเส้น

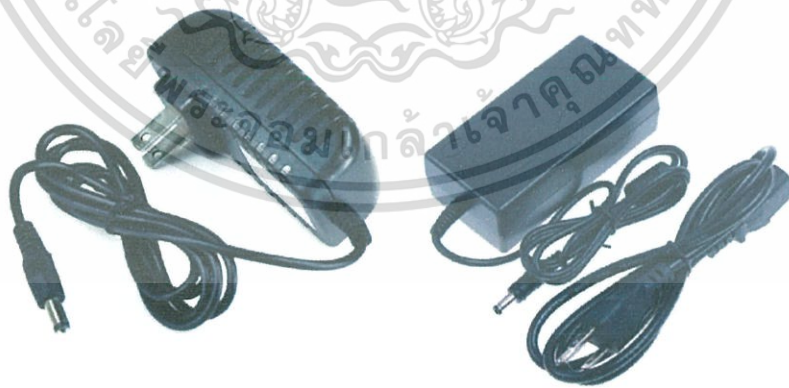
2.6.2 แหล่งจ่ายไฟแบบสวิตซ์ซิ่ง หรือ Switching Power Supply เนื่องจากแหล่งจ่ายไฟแบบเชิงเส้นมีการสูญเสียกำลังไฟฟ้าในตัวมันสูงมาก (มากเท่าไรก็ขึ้นอยู่กับความต่างระหว่างแรงดันขาเข้ากับขาออก) ดังนั้นแหล่งจ่ายไฟแบบสวิตซ์ซิ่งถือกำเนิดมาเพื่อแก้ปัญหานี้ เพื่อให้ประสิทธิภาพของระบบทำงานอย่างสูงสุด หลักการก็คือการใช้หม้อแปลงเปลี่ยนแรงดันไฟฟ้าจากขาเข้าค่าหนึ่งให้เป็นขาออกอีกค่าหนึ่ง เพราะหม้อแปลงเป็นอุปกรณ์ส่งผ่านกำลังไฟฟ้าที่มีประสิทธิภาพสูงมาก (มากกว่า 90 เปอร์เซ็นต์) แต่หม้อแปลงเป็นอุปกรณ์ที่เข้ากับแรงดันไฟฟ้ากระแสสลับเท่านั้น ถ้าป้อนไฟตรงเข้าไปจะเกิดความเสียหายทันที ดังนั้น เราจะต้องเอาแรงดันไฟตรงที่เข้ามานั้นทำเป็นไฟสลับ โดยการใช้วงจรสับกระแส (Chopper) หรือเปิด-ปิด-เปิด-ปิด แรงดันไฟตรงขาเข้าด้วยความถี่หนึ่ง (หลักสิบกิโลเฮิร์ตซ์ หรือเป็นหมื่นรอบต่อวินาที เพื่อให้หม้อแปลงมีขนาดเล็กและประสิทธิภาพสูงขึ้น) เมื่อเป็นไฟสลับแล้วก็จะนำแรงดันผ่านหม้อแปลงปรับเปลี่ยนค่าแรงดันใหม่ตามขาออกที่เราต้องการ จากนั้นเราก็เปลี่ยนแรงดันไฟสลับนี้ให้กลับมาเป็นไฟตรงเพื่อใช้งานอีกครั้งหนึ่ง

แหล่งจ่ายไฟแบบสวิตซ์ซิ่งมักมีประสิทธิภาพการส่งถ่ายกำลังงานสูงกว่า 80% (เก็บไว้ 20) ขณะที่แหล่งจ่ายไฟแบบเชิงเส้นมักจะประสิทธิภาพการส่งถ่ายกำลังงานประมาณ 30-70% ขึ้นอยู่กับความต่างของแรงดันขาเข้าและออก และยังมีขนาดที่เล็กกว่า เบากว่า แต่รับโหลดที่มีกำลังต่ำไม่ค่อยดีเนื่องจากโหลดที่เปลี่ยนแปลงจะทำให้ความถี่สวิตซ์ซิ่งเปลี่ยนตามไปด้วยโดยการใช้ระบบควบคุมแบบป้อนกลับ และที่ความถี่ต่ำลง หม้อแปลงจะทำงานหนักขึ้นจนทำให้ประสิทธิภาพต่ำลง หรือกระทั่งเกิดความเสียหายได้ ในกรณีที่โหลดแปรปรวนมาก แนะนำให้เลือกใช้งานแหล่งจ่ายไฟแบบเชิงเส้นจึงจะเหมาะสม



รูปที่ 2.22 วงจรจ่ายไฟแบบสวิตซ์ซิ่ง

สวิตซ์ซิ่งเพาเวอร์ซัพพลาย (Switching Power Supply) เป็นแหล่งจ่ายไฟตรงคงค่าแรงดันแบบหนึ่ง ที่สามารถเปลี่ยนแรงดันไฟจากไฟสลับโวลต์สูง ให้เป็นแรงดันไฟตรงโวลต์ต่ำ เพื่อใช้ในงานอิเล็กทรอนิกส์ได้



รูปที่ 2.23 Switching Power Supply แบบ Adapter Switching

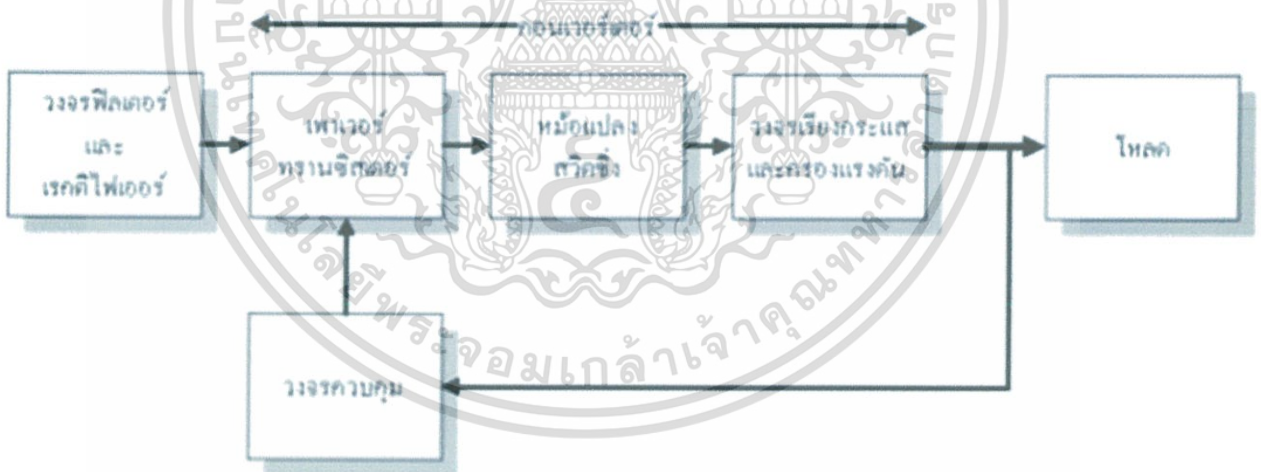
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.24 Switching Power Supply แบบ Power Switching

หลักการการทำงานของสวิตซ์เพาเวอร์ซัพพลาย

สวิตซ์เพาเวอร์ซัพพลายทำงานโดยการแปลงแรงดันไฟสลับความถี่ต่ำจากอินพุตเป็นไฟตรง จากนั้นจึงเปลี่ยนกลับไปเป็นไฟสลับที่ความถี่สูง แล้วส่งผ่านหม้อแปลงเพื่อลดแรงดันลง และผ่านวงจรเรียงกระแสและกรองแรงดันเพื่อให้ได้ไฟตรงอีกครั้งหนึ่ง สวิตซ์เพาเวอร์ซัพพลายประกอบด้วย 3 ส่วนใหญ่ คือ วงจรฟิลเตอร์และเรกติไฟเออร์ทำหน้าที่แปลงแรงดันไฟสลับเป็นไฟตรง คอนเวอร์เตอร์ ทำหน้าที่แปลงไฟตรงเป็นไฟสลับความถี่สูง และแปลงกลับเป็นไฟตรงโวลต์ต่ำ และวงจรควบคุมทำหน้าที่ควบคุมการทำงานของคอนเวอร์เตอร์ เพื่อให้ได้แรงดันเอาต์พุตตามต้องการ



รูปที่ 2.25 หลักการทำงาน switching power supply

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ส่วนประกอบของ switching power supply

1. ตัวกล่อง ตัวกล่องจะทำด้วยโลหะยึดติดกันด้วยสกรู มีรูปร่างและขนาดต่างกันไป มีหน้าที่ปกปิดส่วนประกอบภายในที่อันตรายต่อการจับต้อง และป้องกันสัญญาณความถี่สูงออกมารบกวนภายนอก

2. สวิตช์เปิด/ปิด ใช้ เปิด/ปิด การทำงานของเพาเวอร์ซัพพลาย

3. สวิตช์เลือกแรงดัน ใช้เลือกแรงดันที่จะต่อเข้ากับเพาเวอร์ซัพพลาย ว่าเป็น 220 หรือ 110 โวลต์ ซึ่งจะต้องเลือกให้ถูกต้องตรงกับการใช้งาน ถ้าเลือกผิดอาจจะทำให้เกิดการชอร์ต หรือระเบิดได้

4. วงจรแปลงไฟ เป็นอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์เป็นจำนวนมาก ทำหน้าที่แปลงไฟและรองรับการทำงานอื่นๆของเพาเวอร์ซัพพลาย

5. พัดลม ทำหน้าที่ระบายความร้อนจากการใช้งาน

6. ฟิวส์(Fuse) ทำหน้าที่ป้องกันอันตรายจากการใช้ไฟเกินขนาด ซึ่งมักจะเกิดจากความเสียหายภายในตัวเพาเวอร์ซัพพลายเอง เพราะส่วนใหญ่แล้วเพาเวอร์ซัพพลายจะมีระบบป้องกันการจ่ายไฟเกินอยู่แล้ว โดยที่หากมีการจ่ายกระแสมากเกินไปก็จะตัดไฟไม่ให้จ่ายออกมาทำให้ลดความเสียหายลงได้ แต่ถ้าเกิดการชอร์ตภายในตัวเพาเวอร์ซัพพลายเองก็จะต้องอาศัยฟิวส์เป็นตัวป้องกัน

2.6.3 Switching power supply ที่ใช้งานในโครงการ

Power Supply ที่เหมาะสมใช้งานในโครงการนี้ คือ Switching Power Supply, Intaw S-500 single switching power supply



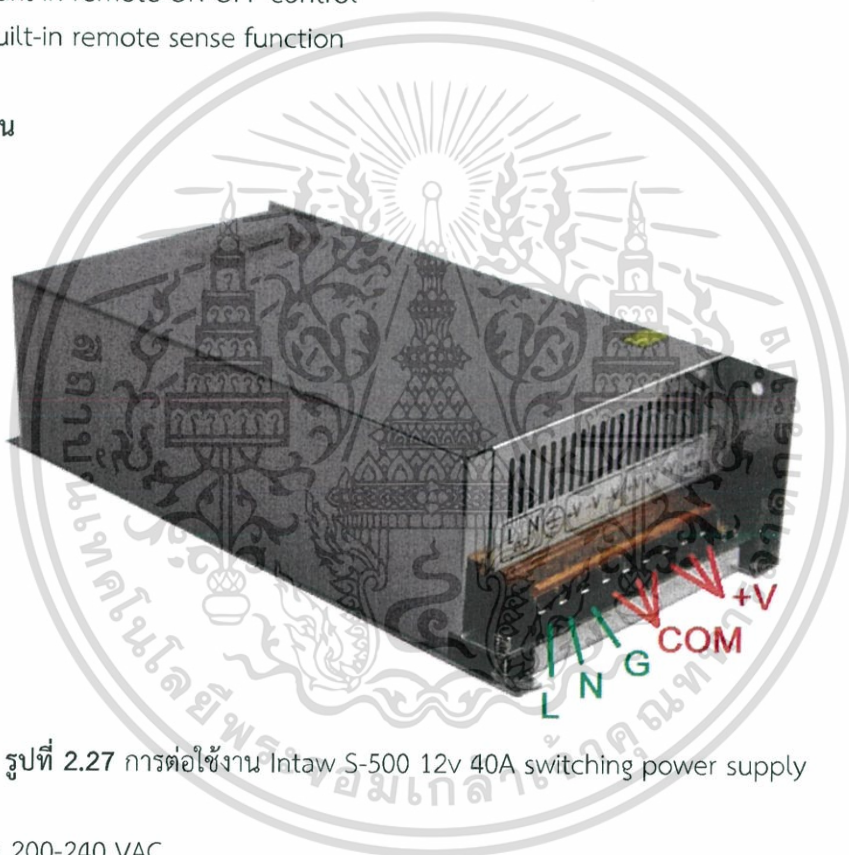
รูปที่ 2.26 Intaw S-500 12v 40A switching power supply

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

คุณสมบัติการใช้งาน

- AC input (200-240VAC,5.2A) / DC output (+12v,40A)
- Power 500 watt
- Frequency 50/60 Hz
- Protections: Short circuit/Over load/Over voltage/Over temperature
- Forced air cooling by built-in DC fan
- Built-in cooling Fan ON-OFF control
- Built-in remote ON-OFF control
- Built-in remote sense function

การต่อใช้งาน

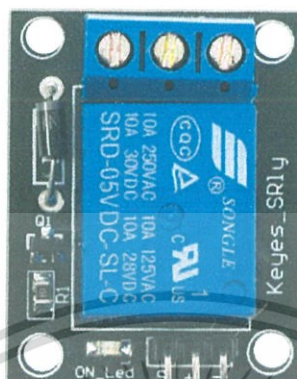


รูปที่ 2.27 การต่อใช้งาน Intaw S-500 12v 40A switching power supply

- L : 200-240 VAC
- N : Neutral
- G : GND
- COM : พอร์ตจ่ายไฟให้อุปกรณ์ขั้วลบ (-)
- +V : พอร์ตจ่ายไฟให้อุปกรณ์ขั้วบวก (+)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.7 Single Relay Board



รูปที่ 2.28 Single Relay Board

The Single Relay Board can be used to turn lights, fans and other devices on/off while keeping them isolated from your microcontroller. The Single Relay Board allows you to control high-power devices (up to 10 A) via the on-board relay. Control of the relay is provided via a 1 x 3 header – friendly to servo cables and convenient to connect to many development boards.

Key Features

- Control high-power devices up to 10 A with a simple high/low signal
- Provides isolation between the microcontroller and device being controlled
- Screw terminals for relay connections
- 3-pin servo-style header for power/signal interface
- LED indicator provides visual feedback

Application Ideas

- 120 VAC brushless fan/lighting control
- 12 VDC automotive applications

Detail

- Voltage requirements: 5 VDC (Relay Power), 3.3-5 VDC (Input Signal)
- Current requirements: ~85 mA (Relay Power)
- Communication: Logic High/Low (3.3–5 VDC)
- Dimensions: 1.57 x 1.06 x 0.71 in (4.0 x 2.7 x 1.8 cm)
- Operating temp range: -13 to +158 °F (-25 to +70 °C)

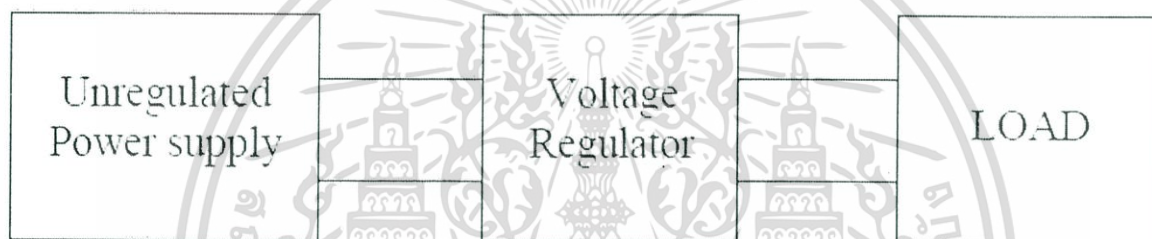
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.8 วงจรรักษาระดับแรงดัน (Voltage Regulator Circuits)

วงจรรักษาระดับแรงดัน ทำหน้าที่รักษาแรงดันที่จ่ายให้กับโหลดมีค่าคงที่ ถึงแม้ว่าแรงดันที่ป้อนให้วงจรรักษาแรงดันจะมีค่าเปลี่ยนแปลงก็ตาม วงจรรักษาแรงดันพื้นฐานคือ ซีเนอร์ไดโอด ซึ่งคุณสมบัติของซีเนอร์ไดโอด คือรักษาแรงดันที่ตกคร่อมตัวซีเนอร์ไดโอดให้คงที่ เมื่อป้อนรีโวลต์แอมป์มีค่ามากกว่าค่าแรงดันซีเนอร์ แต่มีข้อจำกัดในด้านกระแสที่จ่ายให้กับโหลด จึงมีการนำทรานซิสเตอร์มาใช้ร่วมกับซีเนอร์ไดโอด และในปัจจุบันถูกเปลี่ยนมาใช้วงจรไอซี ทำให้สะดวกในการใช้งานและการออกแบบ

วงจรรักษาระดับแรงดัน เป็นวงจรที่ต่อระหว่างแหล่งจ่ายไฟตรงไม่คงค่า (Unregulated Power Supply) กับโหลด มีหน้าที่จ่ายไฟตรงให้กับโหลดและสามารถรักษาแรงดันให้คงตัวขณะที่

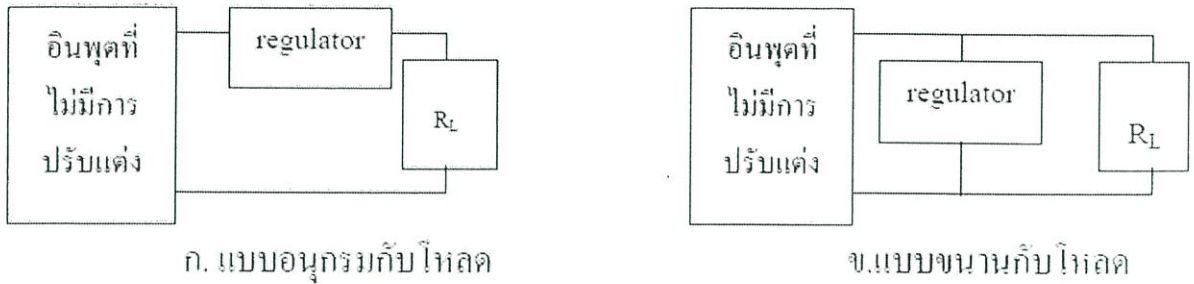
1. โหลดเปลี่ยน นั่นคือกระแสขาออกเปลี่ยนแปลง
2. แรงดันของแหล่งจ่ายไฟตรงไม่คงค่า เปลี่ยนแปลงทั้งนี้รวมถึงระลอกคลื่นด้วย (ripple)
3. อุณหภูมิของวงจรเปลี่ยนแปลง



รูปที่ 2.29 บล็อกไดอะแกรมของแหล่งจ่ายไฟตรงคงค่าแรงดัน

จากบล็อกไดอะแกรม จะเห็นได้ว่าสัญญาณที่ออกมาจากเอาต์พุตของวงจรกรองแรงดัน คือ บล็อกแรกในรูปที่ 3.1 ซึ่งยังไม่เรียบเท่าที่ควร ยังมีการเปลี่ยนแปลงขึ้น ๆ ลง ๆ ในลักษณะคล้ายสัญญาณฟันเลื่อย เพราะว่าตัวเก็บประจุจะเก็บและคายประจุอยู่ตลอดเวลา ถ้าจะนำวงจรนี้ไปใช้งานเลยก็ได้ แต่ต้องใช้งบงานที่ไม่ต้องการความละเอียดของแหล่งจ่ายไฟมากนัก

แต่ถ้าเป็นงานที่ต้องการความละเอียดของแหล่งจ่ายไฟ วงจรนี้จะใช้งานไม่ได้ หนทางที่จะนำมาแก้ไขคือ ใช้วงจรเรกกูเลเตอร์ซึ่งจะทำหน้าที่ปรับแต่งสัญญาณที่ไม่ราบเรียบอยู่นั้น ให้เรียบจนเกือบเป็นไฟ DC 100% การสร้างวงจรเรกกูเลเตอร์จะมีอยู่ 2 ลักษณะคือ การสร้างแบบอนุกรมกับโหลด และแบบขนานกับโหลดดังรูปที่ 3.2 โดยใช้ ซีเนอร์ไดโอด ทรานซิสเตอร์ และไอซี

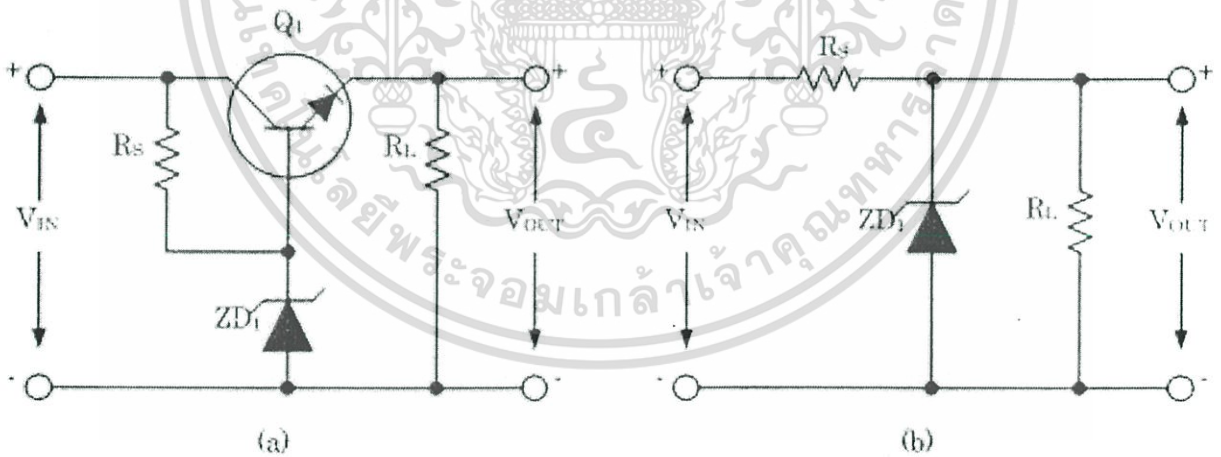


รูปที่ 2.30 วงจรเรกกูเลเตอร์

วงจรเรกกูเลเตอร์ สามารถแบ่งได้ 2 แบบคือ

1. แบบอนุกรม (Series Regulator)
2. แบบขนาน (Shunt Regulator)

วงจรเรกกูเลเตอร์แบบอนุกรม คือ วงจรเรกกูเลเตอร์ที่ต่ออนุกรมระหว่างแหล่งจ่ายไฟกับโหลด ดังแสดงวงจรในรูป (a) ในวงจรนี้ใช้ซีเนอริไดโอดเป็นตัวควบคุมแรงดันเอาต์พุต ดังนั้น กระแสที่ไหลไปยังโหลดจะไหลเข้าที่ขาเบสของทรานซิสเตอร์ ทำให้ทรานซิสเตอร์ทำงานเกิดแรงดันปรากฏขึ้นที่เอาต์พุตจากการต่อทรานซิสเตอร์ในลักษณะนี้ ทำให้วงจรมีความสามารถในการจ่ายกระแสไฟฟ้าได้สูงขึ้น และเมื่อไม่มีโหลดในวงจรจะมีกระแสไฟฟ้าไหลผ่านซีเนอริไดโอดเพียงอย่างเดียว วงจรในรูป (b) เป็นวงจรเรกกูเลเตอร์แบบขนาน โดยใช้ซีเนอริไดโอดเป็นตัวกำหนดแรงดันเอาต์พุต และใช้ตัวต้านทาน (R_S) ทำหน้าที่จำกัดกระแสไฟฟ้าที่ไหลผ่านตัวซีเนอริไดโอดให้อยู่ในพิสัยที่ปลอดภัยซึ่งปกติซีเนอริไดโอดต้องการกระแสในการทำงานค่อนข้างต่ำ (ประมาณ 5 มิลลิแอมป์)



Electronicspocketbook.blogspot.com

รูปที่ 2.31 วงจรสมมูลย์เรกกูเลเตอร์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 3 ขั้นตอนและวิธีการดำเนินงาน

3.1 การออกแบบและสร้างเครื่องดูดฝุ่นอัตโนมัติ

3.1.1 งานทางด้านฮาร์ดแวร์

- ตัวเครื่อง มาจากตู้ฟันทรายนที่มีการออกแบบเพื่อใช้ในการฟันทรายน ซึ่งตัวเครื่องทำมาจากอะคริลิก ดังรูปที่ 3.1



รูปที่ 3.1 ตัวเครื่อง จากตู้ฟันทรายน

- การติดตั้งมอเตอร์ดูดฝุ่น ติดตั้งด้านหลังของตัวเครื่อง และหันทางด้านใบพัดดูดอากาศ เข้าหาตัวเครื่อง โดยจะติดตั้งหลังตำแหน่งลูกกรองฝุ่น ดังรูปที่ 3.2



รูปที่ 3.2 ตำแหน่งการติดตั้งมอเตอร์ดูดฝุ่น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- การติดตั้งเซนเซอร์ตรวจจับวัตถุ ติดตั้งด้านหลังของตัวเครื่อง และหันตัวส่งสัญญาณตรวจจับไปในทิศทางและตำแหน่งที่ต้องการตรวจจับ ดังรูปที่ 3.3



รูปที่ 3.3 ตำแหน่งการติดตั้งเซนเซอร์

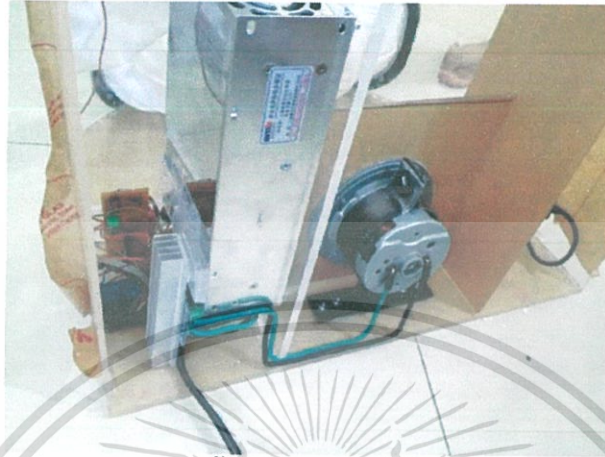
- การติดตั้งไฟ LED เส้น ติดตั้งกับเพดานตัวเครื่อง และให้ไฟส่องสว่างมายังจุดที่ทำงานภายในตัวเครื่อง ดังรูปที่ 3.4



รูปที่ 3.4 ตำแหน่งการติดตั้งไฟ LED เส้น

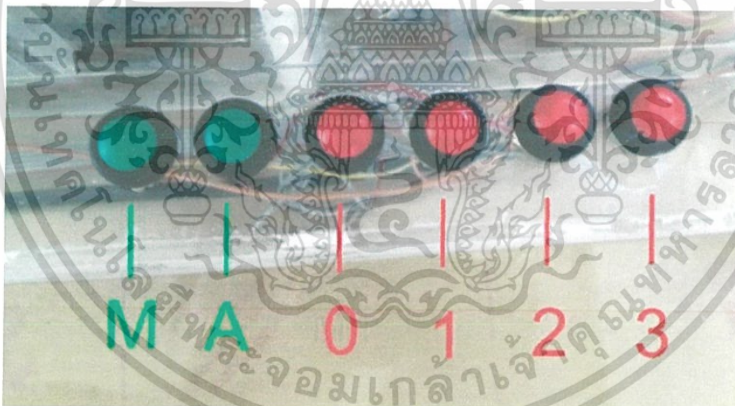
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- การติดตั้งแหล่งจ่ายไฟ ติดตั้งด้านหลังของตัวเครื่อง เช่นเดียวกับมอเตอร์และเซนเซอร์ ซึ่งจะติดตั้งในแนวนอน กล่าวคือ พอร์ตต่อสายไฟอยู่ด้านล่าง และช่องระบายอากาศอยู่ด้านบน ดังรูปที่ 3.5



รูปที่ 3.5 ตำแหน่งการติดตั้งแหล่งจ่ายไฟ Switching Power Supply

- สวิตช์ปุ่มกด ติดตั้งภายในตัวเครื่องติดกับผนังด้านหลัง โดยจะมี 5 ปุ่มกด มีรายละเอียด ดังรูปที่ 3.6

