สกอร์บอร์ดอเนกประสงค์ (Multipurpose Scoreboard)

โดย

นรจ.ศุภณัฐ แก้วล้วน

นรจ.วิชยุตม์ ขุนภักดี

นรจ.สุขสรรค์ พลโยราช

นรจ.สุภัทรชัย พะโคดี

นรจ.วรศักดิ์ สระทองอินทร์

โครงงานนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรนักเรียนจ่าทหารเรือชั้นปีที่ ๒

พรรคพิเศษ เหล่า ช่างยุทธโยธา (อิเล็กทรอนิกส์)ปีการศึกษา ๒๕๖๐

โรงเรียนอิเล็กทรอนิกส์ กองวิทยาการ กรมอิเล็กทรอนิกส์ ทหารเรือ

หัวข้อโครงงาน สกอร์บอร์ดอเนกประสงค์(Multipurpose Scoreboard)

ผู้จัดทำ นรจ. ศุภณัฐ แก้วล้วน

นรจ. วิชยุตม์ ขุนภักดี

นรจ. สุขสรรค์ พลโยราช

นรจ. สุภัทรชัย พะโคดี

นรจ.วรศักดิ์ สระทองอินทร์

ครูที่ปรึกษา ร.อ. สุชิน มุขศรี

พ.จ.อ. จลิน นันทศร

จ.อ. สุรเดช ลาดเหลือ

ปีการศึกษา ๒๕๖๐

บทคัดย่อ

เนื่องจากปัจจุบันการใช้สื่อการเรียนการสอนมีความหลากหลายและมีรูปแบบที่แตกต่างกันออกไปตามแต่เนื้อหาของรายวิชานั้นๆมีทั้งสื่อที่เป็นรูปแบบคอมพิวเตอร์ช่วยสอน Power Point และอื่นๆ อีกมากมายตามแต่ความถนัดของผู้สอนและเนื้อหารายวิชาทั้งนี้การเรียนการสอนของนักเรียนจ่าโรงเรียนอิเล็กทรอนิกส์นั้น เน้นที่ทักษะการปฏิบัติงานเป็นสำคัญควบคู่กับหลักวิชาการที่ถูกต้อง ในการเรียนการสอนหากมีการจำลองปัญหาในสถานการณ์จริง เพื่อให้ผู้เรียนได้ฝึกการแก้ไขปัญหา การทดลอง และการสรุปผล ก็จะช่วยให้ผู้เรียนมีความสนใจในการเรียนมากขึ้นส่งผลให้มีผลการเรียนที่ดีขึ้นตามไปด้วย

โครงงานสิ่งประดิษฐ์ชิ้นนี้ได้ผู้จัดทำได้สร้างสกอร์บอร์ดอเนกประสงค์ ขึ้นมาเพื่อสนับสนุนการศึกษาวิชาพละศึกษาของนักเรียนจ่าโรงเรียนอิเล็กทรอนิกส์และการเล่นกีฬาของกำลังพลใน
กองวิทยาการ กรมอิเล็กทรอนิกส์ ทหารเรือ

เนื่องจากทางโรงเรียนอิเล็กทรอนิกส์ กองวิทยาการ กรมอิเล็กทรอนิกส์ ทหารเรือ มีการจัดสอนวิชาพละศึกษาให้แก่นักเรียนจ่า อีกทั้งกำลังพลในกองวิทยาการมีการเล่นกีฬากันเป็นประจำ เช่น กีฬาฟุตซอล กีฬาเปตอง เป็นต้น ดังนั้นในการแข่งขันกีฬาจะต้องการนับคะแนน โดยการใช้กระดานหรือกระดาษ ซึ่งการปัญหาจากการใช้กระดานหรือกระดาษนั้น ถ้าหากมีการแข่งขันบ่อยๆ จะทำให้สิ้นเปลืองทรัพยากรและทำให้กรรมการหรือผู้แข่งขันรวมไปถึงผู้ชมอาจเกิดความเข้าใจผิดได้ เนื่องจากเห็นเวลาหรือคะแนนไม่ชัดเจน

ดังนั้นทางคณะผู้จัดทำ จึงได้จัดทำสกอร์บอร์ดอเนกประสงค์นี้ขึ้นมาเพื่อใช้ในการแก้ไขปัญหาการนับคะแนนที่ผิดพลาดในการแข่งขันกีฬาและเพื่อความสะดวกของผู้ใช้งาน

กิตติกรรมประกาศ

การจัดทำโครงงานครั้งนี้ สามารถสำเร็จได้โดยการให้คำปรึกษาของที่ปรึกษาโครงงานและความปรารนาดี จาก ร.อ สุชิน มุขศรี พ.จ.อ. จลิน นันทศร และจ.อ.สุรเดช ลาดเหลือ

ขอขอบพระคุณ คุณครูแผนกวิทยาการโรงเรียนอิเล็กทรอนิกส์ที่ให้การสนับสนุนในด้านคำแนะนำและความรู้ ที่เกี่ยวกับโครงงานนี้ตลอดให้การสนับสนุนเครื่องมือในการทำโครงงานจนสำเร็จลุลวงไปด้วยดี

ขอขอบพระคุณ คุณครูประจำห้องสมุดที่อำนวยการด้านการค้นหาข้อมูล ที่เกี่ยวข้องกับโครงงานนี้ ตลอดจนโรงเรียนอิเล็กทรอนิกส์ที่ทำให้เกิดโครงการนี้ขึ้นมา

ความดีและประโยชน์ขอมอบให้กับครูอาจารย์ทุกท่าน ที่ให้การสนับสนุนและประสิทธิ์ประสานวิชาต่างๆ จนทำให้นักเรียนจ่ามีความรู้ความเข้าใจและความรู้ที่ได้มานี้ก็ส่งผลให้การทำโครงงานชิ้นนี้สำเร้จลุล่วงไปด้วยดี

ท้ายนี้คณะจัดทำโครงงานใคร่ขอกราบขอบพระคุณบิดา มารดา ซึ่งสนับสนุนในด้านการเงินและให้กำลังใจแก่ผู้จัดทำโครงงาน

คณะผู้จัดทำ

นรจ. ศุภณัฐ แก้วล้วน
นรจ. วิชยุตม์ ขุนภักดี
นรจ. สุขสรรค์ พลโยราช
นรจ. สุภัทรชัย พะโคดี
นรจ.วรศักดิ์ สระทองอินทร์

สารบัญ

บทคัดย่อ ก
กิตติกรรมประกาศ ข
บทที่ 1 1
บทนำ 1
1.1 ที่มาและความสำคัญ 1
1.2 วัตถุประสงค์ 1
1.3 สมมุติฐาน 1
1.4 ขอบเขตของโครงงาน 1
1.5 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ 1
บทที่ 2 2
เอกสารอ้างอิง 2
2.1 โครงสร้างของ 7 Segment 2
2.2 ไมโครคอนโทรลเลอร์ MCS-51 (ET-BASE51 AC3) 5
2.3 ไอซี AT89C4051 11
2.4 ไอซี TPIC6B595 14
2.5 ไอซี 74HC573 17
2.6 ไดโอดเปล่งแสง 20
2.6.2 ส่วนประกอบของ LED 21
2.7 โปรแกรม Keil uVision3 24
2.8 การบัคกรี 24
2.9 หลักการส่งคลื่นวิทยุ 28
บทที่ 3 30
วิธีการดำเนินงาน 30
3.1 วิธีดำเนินงาน 30
3.2 แผนการดำเนินงาน 31
3.3 วัสดุและอุปกรณ์ 32
3.4 ขั้นตอนการดำเนินงาน 34
บทที่ 4 40
ผลการทดลอง 40
4.1 หลักการทำงานของอุปกรณ์ภายในสกอร์บอร์ด 40
4.2 หลักการทำงานของโปรมแกรมสกอร์บอร์ด 40
4.3 มุมการมองเห็นของสกอร์บอร์ด 42
บทที่ 5 43
สรุปปัญหาและข้อเสนอแนะ 43
ภาคผนวก 44
บรรณานุกรม 46

บทที่ 1
บทนำ

1.1 ที่มาและความสำคัญ

เนื่องจากทางโรงเรียนอิเล็กทรอนิกส์ กองวิทยาการ กรมอิเล็กทรอนิกส์ ทหารเรือ มีการจัดสอนวิชาพละศึกษาให้แก่นักเรียนจ่า อีกทั้งกำลังพลในกองวิทยาการมีการเล่นกีฬากันเป็นประจำ เช่น กีฬาฟุตซอล กีฬาเปตอง เป็นต้น ดังนั้นในการแข่งขันกีฬาจะต้องการนับคะแนน โดยการใช้กระดานหรือกระดาษ ซึ่งการปัญหาจากการใช้กระดานหรือกระดาษนั้น ถ้าหากมีการแข่งขันบ่อยๆ จะทำให้สิ้นเปลืองทรัพยากรและทำให้กรรมการหรือผู้แข่งขันรวมไปถึงผู้ชมอาจเกิดความเข้าใจผิดได้ เนื่องจากเห็นเวลาหรือคะแนนไม่ชัดเจน

ทางคณะผู้จัดทำได้เห็นถึงความสำคัญของการนับคะแนน จึงได้จัดทำสกอร์บอร์ดอเนกประสงค์นี้ขึ้นมาเพื่อใช้ในการแก้ไขปัญหาการนับคะแนนที่ผิดพลาดในการแข่งขันกีฬาและเพื่อความสะดวกของผู้ใช้งาน

1.2 วัตถุประสงค์

เพื่อจัดทำสกอร์บอร์ดอเนกประสงค์ที่ใช้ในการแข่งขันกีฬาภายในโรงเรียนอิเล็กทรอนิกส์ กองวิทยาการ กรมอิเล็กทรอนิกส์ทหารเรือ

1.3 สมมุติฐาน

สกอร์บอร์ดอเนกสามารถนับคะแนนในการแข่งขันกีฬาและทดแทนการใช้กระดานหรือกระดาษนับคะแนนได้

1.4 ขอบเขตของโครงงาน

1. จัดทำสกอร์บอร์ดอเนกประสงค์ขนาด 60x100 เซนติเมตร แสดงคะแนนได้ 0-99 และแสดงเวลาได้ 0-99 นาที
2. จัดทำกล่องรีโมทที่สามารถควบคุมด้วยโมดุลวิทยุระยะ 100เมตร
3. ศึกษาโครงสร้างของ 7 Segment
4. ศึกษาหลักการทำงานของบอร์ดไมโครคอนโทรลเลอร์ ET-BASE51 AC3
5. ศึกษาหลักการส่งคลื่นวิทยุ

1.5 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

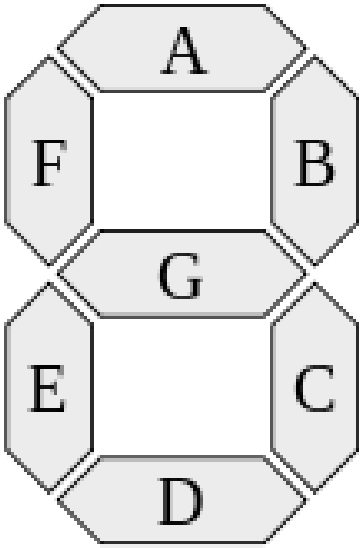
1. สกอร์บอร์ดอเนกสามารถนับคะแนนในการแข่งขันกีฬาและทดแทนการใช้กระดานหรือกระดาษนับคะแนนได้
2. สามารถสนับสนุนการศึกษาของนักเรียนจ่าในวิชาพละศึกษา และการเล่นกีฬาของกำลังพลในกองวิทยาการ กรมอิเล็กทรอนิกส์ ทหารเรือได้
3. เข้าใจโครงสร้างของ 7Segment
4. เข้าใจโครงสร้างของบอร์ดไมโครคอนโทรลเลอร์ ET-BASE51 AC3
5. เข้าใจหลักการส่งคลื่นวิทยุ
6. สามารถนำเสนอและจัดทำรูปเล่มโครงงานได้ถูกต้อง

บทที่ 2
เอกสารอ้างอิง

2.1 โครงสร้างของ 7 Segment

วงจร LED 7 Segment เป็นรูปแบบหนึ่งของอุปกรณ์การแสดงผลชนิดหนึ่งซึ่งเป็นอีกทางเลือกหนึ่งนอกเหนือจากวงจรแสดงผลแบบ Dot-matrix วงจรแสดงผลแบบ LED 7 Segment ถูกใช้อย่างแพร่หลายในวงการอุตสาหกรรมอิเล็กทรอนิกส์ เพื่อใช้แสดงผลตัวเลขฐานสิบของกระบวนการทำงานภายในของอุปกรณ์ต่างๆ

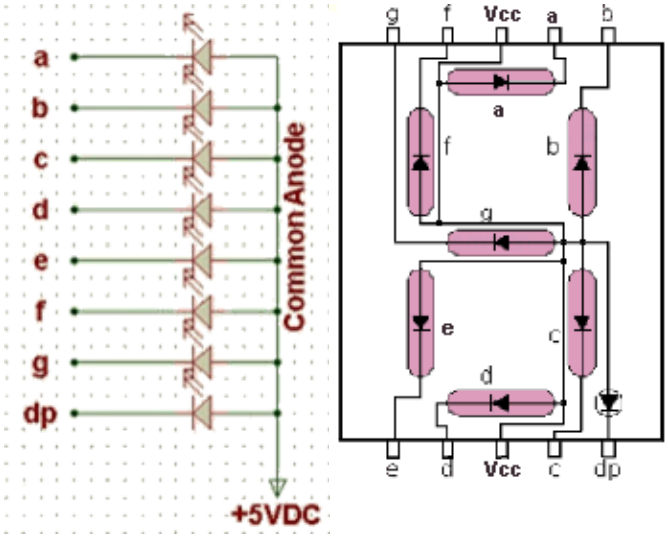
จอแสดงผลแบบ 7 Segment นั้นประกอบไปด้วย 7 ส่วนซึ่งจะถูกทำการเปิดหรือปิดเพื่อแสดงรูปแบบของตัวเลขฐานสิบ 7 Segment จะถูกจัดเรียงเป็นรูปสี่เหลี่ยม โดยในแนวตั้งมีอยู่ด้านละ 2 แท่งและแนวนอนมีอยู่ 1 แท่ง 3 ชิ้น บน กลาง และล่าง แท่งแต่ละแท่งของ 7 Segment จะถูกอ้างอิงจากตัวอักษรตั้งแต่ A ถึง G



รูปที่ 2.1 รูปแบบของตัวเลขฐานสิบ 7 Segment

2.1.1 ชนิดของ 7 Segment

1) การต่อ LED 7Segment แบบคอมมอนแอโนด (Common Anode) เป็นการนำเอาขาแอโนด ของLED แต่ละตัวมาต่อร่วมกันเป็นจุดร่วม (Common) ส่วนขาคาโทดใช้เป็นอินพุตคอยรับสถานะลอจิก ซึ่งCommon Anodeจะต้องป้อนอินพุตลอจิกลอจิกเป็น "1"

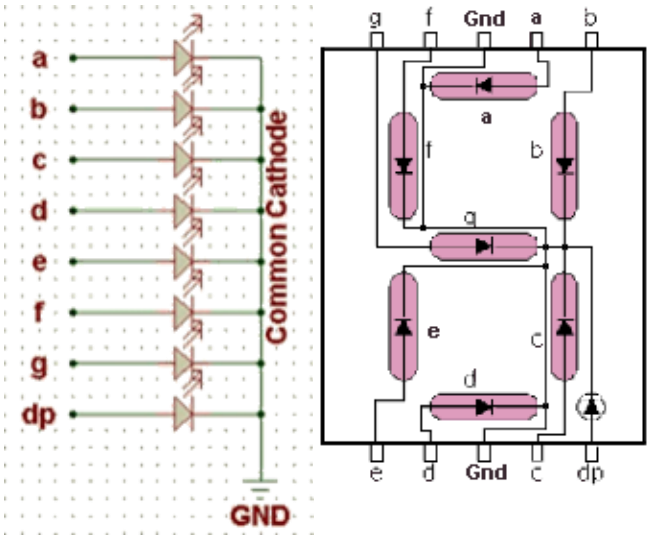


รูปที่ 2.2 การต่อ LED 7-Segment แบบคอมมอนแอโนด (Common Anode)

แสดงผลตัวเลข	คำข้อมูล(เลขฐานสอง)							คำข้อมูลส่งออกพอร์ต
	g	f	e	d	c	b	a	
0	1	0	0	0	0	0	0	0x40
1	1	1	1	1	0	0	1	0x79
2	0	1	0	0	1	0	0	0x24
3	0	1	1	0	0	0	0	0x30
4	0	0	1	1	0	0	1	0x19
5	0	0	1	0	0	1	0	0x12
6	0	0	0	0	0	1	0	0x02
7	1	1	1	1	0	0	0	0x78
8	0	0	0	0	0	0	0	0x00
9	0	0	1	0	0	0	0	0x10

