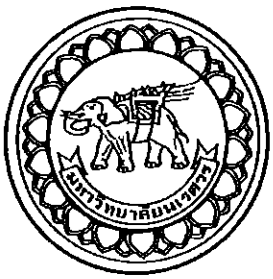


เครื่องบอกสถานะการอยู่ห้องควบคุมโดยไมโครคอนโทรลเลอร์

AVAILABLE PERFOMANCE MACHINE CONTROLLED BY MICROCONTROLLER

นายนพพล ธนะภักดิ์ รหัส 54361053

นายอดิรุจ สองสีใส รหัส 54361176

ห้องสมุดคณะวิศวกรรมศาสตร์
วันที่รับ 20 ก.ค. 2558
เลขทะเบียน 1686925
เลขเรียกหนังสือ ว.
มหาวิทยาลัยนเรศวร ว176 ก 2557

ปริญญานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาหลักสูตรปริญญาวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต

สาขาวิชาวิศวกรรมไฟฟ้า ภาควิชาวิศวกรรมไฟฟ้าและคอมพิวเตอร์

คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยนเรศวร

ปีการศึกษา 2557

ใบรับรองปริญญานิพนธ์

ชื่อหัวข้อโครงงาน เครื่องบอกสถานะการอยู่ห้องควบคุมโดยไมโครคอนโทรลเลอร์

ผู้ดำเนินโครงงาน นายนพพล ธนะภักดิ์ รหัส 54361053

นายอดิรุจ สองสีใส รหัส 54361176

ที่ปรึกษาโครงงาน ดร. มุฑิตา สงฆ์จันทร์

สาขาวิชา วิศวกรรมไฟฟ้า

ภาควิชา วิศวกรรมไฟฟ้าและคอมพิวเตอร์

ปีการศึกษา 2557

.....

คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยนเรศวร อนุมัติให้ปริญญานิพนธ์ฉบับนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต สาขาวิชาวิศวกรรมไฟฟ้า

..... ที่ปรึกษาโครงงาน
(ดร.มุฑิตา สงฆ์จันทร์)

..... กรรมการ
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. ศุภวรรณ พลพิทักษ์ชัย)

..... กรรมการ
(ดร. สราวุฒิ วัฒนวงค์พิทักษ์)

ชื่อหัวข้อโครงงาน	เครื่องบอกสถานะการอยู่ห้องควบคุมโดยไมโครคอนโทรลเลอร์
ผู้ดำเนินโครงงาน	นายนพพล ธนะภักดิ์ รหัส 54361053
	นายอดิรุจ สองสีใส รหัส 54361176
ที่ปรึกษาโครงงาน	ดร. มุฑิตา สงฆ์จันทร์
สาขาวิชา	วิศวกรรมไฟฟ้า
ภาควิชา	วิศวกรรมไฟฟ้าและคอมพิวเตอร์
ปีการศึกษา	2557

บทคัดย่อ

ปริญญานิพนธ์ฉบับนี้นำเสนอโครงงานเกี่ยวกับการออกแบบและสร้างเครื่องบอกสถานะการอยู่ห้องโดยใช้ไมโครคอนโทรลเลอร์ในการควบคุม เพื่อใช้บอกสถานะการอยู่ห้องของอาจารย์ เครื่องถูกขับเคลื่อนโดยแหล่งจ่ายไฟฟ้ากระแสตรงที่พิกัด 12 โวลต์ เครื่องดังกล่าวถูกออกแบบให้สามารถบอกสถานะ การอยู่ห้องของอาจารย์ ผ่านแผ่นป้ายซึ่งมี 8 สถานะ โดยใช้มอเตอร์สเต็ปปิ้ง พิกัดแรงดัน 5 ถึง 12 โวลต์ หมุนไปทีละ 45 องศา พร้อมกับสามารถบอก วัน วันที่และเวลาในรูปแบบ 12 หรือ 24 ชั่วโมง ผ่านตัวแสดงผลแบบเจ็ดส่วนขนาดพิกัด 12 โวลต์กับ 5 โวลต์ และใช้ตัวรับรู้อุณหภูมิตรวจวัดอุณหภูมิแล้วนำค่ามาแสดงผลผ่านตัวแสดงผลไดโอดเปล่งแสงแบบเมตริกซ์

Project title	Available Performance Machine Controlled by Microcontroller
Name	Mr. Noppon Thanapak ID. 54361053
	Mr. Adiruj Songseesai ID. 54361176
Project advisor	Mutita Songjun , Ph.D.
Major	Electrical Engineering
Department	Electrical and Computer Engineering
Academic year	2014

Abstract

This thesis presents the project about the design and the construction of an available performance machine to tell whether the teacher is in the office or not. The machine is powered by a DC power supply 12 volts. There are 8 status of the teacher's available status which could be presented through the plate controlled by stepping motor. The stepping motor has the limit voltage in the range of 5-12 volts which it can be rotated 45 degrees one by one. In addition, the day, the real time , the date as well as the temperature can also be shown through seven segments. From the test the available performance machine works perfectly.

กิตติกรรมประกาศ

ผู้ดำเนินโครงงานขอขอบคุณ ดร. มุฑิตา สงฆ์จันทร์ ที่ปรึกษาโครงงาน ซึ่งเอาใจใส่ในรายละเอียดทุกขั้นตอนของการดำเนินโครงงาน โดยให้คำปรึกษาและคำแนะนำในการแก้ไขปัญหาต่าง ๆ อย่างต่อเนื่องจนกระทั่งโครงงานสำเร็จลุล่วง รวมถึงแนะนำหลักการเขียนปริญญานิพนธ์และตรวจทานแก้ไขอย่างละเอียดจนได้ปริญญานิพนธ์เป็นรูปเล่มสมบูรณ์

ขอขอบคุณภาควิชาวิศวกรรมไฟฟ้าและคอมพิวเตอร์ที่ให้ยืมใช้ห้องทำงานและอุปกรณ์ในการทำโครงงานนี้

และขอขอบคุณ นายสุรศักดิ์ จันทร์อิ่ม เพื่อนสาขาวิชาวิศวกรรมไฟฟ้า ที่คอยให้คำปรึกษาเกี่ยวกับการเขียนโปรแกรม

นอกจากนี้ยังขอขอบคุณนายพงศ์ศิริ จิตรพินิจ เพื่อนสาขาวิชาวิศวกรรมไฟฟ้า ที่คอยให้คำปรึกษาเกี่ยวกับการจัดทำรูปเล่มปริญญานิพนธ์

ขอขอบคุณรัฐบาลไทย ที่จัดตั้งสวัสดิการค่าเล่าเรียนบุตร ซึ่งสนับสนุนด้านทุนทรัพย์แก่นายนพพล ธนะภักดิ์ ตลอดระยะเวลาการศึกษาในระดับปริญญาตรี

รวมทั้งขอขอบคุณรัฐบาลไทยที่จัดตั้งกองทุนเงินให้กู้ยืมเพื่อการศึกษา (กยศ.) ซึ่งสนับสนุนด้านทุนทรัพย์แก่นายอดิรุจ สองสีใส ตลอดระยะเวลาการศึกษาในระดับปริญญาตรี

ในท้ายที่สุดนี้ เหนือสิ่งอื่นใด ผู้ดำเนินโครงงานขอกราบขอบพระคุณบิดาและมารดาที่ให้การสนับสนุนในทุกด้านเกี่ยวกับการศึกษาของผู้ดำเนินโครงงาน รวมทั้งมอบความรัก ความเมตตา และคอยเป็นกำลังใจให้จนประสบความสำเร็จในวันนี้

นายนพพล ธนะภักดิ์

นายอดิรุจ สองสีใส

สารบัญ

หน้า

ใบรับรองปริญญานิพนธ์ ..... ก
บทคัดย่อภาษาไทย ..... ข
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ ..... ค
กิตติกรรมประกาศ ..... ง
สารบัญ ..... จ
สารบัญตาราง ..... ช
สารบัญรูป ..... ซ

บทที่ 1 บทนำ 1
1.1 ที่มาและความสำคัญของโครงงาน 1
1.2 วัตถุประสงค์ของโครงงาน 1
1.3 ขอบเขตของงาน 1
1.4 ขั้นตอนการดำเนินงาน 2
1.5 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ 2
1.6 รายละเอียดงบประมาณตลอดโครงการ 3

บทที่ 2 ทฤษฎีและหลักการที่เกี่ยวข้อง 4
2.1 อุปกรณ์ทางกล (Mechanic) 4
2.1.1 มอเตอร์ไฟฟ้า 4
2.1.2 สเต็ปปิ้งมอเตอร์ 4
2.2 อุปกรณ์ไฟฟ้าอเล็กทรอนิกส์ (Electronics) 7
2.2.1 อุปกรณ์ไฟฟ้าอิเล็กทรอนิกส์แบบแพสซีฟ 7
2.2.2 อุปกรณ์ไฟฟ้าอิเล็กทรอนิกส์แบบแอ็คทีฟ 8
2.3 อุปกรณ์ควบคุมคอนโทรลเลอร์ (Controller) 16
2.3.1 ไมโครคอนโทรลเลอร์AVR และโปรแกรมอาร์ดุยโน่ 16
2.3.2 อาร์ดุยโน่ กับ อุปกรณ์ I²C BUS 18

สารบัญ (ต่อ)

หน้า

บทที่ 3 การออกแบบและสร้างเครื่องบอกสถานะการอยู่ห้อง 21

3.1 ขั้นตอนในการทำงานของเครื่องบอกสถานะการอยู่ห้อง 21

3.2 การออกแบบโครงสร้างเครื่องบอกสถานะการอยู่ห้อง 22

3.2.1 วัสดุอุปกรณ์ในการทำเครื่องบอกสถานะการอยู่ห้อง 25

3.3 ส่วนควบคุมการทำงานของเครื่องบอกสถานะการอยู่ห้อง 26

3.3.1 วงจรเรียลไทม์ 26

3.3.2 วงจรทรานซิสเตอร์สวิตช์ 26

3.3.3 วงจรรีจิสเตอร์เลื่อนข้อมูล 27

3.3.4 วงจรเปลี่ยนแผ่นป้ายสถานะ 28

3.3.5 วงจรตรวจวัดอุณหภูมิ 29

บทที่ 4 การทดลองและวิเคราะห์ 30

4.1 ทดลองตั้งค่าโดยการกดสวิตช์ 30

4.2 ทดลองความแม่นยำในการตรวจวัดอุณหภูมิ 34

4.3 ทดลองวงจรบอกเวลาของเครื่องบอกสถานะการอยู่ห้อง 40

4.4 ทดสอบความเบี่ยงเบนในการหมุนของแผ่นป้ายสถานะเครื่องบอกสถานะการอยู่ห้อง 42

บทที่ 5 สรุปผลและข้อเสนอแนะ 45

5.1 สรุปผลการทดลองการทำงานของเครื่องบอกสถานะการอยู่ห้อง 45

5.2 ปัญหาและการแก้ไข 45

5.3 ข้อเสนอแนะและแนวทางการพัฒนา 46

เอกสารอ้างอิง 47

ภาคผนวก ก ส่วนแสดงผลเจ็ดส่วน 48

ภาคผนวก ข มอเตอร์สเต็ปปิ้ง 55

สารบัญ (ต่อ)

หน้า

ภาคผนวก ค SN74HC595 57

ภาคผนวก ง ULN2803A 73

ประวัติผู้ดำเนินโครงงาน 79

สารบัญตาราง

ตารางที่ หน้า

2.1 การกระตุ้นเฟสแบบฟูลสเต็ป 1 เฟส 6
2.2 การกระตุ้นเฟสแบบฟูลสเต็ป 2 เฟส 6
2.3 การกระตุ้นเฟส แบบฮาล์ฟสเต็ป 7
2.4 รีจิสเตอร์ภายในไอซีฐานเวลา DS1307 14
4.1 แสดงผลการทดลองความสามารถในการหมุนของแผ่นป้ายบอกสถานะ 31
4.2 แสดงผลการทดสอบความสามารถในการวัดอุณหภูมิของเครื่องบอกสถานะการอยู่ห้อง ในห้องที่มีการใช้งานเครื่องปรับอากาศโดยตั้งอุณหภูมิไว้ที่ 25 องศาเซลเซียส 34
4.3 แสดงผลการทดสอบความสามารถในการวัดอุณหภูมิของเครื่องบอกสถานะการอยู่ห้อง ที่อุณหภูมิห้องปรกติ ช่วงเวลา 09.00 น. 35
4.4 แสดงผลการทดสอบความสามารถในการวัดอุณหภูมิของเครื่องบอกสถานะการอยู่ห้อง ในตู้เย็นตั้งค่าความเย็นไว้ที่เบอร์ 3 36
4.5 แสดงผลการทดสอบความสามารถในการวัดอุณหภูมิของเครื่องบอกสถานะการอยู่ห้อง ในพื้นที่ระเบียงห้องเวลา 12.00 น. 37
4.6 แสดงผลการทดสอบความสามารถในการวัดอุณหภูมิของเครื่องบอกสถานะการอยู่ห้อง ในพื้นที่กลางแจ้ง เวลา 13.00 น. 38
4.7 แสดงผลการทดลองความสามารถในการนับเวลา 41
4.8 แสดงผลการทดลองหาค่าเบี่ยงเบนเฉลี่ยของแผ่นป้ายบอกสถานะ 43

สารบัญรูป

รูปที่ หน้า

2.1 แสดงลักษณะการทำงานของสเต็ปปิ้งมอเตอร์ 5
2.2 การต่อขดลวดภายในของสเต็ปปิ้งมอเตอร์ 5
2.3 แสดงการทำงานของทรานซิสเตอร์ชนิดเอ็นพีเอ็น 8
2.4 แสดงการทำงานของทรานซิสเตอร์ชนิดพีเอ็นพี 9
2.5 ส่วนประกอบของ 7-Segment 10
2.6 แสดงตำแหน่งส่วนแสดงผล A- G 10
2.7 แสดงการนำเอา ไดโอดเปล่งแสง มาต่อกัน แบบคอมมอนแอโนด 10
2.8 แสดงการนำเอา LED มาต่อกัน แบบคอมมอนคาโทด 11
2.9 ตำแหน่งขาไอซี RTC DS1307 11
2.10 การเชื่อมต่อ DS1307 เข้ากับไมโครคอนโทรลเลอร์ด้วยระบบบัสแบบ I²C 12
2.11 การรับส่งข้อมูลผ่านบัส I²C 13
2.12 การเขียนข้อมูลอุปกรณ์สเลฟผ่านบัส I²C 13
2.13 การอ่านข้อมูลจากอุปกรณ์สเลฟผ่านบัส I²C 14
2.14 การเชื่อมต่อกับไมโครคอนโทรลเลอร์ 15
2.15 แสดงรูปร่างและการจัดวางขาของไมโครคอนโทรลเลอร์ ATmega328 17
2.16 ลักษณะการการเชื่อมต่ออุปกรณ์แบบ I²C BUS 18
2.17 รูปแบบการเขียน/อ่านข้อมูลแบบ I²C BUS 19
2.18 I²C BUS START and STOP Conditions 20
2.19 I²C BUS (Control Byte) 20
3.1 แผนภาพแสดงขั้นตอนการทำงานของเครื่องบอกสถานะการอยู่ห้อง 21
3.2 แสดงโครงสร้างเครื่องบอกสถานะการอยู่ห้อง 23
3.3 แสดงส่วนการทำงานต่างๆบนเครื่อง 23
3.4 แสดงส่วนการควบคุมเครื่องบอกสถานะการอยู่ห้อง 24
3.5 แสดงวงจรเรียลไทม์ 26
3.6 วงจรทรานซิสเตอร์สวิทช์ 27
3.7 วงจรรีจิสเตอร์เลื่อนข้อมูล 28
3.8 วงจรเปลี่ยนแผ่นป้ายสถานะ 28
3.9 วงจรตรวจวัดอุณหภูมิ 29

สารบัญรูป (ต่อ)

รูปที่ หน้า

4.1 แสดงด้านหน้าของตัวเครื่อง 30
4.2 แสดงฝาด้านข้างของตัวเครื่อง 31
4.3 แสดงการทดลองวงจรบอกเวลา 40
4.4 แสดงการวัดความเบี่ยงเบนของแผ่นป้ายบอกสถานะ 42

บทที่ 1
บทนำ

1.1 ที่มาและความสำคัญของโครงงาน

เนื่องจากนิสิตผู้จัดทำโครงงานได้ประสบปัญหาการบอกสถานะการอยู่ห้องของอาจารย์ โดยการใช้แผ่นป้ายกระดาษแล้วใช้ลูกศรชี้ไปยังสถานะต่างๆว่าอาจารย์ผู้สอนได้ไปทำการสอน อยู่ห้องหรือ ติดประชุมและเนื่องจากป้ายบอกสถานะทำจากกระดาษจึงส่งผลให้มีการชำรุดได้ง่ายและไม่แข็งแรง ในบางครั้งลูกศรที่ใช้ชี้บอกสถานะเกิดปัญหาการหลวมจนส่งผลให้ลูกศรหมุนไปยังตำแหน่งอื่นที่อาจารย์ไม่ได้ตั้งสถานะไว้

ดังนั้นนิสิตจึงได้จัดทำโครงงานนี้โดยได้คิดค้นและทำการออกแบบเพื่อสร้างเครื่องบอกสถานะการอยู่ห้องพร้อมนาฬิกาดิจิตอล เพื่อเป็นต้นแบบต่อการค้นคว้าตลอดจนสามารถนำไปใช้งานแสดงสถานะการอยู่ห้องของอาจารย์อีกทั้งยังสามารถบอกวันเวลาได้

1.2 วัตถุประสงค์ของโครงงาน

สร้างเครื่องบอกสถานะการอยู่ห้องพร้อมนาฬิกาแสดงวันที่ วัน เดือน ปี เวลาและบอกอุณหภูมิได้ในตัว โดยควบคุมอุปกรณ์ด้วยไมโครคอนโทรลเลอร์

1.3 ขอบเขตของงาน

1. เครื่องบอกสถานะการอยู่ห้องสามารถบอกได้ 8 สถานะได้แก่ อยู่ห้อง (In) ประชุม (Meeting) เข้าสอน (In Class) ห้ามรบกวน (Do not disturb) ไปต่างจังหวัด (On leave) ออกไปข้างนอก (Be back soon) เวลาอาหารกลางวัน (Lunch) ไม่อยู่ (Out)

2. สามารถใช้เป็นนาฬิกาได้ โดยสามารถเลือกได้ว่าจะเป็นแบบ 24 ชั่วโมงหรือแบบ 12 ชั่วโมง

3. สามารถบอกวันที่ เวลา วัน เดือน ปีและอุณหภูมิ ณ ขณะนั้นได้

4. สามารถตั้งค่าด้วยมือได้

1.4 ขั้นตอนการดำเนินงาน

ตารางที่ 1.1 แผนการปฏิบัติงาน

รายละเอียด	เดือน / พ.ศ.2557-พ.ศ.2558							
	ส.ค.	ก.ย.	ต.ค.	พ.ย.	ธ.ค.	ม.ค.	ก.พ.	มี.ค.
1.ศึกษาและค้นคว้าทฤษฎีพื้นฐานที่เกี่ยวข้อง								
2.ออกแบบและสร้างเครื่องบอกสถานะการอยู่ห้อง								
3.ออกแบบลายวงจรและต่อวงจร-ไมโครคอนโทรเลอร์								
4.เขียนโปรแกรมในการควบคุมระบบ								
5.ทดสอบอุปกรณ์เครื่องบอกสถานะการอยู่ห้อง								
6.วิเคราะห์ผลการทดลอง								
7.สรุปและจัดทำรูปเล่มปริญญานิพนธ์								

1.5 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1. ได้เครื่องบอกสถานะการอยู่ห้องและสามารถบอก เวลา วัน เดือน ปี วันที่ และอุณหภูมิ

2.นิสิตสะดวกในการทราบถึงสถานะการอยู่ห้องของอาจารย์ ได้จากเครื่องบอกสถานะการอยู่ห้องที่ติดตั้งอยู่ด้านหน้าห้องของอาจารย์

1.6 รายละเอียดงบประมาณตลอดโครงการ

มีรายละเอียดดังนี้

1. วัสดุสำหรับทำโครงสร้างเครื่องบอกสถานะการอยู่ห้อง	1,000	บาท
2. วัสดุไฟฟ้าและคอมพิวเตอร์	1,800	บาท
3. จัดทำเล่มปริญญานิพนธ์	1,200	บาท
รวมเป็นเงินทั้งสิ้น(สี่พันแปดร้อยบาท)	4,000	บาท

หมายเหตุ: ถัวเฉลี่ยทุกรายการ

มหาวิทยาลัยนเรศวร

บทที่ 2
ทฤษฎีและหลักการที่เกี่ยวข้อง

ในบทนี้จะเป็นการอธิบายถึงหลักการและทฤษฎีที่เกี่ยวข้องกับการทำงานของเครื่องบอกสถานะการอยู่ห้อง ซึ่งองค์ประกอบในเครื่องบอกสถานะการอยู่ห้องนั้นจะนำเอาอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ต่างๆ และความรู้ทางด้านการเขียนโปรแกรมคอมพิวเตอร์มาประยุกต์ใช้กับโครงงานเพื่อให้เกิดประโยชน์ โดยเครื่องบอกสถานะการอยู่ห้องมีส่วนประกอบสำคัญ 3 ส่วนดังนี้

2.1 อุปกรณ์ทางกล (Mechanic)

อุปกรณ์ทางกล (Mechanic) หมายถึงชิ้นส่วนกลไกของเครื่องบอกสถานะการอยู่ห้อง เช่น มอเตอร์ซึ่งทำหน้าที่เปลี่ยนพลังงานไฟฟ้าให้เป็นพลังงานกลในรูปแบบแรงหมุน ได้แก่

2.1.1 มอเตอร์ไฟฟ้า

มอเตอร์ คือ เครื่องกลไฟฟ้าที่ทำหน้าที่เปลี่ยนพลังงานไฟฟ้าให้เป็นพลังงานกลในรูปของการหมุนเคลื่อนที่ โดยมีประโยชน์ในการนำไปใช้งานได้อย่างกว้างขวางและถูกนำไปใช้ร่วมงานกับอุปกรณ์ไฟฟ้า เครื่องมือไฟฟ้า และเครื่องใช้ไฟฟ้าถึงประมาณ 80-90 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งมอเตอร์ไฟฟ้ามีโครงสร้างเบื้องต้นที่สำคัญมีอยู่ 2 ส่วนหลักๆ คือ ส่วนแม่เหล็กถาวร และส่วนของขดลวดตัวนำ ซึ่งมีโครงสร้างคล้ายกับเครื่องกำเนิดไฟฟ้า การทำงานของมอเตอร์ไฟฟ้าอาศัยสนามแม่เหล็ก 2 ชุดที่เกิดขึ้น ได้แก่ สนามแม่เหล็กถาวร และสนามแม่เหล็กไฟฟ้าของขดลวดตัวนำ ส่งผลให้เกิดการผลักดันกันขึ้นของสนามแม่เหล็กทั้งสอง ทำให้ขดลวดตัวนำเคลื่อนที่ที่วางอยู่กลางแม่เหล็กถาวร เกิดการหมุนเคลื่อนที่ไปได้ การหมุนเคลื่อนที่ของขดลวดตัวนำและทิศทางการเคลื่อนที่

มอเตอร์ไฟฟ้าที่ถูกผลิตขึ้นมาใช้งานนั้นแบ่งออกได้เป็น 2 ประเภทหลักๆ คือ 1.มอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรง (DC Motor) เป็นมอเตอร์ไฟฟ้าที่ต้องต่อใช้กับแหล่งจ่ายไฟฟ้ากระแสตรง (DC Source) เป็นมอเตอร์ไฟฟ้าแบบเบื้องต้นที่ถูกผลิตมาใช้งาน และ2.มอเตอร์ไฟฟ้ากระแสสลับ (AC Motor)ซึ่งเป็นมอเตอร์ไฟฟ้าที่ต้องใช้กับแหล่งจ่ายไฟฟ้ากระแสสลับ (AC Source) มอเตอร์ชนิดนี้ถูกพัฒนามาจากมอเตอร์กระแสตรง

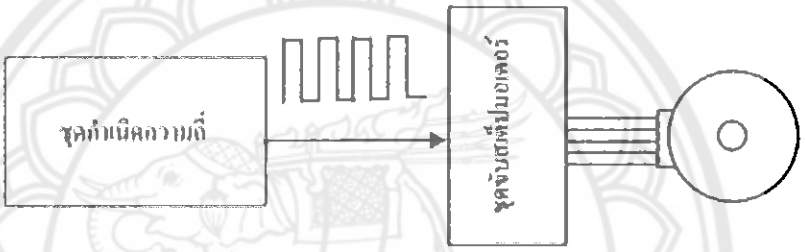
2.1.2 สเต็ปปิ้งมอเตอร์

สเต็ปปิ้งมอเตอร์ (Stepping Motor) เป็นมอเตอร์อีกแบบหนึ่งที่นิยมนำมาใช้งานกันอย่างแพร่หลาย ความสามารถของสเต็ปปิ้งมอเตอร์คือ การทำงานนั้นจะทำงานเป็นสเต็ป มีแรงบิดสูง ดังนั้นจะเห็นการใช้งานสเต็ปปิ้งมอเตอร์ในงานที่ต้องการความแม่นยำในตำแหน่งและมุมในการ

หมุน เช่น ในเครื่องพิมพ์ (เครื่องปริ๊นเตอร์แบบอิมเจ็คทั่วไป) จะมีสเต็ปปิ้งมอเตอร์ใช้ในการเลื่อนตำแหน่งของหัวพิมพ์ หรือ ในหุ่นยนต์อุตสาหกรรมที่ต้องการความแม่นยำในการหยิบจับ ไม่เว้นแม้แต่หุ่นยนต์เคลื่อนที่ขนาดเล็กบางแบบก็ใช้มอเตอร์แบบนี้เป็นตัวขับเคลื่อนก็ยังคงมีให้เห็นเสมอ

2.1.2.1 การขับสเต็ปปิ้งมอเตอร์

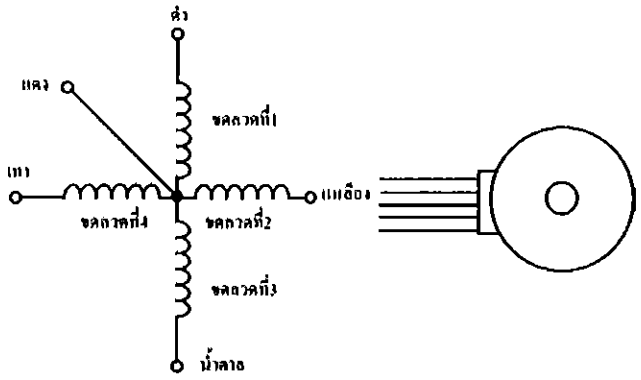
การขับสเต็ปปิ้งมอเตอร์จะต้องมีวงจรอิเล็กทรอนิกส์ที่ใช้ในการสร้างสัญญาณเพื่อส่งไปยังวงจรขับสเต็ปปิ้งมอเตอร์อีกทีหนึ่ง การสร้างสัญญาณนั้นจะต้องสร้าง และเรียงลำดับของสัญญาณด้วย และยังต้องดูตำแหน่งของสายที่ต่อเข้ากับตัวสเต็ปปิ้งอีกด้วย ไม่เหมือนกับมอเตอร์กระแสตรง ถ้าเป็นตัวเล็กๆที่ใช้ในการทดลองทั่วไป เราจะต่อสายเข้าที่ตัวมอเตอร์แบบนี้โดยตรงได้เลย ข้อเสียอีกอย่างหนึ่งของสเต็ปปิ้งมอเตอร์คือ ขีดจำกัดในความเร็ว โดยที่ตัวสเต็ปปิ้งมอเตอร์จะไม่สามารถหมุนเร็วมากๆได้ (แต่สามารถทำให้หมุนช้าๆได้) ดังรูปที่ 2.1



รูปที่ 2.1 แสดงลักษณะการทำงานของมอเตอร์สเต็ปปิ้ง

2.1.2.2 หลักการทำงานของสเต็ปปิ้งมอเตอร์

สเต็ปปิ้งมอเตอร์ที่นิยมใช้กันมากจะเป็นแบบยูนิโพล่าร์ ซึ่งภายในตัวสเต็ปปิ้งมอเตอร์จะประกอบด้วยชุดขดลวดจำนวน 4 ขด ซึ่งแต่ละขดอาจจะเรียกเป็นเฟสก็ได้ ดังรูปที่ 2.2 โดยปกติแล้วสเต็ปปิ้งมอเตอร์จะมีสาย 5 เส้น หรือ มากกว่านั้น โดย 4 เส้นจะเป็นสายของแต่ละขดลวด และสายที่ 5 จะเป็นสายคอมมอน หรือสายรวม