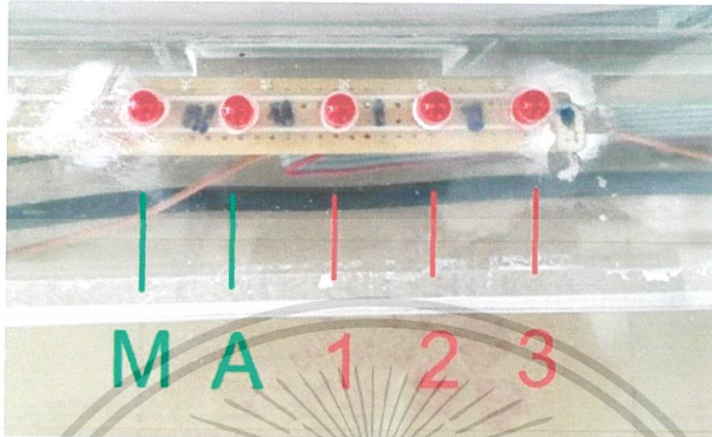


รูปที่ 3.6 ตำแหน่งการติดตั้งสวิตช์ปุ่มกด

- M - ปุ่มกดโหมด Manual
- A - ปุ่มกดโหมด Auto
- 0 - มอเตอร์หยุดทำงาน
- 1 - ระดับความเร็วในการดูดต่ำ
- 2 - ระดับความเร็วในการดูดปานกลาง
- 3 - ระดับความเร็วในการดูดสูง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- หลอดไฟ LED แสดงสถานะ ติดตั้งภายในตัวเครื่องติดกับผนังด้านหลัง เช่นเดียวกับ สวิตช์ปุ่มกด อยู่ตำแหน่งทางขวาของสวิตช์ปุ่มกด โดยจะมี 5 หลอดเพื่อแสดงผล มีรายละเอียด ดังรูปที่ 3.7



รูปที่ 3.7 ตำแหน่งการติดตั้งหลอดไฟ LED แสดงสถานะ

- M - หลอดไฟแสดงสถานะการทำงานในโหมด Manual
 - A - หลอดไฟแสดงสถานะการทำงานในโหมด Auto
 - 1 - หลอดไฟแสดงสถานะ ระดับความเร็วในการดูดต่ำ
 - 2 - หลอดไฟแสดงสถานะ ระดับความเร็วในการดูดปานกลาง
 - 3 - หลอดไฟแสดงสถานะ ระดับความเร็วในการดูดสูง
- ภาพรวมการติดตั้งอุปกรณ์ จากด้านหลังของเครื่อง



รูปที่ 3.8 การติดตั้งอุปกรณ์ ภาพจากด้านหลังของเครื่อง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- ภาพรวมการติดตั้งอุปกรณ์ จากด้านบนของเครื่อง

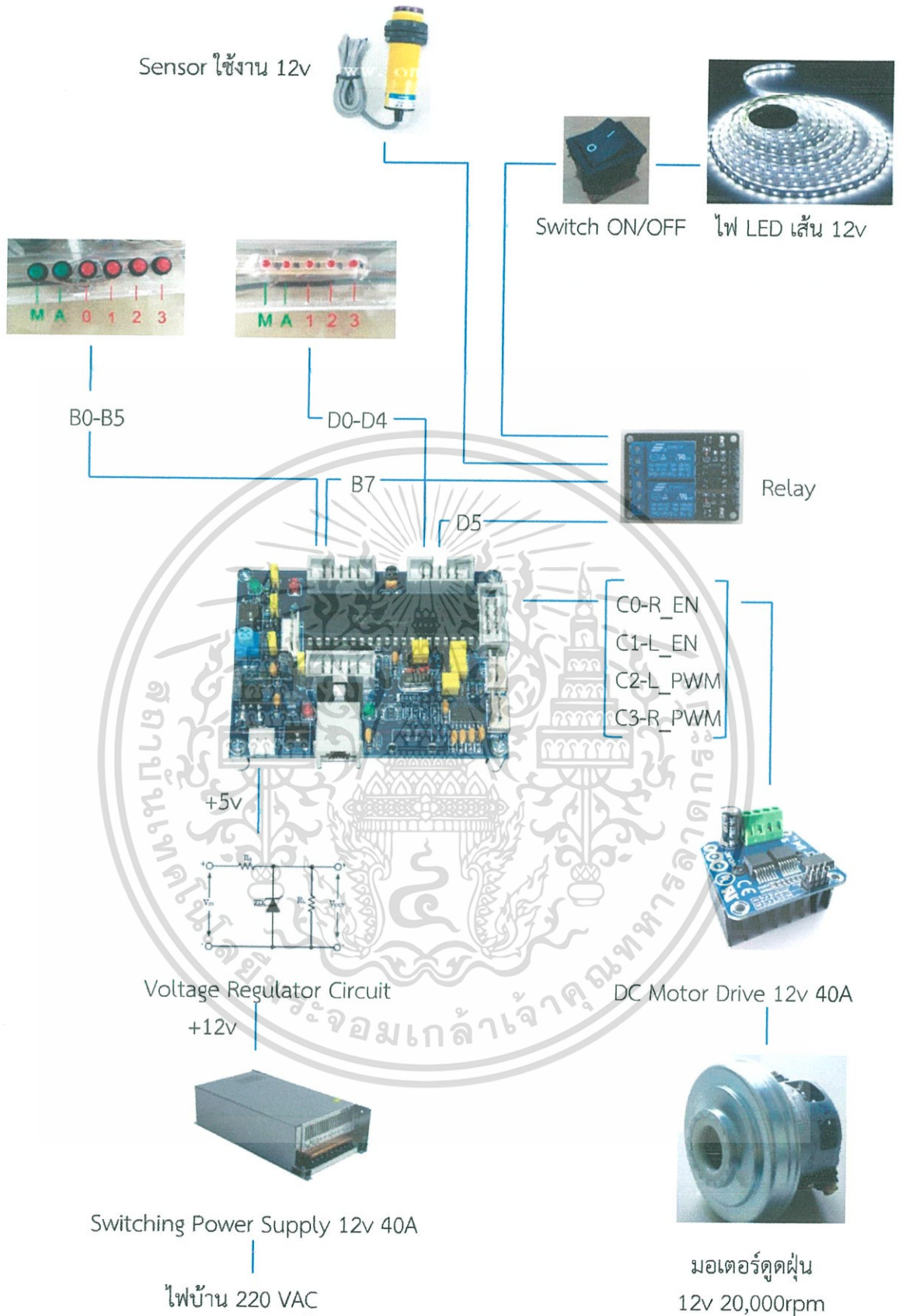


รูปที่ 3.9 การติดตั้งอุปกรณ์ ภาพจากด้านบนของเครื่อง

3.1.2 งานทางด้านซอฟต์แวร์

การเชื่อมต่ออุปกรณ์ภาพรวมทั้งหมด มีรายละเอียด ดังนี้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

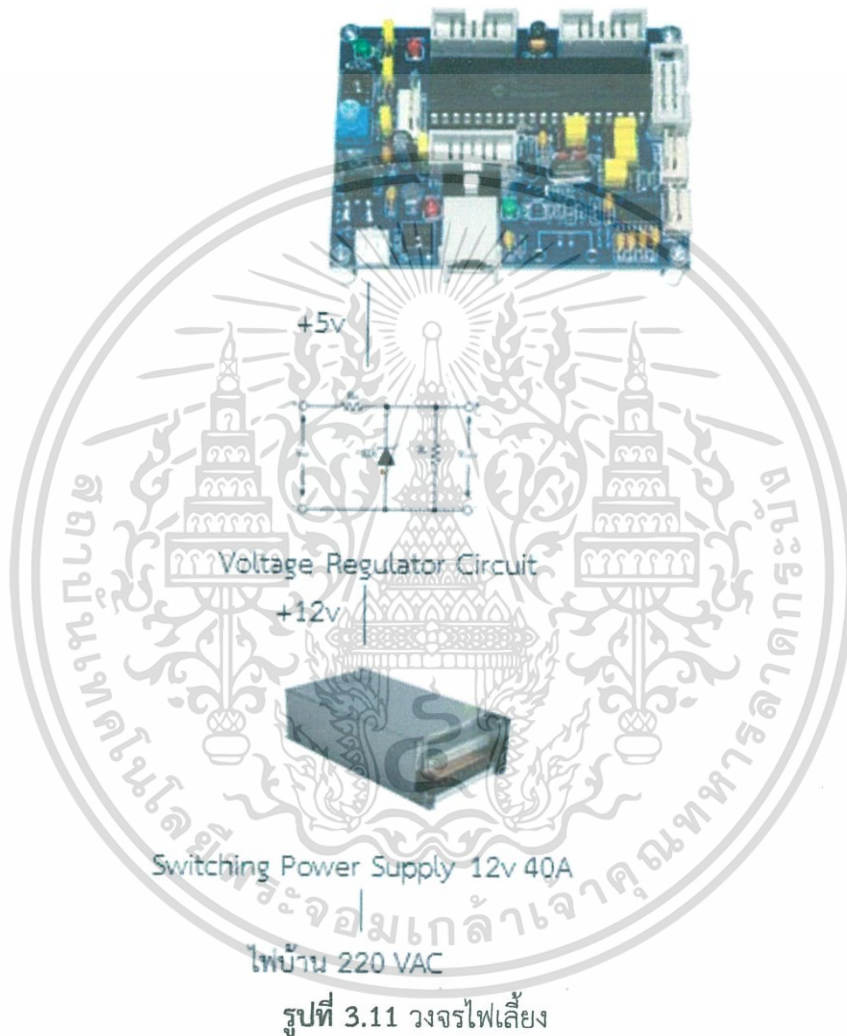


รูปที่ 3.10 การเชื่อมต่ออุปกรณ์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- วงจรไฟเลี้ยง

วงจรไฟเลี้ยงให้กับบอร์ดควบคุม (ET-Base PIC40 ใช้ PIC เบอร์ 18F4431) ซึ่งทำงานที่ระดับแรงดันที่ใช้งาน +5v ซึ่งรับแรงดันดังกล่าวมาจากแหล่งจ่ายไฟ (Switching Power Supply 12v) โดยผ่านวงจรลดทอนแรงดัน (Voltage Regulator) ลดค่าแรงดันจาก 12v เป็น 5v เพื่อจ่ายไฟให้กับบอร์ดควบคุมการทำงาน และแหล่งจ่ายไฟ (Switching Power Supply 12v) ยังรับแรงดันไฟฟ้ากระแสสลับ 220 VAC เพื่อแปลงเป็นแรงดันไฟฟ้ากระแสตรง 12v

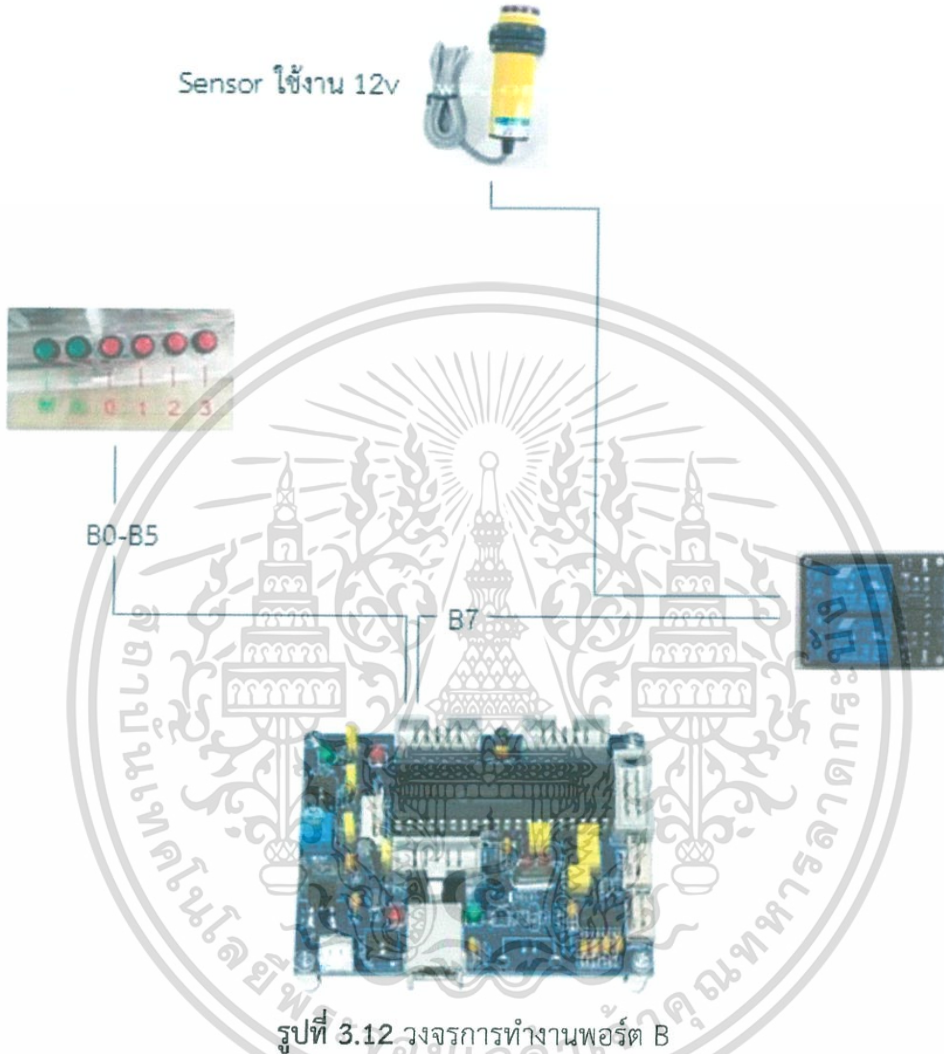


- วงจรการทำงานพอร์ต B

ขา B0-B5 ใช้ในการควบคุมการทำงานของสวิตช์โหมดการทำงาน (Auto/Manual) และสวิตช์ระดับความเร็วของมอเตอร์ (ระดับ 0, ระดับ 1, ระดับ 2 และระดับ 3) ซึ่งถูกกำหนดไว้ในโปรแกรมคำสั่ง เพื่อควบคุมการทำงาน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ขา B7 ถูกกำหนดให้เป็นขาสัญญาณจากการตรวจจับของเซนเซอร์ โดยถูกส่งมาจากรีเลย์ เนื่องมาจากสัญญาณเอาต์พุตของรีเลย์มีระดับแรงดันที่ 12v จึงต้องมีการต่อผ่านรีเลย์ก่อนนำไปใช้งานในไมโครคอนโทรลเลอร์

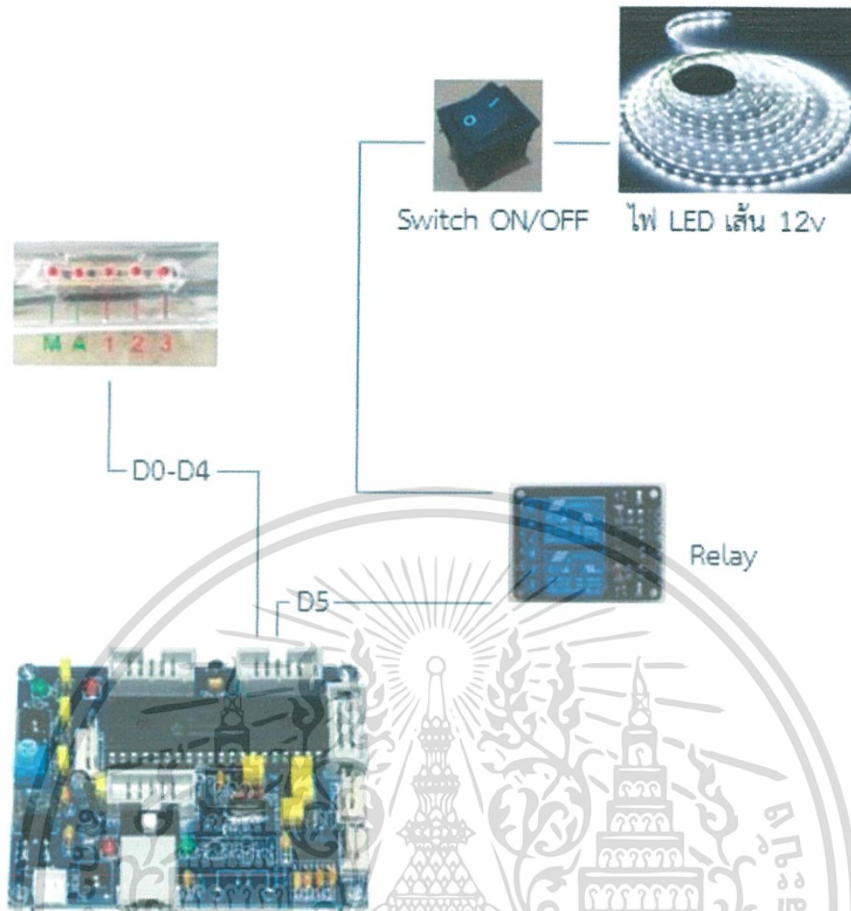


- วงจรการทำงานพอร์ต D

ขา D0-D4 ใช้ในการควบคุมการทำงานของไฟ LED แสดงสถานะ

ขา D5 ถูกกำหนดให้เป็นขาสัญญาณที่รับมาจากไฟ LED เส้น เพื่อควบคุมการทำงานของไฟส่องสว่าง โดยถูกส่งมาจากรีเลย์ เนื่องมาจากสัญญาณเอาต์พุตของไฟ LED มีระดับแรงดันที่ 12v จึงต้องมีการต่อผ่านรีเลย์ก่อนนำไปใช้งานในไมโครคอนโทรลเลอร์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

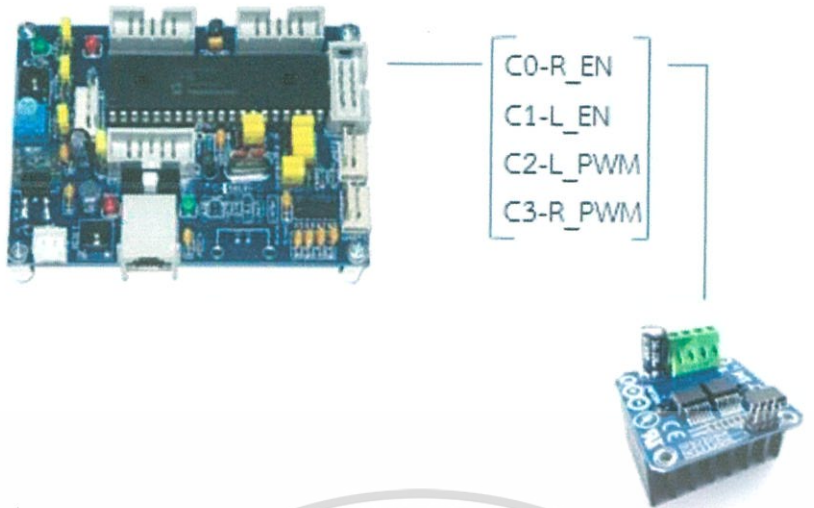


รูปที่ 3.13 วงจรการทำงานพอร์ต D

- วงจรการทำงานพอร์ต C

ขา C0,C1 กำหนดให้เป็น R_EN และ L_EN ตามลำดับ จะเป็นขาควบคุม
 ีนาเบิล (เปิดปิดการทำงานของ Output ทางขวาและซ้าย ตามลำดับ) : Active High (ต่อ 5V)

ขา C2,C3 กำหนดให้เป็น RPWM และ LPWM ตามลำดับ เป็นขาอินพุต
 สำหรับต่อสัญญาณ PWM มาควบคุมความเร็วของมอเตอร์



DC Motor Drive 12v 40A



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.2 หลักการทำงานของเครื่องดูดฝุ่นอัตโนมัติ

เมื่อเริ่มต้นการใช้งาน แพทย์จะนำฟันทปลอมชนิดถอดได้และหัวครอบฟันเตรียมใส่ไว้ในเครื่องดูดฝุ่นอัตโนมัติฯ เมื่อเตรียมวัสดุ อุปกรณ์เรียบร้อย เสียบปลั๊กเพื่อจ่ายไฟให้แหล่งจ่าย switching power supply และจ่ายไฟให้กับวงจรการทำงาน เมื่อเครื่องพร้อมทำงาน จะมีรูปแบบการทำงานให้เลือก 2 แบบ คือ Auto และ Manual

รูปแบบที่ 1 Auto Switch ใช้ในกรณีที่ผู้ใช้งานต้องการให้มีการทำงานอย่างอัตโนมัติ โดยที่มอเตอร์และไฟส่องสว่างจะทำงานตามที่เซนเซอร์ตรวจจับการทำงานได้ โดยมีการทำงานดังนี้

- เมื่อเซนเซอร์ตรวจจับได้ว่ามีมือสอดเข้ามาภายในเครื่อง จะมีผลทำให้ไฟส่องสว่างติด และมอเตอร์เริ่มทำการดูดฝุ่นด้วยระดับความเร็วที่มีการกดก่อนหน้านี้
- ขณะทำงาน ผู้ใช้งานสังเกตว่าปริมาณฝุ่นมากขึ้น ผู้ใช้งานสามารถเลือกระดับความเร็วในการดูดได้ 4 ระดับ คือ 0-มอเตอร์หยุด, 1-ความเร็วในการดูดต่ำ, 2-ความเร็วในการดูดปานกลาง และ 3-ความเร็วในการดูดสูง

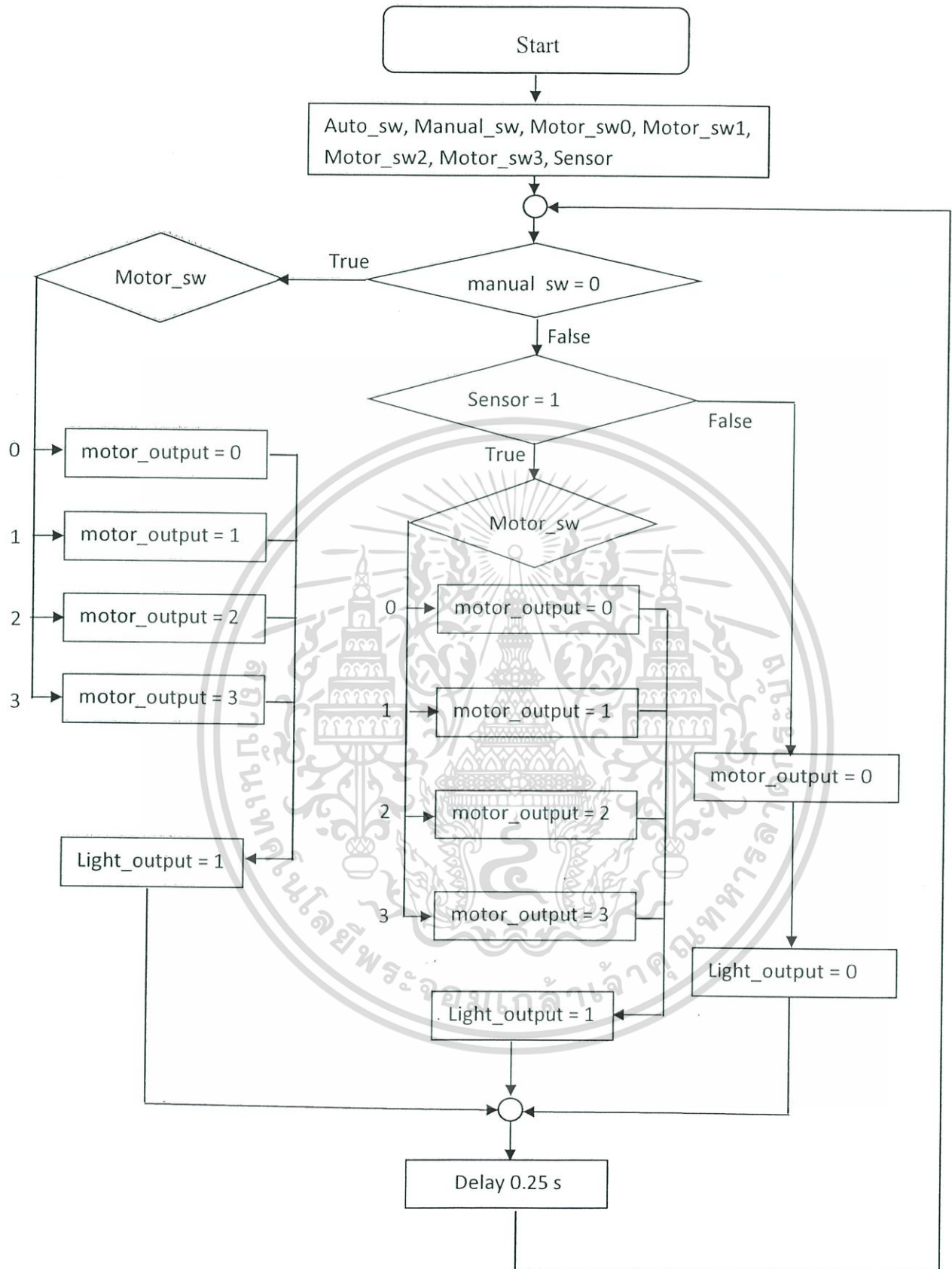
รูปแบบที่ 2 Manual Switch ใช้ในกรณีที่ผู้ใช้งานต้องการเปิดตู้เพื่อทำความสะอาดฟันที่ตกลงตามพื้นเครื่อง ซึ่งมอเตอร์ไม่สามารถดูดเก็บได้ ดังนั้นการทำงานจึงไม่ขึ้นกับเซนเซอร์ โดยมีการทำงานดังนี้

- เซนเซอร์จะไม่มีการทำงาน หรือไม่มีการทำงานตรวจจับการทำงานภายในเครื่อง
- ขณะทำงาน ผู้ใช้งานสามารถเลือกระดับความเร็วในการดูดได้ 4 ระดับเช่นเดียวกับรูปแบบ Auto
- ไฟส่องสว่าง สามารถเลือกเปิด-ปิดได้ตามความต้องการของผู้ใช้งาน

3.3 โปรแกรมที่ใช้ในการควบคุมการทำงานของเครื่องดูดฝุ่นอัตโนมัติ

การเขียนโปรแกรมที่ใช้ในการควบคุมการทำงานของเครื่องดูดฝุ่นอัตโนมัติ จะใช้โปรแกรม

3.3.1 Flow Chart



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

คำอธิบาย Flow chart

เมื่อเริ่มโปรแกรม จะเริ่มประกาศตัวแปรดังนี้ Auto_sw, Manual_sw, Motor_sw0, Motor_sw1, Motor_sw2, Motor_sw3 และ Sensor

โปรแกรมจะเริ่มตรวจสอบก่อนว่า การทำงานอยู่ในโหมดใดจาก Auto_sw และ Manual_sw โดยการรับค่าจากปุ่มกด และจำค่าตัวแปรนี้ไว้

เมื่ออยู่ในโหมด Manual ไฟส่องสว่างจะสว่างตลอดเวลา แต่ยังสามารถควบคุม เปิด/ปิด ได้จาก สวิตซ์ไฟส่องสว่าง และโปรแกรมจะตรวจสอบต่อไปว่า ค่าสถานะความเร็วมอเตอร์อยู่ในระดับใด โดยรับค่าจากปุ่มกดระดับความเร็วมอเตอร์ และจำค่านั้นไว้ แล้วจึงส่งสัญญาณไปควบคุมความเร็วมอเตอร์ให้ เป็นระดับนั้น

เมื่ออยู่ในโหมด Auto ไฟส่องสว่าง และมอเตอร์จะทำงานก็ต่อเมื่อ Sensor สามารถตรวจจับ วัตถุได้ และระดับความเร็วของมอเตอร์จะขึ้นอยู่กับค่าที่ได้รับจากปุ่มกดระดับความเร็วที่กดไว้