ตารางที่ 2.1 ลอจิกของ LED 7-Segment แบบคอมมอนแอโนด (Common Anode)

2) การต่อ LED 7Segment แบบคอมมอนคาโทด (Common cathode) คือการนำเอาขาคาโทดของแอลอีดีแต่ละตัวมาต่อร่วมกันเป็นจุดร่วม (Common) เหมือนกับ Common Anode แต่ Common cathode จะต้องป้อนอินพุตเป็นลอจิก "0"



รูปที่ 2.3 การต่อ LED 7-Segment แบบคอมมอนคาโทด (Common cathode)

แสดงผลตัวเลข	คำข้อมูล(เลขฐานสอง)							คำข้อมูลส่งออก
	g	f	e	d	c	b	a	พอร์ต
0	0	1	1	1	1	1	1	0x3F
1	0	0	0	0	1	1	0	0x06
2	1	0	1	1	0	1	1	0x5B
3	1	0	0	1	1	1	1	0x4F
4	1	1	0	0	1	1	0	0x66
5	1	1	0	1	1	0	1	0x6D
6	1	1	1	1	1	0	1	0x7D
7	0	0	0	0	1	1	1	0x07
8	1	1	1	1	1	1	1	0x7F
9	1	1	0	1	1	1	1	0x6F

ตารางที่ 2.2 ลอจิกของ LED 7-Segment แบบคอมมอนคาโทด (Common cathode)

2.2 ไมโครคอนโทรลเลอร์ MCS-51 (ET-BASE51 AC3)

รูปที่ 2.4 บอร์ดไมโครคอนโทรลเลอร์ MCS-51 (ET-BASE51 AC3)

ET-BASE51 AC3 เป็นบอร์ดไมโครคอนโทรลเลอร์ในตระกูล MCS51 ขนาด 52 Pin ซึ่งเลือกใช้ไมโครคอนโทรเลอร์เบอร์ AT89C51AC3 ของ ATMEL เป็น MCU ประจำบอร์ด โดย MCU รุ่นนี้จะ บรรจุอยู่ภายในตัวถังแบบ 52 Pin PLCC โดย MCU ตัวนี้จะมีจุดเด่น คือ เรื่องของความเร็วในการ ประมวลผล ซึ่งสามารถทำงานได้ด้วยความถี่สูงสุด 60MHz ที่ 12 Clock /1 Machine Cycleนอกจากนี้ แล้วยังมีความเพียบพร้อมด้วยอุปกรณ์พื้นฐานต่างๆที่จำเป็นต่อการใช้งาน และไม่ว่าจะเป็นหน่วยความจำสำหรับเก็บข้อมูลแบบ EEPROM ขนาด 2 Kbyte หรือหน่วยความจำใช้งานแบบ RAM มีมากถึง 2304 Byte (2048+256)ส่วนในด้านของอุปกรณ์ Peripheral นั้นก็นับว่าครบถ้วนเหมาะแก่การนำไปประยุกต์ใช้ งานเกี่ยวกับการควบคุมและประมวลผลต่างๆได้เป็นอย่างดี ในบอร์ดนี้จะมีทั้ง SPI ,UART ,Watchdog, Timer/Counter, PWM และ ADC โดยการออกแบบโครงสร้างของบอร์ดนั้นจะเน้นเรื่องขนาดของบอร์ด ให้มีขนาดเล็กเพื่อให้ง่ายต่อการนำไปประยุกต์ใช้งาน และสะดวกต่อการพัฒนาโปรแกรม

2.2.1คุณสมบัติของบอร์ด

1) เลือกใช้ MCU ตระกูล MCS51 เบอร์ AT89C51AC3 ของ ATMEL เป็น MCU ประจำบอร์ด โดยเลือกใช้แหล่งกำเนิดสัญญาณนาฬิกาแบบ Oscillator Module ค่า 29.4912 MHz ซึ่งสามารถกำหนดการ ท า งานของ MCU ให้ทำงานในโหมดความเร็ว 2 เท่า (X2 Mode) ได้ ทำให้ MCU สามารถประมวลผลด้วย ความเร็วสูงสุดที่ 58.9824 MHz โดยคุณสมบัติเด่นๆของ MCU ได้แก่

- มีหน่วยความจำ Flash สำหรับเขียนโปรแกรมขนาด 64KByte
- มี EEPROM ขนาด 2KByte สำหรับเก็บข้อมูล และ สามารถเขียนซ้ำได้กว่า 1 ล้านครั้ง
- มีพอร์ต I/O ขนาด 8 บิต จำนวน 5 พอร์ต (P0, P1, P2, P3 และ P4 (5BIT))
- มี RAM ใช้งาน 2304 Byte (ERAM 2048 Byte + IRAM 256 Byte)
- มีวงจรสื่อสารอนุกรม UART จำนวน 1 พอร์ต และมีวงจรสื่อสาร SPI จำนวน 1 พอร์ต
- มีวงจร Timer/Counter ขนาด 16 บิต จำนวน 3 ชุด
- มีวงจร ADC ขนาด 10บิต จำนวน 8 ช่อง (ใช้ Port-P1 โดยกำหนดจากโปรแกรม)
- มีวงจร Watchdog, Power-ON Reset, Capture/Compare, PWM

2) มีขั้วต่อสัญญาณ I/O แบบ TTL แบบ Header 2x5 จำนวน 5 ชุด (P0, P1, P2, P3 และ P4)

3) มีขั้วต่อ LCD แบบHeader2x7 รองรับการเชื่อมต่อกับ LCD Character (เชื่อมต่อแบบ 4 บิต)

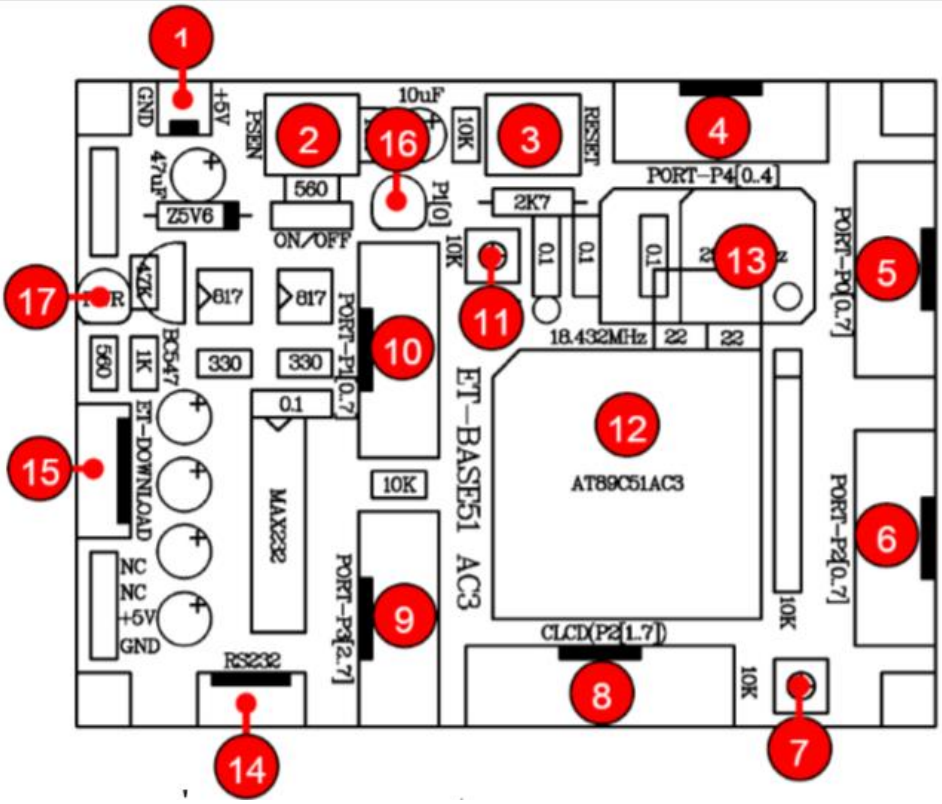
4) มีขั้วต่อใช้งาน RS232 สำหรับใช้งาน และ ET-DOWNLOAD สำหรับ Download ผ่าน RS232

5) มี LED แสดงสถานะแหล่งจ่าย Power และ Self-Test สำหรับใช้ทดสอบการทำงานของบอร์ด

6) ใช้แหล่งจ่ายไฟขนาด +5 VDC

7) ขนาด PCB Size เล็กเพียง 8 x 6 cm

2.2.2 โครงสร้างบอร์ด ET-BASE51 AC3

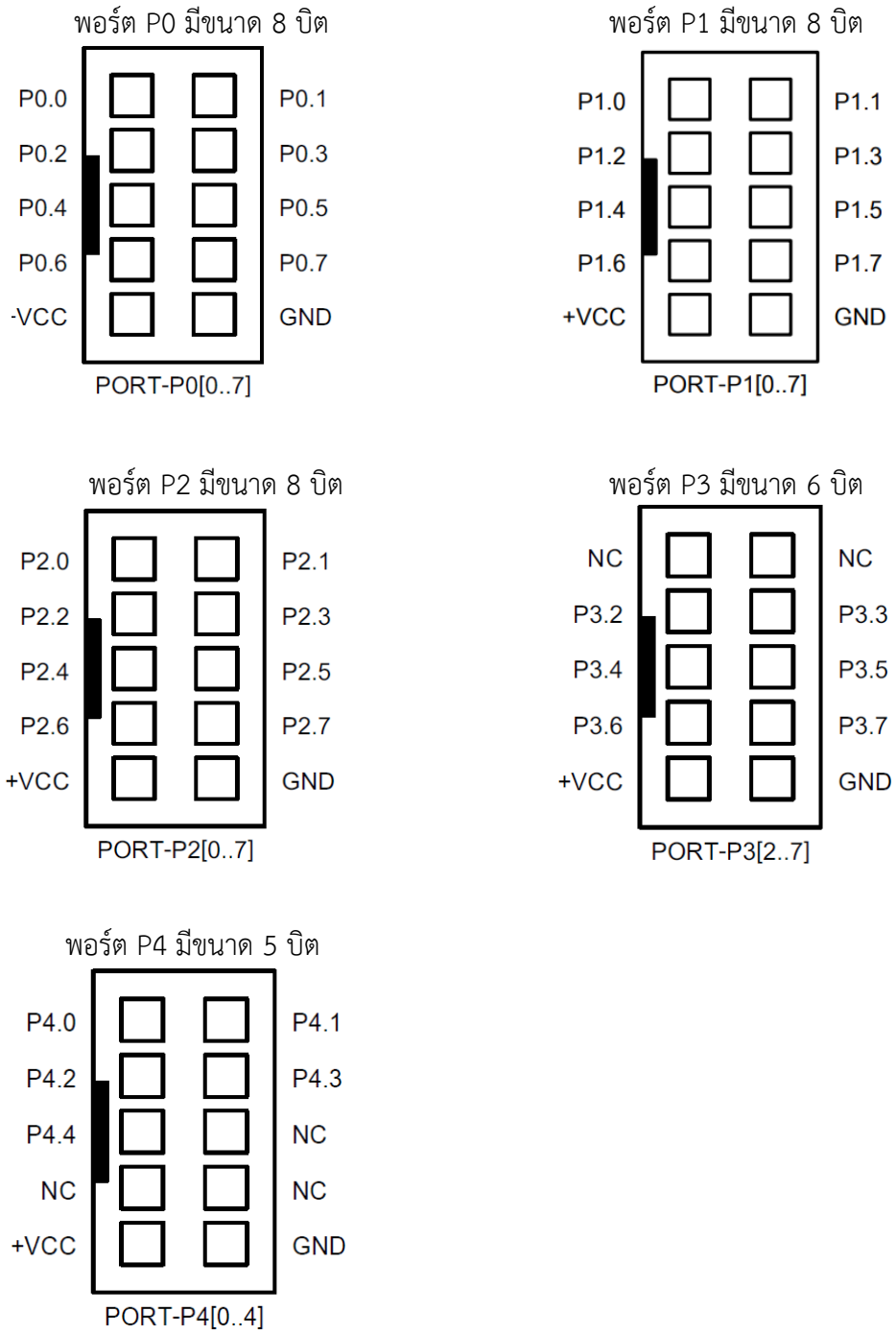


รูปที่ 2.5 โครงสร้างบอร์ด ET-BASE51 AC3

หมายเลข 1 คือ ขั้วต่อแหล่งจ่ายไฟเลี้ยงวงจรของบอร์ด ใช้กับแหล่งจ่ายไฟตรง +5VDC
หมายเลข 2 เป็น Switch PSEN ใช้ร่วมกับ RESET สำหรับ Download แบบ Manual
หมายเลข 3 เป็น Switch RESET ใช้สำหรับ Reset การทำงานของ CPU
หมายเลข 4 เป็น Port-P4 มี ขนาด 5 BIT คือ P4.0-P4.4
หมายเลข 5 เป็น Port-P0 มี ขนาด 8 บิต
หมายเลข 6 เป็น Port-P2 มี ขนาด 8 บิต
หมายเลข 7 เป็น ตัวต้านทานสำหรับปรับค่าความสว่างให้ LCD
หมายเลข 8 เป็น Port-LCDชนิดCharacter Typeใช้การเชื่อมต่อแบบ 4 บิตผ่าน Port-P2หมายเลข 9 เป็น Port-P3 มีขนาด 6 บิต (P3.2-P3.7)
หมายเลข 10 เป็น Port-P1 มีขนาด 8 บิต
หมายเลข 11 เป็นตัวต้านทานสำหรับปรับค่าแรงดันอ้างอิงของ ADC (3V)
หมายเลข 12 คือ MCU เบอร์ AT89C51AC3 ซึ่งเป็น MCU ตระกูล MCS51 จาก ATMEL
หมายเลข 13 คือ Oscillator Module ค่า 29.4912 MHz
หมายเลข 14 คือ ขั้วต่อ RS232 สำหรับใช้งานทั่วไป และ Download แบบ Manual
หมายเลข 15 คือ ขั้วต่อ ET-DOWNLOAD ใช้สำหรับ Download แบบ Auto
หมายเลข 16 เป็น LED Self -Test (P1.0) ใช้สำหรับทดสอบการทำงานของบอร์ด
หมายเลข 17 เป็น LED Power ใช้แสดงสถานะของแหล่งจ่ายไฟ +5VDC

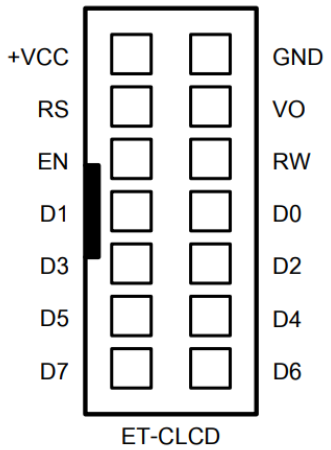
2.2.3 ขั้วต่อสัญญาณต่างๆ

1) พอร์ต I/O สำหรับขั้วต่อสัญญาณของพอร์ต I/O จาก MCU นั้น จะถูกออกแบบและ จัดเตรียมไว้ผ่านทางขั้วต่อแบบ IDE Header ขนาด 10Pin (2x5) จำนวน 5 ชุด คือ PORT-P0, PORT-P1, PORT-P2,PORT-P3 และPORT-P4 ตามลำดับ โดยที่ขั้วต่อสัญญาณแต่ละชุด จะ ประกอบไปด้วยสัญญาณของ I/O ที่เชื่อมต่อมาจากขาสัญญาณของ MCU โดยตรงทั้งหมด โดยแต่ละพอร์ตจะมีสัญญาณพอร์ตละ 8 บิต ยกเว้น PORTP3 และ PORT-P4 โดย PORT-P4 มีขนาด 5 บิต (P4.0-P4.4) และ PORT-P3 ซึ่งจะมีเพียง 6 บิตเท่านั้น คือ P3.2-P3.7 ส่วน P3.0 และ P3.1 จะถูกสงวนไว้ใช้งานเป็นขาสัญญาณ RXD และ TXD สำหรับรับส่งข้อมูลของ RS232 ซึ่งสัญญาณทั้ง 2 เส้น (P3.0 และ P3.1) จะถูกเชื่อมต่อผ่านวงจร Line Driver (MAX232) สำหรับแปลงระดับสัญญาณจากระดับโลจิก TTL ของ MCU ให้เป็นสัญญาณ แรงดันตามมาตรฐานของ RS232 โดยสัญญาณที่ได้รับการแปลงเป็นแบบ RS232 จะถูก เชื่อมต่อไปรอไว้ที่ขั้วต่อแบบCPA ขนาด 4 PIN (RS232) โดยการจัดเรียงสัญญาณของแต่ละชุด จะเป็นดังรูป