รูปที่ 2.2 การต่อขดลวดภายในของสเต็ปปิ้งมอเตอร์

เมื่อดูจากภาพภายในการต่อขดลวด ซึ่งจะมีอยู่ด้วยกันทั้งหมด 4 ขด เรียงลำดับกันไป เมื่อต้องการให้สเต็ปปิ้งทำงานนั้นจะต้องป้อนไฟเข้าที่ขดใดขดหนึ่งก่อน (โดยการป้อนเป็นลักษณะสัญญาณพลันเข้าไป) จากนั้นก็ป้อนขดถัดไป โดยจะต้องเรียงลำดับให้ถูกต้องด้วย

2.1.2.3 การควบคุมการหมุน

การกระตุ้นเฟสสามารถแบ่งการกระตุ้นเฟสออกได้เป็นอีก 3 วิธีด้วยกันคือ

1) การกระตุ้นเฟสแบบฟูลสเต็ป 1 เฟส (Single-Phase Driver) หรือแบบเวฟ จะเป็นการป้อนกระแสไฟให้กับขดลวดของมอเตอร์ทีละขด โดยจะป้อนกระแสเรียงตามลำดับกันไป ดั้งนั้นกระแสที่ไหลในขดลวดจะทำการไหลในทิศทางเดียวกันทุกขดลวด ลักษณะเช่นนี้จึงทำให้แรงขับของมอเตอร์มีน้อย

ตารางที่ 2.1 การกระตุ้นเฟสแบบฟูลสเต็ป 1 เฟส

Step	#1	#2	#3	#4
1	1	0	0	0
2	0	1	0	0
3	0	0	1	0
4	0	0	0	1

2) การกระตุ้นเฟสแบบฟูลสเต็ป 2 เฟส (Two-Phase Driver) เป็นการป้อนกระแสให้กับขดลวด 2 ขด ของ มอเตอร์พร้อมๆกันไป และจะกระตุ้นเรียงถัดกับไปเช่นเดียวกับแบบหนึ่งเฟส ดังนั้นการกระตุ้นแบบนี้จึงต้องใช้กำลังไฟมากขึ้นและจะทำให้มีแรงบิดของมอเตอร์มากกว่าการกระตุ้นแบบ 1 เฟส

ตารางที่ 2.2 การกระตุ้นเฟสแบบฟูลสเต็ป 2 เฟส

Step	#1	#2	#3	#4
1	1	1	0	0
2	0	1	1	0
3	0	0	1	1
4	1	0	0	1

3) การกระตุ้นเฟส แบบฮาล์ฟสเต็ป (Half Step Motor) หรือOne-Two Phase Driver คือการกระตุ้นเฟสแบบฟูลสเต็ป 1 เฟส และ 2 เฟส เรียงลำดับกันไปแรงบิดที่ได้จากการกระตุ้นเฟสแบบนี้

จะมีเพิ่มมากขึ้นเพราะช่วงของสเต็ปมีระยะสั้นลง ในการกระตุ้นแบบนี้ เราจะต้องมีการกระตุ้นที่เฟสถึง 2 ครั้ง จึงจะได้ระยะของสเต็ปเท่ากับการกระตุ้นเพียงครั้งเดียวของแบบฟูลสเต็ป 2 แบบแรก ความละเอียดของการหมุนตำแหน่งองศาต่อสเต็ปก็เป็นสองเท่าของแบบแรกความถูกต้องของตำแหน่งที่กำหนดจึงมีมากขึ้น

ตารางที่ 2.3 การกระตุ้นเฟส แบบฮาล์ฟสเต็ป

Step	#1	#2	#3	#4
1	1	0	0	0
2	1	1	0	0
3	0	1	0	0
4	0	1	1	0
5	0	0	1	0
6	0	0	1	0
7	0	0	0	1
8	1	0	0	1

2.2 อุปกรณ์ไฟฟ้าอิเล็กทรอนิกส์ (Electronics)

อุปกรณ์ไฟฟ้าอิเล็กทรอนิกส์ หมายถึง อุปกรณ์ที่ทำหน้าที่ในการควบคุมการไหลของกระแสฟ้าการเปิด-ปิดวงจร การกำจัดกระแสและการแปลงพลังงานต่างๆให้กลายเป็นพลังงานไฟฟ้า ซึ่งอุปกรณ์ไฟฟ้าอิเล็กทรอนิกส์มีด้วยกันหลายประเภท หลายชนิด สามารถแบ่งออกได้เป็น 2 ประเภท ได้แก่

2.2.1 อุปกรณ์ไฟฟ้าอิเล็กทรอนิกส์แบบแพสซีฟ (Passive)

หมายถึงอุปกรณ์ไฟฟ้าอิเล็กทรอนิกส์ที่สามารถทำงานได้โดยไม่ต้องอาศัยไฟเลี้ยง ประกอบด้วย

2.2.1.1 ตัวต้านทาน (Resister) เป็นอุปกรณ์ที่ใช้ในการต้านทานการไหลของกระแสไฟฟ้า ทำหน้าที่ในการลดแรงดันและจำกัดการไหลของกระแสไฟฟ้าภายในวงจร ตัวต้านทานมีรูปแบบและขนาดที่แตกต่างกันขึ้นอยู่กับลักษณะของการใช้งาน

2.2.1.2 ตัวเก็บประจุ (Capacitor) เรียกอีกอย่างหนึ่งว่า คอนเดนเซอร์ (C) มีหน่วยเป็นฟารัด (Farad) เป็นอุปกรณ์ที่ใช้ในการเก็บประจุ (Charge) และสามารถคายประจุ (Discharge)

ได้โดยนำสารตัวนำ 2 ชิ้นมาวางในลักษณะขนานใกล้ๆกันแต่ไม่ได้ติดกันระหว่างตัวนำทั้งสองจะถูกกั้นด้วยฉนวนที่เรียกว่า ไดอิเล็กตริก

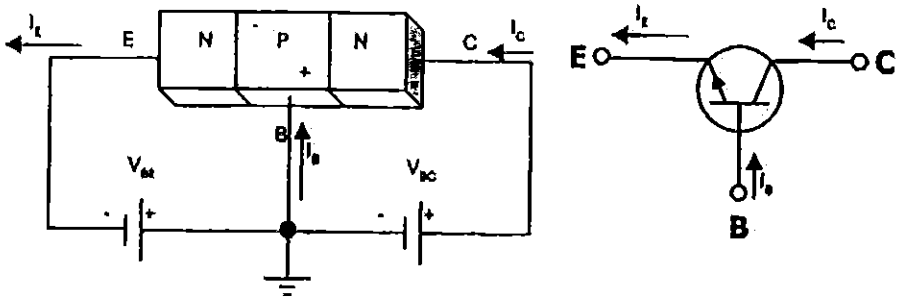
2.2.1.3 ตัวเหนี่ยวนำ (Inductor) เรียกอีกชื่อหนึ่งว่า อินดักเตอร์ (L) มีหน่วยเป็นเฮนรี่ (Henry) เป็นอุปกรณ์ที่ใช้ในการเหนี่ยวนำไฟฟ้า โดยอาศัยหลักการของสนามแม่เหล็กตัดผ่านขดลวดจะทำให้เกิดการไหลของกระแสไฟฟ้าในขดลวดและจะทำให้เกิดการเหนี่ยวนำขึ้น

2.2.2 อุปกรณ์ไฟฟ้าอิเล็กทรอนิกส์แบบแอ็คทีฟ (Active)

หมายถึงอุปกรณ์ไฟฟ้าอิเล็กทรอนิกส์ที่ต้องอาศัยไฟเลี้ยงถึงจะทำงานส่วนใหญ่จะเป็นอุปกรณ์จำพวกสารกึ่งตัวนำ ประกอบด้วย

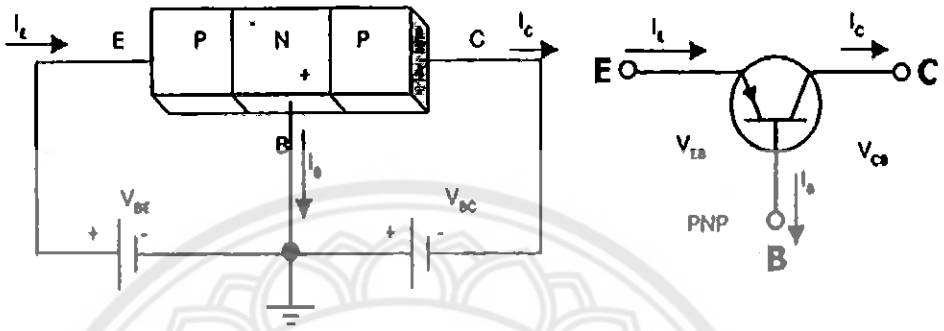
2.2.2.1 ทรานซิสเตอร์ (Transistor) เป็นอุปกรณ์สารกึ่งตัวนำที่สามารถควบคุมการไหลของอิเล็กตรอนได้ ใช้ทำหน้าที่ขยายสัญญาณไฟฟ้า เปิด/ปิดสัญญาณไฟฟ้า และควบคุมแรงดันไฟฟ้าให้คงที่ เป็นต้น การทำงานของทรานซิสเตอร์เปรียบได้กับวาล์วควบคุมที่ทำงานด้วยสัญญาณไฟฟ้าที่ขาเข้าเพื่อปรับขนาดกระแสไฟฟ้าขาออกที่จ่ายมาจากแหล่งจ่ายไฟ ประกอบด้วยวัสดุเซมิคอนดักเตอร์ที่มีอย่างน้อยสามขั้วไฟฟ้าเพื่อเชื่อมต่อกับวงจรภายนอก แรงดันหรือกระแสไฟฟ้าที่ป้อนให้กับขั้วทรานซิสเตอร์หนึ่งคู่ จะมีผลให้เกิดการเปลี่ยนแปลงในกระแสที่ไหลผ่านในขั้วทรานซิสเตอร์อีกคู่หนึ่ง เนื่องจากพลังงานที่ถูกควบคุม(เอาท์พุต) จะสูงกว่าพลังงานที่ใช้ในการควบคุม(อินพุต) ทรานซิสเตอร์จึงสามารถขยายสัญญาณได้ ปัจจุบันทรานซิสเตอร์บางตัวถูกประกอบขึ้นมาต่างหากแต่ยังมีอีกมากที่พบฝังอยู่ในแผงวงจรรวม ทรานซิสเตอร์แบ่งออกเป็น 2 ประเภทคือทรานซิสเตอร์แบบเอ็นพีเอ็นและทรานซิสเตอร์แบบพีเอ็นพี แต่ละชนิดมีการทำงานดังนี้

- ทรานซิสเตอร์ชนิด เอ็นพีเอ็น การป้อนแรงดันไฟฟ้าให้กับทรานซิสเตอร์ชนิดเอ็นพีเอ็น คือ การจ่ายไฟลบให้ขา E เมื่อเทียบกับ ที่จ่ายให้ขา B และจ่ายไฟบวกให้ขา C เมื่อเทียบกับไฟลบที่จ่ายให้ขา B มีทั้งไฟบวกและไฟลบ แต่การ เทียบศักย์ ฟอร์เวิร์ด นั้นจะเทียบระหว่างขา B กับขา E เท่านั้นทำให้ขา B ซึ่งเป็นสาร พี ได้รับแรงไฟ ฟอร์เวิร์ด คือเป็นไฟบวกเมื่อเทียบกับขา E เท่านั้นแสดงดังรูป



รูปที่ 2.3 แสดงการทำงานของทรานซิสเตอร์ชนิดเอ็นพีเอ็น

- ทรานซิสเตอร์ชนิด พีเอ็นพี การป้อนแรงดันไฟฟ้าให้กับทรานซิสเตอร์ชนิด พีเอ็นพี โดยการจ่ายไฟบวกให้ขา E เมื่อเทียบ กับไฟลบที่จ่ายให้ขา B และจ่ายไฟลบเข้าขา C เมื่อเทียบกับไฟบวกที่จ่ายให้ขา B ทำให้ขา B มีทั้ง ไฟลบและไฟบวก ทำให้ขา B ซึ่งเป็นสาร N ได้รับฟอร์เวิร์ดไบอัส คือ เป็นลบเมื่อเทียบกับขา E เท่านั้น แสดงดังรูปที่ 2.4



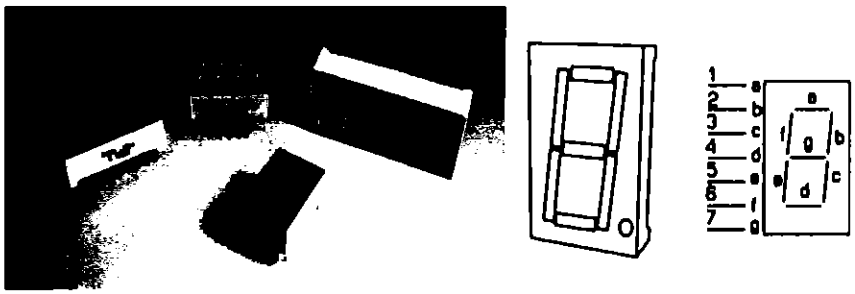
รูปที่ 2.4 แสดงการทำงานของทรานซิสเตอร์ชนิดพีเอ็นพี

2.2.2.2 ไดโอด (Diode) เป็นอุปกรณ์ที่ทำจากสารกึ่งตัวนำ พี-เอ็น สามารถควบคุมให้กระแสไฟฟ้าจากภายนอกไหลผ่านตัวมันได้ทิศทางเดียว ไดโอดประกอบด้วยขั้ว 2 ขั้ว คือ แอโนด (Anode; A) ซึ่งต่ออยู่กับสารกึ่งตัวนำชนิด พี และ คาโทด (Cathode; K) ซึ่งต่ออยู่กับสารกึ่งตัวนำชนิด เอ็น

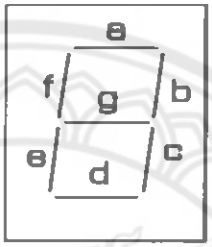
2.2.2.3 ชุดขับมอเตอร์ (Motor driver) เป็นอุปกรณ์ควบคุมความเร็วรอบของมอเตอร์ไฟฟ้าที่ปรับเปลี่ยนความเร็วรอบให้เหมาะสมกับสภาวะของโหลด เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพการทำงานของมอเตอร์ในกระบวนการต่างๆ ส่วนทิศทางการหมุนของมอเตอร์นั้นจะขึ้นอยู่กับขั้วของแหล่งจ่าย

2.2.2.4 อุปกรณ์แสดงผล (output device) เป็นอุปกรณ์ที่ใช้ในการแสดงเวลา ชั่วโมง นาที วินาที ในที่นี้จะใช้ ตัวแสดงผล 7 ส่วนจำนวน 6 หลักในการแสดงผล

ตัวแสดงผล 7 ส่วน (7-Segment) เป็นอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ประเภทหน้าจอแสดงผลเช่นเดียวกับไดโอดเปล่งแสงหรือไดโอดเปล่งแสง ตัวแสดงผลเจ็ดส่วนเองนั้นภายในก็คือไดโอดเปล่งแสง 7 ตัว (หรือมากกว่า) มาต่อกันเป็นรูปตัวเลข 8



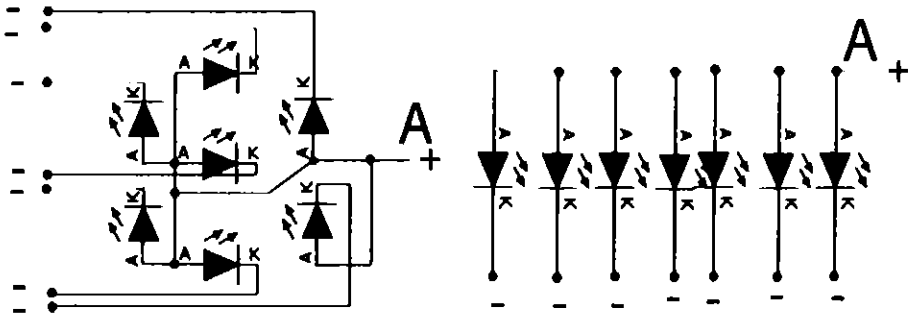
รูปที่ 2.5 ส่วนประกอบของ 7-Segment



รูปที่ 2.6 แสดงตำแหน่งส่วนแสดงผล A- G

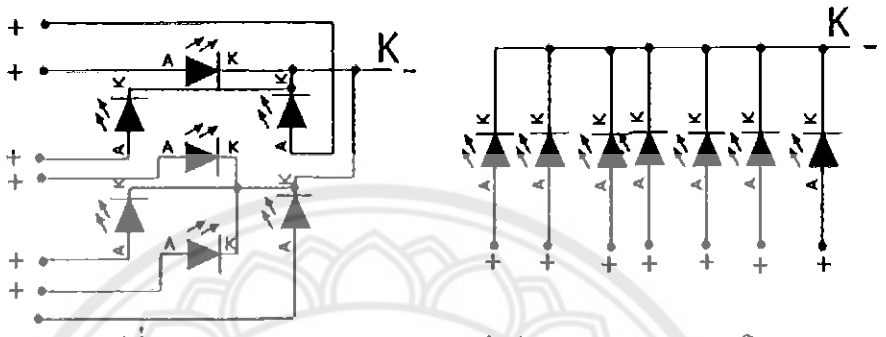
การต่อ ไดโอเปล่งแสง ภายในตัวแสดงผลเจ็ดส่วนทำได้ 2 แบบ คือ **แบบคอมมอน** A (แอโนด) และแบบคอมมอน K (คาโทด) ดังนี้

- การต่อแบบคอมมอนแอโนด (Common Anode)เป็นการนำเอา**ขาแอโนด ของ** แอลอีดีแต่ละตัวมาต่อร่วมกันเป็นจุดร่วม (Common) ส่วนขาที่เหลือใช้เป็นอินพุต **คอยรับ**สถานะลอจิก ซึ่งจะต้องป้อนอินพุตลอจิกเป็นค่าลอจิกสูงการต่อแบบคอมมอน A เราจะ**ใช้ขั้วลบ** (-) ป้อนให้ที่ขา A - G ส่วนไฟบวก (+) จะมาป้อนที่จุดรวมของขา A



รูปที่ 2.7 แสดงการนำเอา ไดโอดเปล่งแสง มาต่อกัน แบบคอมมอนแอโนด

- การต่อแบบคอมมอนคาโทด คือการนำเอาขาคาโทดของไดโอดเปล่งแสงแต่ละตัวมาต่อร่วมกันเป็นจุดร่วมเหมือนกับคอมมอนแอโนด แต่คอมมอนคาโทด จะต้องป้อนอินพุตเป็นค่าลอจิกต่ำ การต่อแบบคอมมอน K เราจะใช้ขั้วบวก (+) ป้อนให้ที่ขา A - G ส่วนไฟลบ (-) จะมาป้อนที่จุดรวมของขา K

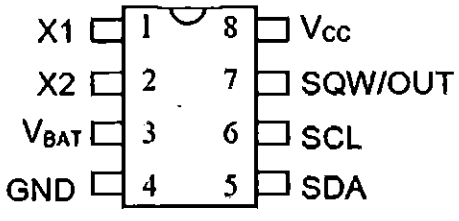


รูปที่ 2.8 แสดงการนำเอา LED มาต่อกัน แบบคอมมอนคาโทด

2.2.2.5 ระบบฐานเวลา RTC (Real Time Clock) ด้วย DS1307

ระบบฐานเวลา เป็นสิ่งสำคัญที่สามารถนำไปใช้ในอุปกรณ์อีเล็กโทรนิกส์ได้หลากหลาย ภายในไมโครคอนโทรเลอร์เองก็มีไทเมอร์เพื่อใช้ในการจับเวลา หรือนำไปใช้เป็นฐานเวลาจริงได้เช่นกัน แต่เนื่องจากไมโครคอนโทรเลอร์สามารถทำงานได้ต่อเมื่อมีไฟเลี้ยงเท่านั้น ดังนั้นการใช้ไทเมอร์ของไมโครคอนโทรลเลอร์ สร้างฐานเวลาจริงจึงไม่เหมาะสมในบางแอปพลิเคชัน

DS1307 เป็น IC ฐานเวลาของดัลลัสเซมิคอนดักเตอร์(Dallas Semiconductor) มีบัสรับส่งข้อมูลแบบ I²C ซึ่งเป็นแบบ 2 สาย สามารถสื่อสารได้ 2 ทิศทาง(bi-direction bus) ฐานเวลาของ DS1307 นั้นสามารถเก็บข้อมูล วินาที, นาที, ชั่วโมง, วัน, วันที่, เดือน และปี ได้ ระบบเวลาสามารถทำงานได้ในรูปแบบ 24 ชั่วโมง หรือ 12 ชั่วโมง ภายในมีระบบตรวจจับแหล่งจ่ายไฟ โดยถ้าแหล่งจ่ายไฟหลักถูกตัดไป DS1307 สามารถสลับไปใช้ไฟจากแบตเตอรี่ และทำงานต่อไปได้ โดยที่ยังสามารถรักษาข้อมูลไว้ได้ โครงสร้างมีขาทั้งหมด 8 ขาดังแสดงในรูปที่ 2.10 และมีรายละเอียดการทำงานของขาต่าง ๆ ดังนี้

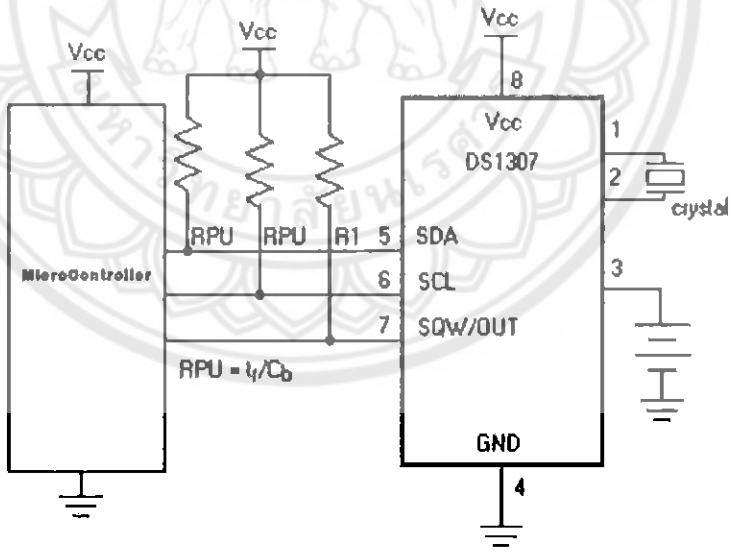


รูปที่ 2.9 ตำแหน่งขาไอซี RTC DS1307

ข้อมูลขาไอซี RTC DS1307 ประกอบด้วย

VCC	ใช้ต่อไฟเลี้ยง +5 โวลต์
GND	ใช้ต่อกราวด์
VBAT	ใช้ต่อกับแบตเตอรี่ 3 โวลต์ เพื่อรักษาการทำงาน ในกรณีที่ไม่มีไฟเลี้ยงจ่าย
SDA	ขารับส่งข้อมูลด้วยระบบบัส I²C
SCL	ขาสัญญาณนาฬิกาสำหรับการรับส่งข้อมูลด้วยระบบบัส I²C
SQW/OUT	ขาเอาท์พุตสัญญาณ Square Wave สามารถเลือกความถี่ได้
X1, X2	ใช้ต่อกับคริสตอลความถี่มาตรฐาน 32.768 กิโลเฮิรตซ์ เพื่อสร้างฐานเวลาจริงให้กับไอซี

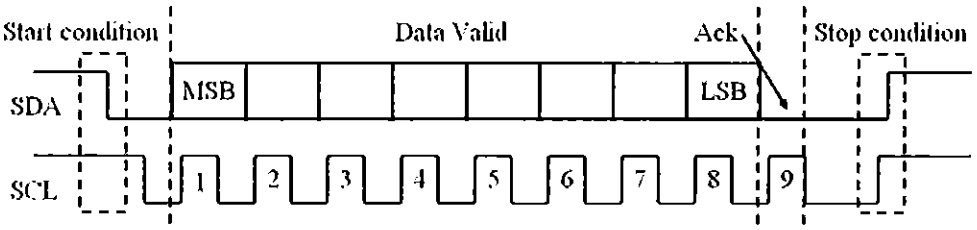
การต่อใช้งานร่วมกับไมโครคอนโทรลเลอร์ด้วยระบบบัส I²C นั้นสามารถทำได้โดยต่อตัวต้านทานพูลอัพในกรณีที่ต้องการต่อร่วมกับอุปกรณ์สเลฟหลายตัว ก็สามารถทำได้โดยต่ออุปกรณ์สเลฟขนานกันไป การติดต่อสื่อสารระหว่างอุปกรณ์มาสเตอร์กับสเลฟแต่ละตัวนั้นจะถูกแยกโดยที่อยู่ของอุปกรณ์สเลฟซึ่งจะถูกส่งจากอุปกรณ์มาสเตอร์ไปยังอุปกรณ์สเลฟก่อนเริ่มการรับส่งข้อมูล



รูปที่ 2.10 การเชื่อมต่อ DS1307 เข้ากับไมโครคอนโทรลเลอร์ด้วยระบบบัสแบบ I²C

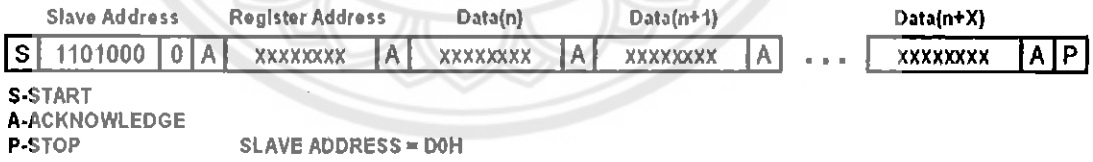
การรับส่งข้อมูลระหว่าง DS1307 กับ ไมโครคอนโทรลเลอร์นั้น SDA จะเปลี่ยนระดับสัญญาณในช่วงที่ SCL มีระดับสัญญาณเป็นลอจิกต่ำเท่านั้นตามมาตรฐานการส่งข้อมูลแบบ I²C นี้สามารถส่งข้อมูลด้วยความถี่สัญญาณนาฬิกาสูงสุด 100 กิโลเฮิรตซ์ ที่โหมดการทำงานธรรมดา และ 400 กิโลเฮิรตซ์ ที่โหมดการทำงานแบบเร็ว แต่สำหรับ DS1307 สามารถทำงานได้ในโหมดธรรมดา

เท่านั้นตอบรับ (Acknowledge) เกิดขึ้นหลังจากที่มีการรับส่งข้อมูลครบแล้ว โดยอุปกรณ์มาสเตอร์ต้องสร้างสัญญาณนาฬิกาบน SCL เพิ่มอีกลูก อุปกรณ์ที่เป็นตัวรับข้อมูลจะดึงระดับสัญญาณบน SDA ให้เป็นลอจิกต่ำเพื่อให้ตัวส่งรับรู้ว่าตัวรับได้รับข้อมูลครบแล้ว



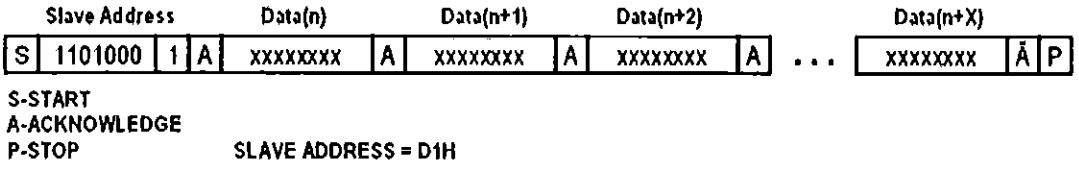
รูปที่ 2.11 การรับส่งข้อมูลผ่านบัส I²C

ในการรับส่งข้อมูลผ่านบัส I²C อุปกรณ์มาสเตอร์จะเป็นผู้สร้างสัญญาณนาฬิกาบน SDA และเป็นตัวควบคุมสถานะเริ่มและหยุดเพื่อควบคุมการรับส่งข้อมูลทั้งหมดการส่งข้อมูลไปยังอุปกรณ์ DS1307 ดังแสดงในรูปที่ 2.12 ไมโครคอนโทรลเลอร์ต้องสร้างสภาวะเริ่มก่อน จากนั้นต้องส่งที่อยู่ของDS1307 ขนาด 7 บิตซึ่งมีค่าเป็น 1101000 และตามด้วยบิตระบุทิศทางของข้อมูล ในกรณีที่เป็นการเขียนข้อมูลลง DS1307 จะต้องเป็นค่าลอจิกต่ำจากนั้นไมโครคอนโทรเลอร์จะต้องส่งตำแหน่งที่อยู่ภายในรีจิสเตอร์ของ DS1307 ที่ต้องการเขียนข้อมูลลง แล้วจึงค่อยเขียนข้อมูลลง โดยในการส่งข้อมูลแต่ละไบต์จะต้องรอบิต Ack จาก DS1307 ทุกไบต์ เมื่อส่งจนครบแล้ว ถึงจะสร้างสภาวะหยุดเพื่อกลับสู่สถานะว่าง



