ป้ายไฟแสดงผล

DOT MATRIX BILLBOARD

ธนกฤต พรหมมี

Tanakrit Prommee

ยุทธนา ผลทวี

Yutthana Poltawee

วัชราภรณ์ สีงอม

Watcharaporn Sringom

ปริญญานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต

สาขาวิชาวิศวกรรมอิเล็กทรอนิกส์

คณะวิศวกรรมศาสตร์

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

ปีการศึกษา 2556

ป้ายไฟแสดงผล

DOT MATRIX BILLBOARD

ธนกฤต พรหมมี
ยุทธนา ผลทวี
วัชราภรณ์ สีง่อม

อาจารย์ที่ปรึกษา
รศ.ขนิษฐา แซ่ตั้ง

ปริญญานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต
สาขาวิชาวิศวกรรมอิเล็กทรอนิกส์
คณะวิศวกรรมศาสตร์
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
ปีการศึกษา 2556

ปริญญานิพนธ์ปีการศึกษา 2556

สาขาวิชา วิศวกรรมอิเล็กทรอนิกส์

คณะ วิศวกรรมศาสตร์สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

เรื่อง ป้ายไฟแสดงผล

Dot matrix billboard

ผู้จัดทำ นาย ธนกฤต พรหมมี รหัส 53010615

นาย ยุทธนา ผลทวี รหัส 53011322

นาย วัชราภรณ์ สีง่อม รหัส 53011455

ปริญญานิพนธ์นี้ผ่านการตรวจสอบโดยอาจารย์ที่ปรึกษาแล้ว

(รศ.ขนิษฐา แซ่ตั้ง)

อาจารย์ที่ปรึกษา

หัวข้อปริญญานิพนธ์	ป้ายไฟแสดงผล		
นักศึกษา	นายธนกฤต	พรหมมี	รหัสนักศึกษา 53010615
	นายยุทธนา	ผลทวี	รหัสนักศึกษา 53011322
	นายวัชราภรณ์	สีง่อม	รหัสนักศึกษา 53011455
ปริญญา	วิศวกรรมศาสตรบัณฑิต		
สาขาวิชา	วิศวกรรมอิเล็กทรอนิกส์		
ปีการศึกษา	2556		
อาจารย์ที่ปรึกษาปริญญานิพนธ์	รศ.ขนิษฐา แซ่ตั้ง		

บทคัดย่อ

โครงงานนี้อธิบายการออกแบบการสร้างป้ายไฟและอ่านออกเสียง แสดงข้อความ อุณหภูมิจากอุปกรณ์วัดอุณหภูมิที่วัดได้ขณะนั้นจริง และแสดงนาฬิกาบอกเวลาจริง การแสดงผลจะใช้แอลอีดีขนาด 8x8 และ12 หลัก ทำให้ได้จำนวนเท่ากับ 8x64 จุด ส่วนการอ่านออกเสียงตามอุณหภูมิ เวลา จะแสดงอยู่สลับกันไปโดยการใช้การอัดเสียงเก็บเสียงไว้ในโมดูลเครื่องเล่นเสียง MP3 การทำงานทั้งหมดนี้ถูกควบคุมโดยไมโครคอนโทรลเลอร์ Arduino ทำให้ผู้พิการทางสายตาสามารถรับรู้ข่าวสารนี้ได้

Thesis Title	Dot matrix billboard
Student	Mr. Tanakrit Prommee Student ID.53010615
	Mr. Yutthana Poltawee Student ID.53011322
	Mr. watcharaporn Sringom Student ID.53011455
Degree	Bachelor of Engineering
Program	Electronics Engineering
Year	2013
Thesis Advisor	Asoc.Prof.Khanittha Saetang

ABSTRACT

This report describes design display, read -aloud, show text and show temperature, Measured from temperate measurement measured at the time and shown real time clock. The display will use led size 8x8 amount 12 columns ,Therefore the amount of led are 8x64 points. The part of temperature reading aloud and time, Which will be worked alternately by using keep audio recording in the audio module mp3. All of operation controlled by ARDUINO, Finally The visually impaired can inform this.

กิตติกรรมประกาศ

โครงงานนี้ได้จัดทำขึ้นจนประสบผลสำเร็จเนื่องจากได้รับความช่วยเหลือจากหลายๆฝ่ายด้วยกัน โดยบุคคลแรกที่ขอกล่าวถึงคือ รศ.ขนิษฐา แซ่ตั้ง อาจารย์ที่ปรึกษาของโครงงานนี้ที่ให้ความช่วยเหลือพวกเราทุกเรื่อง คอยให้คำแนะนำให้ความรู้ช่วยแก้ปัญหา พวกเราต้องขอขอบพระคุณอาจารย์เป็นอย่างสูง

บุคคลที่มีพระคุณอย่างสูงต่อพวกเรา คือ บิดา มารดา ที่ทำให้พวกเรามีวันนี้ ซึ่งพวกท่านคือกำลังใจที่มีค่ายิ่ง เพราะ ท่านได้ให้การเลี้ยงดูที่ดีให้การอบรมสั่งสอนและเอาใจใส่จนทำให้เราเป็นคนที่ดีในวันนี้ได้ พวกเราจะขอสำนึกในพระคุณอันสูงค่านี้ตลอดไป

โครงงานและรายงานฉบับนี้สำเร็จเป็นรูปเล่มที่สมบูรณ์ตลอดจนเป้าหมายที่วางไว้ได้สำเร็จลุล่วงไปด้วยดี จึงขอขอบพระคุณอาจารย์ทุกท่าน ขอบคุณเพื่อนๆ ภาควิชาอิเล็กทรอนิกส์ทุกคนทั้งที่เอ่ยนามและไม่เอ่ยนามมา ณ ที่นี้ด้วย

ธนกฤต พรหมมี
ยุทธนา ผลทวี
วัชราภรณ์ สีง่อม

สารบัญ

หน้า

บทคัดย่อภาษาไทย.....II
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ.....III
กิตติกรรมประกาศ.....IV
สารบัญ.....V
สารบัญตาราง.....VII
สารบัญรูป.....IX
บทที่ 1 บทนำ..... 1

บทที่ 2 หลักการทำงานของวงจร.....3
2.1 ส่วนประกอบพื้นฐานของวงจรแสดงผล..... 3
2.2 การเชื่อมต่ออุปกรณ์แบบ I^2C.....3
2.2.1 การเชื่อมต่ออุปกรณ์แบบ BUS..... 3
2.2.2 ลักษณะการกำหนดสถานะเริ่มต้นและสถานะสิ้นสุดของ BUS.....4
2.2.3 รหัสควบคุมของ BUS (Control Byte).....4
2.3 การส่งข้อมูลแบบ SPI.....6
2.4 ตัวอุปกรณ์.....6
2.4.1 TDS055 (MP3 Player Module)..... 6
2.4.1.2 การอัดเสียงโดยใช้ Module-mp3.....7
2.4.1.3 ขั้นตอนสร้างโฟลเดอร์และตัวอย่างการสั่งการ.....8
2.4.2 บอร์ด Arduino Uno..... 9
2.4.3 Dot Matrix-LED..... 11
2.4.4 Real Time Clock (DS1307).....13
2.4.5 ตัวตรวจจับอุณหภูมิเบอร์ DS 1820..... 14
2.4.6 ตัวขับ Dot-Matrix LED Display MAX7219.....14
2.4.7 ตัวตรวจจับความชื้น เบอร์ DHT11..... 15
2.4.8 Bluetooth (HC-05)..... 16

สารบัญ(ต่อ)

หน้า

บทที่ 3 การออกแบบวงจร....17
3.1 การออกแบบระบบการทำงาน....17
3.2 Arduino เชื่อมต่อกับ MAX7219 เพื่อขับ Dot matrix-LED....18
3.3 Arduino เชื่อมต่อกับ Real time clock....18
3.4 Arduino เชื่อมต่อกับ Module MP3....19
3.5 Arduino เชื่อมต่อกับ Bluetooth....20
3.6 Arduino เชื่อมต่อกับตัวตรวจจับอุณหภูมิ และ ความชื้น....20
3.6.1 ข้อมูลเป็นแบบ Digital Data....22
3.7 วงจรทั้งหมดของ Dot matrix Billboard....23
3.8 ผังขั้นตอนการทำงานของวงจร (Flow chart)....24

บทที่ 4 การทดลอง ผลการทดลอง และวิเคราะห์ผลการทดลอง....25
4.1 ผลการทดลองที่อุณหภูมิห้อง 25 องศาเซลเซียส....25
4.2 การแสดงผล....26

บทที่ 5 สรุปผลและข้อเสนอแนะ....29
เอกสารอ้างอิง....30
ภาคผนวก....31

สารบัญรูป

หน้า

รูปที่ 2.1ลักษณะการการเชื่อมต่ออุปกรณ์แบบ BUS.....4
รูปที่ 2.2 รหัสควบคุมของ BUS (Control Byte).....4
รูปที่ 2.3 การส่งข้อมูลแบบ SPI.....6
รูปที่ 2.4 TDS055 (MP3 Player Module).....6
รูปที่ 2.5 ชุดคำสั่งที่ใช้ในการควบคุมของเสียง.....7
รูปที่ 2.6 การสร้างโฟลเดอร์ ใน SD Card.....8
รูปที่ 2.7 สร้างไฟล์ MP3 ในโฟลเดอร์ song.....8
รูปที่ 2.8 สร้างไฟล์ MP3 ในโฟลเดอร์ ADVERT.....9
รูปที่ 2.9 บอร์ด Arduino Uno.....9
รูปที่ 2.10 Dot Matrix-LED.....11
รูปที่ 2.11 ค่าต่างๆที่เป็นคุณสมบัติของ Dot-Matrix LED.....11
รูปที่ 2.12 Real Time Clock (DS1307).....12
รูปที่ 2.13 ตัวตรวจจับอุณหภูมิเบอร์ DS 1820.....13
รูปที่ 2.14 MAX7219.....14
รูปที่ 2.15 ตัวตรวจจับความชื้น เบอร์ DHT11.....15
รูปที่ 2.16 Bluetooth (HC-05).....16
รูปที่ 3.1 ระบบการทำงาน.....17
รูปที่ 3.2 Arduino เชื่อมต่อกับ MAX7219 เพื่อขับ Dot matrix-LED.....18
รูปที่ 3.3 Arduino เชื่อมต่อกับ Real time clock.....19
รูปที่ 3.4 Arduino เชื่อมต่อกับ Module MP3.....19
รูปที่ 3.5 Arduino เชื่อมต่อกับ Bluetooth.....20
รูปที่ 3.6.1 Arduino เชื่อมต่อกับตัวตรวจจับอุณหภูมิ.....21
รูปที่ 3.6.2 Arduino เชื่อมต่อกับตัวตรวจจับความชื้น.....21
รูปที่ 3.6.3 ข้อมูลเป็นแบบ Digital Data.....22
รูปที่ 3.7 วงจร Dot matrix Billboard.....23
รูปที่ 3.8 ผังขั้นตอนการทำงานของวงจร (Flow chart).....24

สารบัญรูป(ต่อ)

หน้า

รูปที่ 4.1 การแสดงเวลาบน Dot Matrix..... 26
รูปที่ 4.2 การแสดงวันที่ เดือน และปี บน Dot Matrix..... 26
รูปที่ 4.3 การแสดงอุณหภูมิบน Dot Matrix..... 27
รูปที่ 4.4 การแสดงความชื้นบน Dot Matrix..... 27
รูปที่ 4.5 การแสดงข้อความ KMITL 2014.....28

สารบัญตาราง

หน้า

ตารางที่ 1 ผลการทดลองเปรียบเทียบที่อุณหภูมิห้องที่ 25 °C..... 25

บทที่ 1
บทนำ

เนื่องจากตามสถานที่สำคัญต่างๆ ไม่ว่าจะเป็นสถานที่ที่เราทุกคนต้องเดินผ่านเป็นประจำหรือต้องไปบ่อยๆ จะเห็นได้ว่ามีคนพิการหรือบุคคลที่บกพร่องทางสายตาเป็นจำนวนมาก ซึ่งบุคคลเหล่านั้นอาจจะไม่ทราบเวลา อุณหภูมิและความชื้นในอากาศของวันนั้นๆได้ กลุ่มของพวกเราจึงทำการคิดค้นเพื่อที่จะสร้างอุปกรณ์บางชิ้นขึ้นมาเพื่อจะช่วยให้บุคคลเหล่านั้นรวมไปถึงบุคคลทั่วไปในบริเวณใกล้เคียงได้รับรู้ข่าวสารที่จำเป็นในขณะนั้นๆ ไม่ว่าจะเป็นอุณหภูมิ เวลา รวมไปถึงความชื้นในอากาศ ว่าในวันนั้นจะมีการเปลี่ยนแปลงอะไรหรือเปล่า ฝนจะตกหรือไม่ เราจึงสร้างตัวแสดงข้อมูลที่ตรวจจับได้ขณะนั้นออกมาในรูปแบบของเสียงและแสดงออกมาเป็นตัวอักษรพร้อมๆกันด้วย จะได้เป็นข้อมูลเบื้องต้นให้บุคคลเหล่านั้นได้เตรียมอุปกรณ์ป้องกันหรือหาสถานที่หลบฝนก่อนที่ฝนจะตกได้ทันท่วงที อีกทั้งเรายังได้ศึกษาคุณสมบัติต่างๆของอุปกรณ์ที่เราจะนำมาใช้ประกอบเป็นชิ้นงานของเราด้วยว่าแต่ละตัวมีคุณสมบัติที่โดดเด่นหรือมีข้อควรปฏิบัติในการใช้งานอย่างไรบ้าง อาทิเช่น บอร์ด Arduino Uno ที่มี Microcontroller ATmega328 ซึ่งสามารถนำมาใช้งานได้ง่ายโดยการโปรแกรมจากคอมพิวเตอร์แล้วเชื่อมต่อกับสาย USB เพื่อส่งข้อมูลมายังบอร์ดได้เลย

กระบวนการดำเนินงานในโครงงานนี้จะเริ่มต้นด้วยการค้นหาอุปกรณ์ที่เหมาะสมที่สุดในการนำมาสร้างเป็นวงจรเพราะวงจรที่จะสร้างนี้สามารถเลือกอุปกรณ์ที่จะมาสร้างได้อย่างหลากหลาย ดังนั้นจึงจำเป็นที่จะต้องเลือกอุปกรณ์ที่ทำงานได้ง่ายที่สุดและค่าใช้จ่ายน้อยที่สุด หลังจากนั้นก็ทำการออกแบบวงจรเชื่อมต่อโดยการเขียนลายวงจรเป็นแผ่น PCB และทำการเขียนโปรแกรมคำสั่งใน Microcontroller เพื่อคอยควบคุมการทำงานให้ทำงานสัมพันธ์กันระหว่างหน้าจอ Display Dot Matrix กับ Sensor อุณหภูมิ เสียง ความชื้นและเวลาให้ทำงานได้อย่างสัมพันธ์กันและคุณสมบัติเหมาะสมกันอย่างลงตัวที่สุด หลังจากที่เราประกอบวงจรทั้งหมดเข้าด้วยกันอย่างสมบูรณ์ก็จะเป็นส่วนของการจัดวงจรลงกล่องให้สวยงามและป้องกันการกระแทกของอุปกรณ์ภายในด้วย

จากการที่เราได้ศึกษาทดลองและลงมือทำชิ้นงานนี้เราได้เรียนรู้เกี่ยวกับการใช้อุปกรณ์ต่างๆที่เราจะนำมาใช้ทำการทดลองนี้ว่าแต่ละตัวว่ามีลักษณะการใช้งานแบบใด เหมาะสมกับการใช้งานชนิดไหน ตัวอย่างเช่น Arduino Board จะใช้การโปรแกรมคำสั่งจากคอมพิวเตอร์แล้วเชื่อมต่อด้วยสาย USB ในการส่งข้อมูลลงมาที่บอร์ด ซึ่งเป็นวิธีที่สะดวกสบายมากในปัจจุบัน อีกตัวอย่างจะเป็น MP3 Player Module ซึ่งเป็น Module ที่ใช้สำหรับเล่นไฟล์ชนิด MP3 โดยการใช้งานนั้นจะเป็นการสั่งผ่าน RS-232 เก็บข้อมูลโดยใช้ SD-Card เพื่อที่จะเก็บเสียงที่เราต้องการใช้และแสดงออกมาเวลาที่เราต้องการใช้ เป็นต้น