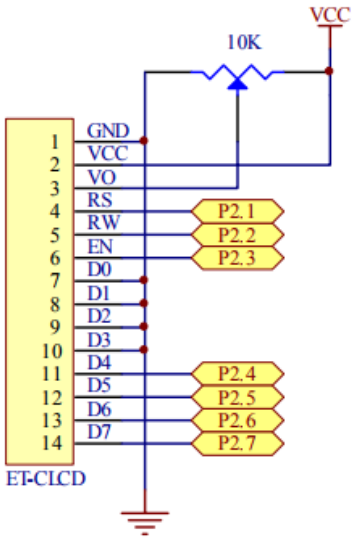


รูปที่ 2.6 พอร์ต I/O

2) พอร์ต CLCD ใช้กับ Character LCD โดยเชื่อมต่อแบบ 4 บิต โดยสัญญาณที่ใช้เชื่อมต่อกับ LCD จะเป็นสัญญาณชุดเดียวกับที่ต่อไปยังขั้วต่อของ PORT-P2 โดยในการเชื่อมต่อ สายสัญญาณจากขั้วต่อของพอร์ต LCD ไปยังจอแสดงผล LCD นั้น ให้ยึดชื่อสัญญาณเป็น จุดอ้างอิง โดยให้ต่อสัญญาณที่มีชื่อตรงกันเข้าด้วยกันให้ครบทั้ง 14 เส้น



รูปที่ 2.7 พอร์ต CLCD

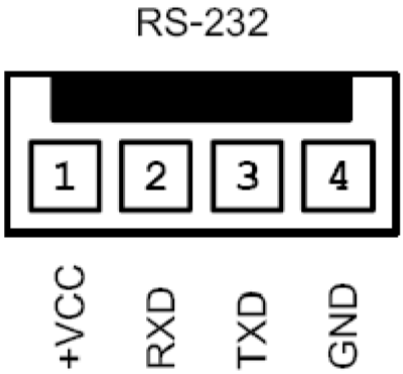


รูปที่ 2.8 การจัดเรียงของขาสัญญาณของ Character LCD มาตรฐาน

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
GND	+VCC	VO	RS	RW	EN	D0	D1	D2	D3	D4	D5	D6	D7

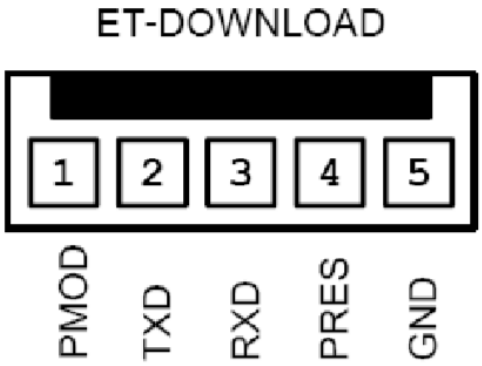
ตารางที่ 2.3 การจัดเรียงของขาสัญญาณของ Character LCD มาตรฐาน

3) พอร์ต RS232 เป็นสัญญาณ RS232 ซึ่งผ่านวงจรแปลงระดับสัญญาณ MAX232 เรียบร้อย แล้วสามารถใช้เชื่อมต่อกับสัญญาณ RS232 เพื่อรับส่งข้อมูล นอกจากนี้แล้วยังสามารถใช้ งาน ร่วมกับ Switch PSEN และ Switch RESET เพื่อทำการ Download แบบ Manual ได้ด้วย

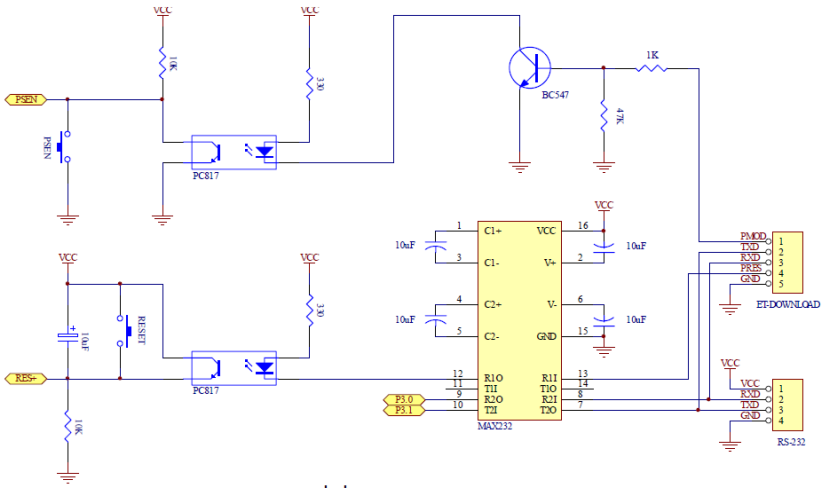


รูปที่ 2.9 พอร์ต RS232

4) พอร์ต ET-DOWNLOAD เป็นขั้วต่อสำหรับใช้ Download Hex File ให้กับ MCU แบบ อัตโนมัติโดยใช้งานร่วมกับโปรแกรม FLIP V2.4.4 ของ ATMEL



รูปที่ 2.10 พอร์ต ET-DOWNLOAD



รูปที่ 2.11 วงจรส่วนที่เชื่อมต่อกับ RS232 และ ET-Download

2.3 ไอซี AT89C4051

รูปที่ 2.12 ไอซี AT89C4051

2.3.1 คุณสมบัติ

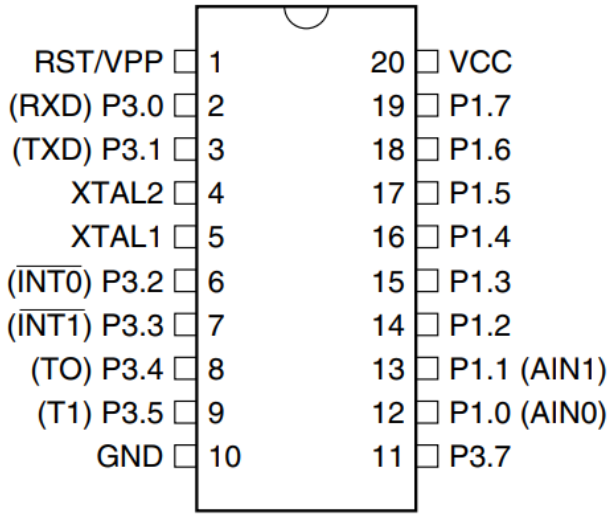
1) ใช้งานร่วมกับผลิตภัณฑ์MCS®51
2) ไบออสหน่วยความจำแบบ Reprogrammable Flash ขนาด 4K Bytes
3) ความอดทน: 1,000 รอบการเขียน / ลบ
4) 2.7V ถึง 6V ช่วงการใช้งาน
5) การทำงานแบบสถิตคงที่: 0 Hz ถึง 24 MHz
6) ล็อคหน่วยความจำโปรแกรมสองระดับ
7) RAM ภายในขนาด 128 x 8 บิต
8) 15 อินพุท I / O ที่ตั้งโปรแกรมได้
9) จับเวลา / ตัวจับเวลา 16 บิต 2 ตัว
10) หกแหล่งขัดจังหวะ
11) ช่อง UART Serial Serial Program
12) เอาท์พุทไดรฟ์ LED โดยตรง
13) เครื่องเปรียบเทียบอนาล็อกบนชิพ
14) โหมดไม่ใช้พลังงานและโหมดลดพลังงานต่ำ
15) การตรวจจับสีน้ำตาลออก

2.3.2 ลักษณะ

AT89C4051 คือไมโครคอนโทรลเลอร์ขนาดเล็กที่มีแรงดันไฟฟ้าต่ำแต่ประสิทธิภาพสูง CMOS 8-bit ด้วยแรงดันไฟฟ้าต่ำและมีหน่วยความจำแบบอ่านอย่างเดียว (PEROM) จำนวน 4k bytes อุปกรณ์นี้ผลิตขึ้นโดยใช้เทคโนโลยีหน่วยความจำแบบ nonvolatile memory ที่มีความหนาแน่นสูงของ Atmel และสามารถทำงานร่วมกับชุดคำสั่ง MCS-51 มาตรฐานอุตสาหกรรม ด้วยการผสมผสาน CPU 8 บิตแบบอเนกประสงค์เข้ากับ Flash บนชิปแบบเสาเดียว Atmel AT89C4051 เป็นไมโครคอมพิวเตอร์ที่มีประสิทธิภาพซึ่งเป็นโซลูชันที่มีความยืดหยุ่นและคุ้มค่าสำหรับแอพพลิเคชันการควบคุมแบบฝังตัวจำนวนมาก

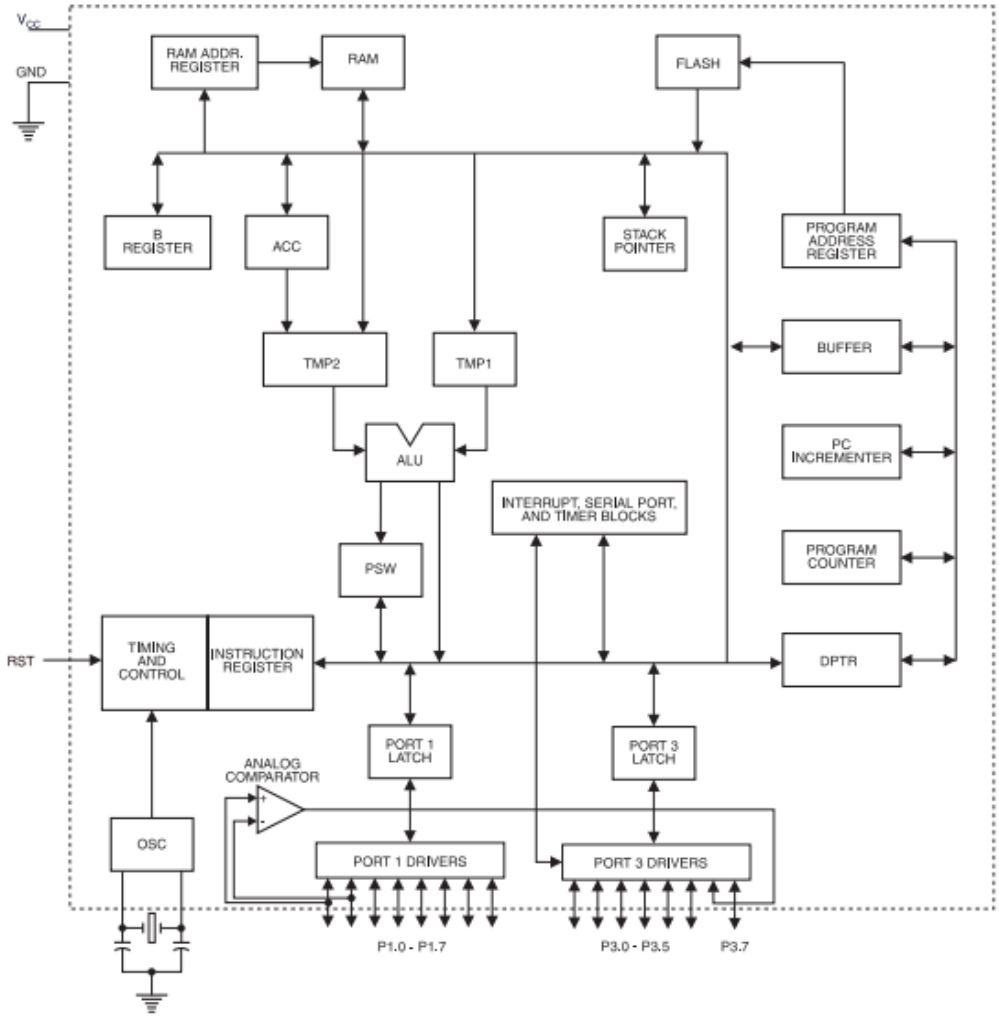
AT89C4051 มีคุณสมบัติมาตรฐานดังนี้ แฟลช 4k ไบต์, แรม 128 ไบต์, I/O 15สาย, ตัวจับเวลา 16 บิต 2ตัว, 5 เวคเตอร์, interrupt architecture 2 ระดับ, พอร์ตอนุกรมแบบเต็มเพล็กซ์, เครื่องเปรียบเทียบอนาล็อก ความแม่นยำ, ออสซิลเลเตอร์ออนชิพและวงจรนาฬิกา นอกจากนี้ AT89C4051 ได้รับการออกแบบด้วยตรรกศาสตร์แบบคงที่สำหรับการทำงานที่ความถี่ต่ำสุดและสนับสนุนโหมดประหยัดพลังงานที่สามารถเลือกใช้ซอฟต์แวร์ได้ 2 โหมด โหมด Idle จะหยุดทำงาน CPU ขณะที่ให้ RAM, timer / counters, serial port และ interrupt system ทำงานต่อ โหมด power-down จะบันทึกเนื้อหาแรม แต่จะทำให้ออสซิลเลเตอร์ปิดใช้งานฟังก์ชันชิปอื่น ๆ ทั้งหมดจนกว่าจะรีเซ็ตฮาร์ดแวร์ชุดถัดไป

2.3.3 Pin Configuration



รูปที่ 2.13 Pin Configuration

2.3.4 Block Diagram



รูปที่ 2.14 Block Diagram โครงสร้าง ไอซี AT89C4051

2.3.5 Pin Description

VCC Supply voltage.

GND Ground.

Port 1 พอร์ต 1 คือพอร์ต I / O แบบไบต์ 2 ทิศทาง หมุดพอร์ต P1.2 ถึง P1.7 ให้แรงดึงภายใน P1.0 และ P1.1 ต้องใช้สายดึงภายนอก P1.0 และ P1.1 เป็นสัญญาณบวก (AIN0) และอินพุทเชิงลบ (AIN1) ตามลำดับของเครื่องเปรียบเทียบอะนาล็อกความแม่นยำแบบ on-chip บัฟเฟอร์เอาต์พุตพอร์ต 1 สามารถจม 20 mA และสามารถขับจอแสดงผล LED ได้โดยตรง เมื่อเขียนเป็น 1s ไปยังหมุด Port 1 พวกเขาสามารถใช้เป็นอินพุตได้ เมื่อหมุด P1.2 ถึง P1.7 ใช้เป็นอินพุตและถูกดึงออกจากภายนอกต่ำจะเป็นแหล่งกระแสไฟฟ้า (IIL) เนื่องจากมี pullups ภายใน

พอร์ต 1 ยังได้รับข้อมูลโค้ดระหว่างการเขียนโปรแกรม Flash และการตรวจสอบ

Port 3 พอร์ต 3 พิน P3.0 ถึง P3.5, P3.7 เป็น 7 ขาแบบ I / O สองทิศทางที่มี pullups ภายใน

P3.6 เป็นสายที่ยากต่อการป้อนข้อมูลของเอาต์พุตของตัวเปรียบเทียบชิปและไม่สามารถใช้งานได้ทั่วไปในฐานะ I / O พิน บัฟเฟอร์เอาต์พุตพอร์ต 3 สามารถจม 20 mA ได้ เมื่อ 1s ถูกเขียนไปยัง Port 3 pins พวกเขาจะดึงสูงโดย pullups ภายในและสามารถใช้เป็นปัจจัยการผลิต เป็นอินพุทพอร์ต 3 พินที่ถูกดึงออกมาจากภายนอกจะเป็นแหล่งกระแสไฟฟ้า (IIL) เนื่องจากมีการดึงขึ้น

พอร์ต 3 ยังทำหน้าที่ในการทำงานของคุณสมบัติพิเศษต่างๆของ AT89C4051 ดังนี้

Port Pin	**Alternate Functions**
P3.0	RXD (serial input port
P3.1	TXD (serial output port)
P3.2	INT0 (external interrupt 0)
P3.3	INT1 (external interrupt 1)
P3.4	T0 (timer 0 external input)
P3.5	T1 (timer 1 external input)

พอร์ต 3 ยังได้รับสัญญาณควบคุมสำหรับการเขียนโปรแกรมและการตรวจสอบ Flash

RST รีเซ็ตการป้อนข้อมูล หมุด I / O ทั้งหมดจะถูกรีเซ็ตเป็น 1 วินาทีทันทีที่ RST สูงขึ้น ถือขา RSTสูงสองรอบเครื่องในขณะที่ออสซิลเลเตอร์ใช้รีเซ็ตอุปกรณ์