รูปที่ 2.12 การเขียนข้อมูลอุปกรณ์สเลฟผ่านบัส I²C

การรับข้อมูลจากอุปกรณ์สเลฟดังแสดงในรูปที่ 2.14 เริ่มแรกไมโครคอนโทรลเลอร์ต้องสร้างสภาวะ Start ก่อน จากนั้นต้องส่ง Address ของ DS1307 ขนาด 7 บิตซึ่งมีค่าเป็น 1101000 และตามด้วยบิตระทิศทางของข้อมูล ในกรณีที่เป็นการอ่านข้อมูลจาก DS1307 จะต้องเป็นค่าลอจิกสูง จากนั้นจึงค่อยรับข้อมูลจากอุปกรณ์สเลฟทีละไบต์โดยตำแหน่งที่อ่านเข้ามาจะขึ้นอยู่กับตำแหน่งรีจิสเตอร์พอยท์เตอร์ซึ่งจะเป็นตำแหน่งท้ายสุดที่ได้ทำการเขียนข้อมูลไว้เมื่ออ่านข้อมูลครบแต่ละไบต์อุปกรณ์ มาสเตอร์ ต้องส่ง Acknowledge บิตกลับไปให้อุปกรณ์สเลฟด้วยในกรณีที่เป็นไบต์สุดท้าย อุปกรณ์มาสเตอร์ต้องส่ง "not acknowledge" กลับไป



รูปที่ 2.13 การอ่านข้อมูลจากอุปกรณ์สเลฟผ่านบัส I²C

ภายใน DS1307 มีรีจิสเตอร์ภายในใช้เก็บข้อมูลเวลาขนาด 7 ไบต์ 00H-06H ดังแสดงในรูปที่ 2.15 ข้อมูลค่าเวลาและวันที่จะถูกเก็บอยู่ในรูปของเลขฐาน 10 สามารถเลือกได้ว่าให้ทำงานแบบ 12 ชั่วโมง หรือ 24 ชั่วโมง โดยกำหนดที่บิตที่ 6 ที่แอดเดรส 02H โดยถ้าเป็นค่าลอจิกสูง จะเป็นการทำงานในโหมด 12 ชั่วโมง และเมื่อเลือกแบบ 12 ชั่วโมง ที่บิต 5 ในแอดเดรส 02H นั้นจะใช้แสดงค่า AM/PM โดยถ้าบิตนี้เป็นค่าลอจิกสูง จะเป็น PM ในกรณีที่แสดงแบบ 24 ชั่วโมง บิตนี้จะใช้ในการแสดงค่าของหลักสิบในของหน่วยชั่วโมงด้วย

รีจิสเตอร์ภายในไอซีฐานเวลา DS1307 ที่แอดเดรส 07H เป็นรีจิสเตอร์ควบคุมการทำงานของ SQW/OUT โดยมีรายละเอียดดังนี้

1. OUT (Out control) ใช้ควบคุมเอาท์พุต

2. SQWE (Square Wave Enable) ใช้ควบคุมออสซิลเลเตอร์ภายใน DS1307 โดยถ้าบิตนี้เป็นค่าลอจิกสูง จะเป็นการเปิดออสซิลเลเตอร์

3. RS (Rate Select) ใช้ควบคุมความถี่ของรูปคลื่นสี่เหลี่ยม(Square wave)เมื่อเปิดการทำงานของออสซิเลเตอร์ โดยสามารถปรับเปลี่ยนความถี่ได้ 4 ความถี่ด้วยกัน

ตารางที่ 2.4 รีจิสเตอร์ภายในไอซีฐานเวลา DS1307

	BIT7							BIT0	
00H	CH	10 SECONDS			SECONDS				00-59
	0	10 MINUTES			MINUTES				00-59
	0	12/24	10 HR A/P	10 HR	HOURS				01-12 00-23
	0	0	0	0	0	DAY			1-7
	0	0	10 DATE		DATE				
	0	0	0	10 MONTH	MONTH				01-12
	10 YEAR				YEAR				00-99
07H	OUT	0	0	SQWE	0	0	RS1	RS0	

2.2.2.6 เซนเซอร์ตรวจวัดอุณหภูมิ DHT11 เป็นอุปกรณ์ทางอิเล็กทรอนิกส์ที่ทำหน้าที่ตรวจวัดอุณหภูมิและค่าความชื้นแล้วนำค่าที่ตรวจวัดได้ส่งไปยังไมโครคอนโทรลเลอร์ เพื่อให้ไมโครคอนโทรลเลอร์นำค่าอุณหภูมิที่ตรวจวัดได้ไปแสดงผลออกทางอุปกรณ์แสดงผล

1) คุณสมบัติเซนเซอร์ตรวจวัดอุณหภูมิ DHT11

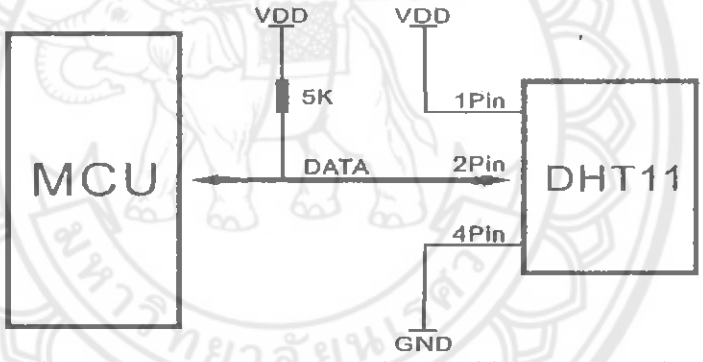
- ย่านวัดความชื้น 20-90 เปอร์เซ็นต์ โดยมีค่าความแม่นยำ +-5 เปอร์เซ็นต์ ความละเอียดในการวัด 1 เปอร์เซ็นต์ แสดงผลแบบ 8 บิต

- ย่านวัดอุณหภูมิ 0-50 องศาเซลเซียส โดยมีค่าความแม่นยำ +-2 องศาเซลเซียส ความละเอียดในการแสดงผลแบบ 8 บิต

- พิกัดกระแส 0.5-2.5 มิลลิแอมป์(ขณะทำการวัดค่า) ที่ระดับแรงดัน 3-5.5 VDC

- อ่านค่าสัญญาณ (Sample Rate) ทุก 1 วินาที

2) การใช้งานร่วมกับไมโครคอนโทรลเลอร์



รูปที่ 2.14 การเชื่อมต่อกับไมโครคอนโทรลเลอร์

จากรูปที่ 2.14 จะมีการต่อขาใช้งานดังนี้

- Pin 1 ต่อกับแหล่งจ่ายแรงดัน
- Pin 2 ต่อเป็นขาข้อมูล
- Pin 3 ไม่ได้ใช้
- Pin 4 ลงกราวด์

โดยใช้แหล่งจ่ายแรงดัน ขนาด 3-5.5 โวลต์ ซึ่งข้อดีคือจะทำให้ DHT11 สามารถใช้งานได้กับ Arduino หลายรุ่น ทั้งรุ่นที่มีแรงดัน 3.3 โวลต์ อย่าง Arduino Due หรือรุ่น UNO และ Mega/Mega ADK

- การส่งข้อมูลของเซ็นเซอร์ตรวจวัดอุณหภูมิ เซ็นเซอร์ตรวจวัดอุณหภูมิจะติดต่อกับไมโครคอนโทรลเลอร์ด้วยวิธีการสื่อสารอนุกรมสองทางโดยใช้สายเส้นเดียว โดยจะใช้สายสัญญาณเพียงเส้นเดียวรับส่งข้อมูลกับไมโครคอนโทรลเลอร์

2.3 อุปกรณ์ควบคุมคอนโทรลเลอร์ (Controller)

อุปกรณ์ควบคุมคอนโทรลเลอร์ คือ สมองกลที่ควบคุมการทำงานของอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ต่างๆ เช่น สมองกลที่ประดิษฐ์จากอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ คอมพิวเตอร์ชนิดแผงวงจรสำเร็จรูป เครื่องควบคุมเชิงตรรกะที่สามารถโปรแกรมได้ และคอมพิวเตอร์ส่วนบุคคล ในการควบคุมการทำงานที่ไม่มีเงื่อนไขการทำงานมากนัก สามารถใช้อุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์พื้นฐานแทนได้ เช่น ตัวต้านทาน ตัวเก็บประจุ ทรานซิสเตอร์ มาประกอบกันเป็นวงจรควบคุมการทำงานของสายพานลำเลียงได้

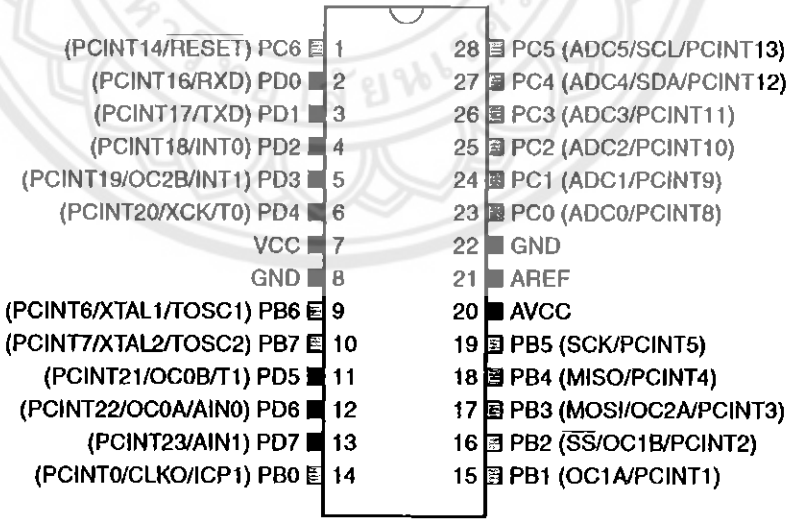
ในการทำงานที่มีเงื่อนไขการทำงานมากขึ้น เราจำเป็นต้องเพิ่มความสามารถให้กับสมองกล ไมโครคอนโทรลเลอร์ (Microcontroller) จึงถูกคิดค้นขึ้นมาเพื่อแทนที่วงจรอิเล็กทรอนิกส์พื้นฐานที่กล่าวมาข้างต้น ไมโครคอนโทรลเลอร์ สามารถเปลี่ยนแปลงเงื่อนไขการทำงานได้ ด้วยการเปลี่ยนโปรแกรมลำดับการควบคุมบนเครื่องคอมพิวเตอร์ส่วนบุคคล เนื่องจากไมโครคอนโทรลเลอร์ มีราคาไม่แพง ต้องการแหล่งจ่ายไฟต่ำ จึงเป็นที่นิยมใช้กันมากสำหรับการสร้างสมองกล ใช้อยู่ในคอมพิวเตอร์ชนิดแผงวงจรสำเร็จรูปคอมพิวเตอร์ชนิดแผงวงจรสำเร็จรูปเป็นเครื่องควบคุมที่มีการทำงานเหมือนกับคอมพิวเตอร์ส่วนบุคคล เพียงแต่ทุกอย่างจะถูกย่อลงมาอยู่ในแผงวงจรเล็กๆเพียงแผงเดียว นิยมใช้ในงานที่มีเงื่อนไขในการทำงานมาก หรือ การควบคุมที่ซับซ้อน

2.3.1 ไมโครคอนโทรลเลอร์AVR และโปรแกรมอาร์ดุยโน่

"Arduino" เป็น ภาษาอิตาลี ซึ่งใช้เป็นชื่อของโครงการพัฒนาไมโครคอนโทรลเลอร์ตระกูล AVR แบบโอเพนซอร์สที่ได้รับการปรับปรุงมาจากโครงการพัฒนาโอเพนซอร์สของโครงการหนึ่งที่ ชื่อว่า "Wiring" โดยนำซอร์สโค้ดของ Wiring มาพัฒนาปรับปรุงใหม่ ให้สามารถใช้งานได้กับไมโครคอนโทรลเลอร์ตระกูล AVR ที่มีขนาดเล็กอย่าง ATmega8 , ATmega168และ ATmega128 กรณีใช้งานขนาดใหญ่ จุดเด่นคือ เป็นแพลตฟอร์มแบบโอเพนซอร์ส คือ สามารถดาวน์โหลดไปใช้ฟรีได้และสามารถพัฒนาต่อยอด รูปแบบวงจรถูกเปิดเผย จึงง่ายต่อการประกอบวงจรใช้งานเอง ประหยัดต้นทุนการผลิตบอร์ดไปได้มากซอร์สโค้ดมีโครงสร้างพื้นฐานคล้ายภาษาซี ซึ่งเข้าใจง่าย ไม่ซับซ้อนเหมือนภาษาซีของ AVR เป็นภาษาที่สนับสนุนการใช้งาน จึงได้รับความนิยมเป็นอย่างสูง

คุณสมบัติของไมโครคอนโทรลเลอร์ตระกูล AVR

- เป็นไอซีขนาด 8-bit ใช้พลังงานต่ำ
- มีโครงสร้างภายในแบบ RISC
- มีหน่วยความจำโปรแกรมภายในแบบ Flash ขนาด 32K Bytes (ซึ่ง 2KB ใช้โดย boot loader)
- มีหน่วยความจำภายในแบบ EEPROM ขนาด 1K Bytes
- มีหน่วยความจำภายในแบบ SRAM ขนาด 2K Byte
- แรงดันไฟฟ้าปฏิบัติการ 5 โวลต์, แรงดันขาเข้า (แนะนำ) 7-12 โวลต์, แรงดันขาเข้า (จำกัด) 6-20 โวลต์
- รับแหล่งจ่ายผ่านการเชื่อมต่อ USB หรือกับแหล่งจ่ายไฟภายนอก
- มีขาดิจิตอลอินพุตและเอาท์พุต 14 ขา (ขาที่ 6 ให้ผลผลิตที่มี PWM)
- ขาสัญญาณอนาล็อกขาเข้ามีทั้งหมด 6 ขา
- กระแสไฟตรงที่ขาอินพุตเอาท์พุตมีขนาด 40 มิลลิแอมป์ กระแสไฟตรงที่แรงดัน 3.3 โวลต์ มีขนาดกรแส 50 มิลลิแอมป์
- ความเร็วสัญญาณนาฬิกา 16 เมกะเฮิรตซ์
- การจัดขาของไมโครคอนโทรลเลอร์ AVR เบอร์ ATmega328

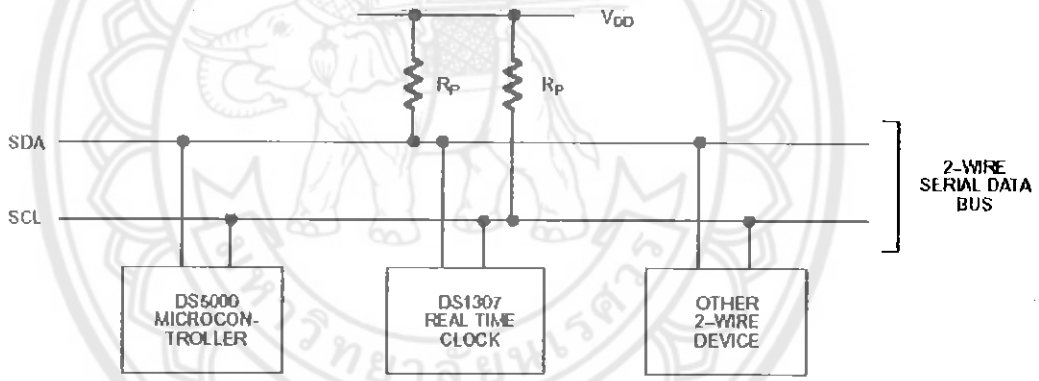


รูปที่ 2.15 แสดงรูปร่างและการจัดวางขาของไมโครคอนโทรลเลอร์ ATmega328

2.3.2 อาร์ดุยโน่กับ อุปกรณ์ I²C BUS

I²C BUS ย่อมาจาก Inter Integrate Circuit Bus (IIC) นิยมเรียกสั้นๆว่า I²C BUS เป็นการสื่อสารอนุกรม แบบซิงโครนัส (Synchronous) เพื่อใช้ติดต่อสื่อสาร ระหว่างไมโครคอนโทรลเลอร์กับอุปกรณ์ภายนอก ซึ่งถูกพัฒนาขึ้นโดยบริษัท ฟิลิปส์ เซมิคอนดัคเตอร์ (Philips Semiconductors) โดยใช้สายสัญญาณเพียง 2 เส้นเท่านั้น คือ สายสัญญาณข้อมูล(SDA) และสายสัญญาณนาฬิกา (SCL) ซึ่งสามารถเชื่อมต่ออุปกรณ์จำนวนหลายๆตัวเข้าด้วยกันได้ ทำให้ไมโครคอนโทรลเลอร์ใช้พอร์ตเพียง 2 พอร์ตเท่านั้น

การเชื่อมต่ออุปกรณ์แบบ I²C BUS ใช้สายสัญญาณ 2 เส้น คือ SCL และ SDA สำหรับติดกับอุปกรณ์แบบ 2 ทิศทาง โดยที่ขาสัญญาณทั้ง 2 จะต้องต่อกับตัวต้านทานแบบพูลอัพ 2-10K เนื่องจากเอาท์พุตมีลักษณะเป็น แบบโอเพนเดรนหรือเป็นแบบโอเพนคอลเลคเตอร์เพื่อให้เอาท์พุตเชื่อมต่อกันได้หลายตัว



รูปที่ 2.16 ลักษณะการการเชื่อมต่ออุปกรณ์แบบ I²C BUS

2.3.2.1 การเขียนและอ่านข้อมูลกับอุปกรณ์แบบ I²C BUS

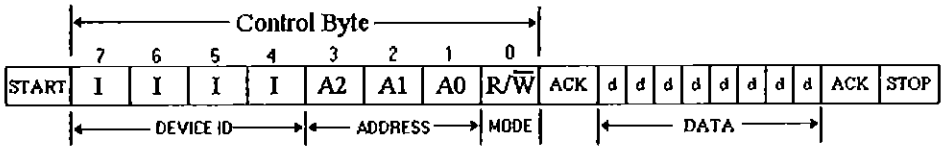
การรับและส่งข้อมูลแบบ I²C BUS MCU จะเริ่มต้นการส่งข้อมูลด้วยการ

1) ส่งสถานะเริ่มต้น (START Conditions) เพื่อแสดงการขอใช้บัส

2) แล้วตามด้วยรหัสควบคุม (Control Byte) ซึ่งประกอบด้วยรหัสประจำตัวอุปกรณ์ Device ID , Device Address และ Mode ในการเขียนหรืออ่านข้อมูล

3) เมื่ออุปกรณ์ รับทราบว่าไมโครคอนโทรลเลอร์ต้องการ จะติดต่อด้วยก็ต้องส่งสถานะรับรู้หรือแจ้งให้ไมโครคอนโทรลเลอร์รับรู้ว่าข้อมูลที่ได้ส่งมามีความถูกต้อง

4) และเมื่อสิ้นสุดการส่งข้อมูล MCU จะต้องส่ง สถานะสิ้นสุด (STOP Conditions) เพื่อบอกกับอุปกรณ์ว่า สิ้นสุดการใช้บัส สถานะบัสว่าง คือเมื่อบัสไม่ได้ถูกใช้งาน ทั้ง SCL และ SDA จะเป็น 1 ทั้งคู่



รูปที่ 2.17 รูปแบบการเขียน/อ่านข้อมูลแบบ I²C BUS

2.3.2.2 การกำหนดสถานะเริ่มต้นและสถานะสิ้นสุดของ I²C BUS (Start and Stop Conditions)

ลักษณะการกำหนดสถานะเริ่มต้นและสถานะสิ้นสุดของ I²C BUS

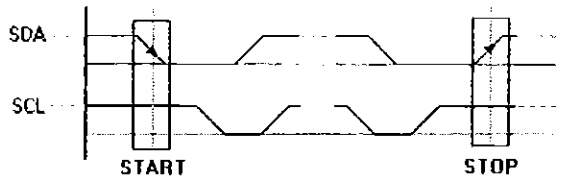
1) เมื่อต้องการส่งข้อมูล MCU จะต้องส่งสถานะเริ่มต้น (START Conditions) คือให้ SDA เปลี่ยนจาก 1 มาเป็น 0 ในขณะที่ SCL มีค่าเป็น 1

2) เมื่อสิ้นสุดการการใช้บัส MCU จะต้องส่งสถานะสิ้นสุด (STOP Conditions) คือให้ SDA เปลี่ยนจาก 0 มาเป็น 1 ในขณะที่ SCL มีค่าเป็น 1

รหัสควบคุมของ I²C BUS (Control Byte) ประกอบด้วยรหัสประจำตัวของอุปกรณ์ (Device ID) ประกอบด้วยบิต 1-7 และบิต 0

1) รหัสประจำตัวของอุปกรณ์ ประกอบด้วยรหัสประจำตัวจากผู้ผลิต Product ID 4 บิต (บิต 4-7) ที่เปลี่ยนแปลงแก้ไขไม่ได้ และ Device Address 3 บิต (บิต 1-3) ซึ่งผู้ใช้ สามารถ กำหนดเองได้ รวมแล้วเป็นรหัส 7 บิต ใช้ระบุตัวอุปกรณ์ ที่ต่ออยู่บนบัส จะมีค่าซ้ำกันไม่ได้ 0 เป็นบิตควบคุมการเขียนอ่าน

2) บิตควบคุมการเขียนอ่าน (Mode) บิต 0 เมื่อ MCU ต้องการเขียนข้อมูลไปยังอุปกรณ์ก็กำหนดให้บิตนี้เป็น 0 และเมื่อต้องการ อ่านข้อมูล จากอุปกรณ์ ก็กำหนดให้บิตนี้เป็น 1

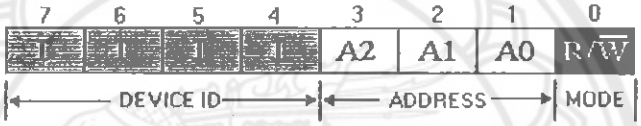


รูปที่ 2.18 I²C BUS START and STOP Conditions

ช่วงเวลารับส่งบิตข้อมูลของ I²C BUS

1) สภาวะการรับ-ส่งข้อมูล จะกระทำในขณะที่ขา SCL เป็น 1

2) สภาวะการเปลี่ยนแปลงข้อมูล จะกระทำในขณะที่ขา SCL เป็น 0

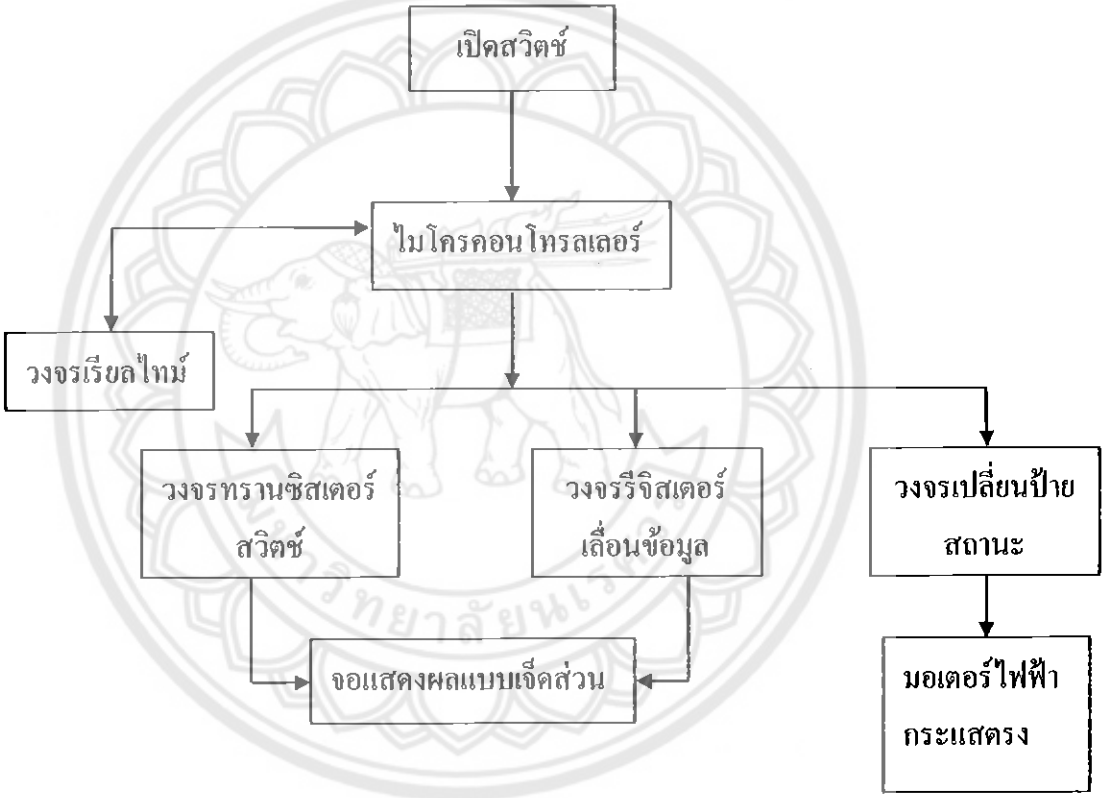


รูปที่ 2.19 I²C BUS (Control Byte)

บทที่ 3
การออกแบบและสร้างเครื่องบอกสถานะการอยู่ห้อง

ในบทนี้จะเป็นกล่าวถึงการออกแบบขั้นตอนการสร้าง การทำงาน และส่วนประกอบต่างๆของเครื่องบอกสถานะการอยู่ห้อง

3.1 ขั้นตอนในการทำงานของเครื่องบอกสถานะการอยู่ห้อง



รูปที่ 3.1 แผนภาพแสดงขั้นตอนการทำงานของเครื่องบอกสถานะการอยู่ห้อง

จากรูปที่ 3.1 มีขั้นตอนการทำงานของเครื่องบอกสถานะการอยู่ห้องดังต่อไปนี้

1.เมื่อเปิดสวิตช์ไฟเลี้ยงจะจ่ายกระแสไฟไปยังวงจรเรียลไทม์ วงจรทรานซิสเตอร์สวิตช์ วงจรรีจิสเตอร์เลื่อนข้อมูล และวงจรเปลี่ยนป้ายสถานะ

2.วงจรเรียลไทม์ จะทำหน้าที่ในการเก็บค่าเวลาและวันที่ ที่ได้ตั้งค่าไว้ และรับและส่งข้อมูลเวลาและวันที่ไปยังไมโครคอนโทรลเลอร์ซึ่งค่าที่ส่งไปมี ดังนี้

- เวลา ชั่วโมง แบบ (12 ชั่วโมง และ 24 ชั่วโมง) นาทีและวินาที

- วันที่ จันทร์ ถึง อาทิตย์ และ 1 ถึง 31

- เดือน มกราคม ถึง ธันวาคม และ ปีคริสต์ศักราช

3. วงจรทรานซิสเตอร์สวิตช์จะทำหน้าที่สลับแหล่งจ่ายแรงดันจากแรงดัน 5 โวลต์ ที่ออกมาจากไมโครคอนโทรลเลอร์ไปใช้แรงดัน 12 โวลต์จากแหล่งจ่ายภายนอกและนำแรงดัน 12 โวลต์ไปใช้เป็นไฟเลี้ยงของจอแสดงผลแบบเจ็ดส่วน