โครงงานนี้จะเป็นการสร้างชิ้นงานสำหรับบอกเวลา อุณหภูมิ และความชื้นที่จะให้แสดงข้อมูลออกมาในรูปแบบของภาพและเสียงเพื่ออำนวยความสะดวกให้แก่บุคคลที่บกพร่องทางสายตาและสามารถใช้กับบุคคลทั่วไปได้เช่นกัน ซึ่งเนื้อหาจะประกอบไปด้วยการใช้งานของอุปกรณ์ต่างๆที่เรานำมาใช้ในการลดลองนี้

และการศึกษาทฤษฎีที่เกี่ยวกับอุปกรณ์ทุกตัวว่ามีคุณสมบัติเด่นแบบใด โดยที่เราจะนำมาเป็นแนวความคิดและประยุกต์ใช้ให้เหมาะสมกับชิ้นงานของเรา จากนั้นเราจะนำอุปกรณ์เหล่านั้นมาสร้างเป็นวงจรและทำการทดลองป้อนข้อมูลเข้าไปเพื่อให้แสดงผลออกมาว่าเป็นไปตามที่คาดหมายหรือเป็นไปตามทฤษฎีหรือไม่ จะสามารถนำไปใช้ในชีวิตจริงได้จริงหรือเปล่า แล้วก็ทำการวิเคราะห์ผลทดลองที่ได้มาว่าควรจะมีการปรับปรุงหรือต่อยอดต่อไปอย่างไร

บทที่ 2
หลักการทำงานของวงจร

ในส่วนนี้จะเป็นส่วนของการอธิบายหลักการทำงานของวงจรและอุปกรณ์ต่างๆที่ใช้ในการทำ ซึ่งในการทำงานจะมีส่วนของ Arduino เป็นส่วนกลางในการทำงาน โดยจะเป็นจุดที่มีการรับและส่งข้อมูลให้กับอุปกรณ์ต่างๆในวงจร ซึ่งจะมีการรับส่งข้อมูลแบบ I^2C และแบบ SPI

2.1 ส่วนประกอบพื้นฐานของวงจรแสดงผล

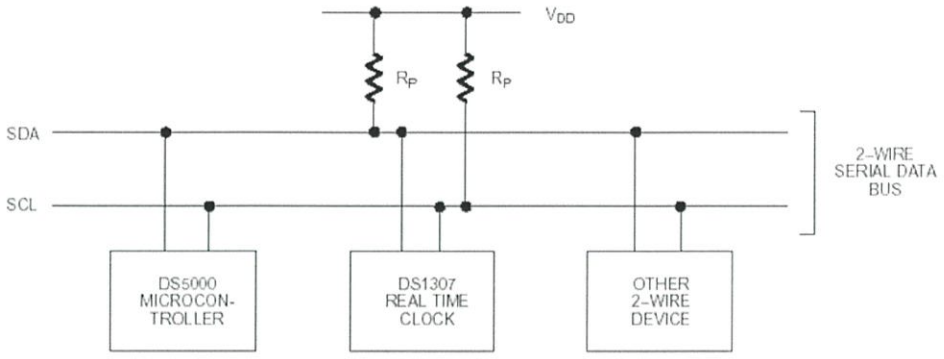
วงจรแสดงผลประกอบด้วย 3 ส่วนคือ วงจรจำลองการแสดงเวลาแบบ Real-time กับอุณหภูมิในขณะนั้น, วงจรจำลองการแสดงการส่งข้อมูลโดยการแสดงผลใน LED-matrix,และวงจร Module-MP3 ซึ่งวงจรทั้งหมดนี้จะทำการเชื่อมต่อกับบอร์ด Arduino เพื่อที่จะทำการแสดงผล

2.2 การเชื่อมต่ออุปกรณ์แบบ I^2C

I^2C Bus ย่อมาจาก Inter Integrate Circuit Bus (IIC) นิยมเรียกสั้นๆว่า I^2C BUS เป็นการสื่อสารอนุกรม แบบซิงโครนัส (Synchronous) เพื่อใช้ ติดต่อสื่อสาร ระหว่าง ไมโครคอนโทรลเลอร์ (MCU) กับอุปกรณ์ภายนอก โดยใช้สายสัญญาณเพียง 2 เส้นเท่านั้น คือ serial data (SDA) และสาย serial clock (SCL)ซึ่งสามารถเชื่อมต่ออุปกรณ์

2.2.1 การเชื่อมต่ออุปกรณ์แบบ BUS

BUS ใช้สายสัญญาณสองเส้น คือ SCL,SDA สำหรับติดกับอุปกรณ์แบบสองทิศทาง โดยที่ขาสัญญาณทั้งสองจะต้องต่อกับตัวต้านทานแบบ pull up เนื่องจากเอาต์พุตมีลักษณะเป็น แบบ Open Darin หรือเป็นแบบ Open Collector เพื่อให้เอาต์พุตเชื่อมต่อกันได้หลายตัว



รูปที่ 2.1ลักษณะการการเชื่อมต่ออุปกรณ์แบบ BUS

2.2.2 ลักษณะการกำหนดสถานะเริ่มต้นและสถานะสิ้นสุดของ BUS

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

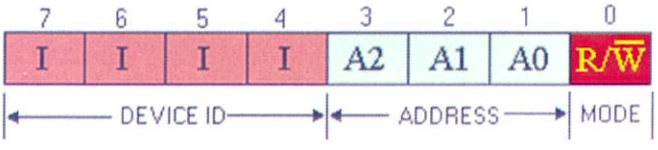
เมื่อสิ้นสุดการการใช้บัส MCU จะต้องส่งสถานะสิ้นสุด (STOP Conditions) คือให้ SDA เปลี่ยนจาก 0 มาเป็น 1ในขณะที่ SCL มีค่าเป็น 1

2.2.3 รหัสควบคุมของ BUS (Control Byte)

รหัสควบคุมของ BUS ประกอบด้วยรหัสประจำตัวของอุปกรณ์ (Device ID) ประกอบด้วยบิต 1-7 และบิต 0 เป็นบิตควบคุมการเขียนอ่าน

รหัสประจำตัวของอุปกรณ์ ประกอบด้วยรหัสประจำตัวจากผู้ผลิต Product ID 4 บิต (บิต 4-7) ที่เปลี่ยนแปลงแก้ไขไม่ได้ และ Device Address 3 บิต (บิต 1-3) ซึ่งผู้ใช้สามารถกำหนดเองได้รวมแล้วเป็นรหัส 7 บิต ใช้ระบุตัวอุปกรณ์ที่ต่ออยู่บนบัสจะมีค่าซ้ำกันไม่ได้

บิตควบคุมการเขียนอ่าน (Mode) บิต 0 เมื่อ MCU ต้องการเขียนข้อมูลไปยังอุปกรณ์ก็กำหนดให้บิตนี้เป็น 0 และเมื่อต้องการอ่านข้อมูลจากอุปกรณ์ก็กำหนดให้บิตนี้เป็น 1



รูปที่ 2.2 รหัสควบคุมของ BUS (Control Byte)

รหัสควบคุมของ BUS ประกอบด้วยรหัสประจำตัวของอุปกรณ์ (Device ID) ประกอบด้วยบิต 1-7 และบิต 0 เป็นบิตควบคุมการเขียนอ่าน

รหัสประจำตัวของอุปกรณ์ ประกอบด้วยรหัสประจำตัวจากผู้ผลิต Product ID 4 บิต (บิต 4-7) ที่เปลี่ยนแปลงแก้ไขไม่ได้ และ Device Address 3 บิต (บิต 1-3) ซึ่งผู้ใช้ สามารถ กำหนด เองได้ รวมแล้วเป็นรหัส 7 บิท ใช้ระบุตัวอุปกรณ์ ที่ต่ออยู่บนบัส จะมีค่าซ้ำกันไม่ได้

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

2.3 การส่งข้อมูลแบบ SPI

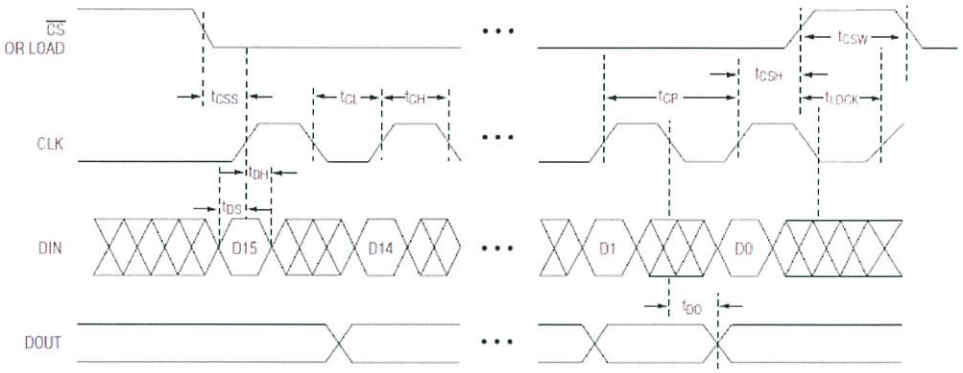


Table 1. Serial-Data Format (16 Bits)

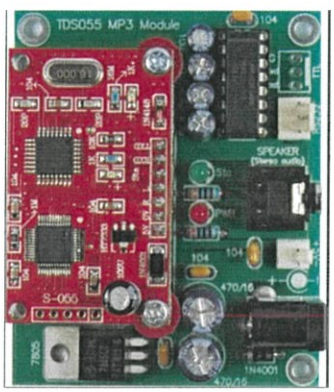
D15	D14	D13	D12	D11	D10	D9	D8	D7	D6	D5	D4	D3	D2	D1	D0
X	X	X	X	ADDRESS				MSB	DATA						LSB

รูปที่ 2.3 การส่งข้อมูลแบบ SPI

จากรูปที่ 2.1 การส่งข้อมูลแบบ SPI จะใช้3 ส่วนในการส่งข้อมูล คือ ขาclock (ควบคุมจังหวะการส่ง) Load (ควบคุมการส่งโดยบิตแรก Load จะมีการเปลี่ยนจาก High เป็น Low เมื่อมีการส่งครบ 16 บิต Load จะทำการเปลี่ยนจาก Low เป็น High) Din ซึ่งขา Din จะส่งข้อมูลเข้าสู่ LED-matrix

2.4 ตัวอุปกรณ์

2.4.1 TDS055 (MP3 Player Module)



รูปที่ 2.4 TDS055 (MP3 Player Module)

TDS055 เป็นโมดูลที่ใช้สำหรับเล่นไฟล์เสียง MP3 โดยการใช้งานจะสั่งผ่าน RS-232 Baudrate 9600,N,8,1 เก็บข้อมูลโดยใช้ SD-Card ประยุกต์ใช้งานได้หลากหลายที่เกี่ยวกับไฟล์เสียง MP3 โดยทางบริษัท ศิลารีเสิร์ช ได้นำตัวโมดูล TDS055 มาทำเพิ่มเติมในส่วนของ Power Supply, RS-232 เพื่อสะดวกในการนำไปใช้งาน

คุณสมบัติทั่วไป

- ใช้ Power Supply 9 Vdc หรือ 5 Vdc
- ใช้เฉพาะไฟล์ MP3 เท่านั้น
- Stereo Audio Output
- รองรับ SD-Card (32 Mb to 1 Gb)
- ความเร็วในการสื่อสาร 9600,N,8,1
- มีพอร์ตสื่อสาร RS232 ต่อผ่านขั้ว 3 PIN
- มีขั้วต่อสำหรับ ADAPTER 9 Vdc หรือเลือกใช้ขั้วเสียบ 5 VOLT (DC) แบบ 2 PIN

2.4.1.2 การอัดเสียงโดยใช้ Module-MP3

Ⅴ.Communication format

Item	Function	Byte A	Byte B	Byte C	Byte D	Byte E	Byte F	Byte G
1	Play song	02H	A0H	-	-	-	-	-
2	Pause song	02H	A1H	-	-	-	-	-
3	Stop song	02H	A2H	-	-	-	-	-
4	Next song	02H	A3H	-	-	-	-	-
5	Previous song	02H	A4H	-	-	-	-	-
6	Volume control	03H	A5H	Volume(0-8)	-	-	-	-
7	Play ad.	07H	A6H	Folder name tens	Folder name digits	File name digits	File name tens	File name hundreds
8	Pause ad.	02H	A7H	-	-	-	-	-
9	Continue ad.	02H	A8H	-	-	-	-	-
10	Stop ad.	02H	A9H	-	-	-	-	-

รูปที่ 2.5 ชุดคำสั่งที่ใช้ในการควบคุมของเสียง

ดังรูปที่ 2.1 เป็นการแสดงชุดคำสั่งที่ใช้ในการควบคุมฟังก์ชันของตัว Module-MP3 โดยจะมีการส่ง Byte Aและ Byte B เพื่อควบคุม เช่น ต้องการให้มีการเล่นเพลงจะต้องส่งคำสั่ง 02 A0 เพื่อให้มีการเล่นเพลง และถ้าต้องการ หยุดเพลงชั่วคราวจะต้องส่งคำสั่ง 02 A1 เพื่อทำการหยุดเพลงชั่วคราว

2.4.1.3 ขั้นตอนสร้างโฟลเดอร์และตัวอย่างการสั่งการ

1) สร้างโฟลเดอร์ ใน SD Card

รูปที่ 2.6 การสร้างโฟลเดอร์ ใน SD Card

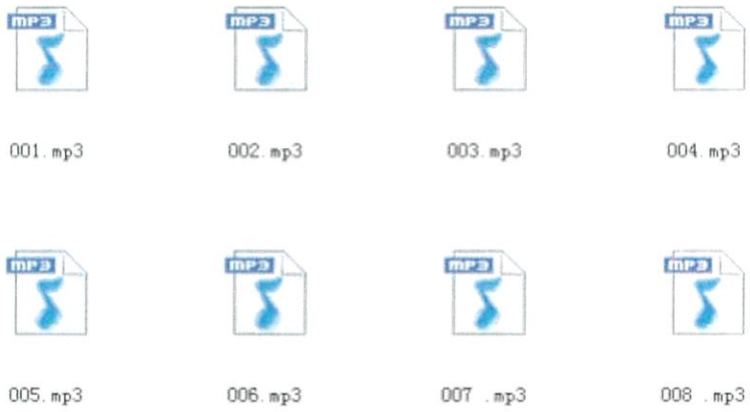
ดังรูปที่ 2.2 เป็นตัวอย่างการสร้างโฟลเดอร์ใน SD Card โดยจะต้องสร้างโฟลเดอร์ตามรูปด้านบน โดยต้องมีชื่อว่า SONG และ ADVERT ตามที่ได้กำหนดไว้

2) สร้างไฟล์ MP3 ในโฟลเดอร์ song

รูปที่ 2.7 สร้างไฟล์ MP3 ในโฟลเดอร์ song

ดังรูปที่ 2.3 ได้แสดงไฟล์ในโฟลเดอร์ SONG ซึ่งจะต้องเป็นไฟล์ที่มีนามสกุลเป็น .mp3 มิฉะนั้นการอ่านไฟล์จะไม่สามารถอ่านได้