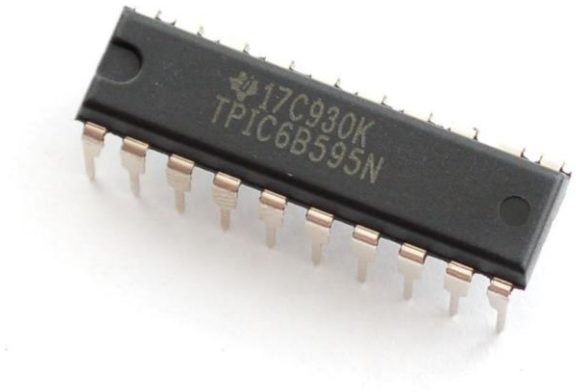
วงจรเครื่องแต่ละรอบใช้เวลา 12 oscillator หรือ clock cycles

XTAL1 ใส่อินเวอร์เตอร์แอมพลิฟายเออร์กลับเข้าที่วงจรการทำงานของนาฬิกาภายใน

XTAL2 เอาต์พุตจากเครื่องขยายสัญญาณออสซิลเลเตอร์

ตารางที่ 2.4 Pin Description

2.4 ไอซี TPIC6B595



รูปที่ 2.15 ไอซี TPIC6B595

2.4.1 คุณสมบัติ

1) ความต้านทานDS ต่ำกว่า 5 Ω
2) จุดพังทลาย 30 mJ
3) เอาท์พุท DMOS แปดกำลังกระแสไฟฟ้าของกระแสไฟฟ้า 150 mA ขึ้นไป
4) แรงดันเอาต์พุตเอาต์พุต 50 V
5) มีอุปกรณ์ Cascadable
6) การใช้พลังงานต่ำ

2.4.2 การประยุกต์ใช้งาน

1) Instrumentation Clusters
2) บอกเล่าโคมไฟ
3) LED ความสว่างและการควบคุม
4) ไดรฟ์เวอร์ยานยนต์หรือ Solenoids

2.4.3 ลักษณะ

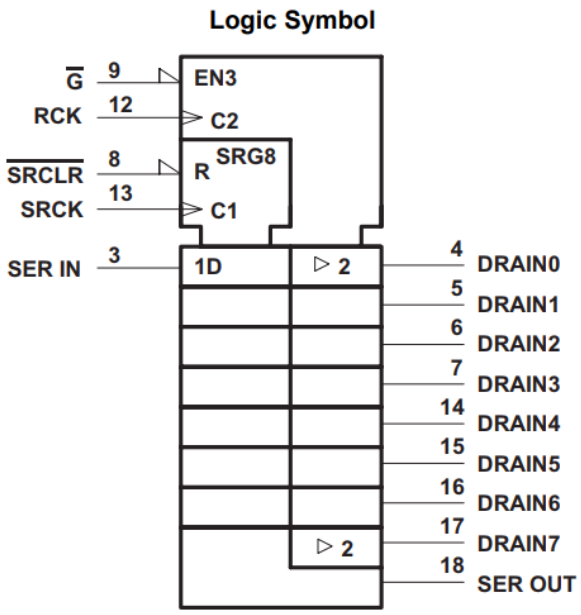
TPIC6B595 เป็นเครื่องตรวจจับการเปลี่ยนขนาด 8 บิต ขนาดกลางที่มีแรงดันสูง ออกแบบมาสำหรับใช้งานในระบบที่ต้องการกำลังไฟที่ค่อนข้างสูง อุปกรณ์มีตัวยึดแรงดันไฟฟ้าในตัวสำหรับเอาต์พุตสำหรับการป้องกันชั่วคราวแบบอุปนัย แอพพลิเคชันการใช้พลังงานรวมถึง รีเลย์, โซลนอยด์และกระแสไฟปานกลางหรือกระแสไฟฟ้าแรงสูงอื่น ๆ

อุปกรณ์นี้เป็น 8-bit serial-in, parallel-out shift register ที่ดึงข้อมูลรีจิสเตอร์แบบ D-type 8 บิต การถ่ายโอนข้อมูลผ่านการเปลี่ยนและการจัดเก็บที่ลงทะเบียนบนขอบที่เพิ่มขึ้นของนาฬิกาการเปลี่ยนการบันทึก (SRCK) และนาฬิการีจิสเตอร์ (RCK) ตามลำดับ

รีซอร์สที่จัดเก็บจะโอนข้อมูลไปยังบัฟเฟอร์เอาต์พุตเมื่อรีจิสเตอร์รีจิสเตอร์ (SRCLR) สูง เมื่อ SRCLR ต่ำรีเซ็ตการบันทึกการป้อนค่าจะถูกลบออก เมื่อเอาท์พุทเปิดใช้งาน (G) สูงขึ้นข้อมูลทั้งหมดในบัฟเฟอร์ขาออกจะถูกจัดให้อยู่ในระดับต่ำและเอาต์พุตการระบายน้ำออกทั้งหมดจะดับลง เมื่อ G จัดต่ำข้อมูลจากรีจีสทรีจะโปร่งใสไปยังบัฟเฟอร์เอาต์พุต เมื่อข้อมูลในบัฟเฟอร์ขาออกต่ำผล DMOS ทรานซิสเตอร์จะปิดอยู่ เมื่อข้อมูลมีค่าสูงเอาต์พุตของ

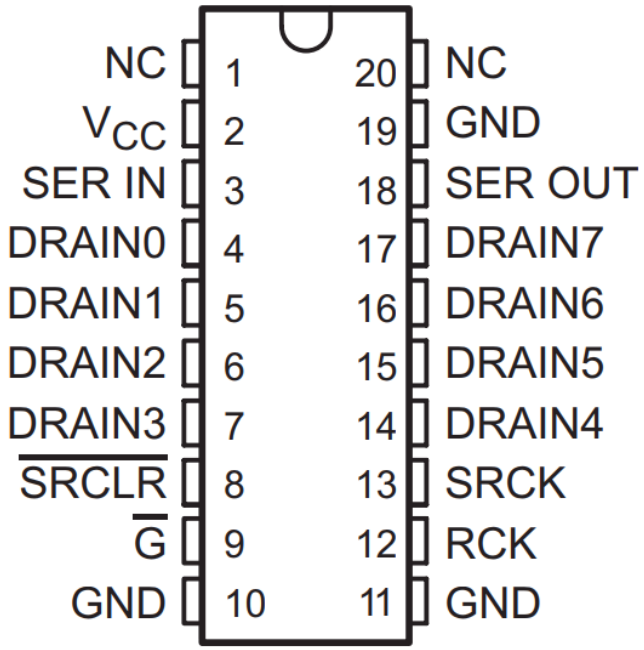
ทรานซิสเตอร์ DMOS มีความสามารถในการจมกระแส เอาต์พุตแบบอนุกรม (SER OUT) ช่วยให้สามารถเรียงซ้อนของข้อมูลจากรีจิสเตอร์รีจิสเตอร์ไปยังอุปกรณ์เพิ่มเติมได้

เอาต์พุตเป็นทรานซิสเตอร์แบบ DMOS แบบเปิดโล่งซึ่งมีกำลังการผลิตเอาต์พุต 50 โวลต์และ 150 มิลลิแอมป์ต่อเนื่อง แต่ละเอาต์พุตมีขีด จำกัด กระแสไฟฟ้า 500 mA โดยทั่วไปที่ TC = 25 ° C ขีด จำกัด ปัจจุบันจะลดลงเมื่ออุณหภูมิในการเชื่อมต่อเพิ่มขึ้นสำหรับการป้องกันอุปกรณ์เพิ่มเติม TPIC6B595 มีลักษณะสำหรับการใช้งานในช่วงอุณหภูมิที่ใช้งานระหว่าง -40 ° C ถึง 125 ° C



รูปที่ 2.16 Logic Symbol

2.4.4 Pin Configuration and Functions



รูปที่ 2.17 Pin Configuration

Name	Pin NO.	I/O	DESCRIPTION
DRAIN0	4		
DRAIN1	5		
DRAIN2	6		
DRAIN3	7	O	ขาทางออก
DRAIN4	14		
DRAIN5	15		
DRAIN6	16		
DRAIN7	17		
G	9	I	เปิดใช้งานได้,ต่ำสุด
GND	10,11,19	-	สายดิน
NC	1,20	-	ไม่มีการเชื่อมต่อภายใน
RCK	12	I	นาฬิกา
SERIN	3	I	ป้อนข้อมูลแบบอนุกรม
SEROUT	18	O	เอาต์พุตข้อมูลอนุกรม
SRCK	15	I	นาฬิกาบันทึกการทำงานของ Shift
SRCLR	8	I	รีเซ็ต Shift สว่างมากใช้งานต่ำ
VCC	2	I	แหล่งจ่ายไฟ

ตารางที่ 2.5 Pin Functions

2.5 ไอซี 74HC573

รูปที่ 2.18 ไอซี 74HC573

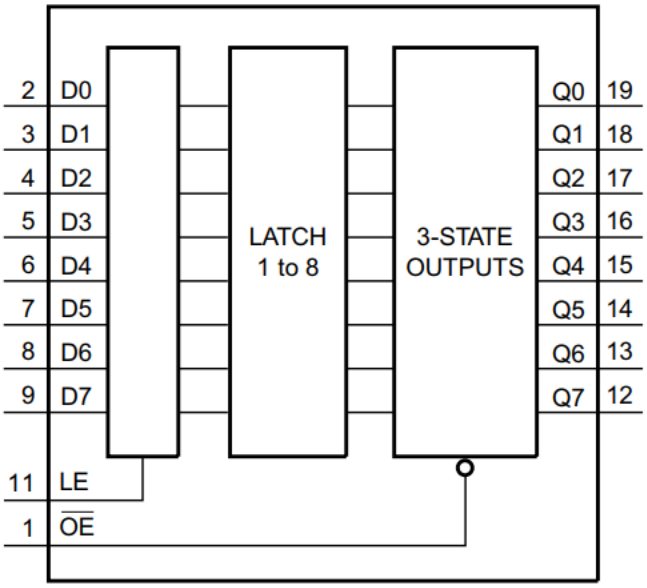
74HC573; 74HCT573 เป็นสลักโปร่งใสแบบ D-type 8 บิตพร้อมเอาต์พุต 3-state อุปกรณ์นี้มีช่องรับสัญญาณ (LE) และเอาท์พุทเปิด (OE) เมื่อ LE สูงข้อมูลที่อินพุทป้อนสลัก ในเงื่อนไขนี้สลักมีความโปร่งใสสลักเอาท์พุทจะเปลี่ยนทุกครั้งที่มีการเปลี่ยนแปลงการป้อนข้อมูล D ที่สอดคล้องกัน เมื่อ LE ต่ำ Latches จะเก็บข้อมูลที่มีอยู่ในอินพุทเป็นเวลาตั้งค่าก่อนหน้า

การเปลี่ยนจาก LE สูงไปต่ำ A HIGH ใน OE ทำให้เอาท์พุทเป็นสถานะออฟเซ็ต OFF สูง การทำงานของอินพุต OE ไม่มีผลต่อสถานะของสลัก อินพุทรวมไดโอดแบบหนีบ ซึ่งจะช่วยให้สามารถใช้ตัวต้านทานกระแสไฟแบบ จำกัดเพื่ออินเทอร์เฟซอินพุทกับแรงดันไฟฟ้าที่มากกว่า VCC ได้

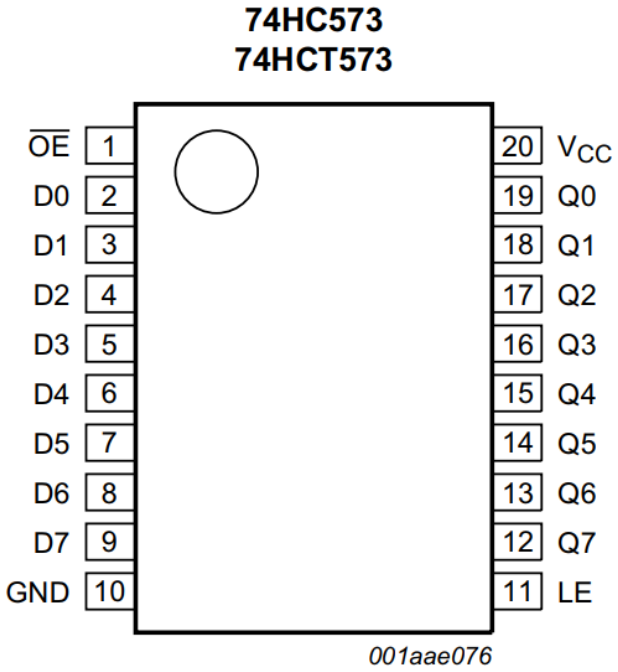
2.5.1 คุณสมบัติและประโยชน์

1) ระดับอินพุท: 74HC573: ระดับ CMOS
   74HCT573: ระดับ TTL
2) อินพุตและเอาต์พุตฝั่งตรงข้ามของแพ็กเกจเพื่อให้สามารถเชื่อมต่อกับไมโครโปรเซสเซอร์ได้ง่าย
3) เป็นพอร์ตอินพุตหรือเอาต์พุตสำหรับไมโครโพรเซสเซอร์และไมโครคอมพิวเตอร์
4) เอาท์พุทที่ไม่ได้ใช้อินพุต 3 ตัวสำหรับแอพพลิเคชันที่มุ่งเน้นการใช้งานรถประจำทาง
5) เอาต์พุต 3 แชนแนลเข้ากันได้ทั่วไป
6) ตัวเลือกแพคเกจหลายตัว
7) ตรงตามมาตรฐาน JEDEC 7 A
8) การป้องกัน ESD: HBM JESD22-A114F เกินกว่า 2 000 V MM JESD22-A115-A เกิน 200 V
9) ระบุตั้งแต่ -40 ถึง +85 องศาเซลเซียสและตั้งแต่ -40 ถึง +125 องศาเซลเซียส

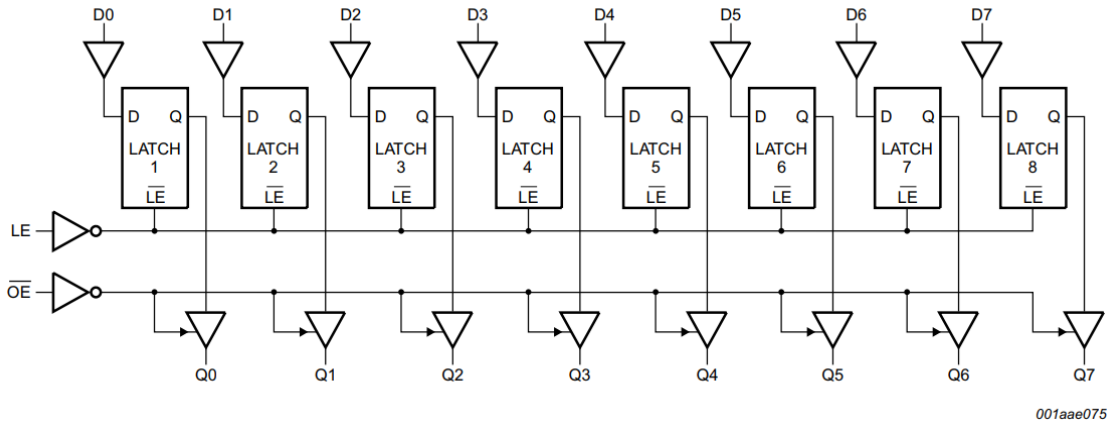
2.5.2 Functional diagram



รูปที่ 2.19 Functional diagram



รูปที่ 2.20 Pin configuration



รูปที่ 2.21 Logic diagram

2.5.3 Pin description

Symbol	Pin	Description
OE	1	3-state output enable input (active LOW)
D(0-7)	2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9	data input
GND	10	ground (0 V)
LE	11	latch enable input (active HIGH)
Q(0-7)	19, 18, 17, 16, 15, 14, 13, 12	3-state latch output
VCC	20	Supply voltage.