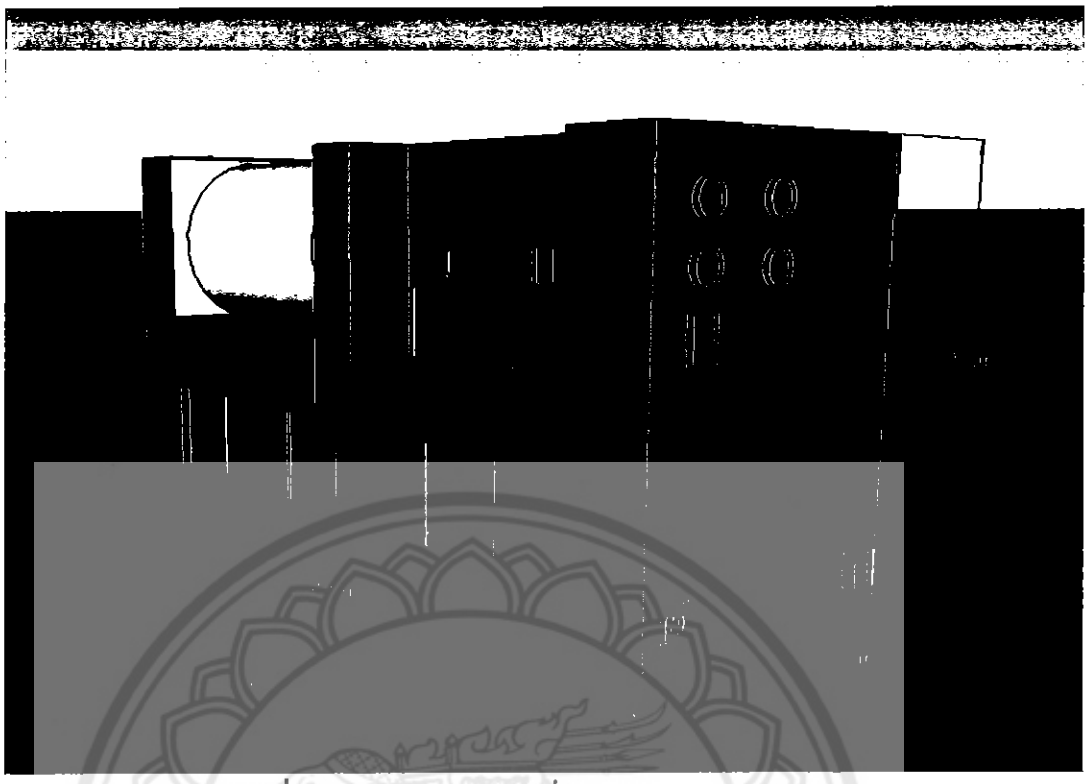
4. วงจรรีจิสเตอร์เลื่อนข้อมูล จะทำการรับข้อมูลจากไมโครคอนโทรลเลอร์แล้วส่งไปยังจอแสดงผลแบบเจ็ดส่วนเพื่อแสดงค่าวันเวลา ณ ปัจจุบัน

5. วงจรเปลี่ยนสถานะการอยู่ห้องจะทำโดยการกดสวิตช์ด้านหน้าเครื่อง เมื่อทำการกดสวิตช์มอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรงจะทำการหมุนแผ่นป้ายสถานะจะทำการหมุนเปลี่ยนไปทีละ 90 องศา ซึ่งจะมีทั้งหมด 8 สถานะ

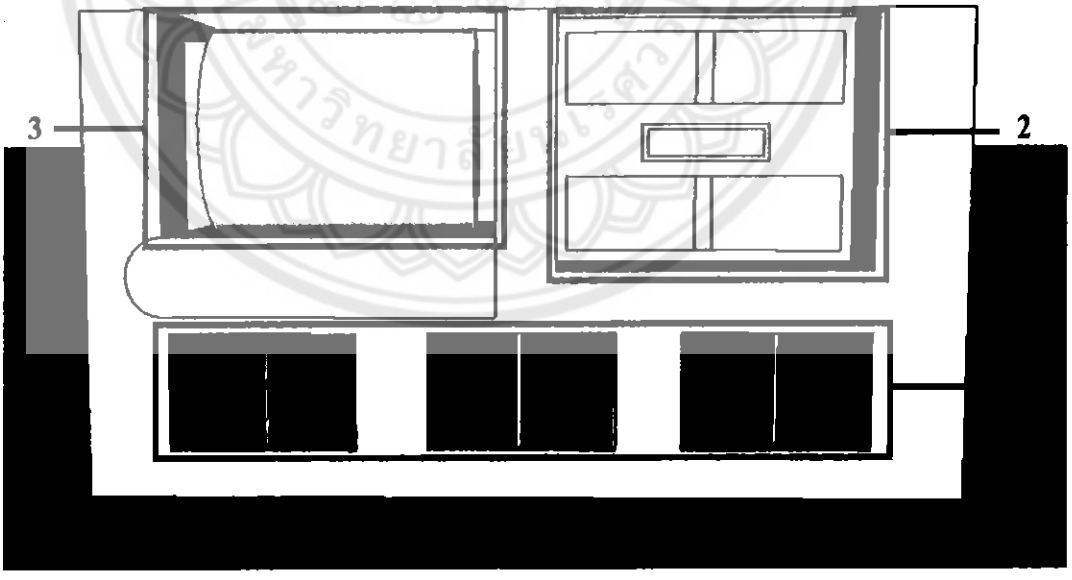
3.2 การออกแบบโครงสร้างเครื่องบอกสถานะการอยู่ห้อง

โครงสร้างเครื่องบอกสถานะการอยู่ห้องนั้นจะเน้นใช้วัสดุที่มีความแข็งแรง มั่นคงและมีน้ำหนักเบาโดยเครื่องบอกสถานะการอยู่ห้องนั้นจะใช้อะคริลิคเป็นวัสดุหลักในการทำโครงสร้าง

ในการออกแบบโครงสร้างเครื่องบอกสถานะการอยู่ห้องนั้นจะประกอบไปด้วย ส่วนของฐานเครื่อง ซึ่งจะมีลักษณะเป็นสี่เหลี่ยมผืนผ้ามีขนาด 37x14 เซนติเมตร และมีความสูงของตัวเครื่อง 24 เซนติเมตร ดังแสดงในรูปที่ 3.2



รูปที่ 3.2 แสดงโครงสร้างเครื่องบอกสถานะการอยู่ห้อง



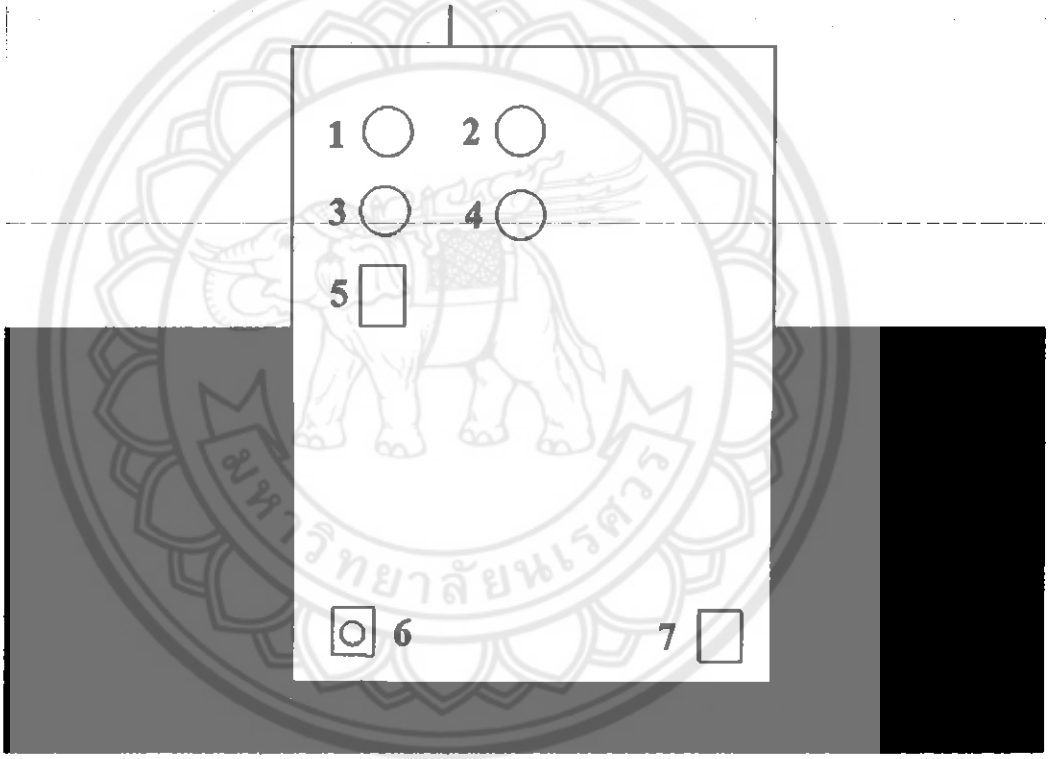
รูปที่ 3.3 แสดงส่วนการทำงานต่างๆบนเครื่อง

จากรูปที่ 3.3 ด้านหน้าเครื่องจะแบ่งออกเป็น 3 ส่วน

1. ส่วนแสดงเวลา โดยใช้จอแสดงผลแบบเจ็ดส่วนโดยจะแสดง วินาที นาที ชั่วโมง

2. ส่วนแสดง วันที่ วัน เดือน ปี(คริสต์ศักราช) อุณหภูมิ(องศาเซลเซียส) โดยจะแสดงผ่านจอแสดงผลแบบเจ็ดส่วน และจอแสดงผลแบบไดโอดเปล่งแสง

3. ส่วนแสดงสถานะการอยู่ห้องของอาจารย์ โดยจะทำการเปลี่ยนสถานะด้วยการกดปุ่มสวิตช์ที่ด้านหน้าเครื่องแผ่นป้ายสถานะจะทำการพลิกเปลี่ยนไปทีละ 45 องศา ป้ายสถานะจะมีทั้งหมด 8 สถานะ



รูปที่ 3.4 แสดงส่วนการควบคุมเครื่องบอกสถานะ

จากรูปที่ 3.4 จะแสดงส่วนการควบคุมของเครื่องบอกสถานะการอยู่ห้องโดยจะอยู่ทางด้านขวามือของเครื่องบอกสถานะการอยู่ห้องและมีการควบคุมดังนี้

1) สวิตช์ตั้งค่าเวลา และวันที่

2) สวิตช์เพิ่มค่าเวลาและวันที่ เมื่อมีการกดสวิตช์ตั้งค่า

3) สวิตช์เปลี่ยนแผ่นป้ายสถานะของเครื่องบอกสถานะการอยู่ห้อง

4) สวิตช์ลดค่าเวลาและวันที่ เมื่อมีการกดสวิตช์ตั้งค่า

5) สวิตช์เลือกรูปแบบเวลาแบบ 12 ชั่วโมง หรือ 24 ชั่วโมง

6) ช่องเสียบแหล่งจ่ายไฟตรงแรงดัน 12 โวลต์

7) สวิตช์ปิดเปิดเครื่องบอกสถานะการอยู่ห้อง

3.2.1 วัสดุอุปกรณ์ในการทำเครื่องบอกสถานะการอยู่ห้อง

1) บอร์ดไมโครคอนโทรลเลอร์ตระกูล AVR เบอร์ ATMEGA328P-PU

2) ไอซีชิฟตรีจิสเตอร์ เบอร์ 74HC595

3) จอแสดงผลแบบเจ็ดส่วน

4) ไดโอดเปร่งแสง

5) สวิตช์

6) ตัวต้านทาน

7) ตัวเก็บประจุ

8) แผ่นปริ๊นและกรดกัดแผ่นปริ๊น

9) สายไฟ

10) เหล็กและแผ่นอะคริลิค

11) มอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรง

12) ทรานซิสเตอร์ เบอร์ 2N3096 และ 2N3094

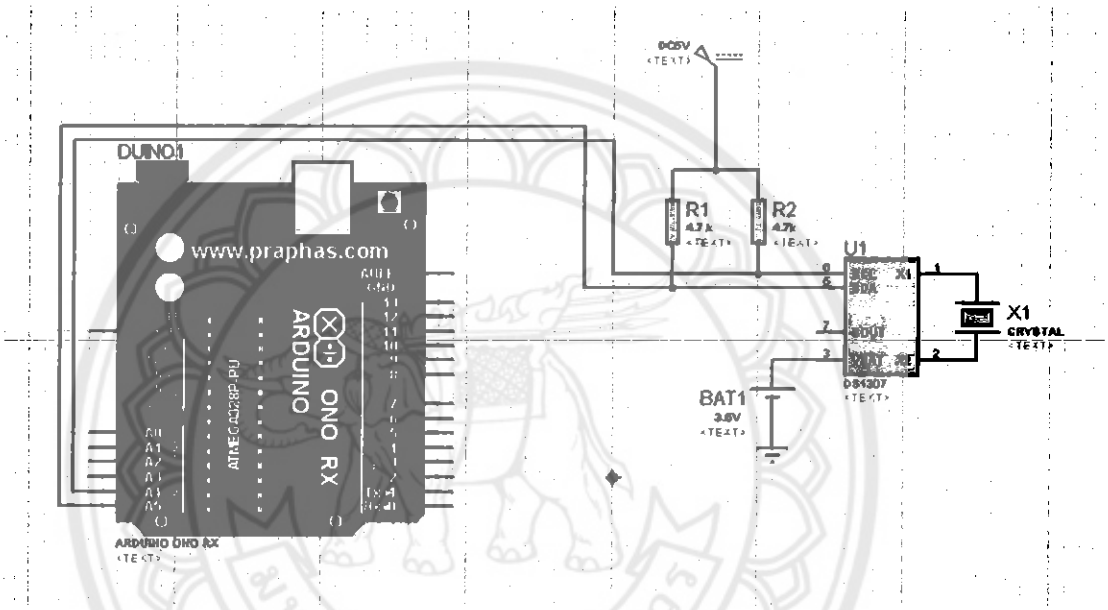
13) ไอซี DS1307

14) เซนเซอร์วัดอุณหภูมิ เบอร์ DHT11

3.3 ส่วนควบคุมการทำงานของเครื่องบอกสถานะการอยู่ห้อง

3.3.1 วงจรเรียลไทม์

วงจรเรียลไทม์เป็นวงจรที่ใช้เก็บข้อมูลวันเวลาไว้ในไอซี DS1307 โดยใช้คริสตัลความถี่ 32.768 กิโลเฮิรตซ์เป็นตัวกำเนิดสัญญาณนาฬิกาและถูกดึงข้อมูลออกมาแสดงตามคำร้องขอของไมโครคอนโทรลเลอร์ผ่านขาสัญญาณ SDA และ SCL โดยจะนำค่าเวลา ชั่วโมง นาที วินาที ไปแสดงยังจอแสดงผลแบบเจ็ดส่วน โดยจะมีการต่อวงจร ดังรูปที่ 3.5

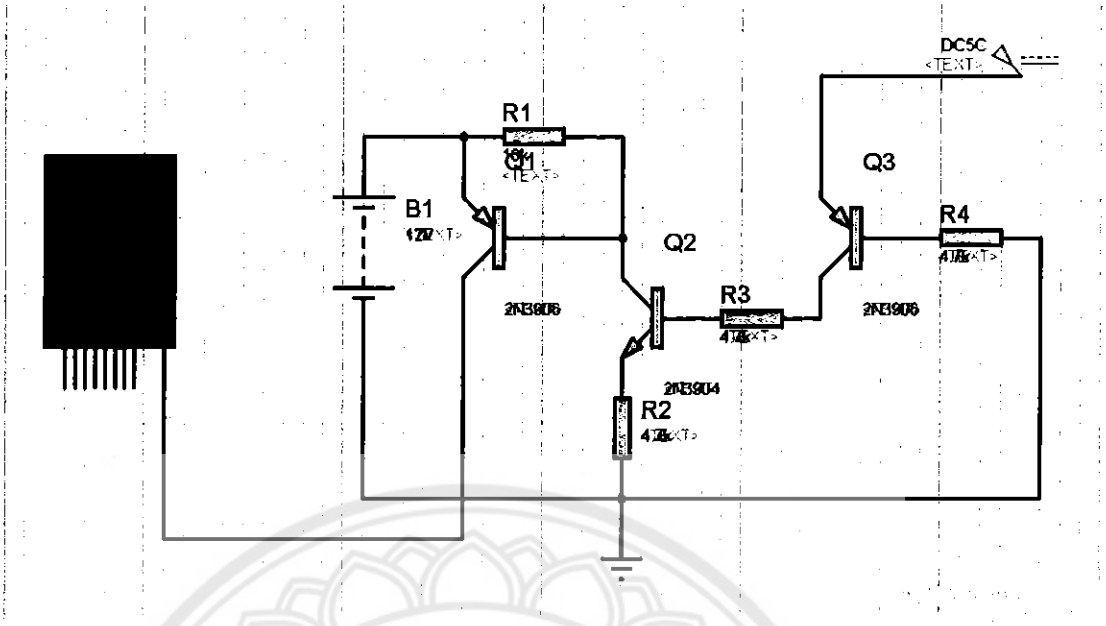


รูปที่ 3.5 แสดงวงจรเรียลไทม์

จากรูปที่ 3.5 วงจรเรียลไทม์จะใช้ไอซี DS1307 เป็นหน่วยความจำและหน่วยประมวลผล โดยมีคริสตัลเป็นอุปกรณ์ที่ให้กำเนิดความถี่ที่ 32.786 กิโลเฮิรตซ์ และทำการต่อตัวต้านทานแบบพูลอัพ ไว้ที่ขา SCL และ ขา SDA ซึ่งภายในวงจรเรียลไทม์จะมีแหล่งจ่ายสำรองต่ออยู่กับไอซี DS1307 ที่แรงดัน 3.6 โวลต์

3.3.2 วงจรทรานซิสเตอร์สวิตช์

วงจรทรานซิสเตอร์สวิตช์เป็นวงจรที่ใช้ในการสลับเปลี่ยนแหล่งจ่ายแรงดันจากเดิมที่ไมโครคอนโทรลเลอร์จ่ายแรงดันที่ 5 โวลต์ ไปใช้แหล่งจ่ายแรงดันภายนอกที่แรงดัน 12 โวลต์และนำแรงดัน 12 โวลต์ ไปเป็นไฟเลี้ยงให้กับจอแสดงผลแบบเจ็ดส่วนเพื่อแสดงค่าเวลาที่รับมาจากวงจรเรียลไทม์ โดยมีการต่อวงจร ดังรูปที่ 3.6

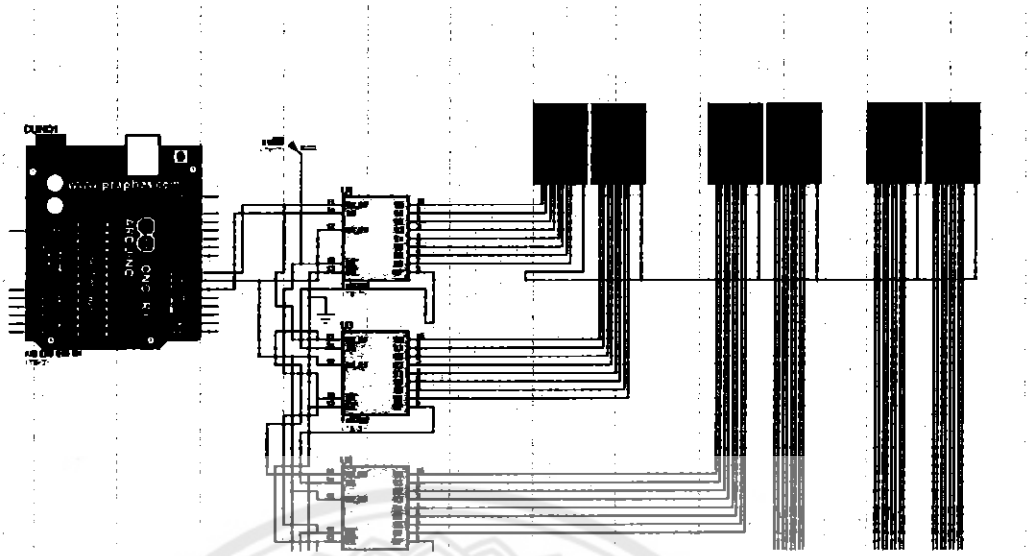


รูปที่ 3.6 วงจรทรานซิสเตอร์สวิตช์

จากรูปที่ 3.6 ในการสร้างวงจรทรานซิสเตอร์สวิตช์จะใช้ทรานซิสเตอร์อยู่ 2 ชนิด ได้แก่ ทรานซิสเตอร์ชนิด PNP เบอร์ 2N3906 และทรานซิสเตอร์ชนิด NPN เบอร์ 2N3904 ในการใช้งานเป็นสวิตช์เพื่อสลับเปลี่ยนแหล่งจ่ายแรงดันจากเดิมที่แรงดัน 5 โวลต์ ไปใช้แรงดัน 12 โวลต์ และนำแรงดัน 12 โวลต์ ไปเป็นไฟเลี้ยงให้กับจอแสดงผลแบบเจ็ดส่วนที่ขาคอมมอน ดังแสดงในรูป 3.6

3.3.3 วงจรรีจิสเตอร์เลื่อนข้อมูล

วงจรรีจิสเตอร์เลื่อนข้อมูลคือ อุปกรณ์ทางลอจิกที่สร้างมาจากฟลิปฟลอปใช้เก็บข้อมูลชั่วคราวการส่งข้อมูลเข้ารีจิสเตอร์ส่งได้ทีละบิต รีจิสเตอร์ที่เก็บข้อมูลสามารถเลื่อนข้อมูลได้เราเรียกว่า รีจิสเตอร์เลื่อนข้อมูล หรือ ชิฟรีจิสเตอร์ ถ้านำฟลิปฟลอปมาต่อเรียงกันจะทำให้ ฟลิปฟลอปเอาข้อมูลจากอินพุตไปยังเอาท์พุตได้เมื่อมีสัญญาณการกระตุ้นจะเกิดการเลื่อนข้อมูลที่ละบิต ตัวเลื่อนข้อมูลจัดเป็นการนำฟลิปฟลอปไปใช้งานได้ ในโครงงานนี้เลือกใช้รีจิสเตอร์เลื่อนข้อมูลเบอร์ 74HC595 จะทำงานโดยการรับข้อมูลจากไมโครคอนโทรลเลอร์แล้วเลื่อนข้อมูลไปทีละ 1 บิตเพื่อไปแสดงยังจอแสดงผลแบบเจ็ดส่วน ดังแสดงในรูปที่ 3.7

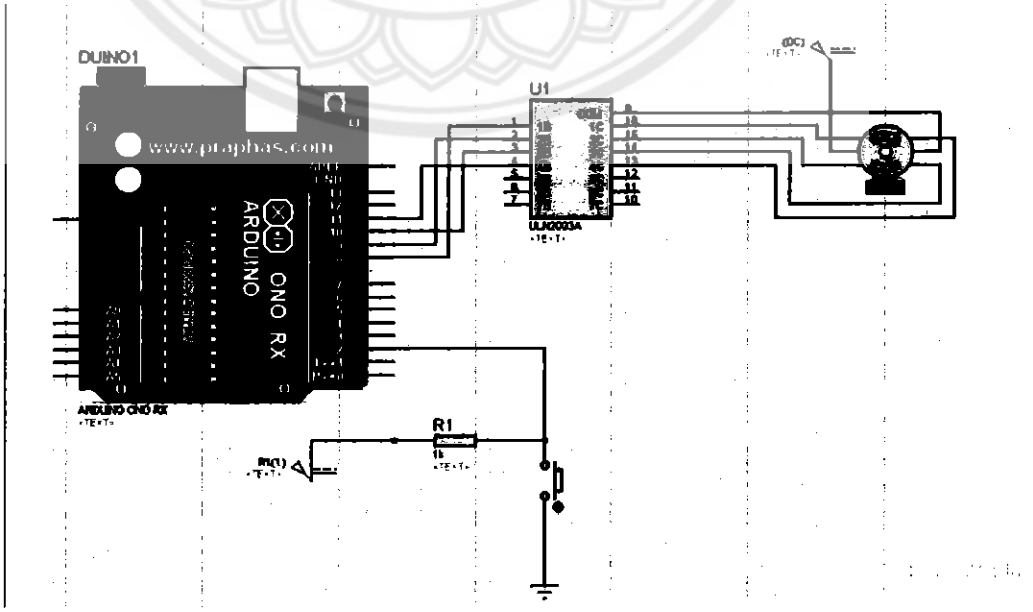


รูปที่ 3.7 วงจรรีจิสเตอร์เลื่อนข้อมูล

จากรูปที่ 3.7 วงจรรีจิสเตอร์เลื่อนข้อมูลจะใช้ไอซีเบอร์ 74HC595 เป็นไอซีรีจิสเตอร์เลื่อนข้อมูลโดยจะใช้ทั้งหมด 6 ตัว รับข้อมูลมาจากไมโครคอนโทรลเลอร์ผ่านขาข้อมูลและขาสัญญาณนาฬิกาของตัวไอซีจากนั้นไอซีจะส่งขอมูลที่ได้รับมาไปแสดงผลยังจอแสดงผลแบบเจ็ดส่วนโดยไอซี 1 ตัวจะใช้ต่อกับจอแสดงผลแบบเจ็ดส่วน 1 ตัว

3.3.4 วงจรเปลี่ยนแผ่นป้ายสถานะ

เป็นวงจรที่ใช้ในการเปลี่ยนแผ่นป้ายสถานะการอยู่ห้องของอาจารย์ โดยจะทำการเปลี่ยนสถานะด้วยการกดสวิตช์ทั้งหมด 1 สวิตช์ เมื่อทำการกดสวิตช์จะมีการสั่งให้มอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรงหมุนแผ่นป้ายสถานะไปทีละ 45 องศา ดังแสดงในรูปที่ 3.8

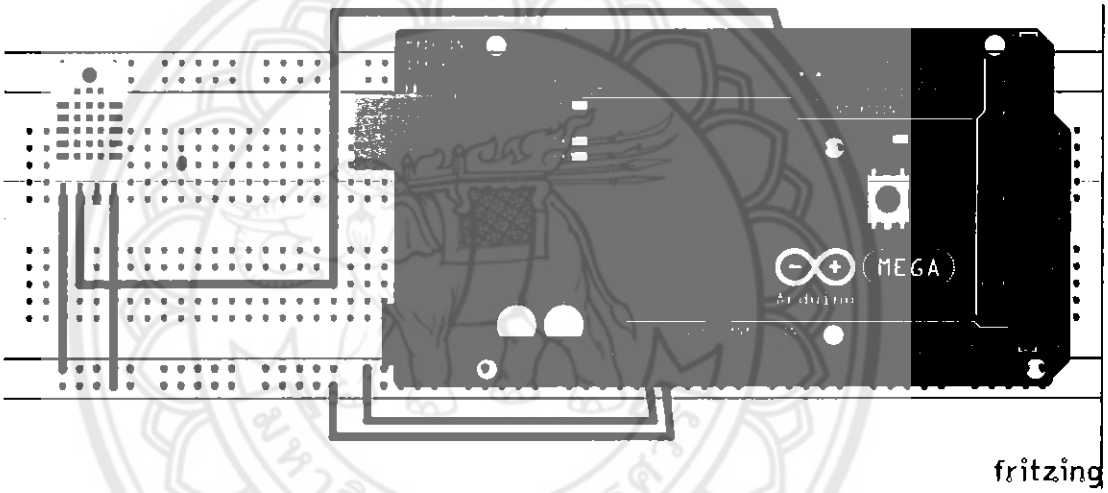


รูปที่ 3.8 วงจรเปลี่ยนแผ่นป้ายสถานะ

จากรูปที่ 3.8 วงจรเปลี่ยนแผ่นป้ายสถานะจะทำงานโดยการกดสวิตช์แบบกดติดปล่อยดับ โดยใช้สวิตช์ทั้งหมด 1 ตัว และต่อตัวต้านทานแบบพูลอัพไว้มีการควบคุมการทำงานของมอเตอร์ผ่านไอซี ULN2003 เมื่อทำการกดสวิตช์ไมโครคอนโทรลเลอร์จะทำการสั่งให้มอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรงในที่นี้จะใช้มอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรงแบบสเต็ปปิ้งมอเตอร์ทำการหมุนเปลี่ยนแผ่นป้ายสถานะไปทีละ 45 องศา

3.3.5 วงจรตรวจวัดอุณหภูมิ

เป็นวงจรที่ใช้ในการตรวจวัดอุณหภูมิของเครื่องบอกสถานะการอยู่ห้อง โดยเซนเซอร์จะทำการตรวจวัดอุณหภูมิแล้วนำค่าที่ได้ไปแสดงผลยังจอแสดงผลแบบเจ็ดส่วนในหน่วยองศาเซลเซียส มีการต่อวงจรดังรูปที่ 3.9