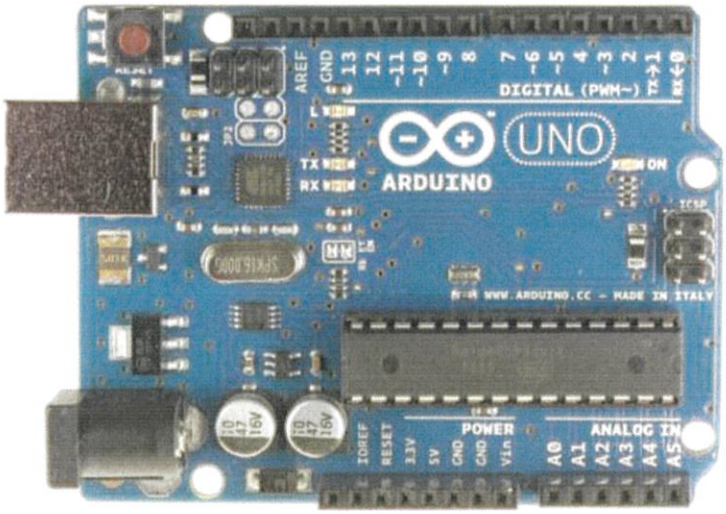
3) สร้างไฟล์ MP3 ในโฟลเดอร์ ADVERT



รูปที่ 2.8 สร้างไฟล์ MP3 ในโฟลเดอร์ ADVERT

ดังรูปที่ 2.4 แสดงการตั้งชื่อโฟลเดอร์ โดยการสร้างโฟลเดอร์จะต้องตั้งชื่อเป็นตัวเลข เช่น 001,002,003 โดยที่มีนามสกุลเป็น .mp3

2.4.2 บอร์ด Arduino Uno



รูปที่ 2.9 บอร์ด Arduino Uno

บอร์ด Arduino Uno เป็นบอร์ดที่มีฐานอยู่บน ATmega328 โดยบอร์ด Arduino นั้นจะมี 14 digital input และมี 14 digital output ซึ่งมีการต่อกับ USB ต่อกับคอมพิวเตอร์ และ Ardudino ได้บรรจุโปรแกรมที่ช่วยในการสนับสนุนกับไมโครคอนโทรเลอร์ และซึ่งงานต่อการต่อกับคอมพิวเตอร์

คุณสมบัติทั่วไป

Microcontroller	ATmega328
Operating Voltage	5V
Input Voltage (recommended)	7-12V
Input Voltage (limits)	6-20V
Digital I/O Pins	14
Analog Input Pins	6
DC Current per I/O Pin	40 mA
DC Current for 3.3V Pin	50 mA
Flash Memory	32 KB
SRAM	2 KB (ATmega328)
EEPROM	1 KB (ATmega328)
Clock Speed	16 MHz

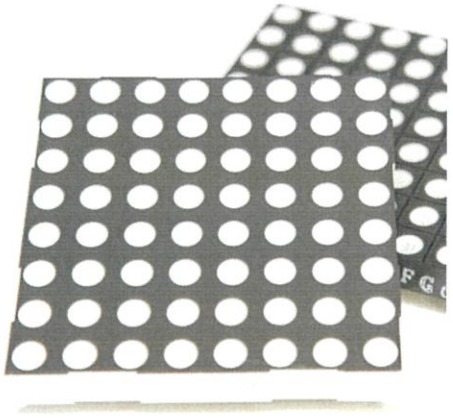
บอร์ด Aduino สามารถรับแรงดันได้จาก USB หรือ แหล่งจ่ายไฟภายนอก แหล่งจ่ายไฟภายนอกอาจจะมาได้จาก Adapter หรือ Battery โดย Adapter จะถูกเชื่อมต่อมายังขั้วของแรงดัน แต่ถ้ามาจาก Battery จะถูกส่งไปยังตำแหน่ง Vin และ Ground

บอร์ด Arduino สามารถทำงานได้ตั้งแต่ 6-20 Volt และถ้าวงจรมีไฟเลี้ยงต่ำกว่า 5 Volt ก็จะทำให้วงจรนั้นเกิดความไม่เสถียรขึ้น ถ้าใช้ไฟเลี้ยงเกิน 12 Volt ก็อาจจะทำให้วงจรเกิดความเสียหายขึ้นมาได้

อินพุทและเอาท์พุท (Input and Output)

อินพุทและเอาท์พุทพอร์ทมีขาตั้งแต่ขา 0 ถึง ขาที่ 53 ซึ่งแต่ละขานั้นสามารถถูกใช้ได้ทั้งอินพุทและเอาท์พุทโดยการใช้ชุดคำสั่ง pinMode() digitalWrite() และ digitalRead() ซึ่งจะมีการทำงานที่ 3.3 Volt โดยที่แต่ละพอร์ทจะสามารถจ่ายกระแสได้ 3 ถึง 15 mA และสามารถรับกระแสได้ 6 ถึง 9 mA และแต่ละพอร์ทก็ยังมีความต้านทาน Pull-up อยู่ภายในโดยมีค่าประมาณ 100 K นอกจากนี้ บางขายังมีฟังก์ชันพิเศษ เช่น Serial: 0 (RX) and 1 (TX) , Serial 1: 19 (RX) and 18 (TX) , Serial 2: 17 (RX) and 16 (TX) , Serial 3: 15 (RX) and 14 (TX) ซึ่งใช้ในการรับ (RX) และส่งสัญญาณ (TX)

2.4.3 Dot Matrix-LED



รูปที่ 2.10 Dot Matrix-LED

Dot Matrix-LED เป็นอุปกรณ์แสดงผล ชนิดเดียวกับแอลอีดี คือการนำเอา แอลอีดี หลายตัวมาต่อเรียงกัน เป็นหลัก เป็นแถว ซึ่งส่วนมากจะเห็นการใช้งานดอตเมตริกซ์ในการทำป้ายไฟวิ่ง โดยจะนำเอาดอทเมตริกซ์ หลายๆตัวมาต่อกัน จากนั้นเขียนโปรแกรมควบคุมผ่านไมโครคอนโทลเลอร์ หรือ คอมพิวเตอร์ผ่านวงจรขับดอทเมตริกซ์

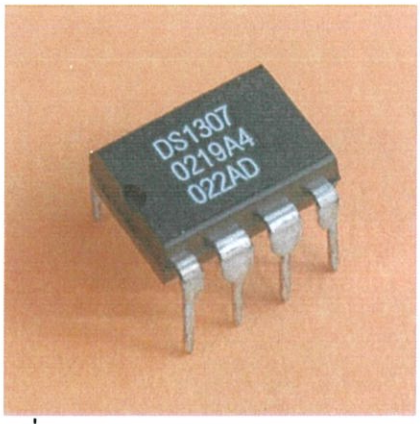
การนำแอลอีดีมาต่อกัน ดอทเมตริกซ์ และการต่อใช้งานจะเหมือนกับ การต่อใช้งานแอลอีดี คือจะมีทั้งการต่อแบบ คอมมอน อาโนด(A) การต่อแบบคอมมอนคาโทด (K) หรืออีกนัยหนึ่ง ด้านหนึ่งจะต้องเป็นขั้วบวก และอีกด้านหนึ่งจะต้องเป็นขั้วลบ จึงจะสามารถทำให้แอลอีดี ณ จุดนั้นๆติดได้ ซึ่งดอทเมตริกซ์นี้มีให้เลือกหลายชนิด เช่น 5x7, 5x8, 8x8 หรือ แอลอีดี 1สี 2สี 3สี ซึ่งสามารถเลือกได้ตามความเหมาะสมของงาน โดยงานนี้เราเลือกที่จะใช้ Dot-Matrix LED ขนาด 8x8 จำนวน 8 ตัว

Item	Symbol	Absolute Maximum Rating	Unit
Forward Current	IF	20	mA
Pulse Forward Current	IFP	100	mA
Reverse Voltage	VR	5	V
Power Dissipation	PD	-20~+80	mW
Operating Temperature	Topr	-25~+85	℃
Storage Temperature	Tstg	-25~+85	℃
Soldering Temperature	Tsld	Reflow Soldering : 260℃ for 5 Seconds Hand Soldering : 350℃ for 3 Seconds	

รูปที่ 2.11 ค่าต่างๆที่เป็นคุณสมบัติของ Dot-Matrix LED

จากรูปจะเป็นการบอกอัตราค่าต่างๆมากที่สุดของ ของ Dot-Matrix LED โดยจะบอกเป็นค่า กระแส แรงดันย้อนกลับ การสูญเสียพลังงาน อุณหภูมิในการทำงาน การสะสมความร้อน และอุณหภูมิในการบัดกรี

2.4.4 Real Time Clock (DS1307)

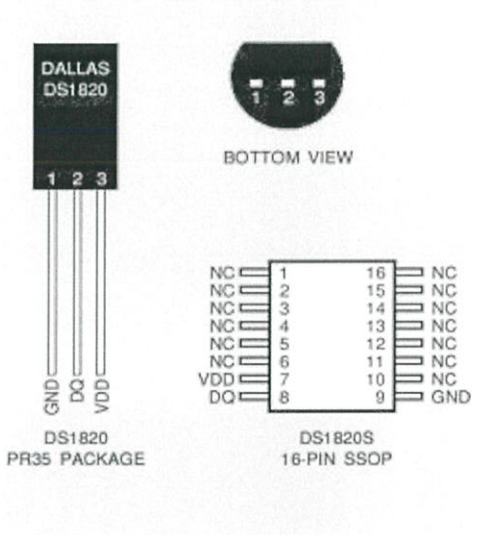


รูปที่ 2.12 Real Time Clock (DS1307)

ระบบฐานเวลา เป็นสิ่งสำคัญที่สามารถนำไปใช้ในอุปกรณ์อีเล็กโทรนิกส์ได้หลากหลาย ภายในไมโครคอนโทรเลอร์เองก็มีไทม์เมอร์เพื่อใช้ในการจับเวลา หรือนำไปใช้เป็นฐานเวลาจริงได้เช่นกัน แต่เนื่องจากไมโครคอนโทรเลอร์สามารถทำงานได้ต่อเมื่อมีไฟเลี้ยงเท่านั้น ดังนั้นการใช้ไทม์เมอร์ของไมโครคอนโทรลเลอร์สร้างฐานเวลาจริงจึงไม่ เหมาะสมในบางแอปพลิเคชั่น

DS1307 เป็น IC ฐานเวลาของดัลลัสเซมิคอนดักเตอร์ (Dallas Semiconductor) มีบัสรับส่งข้อมูลแบบ I^2C ซึ่งเป็นแบบ 2 wire สามารถสื่อสารได้ 2 ทิศทาง (bi-direction bus) ฐานเวลาของ DS1307 นั้นสามารถเก็บข้อมูล วินาที, นาที, ชั่วโมง, วัน, วันที่, เดือน และปี ได้ ระบบเวลาสามารถทำงานโหมดรูปแบบ 24 ชั่วโมง หรือ 12 ชั่วโมง AM/PM ก็ได้ ภายมีระบบตรวจจับแหล่งจ่ายไฟ โดยถ้าแหล่งจ่ายไฟหลักถูกตัดไป DS1307 สามารถสวิตซ์ไปใช้ไฟจากแบตเตอรี่ และทำงานต่อไป โดยที่ยังสามารถรักษาข้อมูลไว้ได้ โครงสร้างมีขาทั้งหมด 8 ขา

2.4.5 ตัวตรวจจับอุณหภูมิเบอร์ DS 1820

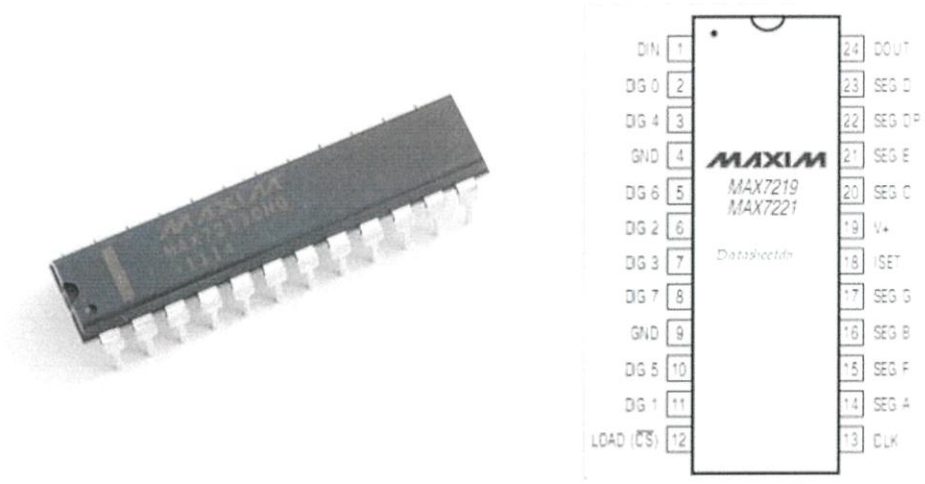


รูปที่ 2.13 ตัวตรวจจับอุณหภูมิเบอร์ DS 1820

เซนเซอร์วัดอุณหภูมิ DS1820 มีฟังก์ชันการทำงานเป็นเซนเซอร์วัดอุณหภูมิแบบดิจิตอล และมีคุณสมบัติดังนี้

- เซนเซอร์วัดอุณหภูมิเบอร์ DS1820 แบบตัวถัง PR35
- สามารถวัดค่าได้ตั้งแต่ –55C ถึง 125C หรือ -67F ถึง 257F
- มีความละเอียดในการวัดค่าที่ = 0.5C หรือ 0.9F
- ค่าข้อมูลอุณหภูมิที่วัดได้ เก็บอยู่ในรูปแบบดิจิตอลขนาด 9 บิต
- ระยะเวลาการแปลงสัญญาณประมาณ 200 ms
- สามารถต่อกับขาสัญญาณไมโครคอนโทรลเลอร์ได้ทันทีโดยใช้การอินเตอร์เฟสแบบสายเส้นเดียว
- สายต่อความยาว 1.2 เมตร พร้อมคอนเน็คเตอร์ขนาด 3 ขา ที่สามารถต่อใช้กับบอร์ด MAP-101 หรือ MAP-101L ได้ทันที
- แรงดันใช้งานที่ 3.0-5.0V

2.4.6 ตัวขับ Dot-Matrix LED Display MAX7219



รูปที่ 2.14 MAX7219

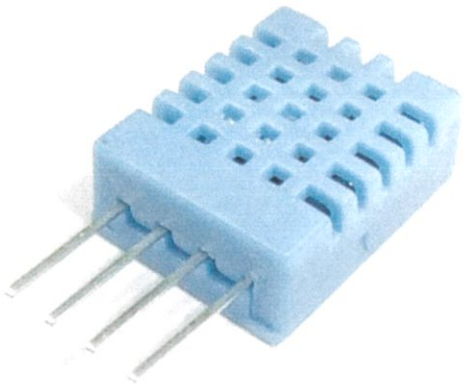
MAX7219 เป็นไอซีสำหรับขับ 7-Segment ได้สูงสุดถึง 8หลัก, บาร์กราฟ, หรือ LED ได้ถึง 64ดวง สามารถต่อกับไมโครคอนโทรลเลอร์แบบ ต่างๆได้ทันที มีอินพุต/เอาต์พุตแบบอนุกรม มีวงจรถอดรหัส BCD (Code-B decoder) ในตัว วงจรแสกนแบบมัลติเพล็กซ์ มีวงจรไดร์ฟในตัวสามารถต่อกับเอาต์พุตได้โดยตรง ใช้ตัวต้านทานเพียงหนึ่งตัวในการจำกัดกระแสของเอาต์พุตทั้งหมด

ใช้งานง่ายต้องการสายสัญญาณเพียง 4 เส้น มีหน่วยความจำสำหรับเอาต์พุตแต่ละตัว (8x8 Bits) ทำให้สามารถอัพเดตเอาต์พุตแต่ละส่วนได้โดยไม่ต้องอัพเดตหน่วยความจำทั้งหมด สามารถเลือกได้ว่าจะใช้ BCD code-B decoder (ต่อกับ 7-Segment) หรือไม่ใช้ BCD decoder (ต่อกับ 8x8 Dot Matrix LED) กินกระแสต่ำ 150uA ที่โหมด shutdown สามารถปรับความสว่างได้ทั้งแบบอนาลอก (ปรับค่าความต้านทาน) หรือแบบ ดิจิตอล (กำหนดค่าในรีจิสเตอร์) สามารถเลือกจำนวนหลักที่ต้องการแสดงผลได้ 1-8หลัก