ตารางที่ 2.6 description

2.6 ไดโอดเปล่งแสง

ไดโอดเปล่งแสง (light-emitting diode หรือ LED) เป็นอุปกรณ์สารกึ่งตัวนำอย่างหนึ่ง จัดอยู่ในจำพวกไดโอด ที่สามารถเปล่งแสงในช่วงสเปกตรัมแคบ เมื่อถูกไบอัสทางไฟฟ้าในทิศทางไปข้างหน้า ปรากฏการณ์นี้อยู่ในรูปของ electroluminescence สีของแสงที่เปล่งออกมานั้นขึ้นอยู่กับองค์ประกอบทางเคมีของวัสดุกึ่งตัวนำที่ใช้ และเปล่งแสงได้ใกล้ช่วงอัลตราไวโอเลต ช่วงแสงที่มองเห็น และช่วงอินฟราเรด ผู้พัฒนาไดโอดเปล่งแสงขึ้นเป็นคนแรก คือ นิก โฮโลยัก (Nick Holonyak Jr.) (เกิด ค.ศ. 1928) แห่งบริษัทเจเนรัล อิเล็กทริก (General Electric Company) โดยได้พัฒนาไดโอดเปล่งแสงในช่วงแสงที่มองเห็น และสามารถใช้งานได้ในเชิงปฏิบัติเป็นครั้งแรก เมื่อ ค.ศ. 1962

LED ประกอบด้วยสารกึ่งตัวนำชนิด P และ N ประกบกันมีผิวข้างหนึ่งเรียบเป็นมันคล้ายกระจก เมื่อ LED ถูกไบแอสตรง จะทำให้อิเล็กตรอนที่สารกึ่งตัวนำชนิด N มีพลังงานสูงขึ้นจนสามารถวิ่งข้ามรอยต่อไปรวมกับโฮลใน P การที่อิเล็กตรอนเคลื่อนที่ผ่านรอยต่อ PN ทำให้เกิดกระแสไหล เป็นผลให้ระดับพลังงานของอิเล็กตรอนเปลี่ยนไปและคายพลังงานออกมาในรูปคลื่นแสง

สีของแสงที่เกิดจากรอยต่อจะขึ้นอยู่กับชนิดของวัสดุที่นำมาใช้ในการสร้าง LED ทั้งชนิดที่เป็นของเหลวและก๊าซ เช่น ใช้แกลเลียมฟอสไฟด์ (Gallium Phosphide, Gap) ทำให้เกิดแสงสีแดง ใช้แกลเลียมอาซีไนด์ ฟอสไฟด์ (Gallium Arsenide Phosphide, GaAsP) เกิดแสงสีเหลืองและเขียวการควบคุมปริมาณแสงสว่างจะควบคุมกระแสที่ไหลผ่านหลอด LED หากกระแสที่ไหลสูงมากไปจะทำให้หลอดมีความสว่างมาก แต่หากป้อนกระแสสูงมาไปจะทำให้บริเวณรอยต่อของสารกึ่งตัวนำเกิดความร้อนปริมาณมากจนทำให้โครงสร้างหลอดเสียหายไม่สามารถใช้งานได้

2.6.1 ตัวแปรต่างๆในการเลือกใช้ LED

color (wavelength)เป็นตัวบอกสี ซึ่งหมายถึงขนาดของความยาวคลื่นที่ LED เปล่งแสงออกมา เช่น

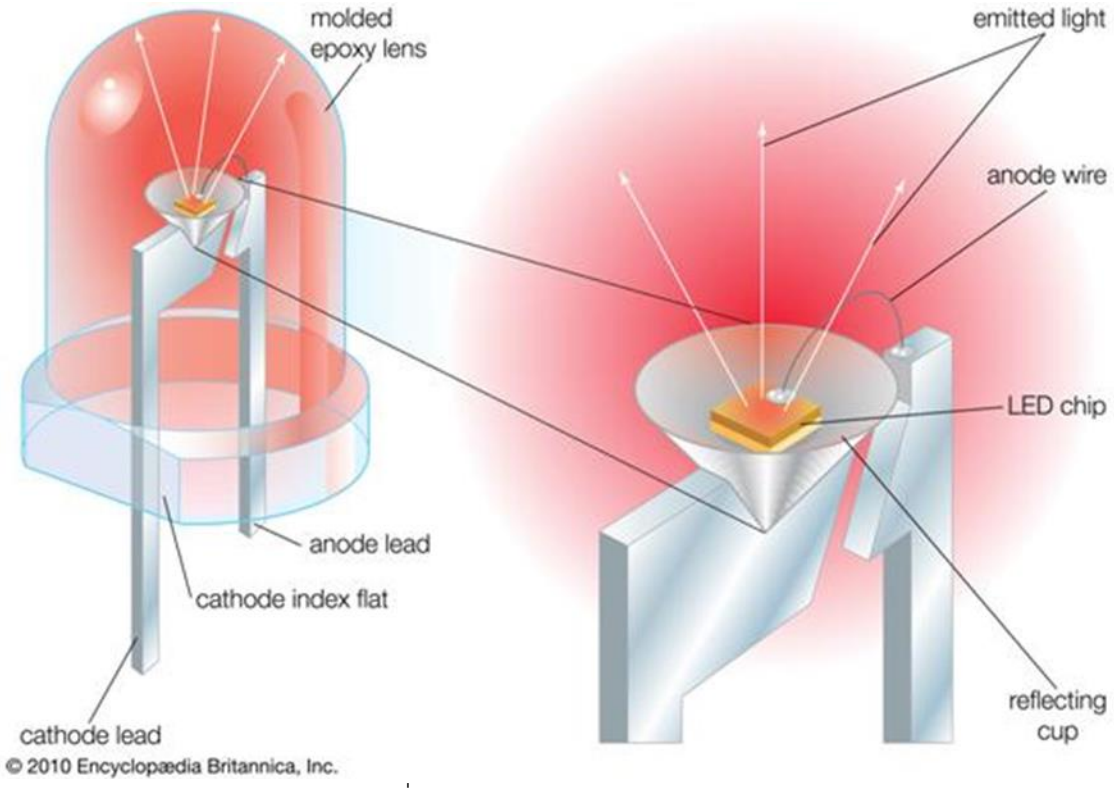
สีฟ้า จะมีความยาวคลื่น ประมาณ 468nm

สีขาว จะมีความยาวคลื่น ประมาณ 462nm

สีเหลือง จะมีความยาวคลื่น ประมาณ 468nm

สีเขียว จะมีความยาวคลื่น ประมาณ 565nm

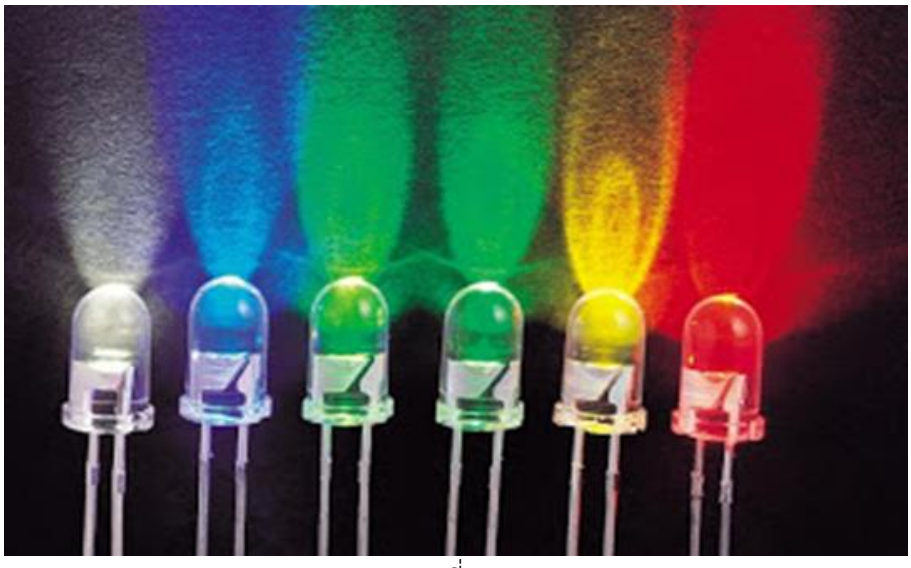
สีแดง จะมีความยาวคลื่น ประมาณ 690nm



รูปที่ 2.22 โครงสร้างไดโอดเปล่งแสง

2.6.2 ส่วนประกอบของ LED

1) Lens หรือส่วนที่เป็น resin ทำหน้าที่จำกัดทิศทางของแสงให้ไปในองศาที่ต้องการ



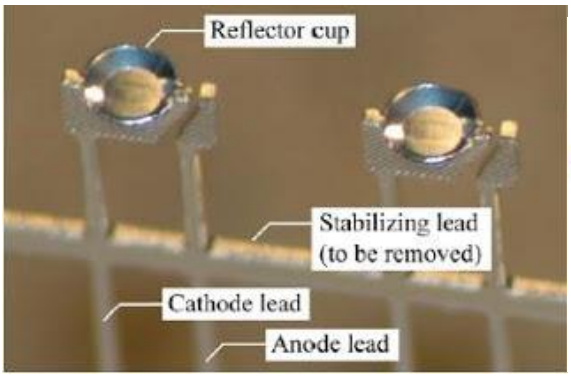
รูปที่ 2.23 Lens

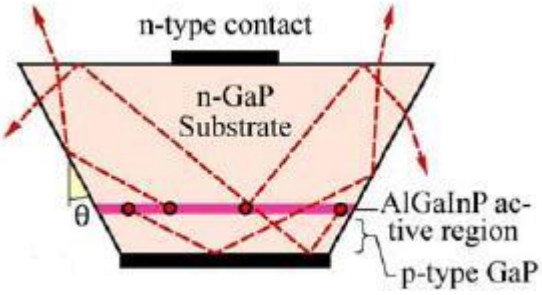
2) Bond wire สายเชื่อมต่อ นำไฟฟ้าระหว่าง Anode กับ LED Chip ทำจากอลูมิเนียมผสม หรือบางเจ้าก็ทำจาก ทองคำก็มี

รูปที่ 2.24 Bond wire

3) Reflector cup แปลบ้านๆ ถ้วยสะท้อน เอาไว้สะท้อนแสงของ Chip LED ครับ มักทำเป็นชิ้นเดียวกับ Cathode อาจเป็นเหล็ก หรืออลูมิเนียม

4) LED chip คือสารกึ่งตัวนำ Pและ N ต่อกัน แสงจะออกมาตามรอยต่อ จึงต้องมี Reflector กระจายแสง





รูปที่ 2.25 Reflector cup และ LED chip

2.6.3 สัญลักษณ์ของ LED คือ

รูปที่ 2.26 สัญลักษณ์ของ LED

2.6.4 ข้อดีของLED

1) แสงจากหลอดLEDมีอัตราการกระพริบที่สูงมาก (แทบจะไม่มีการกระพริบ) จึงออกมาเป็นธรรมชาติ สบายตา ถนอมสายตา เหมาะสำหรับงานแสงสว่างทั่วไป

2) มีอายุการใช้งานนานกว่า ข้อมูลจากการทดสอบของผู้ผลิตหลอดยืนยัน ว่าการใช้งานอย่างถูกวิธีและเหมาะสม สามารถที่จะทำให้ หลอดLED มีอายุใช้งานได้ถึง 60,000 ชั่วโมง โดยความสว่างไม่ลดลง เมื่อเทียบกับหลอดไส้ ที่มีอายุการใช้งานเพียงแค่ 1,000 ชั่วโมง หรือหลอดฟลูออเรสเซนต์ มีอายุการใช้งานประมาณ 10,000 ชั่วโมง เท่านั้น ถือว่า หลอดled มีอายุการใช้งานที่ยาวนานกว่ามาก

3) ให้แสงในทิศทางตรง

4) ทนต่อแรงกระแทก สั่นสะเทือน และทนการกัดกร่อนได้ดี

5) ประหยัดพลังงาน

6) ติดตั้งได้ในพื้นที่แคบและจำกัด และใช้งานในสภาพแวดล้อมที่ติดไฟได้

7) ไม่เป็นอันตราย ไม่มีสารปรอท หรือสารพิษ ในการบรรจุ ดังนั้นจึงไม่เป็นอันตรายทั้งต่อมนุษย์และสิ่งแวดล้อม

8) มีการบำรุงรักษาต่ำ

9) ใช้งานในที่เย็นจัดได้ หลอดไฟLED สามารถใช้งานในที่เย็นจัดได้ถึง -40 C โดยไม่ต้องมีการอุ่นไส้ และยังสามารถที่จะเปิดติดได้ทันที

10) ไม่มีรังสี UV

2.6.5 ข้อเสียของ LED

1) ราคาหลอดไฟ led ค่อนข้างสูง

2) ความไวต่ออุณหภูมิ ประสิทธิภาพ LED ส่วนใหญ่ขึ้นอยู่กับอุณหภูมิแวดล้อมของสภาพแวดล้อมการทำงาน การที่เร่งอุณหภูมิของแอลอีดี จะทำให้ลดอายุการใช้งาน และอาจจะทำให้เกิดความเสียหายได้ จึงจำเป็นต้องติดตั้ง Heat Sink ที่เหมาะกับการใช้งาน

2.7 โปรแกรม Keil uVision3

uVision 3 หรือ "Keil" มีความสำคัญอย่างมากสำหรับการเขียนโปรแกรมต่างๆเพื่อลง controller ซึ่งมีความสะดวกสบายอย่างมากเพราะ การเขียนด้วยภาษา C นั้นเป็นภาษาที่เข้าใจได้ง่ายแก้ไขได้อย่างสะดวก จึงทำให้โปรแกรมนี้เป็นที่นิยมมากในผู้ใช้ Microcontroller ตระกูล MCS โปรแกรม Keil C51 นี้ เป็นโปรแกรมที่สร้างขึ้นโดย บริษัท Keil Software ซึ่งโปรแกรมนี้ จะมีชื่อว่า uVision 3 ซึ่งเป็นโปรแกรมที่เอาไว้ช่วยในการเขียนโปรแกรม C51 ซึ่งสามารถแปลง เป็น HEX ไฟล์ได้ ซึ่งมีไอซี Microcontroller ให้เลือกมากมายหลายแบบ

รูปที่ 2.27 สัญลักษณ์ของโปรแกรม Keil uVision3

2.8 การบัดกรี

การบัดกรีคือการเชื่อมวัสดุเข้าด้วยกันอาจทำได้หลายวิธี วิธีที่สะดวกและใช้กันมากคือการใช้กาวเป็นตัวประสาน แต่อย่างไรก็ตามการเชื่อมต่อด้วยวิธีนี้ มีจุดอ่อนในด้านความแข็งแรงในการเกาะยึดตัวและการนำไฟฟ้า ดังนั้นในงานด้านโลหะจึงมักใช้วิธีการเชื่อมประสาน โดยการเชื่อมต่อ จะต้องใช้ความร้อนสูงเพื่อหลอมโลหะเข้าด้วยกัน แต่ในงานด้านอิเล็กทรอนิกส์นอกจากต้องการในด้านความแข็งแรงในการยึดเหนี่ยวแล้ว ยังต้องการการต่อเชื่อมกันทางไฟฟ้าด้วย และยังต้องการความสะดวกในการถอดถอนการเชื่อมต่อในภายหลัง จึงนิยมวิธี การบัดกรี ดังนั้นเราจึงอาจกล่าวได้ว่าการบัดกรีคือ การเชื่อมต่อโลหะเข้าด้วยกันโดยใช้วัสดุตัวกลางซึ่งเป็นโลหะผสมของดีบุกและตะกั่วเป็นตัวเชื่อมประสาน เพื่อจุดประสงค์ให้มีการเชื่อมต่อกันทางไฟฟ้า และสะดวกต่อการถอดถอนในภายหลัง

2.8.1 อุปกรณ์ในการบัดกรี

การบัดกรีจะต้องมีอุปกรณ์หลัก 2 อย่างคือ หัวแร้งบัดกรี และ ตะกั่วบัดกรี โดยหัวแร้งบัดกรี จะใช้เพื่อให้ความร้อนในการละลายตะกั่วบัดกรี ให้เชื่อมประสานกับชิ้นงาน ส่วนตะกั่วบัดกรีจะมีส่วนผสมระหว่างดีบุกและตะกั่ว และจะมีฟลั๊กซ์ ซึ่งกันการเกิดอ๊อกไซด์ของโลหะ ซึ่งเป็นอุปสรรคในการเชื่อมต่อในระหว่างการบัดกรี

1) หัวแร้ง (Soldering Iron)

หัวแร้งเป็นเครื่องมือที่สำคัญที่ใช้ในการบัดกรี มีหน้าที่ให้ความร้อนเพื่อละลายตะกั่ว หัวแร้งบัดกรีจะแบ่งตามอัตรากำลังไฟฟ้าที่หัวแร้งบัดกรีแต่ละขนาดใช้หรืออาจจะหมายความถึงความสิ้นเปลืองกำลังไฟฟ้าของหัวแร้งบัดกรีนั่นเอง นอกจากนั้นอัตรากำลังไฟฟ้าของหัวแร้งบัดกรียังแสดงถึงปริมาณความร้อนที่สามารถแพร่กระจายออกมาจากหัวแร้งบัดกรีได้อีกด้วย การนำหัวแร้งบัดกรีมาสัมผัสยังจุดที่จุดบัดกรี จะทำให้ความร้อนจากหัวแร้งบัดกรีส่งผ่านไปยังชิ้นงานที่สัมผัสอยู่ ดังนั้น ถ้าเป็นจุดบัดกรีขนาดใหญ่ก็จำเป็นที่ต้องใช้หัวแร้งบัดกรีที่มีอัตรากำลังไฟฟ้าสูง ๆ ด้วย สำหรับการบัดกรีชิ้นงานทางด้านอิเล็กทรอนิกส์นั้นจะมีหัวแร้งให้เลือกใช้หลายชนิด เช่น หัวแร้งปืน และหัวแร้งแช่