3.3.2 โปรแกรมควบคุมการทำงานของเครื่องดูดฝุ่นอัตโนมัติ

```
#include <18F4431.h> // ประกาศ Library ใช้งานฟังก์ชันของ PIC 18F 4431
#fuses HS,NOWDT,NOPROTECT,NOLVP
#use delay(clock = 8000000)

#define R_EN PIN_C0 // กำหนด Port C3 เป็น R_EN
#define L_EN PIN_C1 // กำหนด Port C1 เป็น R_EN
#define R_PWM PIN_C3 // กำหนด Port C0 เป็น R_EN
#define SW_MANUAL PIN_B0 // กำหนด Port B0 เป็น R_EN
#define SW_AUTO PIN_B1 // กำหนด Port B1 เป็น R_EN
#define SW_STEP0 PIN_B2 // กำหนด Port B2 เป็น R_EN
#define SW_STEP1 PIN_B3 // กำหนด Port B3 เป็น R_EN
#define SW_STEP2 PIN_B4 // กำหนด Port B4 เป็น R_EN
#define SW_STEP3 PIN_B5 // กำหนด Port B5 เป็น R_EN
#define SENSOR PIN_B6 // กำหนด Port B6 เป็น R_EN
#define LED_MANUAL PIN_D4 // กำหนด Port D4 เป็น R_EN
#define LED_AUTO PIN_D3 // กำหนด Port D3 เป็น R_EN
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```

#define LED_STEP01 PIN_D2 // กำหนด Port D2 เป็น R_EN
#define LED_STEP02 PIN_D1 // กำหนด Port D1 เป็น R_EN
#define LED_STEP03 PIN_D0 // กำหนด Port D0 เป็น R_EN
#define RELAY_PIN PIN_D7 // กำหนด Port D7 เป็น R_EN

int8 speed[4] = {0,33,66,99}; // กำหนดตัวแปรความเร็วมอเตอร์ 4 ระดับ

#int_ccp1 // RC2 L_PWM
void CCP1_ISR(void)
{
;
}

void set_STEP(int8 num) // ฟังก์ชันย่อย การทำงานของหลอดไฟแสดงผล
{
if(num == 1) // เมื่อค่าความเร็วมอเตอร์เป็นระดับ 1
{
output_bit(LED_STEP01,1); // หลอดไฟแสดงผลมอเตอร์ระดับ 1 สว่าง
output_bit(LED_STEP02,0); // หลอดไฟแสดงผลมอเตอร์ระดับ 2 ดับ
output_bit(LED_STEP03,0); // หลอดไฟแสดงผลมอเตอร์ระดับ 3 ดับ
}
else if(num == 2) // เมื่อค่าความเร็วมอเตอร์เป็นระดับ 2
{
output_bit(LED_STEP01,0); // หลอดไฟแสดงผลมอเตอร์ระดับ 1 ดับ
output_bit(LED_STEP02,1); // หลอดไฟแสดงผลมอเตอร์ระดับ 2 สว่าง
output_bit(LED_STEP03,0); // หลอดไฟแสดงผลมอเตอร์ระดับ 3 ดับ
}
else if(num == 3) // เมื่อค่าความเร็วมอเตอร์เป็นระดับ 3

```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```

{
    output_bit(LED_STEP01,0);           // หลอดไฟแสดงผลมอเตอร์ระดับ 1 ดับ
    output_bit(LED_STEP02,0);           // หลอดไฟแสดงผลมอเตอร์ระดับ 2 ดับ
    output_bit(LED_STEP03,1);           // หลอดไฟแสดงผลมอเตอร์ระดับ 3 สว่าง
}
else                                     // เมื่อค่าความเร็วมอเตอร์เป็นระดับ 1
{
    output_bit(LED_STEP01,0);           // หลอดไฟแสดงผลมอเตอร์ระดับ 1 ดับ
    output_bit(LED_STEP02,0);           // หลอดไฟแสดงผลมอเตอร์ระดับ 2 ดับ
    output_bit(LED_STEP03,0);           // หลอดไฟแสดงผลมอเตอร์ระดับ 3 ดับ
}
}
void setPwm(unsigned int8 num)           // ฟังก์ชัน การทำงานของมอเตอร์
{
    unsigned int16 duty;                 // กำหนดตัวแปร ค่า Duty cycle
    duty = num*10.23;
    output_high(R_EN);
    output_high(L_EN);
    output_low(R_PWM);
    set_pwm1_duty(duty);
}
void main(void)                          // ฟังก์ชันหลัก
{
    int1 sw_check = 0;                   // กำหนดตัวแปรป้องกันการกดปุ่มพร้อมกัน
    int8 statusMode = 0;                 // กำหนดตัวแปร โหมดการทำงาน Auto / Manual
    int8 motor_step = 0;                 // กำหนดตัวแปร ระดับความเร็วมอเตอร์
    unsigned int8 sensor_delay = 0;      // กำหนดตัวแปรในการหน่วงสถานะในโหมด Auto
    unsigned int8 count_reset = 0;       // กำหนดตัวแปรจับเวลาการทำงาน

```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```

set_tris_b(0xFF);           // port B input all
set_tris_c(0x00);           // port C output all
set_tris_d(0x00);           // port D output all

setPwm(0,0);                // กำหนดความเร็วมอเตอร์ให้เป็น 0
output_bit(RELAY_PIN, 1);   // ปิดไฟส่องสว่าง LED

enable_interrupts(GLOBAL);
enable_interrupts(INT_CCP1);

setup_ccp1(CCP_PWM);        // Enable PWM function

setup_timer_2(T2_DIV_BY_16,255,1); // Set timer
set_timer2(0);

output_bit(LED_MANUAL, 0);  // หลอดไฟแสดงผลโหมด Manual ดับ
output_bit(LED_AUTO, 0);    // หลอดไฟแสดงผลโหมด Auto ดับ

set_STEP(1);                // หลอดไฟแสดงผลสว่างสลับกัน เพื่อแสดงถึงการเริ่มโปรแกรม
delay_ms(1000);
set_STEP(2);
delay_ms(1000);
set_STEP(3);
delay_ms(1000);
set_STEP(0);                // ไฟแสดงผลเป็นระดับ 0

while(true)                 // คำสั่งวน Loop แบบต่อเนื่อง

```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```

{
  if(input(SW_MANUAL) == 0) // SW manual      // เมื่อกดปุ่ม Manual
  {
    count_reset = 0;
    if(sw_check == 0) // ตรวจสอบว่ามีการกดปุ่มอื่นอยู่หรือไม่
    {
      sw_check = 1;
      statusMode = 0; // ตัวแปรโหมดเป็นค่า 0 คือโหมด Manual
    }
  }
  else if(input(SW_AUTO) == 0) // SW auto      // เมื่อกดปุ่ม Auto
  {
    count_reset = 0; // ให้ตัวแปรนับเวลาเริ่ม 0 ใหม่
    if(sw_check == 0) // ตรวจสอบว่ามีการกดปุ่มอื่นอยู่หรือไม่
    {
      sw_check = 1;
      statusMode = 1; // ตัวแปรโหมดเป็นค่า 1 คือโหมด Auto
    }
  }
  else if(input(SW_STEP0) == 0) // เมื่อมีการกดปุ่ม มอเตอร์ระดับ 0
  {
    count_reset = 0; // ให้ตัวแปรนับเวลาเริ่ม 0 ใหม่
    if(sw_check == 0) // ตรวจสอบว่ามีการกดปุ่มอื่นอยู่หรือไม่
    {
      sw_check = 1;
      motor_step = 0; // ตัวแปรความเร็วมอเตอร์เป็นค่า 0
    }
  }
}

```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```

else if(input(SW_STEP1) == 0) // เมื่อมีการกดปุ่ม มอเตอร์ระดับ 1
{
    count_reset = 0; // ให้ตัวแปรนับเวลาเริ่ม 0 ใหม่
    if(sw_check == 0) // ตรวจสอบว่ามีการกดปุ่มอื่นอยู่หรือไม่
    {
        sw_check = 1;
        motor_step = 1; // ตัวแปรความเร็วมอเตอร์เป็นค่า 1
    }
}
else if(input(SW_STEP2) == 0) // เมื่อมีการกดปุ่ม มอเตอร์ระดับ 2
{
    count_reset = 0; // ให้ตัวแปรนับเวลาเริ่ม 0 ใหม่
    if(sw_check == 0) // ตรวจสอบว่ามีการกดปุ่มอื่นอยู่หรือไม่
    {
        sw_check = 1;
        motor_step = 2; // ตัวแปรความเร็วมอเตอร์เป็นค่า 2
    }
}
else if(input(SW_STEP3) == 0) // เมื่อมีการกดปุ่ม มอเตอร์ระดับ 3
{
    count_reset = 0; // ให้ตัวแปรนับเวลาเริ่ม 0 ใหม่
    if(sw_check == 0) // ตรวจสอบว่ามีการกดปุ่มอื่นอยู่หรือไม่
    {
        sw_check = 1;
        motor_step = 3; // ตัวแปรความเร็วมอเตอร์เป็นค่า 3
    }
}

```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```

else
{
    count_reset++; // ตัวแปรจับเวลาการทำงาน +1
    sw_check = 0; // ตัวแปรตรวจการกดปุ่มซ้ำเป็น 0
}
//-----
if(statusMode == 0) // การทำงานโหมด Manual
{
    sensor_delay = 0; // Reset ค่าในการหน่วงเวลาโหมด Auto เป็น 0
    output_bit(LED_MANUAL, 1); // On LED แสดงผลการทำงานโหมด Manual
    output_bit(RELAY_PIN, 0); // On LED ส่องสว่าง
    output_bit(LED_AUTO, 0); // Off LED แสดงผลการทำงานโหมด Auto

    if(motor_step == 1) // เมื่อค่าความเร็วมอเตอร์เป็นระดับ 1
    {
        if(count_reset <= 360) // เมื่อมอเตอร์ทำงานไม่เกิน 90 วินาที
        {
            setPwm(speed[1]); // ส่งสัญญาณควบคุมความเร็วมอเตอร์เป็นระดับ 1
        }
        else
        {
            setPwm(speed[0]); // ส่งสัญญาณควบคุมความเร็วมอเตอร์เป็นระดับ 0
        }

        set_STEP(1); // ไฟแสดงผลเป็นระดับ 1
    }
    else if(motor_step == 2) // เมื่อค่าความเร็วมอเตอร์เป็นระดับ 2
    {
        if(count_reset <= 240) // เมื่อมอเตอร์ทำงานไม่เกิน 60 วินาที

```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```

{
    setPwm(speed[2]);          // ส่งสัญญาณควบคุมความเร็วมอเตอร์เป็นระดับ 2
}
else
{
    setPwm(speed[0]);          // ส่งสัญญาณควบคุมความเร็วมอเตอร์เป็นระดับ 0
}
set_STEP(2);                  // ไฟแสดงผลเป็นระดับ 2
}
else if(motor_step == 3)      // เมื่อค่าความเร็วมอเตอร์เป็นระดับ 3
{
    if(count_reset <= 120)    // เมื่อมอเตอร์ทำงานไม่เกิน 30 วินาที
    {
        setPwm(speed[3]);      // ส่งสัญญาณควบคุมความเร็วมอเตอร์เป็นระดับ 3
    }
    else
    {
        setPwm(speed[0]);      // ส่งสัญญาณควบคุมความเร็วมอเตอร์เป็นระดับ 0
    }
    set_STEP(3);              // ไฟแสดงผลเป็นระดับ 3
}
else
    // เมื่อค่าความเร็วมอเตอร์เป็นระดับ 0
{
    setPwm(speed[0]);
    set_STEP(0);              // ไฟแสดงผลเป็นระดับ 0
}
}
else if(statusMode == 1)      // เมื่อตัวแปรโหมดการทำงานเป็น Auto

```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```

{
output_bit(LED_MANUAL, 0);           // Off LED แสดงผลโหมด Manual
output_bit(LED_AUTO, 1);            // On LED แสดงผลโหมด Auto

if(input(SENSOR) == 1)              // ถ้า Sensor ตรวจจับวัตถุได้
{
Sensor_delay = 12;                  // เริ่มนับถอยหลังตัวแปรช่วงเวลาจาก 12
output_bit(RELAY_PIN, 0);           // On LED ส่องสว่าง
if(motor_step == 1)                 // เมื่อค่าความเร็วมอเตอร์เป็นระดับ 1
{
setPwm(speed[1]);                  // ส่งสัญญาณควบคุมความเร็วมอเตอร์เป็นระดับ 1
}
else if(motor_step == 2)            // เมื่อค่าความเร็วมอเตอร์เป็นระดับ 2
{
setPwm(speed[2]);                  // ส่งสัญญาณควบคุมความเร็วมอเตอร์เป็นระดับ 2
}
else if(motor_step == 3)            // เมื่อค่าความเร็วมอเตอร์เป็นระดับ 3
{
setPwm(speed[3]);                  // ส่งสัญญาณควบคุมความเร็วมอเตอร์เป็นระดับ 3
}
else                                 // เมื่อค่าความเร็วมอเตอร์เป็นระดับ 0
{
setPwm(speed[0]);                  // ส่งสัญญาณควบคุมความเร็วมอเตอร์เป็นระดับ 0
}
}
else                                 // เมื่อ Sensor ตรวจจับวัตถุไม่ได้
{
if(sensor_delay > 0)                // เมื่อค่าหน่วงเวลานับถอยหลังยังไม่ถึง 0

```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```

{
    Sensor_delay --;           // คงค่าสถานะเดิมไว้ และนับถอยหลังอีก 1
}
else                           // เมื่อค่าหน่วยเวลานับถอยหลังถึง 0
{
    output_bit(RELAY_PIN, 1); // Off LED ส่องสว่าง
    setPwm(0,0);              // ส่งสัญญาณให้มอเตอร์หยุดทำงาน
}
}
if(motor_step == 1)            // เมื่อค่าความเร็วมอเตอร์เป็นระดับ 1
{
    set_STEP(1);              // ไฟแสดงผลเป็นระดับ 1
}
else if(motor_step == 2)      // เมื่อค่าความเร็วมอเตอร์เป็นระดับ 2
{
    set_STEP(2);              // ไฟแสดงผลเป็นระดับ 2
}
else if(motor_step == 3)      // เมื่อค่าความเร็วมอเตอร์เป็นระดับ 3
{
    set_STEP(3);              // ไฟแสดงผลเป็นระดับ 3
}
else                            // เมื่อค่าความเร็วมอเตอร์เป็นระดับ 0
{
    set_step(0);              // ไฟแสดงผลเป็นระดับ 0
}
}
else
{