คุณสมบัติของบอร์ด

- ใช้ไฟเลี้ยง 5V
- 1 บอร์ดสามารถขับ LED ได้ 64ดวง (8x8)
- บอร์ดมีขนาด กว้าง 3.2 ซม. ยาว 5 ซม. สูง 1.5 ซม.
- มีรูขนาด 3 มม. 4รู สำหรับยึดบอร์ด
- ตัวโมดูลมีทั้งอินพุตและเอ้าท์พุตอินเตอร์เฟสสามารถต่อหลายโมดูล (cascade) พร้อมกันได้

2.4.7 ตัวตรวจจับความชื้น เบอร์ DHT11



รูปที่ 2.15 ตัวตรวจจับความชื้น เบอร์ DHT11

เซนเซอร์วัดอุณหภูมิและความชื้นราคาถูก สื่อสารผ่านโปรโตรคอล one-wire โดยมีคุณสมบัติเด่นดังนี้ รองรับแหล่งจ่ายพลังงานได้ตั้งแต่ 3 V - 5.5V ให้ค่าความชื้นสัมพัทธ์ และอุณหภูมิ เป็นข้อมูลดิจิตอล จึงไม่ต้องการการสอบเทียบค่า ใช้พลังงานต่ำ โดยขณะที่พร้อมใช้งานจะใช้กระแสประมาณ 150 ไมโครแอมป์ และขณะแปลงสัญญาณ-ส่งข้อมูล ใช้กระแสประมาณ 2.5 มิลลิแอมป์

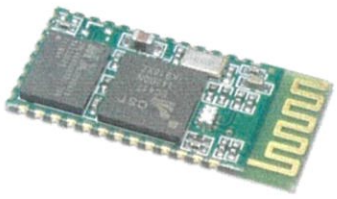
ค่าพารามิเตอร์ของเซนเซอร์ตรวจจับความชื้น

- การวัดความชื้นนั้นสามารถวัดได้ในช่วง 20-90 เปอร์เซ็นต์
- สามารถวัดอุณหภูมิได้ตั้งแต่ 0-50 องศาเซลเซียส
- ตัวเซนเซอร์ตรวจจับความชื้นจะมีค่าความคลาดเคลื่อน ประมาณ 5 เปอร์เซ็นต์
- ตัวเซนเซอร์มีขนาด 15.5x12x5.5 mm

ค่าคุณสมบัติทางไฟฟ้า

- ใช้แรงดันไฟเลี้ยง ประมาณ 3-5.5 Volt
- ค่าเฉลี่ยของกระแสอยู่ในช่วง 0.2 ถึง 0.5 mA
- กระแสที่ใช้ในช่วง standby อยู่ในช่วงตั้งแต่ 100 ถึง 150 uA

2.4.8 Bluetooth (HC-05)



รูปที่ 2.16 Bluetooth (HC-05)

HC-05 คือ Bluetooth Module ที่ใช้ในการส่งข้อมูลไร้สายด้วย 2.4 GHz Bluetooth 2.0+EDR (Enhanced Data Rate) มีขนาดเล็กและใช้พลังงานต่ำ สามารถต่ออินเตอร์เฟสกับคอมพิวเตอร์ด้วย UART Interface เพื่อใช้งาน AT Command

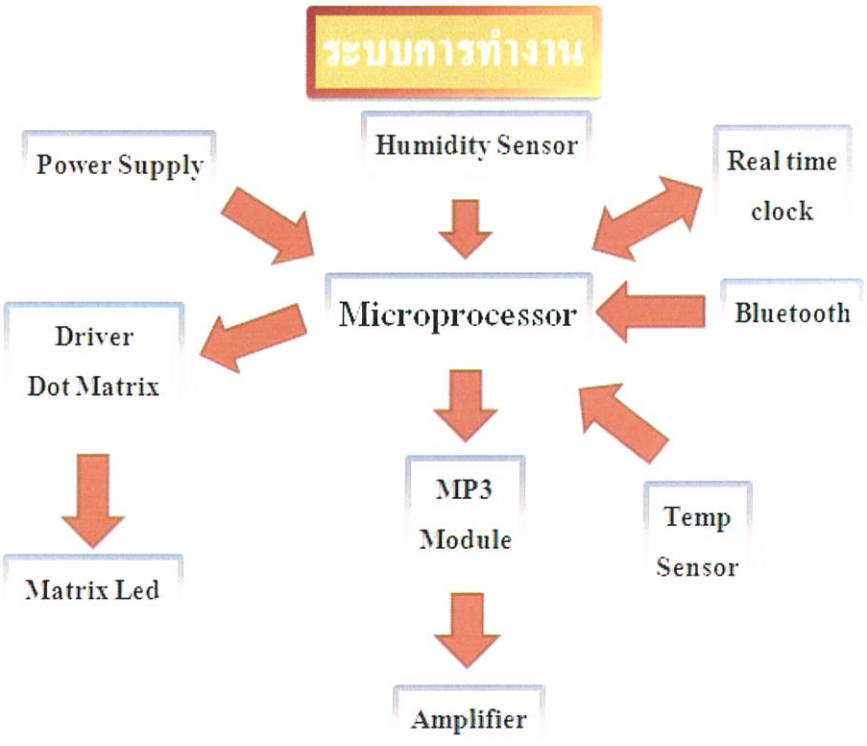
คุณสมบัติ

- ความถี่ 2.4 GHz Bluetooth 2.0+EDR
- สามารถตั้งค่าเป็นได้ทั้ง Master และ Slave
- แรงดัน 3.3 V. (1.8-3.6 V)
- รองรับ Baud rate ที่ 9600,19200,38400,57600,115200,230400,460800
- Built-in antenna
- ขนาด 27.0*12.7*2.2 mm.
- UART Interface สามารถปรับค่า Baud rate ได้
- แก้ไขค่าต่างๆได้ด้วยคำสั่ง AT Command

บทที่ 3
การออกแบบวงจร

3.1 การออกแบบระบบการทำงาน

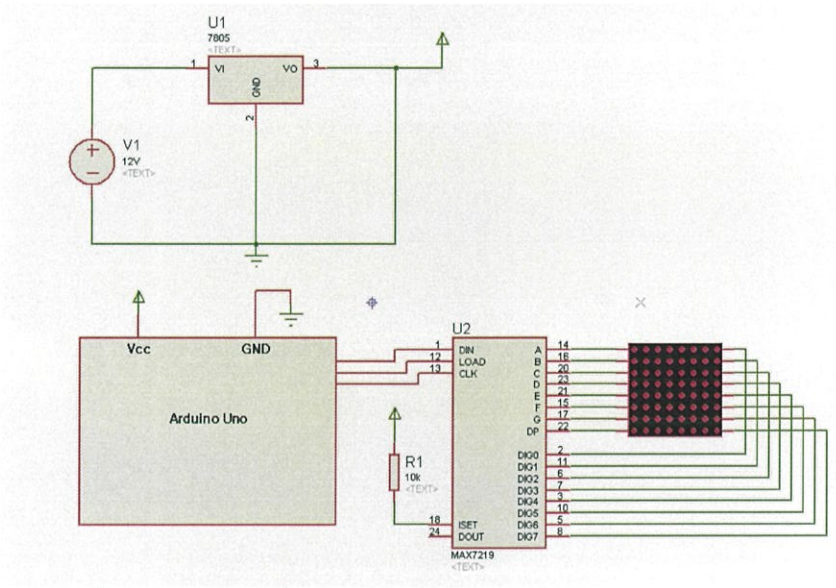
การทำงานของระบบนี้จะมีส่วนของไมโครโปรเซสเซอร์เป็นส่วนกลางในการเชื่อมต่อระหว่างการรับส่งข้อมูลโดยไมโครโปรเซสเซอร์นั้นจะต้องมีไฟเลี้ยงเพื่อที่จะสามารถประมวลผลได้โดยไมโครโปรเซสเซอร์จะทำการส่งสัญญาณและรับข้อมูลเวลาจาก Real time clock และไมโครโปรเซสเซอร์จะรับค่าอุณหภูมิและความชื้นที่อ่านค่าได้จาก เซนเซอร์อุณหภูมิและเซนเซอร์ตรวจจับความชื้นตามลำดับ และเมื่อไมโครโปรเซสเซอร์รับข้อมูลเสร็จก็จะส่งไปที่ Driver Dot Matrix เพื่อที่จะส่งไปยัง Dot-Matrix LED และเมื่อมีการแสดงผลไมโครโปรเซสเซอร์ก็จะส่งไปยัง MP3 Module เพื่อที่จะแสดงคำว่า “ขณะนี้เวลา...นาฬิกา...นาที” “วัน...ที่...เดือน...ปี...” “อุณหภูมิ...องศาเซลเซียส” และ“ความชื้น...เปอร์เซ็นต์ และมี Bluetooth เพื่อที่จะสามารถตั้งค่า เวลา และวันที่ได้โดยไม่จำเป็นต้องนำอุปกรณ์ออกมาตั้งค่า



รูปที่ 3.1 ระบบการทำงาน

3.2 Arduino เชื่อมต่อกับ MAX7219 เพื่อขับ Dotmatrix-LED

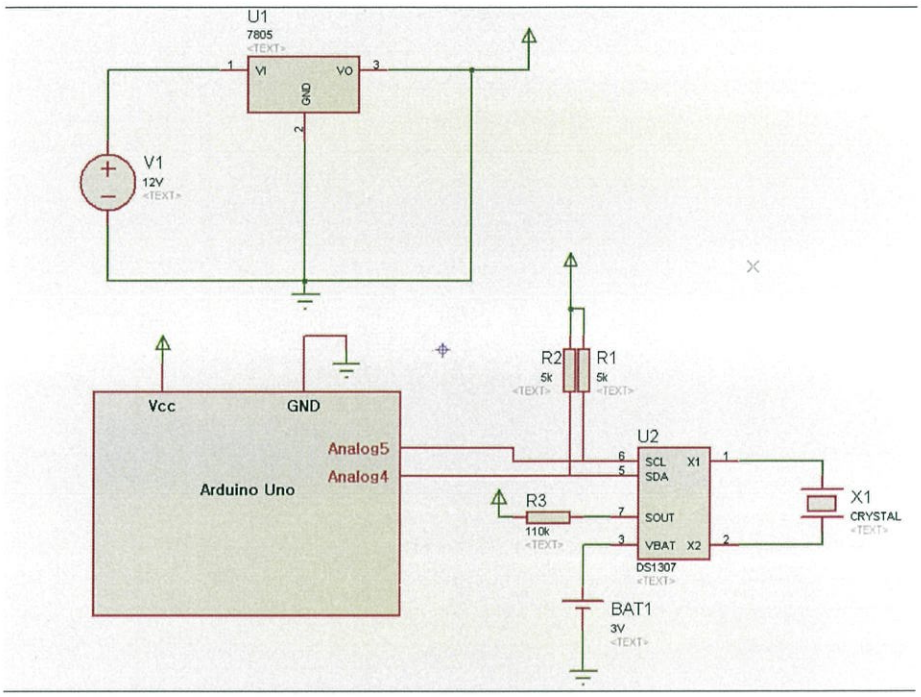
การทำงานของวงจร Dot Matrix-LED นั้น Microprocessor จะทำการส่งข้อมูลไปยังขา DIN ของตัว MAX7219 ซึ่งจะเป็นตัว Drive ไปยัง Dot Matrix-LED โดยการส่งข้อมูลไปยัง Driver แบบ One wire



รูปที่ 3.2 Arduino เชื่อมต่อกับ MAX7219 เพื่อขับ Dot matrix-LED

3.3 Arduino เชื่อมต่อกับ Real time clock

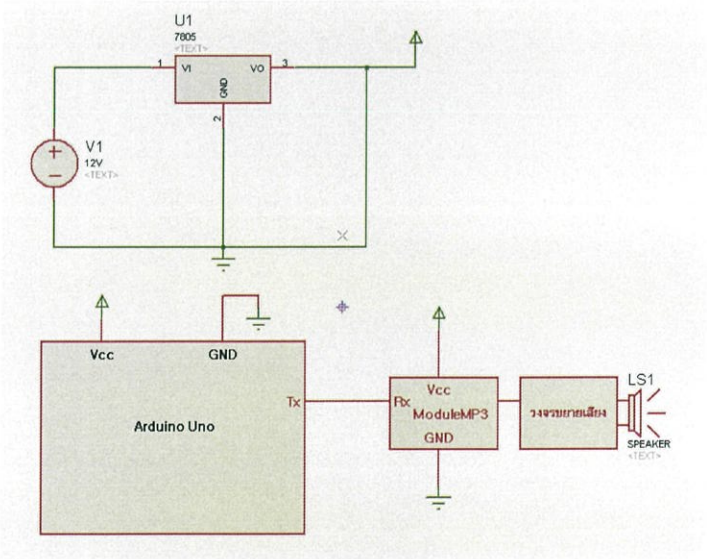
วงจรในการออกแบบ Real time clock นั้น Microprocessor จะทำการอ่านข้อมูลแบบ I^2C จาก IC Real time clock (DS1307) โดยการรับส่งข้อมูล ผ่านทางขา SDA และ SCL แบบ Polling ซึ่งสามารถอ่านค่าของเวลาเป็น วินาที , นาที , ชั่วโมง , สัปดาห์ , วันเดือน ปี และสามารถสั่งให้ Microprocessor ตั้งค่าเวลาผ่านทาง ได้ I^2C เมื่อได้รับข้อมูลดังกล่าวแล้ว ก็จะแสดงผ่านจอ LCD โดยการส่งข้อมูลขนาน 4 bit



รูปที่ 3.3 Arduino เชื่อมต่อกับ Real time clock

3.4 Arduino เชื่อมต่อกับ Module MP3

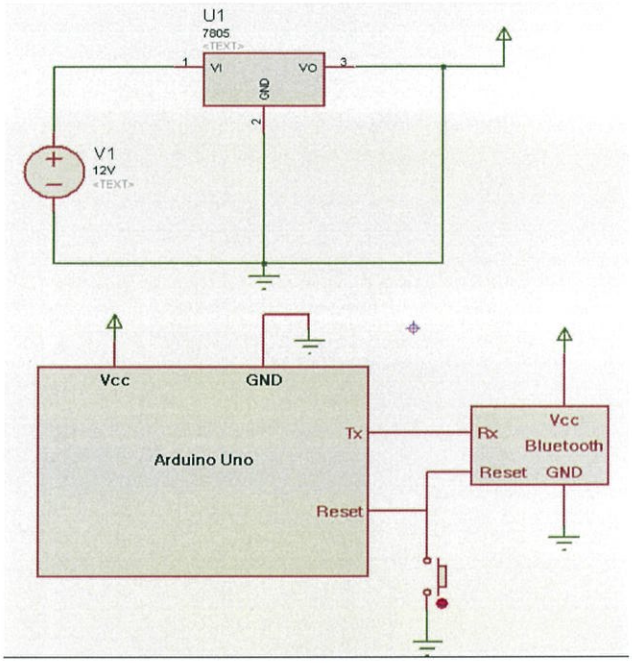
การเชื่อมต่อของอุปกรณ์จะเชื่อมต่อกันระหว่างขา Tx (ของ Arduino) และ Rx(ของตัวโมดูล MP3) และต่อออกทางเครื่องขยายเสียง เพื่อเล่นเสียงตามที่ได้อัดไว้