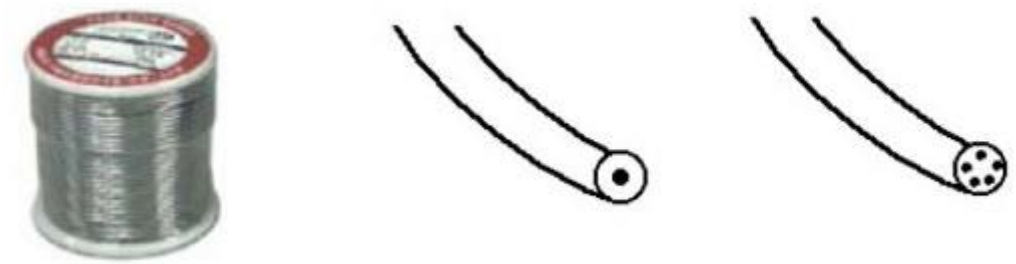
รูปที่ 2.28 หัวแร้งแช่

หัวแร้งแช่ เมื่อต้องการใช้งาน จะต้องเสียบปลั๊กทิ้งไว้ให้ร้อนตลอดเวลา เพราะไม่มีสวิตช์ปิด-เปิด แบบหัวแร้งปืน โดยมากจะต้องเสียบเข้ากับปลั๊กไฟฟ้าตลอด จนกว่างานจะเสร็จ เนื่องจากเมื่อเสียบใหม่ จะต้องรอเป็นเวลานานพอควร หัวแร้งจึงจะร้อนถึงระดับใช้งาน โครงสร้างภายในจะเป็นเส้นลวดความร้อน พันอยู่บนฉนวนที่ห่อหุ้มด้วยไมก้า และมีข้อต่อสำหรับเชื่อมต่อกับปลายหัวแร้ง โดยความร้อนที่เกิดขึ้นจะเกิดจากกระแสที่ไหลผ่านขดลวดความร้อน ที่บริเวณปลายหัวแร้ง และถ่ายเทไปยังส่วนปลายหัวแร้งที่ใช้สำหรับบัดกรี

หัวแร้งชนิดนี้มักนิยมใช้ในงานประกอบวงจรเพราะให้ความร้อนคงที่ เลือกขนาดได้มากและมีปลายหัวแร้งให้เลือกใช้หลายแบบ โดยมีตั้งแต่ขนาด 6 วัตต์ จนถึง 250 วัตต์ แต่ที่ใช้ในงานอิเล็กทรอนิกส์จะใช้ขนาด 15 – 30 วัตต์ ซึ่งให้ความร้อนไม่สูงมากนัก เหมาะกับการบัดกรีอุปกรณ์บนแผ่นวงจรพิมพ์ นอกจากนี้ในบางรุ่นจะมีสวิตช์กดเพิ่มระดับความร้อนให้สูงได้ด้วย สำหรับปลายบัดกรีของหัวแร้งแช่ จะมีทั้งชนิดที่ใช้แล้วสึกกร่อนหมดไป และ ชนิดเปลี่ยนปลายได้

2) ตะกั่วบัดกรี

ตะกั่วบัดกรีที่ใช้ มักนิยมใช้โลหะผสมระหว่างดีบุกกับตะกั่ว เพื่อให้หลอมเหลวได้ที่อุณหภูมิต่ำ ๆ โดยจะระบุส่วนผสมเป็น ดีบุก/ตะกั่ว เช่น ตะกั่วบัดกรีชนิด 60/40 จะมีส่วนผสมของดีบุก 60% และตะกั่ว 40% นอกจากนี้แล้วในตัวตะกั่วบัดกรี จะมีการแทรกฟลั๊กซ์ (FLUX) ไว้ภายใน ด้วยจำนวนที่พอเหมาะ เพื่อเพิ่มความสะดวกในการใช้งาน ซึ่งหน้าที่ของฟลั๊กซ์คือ จะดูดกลืนโลหะอ๊อกไซด์ ซึ่งเกิดจากการเข้าร่วมทำปฏิกริยา ของอ๊อกซิเจนในอากาศออกไป ทำให้รอยต่อระหว่างตะกั่วกับโลหะติดแน่นยิ่งขึ้น โดยการแทรกฟลั๊กซ์นี้ไว้ตลอดความยาวซึ่งบางชนิดมีถึง 5 แกนและเรียกกันตามผู้ผลิตว่า ตะกั่วมัลติคอร์ (multi-core)



รูปที่ 2.29 ตะกั่วบัดกรี

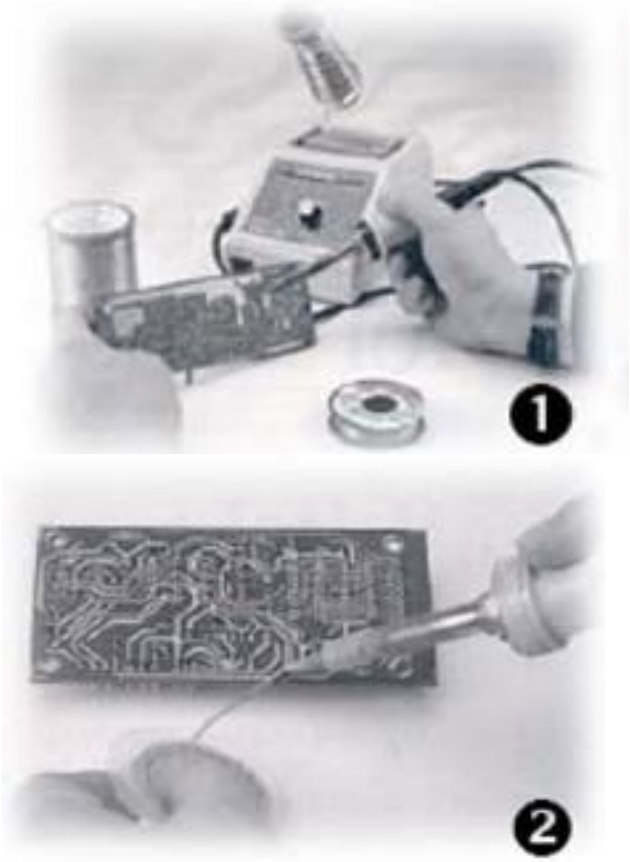
2.8.2 เทคนิคการบัคกรี

1) ให้ความร้อนกับชิ้นงานทั้งสอง แล้วจ่ายตะกั่วบัดกรีระหว่างตัวชิ้นงาน

2) จ่ายตะกั่วให้กับชิ้นงาน

3) เมื่อตะกั่วหลอมละลาย จึงค่อยถอนตะกั่วออก

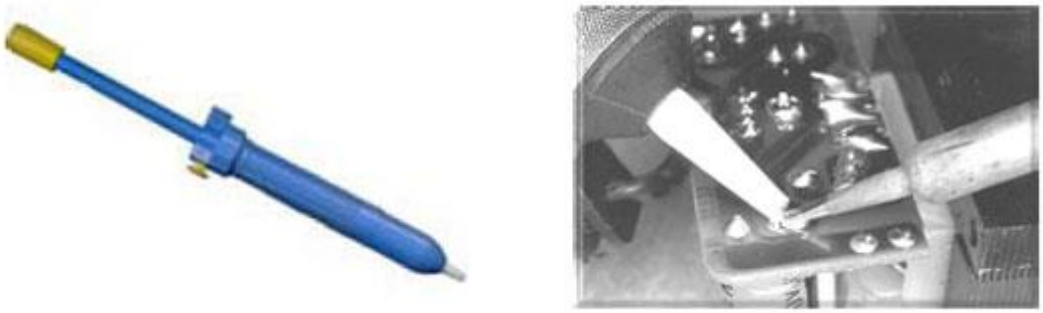
4) จากนั้นจึงค่อยถอนหัวแร้งออกจากชิ้นงานตามลำดับ



รูปที่ 2.30 เทคนิคการบัคกรี

2.8.3การถอนบัดกรี

ในกรณีบัดกรีผิดพลาด หรือต้องการถอนการเชื่อมต่อในการบัดกรี เราสามารถทำได้โดยใช้สายถักดูดตะกั่ว หรือ ที่ดูดตะกั่วมาช่วยในการถอนบัดกรี

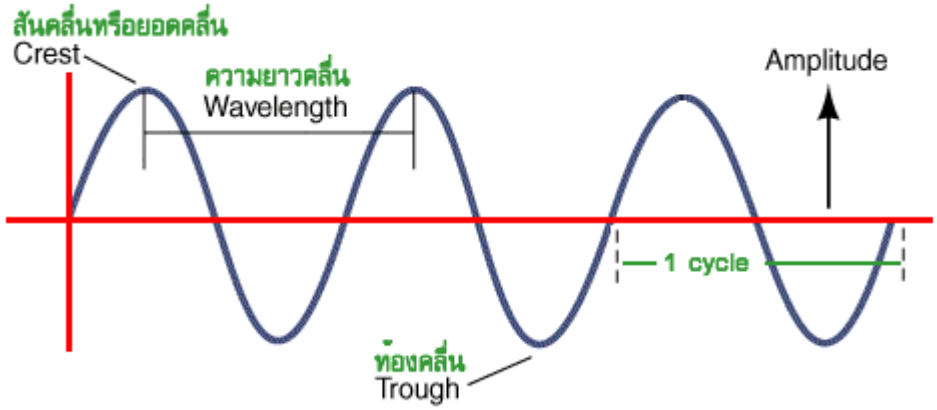


รูปที่ 2.31 การถอนบัดกรี

2.9 หลักการส่งคลื่นวิทยุ

คลื่นวิทยุ (อังกฤษ: Radio waves) หรือ เรียกได้อีกชื่อหนึ่งว่า คลื่นพาหะ Carier Wave เป็นคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าชนิดหนึ่งที่เกิดขึ้นในช่วงความถี่วิทยุบนเส้นสเปกตรัมแม่เหล็กไฟฟ้า คลื่นวิทยุไม่ต้องอาศัยตัวกลางในการเคลื่อนที่ ใช้ในการสื่อสารมี 2 ระบบคือ A.M. และ F.M. ความถี่ของคลื่น หมายถึง จำนวนรอบของการเปลี่ยนแปลงของคลื่น ในเวลา 1 วินาที คลื่นเสียงมีความถี่ช่วงที่หูของคนรับฟังได้ คือ ตั้งแต่ 20 เฮิร์ตถึง 20 กิโลเฮิรตรซ์ (1 KHz =1,000 Hz) ส่วนคลื่นวิทยุเป็นคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าความถี่สูง อาจมีตั้งแต่ 3 KHz ไปจนถึง 300 GHz (1 GHz = พันล้าน Hz) คลื่นวิทยุแต่ละช่วงความถี่จะถูกกำหนดให้ใช้งานด้านต่างๆ ตามความเหมาะสม

2.9.1 ส่วนประกอบของคลื่น



รูปที่ 2.32 ส่วนประกอบของคลื่น

1) สันคลื่น (Crest) ตำแหน่งสูงสุดของคลื่น หรือเป็นตำแหน่งที่มีการกระจัดสูงสุดในทางบวก

2) ท้องคลื่น(Trough)ตำแหน่งต่ำสุดของคลื่นหรือเป็นตำแหน่งที่มีการกระจัดสูงสุดในทางลบ

3) แอมพลิจูด (Amplitude) เป็นระยะการกระจัดมากสุด ทั้งค่าบวกและค่าลบ

4) ความยาวคลื่น (wavelength) เป็นความยาวของคลื่นหนึ่งลูกมีค่าเท่ากับระยะระหว่างสันคลื่นหรือท้องคลื่นที่อยู่ถัดกัน ความยาวคลื่นแทนด้วยสัญลักษณ์ มีหน่วยเป็นเมตร (m)

5) ความถี่ (frequency) หมายถึง จำนวนลูกคลื่นที่เคลื่อนที่ผ่านตำแหน่งใด ๆ ในหนึ่งหน่วยเวลา แทนด้วยสัญลักษณ์ มีหน่วยเป็นรอบต่อวินาที (s-1) หรือ เฮิรตซ์ (Hz)

6) คาบ (period) หมายถึง ช่วงเวลาที่คลื่นเคลื่อนที่ผ่านตำแหน่งใด ๆ ครบหนึ่งลูกคลื่น แทนด้วยสัญลักษณ์ มีหน่วยเป็นวินาทีต่อรอบ (s)

7) อัตราเร็วของคลื่น (wave speed) หาได้จากผลคูณระหว่างความยาวคลื่นและความถี่

ระบบ A.M สื่อสารโดยใช้คลื่นเสียงผสมเข้าไปกับคลื่นวิทยุเรียกว่า "คลื่นพาหะ" โดยแอมพลิจูดของคลื่นพาหะจะเปลี่ยนแปลงตามสัญญาณคลื่นเสียง ในการส่งคลื่นระบบ A.M. สามารถส่งคลื่นได้ทั้งคลื่นดินเป็นคลื่นที่เคลื่อนที่ในแนวเส้นตรงขนานกับผิวโลกและคลื่นฟ้าโดยคลื่นจะไปสะท้อนที่ชั้นบรรยากาศไอโอโนสเฟียร์ แล้วสะท้อนกลับลงมา จึงไม่ต้องใช้สายอากาศตั้งสูงรับ ระบบ F.M. สื่อสารโดยใช้คลื่นเสียงผสมเข้ากับคลื่นพาหะ โดยความถี่ของคลื่นพาหะจะเปลี่ยนแปลงตามสัญญาณคลื่นเสียง ในการส่งคลื่นระบบ F.M. ส่งคลื่นได้เฉพาะคลื่นดินอย่างเดียว ถ้าต้องการส่งให้คลุมพื้นที่ต้องมีสถานีถ่ายทอดและเครื่องรับต้องตั้งเสาอากาศสูงๆ รับ

James Clerk Maxwell เจมส์ เคลิร์ก แมกซ์เวลล์ เป็นผู้ค้นพบระหว่างการตรวจสอบทางคณิตศาสตร์ เมื่อ ปี ค.ศ. 1865 จากการสังเกตคุณสมบัติของแสงบางประการที่คล้ายคลึงกับคลื่น และคล้ายคลึงกับผลการเฝ้าสังเกตกระแสไฟฟ้าและแม่เหล็ก เขาจึงนำเสนอสมการที่อธิบายคลื่นแสงและคลื่นวิทยุในรูปแบบของคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าที่เดินทางในอวกาศ ปี ค.ศ. 1887 เฮนริค เฮิร์ตซ ได้สาธิตสมการของแมกซ์เวลล์ว่าเป็นความจริงโดย

จำลองการสร้างคลื่นวิทยุขึ้นในห้องทดลองของเขา หลังจากนั้นก็มีสิ่งประดิษฐ์ต่างๆ เกิดขึ้นมากมาย และทำให้เราสามารถนำคลื่นวิทยุมาใช้ในการส่งข้อมูลผ่านห้วงอวกาศได้

Nikola Tesla นิโคลา เทสลา บิดาแห่งวงการวิศวกรรมศาสตร์ไฟฟ้า เป็นผู้ประดิษฐ์และค้นพบสิ่งอำนวยความสะดวกมากมาย อาทิ มอเตอร์ไฟฟ้ากระแสสลับ เครื่องวัดความเร็วติดรถยนต์ การกระจายเสียงผ่านวิทยุ และวิธีการเปลี่ยนสนามแม่เหล็กเป็นสนามไฟฟ้า Guglielmo Marconi กูลเยลโม มาร์โกนี เป็นผู้ให้กำเนิดวิทยุโทรเลข Nikola Tesla นิโคลา เทสลา และ Guglielmo Marconi กูลเยลโม มาร์โกนี ได้รับการยกย่องว่าเป็นผู้ประดิษฐ์ระบบที่นำคลื่นวิทยุมาใช้ในการสื่อสาร</ref>

การทำงานของเครื่องรับวิทยุ เครื่องรับวิทยุ หรือ receiver มีอยู่หลายแบบ โดยมีการทำงานตั้งแต่ง่ายๆ ไม่ซับซ่อน จนถึงซับซ้อนมาก และแบบที่ซับซ้อนมากก็ต้องมีความสามารถในการรับสัญญาณได้ดีกว่าด้วย แต่บทความนี้จะกล่าวถึงเครื่องรับวิทยุที่ใช้กันในวงการ R/C จะเป็นแบบที่เรียกว่า Super Heterodyne เพื่อไม่ให้บทความยาวเกินไป การทำงานของเครื่องรับวิทยุแบบ Super Heterodyne