```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
}  
delay_ms(250);           // หน่วงเวลา 0.25 วินาที  
}  
}
```



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 4

การทดลองและผลการทดลอง

ในการออกแบบและสร้างเครื่องดูดฝุ่นอัตโนมัติจากการรอฟิน จะแบ่งลักษณะการทำงาน ออกเป็น 2 ลักษณะตามหลักการทำงานของเครื่องที่กล่าวไว้ในหัวข้อ 3.2 ซึ่งได้แก่

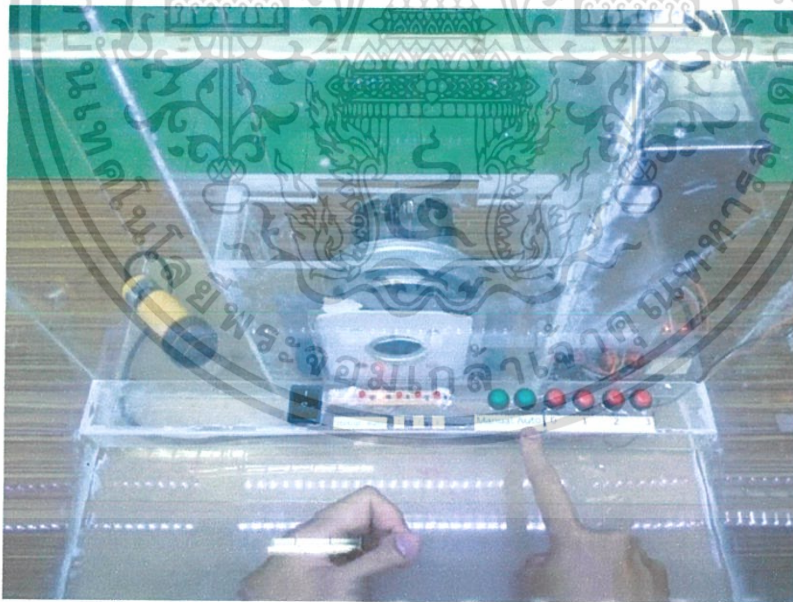
4.1 ผลทดสอบการทำงานของเครื่องดูดฝุ่นแบบอัตโนมัติ

การทำงานแบบอัตโนมัติ เพื่อใช้ในกรณีที่ผู้ใช้งานต้องการให้มีการทำงานอย่างอัตโนมัติ เพียงเสียบปลั๊กไฟเพื่อให้เครื่องทำงาน และสอดมือเข้าไปทำการรอฟิน มอเตอร์และไฟส่องสว่างจะทำงานตามที่เซนเซอร์ตรวจจับการทำงานได้ และเมื่อไม่มีการทำงานหรือเอามือออกจากเครื่อง มอเตอร์และไฟส่องสว่างก็จะไม่ทำงาน เพราะไม่มีการตรวจจับจากเซนเซอร์

ขั้นตอนทดสอบการทำงานของเครื่องดูดฝุ่นแบบอัตโนมัติ มีดังนี้

ขั้นตอนที่ 1 เมื่อสอดมือเข้าไปภายในเครื่อง

-เมื่อเซนเซอร์ตรวจจับได้ว่ามีมือสอดเข้ามาภายในเครื่อง จะมีผลทำให้ไฟส่องสว่างติดและมอเตอร์เริ่มทำการดูดฝุ่นด้วยระดับความเร็วระดับ 2 สังเกตได้จากไฟ LED แสดงสถานะ ดังรูปที่ 4.1



รูปที่ 4.1 เมื่อสอดมือเข้าไป ขณะเครื่องทำงานแบบอัตโนมัติ

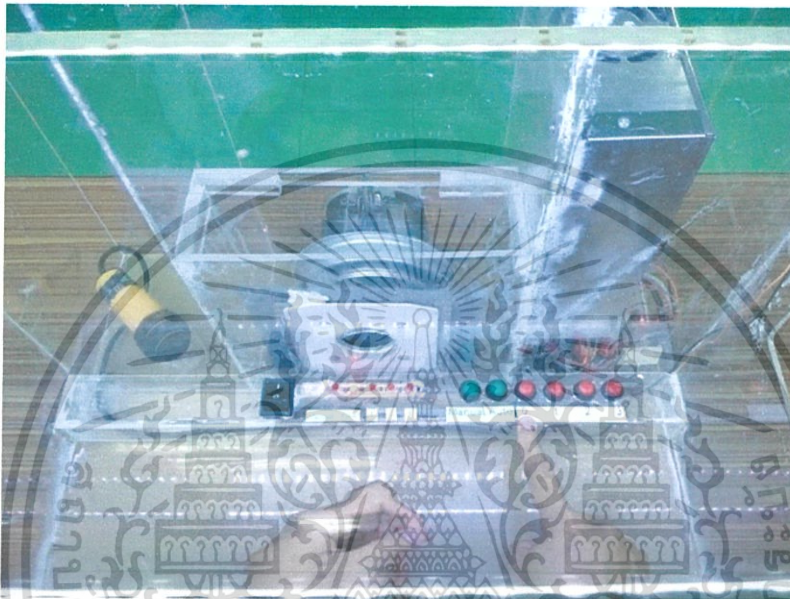
ขั้นตอนที่ 2 ขณะรอฟิน

-ขณะทำงาน ผู้ใช้งานสังเกตว่าปริมาณฝุ่นมากขึ้น ผู้ใช้งานสามารถเลือกระดับความเร็วในการดูดได้ 4 ระดับ คือ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- 0 – มอเตอร์หยุด (รูปที่ 4.2)
- 1 – ความเร็วในการดูดต่ำ (รูปที่ 4.3)
- 2 – ความเร็วในการดูดปานกลาง (รูปที่ 4.4)
- 3 – ความเร็วในการดูดสูง (รูปที่ 4.5)

โดยสังเกตได้จากไฟ LED แสดงสถานะของแต่ละระดับความเร็วในการดูด



รูปที่ 4.2 มอเตอร์หยุด ขณะเครื่องทำงานแบบอัตโนมัติ



รูปที่ 4.3 ระดับความเร็วในการดูดต่ำ ขณะเครื่องทำงานแบบอัตโนมัติ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.4 ระดับความเร็วในการดูปานกลาง ขณะเครื่องทำงานแบบอัตโนมัติ



รูปที่ 4.5 ระดับความเร็วในการดูตสูง ขณะเครื่องทำงานแบบอัตโนมัติ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.2 ผลทดสอบการทำงานของเครื่องดูดฝุ่นแบบควบคุมด้วยมือ

การทำงานของเครื่องดูดฝุ่นแบบควบคุมด้วยมือ เพื่อใช้ในกรณีที่ผู้ใช้งานต้องการทำความสะอาดภายในเครื่อง หรือทำความสะอาดฝุ่นที่ตกลงตามพื้นเครื่อง ซึ่งมอเตอร์ไม่สามารถดูดเก็บได้ ดังนั้นการทำงานจึงไม่ขึ้นกับเซนเซอร์ หากมีมือสอดเข้าไปภายในเครื่อง มอเตอร์และไฟส่องสว่างจะไม่มีการทำงาน ซึ่งผู้ใช้งานสามารถเปิด-ปิดไฟส่องสว่างและเลือกระดับความเร็วในการดูดฝุ่นได้ตามความต้องการ เช่นเดียวกับแบบอัตโนมัติ และเมื่อไม่มีการทำงานหรือเอามือออกจากเครื่อง มอเตอร์และไฟส่องสว่างก็ยังคงทำงานอยู่เช่นนั้น

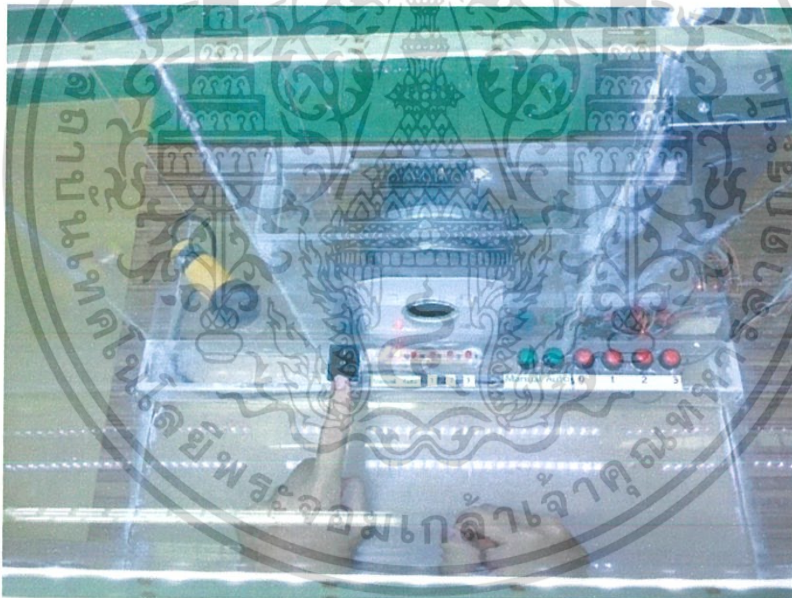
ขั้นตอนทดสอบการทำงานของเครื่องดูดฝุ่นแบบควบคุมด้วยมือ มีดังนี้

ขั้นตอนที่ 1 เมื่อสอดมือเข้าไปภายในเครื่อง

-เมื่อสอดมือเข้าไปภายในเครื่อง จะไม่มีการตรวจจับจากเซนเซอร์ ทำให้ไม่มีการทำงานใดๆ ของไฟส่องสว่างและมอเตอร์

ขั้นตอนที่ 2 ขณะทำความสะอาด

-ขณะทำความสะอาด ผู้ใช้งานสามารถเลือกเปิด-ปิดไฟส่องสว่าง ดังรูปที่ 4.6

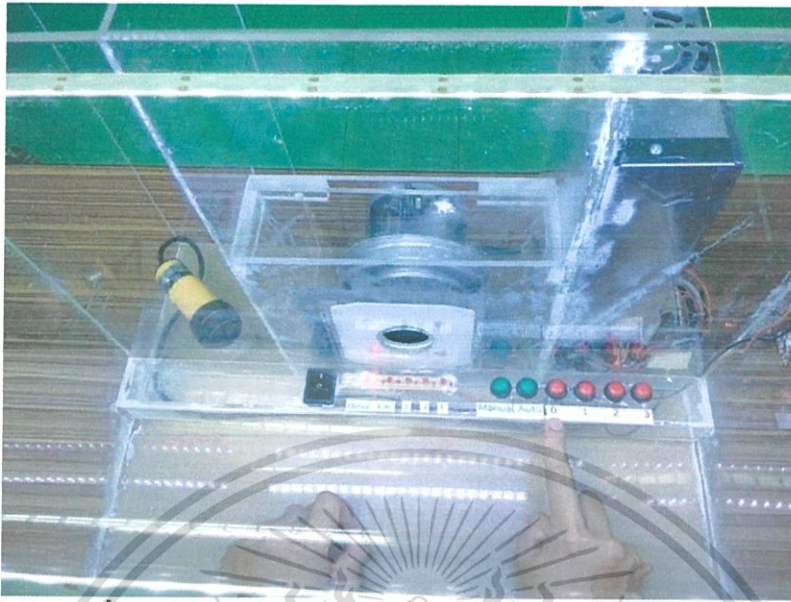


รูปที่ 4.6 Switch เปิด-ปิดไฟส่องสว่าง

-ขณะทำความสะอาด ผู้ใช้งานสามารถเลือกระดับความเร็วในการดูดฝุ่นได้

4 ระดับเช่นเดียวกับแบบอัตโนมัติ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.7 มอเตอร์หยุด ขณะเครื่องทำงานแบบควบคุมด้วยมือ

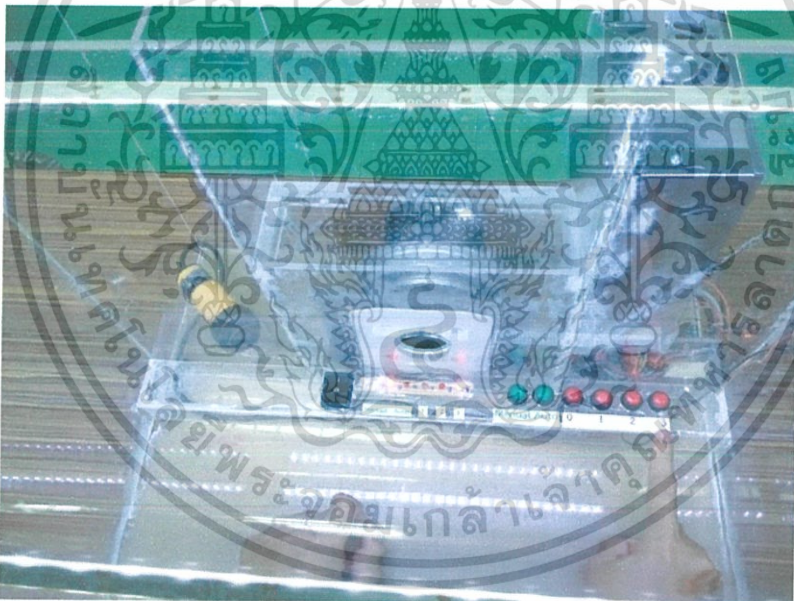


รูปที่ 4.8 ระดับความเร็วในการตัดต่ำ ขณะเครื่องทำงานแบบควบคุมด้วยมือ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.9 ระดับความเร็วในการดูตปานกลาง ขณะเครื่องทำงานแบบควบคุมด้วยมือ



รูปที่ 4.10 ระดับความเร็วในการดูตสูง ขณะเครื่องทำงานแบบควบคุมด้วยมือ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 5

สรุปผลการทดลองและข้อเสนอแนะ

5.1 สรุปผลการทดลอง

ปริญญานิพนธ์ได้นำเสนอเครื่องดูดฝุ่นอัตโนมัติจากการรอฟันปลอม สำหรับนำไปใช้ในการแก้ไข ปัญหาฝุ่นละอองที่เกิดจากการรอฟันปลอม ซึ่งฝุ่นละอองดังกล่าวจะฟุ้งกระจายไปตามอากาศ ผู้ที่อยู่ บริเวณโดยรอบสูดดมเข้าไป อันเป็นผลเสียต่อสุขภาพส่งผลให้ร่างกายได้รับอันตรายในที่สุด จึงได้มีการ ออกแบบและสร้างเครื่องดูดฝุ่นขึ้นมาเพื่อแก้ปัญหาดังกล่าว โดยมีอุปกรณ์ที่ทำงานร่วมกัน ดังต่อไปนี้

- Photo Sensor ชนิด Diffuse-Reflective ใช้ในการตรวจจับวัตถุ
- DC Motor ใช้ในการดูดฝุ่น ในที่นี้ดัดแปลงมาจากอะไหล่มอเตอร์ดูดฝุ่นพานาโซนิกส์ ร่วมกับ S-755 12v High Speed Micro Motor
- BTS7960 H-Bridge DC Motor Drive ใช้ในการขับ DC Motor
- บอร์ด ET-BASE PIC40/1939 โดยใช้ PIC เบอร์ 18F4431 เป็นส่วนควบคุมการทำงานของเครื่องดูดฝุ่น
- ไฟ LED เส้น 5050 12v White IP65 ให้แสงสว่างภายในเครื่อง
- Switching Power Supply 12v 40A ใช้เป็นแหล่งไฟให้กับวงจรการทำงาน
- Single Relay Board ใช้ในการป้องกันอุปกรณ์
- Regulator ใช้เปลี่ยนแรงดันไฟฟ้ากระแสตรงจาก Switching Power Supply 12v เป็น 5v เพื่อใช้ในวงจรควบคุมไมโครคอนโทรลเลอร์

การควบคุมการทำงานจะเขียนโปรแกรมคำสั่งในรูปแบบของภาษาซีเข้าใน Microcontroller (PIC 18F4431) ซึ่งเครื่องดูดฝุ่นสามารถทำงานได้ 2 ลักษณะจากการทดสอบในบทที่ 4 ดังนี้

จากการทดลองที่ 4.1 การทำงานของเครื่องดูดฝุ่นแบบอัตโนมัติ(Automatic) เมื่อผู้ใช้งานสอดมือเข้าไปภายในเครื่องเพื่อทำการรอฟัน เช่น เซอร์จะตรวจจับได้ว่ามีวัตถุเคลื่อนที่ผ่าน จะทำให้ไฟส่องสว่างภายในกล่องติด และมอเตอร์จะทำการดูดฝุ่นโดยอัตโนมัติ ซึ่งเป็นผลมาจากการเขียนโปรแกรมคำสั่งควบคุมการทำงานของไมโครคอนโทรลเลอร์ ขณะทำการรอฟันผู้ใช้งานสังเกตปริมาณฝุ่นที่เกิดขึ้น ผู้ใช้งานสามารถเลือกระดับความเร็วในการดูดฝุ่นได้ 4 ระดับ และเมื่อผู้ใช้งานนำมือออกจากเครื่อง ทำให้เซนเซอร์ไม่สามารถตรวจจับวัตถุที่เคลื่อนที่ผ่านได้ ส่งผลให้ไฟส่องสว่างดับลง และมอเตอร์หยุดดูดฝุ่นโดยอัตโนมัติ

จากการทดลองที่ 4.2 การทำงานของเครื่องดูดฝุ่นแบบควบคุมด้วยมือ(Manual) เมื่อผู้ใช้งานสอดมือเข้าไปภายในเครื่องเพื่อทำการรอฟัน จะไม่มีการทำงานของเซนเซอร์ตรวจจับวัตถุ ทำให้ไม่มีการทำงานใดๆ ของไฟส่องสว่างและมอเตอร์ ซึ่งผู้ใช้งานสามารถเลือกเปิด-ปิดไฟส่องสว่างได้ตามความต้องการ และยังสามารเปิด-ปิดมอเตอร์ หรือเลือกให้มอเตอร์คงความเร็วไว้ที่ระดับความเร็วที่ผู้ใช้งานต้องการได้ เมื่อผู้ใช้งานนำมือออกจากเครื่อง มอเตอร์และไฟส่องสว่างก็ยังคงทำงานอยู่เช่นนั้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

5.2 ปัญหาที่พบในการทำโครงงานและแนวทางแก้ไขปัญหา

1. มอเตอร์ที่ใช้งาน หากใช้งาน DC Motor ร่วมกับใบพัดที่ออกแบบเอง ใบพัดดูดอากาศดังกล่าว อาจจะมีประสิทธิภาพในการดูดต่ำ หรืออาจไม่สามารถดูดผงฝุ่นที่เกิดจากการกรอฟันได้ ดังนั้นจึงต้องดัดแปลงอะไหล่มอเตอร์ดูดฝุ่น ซึ่งมีการออกแบบเพื่อการดูดอากาศโดยเฉพาะ ร่วมกับมอเตอร์ความเร็วรอบสูง เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพในการดูดยิ่งขึ้น
2. IC ของ BTS7960 H-Bridge DC Motor Drive เกิดความร้อนสูง อันเนื่องมาจากการใช้งานของมอเตอร์ดูดฝุ่นที่ใช้งาน ซึ่งอาจทำให้เสียหายได้ ดังนั้นจึงต้องเปลี่ยน Sink ระบายอากาศของ DC Motor Drive ให้มีขนาดใหญ่ขึ้น
3. สายไฟที่ต่อระหว่าง Switching Power Supply กับ DC Motor Drive มีความร้อนสูง อันเนื่องมาจากการใช้งานของมอเตอร์ดูดฝุ่นที่ใช้งาน ซึ่งอาจทำให้สายไฟเสียหายได้ ดังนั้นจึงต้องเปลี่ยนขนาดสายไฟจาก 1.5 m^2 เป็น 2.5 m^2
4. การเชื่อมต่ออุปกรณ์โดยการบัดกรี ตัวอย่างเช่น Switch ปุ่มกด อาจหลุดได้ ส่งผลให้วงจรควบคุมการทำงานไม่เป็นไปตามที่โปรแกรมคำสั่งไว้ ดังนั้นจึงต้องใช้ความละเอียด ความอดทนในการเชื่อมต่ออุปกรณ์ดังกล่าว เพื่อให้ติดแน่น คงทน
5. เซนเซอร์ที่ใช้งานมีเอาต์พุต 12v ซึ่งจะต้องนำไปใช้ในบอร์ดไมโครคอนโทรลเลอร์ ซึ่งแรงดันที่ใช้งานในบอร์ดคือ 5v ดังนั้นจึงต้องใช้รีเลย์ในการตัด-ต่อสัญญาณให้เป็น 5v เพื่อนำไปใช้งานในไมโครคอนโทรลเลอร์

5.3 ข้อเสนอแนะและแนวทางการพัฒนา

1. เนื่องจากเครื่องดูดฝุ่นอัตโนมัติที่สร้างขึ้นมาในโครงงานนี้ มีความยุ่งยากและซับซ้อนในการต่ออุปกรณ์ รวมถึงการติดตั้งอุปกรณ์เข้ากับตัวเครื่อง จึงควรออกแบบทั้งในด้านซอฟต์แวร์และฮาร์ดแวร์ให้มีความซับซ้อนน้อยลง เพื่อสะดวกในการใช้งานมากขึ้น
2. ประสิทธิภาพในการดูดฝุ่นของมอเตอร์ ยังสามารถดูดฝุ่นที่เกิดขึ้นได้ไม่มากเท่าที่ควร เนื่องจากข้อจำกัดของมอเตอร์ที่ใช้ในการดูดฝุ่น เมื่อต้องการให้อัตราการดูดฝุ่นดีขึ้น จะต้องเพิ่มขนาดมอเตอร์ และใบพัด ซึ่งส่งผลให้ใช้พื้นที่สำหรับติดตั้งมอเตอร์มากขึ้น และเสียงของมอเตอร์ขณะทำงานที่ดังมากขึ้น ซึ่งในการพัฒนาต่อ อาจจะต้องหาตำแหน่งการติดตั้งปากท่อดูดฝุ่นในตำแหน่งที่ทำให้การไหลของอากาศภายในกล่องอุปกรณ์ดีขึ้น และพัฒนาส่วนเก็บฝุ่นให้สามารถดูดฝุ่นได้อย่างมีประสิทธิภาพมากขึ้น
3. เนื่องจากมอเตอร์ที่ใช้เป็นมอเตอร์ความเร็วสูง จึงใช้กระแสในการขับสูง ทำให้อุปกรณ์บอร์ดไดร์ฟมีความร้อนเกิดขึ้นมาก จึงน่าจะมีการติดตั้งพัดลมระบายอากาศภายในกล่องอุปกรณ์ส่วนแผงวงจรควบคุมด้วย

เอกสารอ้างอิง

- [1] Takashi Kenjo, “Stepping motors and their microprocessor controls Monographs in electrical and electronic engineering 16”, 2nd Editor
- [2] บทความ “แนะนำการใช้งาน – การประยุกต์ใช้งานเซ็นเซอร์”, Baumer Authorized Distributor Thailand., www.isensor.co.th
- [3] บทความ “แนะนำการใช้งาน – เซ็นเซอร์สำหรับระบบอัตโนมัติในโรงงาน”, Baumer Authorized Distributor Thailand., www.isensor.co.th
- [4] บทความ “แนะนำการใช้งาน – การแก้ปัญหาการตรวจจับ”, Baumer Authorized Distributor Thailand., www.isensor.co.th
- [5] บทความ “เลือก SENSORS ในการตรวจจับวัตถุอย่างไร”, KRIENKAMOL ELECTRIC, www.kme.co.th
- [6] “Sensor ในงานอุตสาหกรรม”, Tips&Trick, Servo Dynamics (Thailand) Co.,Ltd., www.servoline.com
- [7] บทความ “Proximity Switch(เซ็นเซอร์ตรวจจับวัตถุ)”, TEKNEI, WENGLOG, AECO), Capacitive Sensor, Primus Co., Ltd., www.primusthai.com
- [8] “การบรรยายพิเศษในหัวข้อเซ็นเซอร์ที่ใช้ในงานอุตสาหกรรม”, บริษัทแสงชัยมิเตอร์ จำกัด, www.kmitl.ac.th
- [9] Contact Us, บริษัท คอมโพแม็กซ์ จำกัด, www.compomax.co.th
- [10] บทความ “เซ็นเซอร์”, ผลิตภัณฑ์, KEYENCE THAILAND CO., LTD., www.keyence.co.th
- [11] สันทนา สงครินทร์, “เอกสารประกอบการสอน วิชาช่างไมโครคอนโทรลเลอร์ วิทยาลัยสารพัดช่างอุดรธานี”, สำนักงานคณะกรรมการการอาชีวศึกษา กระทรวงศึกษาธิการ, www.sunthana.com
- [12] “เซ็นเซอร์, ส่วนประกอบอิเล็กทรอนิกส์”, Mouser Electronics, th.mouser.com
- [13] “ผลงานวิทยานิพนธ์”, มหาวิทยาลัยสยาม, www.research-system.siam.edu
- [14] “PIC18F4431 Data Sheet”, Microchip TechnologyInc., www.microchip.com
- [15] “คู่มือการใช้งานบอร์ดไมโครคอนโทรลเลอร์รุ่น ET-BASE PIC40/1939(ICSP)”, บริษัทอีทีที จำกัด, ETT Co.,Ltd., www.ett.co.th
- [16] บทความ “การควบคุมความเร็วของมอเตอร์กระแสตรง”, www.adisak51.com
- [17] บทความ “วิธีการมอดูเลชั่นทางความกว้างของพัลส์ (PWM)”, www.adisak51.com
- [18] บทความ “อะไหล่มอเตอร์เครื่องดูดฝุ่น ยี่ห้อพานาโซนิคส์”, www.dmart1.com

- [19] “RS-755 high-speed micro electric dc motor”, www.alibaba.com
- [20] “มอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรง, เครื่องใช้ไฟฟ้า”, th.aliexpress.com
- [21] “12v 20,000 rpm micro motor”, www.amazon.com
- [22] “สปีดมอเตอร์/มอเตอร์เซอร์โว”, ร้านแสงตะวัน บ้านหมอปลาซ่า,
www.sangtawan.org
- [23] บทความ “Motor Driver BTS7960 43A”, www.instructables.com
- [24] บทความ “บอร์ดขับมอเตอร์กระแสสูง ขับได้ถึง 43A Module IBT-2 smart car motor drive module BTS7960 43A H-Bridge PWM BTS7960 Motor Drive 43 A module”, www.arduinoall.com
- [25] บทความ “1x BTS7960 Full-Bridge DC Motor Drive(6-27V 43A Max) Module”, www.micontechlab.com
- [26] บทความ “M30 70CM NPN NO optical photoelectric switch sensor E3F3-DS70N1”, Hugong Group Co., Ltd., hugong.en.alibaba.com
- [27] “Sensor & Proximity Switch”, www.vp-electronic.com
- [28] บทความ “ไฟ LED เส้น RGB”, www.bestthailed.com
- [29] บทความ “ไฟ LED Strip 5050 60LED/M ชนิดเส้นแบบยืดหยุ่น IP65”,
www.3plusled.com
- [30] “ไฟเส้น LED Strip ยาว 5 เมตร สีขาว SMD5050 60LEDs M กันน้ำ”,
www.ไฟแอลอีดี.เน็ต
- [31] “Switching Power Supply”, Wenzhou Mingwei Automation System Co.,Ltd, www.smpps.cc
- [32] บทความ “สวิตชิงเพาเวอร์ซัพพลาย (Switching Power Supply)”,
webserv.kmitl.ac.th
- [33] บทความ “ประเภท power supply”, www.smartgads.com
- [34] บทความ “วงจรเรกูเลเตอร์ (Regulator Circuits)”, Electronics Pocket Book วงจรอิเล็กทรอนิกส์พื้นฐาน และ อุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์พื้นฐาน Basic Electronic Circuits and Components, electronicspocketbook.blogspot.com
- [35] บทความ “Voltage Regulator Circuit) วงจรรักษาระดับแรงดัน(Voltage Regulator Circuits)”, www.academia.edu
- [36] บทความ “Single Relay Board”, www.parallax.com
- [37] “คู่มือการใช้งาน Single Relay Board”, www.parallax.com
- [38] บทความ “Photoelectric Sensor”, PRIMUS CO.,LTD, www.primusthai.com



ภาคผนวก ก
โปรแกรมที่ใช้ในโครงการ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

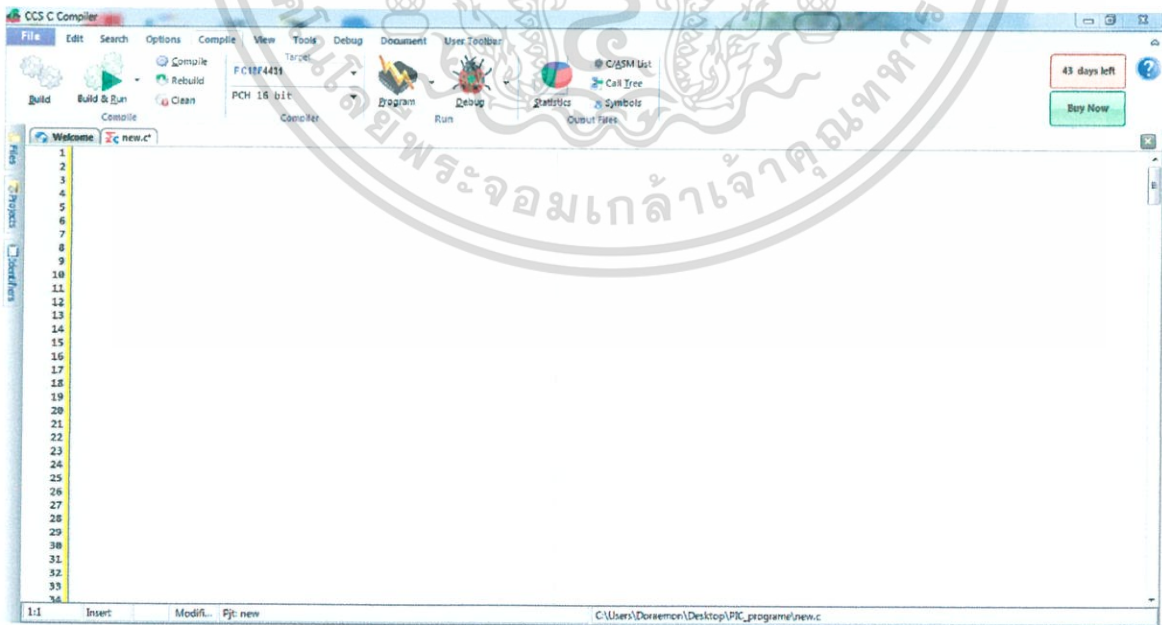
ขั้นตอนการเขียนโปรแกรมคำสั่งควบคุมการทำงาน มีขั้นตอนดังนี้

1. เปิดโปรแกรม CCS Compiler ขึ้นมา ให้เลือกไปที่ File – New ดังรูปที่ ก-1



รูปที่ ก-1 หน้าต่างโปรแกรม CCS Compiler

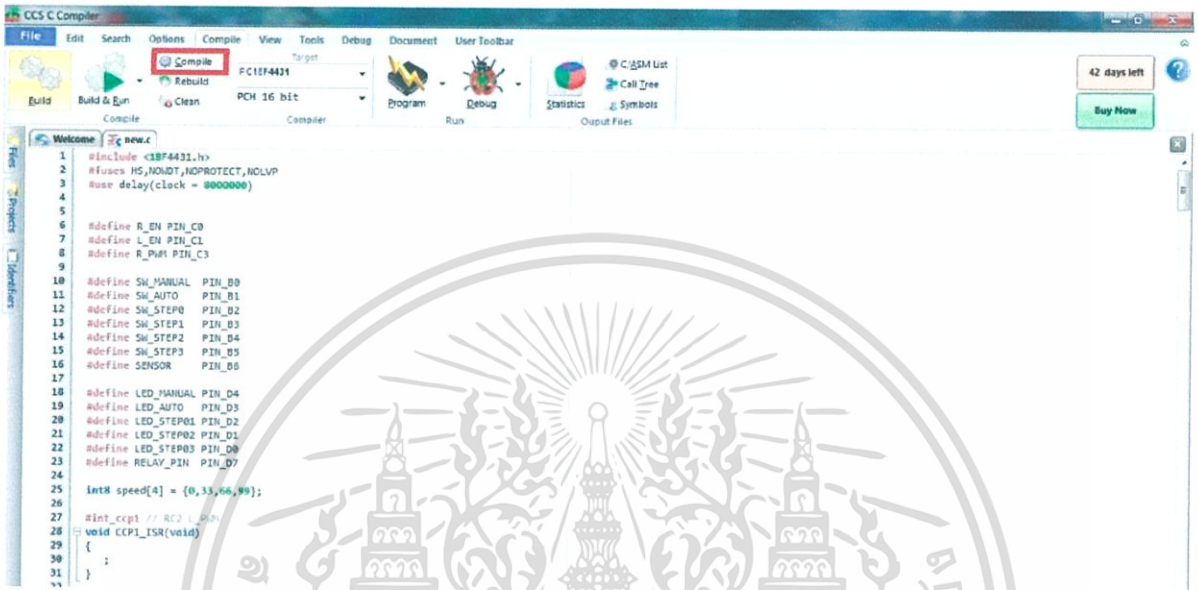
2. เลือกสร้างโปรเจกต์โดยให้เป็นไฟล์ประเภท C source แล้วตั้งชื่อโปรเจกต์ แล้วจึงทำการเปิดหน้า work space ที่จะใช้ทำการเขียนโปรแกรมภาษา C ดังรูปที่ ก-2



รูปที่ ก-2 หน้าต่างโปรเจกต์ ประเภท C source

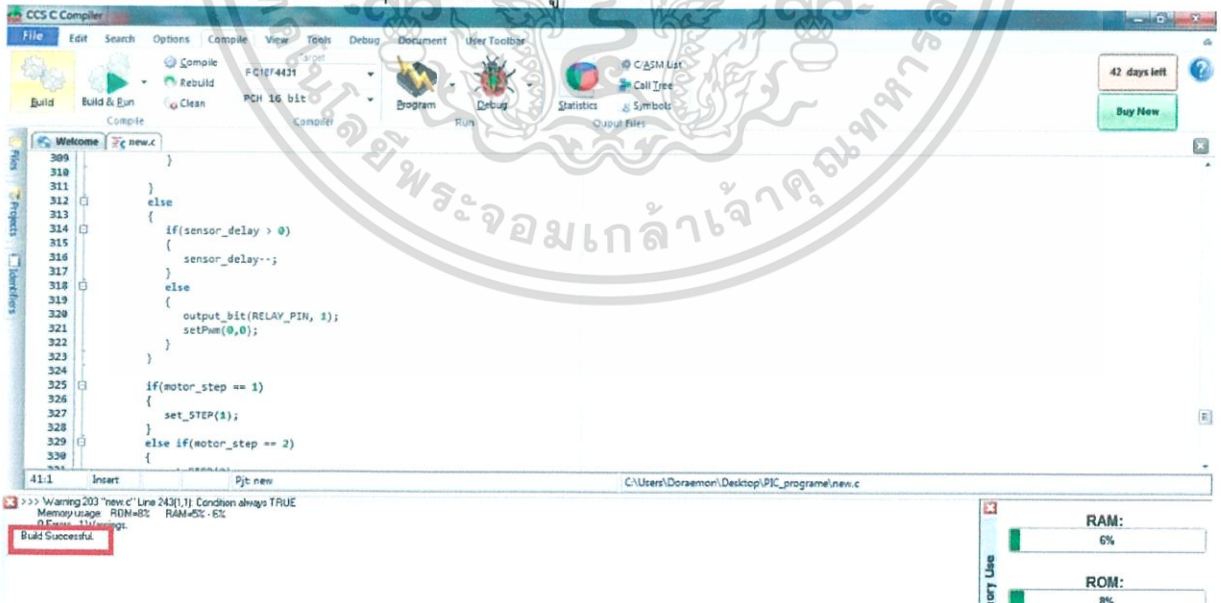