รูปที่ 3.4 Arduino เชื่อมต่อกับ Module MP3

3.5 Arduino เชื่อมต่อกับ Bluetooth

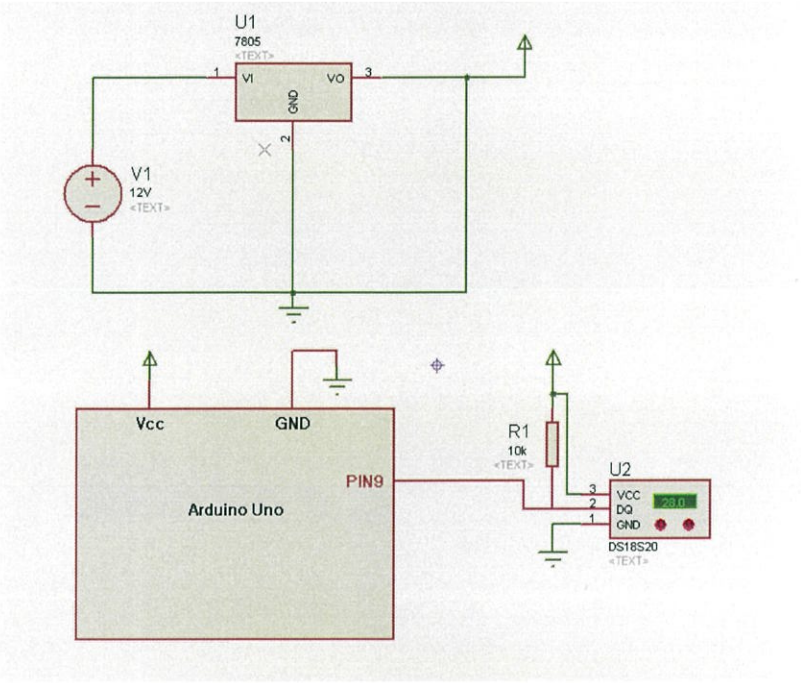
การเชื่อมต่อของ Bluetooth มีการเชื่อมต่อเพื่อทำการตั้งค่าต่างๆ ของวัน เดือน ปี และ ตั้งค่าเวลา โดยที่ไม่จำเป็นที่ต้องนำมาทำการถอด อุปกรณ์ออกมาตั้งค่า



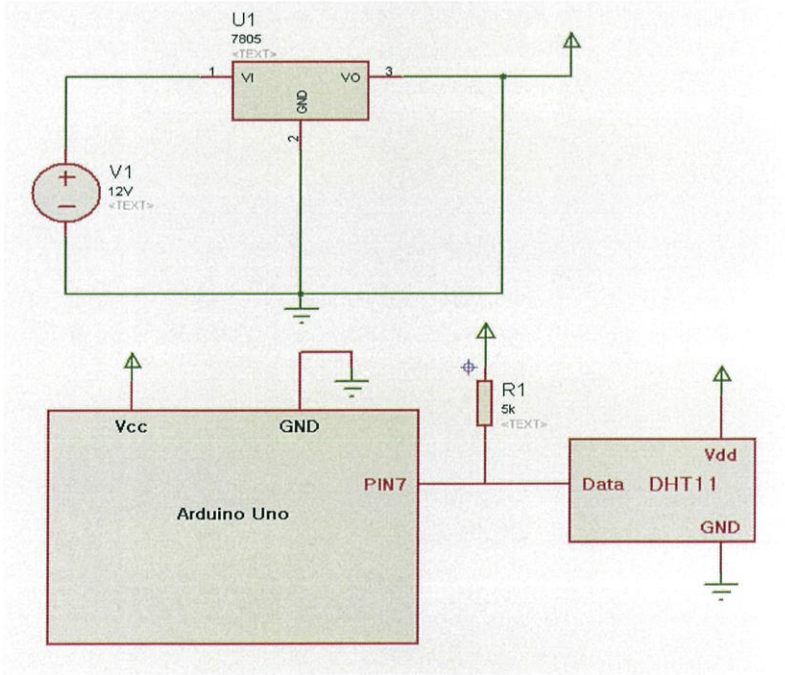
รูปที่ 3.5 Arduino เชื่อมต่อกับ Bluetooth

3.6 Arduino เชื่อมต่อกับตัวตรวจจับอุณหภูมิ และ ความชื้น

ในการอ่านค่าของ sensor แต่ละครั้ง Arduino จะทำการส่งสัญญาณให้กับหลังจากนั้นได้อ่านข้อมูลจาก Sensor อุณหภูมิ แบบ I^2C และแบบ One wire ซึ่งจะนำค่าจากขา i/o Port โดยได้รับข้อมูลเป็นแบบ Digital Data ซึ่งส่งข้อมูล



รูปที่ 3.6.1 Arduino เชื่อมต่อกับตัวตรวจจับอุณหภูมิ



รูปที่ 3.6.2 Arduino เชื่อมต่อกับตัวตรวจจับความชื้น

3.6.1 ข้อมูลเป็นแบบ Digital Data

2^6	2^5	2^4	2^3	2^2	2^1	2^0	2^{-1}	LSB
MSb			(unit = °C)				LSb	
S	S	S	S	S	S	S	S	MSB

TEMPERATURE	DIGITAL OUTPUT (Binary)	DIGITAL OUTPUT (Hex)
+85°C	0000 0101 0101 0000	0550h*
+125°C	0000 0000 1111 1010	00FAh
+25.0°C	0000 0000 0011 0010	0032h
+0.5°C	0000 0000 0000 0001	0001h
0°C	0000 0000 0000 0000	0000h
-0.5°C	1111 1111 1111 1111	FFFFh
-25.0°C	1111 1111 1100 1110	FFCEh
-55°C	1111 1111 1001 0010	FF92h

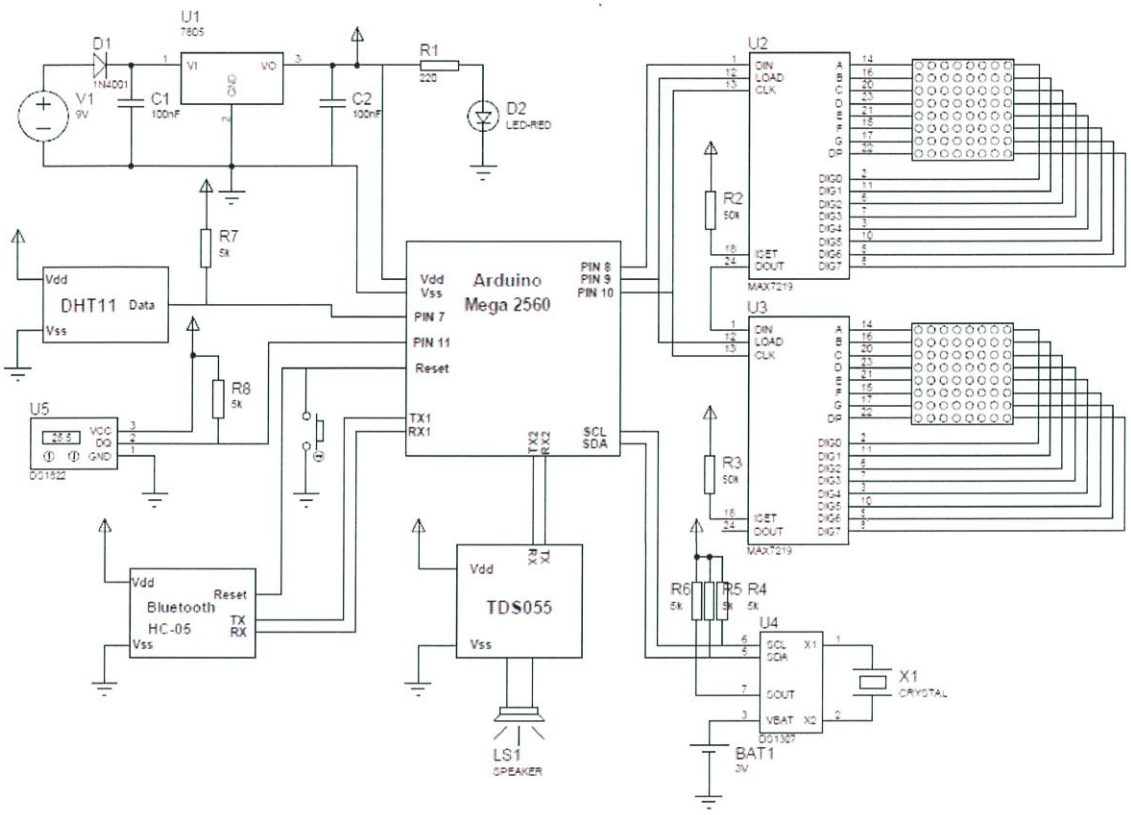
*The power on reset register value is +85°C

รูปที่ 3.6.3 ข้อมูลเป็นแบบ Digital Data

จะเห็นได้ว่าค่าของข้อมูลแบบ ดิจิตอลที่อ่านได้จากหน่วยความจำ ตำแหน่งไบท์ 0 และไบท์ 1 ของ DS1820 นั้น จะมีการเข้ารหัสข้อมูลแบบ 16 บิต โดยไบท์สูง จะเป็นไบท์บอกเครื่องหมาย ส่วนไบท์ต่ำจะบอกค่าอุณหภูมิ โดยใช้ค่า 0x0000 เป็นจุดศูนย์กลาง โดยค่าข้อมูลที่เป็น 0x0000 จะมีค่าตรงกับอุณหภูมิที่ 0 องศาเซลเซียส โดยค่าที่เพิ่มขึ้น 1 ค่าของข้อมูลจะเทียบเท่ากับค่าอุณหภูมิที่เพิ่มขึ้น 0.5 องศาเซลเซียส ซึ่งการคำนวณค่าของอุณหภูมิก็สามารถทำได้โดยการนำค่าข้อมูลที่อ่านเข้ามาในซีกบวก ไปหารด้วย 2 ก็จะได้ค่าของอุณหภูมิที่ต้องการทันที เช่น 0x0032 จะหมายถึง +0x32 ซึ่งเมื่อแปลงให้เป็นเลขฐานสิบก็คือ 50 แต่เนื่องจากข้อมูล 1 มีค่าเพียง 0.5 องศาเซลเซียส ดังนั้นจึงต้องนำ 50 ไปหารด้วย 2 ก็จะได้ผลลัพธ์เป็น +25 องศาเซลเซียส ดังนี้เป็นต้น ส่วนค่าในซีกลบนั้นจะใช้วิธีการนับถอยหลังจาก 0x00 ถอยย้อนกลับไป เช่น เมื่ออ่านค่าได้ 0xFFFF จะหมายถึง -0xFF นั้นจะต่างจาก 0x00 เพียง 1 ค่า ซึ่งจะมีค่าเป็น -0.5 องศาเซลเซียสนั่นเอง

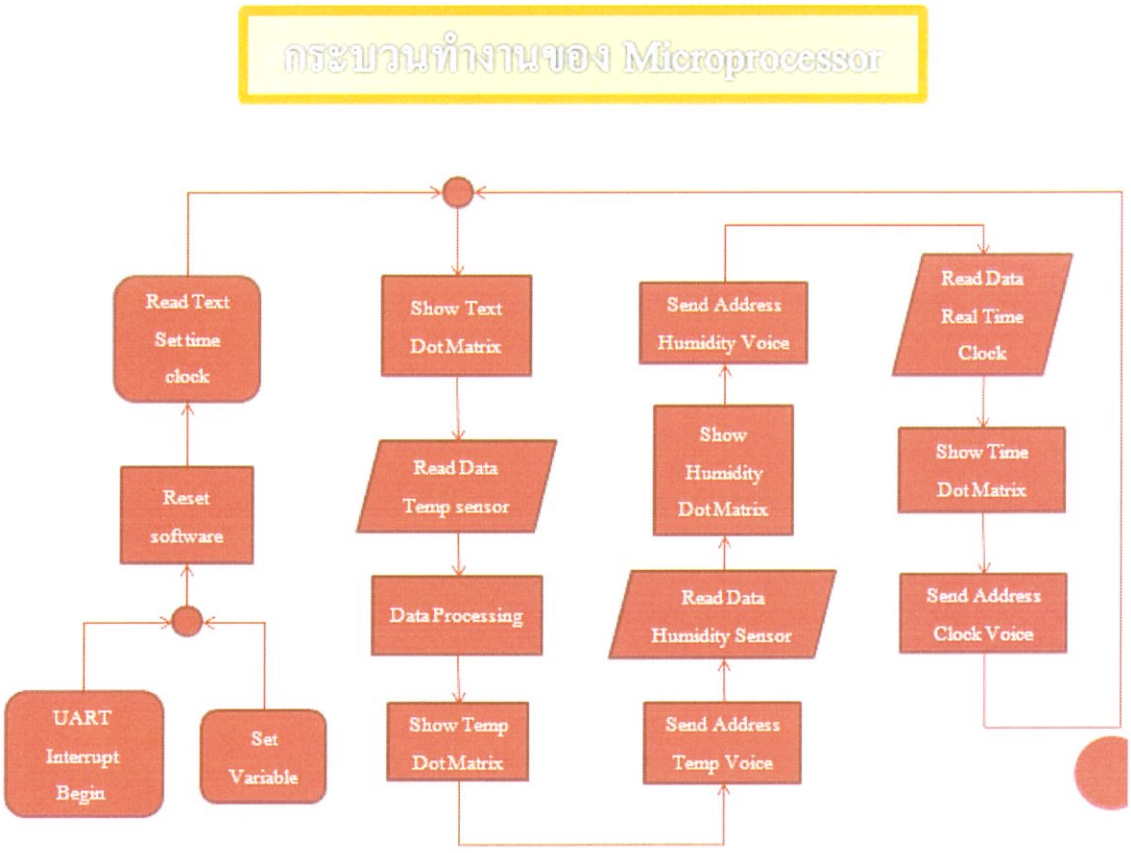
แต่อย่างไรก็ตามในการคำนวณค่าอุณหภูมิซีกลบนั้นเราสามารถใช้เทคนิคของการคำนวณทางคณิตศาสตร์ โดยวิธีการแบบ 2'Complement แทนได้ โดยเมื่อพบว่าค่าในไบท์สูงเป็น 0xFF ก็แสดงว่าอุณหภูมิเป็นค่า ลบ ให้ทำการนำค่าในไบท์ต่ำไปกลับสภาวะให้เป็นตรงข้ามแล้วบวกด้วยหนึ่ง

3.7 วงจรทั้งหมดของ Dot matrix Billboard



รูปที่ 3.7 วงจร Dot matrix Billboard

3.8 ผังขั้นตอนการทำงานของวงจร (Flow chart)



รูปที่ 3.8 ผังขั้นตอนการทำงานของวงจร (Flow chart)

จากรูปที่ 3.8 แสดงถึงขั้นตอนการทำงาน โดยจะขั้นตอนดังนี้

1. เซ็ตค่า Variable กับ UART interrupt Begin แล้ว Reset ค่าใน software ทั้งหมด
2. กำหนดตัวแปรและสั่งให้มีการอ่านข้อความและแสดงข้อความ
3. อ่านข้อมูลจาก Sensor อุณหภูมิ และประมวลผล
4. แสดงอุณหภูมิในขณะนั้นบน Dot Matrix และทำการแสดงเสียงเพื่อบอกอุณหภูมิ
5. อ่านค่าจาก Sensor ความชื้น แล้ว แสดงค่าบน Dot Matrix และทำการแสดงเสียงเพื่อบอกความชื้น
6. อ่านข้อมูลจาก Real time clock แล้วแสดงเวลาบน Dot Matrix และทำการแสดงเสียงเพื่อบอกเวลา
7. ทำการอ่านค่าอุณหภูมิใหม่ และทำเช่นนี้ไปเรื่อยๆ

บทที่ 4

การทดลอง ผลการทดลอง และวิเคราะห์ผลการทดลอง

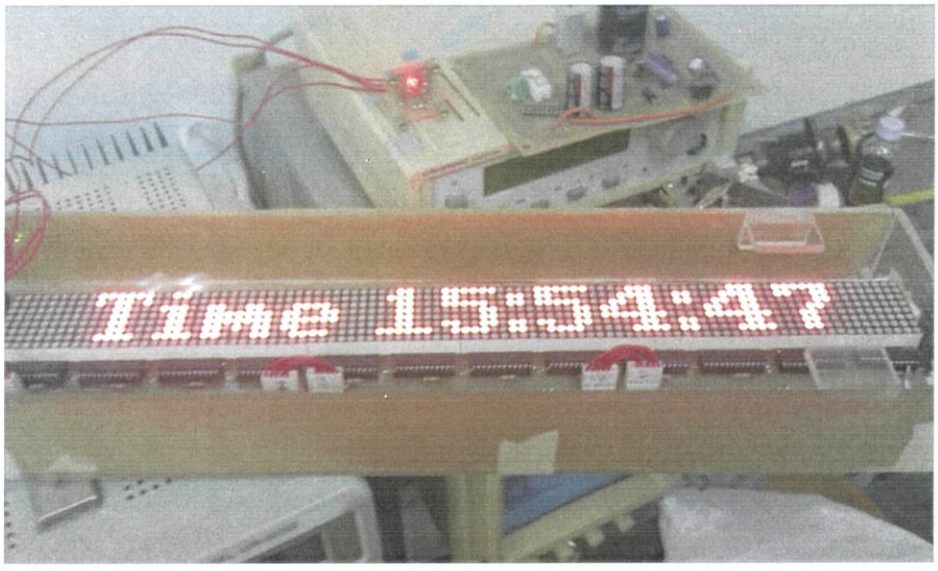
ในบทนี้จะเป็นขั้นตอนของการทดลอง ผลการทดลองและการอภิปรายผลการทดลอง ซึ่งเป็นการทดสอบลักษณะสมบัติของตัวตรวจจับสถานะของอุณหภูมิในสถานะต่างๆด้วยเซนเซอร์ DS1820 โดยวัดที่อุณหภูมิสูงกว่าอุณหภูมิห้องและและต่ำกว่าอุณหภูมิห้อง โดยการทำให้อุณหภูมิสูงขึ้นจะใช้วิธีการลนด้วยไฟ ส่วนการทำให้อุณหภูมิต่ำลงจะใช้วิธีการประคบด้วยน้ำแข็ง ซึ่งจะได้ผลดังนี้