2.9.2 การรับคลื่นวิทยุ

1) วิทยุจะแยกเอาสัญญาณคลื่นเสียงออกจากคลื่นพาหะ

2) แล้วขยายสัญญาณเสียงให้มีพลังงานมากขึ้น ส่งเข้าสู่ลำโพงเสียง

2.9.3 แถบความถี่

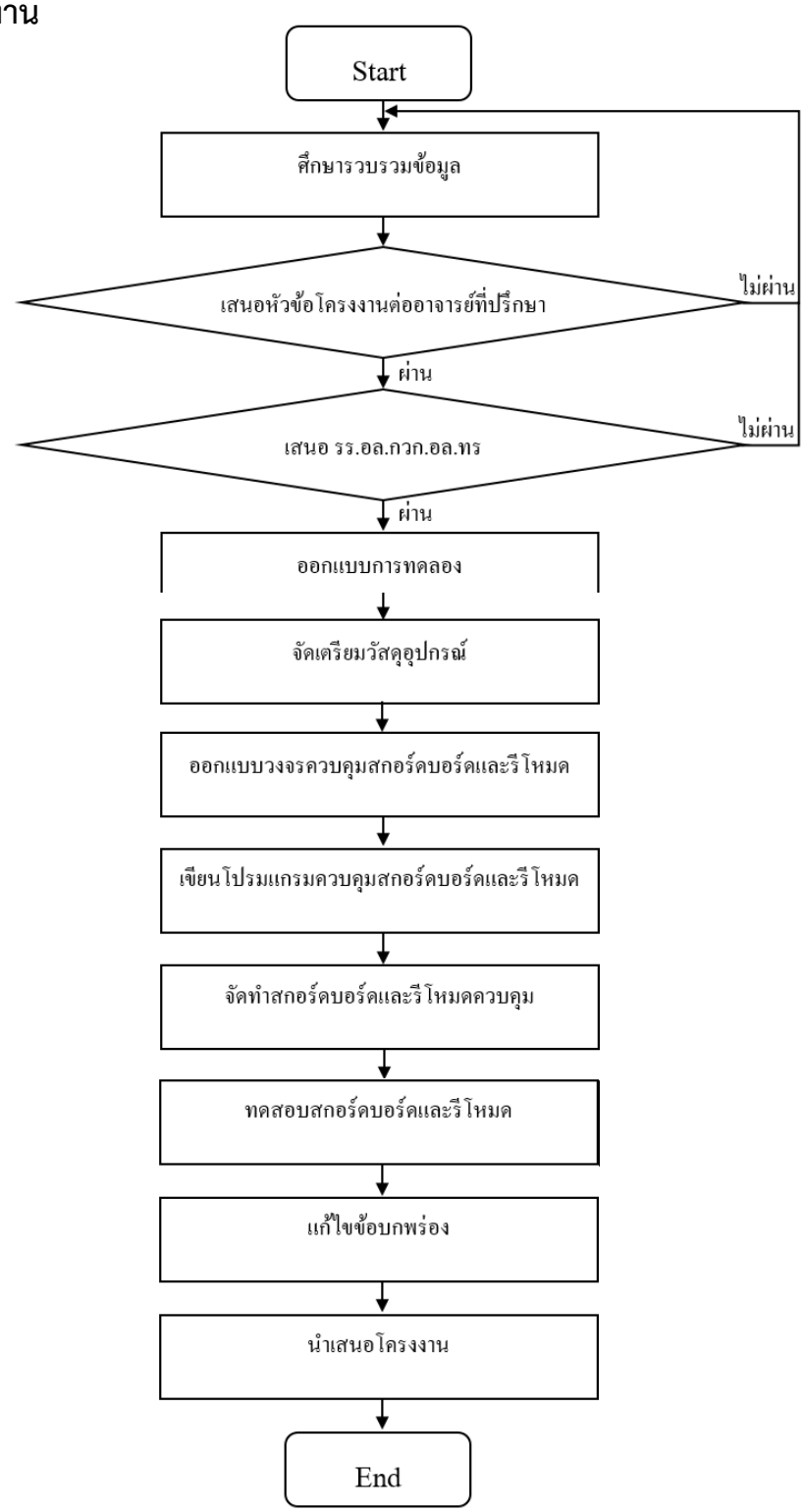
แถบความถี่	**ความถี่**	**การใช้งาน**
Very Low Frequency (VLF)	3-30 kHz	-
Low Frequency(LF)	30-300kHz	-
Medium Frequency(MF)	300-3,000 KHz	วิทยุ AM คลื่น MW
High Frequency(HF)	3,000-30,000 KHz	วิทยุ AM คลื่นสั้น (SW)
Very thigh Frequency(VHF)	30-300 MHz	วิทยุ FM และโทรทัศน์ช่อง2-12
Ultra High Frequency(UHF)	300-3,000 MHz	โทรทัศน์ช่อง 14-69
Super High Frequency(SHF)	3-30 GHz	สัญญาณผ่านดาวเทียม
Extremdy High Frequency (EHF)	30-300 GHz	-

ตารางที่ 2.7 แถบความถี่

การเรียกขนาดของความถี่ บางครั้งอาจเรียกตามความยาวคลื่น ซึ่งหาได้จากความเร็วคลื่นหารด้วยความถี่ เช่น คลื่นวิทยุ FM ความถี่ 100 MHz ความยาวคลื่นจึงเท่ากับ 3 เมตร การทราบขนาดความยาวคลื่นมีประโยชน์สำหรับการเลือกรับคลื่นวิทยุต่างๆ เนื่องจากบางครั้งจะเรียกคลื่นวิทยุตามความยาวคลื่น นอกจากนี้ยังมีประโยชน์สำหรับการเลือกใช้ขนาดแผงสายอากาศที่เหมาะสม ซึ่งโดยทั่วไป แผงสายอากาศจะใช้ขนาดประมาณ 1 ใน 4 ของความยาวคลื่น

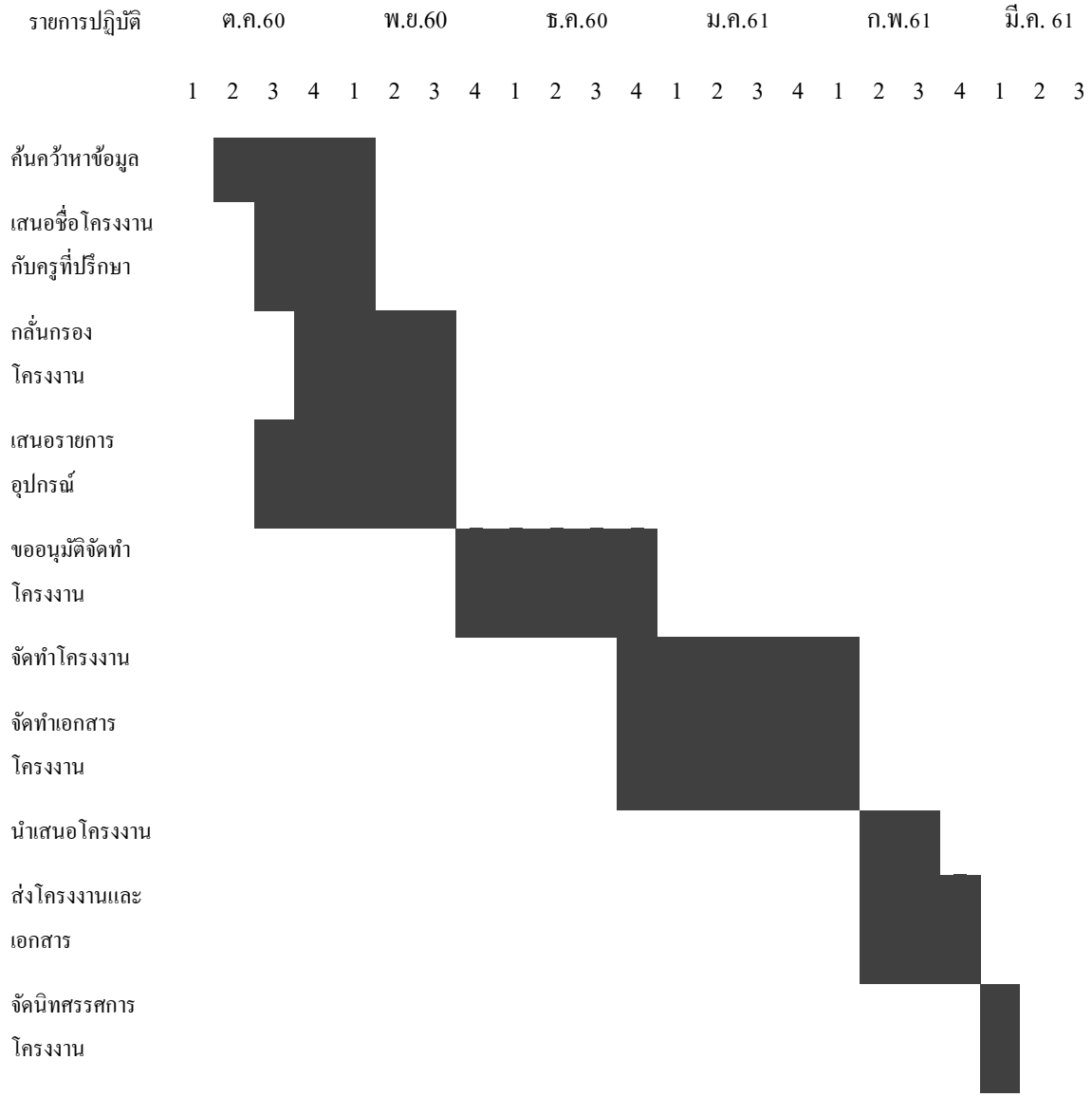
บทที่ 3
วิธีการดำเนินงาน

3.1 วิธีดำเนินงาน



รูปที่ 3.1 Flowchart **วิธีดำเนินงาน**

3.2 แผนการดำเนินงาน



ตารางที่ 3.1 แผนการดำเนินงาน

3.3 วัสดุและอุปกรณ์

ลำดับ	รายการ	หน่วย	จำนวน	ราคา/หน่วย	รวม (บาท)
1	LED Super bright 5 mm สีแดง	ตัว	600	1.5	900
2	LED Super bright 5 mm สีเหลือง	ตัว	350	1.5	525
3	LED Super bright 5 mm สีเขียว	ตัว	100	1.5	150
4	บอร์ด ไมโครคอนโทรลเลอร์AT89C51C3	บอร์ด	1	1200	1200
5	ไอซี เบอร์ AT89C4051	ตัว	2	70	140
6	ไอซี เบอร์ SN74HC573AN	ตัว	1	20	20
7	ไอซี เบอร์ TPIC6B595	ตัว	9	20	180
8	Crystal 11.059 MHz	ตัว	2	20	40
9	Capacitor 25V 1000uF	ตัว	2	2	4
10	Capacitor 16V 10uF	ตัว	2	2	2
11	Capacitor 22pF	ตัว	4	2	8
12	MPP Capacitor 400V 1 uF	ตัว	1	40	40
13	Buzzer ขนาด 3 นิ้ว	ตัว	1	200	200
14	โมดูลวิทยุ 433 MHz	ตัว	2	900	1800
15	Bottom switch 1 cm	ตัว	8	5	40
16	Resistor 0 Ohm	ตัว	2	2	4
17	Resistor 220 Ohm	ตัว	1	2	2
18	Resistor 1 kOhm	ตัว	1	2	2
19	Resistor 4.7kOhm	ตัว	1	2	2

20	Ceramic resistor	ตัว	1	20	20
21	Resistor pack 9A472J	ตัว	1	15	15
22	Resistor pack 5A472J	ตัว	1	15	15
23	ไอซี Regulate	ตัว	1	10	10
24	ไอซี Bight	ตัว	1	10	10
25	แผ่นอะคิลิก สีใส ขนาด 100x60 cm	แผ่น	1	1500	1500