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3. ทำการเขียน Code สำหรับโปรแกรมที่ต้องการจะใช้งานลงไป เมื่อทำการเขียนโปรแกรมเสร็จเรียบร้อย จึงทำการ Compile โปรแกรมที่เขียนขึ้น โดยเลือกไปที่ Tap Compile แล้วจึงคลิกที่ปุ่ม compile จากด้านบน ดังรูปที่ ก-3



รูปที่ ก-3 หน้าต่างสำหรับการเขียนโปรแกรมคำสั่ง

4. เมื่อทำการ Compile โปรแกรมเสร็จ ระบบจะแจ้งว่ามีข้อผิดพลาดหรือไม่ ถ้าหากมีข้อผิดพลาด ให้ทำการแก้ไขในหัวข้อที่หน้าต่างด้านล่างของโปรแกรมแจ้งขึ้นมา และถ้าหากไม่มีข้อผิดพลาด ถือได้ว่าทำการ Compile สำเร็จ ดังรูปที่ ก-4



รูปที่ ก-4 หน้าต่างโปรแกรมคำสั่งที่ Compile สำเร็จ

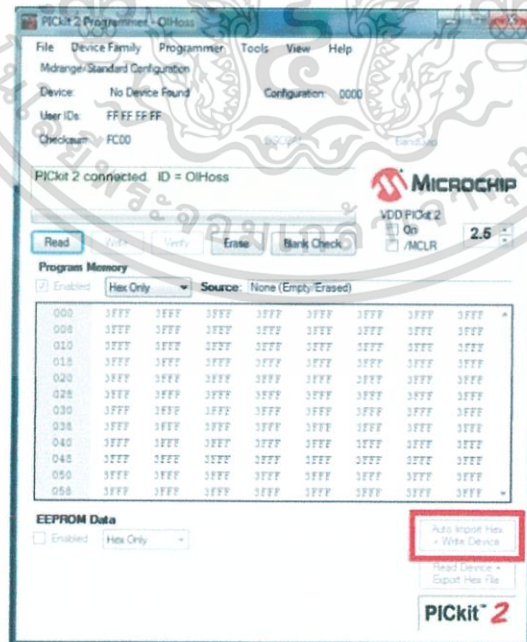
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

5. ซึ่งหน้าต่างด้านล่างจะมีการแจ้ง Memory ที่ PIC จะใช้เก็บข้อมูลจากโปรแกรมที่เขียนขึ้นด้วย เมื่อ Compile โปรแกรมผ่านแล้ว จึงคลิกที่ Built เมื่อให้โปรแกรมสร้างไฟล์ Code ชนิดต่างๆ จากโปรแกรมที่เราเขียนขึ้น ในที่นี้ จะใช้งานไฟล์ Code ประเภท Hex file ดังรูปที่ ก-5

Name	Date modified	Type	Size
fdas	15/5/2558 1:23	C/ASM File	26 KB
fdas	15/5/2558 1:23	C Stats File	2 KB
fdas	15/5/2558 1:23	C Symbols File	3 KB
fdas	15/5/2558 1:23	C Call Tree File	1 KB
fdas	15/5/2558 1:23	C Project Output ...	5 KB
main	2/4/2558 12:14	C Source File	7 KB
main	14/5/2558 21:40	C Project File	1 KB
main	14/5/2558 21:39	C Debug File	76 KB
main	14/5/2558 21:39	C Project Output ...	52 KB
main	14/5/2558 21:39	HEX File	4 KB
main	14/5/2558 21:39	C/ASM File	29 KB
main	14/5/2558 21:39	C Stats File	2 KB
main	14/5/2558 21:39	C Symbols File	3 KB
main	14/5/2558 21:39	C Call Tree File	2 KB
main	14/5/2558 21:39	C Project Output ...	5 KB
new	17/5/2558 19:54	C Source File	7 KB
new	17/5/2558 19:54	C Project File	3 KB
new	17/5/2558 19:54	C Debug File	75 KB
new	17/5/2558 19:54	C Project Output ...	1 KB
new	17/5/2558 19:54	C Project Output ...	51 KB
new	17/5/2558 19:54	HEX File	4 KB
new	17/5/2558 19:54	C/ASM File	28 KB
new	17/5/2558 19:54	C Stats File	2 KB
new	17/5/2558 19:54	C Symbols File	3 KB
new	17/5/2558 19:54	C Call Tree File	2 KB
new	17/5/2558 19:54	C Project Output ...	5 KB
sata	2/4/2558 12:14	C Source File	6 KB

รูปที่ ก-5 หน้าต่างแจ้ง Memory ที่ PIC ใช้เก็บข้อมูลโปรแกรมที่เขียนขึ้น

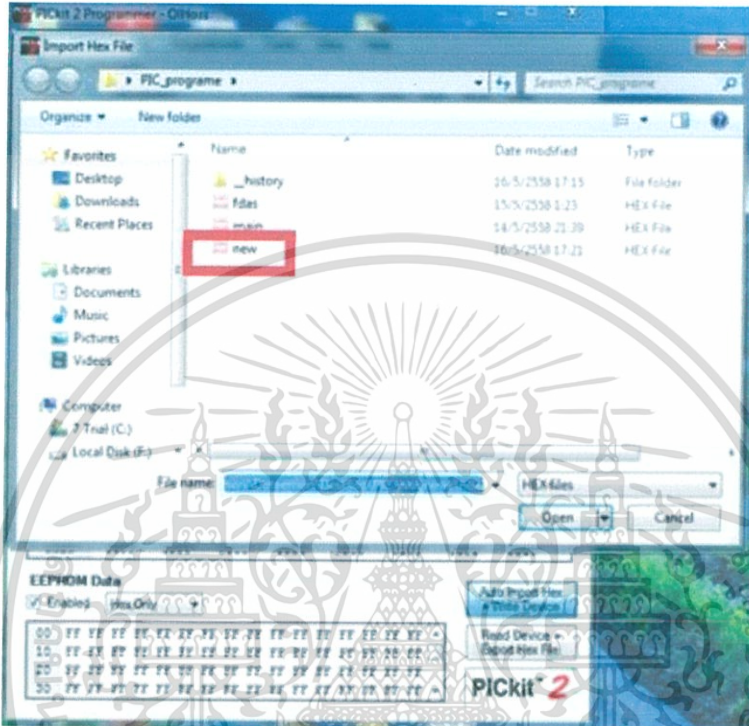
6. การโปรแกรมคำสั่งเข้าไมโครคอนโทรลเลอร์ จะใช้โปรแกรม PICKit 2 ซึ่งจะใช้งานร่วมกับ ET-PGM PIC USB v2.0 ซึ่งจะต้องเชื่อมต่อ USB กับคอมพิวเตอร์ที่จะใช้งาน จากนั้นจึงเปิดโปรแกรม PICKit 2 ขึ้น ดังรูปที่ ก-6



รูปที่ ก-6 หน้าต่างโปรแกรม PICKit 2

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

7. โปรแกรม PICkit 2 จะสามารถเชื่อมต่อกับอุปกรณ์ PIC ได้อย่างอัตโนมัติ จากนั้นให้คลิกเลือกที่ปุ่ม Auto import Hex + Write device เพื่อเลือกไฟล์โปรแกรมที่เขียนเตรียมไว้ จากนั้นให้เลือก Hex file ที่ถูกสร้างขึ้น ดังรูปที่ ก-7



รูปที่ ก-7 หน้าต่างการเชื่อมต่อโปรแกรมกับอุปกรณ์ PIC

8. เมื่อเลือกไฟล์ที่เขียนขึ้น โปรแกรมจะถูกเขียนลง PIC ดังรูปที่ ก-8



รูปที่ ก-8 โปรแกรมคำสั่งถูกเขียนลง PIC ผ่าน ET-PGM PIC USB v2.0

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาคผนวก ข
บทความวิชาการ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การออกแบบเครื่องดูดฝุ่นอัตโนมัติจากการกรอฟันปลอม THE DESIGE OF AUTOMATIC VACUUM CLEANER FROM DENTURES GRINDING

รัฐกฤษฎี พงษ์ธนรินทร์¹, วรุตม์ ฉลาดแพทย์¹

¹ ภาควิชาวิศวกรรมไฟฟ้า คณะวิศวกรรมศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

1 ซอย ฉลองกรุง 1 ลาดกระบัง กรุงเทพมหานคร 10520 โทรศัพท์ 02-329-8000 ต่อ 3925

Email : creamoanycore@gmail.com

บทคัดย่อ

งานวิจัยฉบับนี้ได้นำเสนอเกี่ยวกับเครื่องดูดฝุ่นอัตโนมัติจากการกรอฟันปลอม สำหรับนำไปใช้ในการแก้ไขปัญหาฝุ่นละอองที่เกิดจากการกรอฟันปลอม ซึ่งฝุ่นละอองดังกล่าวจะฟุ้งกระจายไปตามอากาศ ผู้ที่อยู่บริเวณโดยรอบสูดดมเข้าไป อันเป็นผลเสียต่อสุขภาพ ส่งผลให้ร่างกายได้รับอันตรายในที่สุด โดยเครื่องดูดฝุ่นฯ มีอุปกรณ์ที่ทำงานร่วมกันดังนี้ เซนเซอร์ตรวจจับวัตถุ, DC Motor ที่ใช้ในการดูดฝุ่น, บอร์ด ET-BASE PIC40/1939 โดยใช้ PIC เบอร์ 18F4431 เป็นส่วนควบคุมการทำงานของเครื่องดูดฝุ่นฯ และไฟส่องสว่าง LED เพื่อให้แสงสว่างภายในเครื่อง การควบคุมการทำงานจะเขียนโปรแกรมคำสั่งในรูปแบบของภาษาซีเข้าใน Microcontroller(PIC18F4431) โดยเครื่องดูดฝุ่นจะเริ่มทำงานเมื่อเซนเซอร์ตรวจจับวัตถุ ตรวจจับได้ว่ามีมือของแพทย์สอดเข้าไปในเครื่องเพื่อการกรอฟันปลอม ส่งผลให้ไฟส่องสว่างภายในเครื่องติด และมอเตอร์จะเริ่มทำการดูดฝุ่น โดยสามารถเลือกระดับความเร็วในการดูดได้จากการสังเกตปริมาณฝุ่นที่เกิดขึ้น เมื่อไม่มีวัตถุเคลื่อนผ่านเซนเซอร์ หรือไม่มีการทำงานภายในเครื่อง ไฟส่องสว่างและมอเตอร์จึงไม่มีการทำงานเช่นเดียวกัน

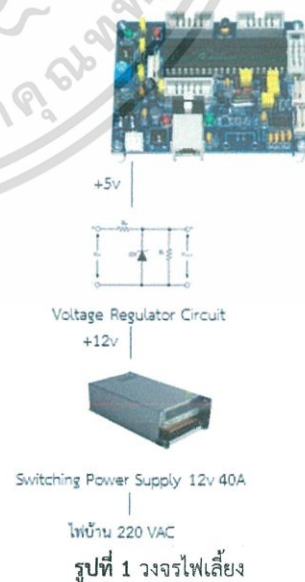
ABSTRACT

This project represents the design of an automatic vacuum cleaner from dentures grinding to resolve the dentistry dust problem caused by the false tooth grinding. These dusts can spread in the air around dentistry area which causing harm to human respiration. This automatic vacuum cleaner consists of DC motor which is used as a vacuum, object detecting sensor and PIC 18F4431 microcontroller. The working plane is illuminated by LED light source within the device box. The microcontroller is programmed in C language. The vacuum start working when the sensor can detect an object which is the user's hands entering the device box and when dusts is occurring much more the user can change the speed of vacuum. Therefore the vacuum works harder to match the dust occurring rate. And when no dust is occurring in the device box the user can stop the vacuum from working manually.

1. บทนำ

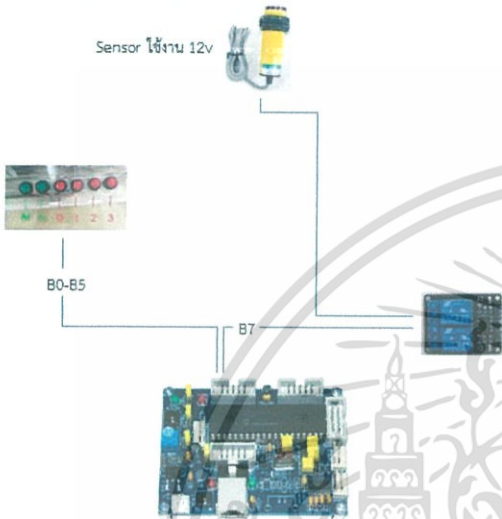
ในปัจจุบันการกรอฟันปลอมเพื่อปรับรูปทรงของฟันให้ได้ตามที่ต้องการและเป็นธรรมชาติ โดยให้ผลต่อสุขภาพช่องปากน้อยที่สุด ซึ่งการกรอฟันดังกล่าวได้มีการทำกันอย่างแพร่หลายทั้งในโรงพยาบาลและคลินิกทันตกรรมทั่วไป โดยมีวิธีการคือ แพทย์จะใช้เป็นเครื่องกรอฟันปลอม (สำหรับฟันปลอมถาวร ชนิดถอดได้) เพื่อแต่งชิ้นงานทางทันตกรรมภายนอกของปาก การนำชิ้นงานมาครอบแต่งนอกช่องปาก ช่วยให้ผู้ป่วยไม่ต้องอ้าปากเป็นเวลานาน และยังช่วยให้ทันตแพทย์สามารถกรอแต่งชิ้นงานให้เหมาะสมและใกล้เคียงกับฟันธรรมชาติที่สุด ก่อนนำมาใส่ให้ผู้ป่วยจริง ช่วยลดปัญหาการแก้ไขฟันปลอมหลายๆ ครั้ง ทำให้การใส่ฟันแต่ละชนิดมีความสวยงามและไม่ต้องใช้เวลาการรักษาที่ยาวนานเกินไป ซึ่งจะพบวาระหว่างที่แพทย์ทำการกรอฟันปลอม ฝุ่นละอองจากการกรอฟันดังกล่าวจะลอยตามอากาศ บางส่วนตกลงตามพื้น ผู้ที่อยู่บริเวณโดยรอบรวมถึงแพทย์อาจสูดดมเข้าไป ทำให้เป็นผลเสียต่อร่างกาย ดังนั้นผู้วิจัยจึงได้คิดเครื่องมือที่สามารถกำจัดฝุ่นละอองที่เกิดจากการกรอฟัน โดยเครื่องดูดฝุ่นอัตโนมัติ ซึ่งควบคุมการทำงานด้วยไมโครคอนโทรลเลอร์ เขียนโปรแกรมคำสั่งเป็นภาษาซีให้อุปกรณ์ต่างๆ ทำงานร่วมกันอย่างมีประสิทธิภาพ

2. การเชื่อมต่ออุปกรณ์ทั้งหมด มีดังนี้



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

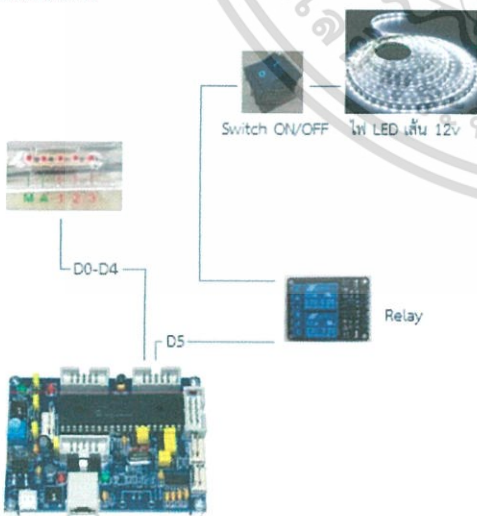
- จากรูปที่ 1 วงจรไฟเลี้ยงให้กับบอร์ดควบคุม (ET-Base PIC40 ใช้ PIC เบอร์18F4431) ซึ่งทำงานที่ระดับแรงดันที่ใช้งาน +5v ซึ่งรับแรงดันดังกล่าวมาจากแหล่งจ่ายไฟ (Switching Power Supply 12v) โดยผ่านวงจรลดทอนแรงดัน (Voltage Regulator) ลดค่าแรงดันจาก 12v เป็น 5v เพื่อจ่ายไฟให้กับบอร์ดควบคุมการทำงาน และแหล่งจ่ายไฟ (Switching Power Supply 12v) ยังรับแรงดันไฟฟ้ากระแสสลับ 220 VAC เพื่อแปลงเป็นแรงดันไฟฟ้ากระแสตรง 12v



รูปที่ 2 วงจรการทำงานพอร์ต B

- จากรูปที่ 2 ขา B0-B5 ใช้ในการควบคุมการทำงานของสวิตช์โหมดการทำงาน (Auto/Manual) และสวิตช์ระดับความเร็วของมอเตอร์ (ระดับ 0,ระดับ 1,ระดับ 2 และระดับ 3) ซึ่งถูกกำหนดไว้ในโปรแกรมคำสั่ง เพื่อควบคุมการทำงาน

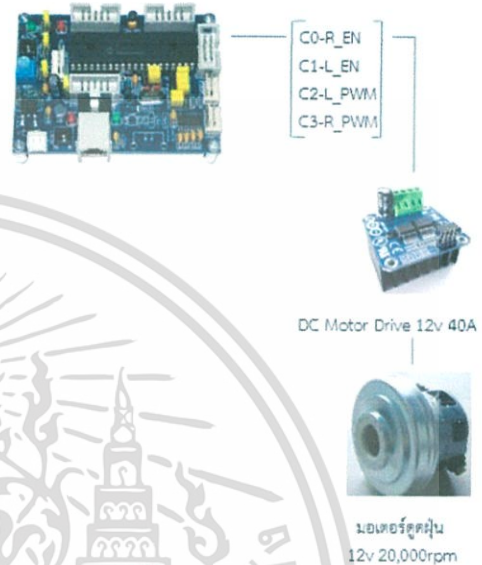
ส่วนขา B7 ถูกกำหนดให้เป็นขาสัญญาณจากการตรวจจับของเซนเซอร์ โดยถูกส่งมาจากรีเลย์ เนื่องจากสัญญาณเอาต์พุตของรีเลย์มีระดับแรงดันที่ 12v จึงต้องมีการต่อผ่านรีเลย์ก่อนนำไปใช้งานในไมโครคอนโทรลเลอร์



รูปที่ 3 วงจรการทำงานพอร์ต D

- จากรูปที่ 3 ขา D0-D4 ใช้ในการควบคุมการทำงานของไฟ LED แสดงสถานะ

ส่วนขา D5 ถูกกำหนดให้เป็นขาสัญญาณที่รับมาจากไฟ LED เส้น เพื่อควบคุมการทำงานของไฟส่องสว่าง โดยถูกส่งมาจากรีเลย์ เนื่องจากสัญญาณเอาต์พุตของไฟ LED มีระดับแรงดันที่ 12v จึงต้องมีการต่อผ่านรีเลย์ก่อนนำไปใช้งานในไมโครคอนโทรลเลอร์



รูปที่ 4 วงจรการทำงานพอร์ต C

- จากรูปที่ 4 ขา C0,C1 กำหนดให้เป็น R_EN และ L_EN ตามลำดับ จะเป็นขาควบคุมอินานาเบล (เปิดปิดการทำงานของ Output ทางขวาและซ้าย ตามลำดับ) : Active High (ต่อ 5V)

ส่วนขา C2,C3 กำหนดให้เป็น RPWM และ LPWM ตามลำดับ เป็นขาอินพุตสำหรับต่อสัญญาณ PWM มาควบคุมความเร็วของมอเตอร์

3.ขั้นตอนการทำงานของเครื่องตุ๊กตุนัดโนมตี

เมื่อเริ่มต้นการใช้งาน แพทย์จะนำฟันปลอมชนิดถอดได้และหัวกรอฟันเตรียมใส่ไว้ในเครื่องตุ๊กตุนัดโนมตี เมื่อเตรียมวัสดุ อุปกรณ์เรียบร้อย เสียบปลั๊กเพื่อจ่ายไฟให้แหล่งจ่าย switching power supply และจ่ายไฟให้กับวงจรการทำงาน เมื่อเครื่องพร้อมทำงาน จะมีรูปแบบการทำงานให้เลือก 2 แบบ คือ Auto และ Manual

รูปแบบที่ 1 Auto Switch ใช้ในกรณีที่ผู้ใช้งานต้องการให้มีการทำงานอย่างอัตโนมัติ โดยที่มอเตอร์และไฟส่องสว่างจะทำงานตามที่เซนเซอร์ตรวจจับการทำงานได้ โดยมีการทำงานดังนี้

- เมื่อเซนเซอร์ตรวจจับได้ว่ามีมือสอดเข้ามาภายในเครื่อง จะมีผลทำให้ไฟส่องสว่างติดและมอเตอร์เริ่มทำการตุ๊กตุนัดด้วยระดับความเร็วที่มีการกดก่อนหน้านี

- ขณะทำงาน ผู้ใช้งานสังเกตว่าปริมาณฝุ่นมากขึ้น ผู้ใช้งานสามารถเลือกระดับความเร็วในการตุ๊กตุนัดได้ 4 ระดับ คือ 0-มอเตอร์หยุด, 1-ความเร็วในการตุ๊กตุนัดต่ำ, 2-ความเร็วในการตุ๊กตุนัดปานกลาง และ 3-ความเร็วในการตุ๊กตุนัดสูง

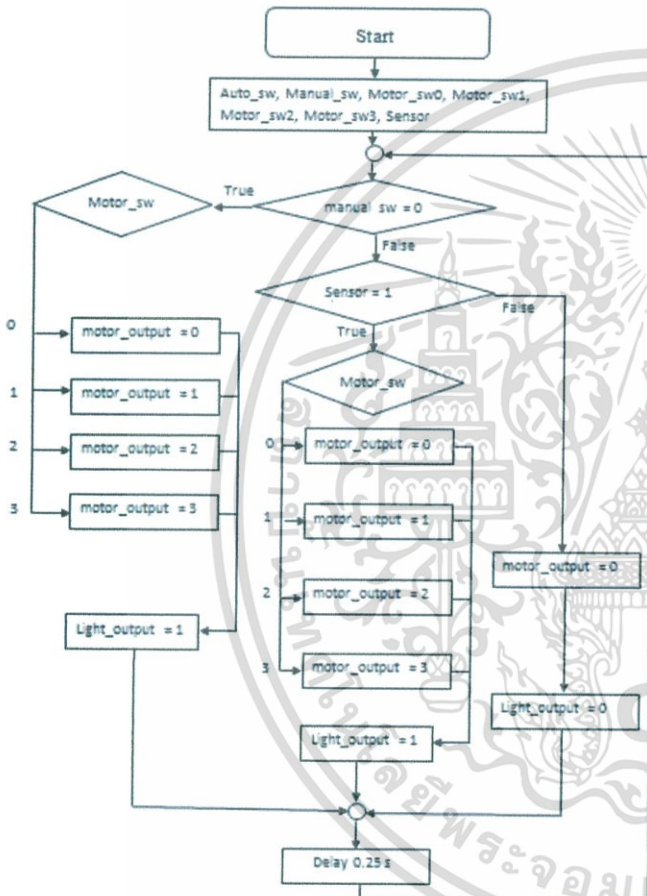
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รูปแบบที่ 2 Manual Switch ใช้ในกรณีที่ผู้ใช้งานต้องการเปิดตู้เพื่อทำความสะอาดฝุ่นที่ตกลงตามพื้นเครื่อง ซึ่งมอเตอร์ไม่สามารถดูดเก็บได้ ดังนั้นการทำงานจึงไม่ขึ้นกับเซนเซอร์ โดยมีการทำงานดังนี้

- เซนเซอร์จะไม่มีการทำงาน หรือไม่มีการตรวจจับการทำงานภายในเครื่อง
- ขณะทำงาน ผู้ใช้งานสามารถเลือกระดับความเร็วในการดูดได้ 4 ระดับเช่นเดียวกับรูปแบบ Auto
- ไฟส่องสว่าง สามารถเลือกเปิด-ปิดได้ตามความต้องการของผู้ใช้งาน



รูปที่ 6 การทำงานของเครื่องดูดฝุ่นในโหมดอัตโนมัติ ไฟส่องสว่างและมอเตอร์ทำงาน เนื่องจากเซนเซอร์ตรวจจับฝุ่นที่เคลื่อนผ่านได้

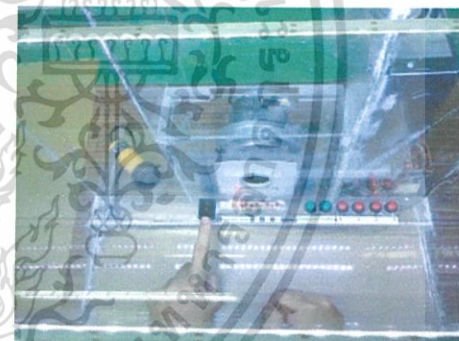


รูปที่ 5 Flow Chart โปรแกรมคำสั่งควบคุมการทำงาน

4. ผลการทดสอบการทำงานของเครื่องดูดฝุ่นอัตโนมัติ

- การทำงานแบบอัตโนมัติ เพื่อใช้ในกรณีที่ผู้ใช้งานต้องการให้มีการทำงานอย่างอัตโนมัติ เพียงเสียบปลั๊กไฟเพื่อให้เครื่องทำงาน และสอดมือเข้าไปทำการกรอพื้น มอเตอร์และไฟส่องสว่างจะทำงานตามที่เซนเซอร์ตรวจจับการทำงานได้ และเมื่อไม่มีการทำงานหรือเอามือออกจากเครื่อง มอเตอร์และไฟส่องสว่างก็จะไม่ทำงาน เพราะไม่มีการตรวจจับจากเซนเซอร์

- การทำงานของเครื่องดูดฝุ่นแบบควบคุมด้วยมือ เพื่อใช้ในกรณีที่ผู้ใช้งานต้องการทำความสะอาดภายในเครื่อง หรือทำความสะอาดฝุ่นที่ตกลงตามพื้นเครื่อง ซึ่งมอเตอร์ไม่สามารถดูดเก็บได้ ดังนั้นการทำงานจึงไม่ขึ้นกับเซนเซอร์ หากมีมือสอดเข้าไปภายในเครื่อง มอเตอร์และไฟส่องสว่างจะไม่มีการทำงาน ซึ่งผู้ใช้งานสามารถเปิด-ปิดไฟส่องสว่างและเลือกระดับความเร็วในการดูดฝุ่นได้ตามความต้องการเช่นเดียวกับแบบอัตโนมัติ และเมื่อไม่มีการทำงานหรือเอามือออกจากเครื่อง มอเตอร์และไฟส่องสว่างก็ยังคงทำงานอยู่เช่นนั้น



รูปที่ 6 การทำงานของเครื่องดูดฝุ่นในโหมดควบคุมด้วยมือ สามารถเปิด-ปิดไฟส่องสว่างได้จากสวิตช์

5.สรุปผลการทดลองและข้อเสนอแนะ

5.1 สรุปผลการทดลอง

จากการทดลองที่ 4.1 การทำงานของเครื่องดูดฝุ่นแบบอัตโนมัติ(Automatic) เมื่อผู้ใช้งานสอดมือเข้าไปภายในเครื่องเพื่อทำการกรอพื้น เซนเซอร์จะตรวจจับได้ว่ามีวัตถุเคลื่อนที่ผ่าน จะทำให้ไฟส่องสว่างภายในกล่องติด และมอเตอร์จะทำการดูดฝุ่นโดยอัตโนมัติ ซึ่งเป็นผลมาจากการเขียนโปรแกรมคำสั่งควบคุมการทำงานของไมโครคอนโทรลเลอร์ ขณะทำการกรอพื้นผู้ใช้งานสังเกตปริมาณฝุ่นที่เกิดขึ้น ผู้ใช้งานสามารถเลือกระดับความเร็วในการดูดฝุ่นได้ 4 ระดับ และเมื่อผู้ใช้งานนำมือออก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากเครื่อง ทำให้เซนเซอร์ไม่สามารถตรวจจับวัตถุที่เคลื่อนผ่านได้ ส่งผลให้ไฟส่องสว่างดับลง และมอเตอร์หยุดดูดฝุ่นโดยอัตโนมัติ

จากการทดลองที่ 4.2 การทำงานของเครื่องดูดฝุ่นแบบควบคุมด้วยมือ(Manual) เมื่อผู้ใช้งานสอดมือเข้าไปภายในเครื่องเพื่อทำการรอฟัน จะไม่มีการทำงานของเซนเซอร์ตรวจจับวัตถุ ทำให้ไม่มีการทำงานใดๆ ของไฟส่องสว่างและมอเตอร์ ซึ่งผู้ใช้งานสามารถเลือกเปิด-ปิดไฟส่องสว่างได้ตามความต้องการ และยังสามารถเปิด-ปิดมอเตอร์ หรือเลือกให้มอเตอร์คงความเร็วไว้ที่ระดับความเร็วที่ผู้ใช้งานต้องการได้ เมื่อผู้ใช้งานนำมือออกจากเครื่อง มอเตอร์และไฟส่องสว่างก็ยังคงทำงานอยู่เช่นนั้น

5.2 ปัญหาที่พบในการทำโครงงานและแนวทางแก้ไขปัญหาคือ

1. มอเตอร์ที่ใช้งาน หากใช้งาน DC Motor ร่วมกับใบพัดที่ออกแบบเอง ใบพัดดูดอากาศดังกล่าวอาจจะมีประสิทธิภาพในการดูดต่ำหรืออาจไม่สามารถดูดฝุ่นที่เกิดจากการรอฟันได้ ดังนั้นจึงต้องดัดแปลงอะไหล่มอเตอร์ดูดฝุ่น ซึ่งมีการออกแบบเพื่อการดูดอากาศโดยเฉพาะ ร่วมกับมอเตอร์ความเร็วรอบสูง เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพในการดูดยิ่งขึ้น

2. IC ของ BTS7960 H-Bridge DC Motor Drive เกิดความร้อนสูง อันเนื่องมาจากการใช้งานของมอเตอร์ดูดฝุ่นที่ใช้งาน ซึ่งอาจทำให้เสียหายได้ ดังนั้นจึงต้องเปลี่ยน Sink ระบายอากาศของ DC Motor Drive ให้มีขนาดใหญ่ขึ้น