4.1 ผลการทดลองที่อุณหภูมิห้อง 25 องศาเซลเซียส

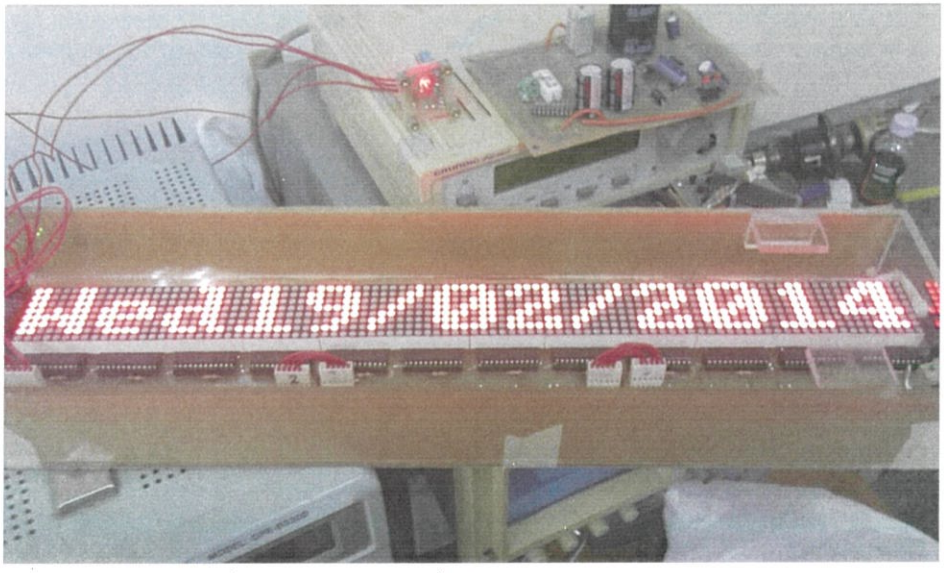
sensor	ปรอท
12.5	10
13	11.5
13.5	13
15.5	15
18.5	17
19	18.5
20	19
21	19.5
21.5	20
23	22.5
31	32
37	37.5
38	38
46	48
54	55
60	62
81	83
86	87
87	90
117	120

ตารางที่ 1 ผลการทดลองเปรียบเทียบที่อุณหภูมิห้องที่ 25 °C

4.2 การแสดงผล



รูปที่ 4.1 การแสดงเวลาบน Dot Matrix



รูปที่ 4.2 การแสดงวันที่ เดือน และปี บน Dot Matrix

รูปที่ 4.3 การแสดงอุณหภูมิบน Dot Matrix

รูปที่ 4.4 การแสดงความชื้นบน Dot Matrix

รูปที่ 4.5 การแสดงข้อความ KMITL 2014

บทที่ 5

สรุปผลและข้อเสนอแนะ

โครงงานเรื่องนี้เป็นโครงงานงานที่ศึกษาและสร้างเรื่องป้ายไฟที่มีความเป็นอเนกประสงค์ที่เป็น Dot Matrix แบบ 8x8 จำนวน 12 ตัว โดยสามารถนำเอามาเชื่อมต่อกันแบบอนุกรมได้เพื่อเพิ่มความยาวในการแสดงข้อความ การควบคุมการทำงานของ Dot Matrix 1 ตัวจะมี IC ที่เป็น Driver 1 ตัว ที่สามารถควบคุม Dot 8x8 ได้หนึ่งตัวจึงสามารถทำให้ถอดเปลี่ยนได้ง่ายและรับข้อมูลแค่สามเส้นจาก Microprocessor ซึ่งวงจรก็ยังจะส่วนของ Bluetooth ซึ่งจะใช้ในการตั้งเวลา และวันที่ โดยไม่จำเป็นต้องนำอุปกรณ์มาตั้งค่าโดยตรง

โดยป้ายไฟสามารถแสดงเวลาที่สามารถบอกได้ทั้ง วินาที นาที ชั่วโมง วัน สัปดาห์ เดือน ปีที่มีความละเอียดได้โดยการอ่านค่าข้อมูลจาก IC Real time Clock ที่ที่ส่งข้อมูลแบบ I^2C แบบสองเส้นที่สามารถนับเวลาได้อย่างแม่นยำและดังกล่าวก็ยังสามารถรักษาเวลาได้ขาดจากแหล่งจ่ายเพราะมีถ่านในการรักษาการทำงานของวงจร

อุณหภูมิที่ได้จาก sensor ที่มีความน่าเชื่อถือที่สามารถส่งข้อมูลได้แบบเป็น Digital Data แบบ I^2C แบบเส้นเดียวและ sensor ดังกล่าวก็เป็นที่นิยมได้อย่างแพร่หลายโดยสามารถวัดได้ตั้งแต่ช่วง -55 ถึง 125 องศาเซลเซียส โดยสามารถแสดงผลผ่านทาง ป้ายไฟ Dot Matrix ได้

ความชื้นที่ได้จะมีการส่งข้อมูลสื่อสารผ่านโปรโตรคอล แบบ one-wire โดยสามารถวัดค่าความชื้นได้ตั้งแต่ 20 เปอร์เซ็นต์ จนถึง 90 เปอร์เซ็นต์ และสามารถแสดงผลผ่านทางป้ายไฟ Dot Matrix ได้เช่นกัน

นอกจากป้ายไฟจะมีประโยชน์อย่างที่กล่าวมาในข้างต้นที่เป็นประโยชน์ในสถานที่สาธารณะแล้วยังมีฟังชันก์ช่วยเหลือผู้ที่มีความพิการทางด้านสายตาโดยจะมี Module MP3 ที่สามารถแสดงเสียงของข้อมูลที่เป็นข้อความ วันที่ เวลา อุณหภูมิ และความชื้น ที่แสดงผลออกทางหน้าจอ ซึ่งถือเป็นการเพิ่มความเป็นอเนกประสงค์ของป้ายไปให้มากยิ่งขึ้นไปมากขึ้น

เอกสารอ้างอิง

[1] http://www.akexorcist.com/2012/07/microcontroller-max7219-led.html

[2] http://www.mind-tek.net/ds1307.php

[3] http://www.silaresearch.com/productdesc.php?pd_code=TDS055

[4] http://www.thaiembedded.com/blog/?tag=ds1820

[5] http://www.thaimicrotron.com/CCS-628/Referrence/I2CBUS.htm

[6] http://www.thainetbeans.com/arduino/start/start.php

ภาคผนวก

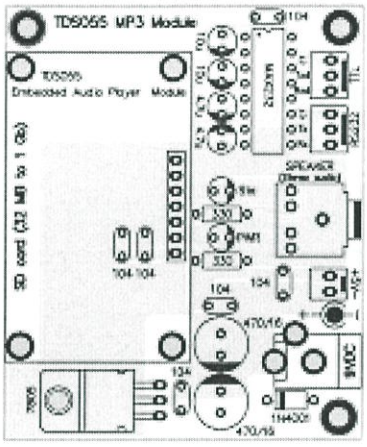
TDS055 MP3 PLAYER MODULE

(แผ่น PCB ฐานรอง V1.0)

ส่วนประกอบสินค้า ... บอร์ด, สาย L232PC, แผ่น CD-Rom, ชีทคู่มือ
Option บนบอร์ด ... ไม่มี
อาจต้องซื้อเพิ่ม ... ภาคจ่ายไฟ, SD-Card

D-TDS055 เป็นโมดูลที่ใช้สำหรับเล่นไฟล์เสียง MP3 โดยการใช้งานจะสั่งผ่าน RS-232 Baudrate 9600,N,8,1 เก็บข้อมูลโดยใช้ SD-Card ประยุกต์ใช้งานได้หลากหลายที่เกี่ยวกับไฟล์เสียง MP3 โดยทางบริษัทศิลารีเสิร์ช ได้นำตัวโมดูล TDS055 มาทำเพิ่มเติมในส่วนของ Power Supply, RS-232 เพื่อสะดวกในการนำไปใช้งาน

ภาพบอร์ด



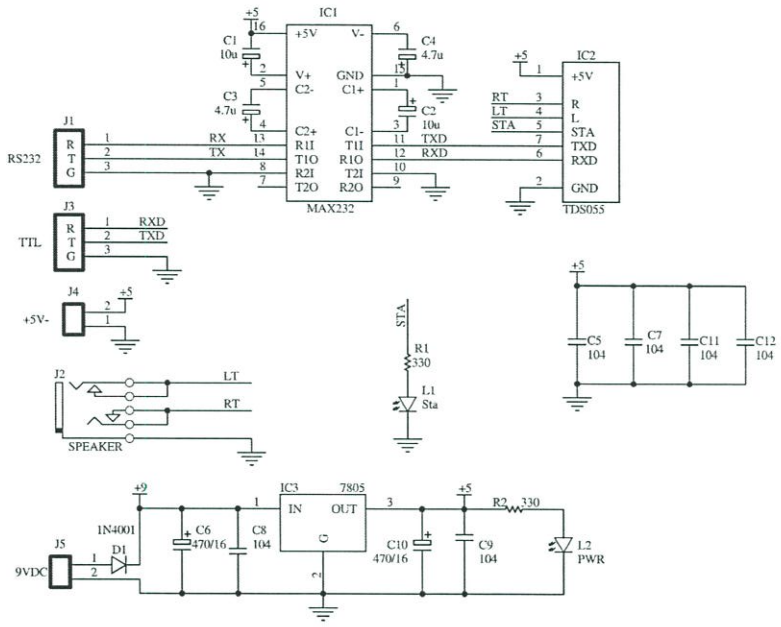
คุณสมบัติ

- Power Supply 9 Vdc หรือ 5 Vdc
- ใช้ได้เฉพาะไฟล์ MP3 เท่านั้น
- Stereo Audio Output
- รองรับ SD-Card (32 Mb to 1 Gb)
- ความเร็วในการสื่อสาร 9600,N,8,1
- มีพอร์ตสื่อสาร RS232 ต่อผ่านขั้ว 3 PIN
- มีขั้วต่อสำหรับ ADAPTER 9 Vdc หรือเลือกใช้ขั้วเสียบ 5 VOLT (DC) แบบ 2 PIN

แนวทางนำไปใช้งาน

- SD Card ที่จะนำมาใช้งานต้อง Format แบบ FAT (not FAT32)
- Folder ที่ใช้สำหรับเก็บไฟล์ MP3 จะมี 2 แบบ คือ "SONG" และ "ADVERT"
- SONG Floder จะเล่นไฟล์เสียง MP3 ทันที เมื่อมีการจ่ายไฟเข้าบอร์ด
- ADVERT Floder จะเล่นไฟล์เสียง MP3 เฉพาะไฟล์ที่ต้องการได้ โดย folder "ADVERT" จะต้องตั้งชื่อเป็น ADVERT01 ,ADVERT02 สามารถตั้งได้จนถึง ADVERT99 และชื่อไฟล์ใน folder "ADVERT" จะต้องตั้งเป็น 001.mp3 , 002.mp3 ได้จนถึง 999.mp3
- โปรแกรมเทอร์มินอลที่ใช้สำหรับส่งค่าเพื่อสั่งงานโมดูลชื่อ sscom32E.exe อยู่ในแผ่น CD-Rom ที่ให้มาพร้อมกับสินค้า
- การใช้งานชุดคำสั่งดูได้จาก DATASHEET ที่ให้มา

บริษัท ศิลารีเสิร์ช จำกัด 1108/41 ถนนสุขุมวิท แขวงพระโขนง เขตคลองเตย กรุงเทพฯ 10110
TEL. 02-712-2850-2 FAX. 02-381-1447 www.silaresearch.com



Title			
Size A4	Number		Revision
Date:	29-Oct-2009	Sheet of	
File:	L:\tds055\TDS055.Ddb	Drawn By:	

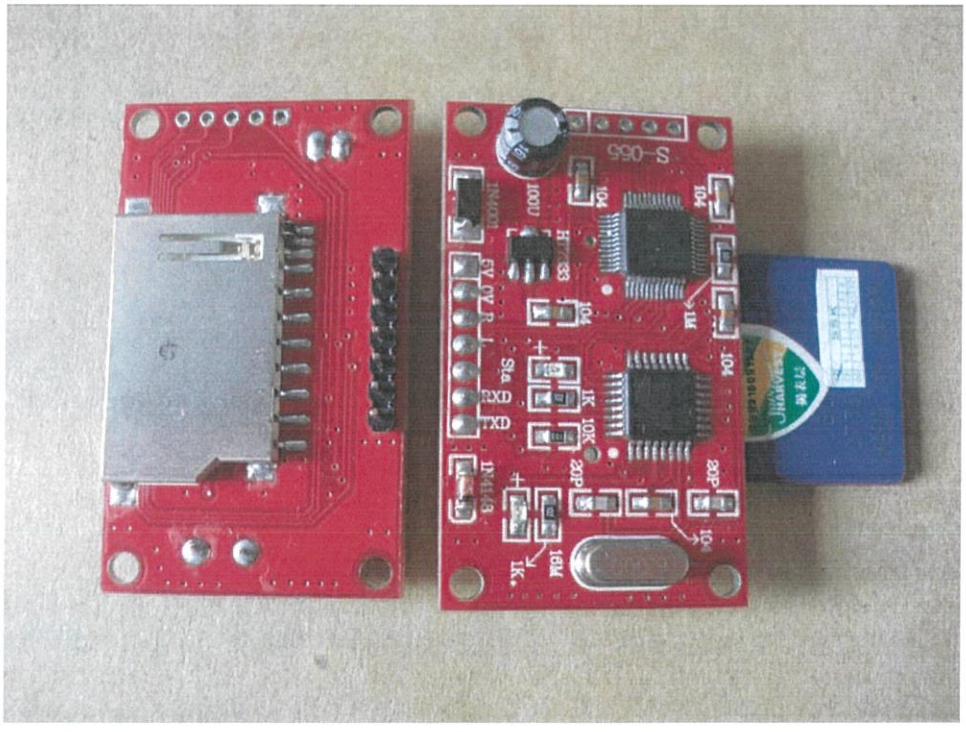
Embedded Audio Player Module

TDS055 MP3 Module

Ⅰ.Features

>Power supply DC 5V to DC 9V
>Dimension 50mm*30mm
>Support mp3 audio format
>Stereo audio output with good sound quality
>Memory type SD card (32Mb to 1Gb)
>File System FAT16
>For simple application,
> Means of communication : RS232
>9600bit/s 1 start bit+ 8 data bit+1 end bit None verify （TTL level）
>Play mp3 files in "SONG" folder in SD card once give module power .
>External MCU control volume and play exact files in the "ADVERT" folders.

Ⅱ.Product picture



Ⅲ.Applications

a. Public place announcement system
b. Entertainment device sound sources
c.Tourism guide device
d.High class gift and toys.
e.Announcer,alarm,adverting, background music systems
f. Selfservice audio navigation system in dining room, hotel,bank...
g.And other products need high quality and long duration sound.