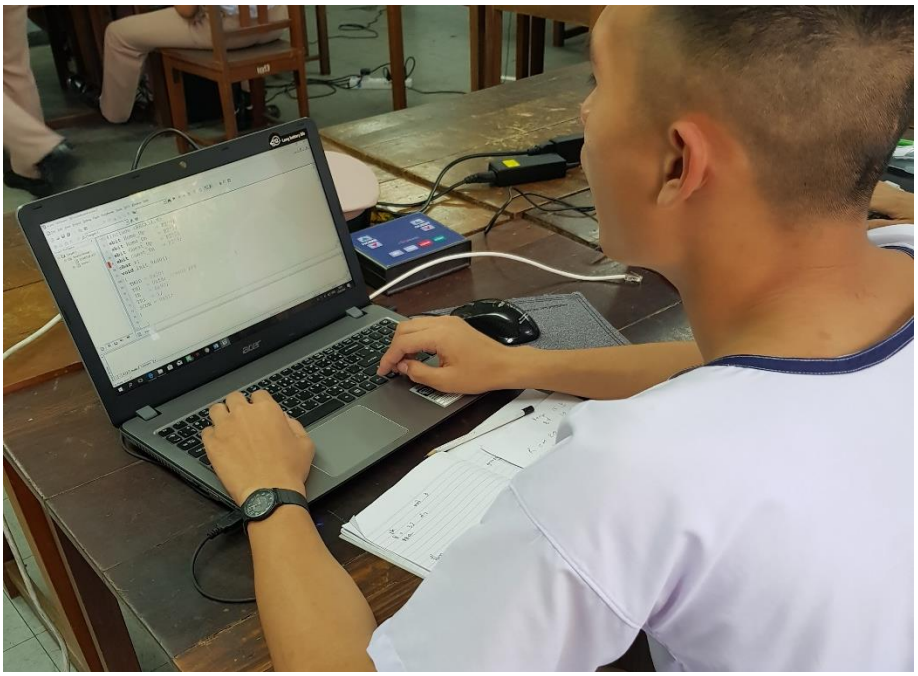
ตารางที่ 3.2 วัสดุและอุปกรณ์

3.4 ขั้นตอนการดำเนินงาน

3.4.1 วางแผนและออกแบบวงจรควบคุมสกอร์บอร์ดและรีโมทควบคุม

รูปที่ 3.2 วางออกแบบออกแบบสกอร์บอร์ด

3.4.2 เขียนโปรแกรมควบคุมสกอร์บอร์ดและรีโมท



รูปที่ 3.3 เขียนโปรแกรมควบคุมสกอร์บอร์ดและรีโมท

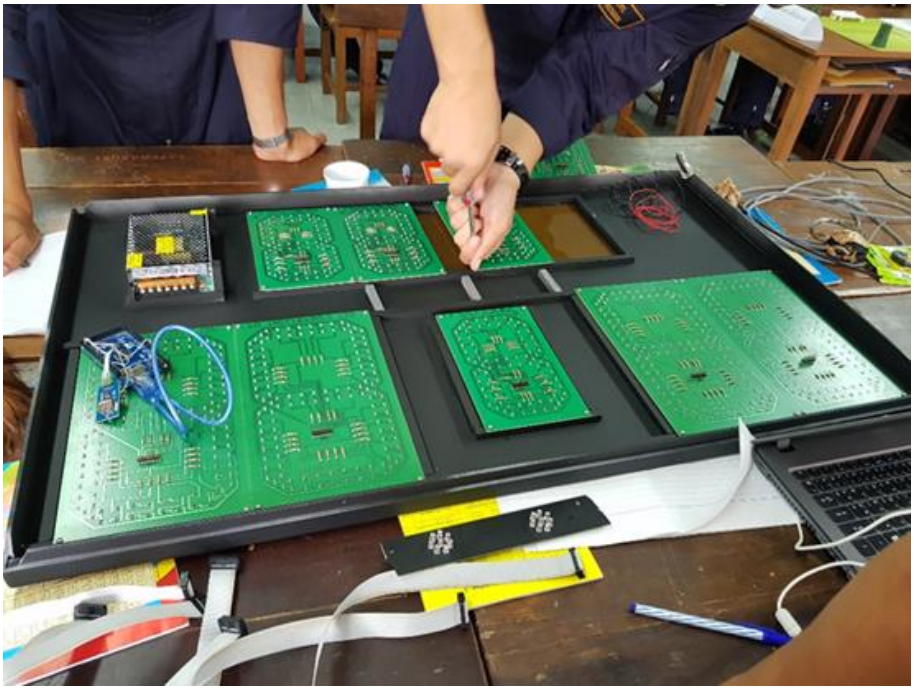
3.4.3 จัดทำสกอร์บอร์ดและรีโมทควบคุม

1) วัดขนาดแผ่นอะคริลิค เพื่อจัดเพื่อตำแหน่งวงจรควบคุม

รูปที่ 3.4 วัดขนาดแผ่นอะคริลิค

2) ทำกล่องติดแผ่นวงจรควบคุม

รูปที่ 3.5 ทำกล่องติดแผ่นวงจรควบคุม

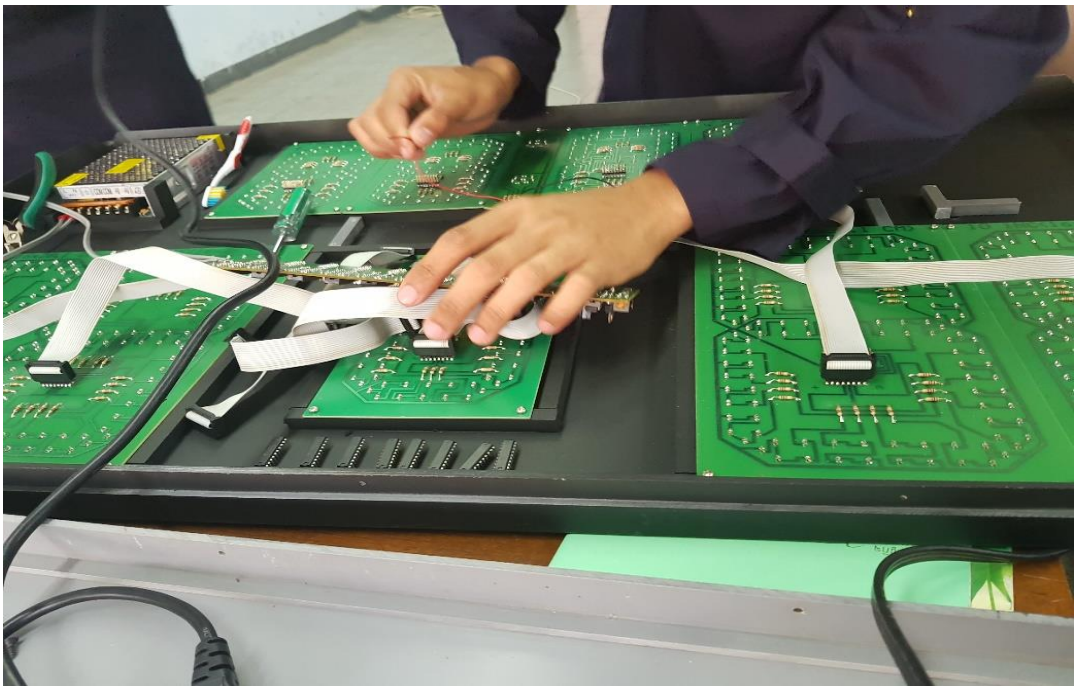


4)ติดแก่นPVCเพื่อยึดแผ่น 7Segmentกับกล่องสกอร์ด

รูปที่ 3.6 ติดแก่นPVC

5) ติดแผ่น7 Segmentเข้ากับสกอรบอร์ด

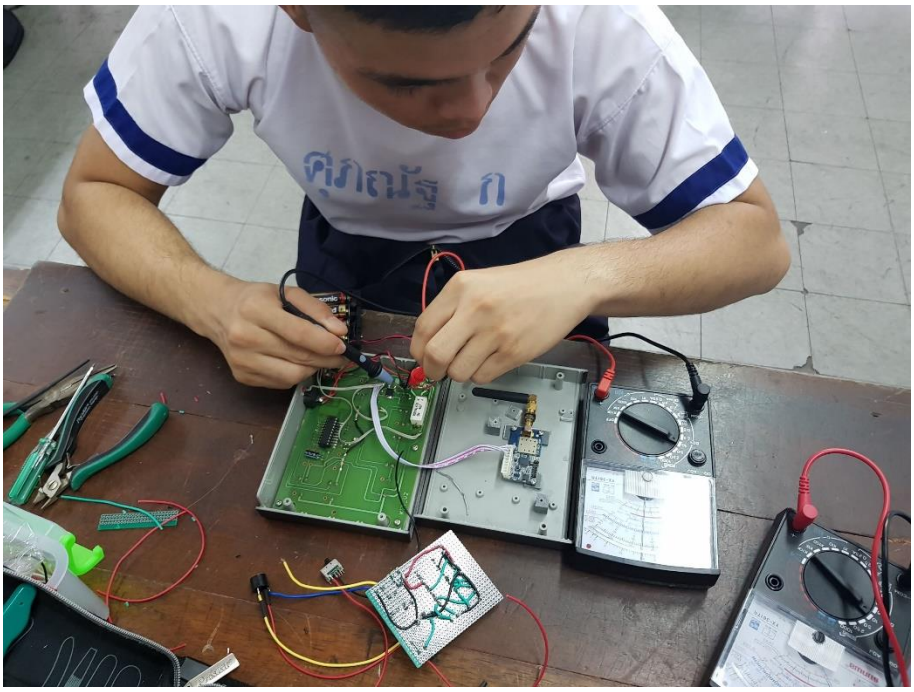
รูปที่ 3.7 ติดแผ่น7 Segmentเข้ากับสกอรบอร์ด



รูปที่ 3.8 ติดวงจรควบคุม

6) ทำกล่องรีโมทควบคุม

รูปที่ 3.9 ทำกล่องรีโมทควบคุม



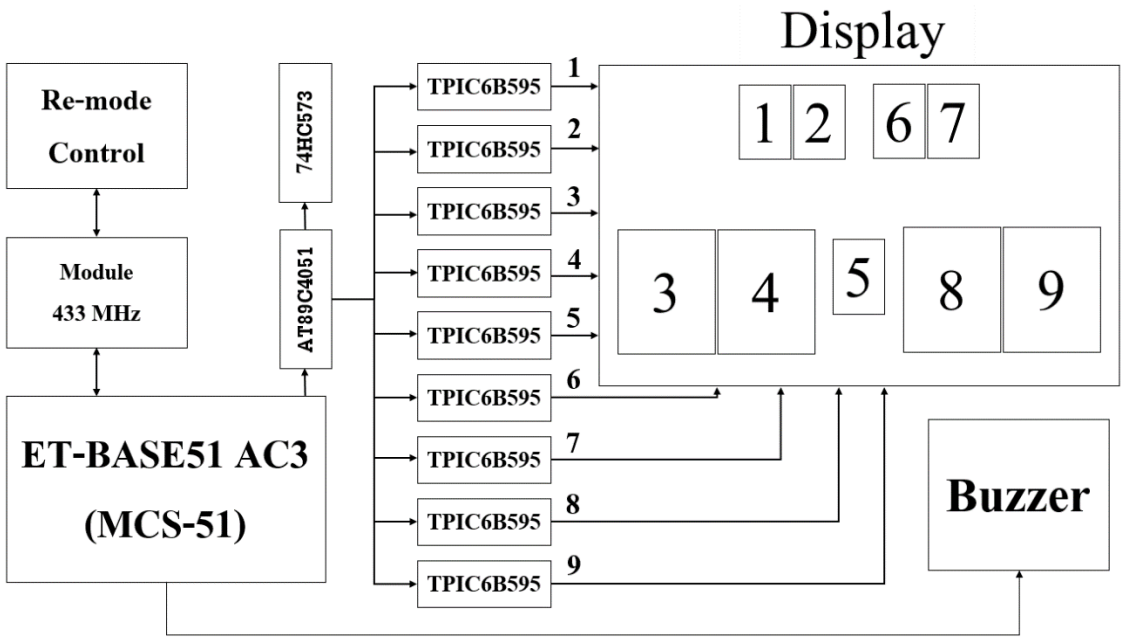
รูปที่ 3.10 ตรวจสอบวงจร

3.4.4 ทดสอบสกอร์บอร์ดและรีโมท

รูปที่ 3.11 ทดสอบสกอร์บอร์ดและรีโมท

บทที่ 4
ผลการทดลอง

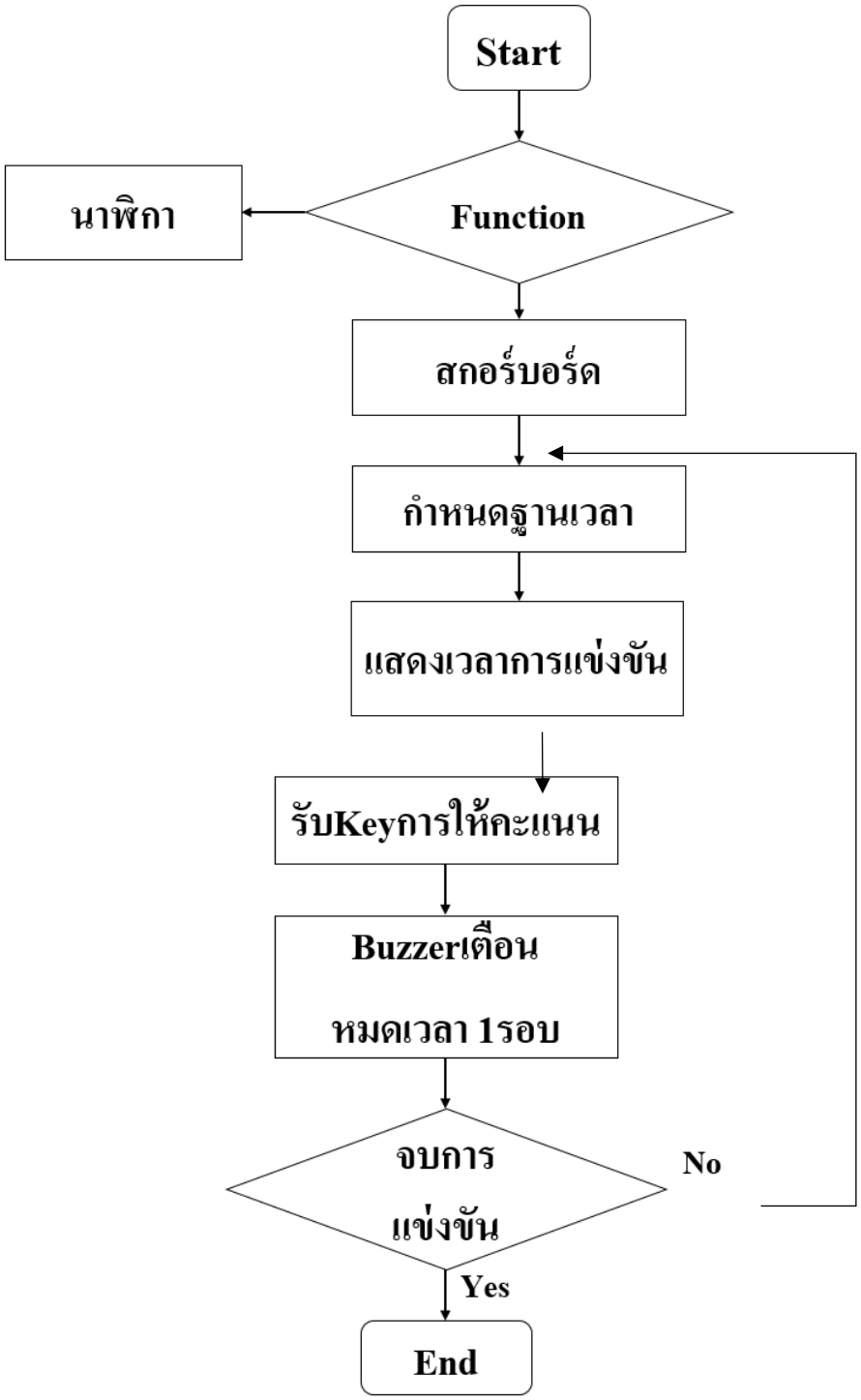
4.1 หลักการทำงานของอุปกรณ์ภายในสกอร์บอร์ด



รูปที่ 4.1 อุปกรณ์ภายในสกอร์บอร์ด

4.2 หลักการทำงานของโปรมแกรมสกอร์บอร์ด

เมื่อเริ่มทำงานจะมีโปรมแกรมแสดงเวลาการแข่งขัน ซึ่งสามารถตั้งเวลาได้ตั้ง 1-99 นาที โดยการแสดงเวลาสามารถเลือกโหมดการทำงานได้ว่าจะแสดงเวลาเวลาการแข่งขันแบบเดินหน้า หรือแบบถอยหลัง เมื่อหมดเวลาจะมีเสียงBuzzerเตือน ในระหว่างการแข่งขันโปรมแกรมจะอ่านการรับค่าการกดคะแนนทั้งฝ่ายทีมเจ้าบ้านและทีมเยือน โดยการให้คะแนนจะเพิ่มให้ทีละ 1 โปรแกรมจะอ่านการให้คะแนนพร้อมทั้งแสดงเวลาการทำงานได้พร้อมกัน โดยเวลาจะใช้ไอซี Real time clock เบอร์ DS1307 ซึ่งมีความเที่ยงตรง การแสดงเสียงเตือนโปรแกรมจะตรวจสอบเวลาจริงของการแข่งขันทุกๆวินาที ในระหว่างการแข่งขันมีโหมดการหยุดเวลา เพื่อจะใช้ได้กับกีฬาอื่นๆที่มีการหยุดเวลา



รูปที่ 4.2 Flowchart หลักการทำงานของโปรมแกรมสกอร์บอร์ด

4.3 มุมการมองเห็นของสกอร์บอร์ด

มุม	การมองเห็น
0	เห็น,ชัดเจน
15	เห็น,ชัดเจน
30	เห็น,ชัดเจน
45	เห็น,ชัดเจน
60	เห็น,ชัดเจน
75	เห็น,เลขบางตัวเห็นไม่ชัดเจน
90	ไม่เห็น

ตารางที่ 4.1 มุมการมองเห็นของสกอร์บอร์ด

4.3 ระยะการส่งของรีโมท

ระยะ	ผลการส่ง
20	สามารถส่งข้อมูลได้
40	สามารถส่งข้อมูลได้
60	สามารถส่งข้อมูลได้
80	สามารถส่งข้อมูลได้
100	สามารถส่งข้อมูลได้
200	สัญญาณไม่เสถียร

ตารางที่ 4.2 ระยะการส่งของรีโมท

บทที่ 5
สรุปปัญหาและข้อเสนอแนะ

จากผลการดำเนินนงานการทำโครงงานเรื่อง สกอร์บอร์ดอเนกสงค์ สามารถจัดทำสกอร์บอร์ดอเนกประสงค์ เพื่อใช้ในการแข่งขันกีฬาภายในโรงเรียนอิเล็กเล็กทรอนิกส์ กองวิทยาการ กรมอิเล็กทรอนิกส์ทหารเรือได้ โดยสกอร์บอร์ดอเนกส์ประสงค์สามารถทำงานได้ตามรูปแบบฟังก์ชันหรือชุดคำสั่งที่เขียนขึ้น ทั้งนี้ผลจากการทำงานเป็นหมู่คณะ ตลอดจนการคิดแก้ไขข้อบกพร่องและพัฒนาต่อยอดจนบรรลุผลสำเร็จ

ข้อเสนอแนะ

การทำโครงงานครั้งนี้ผู้จัดทำโครงงานควรมีพื้นฐานทางการเขียนคำสั่งโปรมแกรม Keil ซึ่งเป็นโปรแกรมที่ไว้ใช้เขียนคำสั่งในคอลโทรลเลอร์ มีฐานข้อมูลที่สามารถสืบค้นได้สะดวกรวดเร็ว มีความพร้อมทางด้านอุปกรณ์เครื่องมือ และงบประมาณในการจัดทำโครงงาน รวมถึงระยะเวลาในการทำโครงงานที่เพิ่มขึ้น เพื่อให้โครงงานออกมาสมบูรณ์มากที่สุด และสามารถนำโครงงานนี้ไปเป็นสื่อการเรียนการศึกษาวิชาพละศึกษาของนักเรียนจ่าได้

ภาคผนวก

การใช้สกอร์บอร์ดในการแข่งขันกีฬาของกำลังพลในกองวิทยาการ กรมอิเล็กทรอนิกส์

บรรณานุกรม

ET-BASE51 AC3 http://www.etteam.com/product/02A26.html

AT89C4051 www.keil.com/dd/docs/datashts/atmel/at89c4051_ds.pdf

TPIC6B595 www.ti.com/lit/ds/symlink/tpic6b595.pdf

7-Segment-7-เซ็กเม้น-คืออะไร

http://mindphp.com/คู่มือ/73-คืออะไร/3634-7-segment-7-เซ็กเม้น-คืออะไร.html

เรื่องของ LED 7 Segment

http://ktmanetic.blogspot.com/2013/01/led-7-segment.html

74HC573 www.ti.com/lit/ds/symlink/cd74hc573.pdf

ไดโอดเปล่งแสง https://th.wikipedia.org/wiki/ไดโอดเปล่งแสง

โปรแกรม Keil www.mcuthailand.com/articles/mcs/Keil.html

การบัคกรี www.psptech.co.th/เทคนิคการบัคกรี-29841.page

คลื่นวิทยุ https://th.wikipedia.org/wiki/คลื่นวิทยุ