3. สายไฟที่ต่อระหว่าง Switching Power Supply กับ DC Motor Drive มีความร้อนสูง อันเนื่องมาจากการใช้งานของมอเตอร์ดูดฝุ่นที่ใช้งาน ซึ่งอาจทำให้สายไฟเสียหายได้ ดังนั้นจึงต้องเปลี่ยนขนาดสายไฟจาก 1.5 m² เป็น 2.5 m²

4. การเชื่อมต่ออุปกรณ์โดยการบัดกรี ตัวอย่างเช่น Switch ปุ่มกด อาจหลุดได้ ส่งผลให้วงจรควบคุมการทำงานไม่เป็นไปตามที่โปรแกรมคำสั่งไว้ ดังนั้นจึงต้องใช้ความละเอียด ความอดทนในการเชื่อมต่ออุปกรณ์ดังกล่าว เพื่อให้ติดแน่น คงทน

5. เซนเซอร์ที่ใช้งานมีเอาต์พุต 12v ซึ่งจะต้องนำไปใช้ในบอร์ดไมโครคอนโทรลเลอร์ ซึ่งแรงดันที่ใช้งานในบอร์ดคือ 5v ดังนั้นจึงต้องใช้รีเลย์ในการตัด-ต่อสัญญาณให้เป็น 5v เพื่อนำไปใช้งานในไมโครคอนโทรลเลอร์

5.3 ข้อเสนอแนะและแนวทางการพัฒนา

1. เนื่องจากเครื่องดูดฝุ่นอัตโนมัติที่สร้างขึ้นมานี้ในโครงงานนี้มีความยุ่งยากและซับซ้อนในการต่ออุปกรณ์ รวมถึงการติดตั้งอุปกรณ์เข้ากับตัวเครื่อง จึงควรออกแบบทั้งในด้านซอฟต์แวร์และฮาร์ดแวร์ให้มีความซับซ้อนน้อยลง เพื่อสะดวกในการใช้งานมากขึ้น

2. ประสิทธิภาพในการดูดฝุ่นของมอเตอร์ ยังสามารถดูดฝุ่นที่เกิดขึ้นได้ไม่มากเท่าที่ควร เนื่องจากข้อจำกัดของมอเตอร์ที่ใช้ในการดูดฝุ่นเมื่อต้องการให้อัตราการดูดฝุ่นดีขึ้น จะต้องเพิ่มขนาดมอเตอร์ และใบพัดซึ่งส่งผลให้ใช้พื้นที่สำหรับติดตั้งมอเตอร์มากขึ้น และเสียงของมอเตอร์ขณะทำงานที่ดังมากขึ้น ซึ่งในการพัฒนาต่อ อาจจะต้องหาตำแหน่งการติดตั้งปากท่อดูดฝุ่นในตำแหน่งที่ทำให้การไหลของอากาศภายในกล่องอุปกรณ์ดีขึ้น และพัฒนาส่วนเก็บฝุ่นให้สามารถดูดฝุ่นได้อย่างมีประสิทธิภาพมากขึ้น

3. เนื่องจากมอเตอร์ที่ใช้เป็นมอเตอร์ความเร็วสูง จึงใช้กระแสในการขับสูง ทำให้อุปกรณ์บอร์ดไมโครคอนโทรลเลอร์มีความร้อนเกิดขึ้นมาก จึงน่าจะมีการติดตั้งพัดลมระบายอากาศภายในกล่องอุปกรณ์ส่วนแผงวงจรควบคุมด้วย

เอกสารอ้างอิง

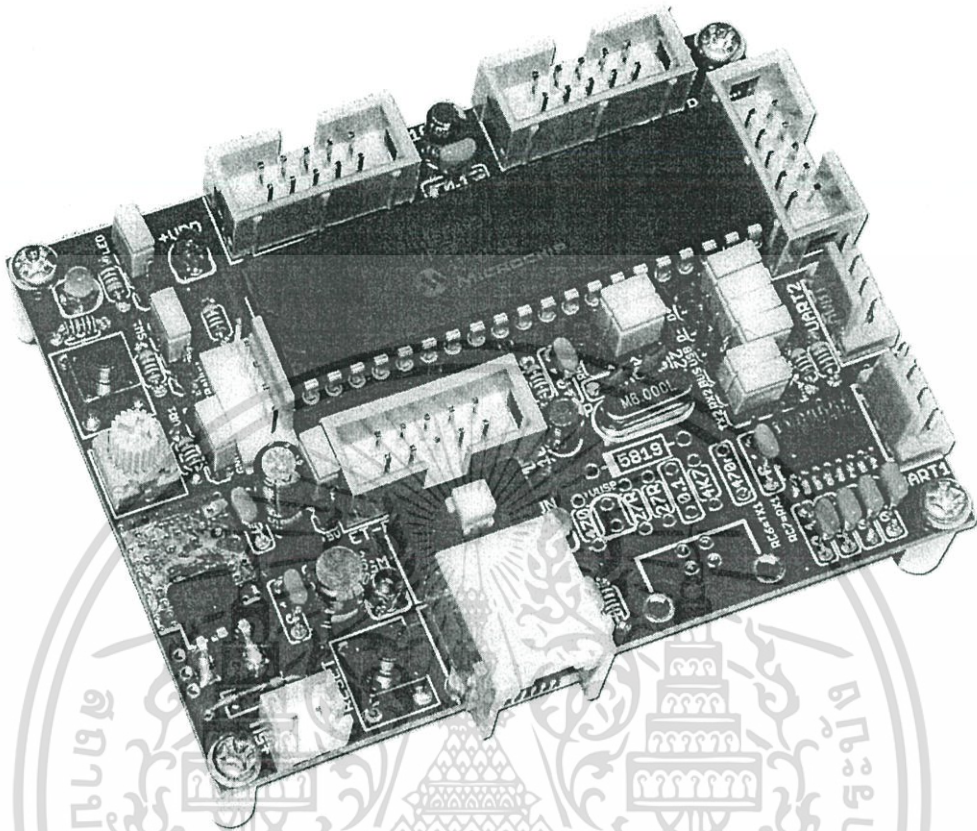
- [1] Takashi Kenjo, "Stepping motors and their microprocessor controls Monographs in electrical and electronic engineering 16", 2nd Editor
- [2] สันทนา สงครินทร์, "เอกสารประกอบการสอน วิชาช่างไมโครคอนโทรลเลอร์ วิทยาลัยสารพัดช่างอุดรธานี", สำนักงานคณะกรรมการการอาชีวศึกษา กระทรวงศึกษาธิการ, www.sunthana.com
- [3] "ผลงานวิทยานิพนธ์", มหาวิทยาลัยสยาม, www.research-system.siam.edu
- [4] "PIC18F4431 Data Sheet", Microchip Technology Inc., www.microchip.com
- [5] "คู่มือการใช้งานบอร์ดไมโครคอนโทรลเลอร์รุ่น ET-BASE PIC40/1939(ICSP)", บริษัททีทีที จำกัด, ETT Co.,Ltd., www.ett.co.th
- [6] บทความ "การควบคุมความเร็วของมอเตอร์กระแสตรง", www.adisak51.com
- [7] บทความ "วิธีการมอดูเลชันทางความกว้างของพัลส์ (PWM)", www.adisak51.com
- [8] บทความ "อะไหล่มอเตอร์เครื่องดูดฝุ่น ยี่ห้อพานาโซนิคส์", www.dmart1.com
- [9] "RS-755 high-speed micro electric dc motor", www.alibaba.com
- [10] บทความ "บอร์ดขับมอเตอร์กระแสสูง ขับได้ถึง 43A Module IBT-2 smart car motor drive module BTS7960 43A H-Bridge PWM BTS7960 Motor Drive 43 A module", www.arduinoall.com
- [11] บทความ "M30 70CM NPN NO optical photoelectric switch sensor E3F3-DS70N1", Hugong Group Co., Ltd, hugong.en.alibaba.com
- [12] บทความ "ไฟ LED Strip 5050 60LED/M ชนิดเส้นแบบยืดหยุ่น IP65", www.3plusled.com
- [13] "Switching Power Supply", Wenzhou Mingwei Automation System Co.,Ltd, www.smps.cc
- [14] บทความ "วงจรเรกูเลเตอร์ (Regulator Circuits)", Electronics Pocket Book วงจรอิเล็กทรอนิกส์พื้นฐาน และ อุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์พื้นฐาน Basic Electronic Circuits and Components, electronicspocketbook.blogspot.com

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ET-BASE PIC40/1939(ICSP)



ET-BASE PIC40/1939(ICSP) เป็นบอร์ดไมโครคอนโทรลเลอร์ในตระกูล PIC ซึ่งออกแบบให้รองรับการติดตั้งใช้งานกับชิพไมโครคอนโทรลเลอร์รุ่น 40 Pin(40PDIP) เบอร์ PIC16F1939 สามารถเลือกใช้กับระบบแหล่งจ่ายไฟเลี้ยงที่เป็น 3.3V หรือ 5V ให้เหมาะสมกับจุดประสงค์ในการใช้งานได้อีกด้วย

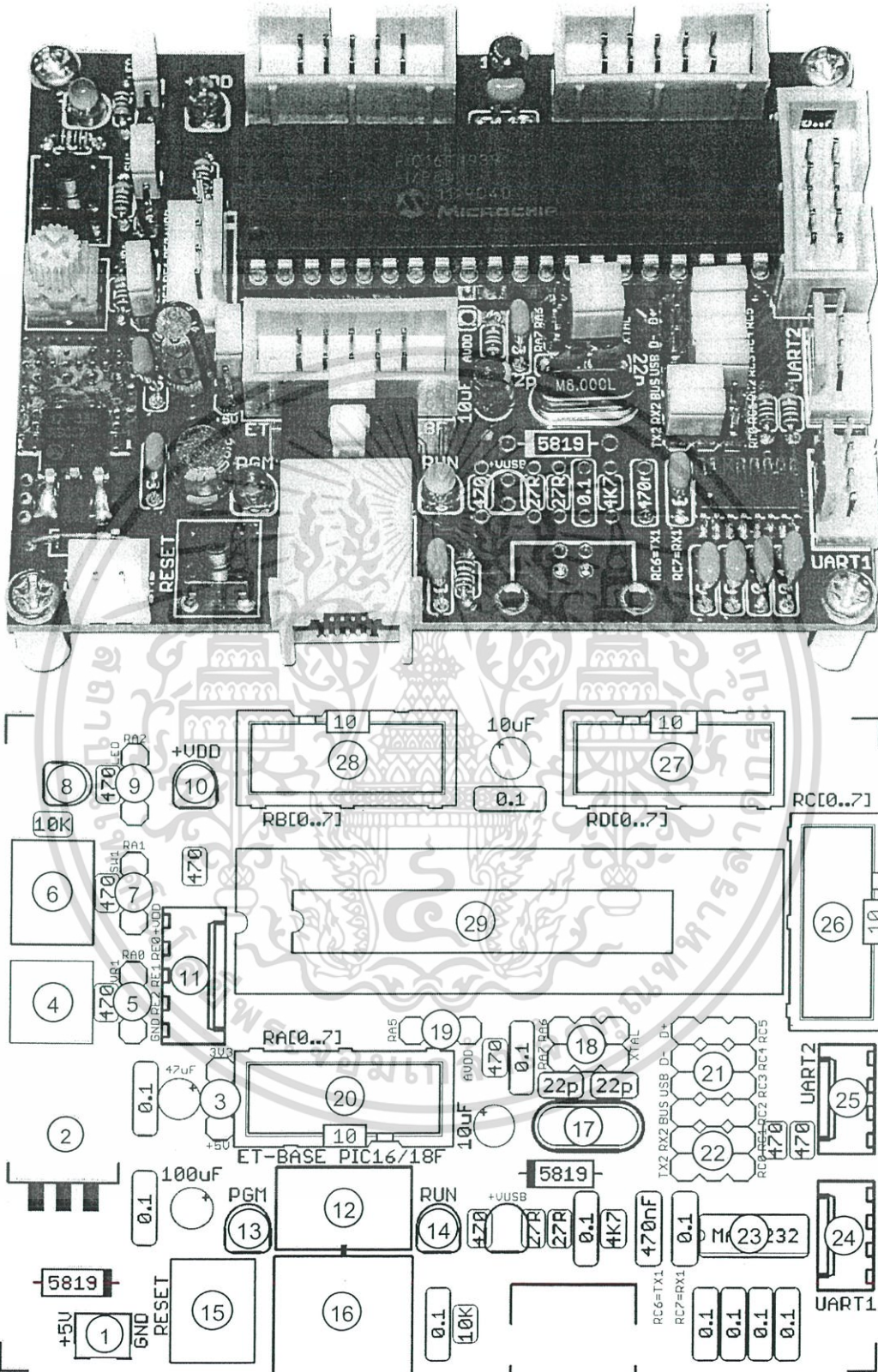
โดยโครงสร้างของบอร์ด ET-BASE PIC40/1939(ICSP) ได้รับการออกแบบให้บอร์ดมีขนาดเล็กเหมาะต่อการนำไปประยุกต์ใช้งานและยังสามารถใช้เป็นชุดทดลองเรียนรู้เบื้องต้นได้อีกด้วย โดยภายในบอร์ดได้บรรจุเอาวงจรที่จำเป็นต่อการใช้งาน และสะดวกต่อการพัฒนาโปรแกรม มีความยืดหยุ่น สามารถปรับเปลี่ยนสัญญาณ I/O เพื่อนำไปประยุกต์ใช้งานในลักษณะต่างๆ ให้สอดคล้องและเหมาะสมกับความต้องการใช้งานได้ในหลายๆลักษณะตามต้องการ

นอกจากนี้แล้วยังได้เพิ่มเติมอุปกรณ์ทดสอบ Input/Output แบบต่างๆในเบื้องต้นไว้ภายในบอร์ด เพื่อให้ผู้ใช้ได้ใช้เป็นเครื่องมือในการทดลองระหว่างการพัฒนาโปรแกรม เช่น VR ปรับค่าได้สำหรับทดสอบการทำงานของ ADC หรือ Push Button Switch สำหรับทดสอบ Input Logic หรือ LED สำหรับใช้ทดสอบการทำงานของ Output Logic เป็นต้น

คุณสมบัติของบอร์ด

- ใช้ MCU เบอร์ PIC16F1939(40PDIP) เป็น MCU ประจำบอร์ด Run ความถี่สูงสุด 32MHz
 - 16KWord Flash / 256Byte EEPROM / 1024Byte SRAM
 - 36 GPIO
 - 14 Channel 10Bit ADC
 - 16 Channel Cap Sense
 - 2 Channel Comparator
 - 4 Channel 8 Bit Timer / 1 Channel 16 Bit Timer
 - 1 Channel EUART
 - 1 Channel I2C / 1 Channel SPI
 - 3 Channel ECCP
 - 2 Channel CCP
- มี Crystal ความถี่ 8.00MHz (Run 32 MHz + PLL) พร้อม Jumper ตัดต่อเมื่อไม่ต้องการใช้งาน
- มีวงจรถ่าย Line Driver สำหรับพอร์ตสื่อสารอนุกรม UART แบบ RS232 จำนวน 2 ช่อง โดยใช้ขั้วต่อ UART แบบ CPA-4 Pin มาตรฐาน อีทีที
 - 1 ช่อง สำหรับ Hardware UART1 โดยใช้ Pin RC6(TX1) และ RC7(RX1) มาตรฐาน PIC
 - 1 ช่อง สำหรับ Software UART โดยใช้ Pin RC0(TX2) และ RC1(RX2) พร้อม Jumper สำหรับเลือกใช้งาน UART2 หรือ GPIO(RC0/RC1) ได้ตามต้องการ
- มีขั้ว ICSP มาตรฐาน ICD2 แบบ RJ11 สำหรับใช้ร่วมกับชุดพัฒนาโปรแกรมและ Debugger ที่รองรับการทำงานตามมาตรฐาน ICSP ของ Microchips เช่น ICD2/ICD3 หรือ Pickit2/Pickit3 ได้
- มี Switch สำหรับสลับสัญญาณระหว่าง Program/Debug(PGM) และ ใช้งานปรกติ(RUN) พร้อม LED แสดงโหมดการทำงานของบอร์ด
- มีขั้วต่อสัญญาณ I/O แบบ Header ขนาด 2x5 จำนวน 4 ชุด และ Header CPA-5 Pin อีก 1 ชุด
- มี Switch Reset สำหรับสั่ง Reset การทำงานของ MCU ภายในบอร์ด
- มี VR1 ปรับค่าสำหรับทดสอบการทำงาน ADC Input โดยใช้ RA0 พร้อม Jumper ตัดต่อสัญญาณ
- มี SW1 สำหรับทดสอบการทำงาน Digital Input โดยใช้ RA1 พร้อม Jumper ตัดต่อสัญญาณ
- มี LED สำหรับทดสอบการทำงาน Digital Output โดยใช้ RA2 พร้อม Jumper ตัดต่อสัญญาณ
- Power +5VDC Input พร้อม Regulate แบบ 3.3V/1A และ LED แสดงสถานะแหล่งจ่าย Power พร้อม Jumper สำหรับ เลือกแหล่งจ่ายไฟเลี้ยงให้ MCUว่าจะใช้เป็น +5VDC หรือ 3.3VDC
- ขนาด PCB Size เล็กเพียง 8 x 6 cm.

โครงสร้างบอร์ด ET-BASE PIC40/1939(ICSP)



รูปแสดง โครงสร้างของบอร์ด ET-BASE PIC40/1939(ICSP)

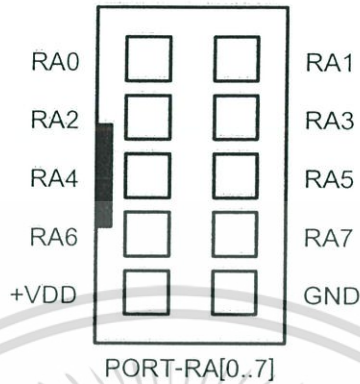
- หมายเลข 1 คือ ขั้วต่อแหล่งจ่ายไฟเลี้ยงวงจรของบอร์ด ใช้กับแหล่งจ่ายไฟ +5VDC
- หมายเลข 2 คือ IC Regulate ขนาด 3.3VDC/1A
- หมายเลข 3 คือ Jumper สำหรับเลือกขนาดแรงดันไฟเลี้ยง MCU(+VDD) ระหว่าง 3.3V หรือ 5V
- หมายเลข 4 คือ VR(VR1) ปรับค่าแรงดัน สำหรับใช้ทดสอบการทำงานของ Input Analog(ADC)
- หมายเลข 5 คือ Jumper สำหรับ ตัดต่อ สัญญาณ RA0 กับแรงดันปรับค่าจาก VR1
- หมายเลข 6 คือ Switch(SW1) กดติดปล่อยดับ สำหรับใช้ทดสอบการทำงานของ Digital Input
- หมายเลข 7 คือ Jumper สำหรับตัดต่อสัญญาณ RA1 กับ Digital Input จาก SW1
- หมายเลข 8 คือ LED สำหรับใช้ทดสอบการทำงานของ Digital Output
- หมายเลข 9 คือ Jumper สำหรับตัดต่อสัญญาณ RA2 กับ Digital Output ให้กับ LED
- หมายเลข 10 คือ LED แสดงสถานะของแหล่งจ่ายไฟ +VDD
- หมายเลข 11 คือ ขั้วต่อสัญญาณ RE[0..2] ซึ่งจะถูกใช้งานในกรณีติดตั้ง MCU รุ่น 40Pin เท่านั้น
- หมายเลข 12 คือ สวิตช์ สำหรับเลือกโหมดการทำงานระหว่าง Run(RUN) และ Program(PGM)
- หมายเลข 13 คือ LED สีแดง แสดงสถานะ PGM เมื่อบอร์ดทำงานใน Program Mode
- หมายเลข 14 คือ LED สีเขียว แสดงสถานะ RUN เมื่อบอร์ดทำงานใน Run Mode
- หมายเลข 15 คือ สวิตช์ Reset สำหรับ Reset การทำงานของ MCU เมื่ออยู่ในโหมด Run
- หมายเลข 16 คือ ขั้วต่อ ICSP สำหรับใช้เชื่อมต่อกับเครื่องโปรแกรมและดีบั๊กตามมาตรฐาน ICD2
- หมายเลข 17 คือ Crystal ค่าความถี่ 8.00MHz
- หมายเลข 18 คือ Jumper สำหรับเลือกขาสัญญาณ RA6,RA7 ของ MCU ว่าจะให้เชื่อมต่อไปเป็น GPIO ที่ขั้ว RA[0..7] หรือวงจร Crystal
- หมายเลข 19 คือ Jumper สำหรับเลือกหน้าที่ของ Pin7 ของ MCU รุ่น 28Pin ว่าเป็นสัญญาณ RA5 ของ MCU โดยให้เชื่อมต่อไปเป็น GPIO ที่ขั้ว RA[0..7] หรือเป็นขา +AVDD โดยในกรณีของ PIC16F1939 นั้น Jumper นี้จะกำหนดตายตัวไว้เป็น RA5 เสมอ
- หมายเลข 20 คือ ขั้วต่อ IDE10Pin ของ RA[0..7]
- หมายเลข 21 คือ Jumper สำหรับเลือกขาสัญญาณ RC2,RC3,RC4,RC5 ของ MCU ว่าจะให้เชื่อมต่อไปเป็น GPIO ที่ขั้ว RC[0..7] หรือใช้เชื่อมต่อกับ USB Bus(VUSB,VBUS,D-,D+)
- หมายเลข 22 คือ Jumper สำหรับเลือกขาสัญญาณ RC0,RC1 ของ MCU ว่าจะให้เชื่อมต่อไปเป็น GPIO ที่ขั้ว RC[0..7] หรือ TX2,RX2 ของ UART2
- หมายเลข 23 คือ ไอซี Line Driver ของ RS232(MAX3232/ICL3232) ใช้สำหรับแปลง Level ระหว่างสัญญาณของ UART Logic กับ สัญญาณมาตรฐาน RS232 Level ของ UART1,UART2

- หมายเลข 24 คือ ขั้วต่อ UART1 โดยเป็นสัญญาณแบบ RS232 รองรับ Hardware UART ซึ่งใช้ Pin ของ RC6(TX1) และ RC7(RX1) เป็นสัญญาณเชื่อมต่อ
- หมายเลข 25 คือ ขั้วต่อ UART2 โดยเป็นสัญญาณแบบ RS232 รองรับ Software UART ซึ่งใช้ Pin ของ RC0(TX2),RC1(RX2) เป็นสัญญาณเชื่อมต่อ
- หมายเลข 26 คือ ขั้วต่อ IDE10Pin ของ RC[0..7]
- หมายเลข 27 คือ ขั้วต่อ IDE10Pin ของ RD[0..7]
- หมายเลข 28 คือ ขั้วต่อ IDE10Pin ของ RB[0..7]
- หมายเลข 29 คือ MCU ประจําบอร์ด เบอร์ PIC16F1939

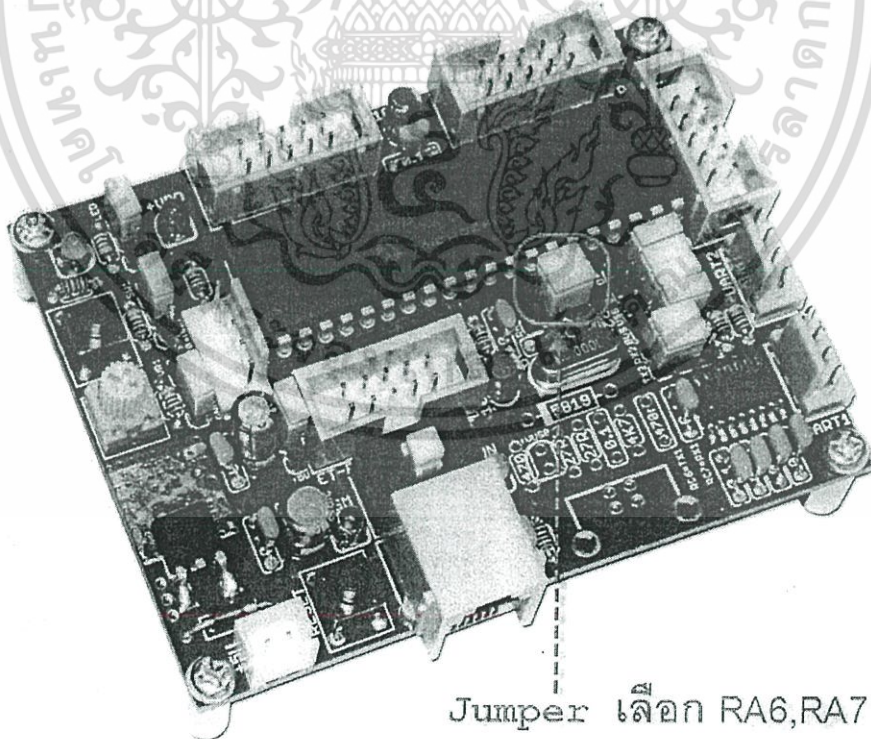


ข้อต่อสัญญาณต่างๆ

PORT RA[0..7]

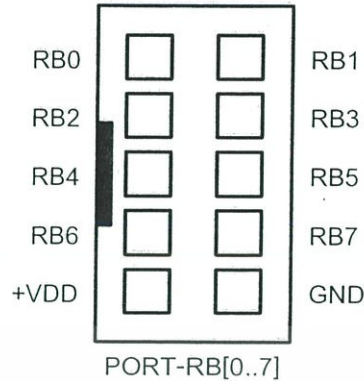


PORT-RA[0..7] เป็นสัญญาณจาก RA0...RA7 ของ MCU โดย RA0...RA5 จะเป็นสัญญาณที่ต่อตรงมาจาก Pin ของ MCU โดยตรง ส่วนสัญญาณ RA6 และ RA7 จะมี Jumper สำหรับเลือกตัดต่อสัญญาณร่วมอยู่ด้วยว่าต้องการใช้ RA6,RA7 เป็น GPIO หรือ ใช้เชื่อมต่อกับวงจรกำเนิดความถี่ Crystal ซึ่งในกรณีของ PIC16F1939 จะสามารถเลือกใช้สัญญาณนาฬิกาจากภายใน Internal RC แล้วนำสัญญาณ RA6,RA7 มาใช้งานเป็น GPIO ตามปรกติได้

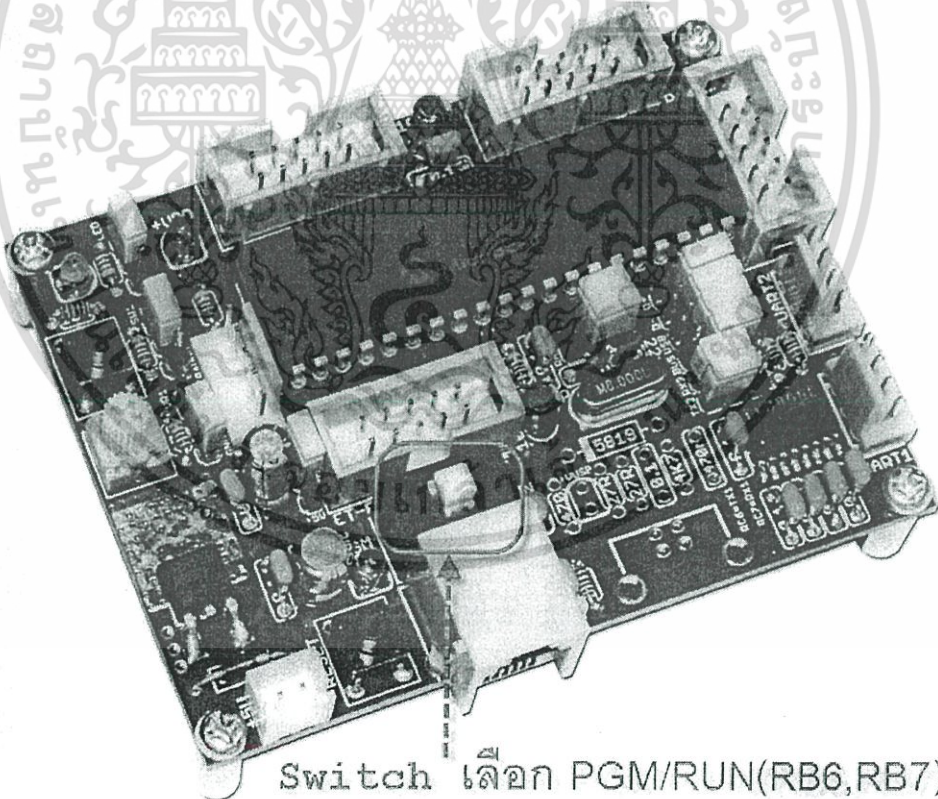


Jumper เลือก RA6,RA7

PORT RB[0...7]

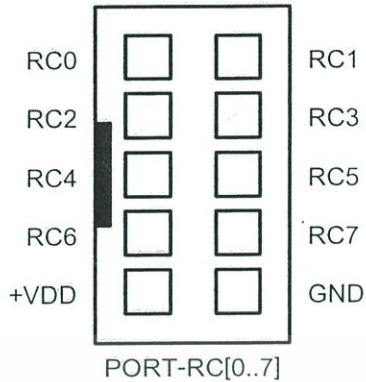


PORT-RB[0..7] เป็นสัญญาณจาก RB0...RB7 ของ MCU โดย RB0...RB5 จะเป็นสัญญาณที่ต่อตรงมาจาก Pin ของ MCU โดยตรง ส่วนสัญญาณ RB6 และ RB7 จะมี Switch สำหรับเลือกตัดต่อสัญญาณร่วมอยู่ด้วยว่าต้องการใช้ RB6,RB7 เป็น GPIO หรือ ใช้เชื่อมต่อเครื่องโปรแกรมแบบ ICSP ทางขั้ว ICSP(RJ11) โดยถ้าเลือกสวิตช์ไว้ในตำแหน่ง RUN จะเป็นการเชื่อมต่อขา RB6,RB7 มายังขั้วต่อนี้ แต่ถ้าเลือกสวิตช์ไว้ในตำแหน่ง PGM จะเป็นการเลือกเชื่อมต่อสัญญาณ RB6,RB7 ของ MCU เข้ากับเครื่องโปรแกรม ผ่านทางขั้ว ICSP(RJ11) แทน



Switch เลือก PGM/RUN(RB6,RB7)

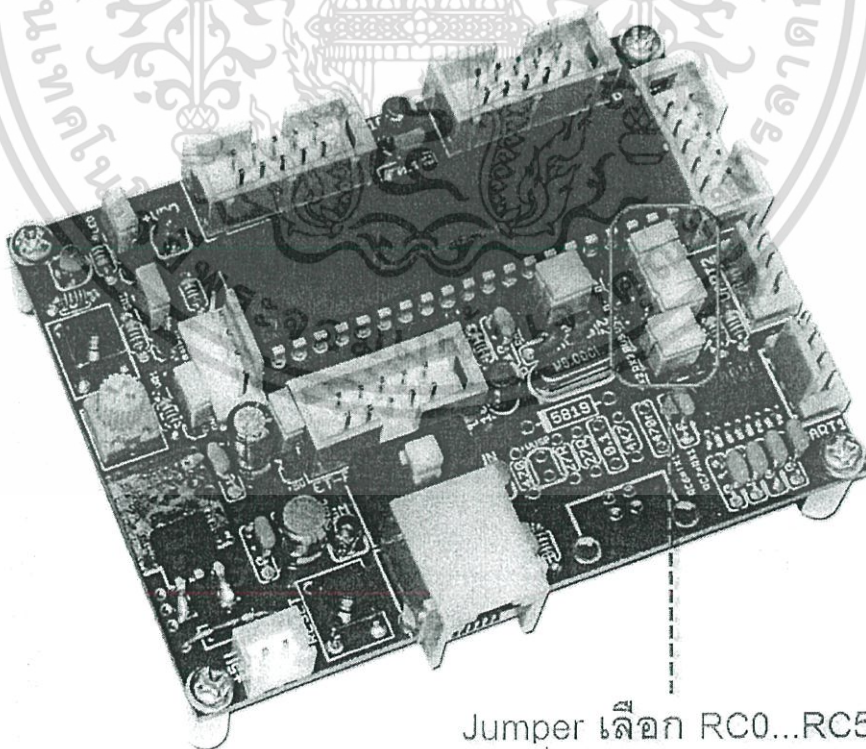
PORT-RC[0...7]



PORT-RC[0..7] เป็นสัญญาณจาก RC0...RC7 ของ MCU โดย RC0...RC5 จะเป็นสัญญาณที่ผ่านการเลือกจาก Jumper มาก่อน ส่วน RC6 และ RC7 จะเป็นสัญญาณที่ต่อตรงจากจาก Pin ของ MCU

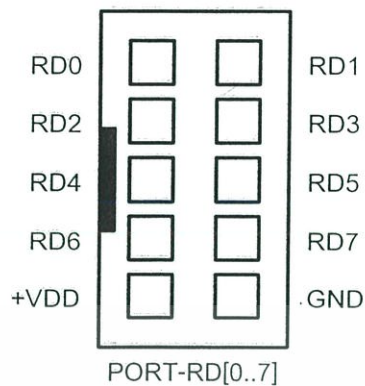
RC0,RC1 จะมี Jumper สำหรับเลือกว่าจะให้ขา RC0 และ RC1 เชื่อมต่อมายัง Connector นี้ หรือจะเชื่อมต่อ RC0,RC1 ไปยังวงจร Line Driver ของ UART2 (Software UART)

RC2...RC5 จะมี Jumper สำหรับเลือกว่าจะให้ขา RC2...RC5 เชื่อมต่อมายัง Connector นี้ หรือจะเชื่อมต่อไปยังวงจรของการเชื่อมต่อกับ USB ซึ่งในกรณีของ PIC16F1939 ซึ่งโครงสร้างภายใน MCU ไม่มีวงจรการเชื่อมต่อกับ USB อยู่ด้วย ต้องเลือกกำหนด Jumper ของ RC2, RC3, RC4, RC5 ไว้ทางด้าน GPIO เพื่อเชื่อมต่อขา RC2, RC3, RC4, RC5 มายัง Connector นี้เสมอ ดังรูป



Jumper เลือก RC0...RC5

PORT RD[0...7]



PORT-RD[0..7] เป็นสัญญาณจาก RD0...RD7 ของ MCU โดยเป็นสัญญาณที่ต่อตรงมาจาก Pin ของ MCU โดยตรงทั้ง 8 เส้น

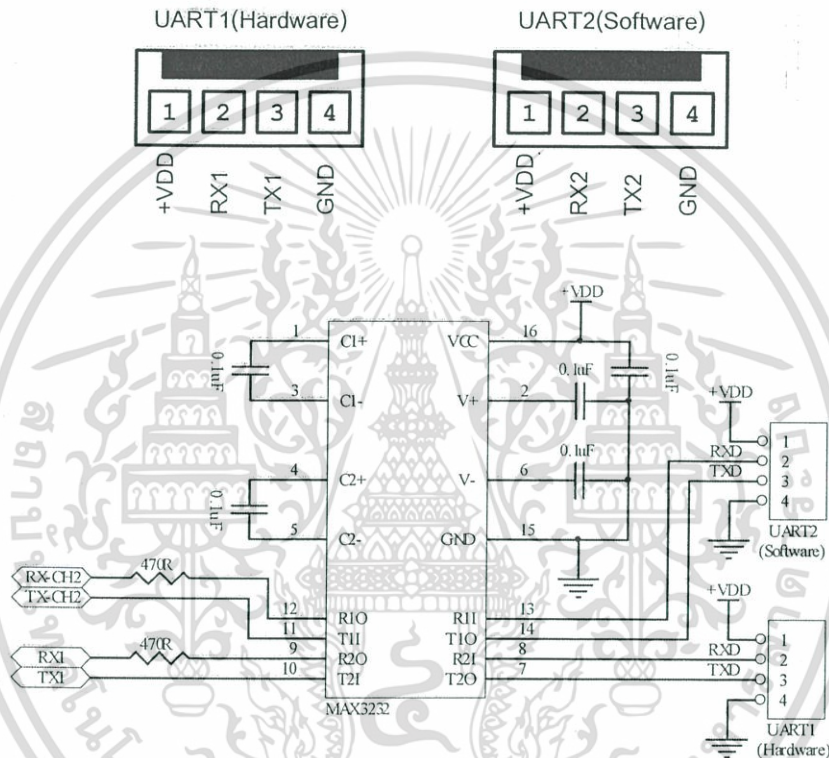
PORT-RE[0..2]



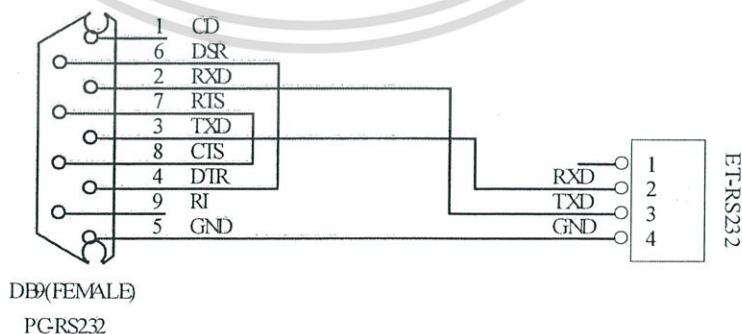
PORT-RE[0..2] เป็นสัญญาณจาก RE0...RE2 ของ MCU โดยเป็นสัญญาณที่ต่อตรงมาจาก Pin ของ MCU โดยตรงทั้ง 3 เส้น

การใช้งาน RS232

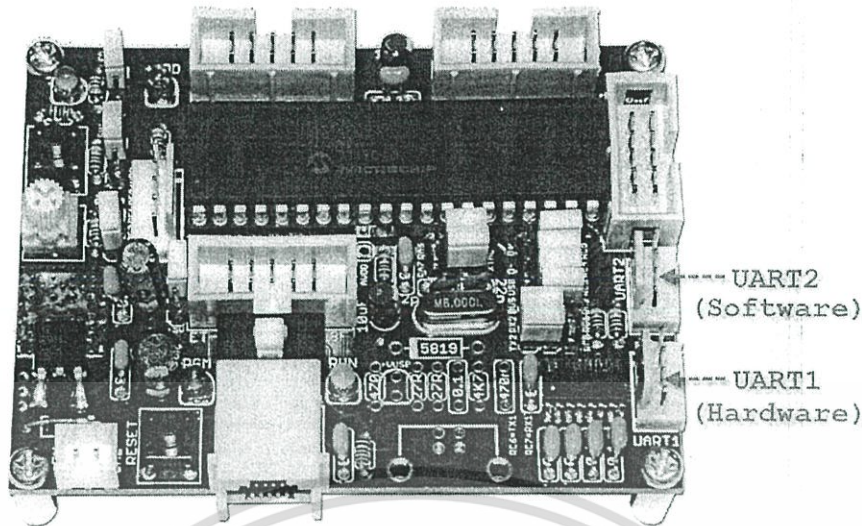
พอร์ต RS232 เป็นสัญญาณ RS232 ซึ่งผ่านวงจรแปลงระดับสัญญาณจาก MAX3232 เรียบร้อยแล้ว โดยในกรณีของ PIC16F1939 จะมี Hardware UART จำนวน 1 ช่อง โดยใช้ขาสัญญาณ RC6(TX1) และ RC7(RX1) ในการเชื่อมต่อ และวงจรของบอร์ดได้เพิ่มเติม UART2(Software UART) จัดเตรียมเพิ่มเติมไว้ให้ด้วย โดยในช่องที่ 2 จะใช้ RC0(TX2) และ RC1(RX2) พร้อม Jumper เลือกตัดต่อสัญญาณของ UART2 ว่าจะใช้หรือไม่งานได้ตามต้องการ โดยสัญญาณของ RS232 แต่ละช่อง จะจัดหัวเป็นแบบ CPA-4PIN (RS232) ดังรูป



สำหรับ Cable ที่จะใช้ในการเชื่อมต่อ RS232 ระหว่าง Comport ของเครื่องคอมพิวเตอร์ PC เข้ากับหัวต่อ RS232 ของบอร์ด ET-BASE PIC40/1939(ICSP) นั้น เป็นดังนี้



รูป แสดงวงจรสาย Cable สำหรับ RS232



หมายเหตุ สำหรับ UART2 (Software UART) นั้น ในการเขียนใช้งานต้องขึ้นอยู่กับความสามารถของ Compiler ด้วยว่าสนับสนุน Library แบบ Software UART ด้วยหรือไม่ ซึ่งกรณีใช้ตัวแปลภาษาของ PIC CCS Compiler เป็นตัวแปลภาษา จะสามารถใช้ความสามารถของ Software UART ได้โดยง่าย ในกรณีไม่ต้องการใช้งานขา RC0/RC1 เป็น UART2 ก็สามารเลือก Jumper เพื่อกำหนดหน้าที่ของขาสัญญาณทั้ง 2 ไปเป็น GPIO ได้ตามต้องการ เนื่องจากวงจร Driver ในส่วนของ UART2 ถูกออกแบบให้มีความยืดหยุ่นต่อการใช้งาน โดยมี Jumper RC0/TX2 และ RC1/RX2 ในการติดต่อสัญญาณเพื่อให้ผู้ใช้สามารถเลือกใช้หรือไม่ใช้ได้ตามต้องการ ดังตัวอย่าง