รูปที่ 3.9 วงจรเปลี่ยนตรวจวัดอุณหภูมิ

จากรูปที่ 3.9 วงจรตรวจวัดอุณหภูมิจะต่อไฟเลี้ยงที่แรงดัน 5 โวลต์เข้าไปที่ขาที่ 1 ของเซนเซอร์ต่อกราวด์เข้าที่ขาที่ 4 ของเซนเซอร์และทำการต่อขาที่ 2 ของเซนเซอร์ไปยังขาข้อมูลของไมโครคอนโทรลเลอร์

บทที่ 4
การทดลองและวิเคราะห์

หลังจากที่ได้ทำการศึกษาเกี่ยวกับทฤษฎีหลักการทำงานและได้ลงมือสร้างเครื่องบอกสถานะการอยู่ห้อง โดยในบทนี้จะเป็นการทดสอบการทำงานของเครื่องบอกสถานะการอยู่ห้อง โดยได้แบ่งการทดสอบออกเป็น 4 หัวข้อ ดังนี้

1) ทดลองตั้งค่าเวลาและวันที่โดยการกดสวิตช์

2) ทดลองความแม่นยำในการตรวจวัดอุณหภูมิ

3) ทดสอบการบอกวันและเวลาของเครื่องบอกสถานะการอยู่ห้อง

4) ทดสอบความเบี่ยงเบนในการหมุนของแผ่นป้ายสถานะของเครื่องบอกสถานะการอยู่ห้อง

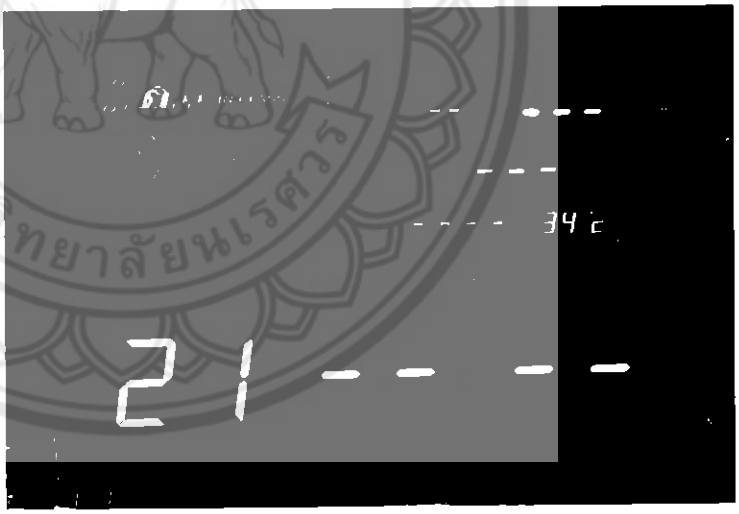
4.1 ทดลองตั้งค่าโดยการกดสวิตช์

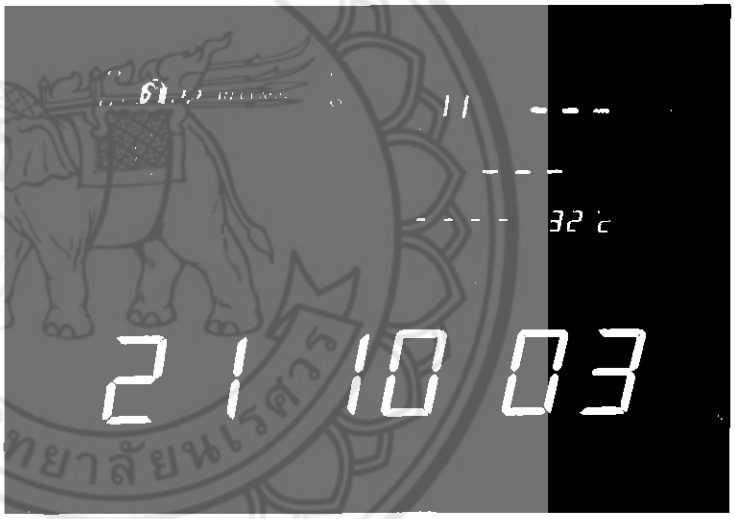
ในการทดลองตั้งค่าเวลาและวันที่โดยการกดสวิตช์นั้น สามารถทำได้โดยการกดสวิตช์ตั้งค่า (Set time) ทางด้านขวามือของเครื่องบอกสถานะการอยู่ห้อง เพื่อตั้งค่าของเวลาและวันที่ของเครื่องบอกสถานะการอยู่ห้อง โดยจะทำการกดสวิตช์เพื่อตั้งค่าทั้งหมด 6 ส่วน คือ ชั่วโมง นาที วันที่ เดือน ปีและวัน

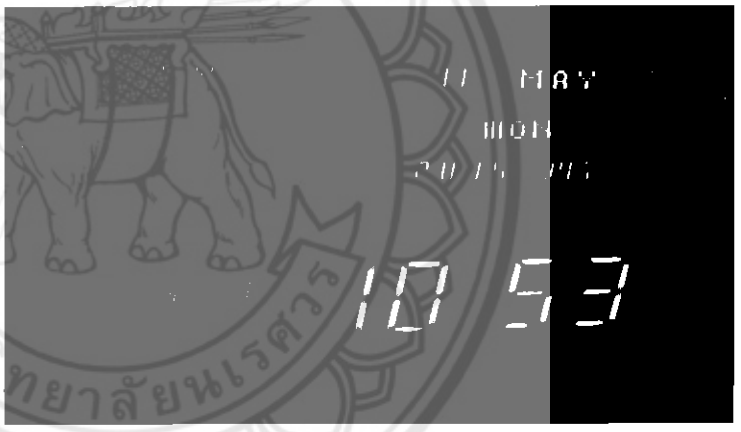
รูปที่ 4.1 แสดงด้านหน้าของตัวเครื่อง

รูปที่ 4.2 แสดงฝาด้านข้างของตัวเครื่อง

ตารางที่ 4.1 แสดงผลการทดลองความสามารถในการหมุนของแผ่นป้าย**บอกสถานะ**

กดสวิตช์ครั้งที่	สถานะที่ทำการตั้งค่า	รูปแสดง
1	ชั่วโมง	

2	นาที	
3	วันที่	
4	เดือน	

5	ปี (คริสต์ศักราช)	
6	วัน	

สรุปผลการทดลอง

จากการทดลองเมื่อทำการกดสวิตช์ตั้งค่าทีละ 1 ครั้ง เครื่องบอกสถานะการอยู่ห้อง จะทำการตั้งค่า เวลาและวันที่ โดยหน้าจอของเครื่องบอกสถานะการอยู่ห้อง จะแสดงการตั้งค่าเริ่มจากชั่วโมง นาที วันที่ เดือน ปี และวัน ตามลำดับ โดยทำการตั้งค่าจากสวิตช์เพิ่ม-ลด ทางด้านขวามือของตัวเครื่องบอกสถานะการอยู่ห้อง และเมื่อกดสวิตช์ตั้งค่าจนครบรอบ เมื่อกดซ้ำเครื่องบอกสถานะการอยู่ห้อง จะเข้าสู่สภาวะการตั้งค่าใหม่อีกรอบ

4.2 ทดลองความแม่นยำในการตรวจวัดอุณหภูมิ

ในการทดสอบความสามารถในการวัดอุณหภูมิของเซนเซอร์เพื่อมาแสดงผลยังจอแสดงผล ทำได้โดยการทดลองนำค่าจากเทอร์โมมิเตอร์มาเปรียบเทียบกับค่าที่ได้จากจอแสดงผล ที่เวลาและสถานที่ต่างๆกันคือ ในห้องที่มีการใช้งานเครื่องปรับอากาศ ห้องที่มีอุณหภูมิปกติ ในตู้เย็น ในพื้นที่ระเบียงและในพื้นที่กลางแจ้ง เพื่อเปรียบเทียบความแม่นยำของการตรวจวัดอุณหภูมิ

ตารางที่ 4.2 แสดงผลการทดสอบความสามารถในการวัดอุณหภูมิของเครื่องบอกสถานะการอยู่ห้อง ในห้องที่มีการใช้งานเครื่องปรับอากาศโดยตั้งอุณหภูมิไว้ที่ 25 องศาเซลเซียส

ครั้งที่	ค่าที่อ่านได้จากเทอร์โมมิเตอร์ (องศาเซลเซียส)	ค่าที่อ่านได้จากหน้าจอแสดงผล (องศาเซลเซียส)	อุณหภูมิที่คลาดเคลื่อน (องศาเซลเซียส)	ค่าเปอร์เซ็นต์ความคลาดเคลื่อน
1	24	25	1	4
2	24	25	1	4
3	24	25	1	4
4	24	25	1	4
5	24	25	1	4

ค่าเปอร์เซ็นต์ความคลาดเคลื่อนเฉลี่ย

มีค่าเท่ากับ (4+4+4+4+4)/5 = 4%

ตารางที่ 4.3 แสดงผลการทดสอบความสามารถในการวัดอุณหภูมิของเครื่องบอกสถานการอยู่ห้องที่อุณหภูมิห้องปกติ ช่วงเวลา 09.00 น.

ครั้งที่	ค่าที่อ่านได้จากเทอร์โมมิเตอร์ (องศาเซลเซียส)	ค่าที่อ่านได้จากหน้าจอแสดงผล (องศาเซลเซียส)	อุณหภูมิที่คลาดเคลื่อน (องศาเซลเซียส)	ค่าเปอร์เซ็นต์ความคลาดเคลื่อน
1	30	31	1	3.22
2	30	31	1	3.22
3	30	31	1	3.22
4	30	31	1	3.22
5	30	31	1	3.22

ค่าเปอร์เซ็นต์ความคลาดเคลื่อนเฉลี่ย

มีค่าเท่ากับ (3.22+3.22+3.22+3.22+3.22)/5 = 3.22%

ตารางที่ 4.4 แสดงผลการทดสอบความสามารถในการวัดอุณหภูมิของเครื่องบอกสถานการอยู่ห้องในตู้เย็นตั้งค่าความเย็นไว้ที่เบอร์ 3

ครั้งที่	ค่าที่อ่านได้จากเทอร์โมมิเตอร์ (องศาเซลเซียส)	ค่าที่อ่านได้จากหน้าจอแสดงผล (องศาเซลเซียส)	อุณหภูมิที่คลาดเคลื่อน (องศาเซลเซียส)	ค่าเปอร์เซ็นต์ความคลาดเคลื่อน
1	11	11	0	**0**
2	11	11	0	**0**
3	11	11	0	**0**
4	11	11	0	**0**
5	11	11	0	**0**

ค่าเปอร์เซ็นต์ความคลาดเคลื่อนเฉลี่ย

มีค่าเท่ากับ (0+0+0+0+0)/5 = 0%

ตารางที่ 4.5 แสดงผลการทดสอบความสามารถในการวัดอุณหภูมิของเครื่องบอกสถานการอยู่ห้องในพื้นที่ระเบียงห้องเวลา 12.00 น.

ครั้งที่	ค่าที่อ่านได้จากเทอร์โมมิเตอร์ (องศาเซลเซียส)	ค่าที่อ่านได้จากหน้าจอแสดงผล (องศาเซลเซียส)	อุณหภูมิที่คลาดเคลื่อน (องศาเซลเซียส)	ค่าเปอร์เซ็นต์ความคลาดเคลื่อน
1	32	33	1	3.03
2	32	33	1	3.03
3	31	31	0	0
4	32	32	0	0
5	31	31	0	0

ค่าเปอร์เซ็นต์ความคลาดเคลื่อนเฉลี่ย

มีค่าเท่ากับ (3.03+3.03+0+0+0)/5 = 1.21%

ตารางที่ 4.6 แสดงผลการทดสอบความสามารถในการวัดอุณหภูมิของเครื่องบอกสถานการอยู่ห้องในพื้นที่กลางแจ้ง เวลา 13.00 น.

ครั้งที่	ค่าที่อ่านได้จากเทอร์โมมิเตอร์ (องศาเซลเซียส)	ค่าที่อ่านได้จากหน้าจอแสดงผล (องศาเซลเซียส)	อุณหภูมิที่คลาดเคลื่อน (องศาเซลเซียส)	ค่าเปอร์เซ็นต์ความคลาดเคลื่อน
1	35	35	0	0
2	36	37	1	2.7
3	36	37	1	2.7
4	34	35	1	2.85
5	37	38	1	2.63

ค่าเปอร์เซ็นต์ความคลาดเคลื่อนเฉลี่ย

มีค่าเท่ากับ (0+2.7+2.7+2.85+2.63)/5 = 2.176%

สรุปผลการทดลอง

จากการทดลองวัดอุณหภูมิ ในสภาวะต่างๆกัน ได้ผลทดสอบว่าความคลาดเคลื่อนเฉลี่ยของการวัดอุณหภูมิมีค่าดังนี้

วัดในห้องที่มีการใช้งานเครื่องปรับอากาศโดยตั้งอุณหภูมิไว้ที่ 25 องศาเซลเซียสมีค่าเปอร์เซ็นต์ความคลาดเคลื่อนเฉลี่ยเท่ากับ (4+4+4+4+4)/5 = 4%

วัดในอุณหภูมิห้องปกติ ช่วงเวลา 09.00 น.มีค่าเปอร์เซ็นต์ความคลาดเคลื่อนเฉลี่ยเท่ากับ (3.22+3.22+3.22+3.22+3.22)/5 = 3.22%

วัดในตู้เย็นตั้งค่าความเย็นไว้ที่เบอร์ 3 มีค่าเปอร์เซ็นต์ความคลาดเคลื่อนเฉลี่ยเท่ากับ (0+0+0+0+0)/5 = 0%

วัดในพื้นที่ระเบียงห้องเวลา 12.00 น.มีค่าเปอร์เซ็นต์ความคลาดเคลื่อนเฉลี่ยเท่ากับ (3.03+3.03+0+0+0)/5 = 1.21%

วัดในพื้นที่กลางแจ้ง เวลา 13.00 น.มีค่าเปอร์เซ็นต์ความคลาดเคลื่อนเฉลี่ยเท่ากับ (0+2.7+2.7+2.85+2.63)/5 = 2.176%

จากผลการทดลองจะพบว่าเครื่องบอกสถานะการอยู่ห้องมีความสามารถในการวัดอุณหภูมิคลาดเคลื่อนจากเทอร์โมมิเตอร์ เนื่องจากอาจจะมีความร้อนภายในตัวเครื่องรบกวนการทำงานของเซ็นเซอร์ตรวจวัดอุณหภูมิและอาจจะเกิดจากอุณหภูมิของพื้นที่ ที่ทำการวัดอุณหภูมิไม่คงที่ ดังที่แสดงในตารางแสดงผลการทดลอง

4.3 ทดลองวงจรบอกเวลาของเครื่องบอกสถานะการอยู่ห้อง

ในการทดสอบวงจรบอกเวลา โดยจะทำการเปรียบเทียบจากวงจรบอกเวลาในเว็บไซต์เวลาโลก (http://www.timeanddate.com/) จะทำการเปรียบเทียบทุกๆ 20 นาทีเพื่อจะดูว่าค่าของวงจรบอกเวลาของเครื่องบอกสถานะการอยู่ห้อง มีค่าความคลาดเคลื่อนไปจากเวลาโลกเท่าใด โดยจะทำการทดสอบวงจรบอกเวลาเป็นจำนวน 5 ครั้ง

รูปที่ 4.3 แสดงการทดลองวงจรบอกเวลา

ตารางที่ 4.7 แสดงผลการทดลองความสามารถในการนับเวลา

เวลาที่วัดจากเว็บไซต์นาฬิกาโลก	เวลาที่วัดจากเครื่องบอกสถานะการอยู่ห้อง	เวลาที่คลาดเคลื่อนไป (วินาที)
00:00:46	00:00:20	26
00:20:31	00:20:05	26
00:40:35	00:40:09	26
01:00:58	01:00:32	26

สรุปผลการทดลอง

จากการทดลองพบว่าค่าเครื่องสามารถบอก วันที่ วัน เดือน ปีและเวลาในหน่วย ชั่วโมง นาที และวินาที โดยเวลาที่อ่านได้จากเครื่องบอกสถานะการอยู่ห้อง จะคลาดเคลื่อนจากเวลาโลกอยู่ 26 วินาที เป็นผลมาจากการตั้งค่าในตอนแรก อาจจะมีการคลาดเคลื่อนในหน่วยวินาที

4.4 ทดสอบความเบี่ยงเบนในการหมุนของแผ่นป้ายสถานะเครื่องบอกสถานะการอยู่ห้อง

ในการทดสอบความเบี่ยงเบนในการหมุนของแผ่นป้ายบอกสถานะการอยู่ห้องของอาจารย์ ทำได้โดยการกดสวิตช์(Status) หมุนแผ่นป้ายไปทีละหน้าโดยจะมีทั้งหมด 8 หน้า เพื่อดูความเบี่ยงเบนของแผ่นป้ายสถานะในแต่ละหน้า โดยทำการหมุนอย่างต่อเนื่องจนครบ 5 รอบ เพื่อหาค่าเบี่ยงเบนเฉลี่ยของแต่ละแผ่นป้าย

รูปที่ 4.4 แสดงการวัดความเบี่ยงเบนของแผ่นป้ายบอกสถานะ

ตารางที่ 4.8 แสดงผลการทดลองหาค่าเบี่ยงเบนเฉลี่ยของแผ่นป้ายบอกสถานะ

รอบที่ 1		รอบที่ 2		รอบที่ 3		รอบที่ 4		รอบที่ 5	
ป้ายสถานะแผ่นที่	ค่าองศาที่วัดได้	ป้ายสถานะแผ่นที่	ค่าองศาที่วัดได้	ป้ายสถานะแผ่นที่	ค่าองศาที่วัดได้	ป้ายสถานะแผ่นที่	ค่าองศาที่วัดได้	ป้ายสถานะแผ่นที่	ค่าองศาที่วัดได้
1	0	1	0	1	0	1	1	1	1
2	2	2	1	2	1	2	3	2	1
3	0	3	0	3	2	3	1	3	2
4	2	4	2	4	1	4	2	4	0
5	1	5	0	5	2	5	2	5	2
6	2	6	1	6	1	6	0	6	1
7	2	7	1	7	1	7	1	7	2
8	2	8	1	8	1	8	1	8	1
1	0	1	0	1	1	1	1	1	1

สรุปผลการทดลอง

จากการทดลอง จะพบว่าแผ่นป้ายสถานะเกิดความคลาดเคลื่อน อาจจะเนื่องมาจากมอเตอร์ที่ใช้ มีการหมุนคลาดเคลื่อนไปจากค่าที่ได้ทำการโปรแกรมไว้และอาจจะเกิดจากการติดแผ่นป้ายมีความคลาดเคลื่อนดังจะเห็นได้จากการทดลอง ในแต่ละแผ่นป้ายมีความคลาดเคลื่อนไม่เท่ากัน โดยจะได้ค่าเฉลี่ยการเบี่ยงเบนของแผ่นป้ายบอกสถานะในแต่ละแผ่นป้ายสถานะมีค่าดังนี้

แผ่นที่ 1 มีค่าเบี่ยงเบนเฉลี่ยคือ (0+0+1+1+1)/5 = 0.6 องศา

แผ่นที่ 2 มีค่าเบี่ยงเบนเฉลี่ยคือ (2+1+1+3+1)/5 = 1.6 องศา

แผ่นที่ 3 มีค่าเบี่ยงเบนเฉลี่ยคือ (0+0+2+1+2)/5 = 1 องศา

แผ่นที่ 4 มีค่าเบี่ยงเบนเฉลี่ยคือ (2+2+1+2+0)/5 = 1.4 องศา

แผ่นที่ 5 มีค่าเบี่ยงเบนเฉลี่ยคือ (1+0+2+2+2)/5 = 1.4 องศา

แผ่นที่ 6 มีค่าเบี่ยงเบนเฉลี่ยคือ (2+1+1+0+1)/5 = 1 องศา

แผ่นที่ 7 มีค่าเบี่ยงเบนเฉลี่ยคือ (2+1+1+1+2)/5 = 1.4 องศา

แผ่นที่ 8 มีค่าเบี่ยงเบนเฉลี่ยคือ (2+1+1+1+1)/5 = 1.2 องศา

บทที่ 5
สรุปผลและข้อเสนอแนะ

จากการศึกษา ออกแบบ ทดสอบ และปรับปรุงชิ้นงานขึ้นเป็นเครื่องบอกสถานะการอยู่ห้อง โดยใช้ระยะเวลาดำเนินโครงงาน 2 ภาคการศึกษาทำให้ทราบถึงปัญหาที่เกิดขึ้นจากการทำงานของเครื่องบอกสถานะการอยู่ห้อง สำหรับบทนี้เป็นการสรุปผลที่ได้จากการทดลองโครงงาน พร้อมเสนอแนะแนวทางการนำโครงงานนี้ไปพัฒนาให้มีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้นต่อไป

5.1 สรุปผลการทดลองการทำงานของเครื่องบอกสถานะการอยู่ห้อง

จากการทดลองการทำงานของเครื่องบอกสถานะการอยู่ห้อง พบว่า

1. จากการทดลองพบว่าตัวเครื่องสามารถตั้งค่า วันที วัน เดือน ปี และเวลาในหน่วยชั่วโมงและนาทีได้ โดยทำการกดสวิตช์ตั้งค่าไปทีละ 1 ค่า

2. จากการทดลองความแม่นยำในการตรวจวัดอุณหภูมิ จะพบว่าอุณหภูมิที่อ่านจากจอแสดงผลของเครื่องบอกสถานะการอยู่ห้อง โดยพบว่ามีความคลาดเคลื่อนไปบ้างเล็กน้อยจากการรบกวนของวงจรภายในตัวเครื่องและอาจเกิดจากอุณหภูมิสถานที่ ที่ทำการวัดไม่คงที่

3. จากการทดลองวงจรบอกเวลาของเครื่องบอกสถานะการอยู่ห้อง สามารถบอก วันที่ วัน เดือน ปี ชั่วโมง นาที และวินาที โดยมีความคลาดเคลื่อนจากเวลาโลก ประมาน 26 วินาที อันเนื่องมาจากการโปรแกรมในตอนแรก

4. จากการทดสอบการหมุนของแผ่นป้ายพบว่าเครื่องสามารถบอกสถานะได้ 8 สถานะ ได้แก่ อยู่ห้อง (In) ประชุม (Meeting) เข้าสอน (In Class) ห้ามรบกวน (Do not disturb) ไปต่างจังหวัด (On leave) ออกไปข้างนอก (Be back soon) เวลาอาหารกลางวัน (Lunch) ไม่อยู่ (Out)

5.2 ปัญหาและการแก้ไข

1. โครงสร้างที่ใช้ในการทำเครื่องบอกสถานะการอยู่ห้องเป็นแผ่นอะคริลิคที่มีความหนา จึงทำให้เครื่องบอกสถานะการอยู่ห้องมีขนาดใหญ่และน้ำหนักมาก จึงมีปัญหาเรื่องการติดตั้ง วิธีการแก้ไขคือเปลี่ยนไปใช้อะคริลิคที่มีความบางกว่า

2. แผ่นป้ายบอกสถานะของเครื่องบอกสถานะ จะเกิดการเบี่ยงเบนไปบ้าง อันเนื่องจากมอเตอร์ที่เลือกใช้มีการหมุนคลาดเคลื่อนไปจากค่าที่ตั้งไว้ วิธีแก้ไขคือทำการเปลี่ยนมอเตอร์ใหม่ที่มีความแม่นยำมากกว่า

5.3 ข้อเสนอแนะและแนวทางการพัฒนา

จากปัญหาที่พบในเครื่องบอกสถานะ คือ เครื่องบอกสถานะมีส่วนแสดงผลที่ไม่ค่อยสว่าง ส่วนแผ่นป้ายที่ยังมีความเบี่ยงเบนอยู่ และการกดสวิตช์

1. เพิ่มการควบคุมการทำงานของเครื่องบอกสถานะ ผ่านระบบอินเตอร์เน็ตไร้สายได้เพื่อให้สะดวกต่อการใช้งาน

2. ติดตั้งระบบรับ-ส่งเสียง ไว้ที่เครื่องบอกสถานะ เพื่อที่จะให้อาจารย์สามารถสื่อสารกับนิสิตที่มาขอพบจากภายในห้องพักอาจารย์ได้ เพื่อให้ง่ายต่อการสื่อสารระหว่างนิสิตและอาจารย์

เอกสารอ้างอิง

[1] เอกชัย มะการ. เรียนรู้ เข้าใจ ใช้งาน ไมโครคอนโทรลเลอร์ตระกูล AVR ด้วย Arduino. กรุงเทพมหานคร : บริษัท อีทีที จำกัด , 2552.

[2] ดวงแก้ว สวามิภักดิ์. การเขียนโปรแกรมภาษา C. กรุงเทพฯ : ซีเอ็ดยูเคชั่น, 2531.

[3] ประจิน พลังสันติกุล. การประยุกต์ใช้งานภาษา C สำหรับไมโครคอนโทรลเลอร์ AVR. กรุงเทพฯ : แอพซอฟต์เทค, 2551.

[4] Barnett Richard. Embedded C programming and the Atmel AVR.Australia:Thomson/Delmar Learning, 2007.

[5] www.arduino.cc, สืบค้นเมื่อวันที่ 3 ธันวาคม 2557.

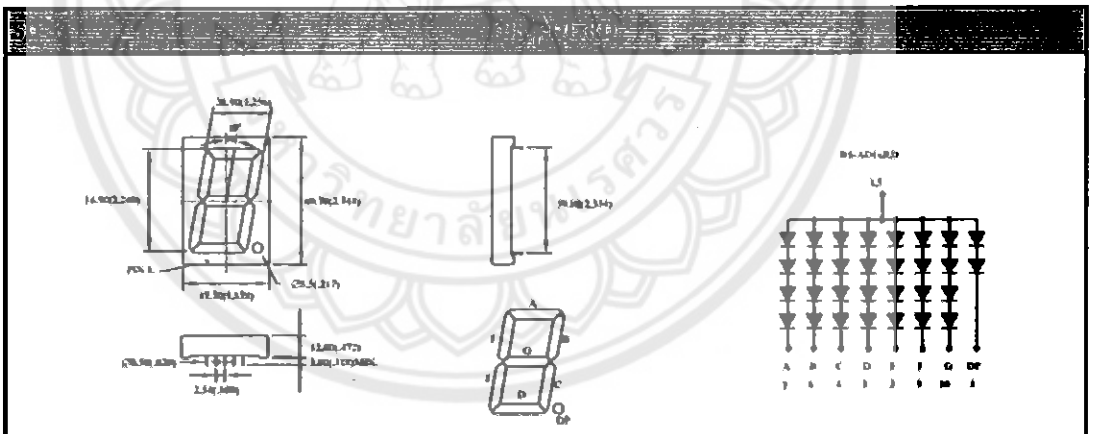
ภาคผนวก ก
ส่วนแสดงผลเจ็ดส่วน

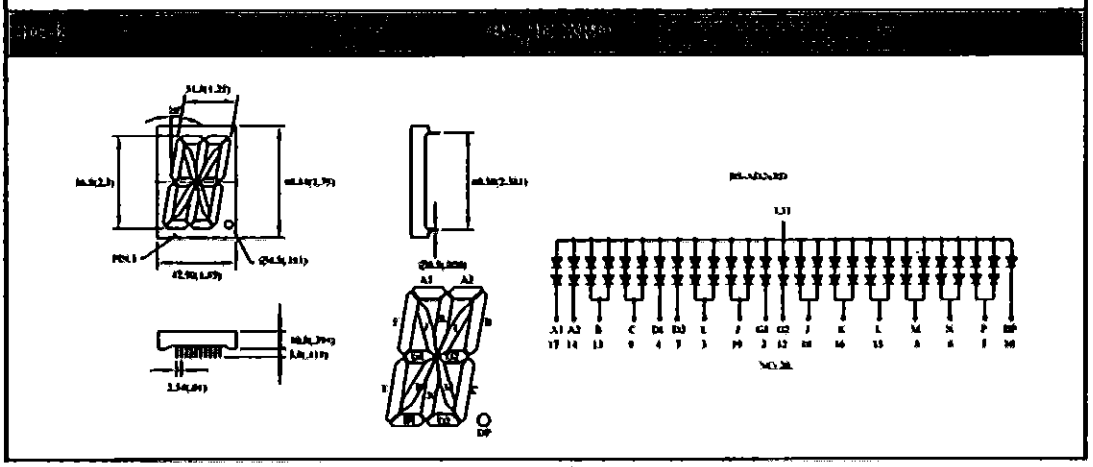
ขนาด 2.3 นิ้ว

STONE
YELLOW STONE CORP.