Ⅳ.Pins descriptions

Pins	Desriptions
5V	Power positive DC5V to DC9V
0V	GND
R	R audio output
L	L audio output
Sta	Playing indicator (Low level normally , when playing it is High Level)
RXD	Serial interface receive pin (TTL level)
TXD	Serial interface transmit pin(TTL level)

V.Communication format

Item	Function	Byte A	Byte B	Byte C	Byte D	Byte E	Byte F	Byte G
1	Play song	02H	A0H	-	-	-	-	-
2	Pause song	02H	A1H	-	-	-	-	-
3	Stop song	02H	A2H	-	-	-	-	-
4	Next song	02H	A3H	-	-	-	-	-
5	Previous song	02H	A4H	-	-	-	-	-
6	Volume control	03H	A5H	Volume(0-8)	-	-	-	-
7	Play ad.	07H	A6H	Folder name tens	Folder name digits	File name digits	File name tens	File name hundreds
8	Pause ad.	02H	A7H	-	-	-	-	-
9	Continue ad.	02H	A8H	-	-	-	-	-
10	Stop ad.	02H	A9H	-	-	-	-	-

1.Play song （02H/A0H）

Note: In pause or stop state ,send these codes will make it into playing state ..

Byte A: 02H

Byte B :A0H

Receive:

Receive correctly and return: 'ok'

2. Pause song (02H/A1H)

Note: In playing state, send these codes will make it into pause state.

Byte A: 02H

Byte B :A1H

Receive:

Receive correctly and return: 'ok'

3. Stop song (02H/A2H)

Note: In playing state, send these codes will make it into stop state.

Byte A: 02H

Byte B :A2H

Receive:

Receive correctly and return: 'ok'

4. Stop song (02H/A3H)
Note: In playing ,pause or stop state, send these codes will make it into next song.
Byte A: 02H
Byte B :A3H
Receive:
Receive correctly and return: 'ok'

5. Stop song (02H/A4H)
Note: In playing ,pause or stop state, send these codes will make it into previous song.
Byte A: 02H
Byte B :A4H
Receive:
Receive correctly and return: 'ok'

6. Volume control (02H/A5H)
Note: For volume adjustment
Byte A: 03H
Byte B :A5H
Byte C: Volume level (0 – 8)
Receive:
Receive correctly and return: 'ok'

7.Play ad(07H/A6H/)
Note: Play advertisement
Byte A: 07H
Byte B:A6H
Byte C:Folder name tens (ASCII value)
Byte D:Folder name digits(ASCII value)
Byte E: File name hundreds (ASCII value)
Byte F: File name tens(ASCII value)
Byte G : File name digits (ASCII value)
Receive correctly and return: 'ok'

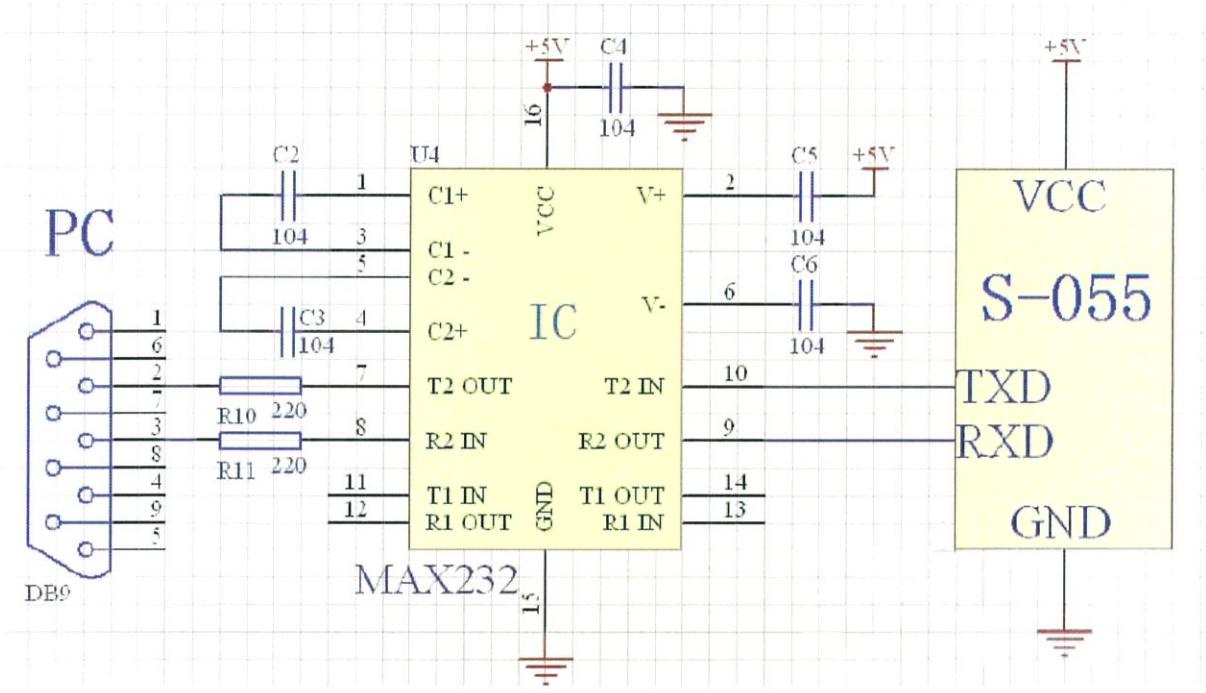
8.Pause ad (02H/A7H)
Note:In advertisement playing state, send these codes to pause the it .
Byte A: 02H
Byte B: A7H
Receive correctly and return: 'ok'

9.Pause ad (02H/A7H)
Note:In advertisement pause state, send these codes to continute it .
Byte A: 02H
Byte B: A8H
Receive correctly and return: 'ok'
10.Stop ad (02H/A9H)
Note:In advertisement pause state, send these codes to continute it .

Byte A: 02H
Byte B: A9H
Receive correctly and return: 'ok'

Ⅵ. RS232 Serial Interface Test

1. Set up a Max232 circuit as follow schematic



2. Format the SD card to "FAT" (not FAT32),then new "SONG" folder and ADVER folders.

ADVERT folders' name should b ADVERT01,ADVERT02,ADVERT03,.....ADVERT99 , 99 folders maximum.

And mp3 files in each ADVERT folder should be 001.mp3 ,002.mp3,003.mp3 .....999.mp3 ,

999 mp3 files in each folder maximum.

Folders in SD card

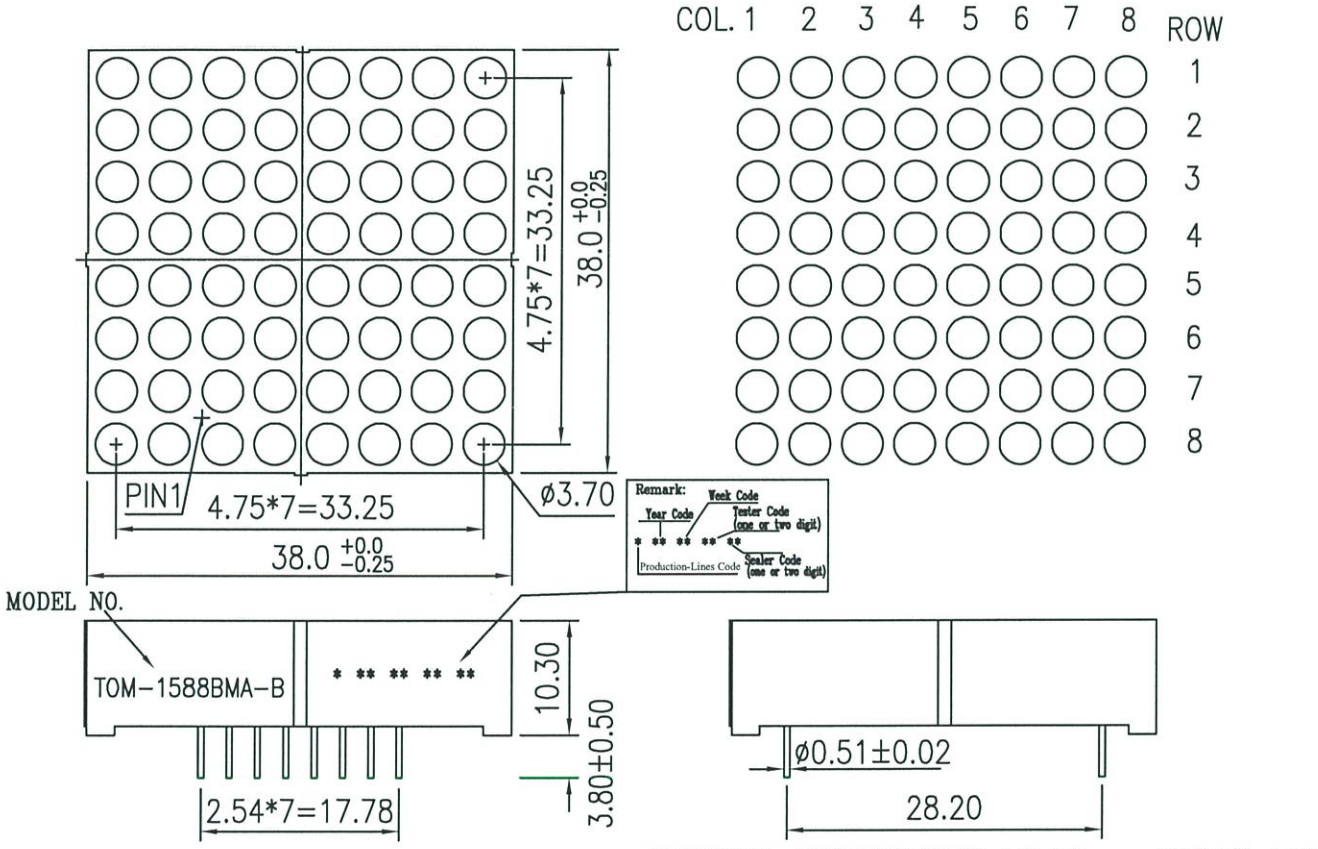
MP3 files in SONG folder

TAIWAN OASIS LED DATA SHEET

PART NO. : TOM-1588BMA-B

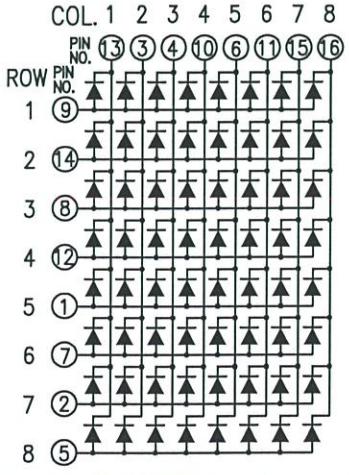
APPEARANCE			TECHNOLOGY	AlGaInP/GaAs
FACE	SEGMENT	PIN	SOURCE COLOR	Ultra-Amber
			DRIVER MODE	Row. Anode
Black	White	ø0.51x10.28	PACKING	Tube(1588)

PACKAGE DIMENSIONS



NORMAL TOLERANCE:±0.25 ANGLE:±1°

INTERNAL CIRCUIT DIAGRAM



DATE	05/07/07'	SCALE	1.5:1	DRAWING NO.	S-1588BMA-B-A	DRAWN	X.L	CHECKED	
UNIT	M/M	SHEET NO.	1/2			CUSTOMER		APPROVED	

TAIWAN OASIS LED DATA SHEET

PART NO. : TOM-1588BMA-B

ABSOLUTE MAXIMUM RATINGS AT TA=25°C

PARAMETER	VALUE	UNITS
Power Dissipation Per Dot	75	mW
Peak Forward Current Per Dot (1/10 Duty Cycle, 0.1ms Pulse Width)	80	mA
Continuous Forward Current Per Dot	20	mA
Recommend Operating Current	12	mA
Reverse Voltage Per Dot	5	V
Operating Temperature Range	−25 to +85	°C
Storage Temperature Range	−30 to +85	°C
Junction Temperature	>85	°C
Lead Free Solder Temperature(1/16 Inch Below Seating Plane)	260°C for 3 sec.	

ELECTRICAL/OPTICAL CHARACTERISTICS AT TA=25°C

PARAMETER	SYMBOL	MIN.	TYP.	MAX.	UNITS	TEST CONDITION
Luminous Intensity Per Dot	Iv		32907		µcd	I_F=10mA
Dominant Emission Wavelength	λd		605		nm	I_F=20mA
Spectral Line Half-Width	△λ		15		nm	I_F=20mA
Forward Voltage Per Dot	V_F	1.8	2.0	2.3	V	I_F=20mA
Reverse Current Per Dot	I_R			100	µA	V_R=5V
Luminous Intensity Matching Rate	Iv-m			2.0:1		I_F=20mA

Notes:Above specification may be changed without notice.

DATE	05/07/07'	SCALE	———	DRAWING NO.	S-1588BMA-B-A	DRAWN	X.L	CHECKED	
UNIT	———	SHEET NO.	2/2			CUSTOMER		APPROVED	

maxim integrated™

DS1307
64 x 8, Serial, I²C Real-Time Clock

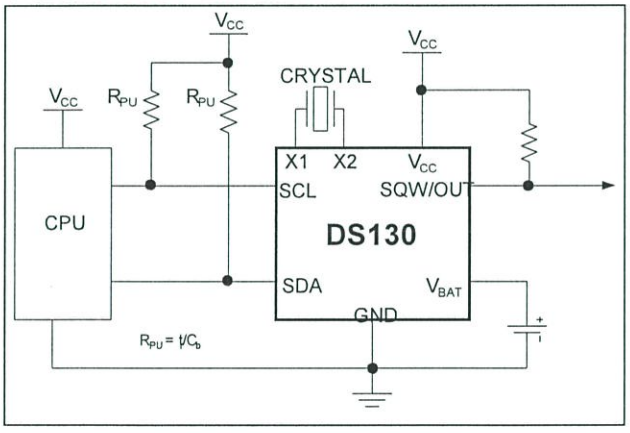
GENERAL DESCRIPTION

The DS1307 serial real-time clock (RTC) is a low-power, full binary-coded decimal (BCD) clock/calendar plus 56 bytes of NV SRAM. Address and data are transferred serially through an I²C, bidirectional bus. The clock/calendar provides seconds, minutes, hours, day, date, month, and year information. The end of the month date is automatically adjusted for months with fewer than 31 days, including corrections for leap year. The clock operates in either the 24-hour or 12-hour format with AM/PM indicator. The DS1307 has a built-in power-sense circuit that detects power failures and automatically switches to the backup supply. Timekeeping operation continues while the part operates from the backup supply.

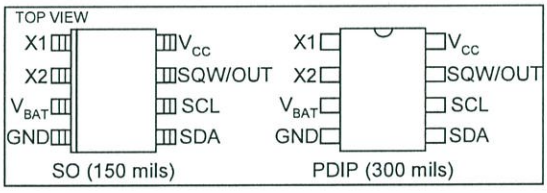
FEATURES

- Real-Time Clock (RTC) Counts Seconds, Minutes, Hours, Date of the Month, Month, Day of the week, and Year with Leap-Year Compensation Valid Up to 2100
- 56-Byte, Battery-Backed, General-Purpose RAM with Unlimited Writes
- I²C Serial Interface
- Programmable Square-Wave Output Signal
- Automatic Power-Fail Detect and Switch Circuitry
- Consumes Less than 500nA in Battery-Backup Mode with Oscillator Running
- Optional Industrial Temperature Range: -40°C to +85°C
- Available in 8-Pin Plastic DIP or SO
- Underwriters Laboratories (UL) Recognized

TYPICAL OPERATING CIRCUIT



PIN CONFIGURATIONS



ORDERING INFORMATION

PART	TEMP RANGE	VOLTAGE (V)	PIN-PACKAGE	TOP MARK*
DS1307+	0°C to +70°C	5.0	8 PDIP (300 mils)	DS1307
DS1307N+	-40°C to +85°C	5.0	8 PDIP (300 mils)	DS1307N
DS1307Z+	0°C to +70°C	5.0	8 SO (150 mils)	DS1307
DS1307ZN+	-40°C to +85°C	5.0	8 SO (150 mils)	DS1307N
DS1307Z+T&R	0°C to +70°C	5.0	8 SO (150 mils) Tape and Reel	DS1307
DS1307ZN+T&R	-40°C to +85°C	5.0	8 SO (150 mils) Tape and Reel	DS1307N

+Denotes a lead-free/RoHS-compliant package.
**A "+" anywhere on the top mark indicates a lead-free package. An "N" anywhere on the top mark indicates an industrial temperature range device.*

For pricing, delivery, and ordering information, please contact Maxim Direct at 1-888-629-4642, or visit Maxim's website at www.maximintegrated.com.