```

/*****
/* Demo Program For ET-BASE PIC40/1939 UART Demo */
/* MCU Control : PIC16F1939 */
/* : Run 32MHz (X-TAL 8.00 MHz +PLL) */
/* +VDD Power : +5V/+3V3 Operate Voltage */
/* Function : Demo UART1, UART2 Echo Test */
*****/
#include <16F1939.h>
#include <stdlib.h>

// Fuses: PIC16F1939 (CCS Compiler)
// Fuses: LP, XT, HS, RC, INTRC_IO, ECL, ECM, ECH, NOWDT, WDT_SW, WDT_NOSL, WDT
// Fuses: PUT, NOPUT, NOMCLR, MCLR, PROTECT, NOPROTECT, CPD, NOCPD, NOBROWNOUT
// Fuses: BROWNOUT_SW, BROWNOUT_NOSL, BROWNOUT, CLKOUT, NOCLKOUT, NOIESO
// Fuses: IESO, NOFCMEN, FCMEN, WRT, WRT_EECON1000, WRT_EECON200, NOWRT
// Fuses: VCAP_A0, VCAP_A5, VCAP_A6, NOVCAP, PLL_SW, PLL, NOSTVREN, STVREN
// Fuses: BORV25, BORV19, DEBUG, NODEBUG, NOLVP, LVP
#fuses HS, PLL, NOWDT, NOPROTECT, NOLVP // X-TAL 8MHz + PLL(x4)
#use delay(clock=32000000) // 32.00 MHz

/* Config and Enable Hardware UART1 (RC6=TX1, RC7=RX1) */
#use rs232(uart1, baud=9600, stream=CH1)

/* Config and Enable Software UART2 (RC0=TX2, RC1=RX2) */
#define TX2 PIN_C0
#define RX2 PIN_C1
#use rs232(baud=9600, xmit=TX2, rcv=RX2, stream=CH2)

```

```

/*****
/* Main Program */
/*****
void main()
{
    char rx_buff;

    //Start-Up UART1
    fprintf(CH1, "\n\n\n\r");
    fprintf(CH1, "Demo UART1 ET-BASE PIC40/1939(ICSP)\n\r");
    fprintf(CH1, "Run 32.00 Mhz (Internal 8 Mhz + PLL)\n\r");
    fprintf(CH1, "UART1>");

    //Start-Up UART2
    fprintf(CH2, "\n\n\n\r");
    fprintf(CH2, "Demo UART2 ET-BASE PIC40/1939(ICSP)\n\r");
    fprintf(CH2, "Run 32.00 Mhz (Internal 8 Mhz + PLL)\n\r");
    fprintf(CH2, "UART2>");

    while(true)
    {
        //Verify & Echo UART1
        if(kbhit(CH1))
        {
            rx_buff = fgetc(CH1);
            if (rx_buff == 0x0D)
            {
                fprintf(CH1, "\n\r");
                fprintf(CH1, "ET-BASE PIC40/1939(ICSP)\n\r");
                fprintf(CH1, "UART1>");
            }
            else
            {
                fputc(rx_buff, CH1); // Echo Received Characters
            }
        }