SINGLE DIGIT LED DISPLAYS

2.30" Single-Digit	BS-AD11RD	BS-CD11RD	GaAsP/Red	655	40	320	40	200	6.8	8.0	6.0	SD-57
	BS-AD15RD	BS-CD15RD	GaP/ Bright Red	700	90	160	15	50	8.8	10.0	8.0	
	BS-AD15RE	BS-CD15RE										
	BS-AD12RD	BS-CD12RD	GaP/ Green	568	30	310	30	150	8.8	10.0	12.0	
	BS-AD13RD	BS-CD13RD	GaAsP/GaP/ Yellow	585	35	310	30	150	8.4	10.0	10.0	
	BS-AD14RD	BS-CD14RD	GaAsP/GaP/ Hi-Eff.Red GaAsP/GaP/ Orange	635	45	310	30	150	8.0	10.0	12.0	
	BS-AD16RD	BS-CD16RD	GaAlAs/ SH Super Red	660	20	310	30	150	6.8	10.0	18.0	
	BS-AD1FRD	BS-CD1FRD	GaAlAs/ DDH Super Red	660	20	310	30	150	8.0	10.0	25.0	
2.30" Alpha-Numeric Single-Digit	BS-AD21RD	BS-CD21RD	GaAsP/Red	655	40	160	40	200	3.4	4.0	2.5	SD-58
	BS-AD25RD	BS-CD25RD	GaP/ Bright Red	700	90	80	15	50	4.4	5.0	3.5	
	BS-AD25RE	BS-CD25RE										
	BS-AD22RD	BS-CD22RD	GaP/ Green	568	30	160	30	150	4.4	5.0	5.0	
	BS-AD23RD	BS-CD23RD	GaAsP/GaP/ Yellow	585	35	160	30	150	4.2	5.0	4.0	
	BS-AD24RD	BS-CD24RD	GaAsP/GaP/ Hi-Eff.Red GaAsP/GaP/ Orange	635	45	160	30	150	4.4	5.0	5.0	
	BS-AD26RD	BS-CD26RD	GaAlAs/ SH Super Red	660	20	160	30	150	3.4	5.0	10.0	
	BS-AD2FRD	BS-CD2FRD	GaAlAs/ DDH Super Red	660	20	160	30	150	4.0	5.0	15.0	



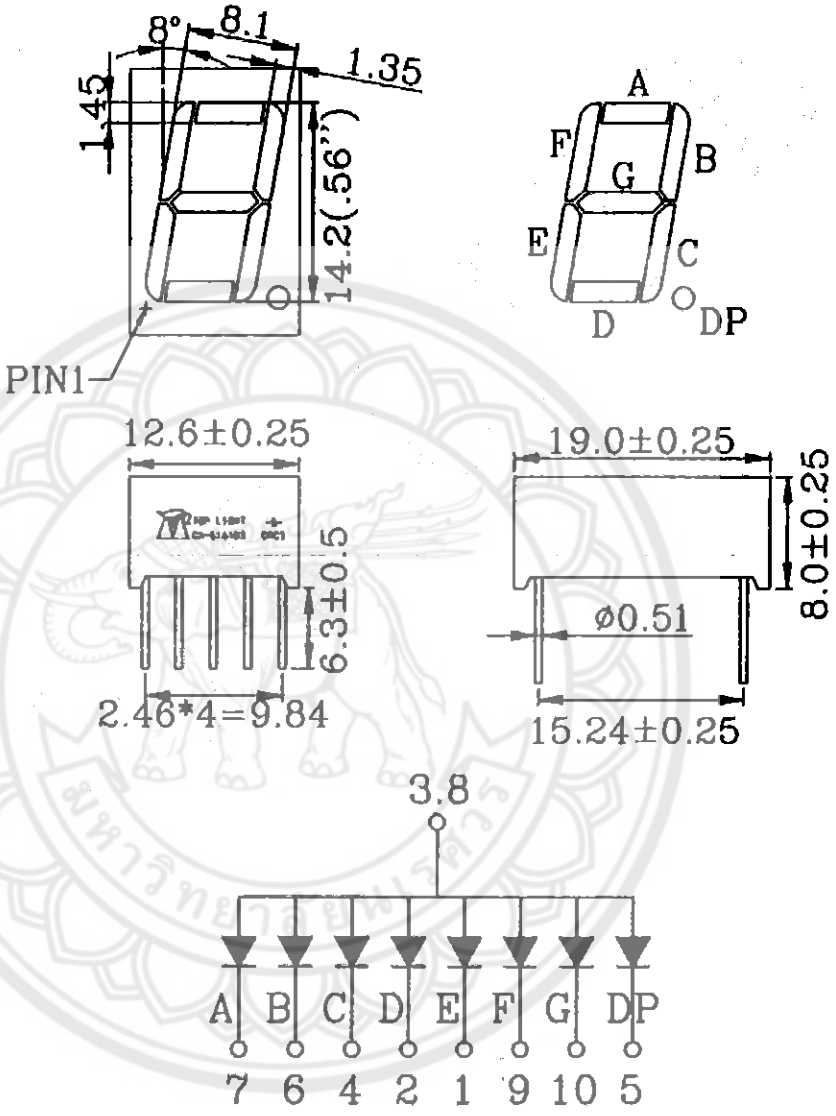


NOTES: 1.All Dimensions are in millimeters(inches). 2.Tolerance is ± 0.25mm(.010").
3.Specifications are subject to change without notice. 4.NP:No Pin. 5.NC:No Connect.

ขนาด 0.56 นิ้ว

---

4. PACKAGE DIMENSIONS & CIRCUIT DIAGRAM



5. ELECTRICAL/OPTICAL CHARACTERISTIC

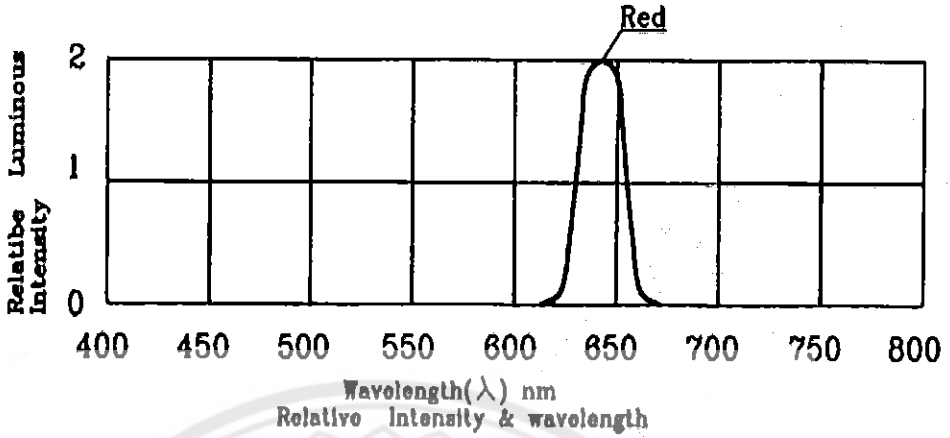
5-1. ABSOLUTE MAXIMUM RATINGS (Ta=25℃)

PARAMETER	SYMBOL	VALUE	UNIT
Reverse Voltage	V_R	5	V/seg
Forward Current	I_F	30	mA/seg
Peak Forward Current (1/10 Duty Cycle)	I_{PEAK}	120	mA/seg
Power Dissipation	P_D	80	mW/seg
Operating Temperature Range	T_A	- 25 ~ + 85	℃
Storage Temperature Range	T_{STG}	- 30 ~ + 85	℃
Solder Temperature	Tsol	260/3	℃/s

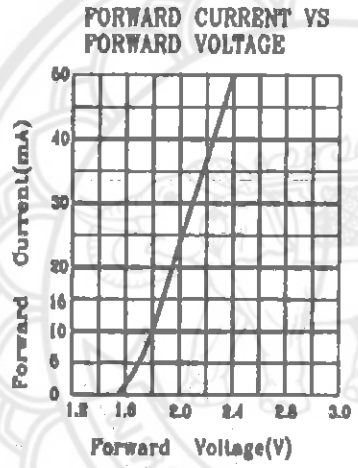
5-2. ELECTRICAL-OPTICAL CHARACTERISTICS (Ta=25℃)

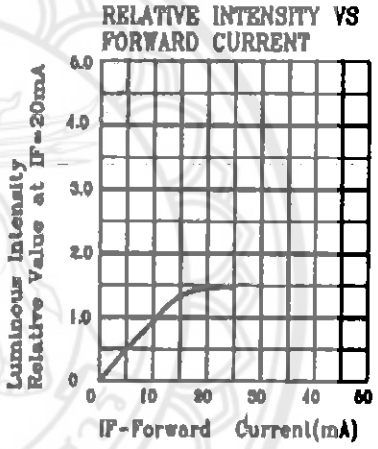
PARAMETER	SYMBOL		MIN.	TYP.	MAX.	UNIT	TEST CONDITIONS
Luminous Intensity	I_V	R	13500	15525	17549	ucd	I_F=10mA
		S	17550	21938	26325		
		T	26326	32908	39489		
Forward Voltage	V_F		1.80	2.10	2.40	v/seg	I_F=20mA
Chromatographer	λ_P		-	635	-	nm	I_F=20mA
Spectral Line Half-Width	$\Delta\lambda$		-	20	-	nm	I_F=20mA
Reverse Current	I_R		-	-	20	uA	V_R=5v

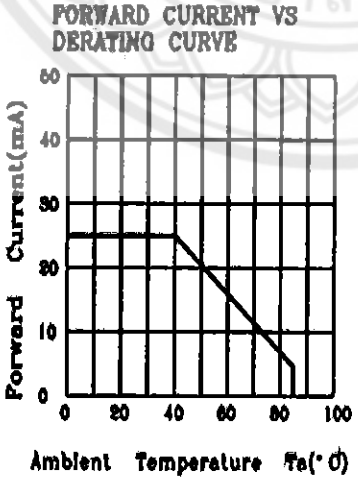
5-3. OPTICAL CHARACTERISTIC CURVES

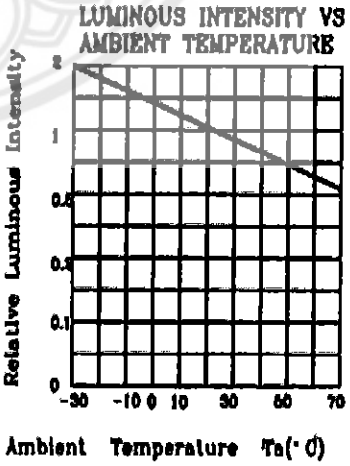


Relative Intensity & wavelength









6. QUALITY CONTROL AND ASSURANCE

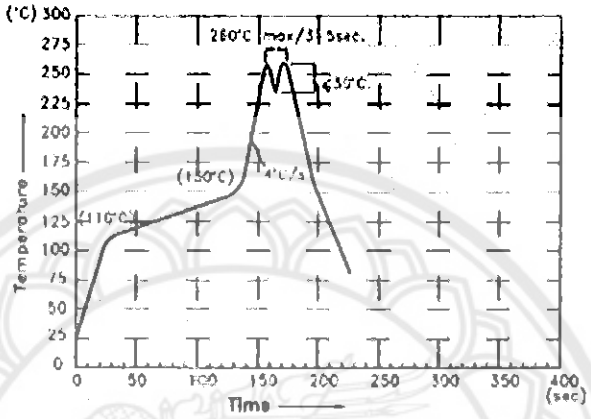
CLASSIFICATION	TEST ITEM	TEST CONDITION
ENDUTRANCE TEST	OPERATION LIFE	Ta=under room temperature If=12mA-25mA per segment or Ip=80mA/duty=1/8,Pw=1.25mS Ip=160mA/duty=1/16,Pw=1.mS(DOT) Test time=1000HRS(-24HRS+72HRS)
	MOISTURE	Ta=65℃±5℃ RH=90-95% Test time=240HRS±2HRS
	HIGH TEMPERATURE HIGH HUMIDITY REVERSE BIAS	Ta=65℃±5℃ RH=90-95% VR=5V Test time=500hrs(-24HRS+48HRS)
	HIGH TEMPERATURE STORAGE	To evaluate device's durability for long term storage in high temperature Ta=85℃±5℃ Test time=1000HRS(-24HRS+72HRS)
	LOW TEMPERATURE STORAGE	Ta=-35℃±5℃ Test time=1000HRS(-24HRS+72HRS)
ENVIRONMENTAL TEST	TEMPERATURE CYCLING	Ta=85℃～25℃～-35℃ time=30min 5min 30min 5min Cycle test:10cycles
	THERMAL SHOCK	Ta=85℃±5℃～-35℃±5℃ time=10min 10min Cycle test:10cycles
	SOLOER RESISTANCE	T.sol=260℃±5℃ time=10±1sec
	SOLOER ABILITY	T.sol=230℃±5℃ time=5±1sec

7. SOLDERING CONDITIONS

The recommended conditions for soldering are as follows.
Because the component is made with epoxy resin, the units are susceptible to heat. Therefore, the preheating and soldering temperatures should be kept as low as possible to avoid damage.

7-1. Manual Soldering Conditions(with 1.5mm Iron tip).
Iron Tip Temperature: 350°C Max, Time: 3s Max.
Position: The iron should be situated at least 2mm away from the root of the leads.

7-2. Through the Wave Soldering Conditions Wave Soldering Profile For Lead-free Through-hole LED.



7-3. Soldering General Notes:

a. Recommend manual soldering to be used only for repair and rework purposes. The soldering iron should not exceed 30W in power. The tip of the soldering iron should not touch the reflector case to avoid heat-damage.

b. Maintain the pre-heat and peak temperatures with dip units as low as possible and the times as short as is feasible, since the products are susceptible to heat during flow soldering.

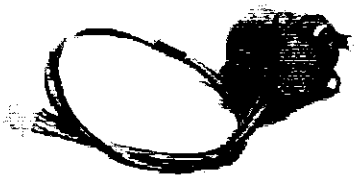
c. After soldering, least three minutes for the component to cool to room temperature before further operations.

d. If components will undergo multiple soldering processes, or other processes where the components may be subjected to intense heat, please check with toplight for compatibility.

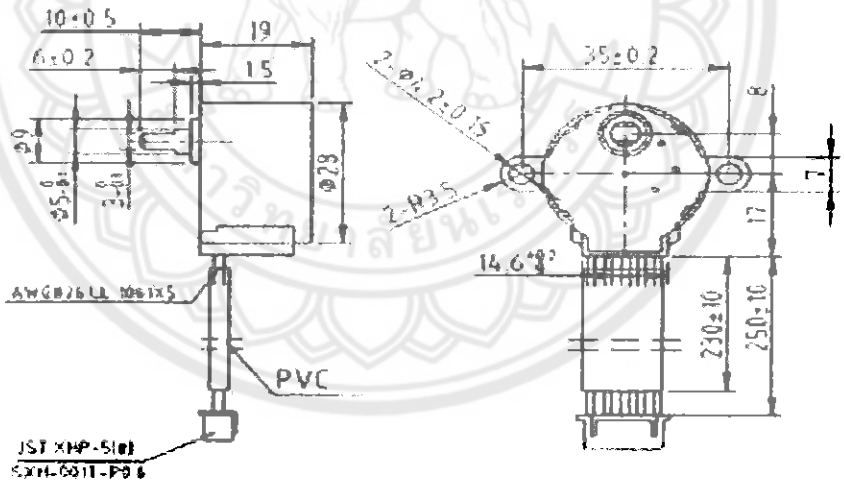
ภาคผนวก ข
มอเตอร์สเต็ปปิ้ง

28BYJ-48 – 5V Stepper Motor

The 28BYJ-48 is a small stepper motor suitable for a large range of applications.



Rated voltage :	5VDC
Number of Phase	4
Speed Variation Ratio	1/64
Stride Angle	5.625°/64
Frequency	100Hz
DC resistance	50Ω±7%(25°C)
Idle In-traction Frequency	> 600Hz
Idle Out-traction Frequency	> 1000Hz
In-traction Torque	>34.3mN.m(120Hz)
Self-positioning Torque	>34.3mN.m
Friction torque	600-1200 gf.cm
Pull in torque	300 gf.cm
Insulated resistance	>10MΩ(500V)
Insulated electricity power	600VAC/1mA/1s
Insulation grade	A
Rise in Temperature	<40K(120Hz)
Noise	<35dB(120Hz,No load,10cm)
Model	28BYJ-48 – 5V



ภาคผนวก ค

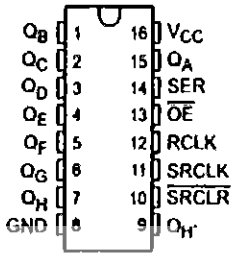
SN74HC595

SN54HC595, SN74HC595
8-BIT SHIFT REGISTERS
WITH 3-STATE OUTPUT REGISTERS

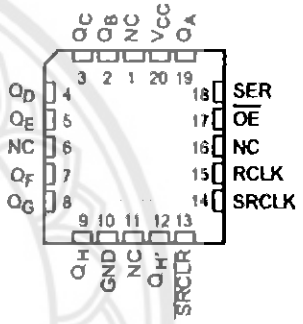
SCLS041G – DECEMBER 1982 – REVISED FEBRUARY 2004

- 8-Bit Serial-In, Parallel-Out Shift
- Wide Operating Voltage Range of 2 V to 6 V
- High-Current 3-State Outputs Can Drive Up To 15 LSTTL Loads
- Low Power Consumption, 80-µA Max I_{CC}
- Typical t_{pd} = 13 ns
- ±6-mA Output Drive at 5 V
- Low Input Current of 1 µA Max
- Shift Register Has Direct Clear

SN54HC595 . . . J OR W PACKAGE
SN74HC595 . . . D, DB, DW, N, OR NS PACKAGE
(TOP VIEW)



SN54HC595 . . . FK PACKAGE
(TOP VIEW)



NC – No internal connection

description/ordering information

The 'HC595 devices contain an 8-bit serial-in, parallel-out shift register that feeds an 8-bit D-type storage register. The storage register has parallel 3-state outputs. Separate clocks are provided for both the shift and storage register. The shift register has a direct overriding clear ($\overline{SRCLR}$) input, serial (SER) input, and serial outputs for cascading. When the output-enable ($\overline{OE}$) input is high, the outputs are in the high-impedance state.

Both the shift register clock (SRCLK) and storage register clock (RCLK) are positive-edge triggered. If both clocks are connected together, the shift register always is one clock pulse ahead of the storage register.

ORDERING INFORMATION

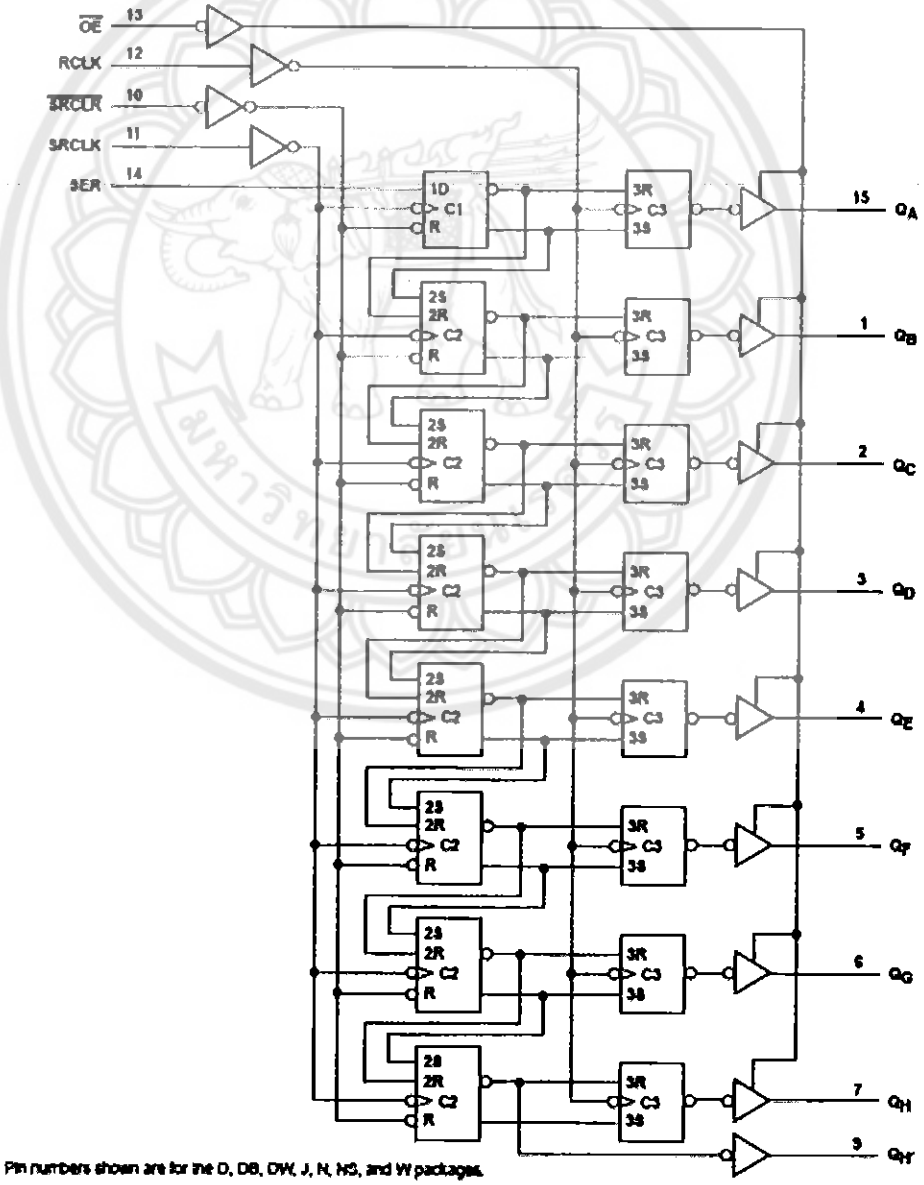
T_A	PACKAGE†		ORDERABLE PART NUMBER	TOP-SIDE MARKING
−40°C to 85°C	PDIP – N	Tube of 25	SN74HC595N	SN74HC595N
	SOIC – D	Tube of 40	SN74HC595D	HC595
		Reel of 2500	SN74HC595DR	
		Reel of 250	SN74HC595DT	
	SOIC – DW	Tube of 40	SN74HC595DW	HC595
		Reel of 2000	SN74HC595DWR	
	SOP – NS	Reel of 2000	SN74HC595NSR	HC595
	SSOP – DB	Reel of 2000	SN74HC595DBR	HC595
−55°C to 125°C	CDIP – J	Tube of 25	SNJ54HC595J	SNJ54HC595J
	CFP – W	Tube of 150	SNJ54HC595W	SNJ54HC595W
	LCCC – FK	Tube of 55	SNJ54HC595FK	SNJ54HC595FK

† Package drawings, standard packing quantities, thermal data, symbolization, and PCB design guidelines are available at www.ti.com/sc/package.

FUNCTION TABLE

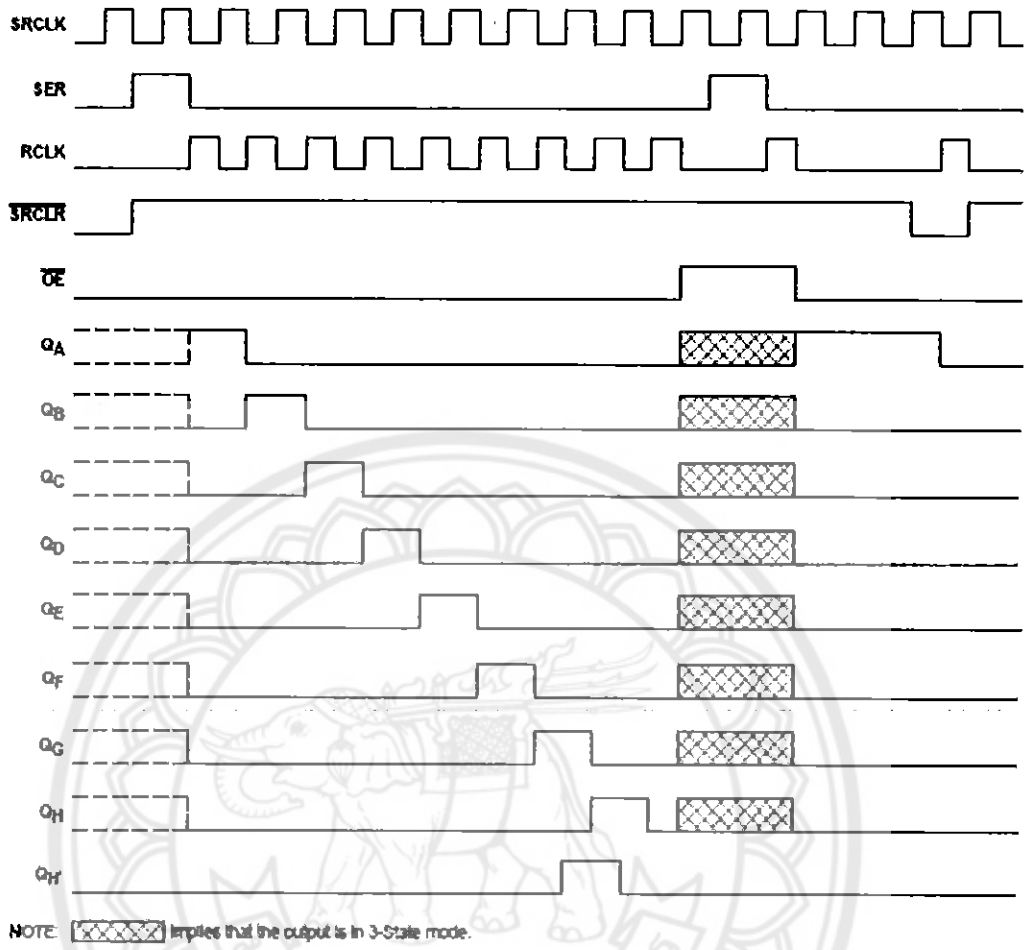
INPUTS					FUNCTION
SER	SRCLK	$\overline{SRCLR}$	RCLK	$\overline{OE}$	
X	X	X	X	H	Outputs Q_A–Q_H are disabled.
X	X	X	X	L	Outputs Q_A–Q_H are enabled.
X	X	L	X	X	Shift register is cleared.
L	↑	H	X	X	First stage of the shift register goes low. Other stages store the data of previous stage, respectively.
H	↑	H	X	X	First stage of the shift register goes high. Other stages store the data of previous stage, respectively.
X	X	X	↑	X	Shift-register data is stored in the storage register.

logic diagram (positive logic)



Pin numbers shown are for the D, DB, DW, J, N, NS, and W packages.

timing diagram



NOTE: ▨ implies that the output is in 3-State mode.

absolute maximum ratings over operating free-air temperature range (unless otherwise noted)†

Supply voltage range, V_{CC}	−0.5 V to 7 V
Input clamp current, I_{IK} ($V_I < 0$ or $V_I > V_{CC}$) (see Note 1)	±20 mA
Output clamp current, I_{OK} ($V_O < 0$ or $V_O > V_{CC}$) (see Note 1)	±20 mA
Continuous output current, I_O (V_O = 0 to V_{CC})	±35 mA
Continuous current through V_{CC} or GND	±70 mA
Package thermal impedance, θ_{JA} (see Note 2): D package	73°C/W
DB package	82°C/W
DW package	57°C/W
N package	67°C/W
NS package	64°C/W
Storage temperature range, T_{stg}	−65°C to 150°C

† Stresses beyond those listed under "absolute maximum ratings" may cause permanent damage to the device. These are stress ratings only, and functional operation of the device at these or any other conditions beyond those indicated under "recommended operating conditions" is not implied. Exposure to absolute-maximum-rated conditions for extended periods may affect device reliability.