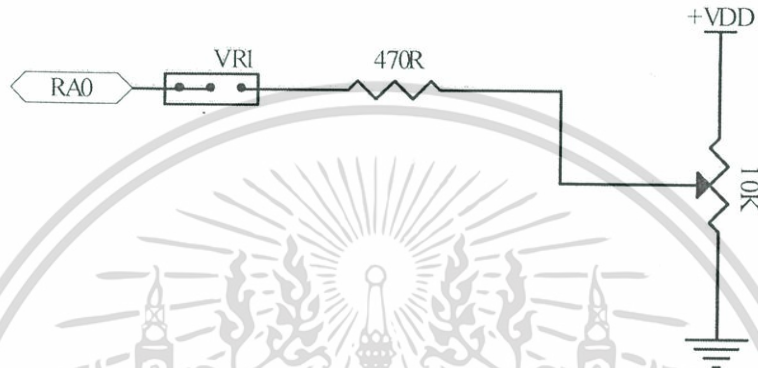
        //Verify & Echo UART2
        if(kbhit(CH2))
        {
            rx_buff = fgetc(CH2);
            if (rx_buff == 0x0D)
            {
                fprintf(CH2, "\n\r");
                fprintf(CH2, "ET-BASE PIC40/1939(ICSP)\n\r");
                fprintf(CH2, "UART2>");
            }
            else
            {
                fputc(rx_buff, CH2); // Echo Received Characters
            }
        }
    }
}

```

แสดงตัวอย่าง Code ติดต่อ UART ภาษาซี (PICC CCS Compiler)

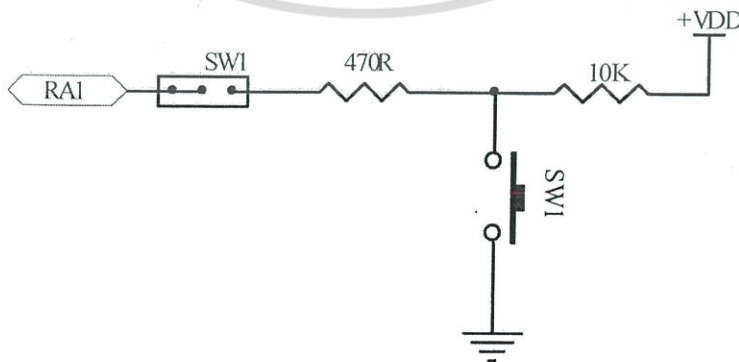
การใช้งาน VR ปรับแรงดัน

VR1 เป็นตัวต้านทานปรับค่าได้ใช้สำหรับปรับค่าแรงดันระหว่าง +VDD และ GND เพื่อใช้สร้างระดับแรงดัน สำหรับใช้ทดสอบการทำงานของ Input แบบ Analog (ADC) โดยแรงดันที่ได้จากการปรับ VR1 จะถูกเชื่อมต่อไปยัง ขาสัญญาณ RA0 ของ MCU โดยมี Jumper ตัดต่อสัญญาณเพื่อให้ผู้ใช้สามารถเลือกใช้หรือไม่ใช้แรงดันทดสอบที่ได้จากการปรับ VR1 นี้ ได้โดยอิสระ



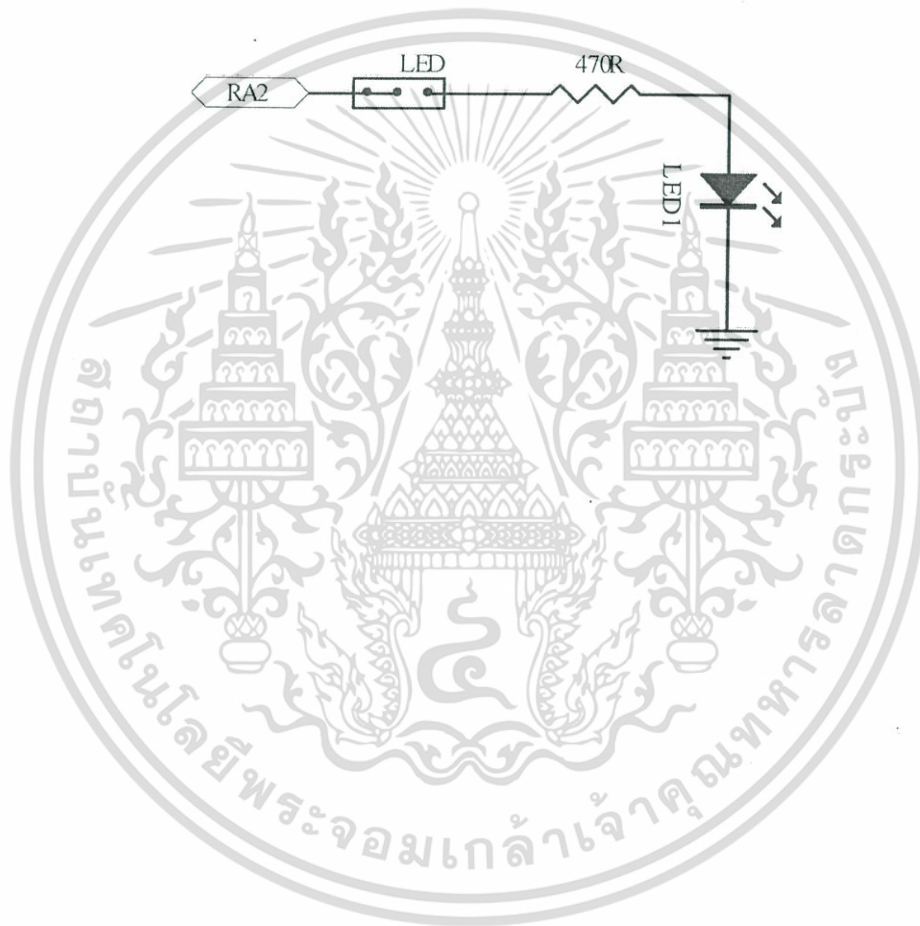
การใช่วงจร SW1

SW1 เป็นวงจรสวิตช์ กดติด-ปล่อยดับ ใช้สำหรับสร้างสัญญาณโลจิก "0" และ "1" เพื่อทดสอบการทำงานของ Input แบบ Logic เช่น ทดลองการตรวจจับค่าการกดสวิตช์ โดยเมื่อสวิตช์ไม่ถูกกดจะได้ค่าสถานะทางโลจิกเป็น "1" แต่ถ้าสวิตช์ถูกกดจะได้ค่าสถานะทางโลจิกเป็น "0" โดยสัญญาณโลจิกที่ได้จากวงจรมี จะถูกเชื่อมต่อไปยัง ขาสัญญาณ RA1 ของ MCU โดยมี Jumper ตัดต่อสัญญาณเพื่อให้ผู้ใช้สามารถเลือกใช้หรือไม่ใช้ สัญญาณโลจิกที่ได้จากการกดสวิตช์ SW1 นี้ได้โดยอิสระ



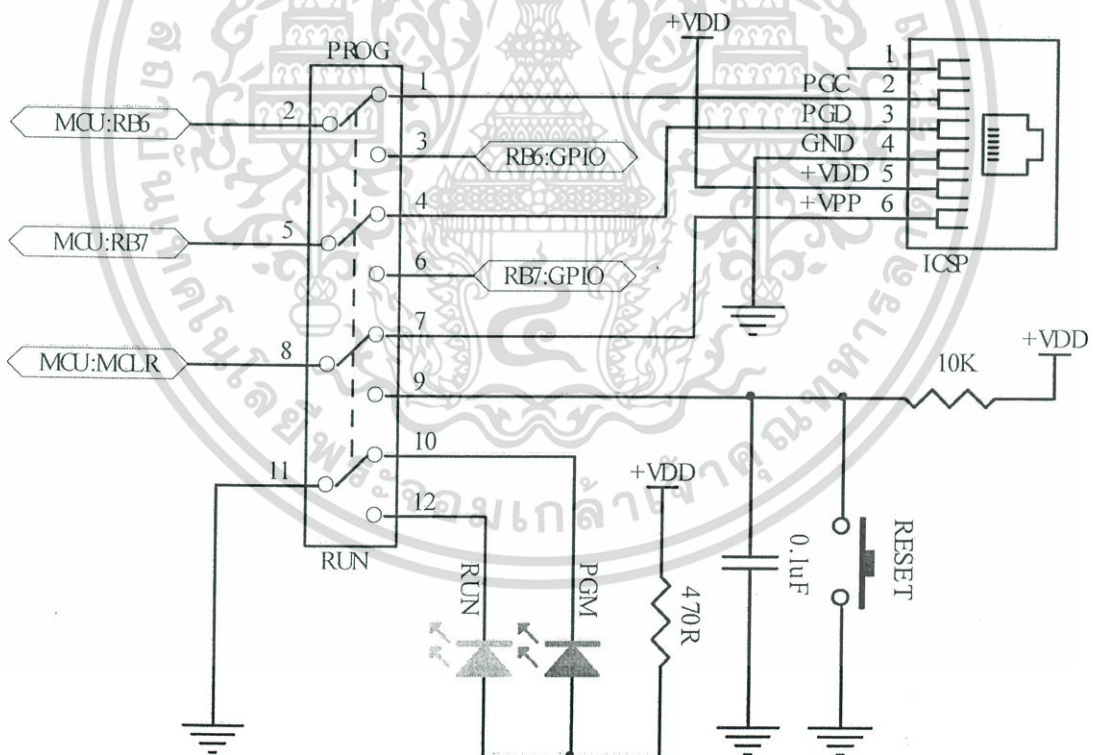
การใช้งานวงจร LED

LED เป็นวงจรแสดงผลทางโลจิก โดยใช้สำหรับแสดงผลทางโลจิกเพื่อให้ผู้ใช้ได้รับรู้ โดยใช้กับสัญญาณ Output แบบ Logic โดยถ้าได้รับโลจิก "1" จะทำให้ LED ติดสว่าง และ ถ้าได้รับโลจิก "0" จะทำให้ LED ดับ โดยสัญญาณโลจิกที่จะใช้ขับเคลื่อนการแสดงผลของ LED ในวงจรนี้ จะถูกเชื่อมต่อมาจกขาสัญญาณ RA2 ของ MCU โดยมี Jumper ตัดต่อสัญญาณเพื่อให้ผู้ใช้สามารถเลือกใช้หรือไม่ใช้สัญญาณโลจิกที่ได้จากขาสัญญาณ RA2 มาขับ LED นี้ได้โดยอิสระ



การใช้งาน ICSP

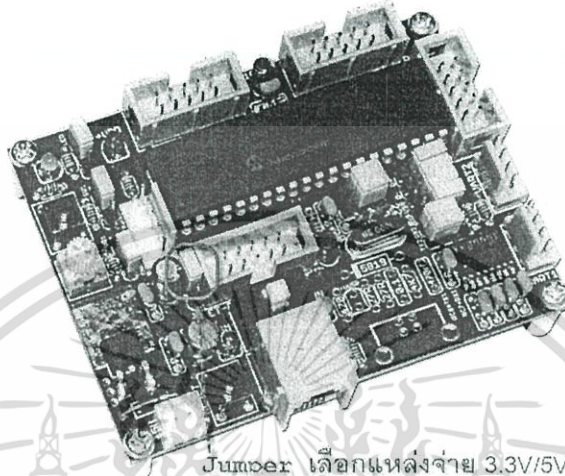
ICSP จะเป็น Connector แบบ RJ11 สำหรับ Interface กับเครื่องมือพัฒนาโปรแกรมตระกูล PIC ที่มีการจัดขั้วตามมาตรฐาน ICSP ของ Microchips เช่น ICD2, ICD3, Pickit2 หรือ Pickit3 ซึ่งสามารถใช้งานได้กับเครื่องมือพัฒนาของ Microchips หรือ เทียบเท่า เช่น ET-PGM PIC USB (เทียบเท่า Pickit2) หรือ ET-PGM PIC-PK3 (เทียบเท่า Pickit3) หรือ ET-ICDX (เทียบเท่า ICD2) ส่วนการจะเลือกใช้เครื่องมือรุ่นใดนั้นให้พิจารณาจากเบอร์ MCU ที่จะใช้งานเป็นหลักว่า เบอร์ MCU ที่จะใช้งานนั้น มีเครื่องโปรแกรมรุ่นใดรองรับบ้าง เพราะความสามารถของเครื่องโปรแกรมที่ยกตัวอย่างให้ทราบข้างต้นนั้น รองรับการใช้งานกับ MCU ได้จำนวนเบอร์มากน้อยไม่เท่ากัน เพียงแต่มีการจัดเรียงขาสัญญาณในการโปรแกรม MCU เป็นมาตรฐานแบบเดียวกันเท่านั้น โดยวงจรของบอร์ดในส่วนนี้จะมีสวิตช์สำหรับเลือกตัดต่อสัญญาณของ RB6, RB7 และ MCLR สำหรับใช้ทำหน้าที่เชื่อมต่อกับ Programmer/Debugger หรือ ใช้งานตามปกติได้พร้อม LED แสดงสถานะ ว่าการทำงานของสวิตช์อยู่ในตำแหน่งใด โดยถ้าเลือกสวิตช์ไว้ทางด้าน Programmer/Debugger จะเห็น LED สีแดงของ PGM ติดสว่าง แต่ถ้าตำแหน่งของสวิตช์อยู่ด้าน Run จะเห็น LED สีเขียว (RUN) ติดสว่าง โดยมีการจัดเรียงขาสัญญาณตามมาตรฐานของ ICSP ดังนี้



รูปแสดง โครงสร้างวงจรส่วนการเชื่อมต่อ ICSP ของบอร์ด ET-BASE PIC40/1939(ICSP)

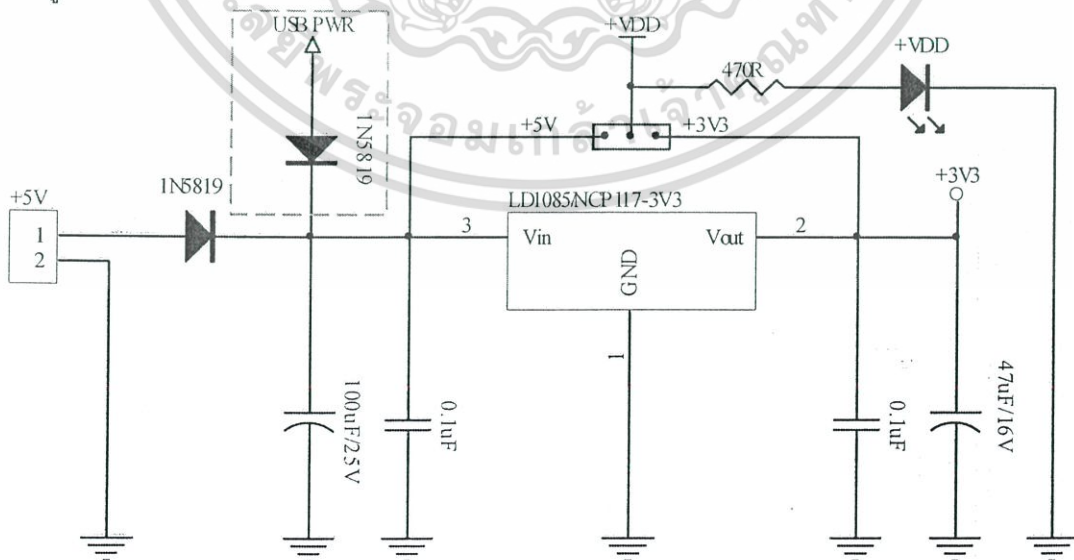
วงจรภาคจ่ายไฟ

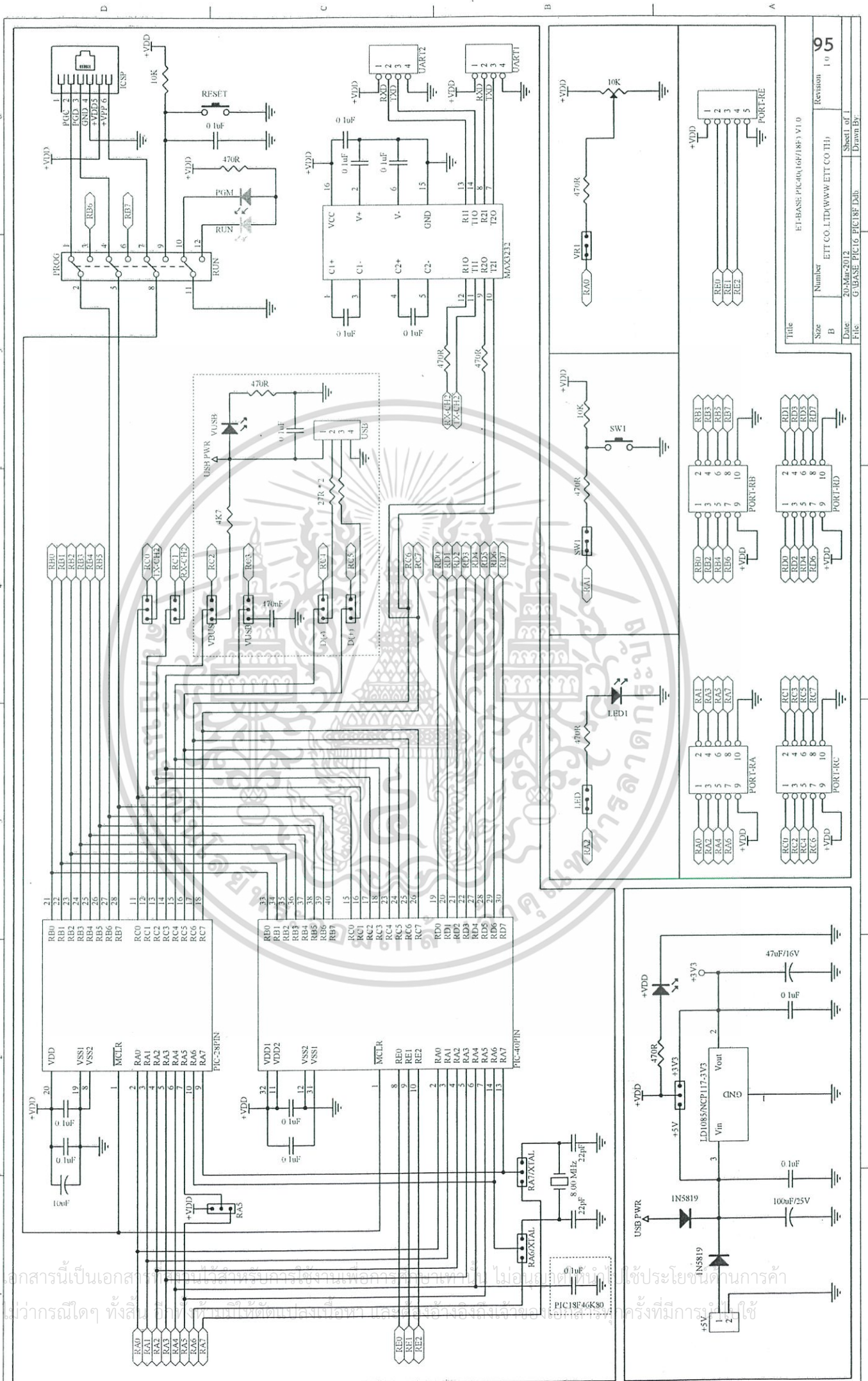
สำหรับวงจรภาคจ่ายไฟของบอร์ด จะใช้ได้กับแรงดันภายนอกขนาด +5VDC โดยภายในบอร์ดจะมี วงจร Regulate ขนาด 3.3V/1A พร้อม Jumper สำหรับเลือกใช้แรงดัน +5VDC หรือ +3V3 ให้เป็นแรงดันไฟเลี้ยงของ MCU (+VDD) และวงจร I/O ภายในบอร์ด



Jumper เลือกแหล่งจ่าย 3.3V/5V

สำหรับการเลือกระดับแรงดัน +VDD ให้กับ MCU ภายในบอร์ดนั้น สามารถทำได้โดยการเลือก กำหนดจาก Jumper 3V3/+5V ซึ่งการจะเลือกใช้ +VDD เป็นเท่าใดนั้น ให้พิจารณาจากจุดประสงค์การใช้งานและอุปกรณ์การเชื่อมต่อที่ต้องการ ซึ่ง MCU เบอร์ PIC16F1939 สามารถทำงานได้ดีในย่านแรงดัน 1.8V ถึง 5.5V ซึ่งบนบอร์ดจะสามารถเลือกระบบแรงดัน ได้ 2 ย่าน คือ +5V และ +3.3V ซึ่งผู้ใช้ต้องระลึกไว้เสมอว่า ถ้าเลือกใช้แรงดันของแหล่งจ่ายให้บอร์ดในย่านใด ระดับสัญญาณลอจิกในการเชื่อมต่อกับอุปกรณ์ภายนอกต้องอยู่ในระดับที่มีค่าไม่เกินแหล่งจ่ายด้วย เช่น ถ้าเลือก แต่ที่จะใช้แหล่งจ่ายเป็น 3.3V สัญญาณที่จะเชื่อมต่อก็คือต้องเป็น 3.3V ด้วย ถ้านำสัญญาณ 5V มาเชื่อมต่ออาจทำให้ MCU เกิดความเสียหายได้ ดังนั้นผู้ใช้ต้องระมัดระวังในการเลือกขนาดของแรงดันให้กับ MCU ด้วย





เอกสารนี้เป็นเอกสารลิขสิทธิ์ของมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ในการค้า
 ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น หากมีข้อผิดพลาดประการใด ขออภัยไว้แต่แรก และขอสงวนสิทธิ์ในข้อมูลที่มีปรากฏในเอกสารนี้

Title	E1-BASE: PIC40(16F18F) V1.0		
Size	Number	EIT CO. LTD(AWWETT CO TH)	Revision
B	20-Mar-2012	G-BASE: PIC16 PIC18F Ddb	1.0
Drawn By			



PIC18F2331/2431/4331/4431

28/40/44-Pin Enhanced Flash Microcontrollers with nanoWatt Technology, High-Performance PWM and A/D

14-Bit Power Control PWM Module:

- Up to 4 Channels with Complementary Outputs
- Edge or Center-Aligned Operation
- Flexible Dead-Band Generator
- Hardware Fault Protection Inputs
- Simultaneous Update of Duty Cycle and Period:
 - Flexible Special Event Trigger output

Motion Feedback Module:

- Three Independent Input Capture Channels:
 - Flexible operating modes for period and pulse-width measurement
 - Special Hall sensor interface module
 - Special Event Trigger output to other modules
- Quadrature Encoder Interface:
 - 2-phase inputs and one index input from encoder
 - High and low position tracking with direction status and change of direction interrupt
 - Velocity measurement

High-Speed, 200 kbps 10-Bit A/D Converter:

- Up to 9 Channels
- Simultaneous, Two-Channel Sampling
- Sequential Sampling: 1, 2 or 4 Selected Channels
- Auto-Conversion Capability
- 4-Word FIFO with Selectable Interrupt Frequency
- Selectable External Conversion Triggers
- Programmable Acquisition Time

Flexible Oscillator Structure:

- Four Crystal modes up to 40 MHz
- Two External Clock modes up to 40 MHz
- Internal Oscillator Block:
 - 8 user-selectable frequencies: 31 kHz to 8 MHz
 - OSCTUNE can compensate for frequency drift
- Secondary Oscillator using Timer1 @ 32 kHz
- Fail-Safe Clock Monitor:
 - Allows for safe shutdown of device if clock fails

Power-Managed Modes:

- Run: CPU on, Peripherals on
- Idle: CPU off, Peripherals on
- Sleep: CPU off, Peripherals off
- Ultra Low, 50 nA Input Leakage
- Idle mode Currents Down to 5.8 μ A, Typical
- Sleep Current Down to 0.1 μ A, Typical
- Timer1 Oscillator, 1.8 μ A, Typical, 32 kHz, 2V
- Watchdog Timer (WDT), 2.1 μ A, typical
- Oscillator Two-Speed Start-up
 - Fast wake from Sleep and Idle, 1 μ s, typical

Peripheral Highlights:

- High-Current Sink/Source 25 mA/25 mA
- Three External Interrupts
- Two Capture/Compare/PWM (CCP) modules
- Enhanced USART module:
 - Supports RS-485, RS-232 and LIN/J2602
 - Auto-wake-up on Start bit
 - Auto-Baud Detect

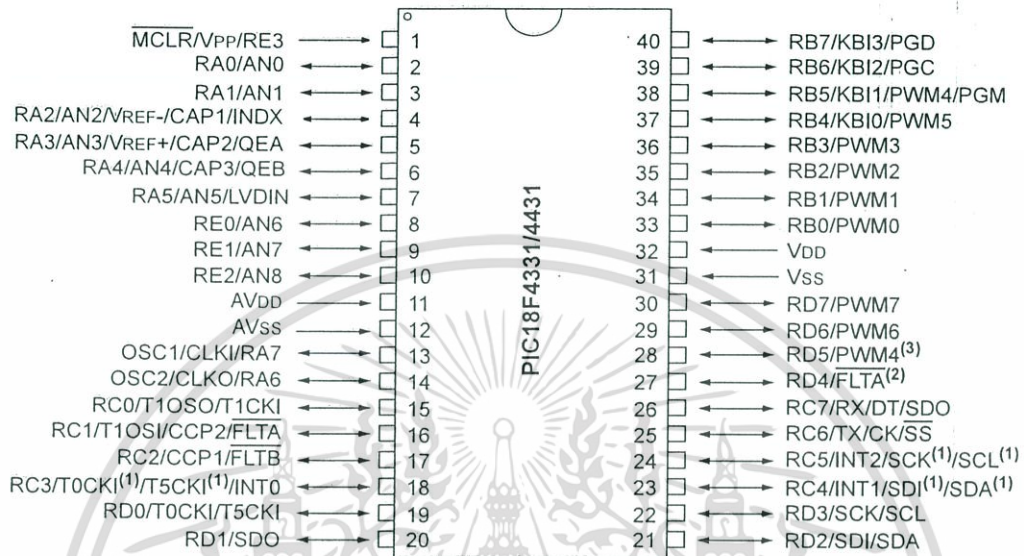
Special Microcontroller Features:

- 100,000 Erase/Write Cycle Enhanced Flash Program Memory, Typical
- 1,000,000 Erase/Write Cycle Data EEPROM Memory, Typical
- Flash/Data EEPROM Retention: 100 Years
- Self-Programmable under Software Control
- Priority Levels for Interrupts
- 8 x 8 Single-Cycle Hardware Multiplier
- Extended Watchdog Timer (WDT):
 - Programmable period from 41 ms to 131s
- Single-Supply In-Circuit Serial Programming™ (ICSP™) via Two Pins
- In-Circuit Debug (ICD) via Two Pins:
 - Drives PWM outputs safely when debugging

Device	Program Memory		Data Memory		I/O	10-Bit A/D (ch)	CCP	SSP		EUSART	Quadrature Encoder	14-Bit PWM (ch)	Timers 8/16-Bit
	Flash (bytes)	# Single-Word Instructions	SRAM (bytes)	EEPROM (bytes)				SPI	Slave I ² C™				
PIC18F2331	8192	4096	768	256	24	5	2	Y	Y	Y	Y	6	1/3
PIC18F2431	16384	8192	768	256	24	5	2	Y	Y	Y	Y	6	1/3
PIC18F4331	8192	4096	768	256	36	9	2	Y	Y	Y	Y	8	1/3
PIC18F4431	16384	8192	768	256	36	9	2	Y	Y	Y	Y	8	1/3

Pin Diagrams (Continued)

40-Pin PDIP



- Note 1:** RC3 is the alternate pin for T0CKI/T5CKI; RC4 is the alternate pin for SDI/SDA; RC5 is the alternate pin for SCK/SCL.
- 2:** RD4 is the alternate pin for FLTA.
- 3:** RD5 is the alternate pin for PWM4.

1.3 Details on Individual Family Members

Devices in the PIC18F2331/2431/4331/4431 family are available in 28-pin (PIC18F2331/2431) and 40/44-pin (PIC18F4331/4431) packages. The block diagram for the two groups is shown in Figure 1-1.

The devices are differentiated from each other in three ways:

1. Flash program memory (8 Kbytes for PIC18F2331/4331 devices, 16 Kbytes for PIC18F2431/4431).
2. A/D channels (5 for PIC18F2331/2431 devices, 9 for PIC18F4331/4431 devices).
3. I/O ports (3 bidirectional ports on PIC18F2331/2431 devices, 5 bidirectional ports on PIC18F4331/4431 devices).

All other features for devices in this family are identical. These are summarized in Table 1-1.

The pinouts for all devices are listed in Table 1-2 and Table 1-3.

Like all Microchip PIC18 devices, members of the PIC18F2331/2431/4331/4431 family are available as both standard and low-voltage devices. Standard devices with Enhanced Flash memory, designated with an "F" in the part number (such as PIC18F2331), accommodate an operating VDD range of 4.2V to 5.5V. Low-voltage parts, designated by "LF" (such as PIC18LF2331), function over an extended VDD range of 2.0V to 5.5V.

TABLE 1-1: DEVICE FEATURES

Features	PIC18F2331	PIC18F2431	PIC18F4331	PIC18F4431
Operating Frequency	DC – 40 MHz	DC – 40 MHz	DC – 40 MHz	DC – 40 MHz
Program Memory (Bytes)	8192	16384	8192	16384
Program Memory (Instructions)	4096	8192	4096	8192
Data Memory (Bytes)	768	768	768	768
Data EEPROM Memory (Bytes)	256	256	256	256
Interrupt Sources	22	22	34	34
I/O Ports	Ports A, B, C	Ports A, B, C	Ports A, B, C, D, E	Ports A, B, C, D, E
Timers	4	4	4	4
Capture/Compare/PWM modules	2	2	2	2
14-Bit Power Control PWM	(6 Channels)	(6 Channels)	(8 Channels)	(8 Channels)
Motion Feedback Module (Input Capture/Quadrature Encoder Interface)	1 QEI or 3x IC	1 QEI or 3x IC	1 QEI or 3x IC	1 QEI or 3x IC
Serial Communications	SSP, Enhanced USART	SSP, Enhanced USART	SSP, Enhanced USART	SSP, Enhanced USART
10-Bit High-Speed Analog-to-Digital Converter module	5 Input Channels	5 Input Channels	9 Input Channels	9 Input Channels
Resets (and Delays)	POR, BOR, RESET Instruction, Stack Full, Stack Underflow (PWRT, OST), MCLR (optional), WDT	POR, BOR, RESET Instruction, Stack Full, Stack Underflow (PWRT, OST), MCLR (optional), WDT	POR, BOR, RESET Instruction, Stack Full, Stack Underflow (PWRT, OST), MCLR (optional), WDT	POR, BOR, RESET Instruction, Stack Full, Stack Underflow (PWRT, OST), MCLR (optional), WDT
Programmable Low-Voltage Detect	Yes	Yes	Yes	Yes
Programmable Brown-out Reset	Yes	Yes	Yes	Yes
Instruction Set	75 Instructions	75 Instructions	75 Instructions	75 Instructions
Packages	28-pin SPDIP 28-pin SOIC 28-pin QFN	28-pin SPDIP 28-pin SOIC 28-pin QFN	40-pin PDIP 44-pin TQFP 44-pin QFN	40-pin PDIP 44-pin TQFP 44-pin QFN

TABLE 1-2: PIC18F2331/2431 PINOUT I/O DESCRIPTIONS (CONTINUED)

Pin Name	Pin Number		Pin Type	Buffer Type	Description
	SPDIP, SOIC	QFN			
RB0/PWM0 RB0 PWM0	21	18	I/O O	TTL TTL	PORTB is a bidirectional I/O port. PORTB can be software programmed for internal weak pull-ups on all inputs. Digital I/O. PWM Output 0.
RB1/PWM1 RB1 PWM1	22	19	I/O O	TTL TTL	Digital I/O. PWM Output 1.
RB2/PWM2 RB2 PWM2	23	20	I/O O	TTL TTL	Digital I/O. PWM Output 2.
RB3/PWM3 RB3 PWM3	24	21	I/O O	TTL TTL	Digital I/O. PWM Output 3.
RB4/KBI0/PWM5 RB4 KBI0 PWM5	25	22	I/O I O	TTL TTL TTL	Digital I/O. Interrupt-on-change pin. PWM Output 5.
RB5/KBI1/PWM4/PGM RB5 KBI1 PWM4 PGM	26	23	I/O I O I/O	TTL TTL TTL ST	Digital I/O. Interrupt-on-change pin. PWM Output 4. Single-Supply ICSP™ Programming entry pin.
RB6/KBI2/PGC RB6 KBI2 PGC	27	24	I/O I I/O	TTL TTL ST	Digital I/O. Interrupt-on-change pin. In-Circuit Debugger and ICSP programming clock pin.
RB7/KBI3/PGD RB7 KBI3 PGD	28	25	I/O I I/O	TTL TTL ST	Digital I/O. Interrupt-on-change pin. In-Circuit Debugger and ICSP programming data pin.

Legend: TTL = TTL compatible input CMOS = CMOS compatible input or output
 ST = Schmitt Trigger input with CMOS levels I = Input
 O = Output P = Power

TABLE 1-2: PIC18F2331/2431 PINOUT I/O DESCRIPTIONS (CONTINUED)

Pin Name	Pin Number		Pin Type	Buffer Type	Description
	SPDIP, SOIC	QFN			
RC0/T1OSO/T1CKI	11	8	I/O	ST	PORTC is a bidirectional I/O port. Digital I/O. Timer1 oscillator output. Timer1 external clock input.
RC0			O	—	
T1OSO			I	ST	
T1CKI			I	ST	
RC1/T1OSI/CCP2/FLTA	12	9	I/O	ST	Digital I/O. Timer1 oscillator input. Capture 2 input, Compare 2 output, PWM2 output. Fault interrupt input pin.
RC1			I	Analog	
T1OSI			I/O	ST	
CCP2			I	ST	
FLTA	I	ST			
RC2/CCP1	13	10	I/O	ST	Digital I/O. Capture 1 input/Compare 1 output/PWM1 output.
RC2			I/O	ST	
CCP1			I/O	ST	
RC3/T0CKI/T5CKI/INT0	14	11	I/O	ST	Digital I/O. Timer0 alternate clock input. Timer5 alternate clock input. External Interrupt 0.
RC3			I	ST	
T0CKI			I	ST	
T5CKI			I	ST	
INT0			I	ST	
RC4/INT1/SDI/SDA	15	12	I/O	ST	Digital I/O. External Interrupt 1. SPI data in. I ² C™ data I/O.
RC4			I	ST	
INT1			I	ST	
SDI			I	ST	
SDA			I/O	I ² C	
RC5/INT2/SCK/SCL	16	13	I/O	ST	Digital I/O. External Interrupt 2. Synchronous serial clock input/output for SPI mode. Synchronous serial clock input/output for I ² C mode.
RC5			I	ST	
INT2			I/O	ST	
SCK			I/O	I ² C	
SCL			I/O	I ² C	
RC6/TX/CK/SS	17	14	I/O	ST	Digital I/O. EUSART asynchronous transmit. EUSART synchronous clock (see related RX/DT). SPI slave select input.
RC6			O	—	
TX			I/O	ST	
CK			I	TTL	
SS			I	TTL	
RC7/RX/DT/SDO	18	15	I/O	ST	Digital I/O. EUSART asynchronous receive. EUSART synchronous data (see related TX/CK). SPI data out.
RC7			I	ST	
RX			I/O	ST	
DT			O	—	
SDO			O	—	
VSS	8, 19	5, 16	P	—	Ground reference for logic and I/O pins.
VDD	7, 20	4, 17	P	—	Positive supply for logic and I/O pins.

Legend: TTL = TTL compatible input

ST = Schmitt Trigger input with CMOS levels

O = Output

CMOS = CMOS compatible input or output

I = Input

P = Power

TABLE 1-3: PIC18F4331/4431 PINOUT I/O DESCRIPTIONS (CONTINUED)

Pin Name	Pin Number			Pin Type	Buffer Type	Description	
	PDIP	TQFP	QFN				
RA0/AN0	2	19	19	I/O	TTL	PORTA is a bidirectional I/O port. Digital I/O.	
RA0 AN0				I	Analog		Analog Input 0.
RA1/AN1	3	20	20	I/O	TTL	Digital I/O.	
RA1 AN1				I	Analog		Analog Input 1.
RA2/AN2/VREF-/CAP1/INDX	4	21	21	I/O	TTL	Digital I/O.	
RA2				I	Analog		Analog Input 2.
AN2				I	Analog		A/D reference voltage (low) input.
VREF-				I	ST		Input Capture Pin 1.
CAP1 INDX				I	ST		Quadrature Encoder Interface index input pin.
RA3/AN3/VREF+/CAP2/QEA	5	22	22	I/O	TTL	Digital I/O.	
RA3				I	Analog		Analog Input 3.
AN3				I	Analog		A/D reference voltage (high) input.
VREF+				I	ST		Input Capture Pin 2.
CAP2				I	ST		Quadrature Encoder Interface Channel A input pin.
QEA				I	ST		
RA4/AN4/CAP3/QEB	6	23	23	I/O	TTL	Digital I/O.	
RA4				I	Analog		Analog Input 4.
AN4				I	ST		Input Capture Pin 3.
CAP3 QEB				I	ST		Quadrature Encoder Interface Channel B input pin.
RA5/AN5/LVDIN	7	24	24	I/O	TTL	Digital I/O.	
RA5				I	Analog		Analog Input 5.
AN5				I	Analog		Low-Voltage Detect input.
LVDIN				I	Analog		

Legend: TTL = TTL compatible input CMOS = CMOS compatible input or output
 ST = Schmitt Trigger input with CMOS levels I = Input
 O = Output P = Power

Note 1: RC3 is the alternate pin for T0CKI/T5CKI; RC4 is the alternate pin for SDI/SDA; RC5 is the alternate pin for SCK/SCL; RC7 is the alternate pin for SDO.

2: RD4 is the alternate pin for FLTA.

3: RD5 is the alternate pin for PWM4.

TABLE 1-3: PIC18F4331/4431 PINOUT I/O DESCRIPTIONS (CONTINUED)

Pin Name	Pin Number			Pin Type	Buffer Type	Description
	PDIP	TQFP	QFN			
RC0/T1OSO/T1CKI	15	32	34			PORTC is a bidirectional I/O port.
RC0				I/O	ST	Digital I/O.
T1OSO				O	—	Timer1 oscillator output.
T1CKI				I	ST	Timer1 external clock input.
RC1/T1OSI/CCP2/ FLTA	16	35	35			
RC1				I/O	ST	Digital I/O.
T1OSI				I	CMOS	Timer1 oscillator input.
CCP2				I/O	ST	Capture 2 input, Compare 2 output, PWM2 output.
FLTA				I	ST	Fault interrupt input pin.
RC2/CCP1/FLT \overline{B}	17	36	36			
RC2				I/O	ST	Digital I/O.
CCP1				I/O	ST	Capture 1 input/Compare 1 output/PWM1 output.
FLT \overline{B}				I	ST	Fault interrupt input pin.
RC3/T0CKI/T5CKI/ INT0	18	37	37			
RC3				I/O	ST	Digital I/O.
T0CKI ⁽¹⁾				I	ST	Timer0 alternate clock input.
T5CKI ⁽¹⁾				I	ST	Timer5 alternate clock input.
INT0				I	ST	External Interrupt 0.
RC4/INT1/SDI/SDA	23	42	42			
RC4				I/O	ST	Digital I/O.
INT1				I	ST	External Interrupt 1.
SDI ⁽¹⁾				I	ST	SPI data in.
SDA ⁽¹⁾				I/O	I ² C	I ² C™ data I/O.
RC5/INT2/SCK/SCL	24	43	43			
RC5				I/O	ST	Digital I/O.
INT2				I	ST	External Interrupt 2.
SCK ⁽¹⁾				I/O	ST	Synchronous serial clock input/output for SPI mode.
SCL ⁽¹⁾				I/O	I ² C	Synchronous serial clock input/output for I ² C mode.
RC6/TX/CK/SS	25	44	44			
RC6				I/O	ST	Digital I/O.
TX				O	—	EUSART asynchronous transmit.
CK				I/O	ST	EUSART synchronous clock (see related RX/DT).
SS				I	ST	SPI slave select input.
RC7/RX/DT/SDO	26	1	1			
RC7				I/O	ST	Digital I/O.
RX				I	ST	EUSART asynchronous receive.
DT				I/O	ST	EUSART synchronous data (see related TX/CK).
SDO ⁽¹⁾				O	—	SPI data out.

Legend: TTL = TTL compatible input
 ST = Schmitt Trigger input with CMOS levels
 O = Output
 CMOS = CMOS compatible input or output
 I = Input
 P = Power

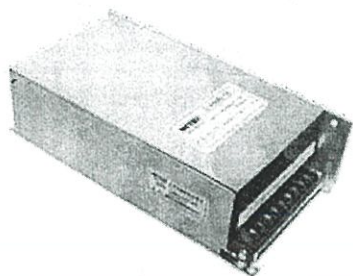
Note 1: RC3 is the alternate pin for T0CKI/T5CKI; RC4 is the alternate pin for SDI/SDA; RC5 is the alternate pin for SCK/SCL; RC7 is the alternate pin for SDO.

2: RD4 is the alternate pin for FLTA.

3: RD5 is the alternate pin for PWM4.

Features:

AC input
 Protections: Short circuit/Over load/Over voltage
 Forced air cooling by built-in DC fan
 PWM control and regulated
 Built-in cooling Fan ON-OFF control
 100% full load burn-in test
 Low cost



MODEL	S-500-12	S-500-13.5	S-500-15	S-500-24	S-500-27	S-500-48	
OUTPUT	DC VOLTAGE	12V	13.5V	15V	24V	27V	48V
	RATED CURRENT	40A	36A	32A	20A	18A	10A
	CURRENT RANGE	0 ~ 40A	0 ~ 36A	0 ~ 32A	0 ~ 20A	0 ~ 18A	0 ~ 10A
	RATED POWER	480W	486W	480W	480W	486W	480W
	RIPPLE & NOISE (max.)	240mVp-p	240mVp-p	240mVp-p	240mVp-p	200mVp-p	300mVp-p
	VOLTAGE ADJ. RANGE	10 ~ 13.2V	12 ~ 15V	13.5 ~ 18V	20 ~ 26.4V	26 ~ 32V	41 ~ 56V
	VOLTAGE TOLERANCE	±1.0%	±1.0%	±1.0%	±1.0%	±1.0%	±1.0%
	LINE REGULATION	±0.5%	±0.5%	±0.5%	±0.5%	±0.5%	±0.5%
	LOAD REGULATION	±0.5%	±0.5%	±0.5%	±0.5%	±0.5%	±0.5%
	SETUP, RISE, HOLD TIME	200ms, 50ms, 20ms at full load					
INPUT	VOLTAGE RANGE	180 ~ 264VAC (110VAC input can be custom-made)					
	FREQUENCY RANGE	47 ~ 63Hz					
	EFFICIENCY (Typ.)	84%	84%	84%	86.0%	87.0%	88%
	AC CURRENT	7A/115V	3.5A/230V				
	INRUSH CURRENT (max.)	18A/115V	36A/230V				
	LEAKAGE CURRENT	<3.5mA / 240VAC					
PROTECTION	OVERLOAD	105 ~ 135% of rate load Protection type : Fold back current limiting, recovers automatically after fault condition is removed					
	OVER VOLTAGE	13.8 ~ 16.2V	15.5 ~ 18.2V	18 ~ 21V	27.6 ~ 32.4V	31 ~ 36.5V	57.6 ~ 67.2V
	FAN CONTROL, O.T.P.	RTH1 or RTH2 ≥ 50°C FAN ON, ≤ 45°C FAN, ≥ 70°C output shut down					
ENVIRONMENT	WORKING TEMP.	-10 ~ +60°C, 20 ~ 90% RH non-condensing					
	WORKING HUMIDITY	20 ~ 90% RH non-condensing					
	STORAGE TEMP., HUMIDITY	-20 ~ +85°C, 10 ~ 95% RH					
	TEMP. COEFFICIENT	±0.03%/°C (0 ~ 50°C)					
	VIBRATION	10 ~ 500Hz, 2G 10min./1cycle, 60min. each along X, Y, Z axes					
SAFETY & EMC (Note 4)	SAFETY STANDARDS	Design refer to UL1950, TUV EN60950-1					
	WITHSTAND VOLTAGE	I/P-O/P: 1.5KVAC I/P-FG: 1.5KVAC O/P-FG: 0.5KVAC					
	ISOLATION RESISTANCE	I/P-O/P, I/P-FG, O/P-FG: 100M Ohms/500VDC					
	EMI CONDUCTION &	Compliance to EN55022 (CISPR22) Class B					
	HARMONIC CURRENT	Compliance to EN61000-3-2, -3					
OTHERS	EMS IMMUNITY	Compliance to EN61000-4-2, 3, 4, 5, 6, 8, 11; ENV50204, Light industry level, criteria A					
	MTBF	138.6K hrs min. MIL-HDBK-217F (25°C)					
	DIMENSION	240*125*65mm (L*W*H)					
NOTE	PACKING	1.35Kgs/pcs, 12pcs/17.7Kgs/0.0326CMB					
	NOTE	1. All parameters NOT specially mentioned are measured at 230VAC input, rated load and 25°C of ambient temperature. 2. Ripple & noise are measured at 20MHz of bandwidth by using a 12" twisted pair-wire terminated with a 0.1uf & 47uf parallel capacitor. 3. Tolerance : includes set up tolerance, line regulation and load regulation. 4. The power supply is considered a component which will be installed into a final equipment. The final equipment must be re-confirmed that it still meets EMC 5. Derating may be needed under low input voltages. Please check the derating curve for more details.					

ประวัติผู้เขียน



นาย รัฐกฤษณ์ พงษ์ชนรินทร์

วันเดือน ปีเกิด 4 พฤษภาคม พ.ศ. 2535

ประวัติการศึกษา

ปีการศึกษา 2553 สำเร็จการศึกษาระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย

จากโรงเรียนท่าวังผาพิทยาคม จ.น่าน

ปีการศึกษา 2557 จะสำเร็จการศึกษาวិชากรรมศาสตรบัณฑิต

ภาควิชาวิศวกรรมไฟฟ้า

จากสถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหาร

ลาดกระบัง



นาย วรุตม์ ฉลาดแพทย์

วัน เดือน ปีเกิด 29 พฤศจิกายน พ.ศ. 2535

ประวัติการศึกษา

ปีการศึกษา 2553 สำเร็จการศึกษาระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย

จากโรงเรียนเตรียมอุดมศึกษาพัฒนาการ

ปีการศึกษา 2557 จะสำเร็จการศึกษาวิชากรรมศาสตรบัณฑิต

ภาควิชาวิศวกรรมไฟฟ้า

จากสถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหาร

ลาดกระบัง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้