NOTES: 1. The input and output voltage ratings may be exceeded if the input and output current ratings are observed.
2. The package thermal impedance is calculated in accordance with JESD 51-7.

recommended operating conditions (see Note 3)

			SN54HC595			SN74HC595			UNIT
			MIN	NOM	MAX	MIN	NOM	MAX	
V_{CC}	Supply voltage		2	5	6	2	5	6	V
V_{IH}	High-level input voltage	V_{CC} = 2 V	1.5			1.5			V
		V_{CC} = 4.5 V	3.15			3.15			
		V_{CC} = 6 V	4.2			4.2			
V_{IL}	Low-level input voltage	V_{CC} = 2 V			0.5			0.5	V
		V_{CC} = 4.5 V			1.35			1.35	
		V_{CC} = 6 V			1.8			1.8	
V_I	Input voltage		0		V_{CC}	0		V_{CC}	V
V_O	Output voltage		0		V_{CC}	0		V_{CC}	V
$\Delta t/\Delta v$‡	Input transition rise/fall time	V_{CC} = 2 V			1000			1000	ns
		V_{CC} = 4.5 V			500			500	
		V_{CC} = 6 V			400			400	
T_A	Operating free-air temperature		−55		125	−40		85	°C

NOTE 3. All unused inputs of the device must be held at V_{CC} or GND to ensure proper device operation. Refer to the TI application report, *Implications of Slow or Floating CMOS Inputs*, literature number SCBA004.

‡ If this device is used in the threshold region (from V_{IL} max = 0.5 V to V_{IH} min = 1.5 V), there is a potential to go into the wrong state from induced grounding, causing double clocking. Operating with the inputs at t_t = 1000 ns and V_{CC} = 2 V does not damage the device; however, functionality, the CLK inputs are not ensured while in the shift, count, or toggle operating modes.

electrical characteristics over recommended operating free-air temperature range (unless otherwise noted)

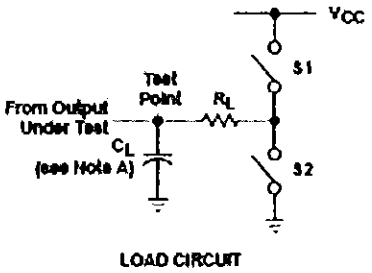
PARAMETER	TEST CONDITIONS		V_{CC}	T_A = 25°C			SN54HC595		SN74HC595		UNIT
				MIN	TYP	MAX	MIN	MAX	MIN	MAX	
V_{OH}	V_I = V_{IH} or V_{IL}	I_{OH} = −20 μA	2 V	1.9	1.998		1.9		1.9		V
			4.5 V	4.4	4.499		4.4		4.4		
			6 V	5.9	5.999		5.9		5.9		
		Q_H, I_{OH} = −4 mA	4.5 V	3.98	4.3		3.7		3.84		
		Q_A–Q_H, I_{OH} = −6 mA		3.98	4.3		3.7		3.84		
		Q_H, I_{OH} = −5.2 mA	6 V	5.48	5.8		5.2		5.34		
		Q_A–Q_H, I_{OH} = −7.8 mA		5.48	5.8		5.2		5.34		
V_{OL}	V_I = V_{IH} or V_{IL}	I_{OL} = 20 μA	2 V		0.002	0.1		0.1		0.1	V
			4.5 V		0.001	0.1		0.1		0.1	
			6 V		0.001	0.1		0.1		0.1	
		Q_H, I_{OL} = 4 mA	4.5 V		0.17	0.26		0.4		0.33	
		Q_A–Q_H, I_{OL} = 6 mA			0.17	0.26		0.4		0.33	
		Q_H, I_{OL} = 5.2 mA	6 V		0.15	0.26		0.4		0.33	
		Q_A–Q_H, I_{OL} = 7.8 mA			0.15	0.26		0.4		0.33	
I_I	V_I = V_{CC} or 0		6 V		±0.1	±100		±1000		±1000	nA
I_{OZ}	V_O = V_{CC} or 0, Q_A–Q_H		6 V		±0.01	±0.5		±10		±5	μA
I_{CC}	V_I = V_{CC} or 0, I_O = 0		6 V			8		160		80	μA
C_i			2 V to 6 V		3	10		10		10	pF

timing requirements over recommended operating free-air temperature range (unless otherwise noted)

			V_{CC}	T_A = 25°C		SN54HC595		SN74HC595		UNIT
				MIN	MAX	MIN	MAX	MIN	MAX	
f_{clock}	Clock frequency		2 V		6		4.2		5	MHz
			4.5 V		31		21		25	
			6 V		36		25		29	
t_w	Pulse duration	SRCLK or RCLK high or low	2 V	80		120		100		ns
			4.5 V	16		24		20		
			6 V	14		20		17		
		$\overline{SRCLR}$ low	2 V	80		120		100		
			4.5 V	16		24		20		
			6 V	14		20		17		
t_{su}	Setup time	SER before SRCLK↑	2 V	100		150		125		ns
			4.5 V	20		30		25		
			6 V	17		25		21		
		SRCLK↑ before RCLK↑†	2 V	75		113		94		
			4.5 V	15		23		19		
			6 V	13		19		16		
		$\overline{SRCLR}$ low before RCLK↑	2 V	50		75		65		
			4.5 V	10		15		13		
			6 V	9		13		11		
		$\overline{SRCLR}$ high (inactive) before SRCLK↑	2 V	50		75		60		
			4.5 V	10		15		12		
			6 V	9		13		11		
t_h	Hold time, SER after SRCLK↑		2 V	0		0		0		ns
			4.5 V	0		0		0		
			6 V	0		0		0		

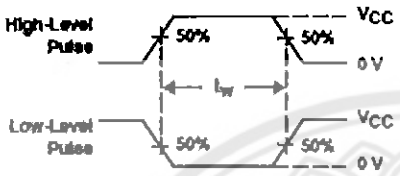
† This setup time allows the storage register to receive stable data from the shift register. The clocks can be tied together, in which case the shift register is one clock pulse ahead of the storage register.

PARAMETER MEASUREMENT INFORMATION

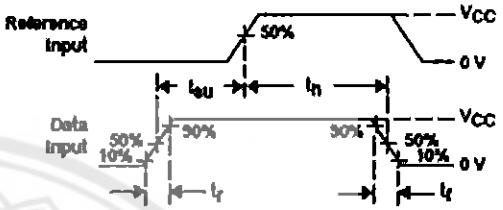


LOAD CIRCUIT

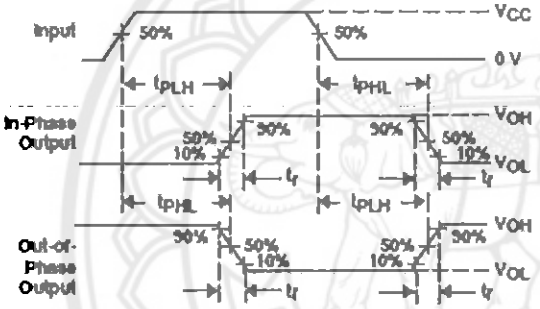
PARAMETER		R_L	C_L	S1	S2
t_{en}	t_{PZH}	1 kΩ	50 pF or 150 pF	Open	Closed
	t_{PZL}			Closed	Open
t_{dis}	t_{PHZ}	1 kΩ	50 pF	Open	Closed
	t_{PLZ}			Closed	Open
t_{pd} or t_t		—	50 pF or 150 pF	Open	Open



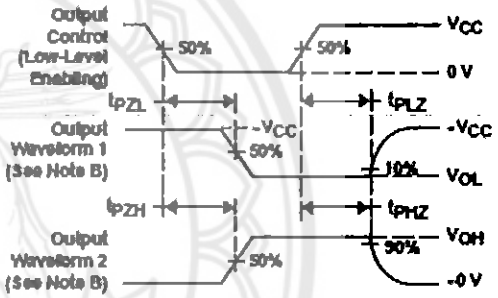
VOLTAGE WAVEFORMS
PULSE DURATIONS



VOLTAGE WAVEFORMS
SETUP AND HOLD AND INPUT RISE AND FALL TIMES



VOLTAGE WAVEFORMS
PROPAGATION DELAY AND OUTPUT TRANSITION TIMES



VOLTAGE WAVEFORMS
ENABLE AND DISABLE TIMES FOR 3-STATE OUTPUTS

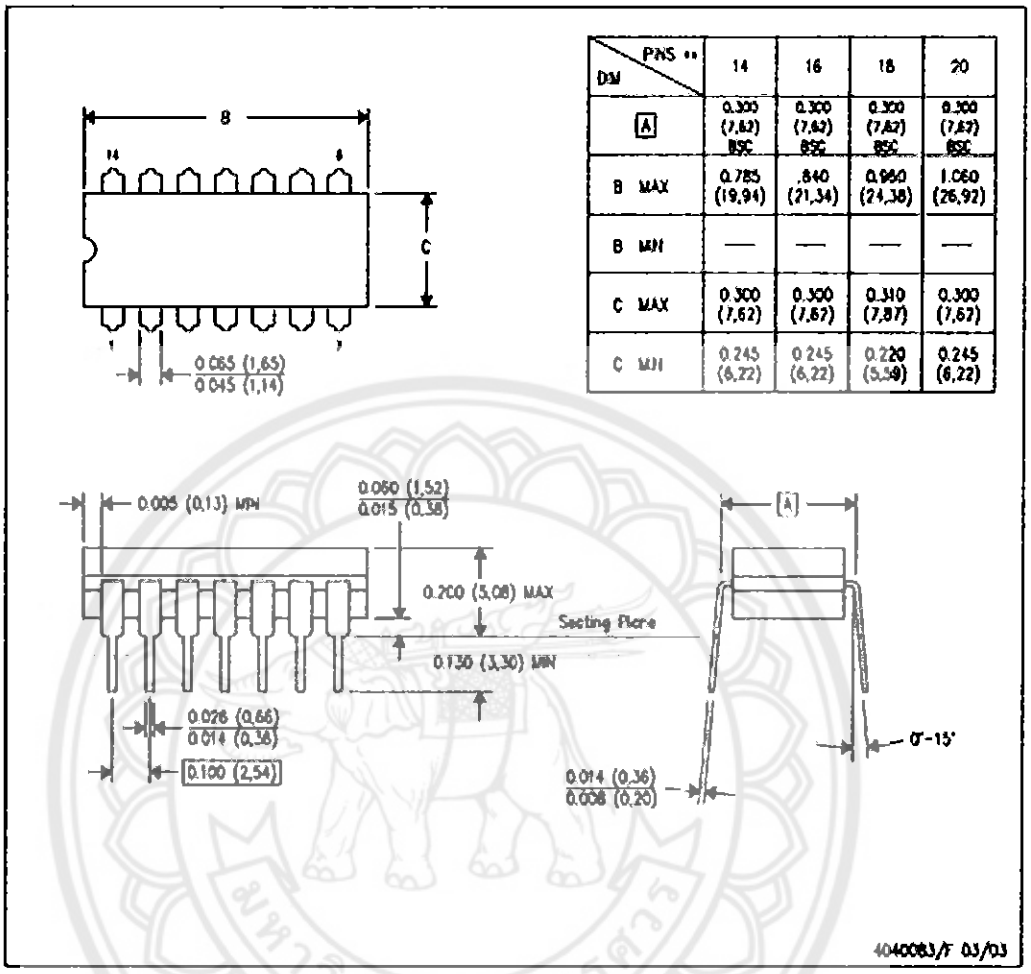
NOTES:
A. C_L includes probe and test-fixture capacitance.
B. Waveform 1 is for an output with internal conditions such that the output is low, except when disabled by the output control. Waveform 2 is for an output with internal conditions such that the output is high, except when disabled by the output control.
C. Phase relationships between waveforms were chosen arbitrarily. All input pulses are supplied by generators having the following characteristics: PRR ≤ 1 MHz, Z_O = 50 Ω, t_r = 6 ns, t_f = 6 ns.
D. For clock inputs, f_{max} is measured when the input duty cycle is 50%.
E. The outputs are measured one at a time, with one input transition per measurement.
F. t_{PLZ} and t_{PHZ} are the same as t_{dis}.
G. t_{PZL} and t_{PZH} are the same as t_{en}.
H. t_{PLH} and t_{PHL} are the same as t_{pd}.

Figure 1. Load Circuit and Voltage Waveforms

J (R–GDIP–T**)

14 LEADS SHOWN

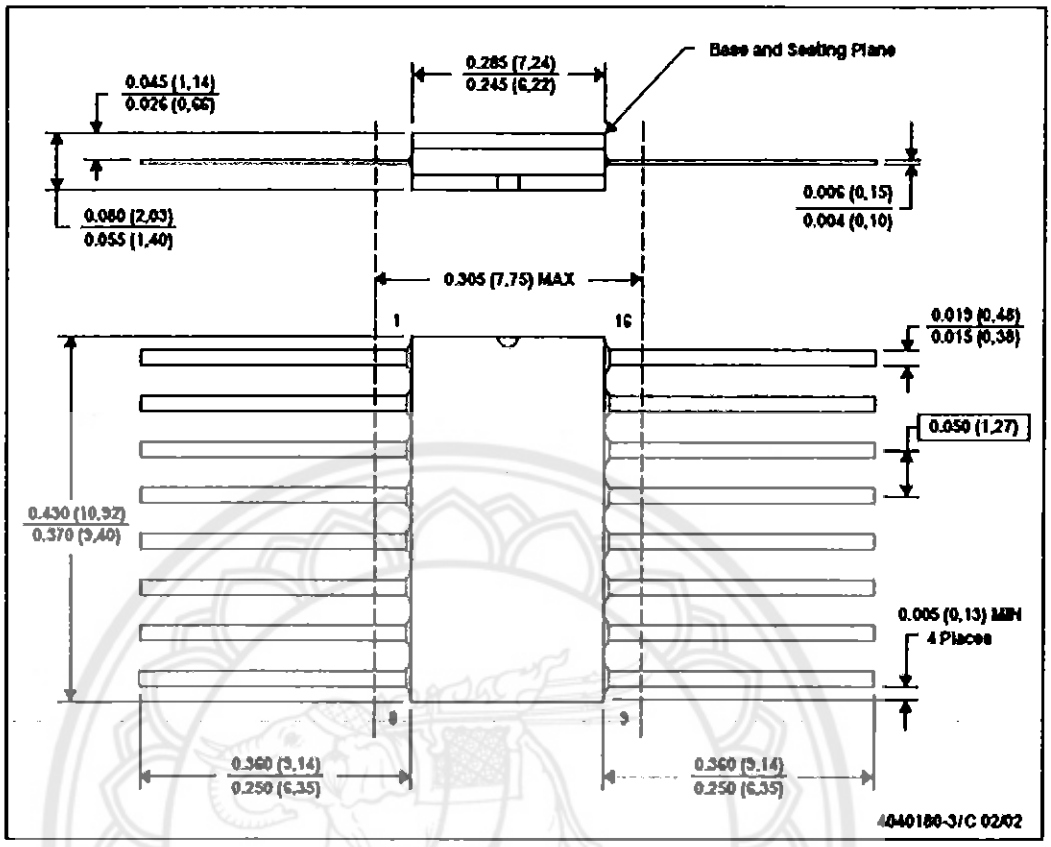
CERAMIC DUAL IN–LINE PACKAGE



DIM \ PINS **	14	16	18	20
A	0.300 (7,62) BSC	0.300 (7,62) BSC	0.300 (7,62) BSC	0.300 (7,62) BSC
B MAX	0.785 (19,94)	.840 (21,34)	0.960 (24,38)	1.060 (26,92)
B MIN	—	—	—	—
C MAX	0.300 (7,62)	0.300 (7,62)	0.310 (7,87)	0.300 (7,62)
C MIN	0.245 (6,22)	0.245 (6,22)	0.220 (5,59)	0.245 (6,22)

NOTES:
A. All linear dimensions are in inches (millimeters).
B. This drawing is subject to change without notice.
C. This package is hermetically sealed with a ceramic lid using glass frit.
D. Index point is provided on cap for terminal identification only on press ceramic glass frit seal only.
E. Falls within MIL STD 1835 GDIP1–T14, GDIP1–T16, GDIP1–T18 and GDIP1–T20.

W (R-GDFP-F16) **CERAMIC DUAL FLATPACK**

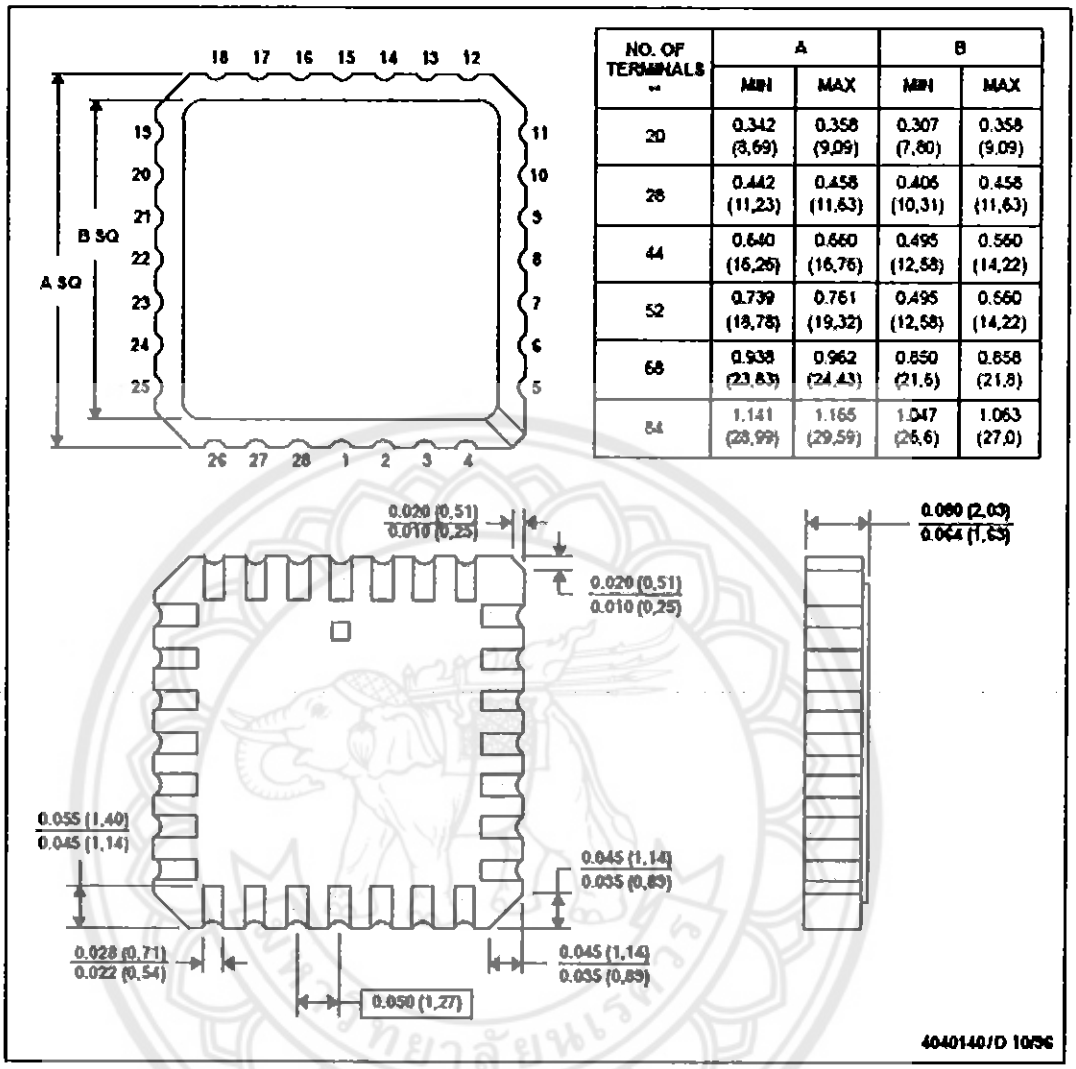


NOTES: A. All linear dimensions are in inches (millimeters).
B. This drawing is subject to change without notice.
C. This package can be hermetically sealed with a ceramic lid using glass frit.
D. Index point is provided on cap for terminal identification only.
E. Falls within MIL STD 1835 GDFP-1F16 and JEDEC MO-092AC

FK (S-CQCC-N**)

28 TERMINAL SHOWN

LEADLESS CERAMIC CHIP CARRIER

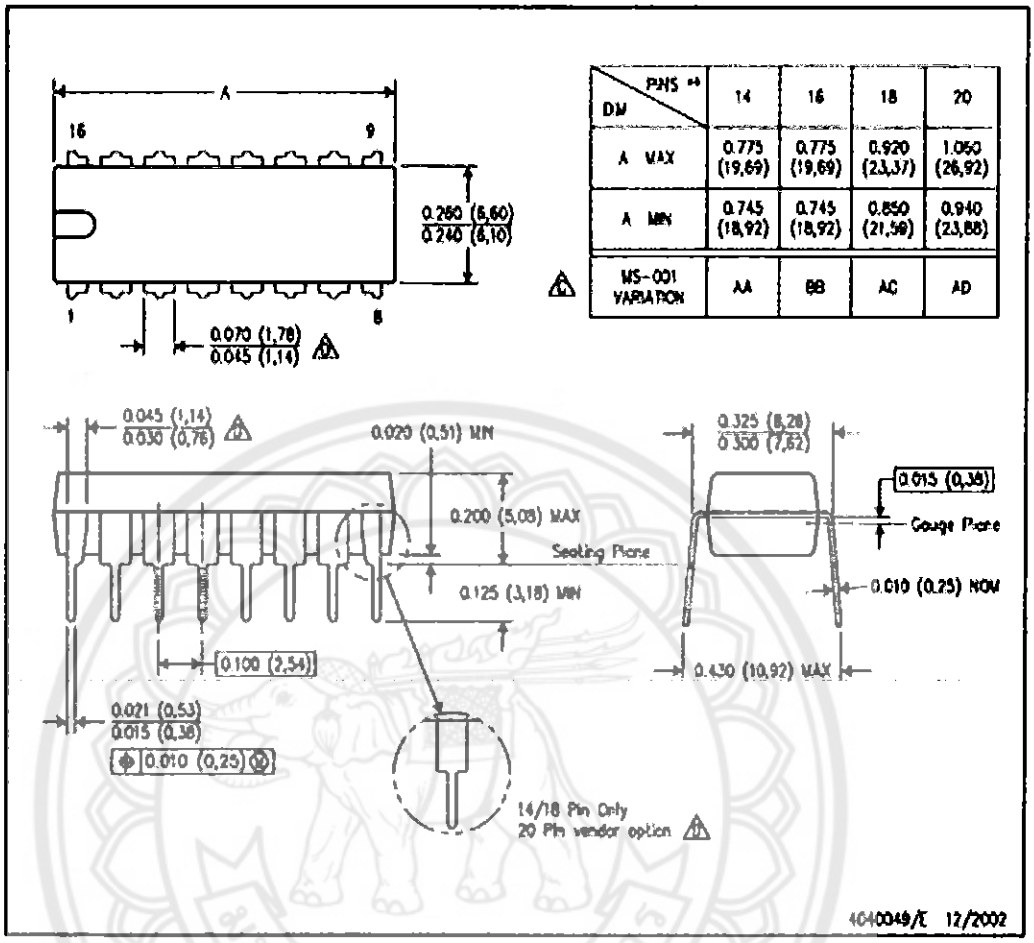


NO. OF TERMINALS **	A		B	
	MIN	MAX	MIN	MAX
20	0.342 (8,69)	0.358 (9,09)	0.307 (7,80)	0.358 (9,09)
28	0.442 (11,23)	0.458 (11,63)	0.406 (10,31)	0.458 (11,63)
44	0.640 (16,26)	0.660 (16,76)	0.495 (12,58)	0.560 (14,22)
52	0.739 (18,78)	0.761 (19,32)	0.495 (12,58)	0.560 (14,22)
68	0.938 (23,83)	0.962 (24,43)	0.850 (21,6)	0.858 (21,8)
84	1.141 (28,99)	1.165 (29,59)	1.047 (26,6)	1.063 (27,0)

NOTES: A. All linear dimensions are in inches (millimeters).
B. This drawing is subject to change without notice.
C. This package can be hermetically sealed with a metal lid.
D. The terminals are gold plated.
E. Falls within JEDEC MS-004

N (R-PDIP-T**) PLASTIC DUAL-IN-LINE PACKAGE

16 PINS SHOWN

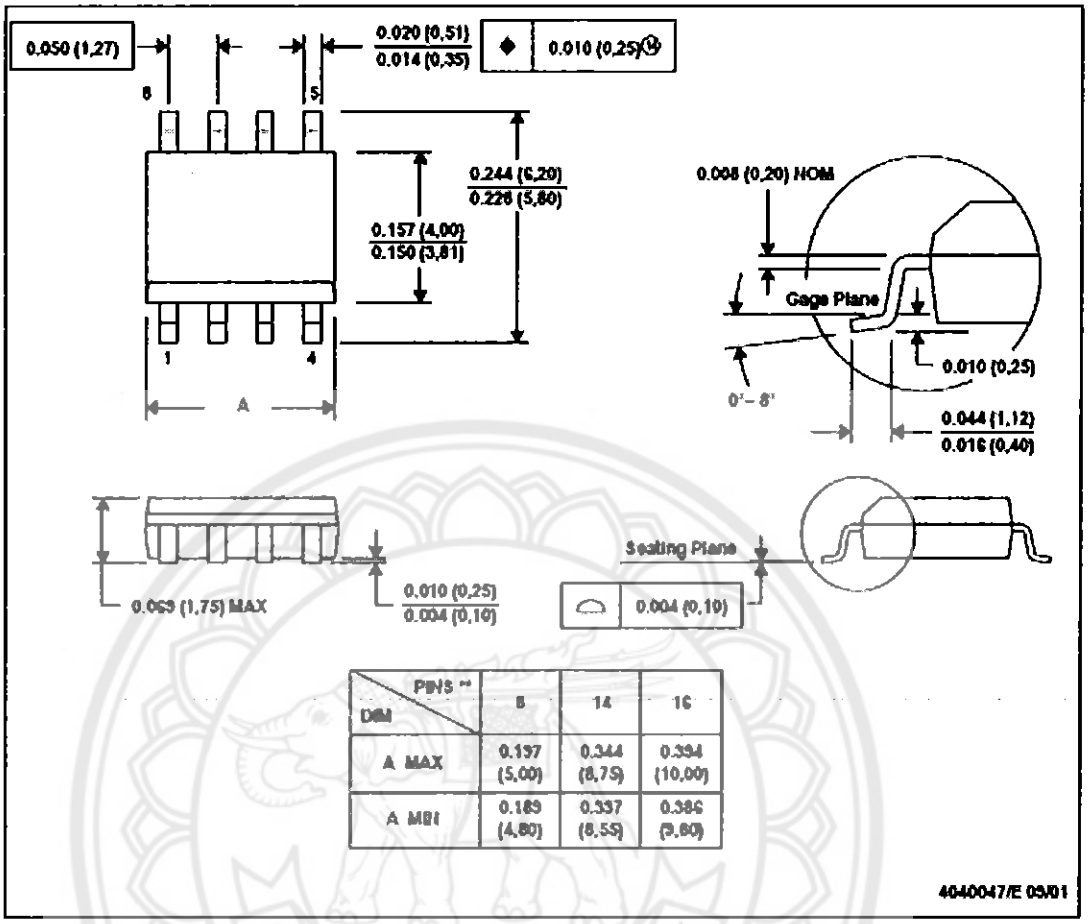


DIM \ PINS **	14	16	18	20
A MAX	0.775 (19,69)	0.775 (19,69)	0.920 (23,37)	1.060 (26,92)
A MIN	0.745 (18,92)	0.745 (18,92)	0.850 (21,59)	0.940 (23,88)
MS-001 VARIATION	AA	BB	AC	AD

NOTES:
A. All linear dimensions are in inches (millimeters).
B. This drawing is subject to change without notice.
4. Falls within JEDEC MS-001, except 18 and 20 pin minimum body length (Dim A).
4. The 20 pin end lead shoulder width is a vendor option, either half or full width.

D (R-PDSO-G)** **PLASTIC SMALL-OUTLINE PACKAGE**

8 PINS SHOWN



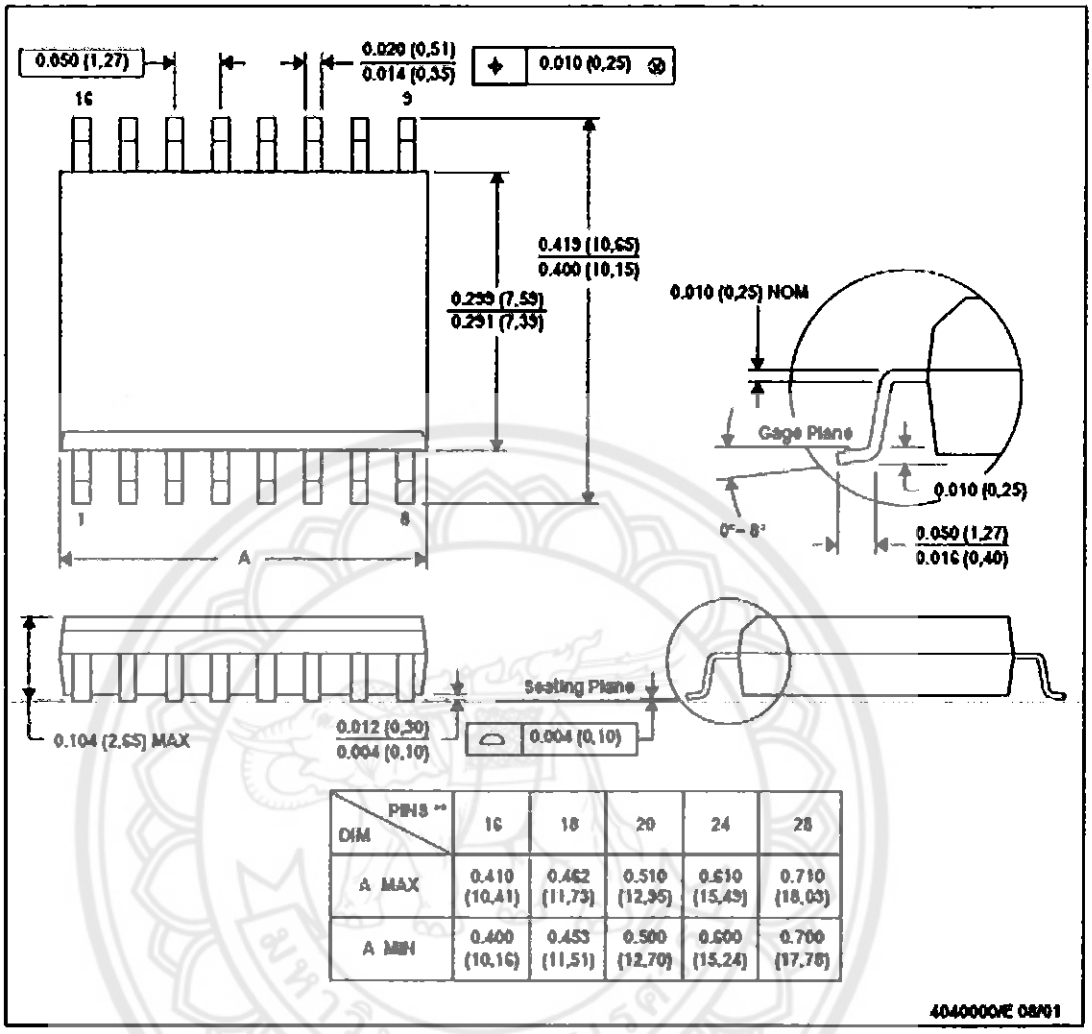
DIM \ PINS **	8	14	16
A MAX	0.197 (5,00)	0.344 (8,75)	0.394 (10,00)
A MIN	0.189 (4,80)	0.337 (8,55)	0.386 (9,80)

NOTES: A. All linear dimensions are in inches (millimeters).
B. This drawing is subject to change without notice.
C. Body dimensions do not include mold flash or protrusion, not to exceed 0.006 (0,15).
D. Falls within JEDEC MS-012

DW (R-PDSO-G**)

PLASTIC SMALL-OUTLINE PACKAGE

16 PINS SHOWN



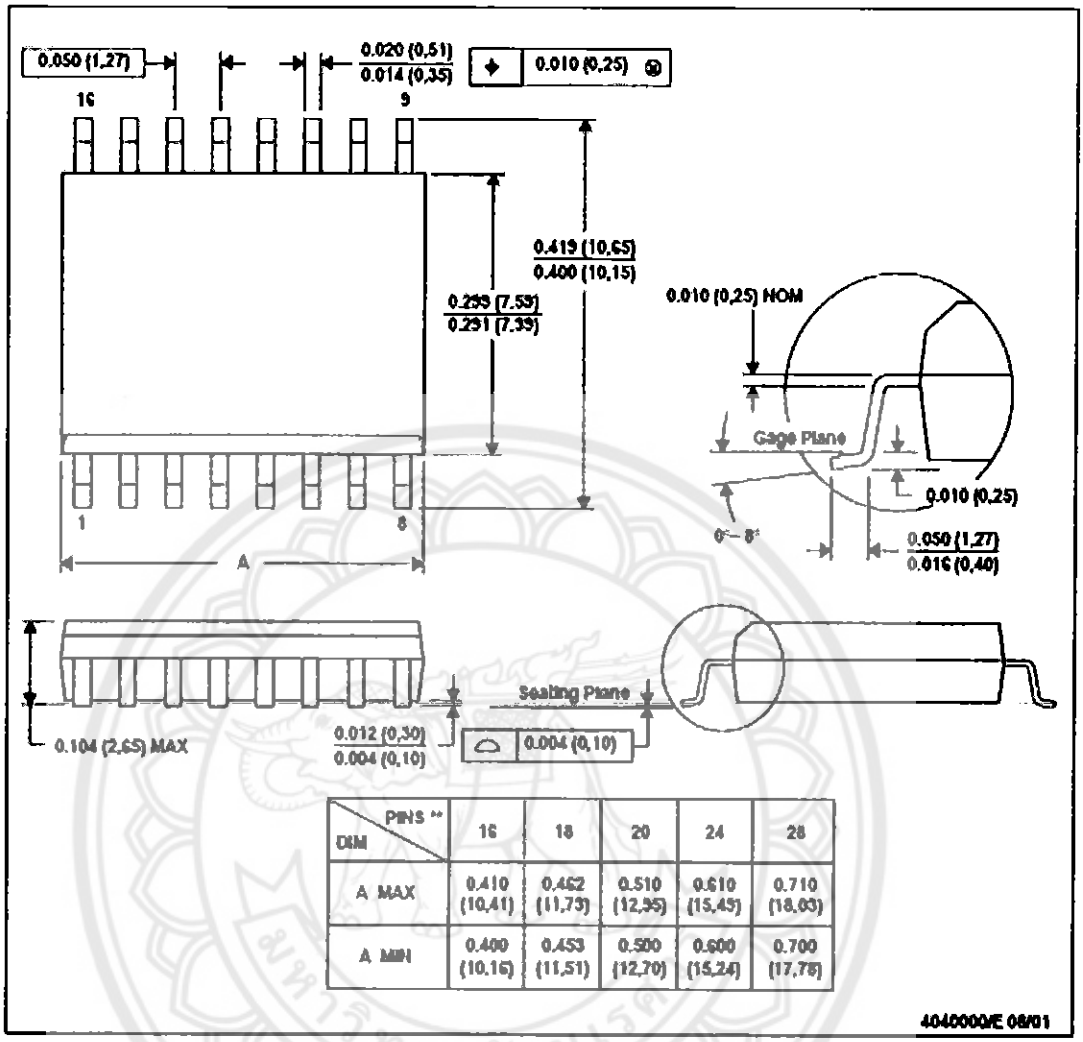
DIM \ PINS **	16	18	20	24	28
A MAX	0.410 (10,41)	0.462 (11,73)	0.510 (12,95)	0.610 (15,49)	0.710 (18,03)
A MIN	0.400 (10,16)	0.453 (11,51)	0.500 (12,70)	0.600 (15,24)	0.700 (17,78)

NOTES: A. All linear dimensions are in inches (millimeters).
B. This drawing is subject to change without notice.
C. Body dimensions do not include mold flash or protrusion not to exceed 0.006 (0,15).
D. Falls within JEDEC MS-013

DW (R-PDSO-G**)

PLASTIC SMALL-OUTLINE PACKAGE

16 PINS SHOWN



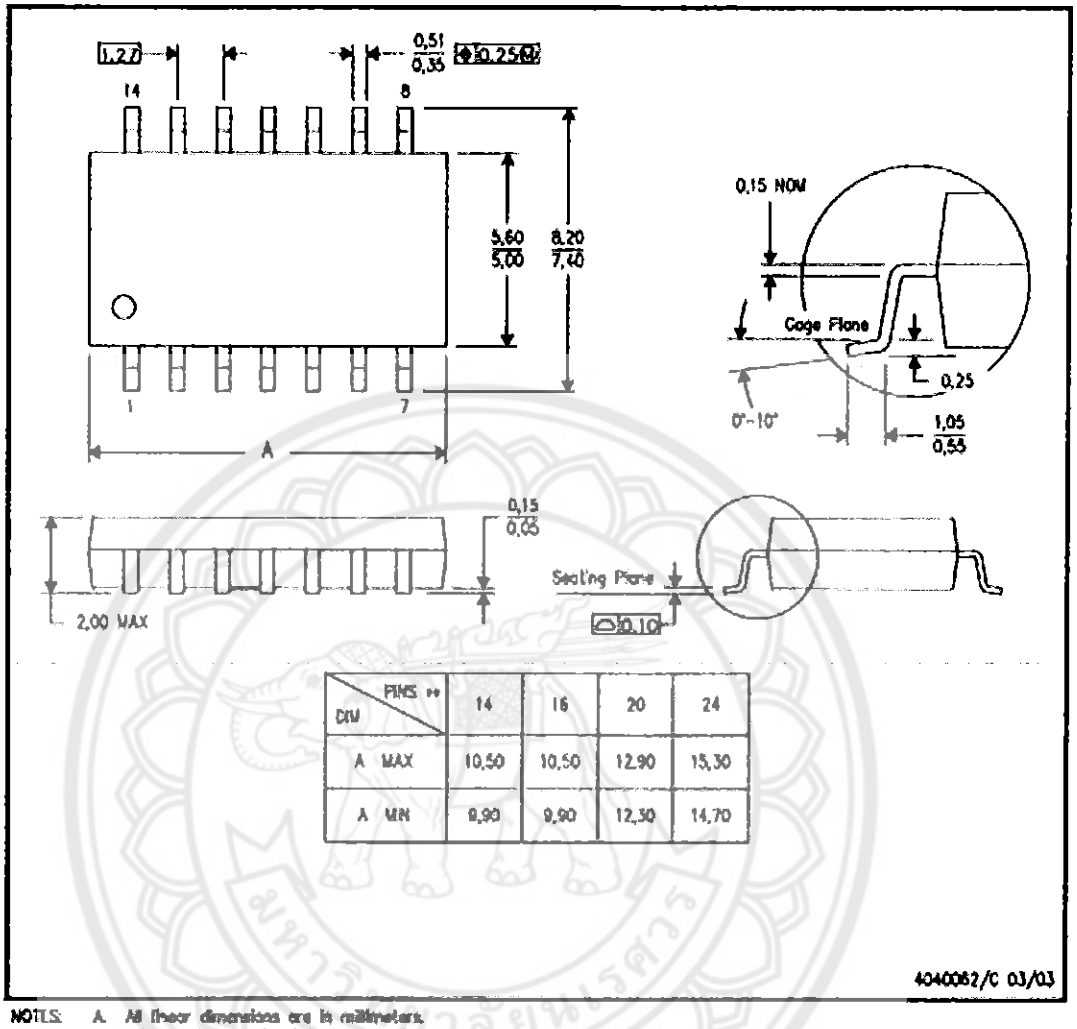
DIM \ PINS **	16	18	20	24	28
A MAX	0.410 (10,41)	0.462 (11,73)	0.510 (12,95)	0.610 (15,45)	0.710 (18,03)
A MIN	0.400 (10,16)	0.453 (11,51)	0.500 (12,70)	0.600 (15,24)	0.700 (17,78)

NOTES: A. All linear dimensions are in inches (millimeters).
B. This drawing is subject to change without notice.
C. Body dimensions do not include mold flash or protrusion not to exceed 0.006 (0,15).
D. Falls within JEDEC MS-013

MECHANICAL DATA

N8 (R-PDSO-G)** **PLASTIC SMALL-OUTLINE PACKAGE**

14-PIN SHOWN

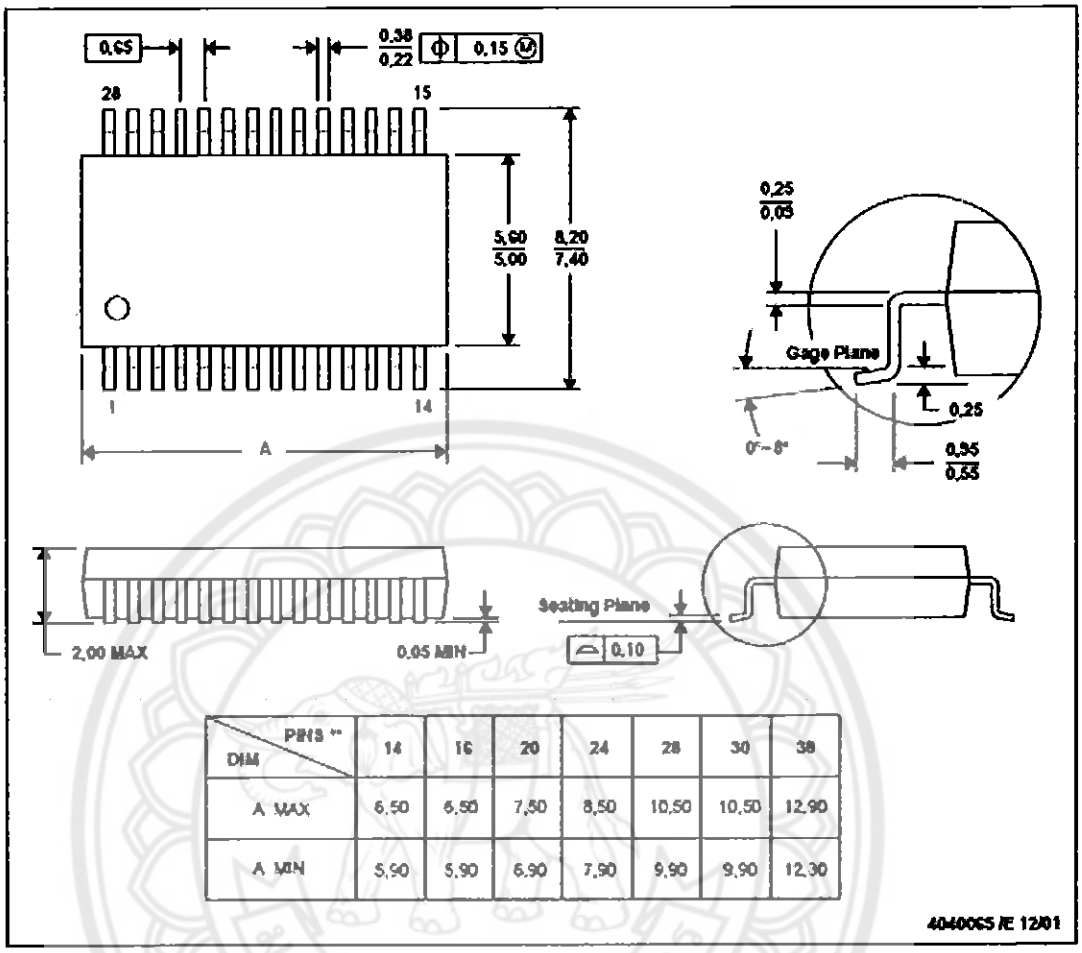


DIM \ PINS **	14	16	20	24
A MAX	10,50	10,50	12,90	15,30
A MIN	9,90	9,90	12,30	14,70

NOTES:
A. All linear dimensions are in millimeters.
B. This drawing is subject to change without notice.
C. Body dimensions do not include mold flash or protrusion, not to exceed 0,15.

DB (R-PDSO-G)** **PLASTIC SMALL-OUTLINE**

28 PINS SHOWN



DIM \ PINS **	14	16	20	24	28	30	38
A MAX	6,50	6,50	7,50	8,50	10,50	10,50	12,90
A MIN	5,90	5,90	6,90	7,90	9,90	9,90	12,30

4040065/E 12/01

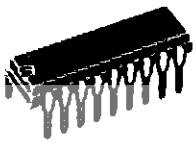
NOTES: A. All linear dimensions are in millimeters.
B. This drawing is subject to change without notice.
C. Body dimensions do not include mold flash or protrusion not to exceed 0,15.
D. Falls within JEDEC MO-150

ภาคผนวก ง

ULN2803A

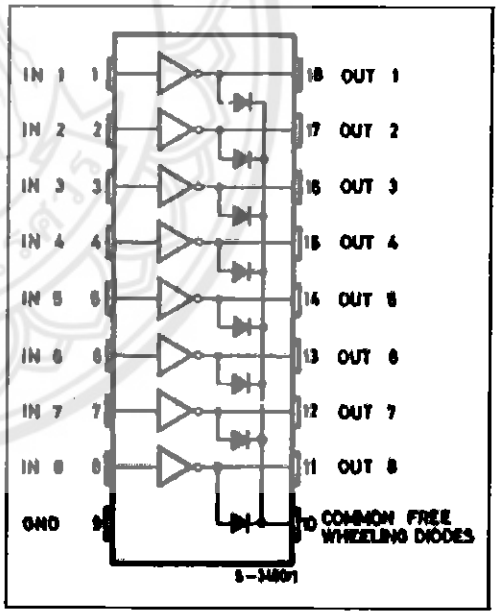
EIGHT DARLINGTON ARRAYS

- EIGHT DARLINGTONS WITH COMMON EMITTERS
- OUTPUT CURRENT TO 500 mA
- OUTPUT VOLTAGE TO 50 V
- INTEGRAL SUPPRESSION DIODES
- VERSIONS FOR ALL POPULAR LOGIC FAMILIES
- OUTPUT CAN BE PARALLELED
- INPUTS PINNED OPPOSITE OUTPUTS TO SIMPLIFY BOARD LAYOUT



DIP18

PIN CONNECTION (top view)



DESCRIPTION

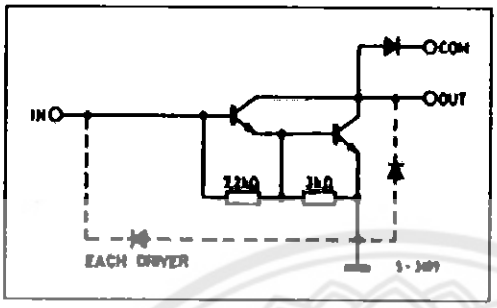
The ULN2801A-ULN2805A each contain eight darlington transistors with common emitters and integral suppression diodes for inductive loads. Each darlington features a peak load current rating of 600mA (500mA continuous) and can withstand at least 50V in the off state. Outputs may be paralleled for higher current capability.

Five versions are available to simplify interfacing to standard logic families : the ULN2801A is designed for general purpose applications with a current limit resistor ; the ULN2802A has a 10.5kΩ input resistor and zener for 14-25V PMOS ; the ULN2803A has a 2.7kΩ input resistor for 5V TTL and CMOS ; the ULN2804A has a 10.5kΩ input resistor for 6-15V CMOS and the ULN2805A is designed to sink a minimum of 350mA for standard and Schottky TTL where higher output current is required.

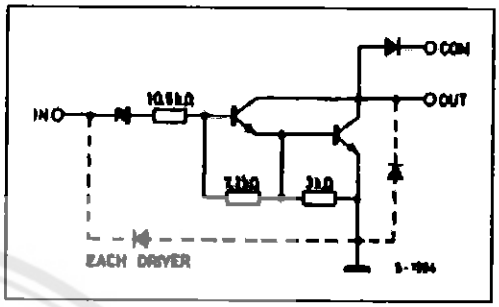
All types are supplied in a 18-lead plastic DIP with a copper lead from and feature the convenient input-opposite-output pinout to simplify board layout.

SCHEMATIC DIAGRAM AND ORDER CODES

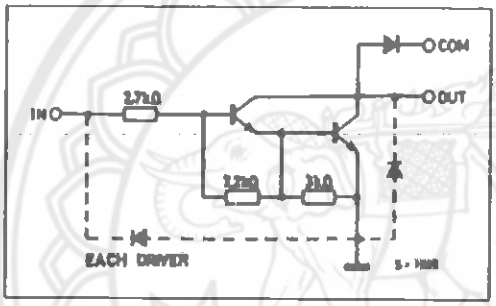
For ULN2801A (each driver for PMOS-CMOS)



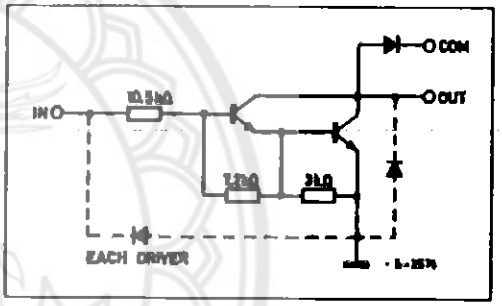
For ULN2802A (each driver for 14-15 V PMOS)



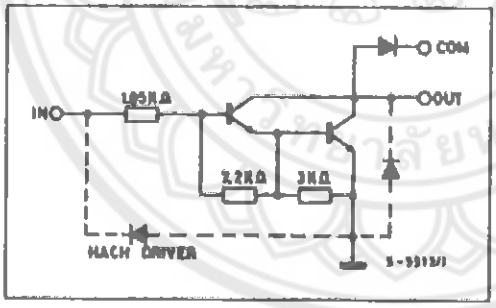
For ULN2803A (each driver for 5 V, TTL/CMOS)



For ULN2804A (each driver for 8-15 V CMOS/PMOS



For ULN2805A (each driver for high out TTL)



ABSOLUTE MAXIMUM RATINGS

Symbol	Parameter	Value	Unit
V_o	Output Voltage	50	V
V_I	Input Voltage for ULN2802A, UL2803A, ULN2804A for ULN2805A	 30 15	V
I_C	Continuous Collector Current	500	mA
I_B	Continuous Base Current	25	mA
P_{tot}	Power Dissipation (one Darlington pair) (total package)	 1.0 2.25	W
T_{amb}	Operating Ambient Temperature Range	– 20 to 85	°C
T_{stg}	Storage Temperature Range	– 55 to 150	°C
Tj	Junction Temperature Range	– 20 to 150	°C

THERMAL DATA

Symbol	Parameter		Value	Unit
$R_{th\ j\text{-}amb}$	Thermal Resistance Junction-ambient	Max.	55	°C/W

ELECTRICAL CHARACTERISTICS (T_{amb} = 25°C unless otherwise specified)

Symbol	Parameter	Test Conditions	Min.	Typ.	Max.	Unit	Fig.
I_{CEX}	Output Leakage Current	V_{CE} = 50V T_{amb} = 70°C, V_{CE} = 50V T_{amb} = 70°C for ULN2802A V_{CE} = 50V, V_I = 6V for ULN2804A V_{CE} = 50V, V_I = 1V			50 100 500 500	µA µA µA µA	1a 1a 1b 1b
$V_{CE(sat)}$	Collector-emitter Saturation Voltage	I_C = 100mA, I_B = 250µA I_C = 200mA, I_B = 350µA I_C = 350mA, I_B = 500µA		0.9 1.1 1.3	1.1 1.3 1.6	V V V	2
$I_{I(on)}$	Input Current	for ULN2802A V_I = 17V for ULN2803A V_I = 3.85V for ULN2804A V_I = 5V V_I = 12V for ULN2805A V_I = 3V		0.82 0.93 0.35 1 1.5	1.25 1.35 0.5 1.45 2.4	mA mA mA mA mA	3
$I_{I(off)}$	Input Current	T_{amb} = 70°C, I_C = 500µA	50	65		µA	4
$V_{I(on)}$	Input Voltage	V_{CE} = 2 V for ULN2802A I_C = 300mA for ULN2803A I_C = 200mA I_C = 250mA I_C = 300mA for ULN2804A I_C = 125mA I_C = 200mA I_C = 275mA I_C = 350mA for ULN2805A I_C = 350mA			 13 2.4 2.7 3 5 6 7 8 2.4	 V V V V V V V V V	5
h_{FE}	DC Forward Current Gain	for ULN2801A V_{CE} = 2V, I_C = 350mA	1000			–	2
C_I	Input Capacitance			15	25	pF	–
t_{PLH}	Turn-on Delay Time	0.5 V_I to 0.5 V_o		0.25	1	µs	–
t_{PHL}	Turn-off Delay Time	0.5 V_I to 0.5 V_o		0.25	1	µs	–
I_R	Clamp Diode Leakage Current	V_R = 50V T_{amb} = 70°C, V_R = 50V			50 100	µA µA	6 6
V_F	Clamp Diode Forward Voltage	I_F = 350mA		1.7	2	V	7

TEST CIRCUITS

Figure 1a.

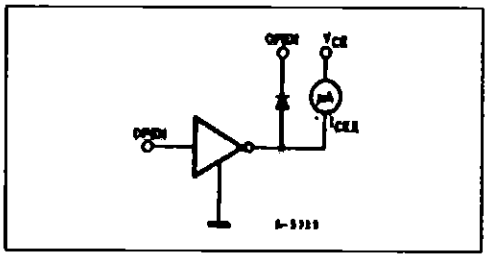


Figure 1b.

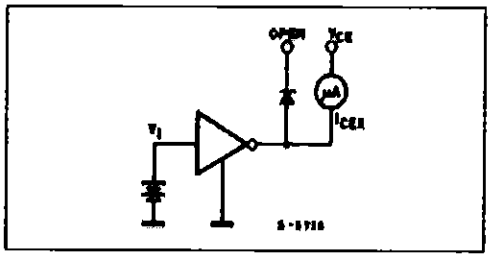


Figure 2.

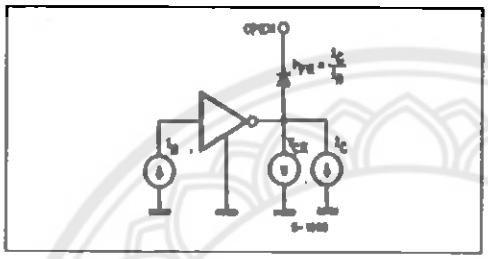


Figure 3.

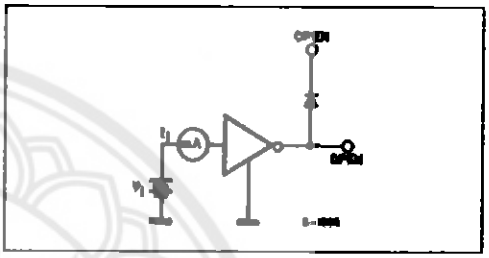


Figure 4.

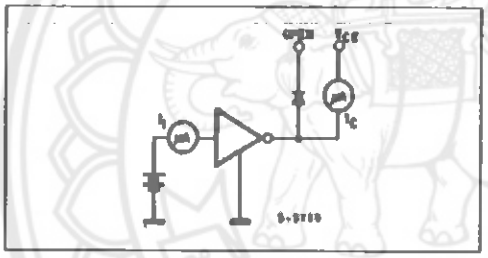


Figure 5.

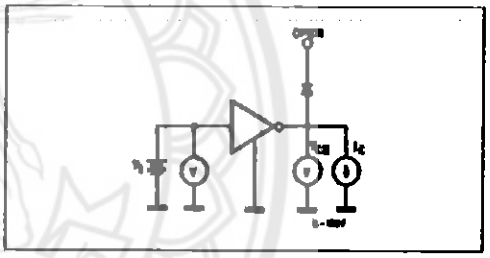


Figure 6.

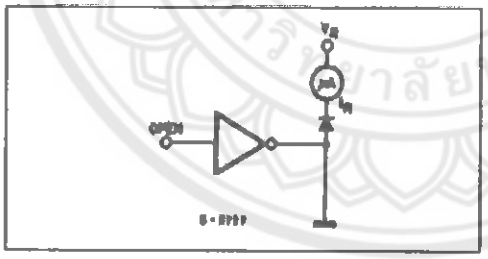
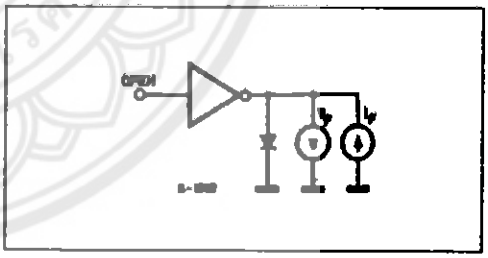


Figure 7.



DIP18 PACKAGE MECHANICAL DATA

DIM.	mm			inch		
	MIN.	TYP.	MAX.	MIN.	TYP.	MAX.
a1	0.254			0.010		
B	1.39		1.65	0.055		0.065
b		0.46			0.018	
b1		0.25			0.010	
D			23.24			0.915
E		8.5			0.335	
e		2.54			0.100	
e3		20.32			0.800	
F			7.1			0.280
I			3.93			0.155
L		3.3			0.130	
Z		1.27	1.59		0.050	0.063