REV: 100208

ABSOLUTE MAXIMUM RATINGS

Voltage Range on Any Pin Relative to Ground ..... -0.5V to +7.0V
Operating Temperature Range (Noncondensing)
Commercial ..... 0°C to +70°C
Industrial ..... -40°C to +85°C
Storage Temperature Range ..... -55°C to +125°C
Soldering Temperature (DIP, leads) ..... +260°C for 10 seconds
Soldering Temperature (surface mount) ..... Refer to the JPC/JEDEC J-STD-020 Specification.

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 in the operational sections of the specifications is not implied. Exposure to the absolute maximum rating conditions for extended periods may affect device reliability.

RECOMMENDED DC OPERATING CONDITIONS

(T_A = 0°C to +70°C, T_A = -40°C to +85°C.) (Notes 1, 2)

PARAMETER	SYMBOL	CONDITIONS	MIN	TYP	MAX	UNITS
Supply Voltage	V_{CC}		4.5	5.0	5.5	V
Logic 1 Input	V_{IH}		2.2		V_{CC} + 0.3	V
Logic 0 Input	V_{IL}		-0.3		+0.8	V
V_{BAT} Battery Voltage	V_{BAT}		2.0	3	3.5	V

DC ELECTRICAL CHARACTERISTICS

(V_{CC} = 4.5V to 5.5V; T_A = 0°C to +70°C, T_A = -40°C to +85°C.) (Notes 1, 2)

PARAMETER	SYMBOL	CONDITIONS	MIN	TYP	MAX	UNITS
Input Leakage (SCL)	I_{LI}		-1		1	µA
I/O Leakage (SDA, SQW/OUT)	I_{LO}		-1		1	µA
Logic 0 Output (I_{OL} = 5mA)	V_{OL}				0.4	V
Active Supply Current (f_{SCL} = 100kHz)	I_{CCA}				1.5	mA
Standby Current	I_{CCS}	(Note 3)			200	µA
V_{BAT} Leakage Current	I_{BATLKG}			5	50	nA
Power-Fail Voltage (V_{BAT} = 3.0V)	V_{PF}		1.216 x V_{BAT}	1.25 x V_{BAT}	1.284 x V_{BAT}	V

DC ELECTRICAL CHARACTERISTICS

(V_{CC} = 0V, V_{BAT} = 3.0V; T_A = 0°C to +70°C, T_A = -40°C to +85°C.) (Notes 1, 2)

PARAMETER	SYMBOL	CONDITIONS	MIN	TYP	MAX	UNITS
V_{BAT} Current (OSC ON); SQW/OUT OFF	I_{BAT1}			300	500	nA
V_{BAT} Current (OSC ON); SQW/OUT ON (32kHz)	I_{BAT2}			480	800	nA
V_{BAT} Data-Retention Current (Oscillator Off)	I_{BATDR}			10	100	nA

WARNING: Negative undershoots below -0.3V while the part is in battery-backed mode may cause loss of data.

AC ELECTRICAL CHARACTERISTICS

(V_{CC} = 4.5V to 5.5V; T_A = 0°C to +70°C, T_A = -40°C to +85°C.)

PARAMETER	SYMBOL	CONDITIONS	MIN	TYP	MAX	UNITS
SCL Clock Frequency	f_{SCL}		0		100	kHz
Bus Free Time Between a STOP and START Condition	t_{BUF}		4.7			µs
Hold Time (Repeated) START Condition	$t_{HD:STA}$	(Note 4)	4.0			µs
LOW Period of SCL Clock	t_{LOW}		4.7			µs
HIGH Period of SCL Clock	t_{HIGH}		4.0			µs
Setup Time for a Repeated START Condition	$t_{SU:STA}$		4.7			µs
Data Hold Time	$t_{HD:DAT}$		0			µs
Data Setup Time	$t_{SU:DAT}$	(Notes 5, 6)	250			ns
Rise Time of Both SDA and SCL Signals	t_R				1000	ns
Fall Time of Both SDA and SCL Signals	t_F				300	ns
Setup Time for STOP Condition	$t_{SU:STO}$		4.7			µs

CAPACITANCE

(T_A = +25°C)

PARAMETER	SYMBOL	CONDITIONS	MIN	TYP	MAX	UNITS
Pin Capacitance (SDA, SCL)	$C_{I/O}$				10	pF
Capacitance Load for Each Bus Line	C_B	(Note 7)			400	pF

Note 1: All voltages are referenced to ground.

Note 2: Limits at -40°C are guaranteed by design and are not production tested.

Note 3: I_{CCS} specified with V_{CC} = 5.0V and SDA, SCL = 5.0V.

Note 4: After this period, the first clock pulse is generated.

Note 5: A device must internally provide a hold time of at least 300ns for the SDA signal (referred to the $V_{IH(MIN)}$ of the SCL signal) to bridge the undefined region of the falling edge of SCL.

Note 6: The maximum $t_{HD:DAT}$ only has to be met if the device does not stretch the LOW period (t_{LOW}) of the SCL signal.

Note 7: C_B—total capacitance of one bus line in pF.

TIMING DIAGRAM

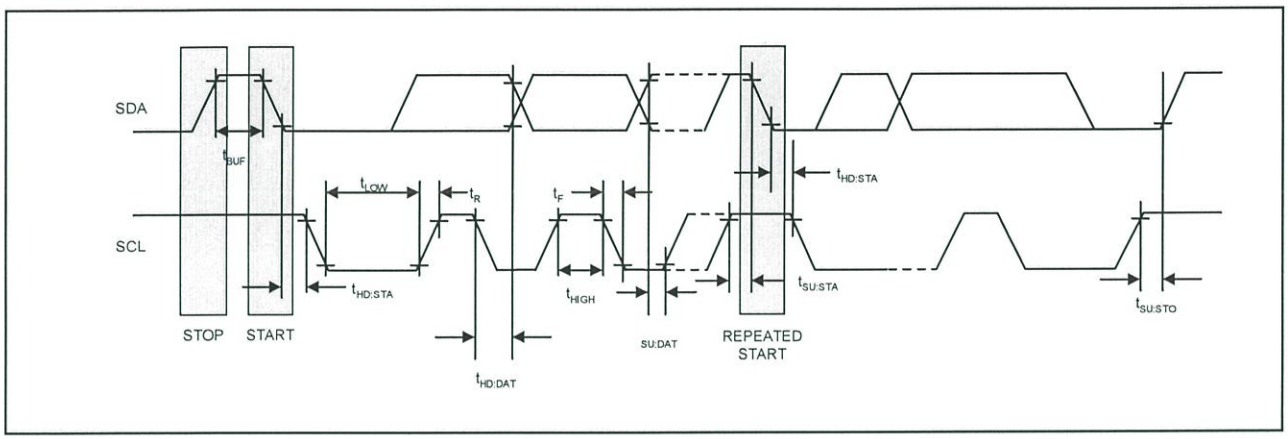
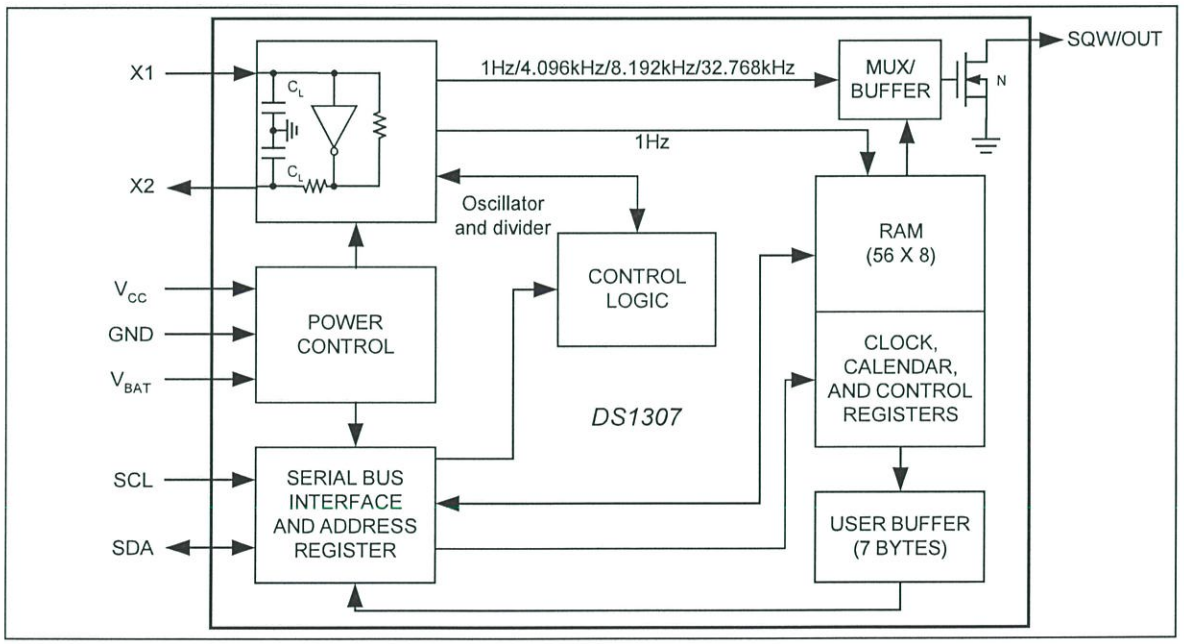


Figure 1. Block Diagram



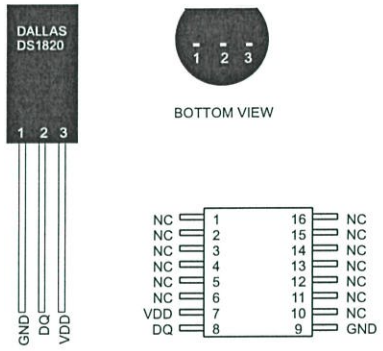
DALLAS SEMICONDUCTOR

DS1820
1–Wire™ Digital Thermometer

FEATURES

- Unique 1–Wire™ interface requires only one port pin for communication
- Multidrop capability simplifies distributed temperature sensing applications
- Requires no external components
- Can be powered from data line
- Zero standby power required
- Measures temperatures from –55°C to +125°C in 0.5°C increments. Fahrenheit equivalent is –67°F to +257°F in 0.9°F increments
- Temperature is read as a 9–bit digital value.
- Converts temperature to digital word in 200 ms (typ.)
- User–definable, nonvolatile temperature alarm settings
- Alarm search command identifies and addresses devices whose temperature is outside of programmed limits (temperature alarm condition)
- Applications include thermostatic controls, industrial systems, consumer products, thermometers, or any thermally sensitive system

PIN ASSIGNMENT



DS1820
PR35 PACKAGE
See Mech. Drawings Section

DS1820S
16–PIN SSOP
See Mech. Drawings Section

PIN DESCRIPTION

GND	–	Ground
DQ	–	Data In/Out
V_{DD}	–	Optional V_{DD}
NC	–	No Connect

DESCRIPTION

The DS1820 Digital Thermometer provides 9–bit temperature readings which indicate the temperature of the device.

Information is sent to/from the DS1820 over a 1–Wire interface, so that only one wire (and ground) needs to be connected from a central microprocessor to a DS1820. Power for reading, writing, and performing temperature conversions can be derived from the data line itself with no need for an external power source.

Because each DS1820 contains a unique silicon serial number, multiple DS1820s can exist on the same 1–Wire bus. This allows for placing temperature sensors in many different places. Applications where this feature is useful include HVAC environmental controls, sensing temperatures inside buildings, equipment or machinery, and in process monitoring and control.

©Copyright 1995 by Dallas Semiconductor Corporation.
All Rights Reserved. For important information regarding patents and other intellectual property rights, please refer to Dallas Semiconductor data books.

DETAILED PIN DESCRIPTION

PIN 16–PIN SSOP	PIN PR35	SYMBOL	DESCRIPTION
9	1	GND	**Ground.**
8	2	DQ	**Data Input/Output pin.** For 1–Wire operation: Open drain. (See "Parasite Power" section.)
7	3	V_{DD}	**Optional V_{DD} pin.** See "Parasite Power" section for details of connection.

DS1820S (16–pin SSOP): All pins not specified in this table are not to be connected.

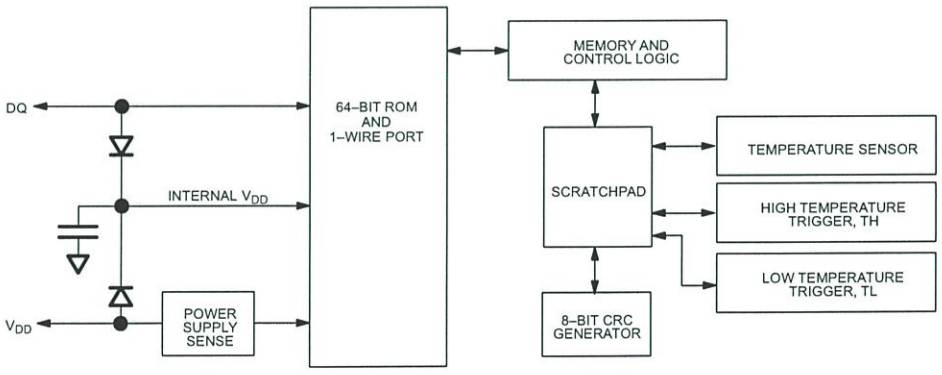
OVERVIEW

The block diagram of Figure 1 shows the major components of the DS1820. The DS1820 has three main data components: 1) 64–bit lasered ROM, 2) temperature sensor, and 3) nonvolatile temperature alarm triggers TH and TL. The device derives its power from the 1–Wire communication line by storing energy on an internal capacitor during periods of time when the signal line is high and continues to operate off this power source during the low times of the 1–Wire line until it returns high to replenish the parasite (capacitor) supply. As an alternative, the DS1820 may also be powered from an external 5 volts supply.

Communication to the DS1820 is via a 1–Wire port. With the 1–Wire port, the memory and control functions will not be available before the ROM function protocol has been established. The master must first provide one of five ROM function commands: 1) Read ROM, 2) Match ROM, 3) Search ROM, 4) Skip ROM, or 5) Alarm Search. These commands operate on the 64–bit lasered ROM portion of each device and can single out a specific device if many are present on the 1–Wire line as well as indicate to the Bus Master how many and what types of devices are present. After a ROM function sequence has been successfully executed, the memory and control functions are accessible and the master may then provide any one of the six memory and control function commands.

One control function command instructs the DS1820 to perform a temperature measurement. The result of this measurement will be placed in the DS1820's scratchpad memory, and may be read by issuing a memory function command which reads the contents of the scratchpad memory. The temperature alarm triggers TH and TL consist of one byte EEPROM each. If the alarm search command is not applied to the DS1820, these registers may be used as general purpose user memory. Writing TH and TL is done using a memory function command. Read access to these registers is through the scratchpad. All data is read and written least significant bit first.

DS1820 BLOCK DIAGRAM Figure 1



PARASITE POWER

The block diagram (Figure 1) shows the parasite powered circuitry. This circuitry "steals" power whenever the I/O or V_{DD} pins are high. I/O will provide sufficient power as long as the specified timing and voltage requirements are met (see the section titled "1–Wire Bus System"). The advantages of parasite power are two–fold: 1) by parasiting off this pin, no local power source is needed for remote sensing of temperature, and 2) the ROM may be read in absence of normal power.

In order for the DS1820 to be able to perform accurate temperature conversions, sufficient power must be provided over the I/O line when a temperature conversion is taking place. Since the operating current of the DS1820 is up to 1 mA, the I/O line will not have sufficient drive due to the 5K pull–up resistor. This problem is particularly acute if several DS1820's are on the same I/O and attempting to convert simultaneously.

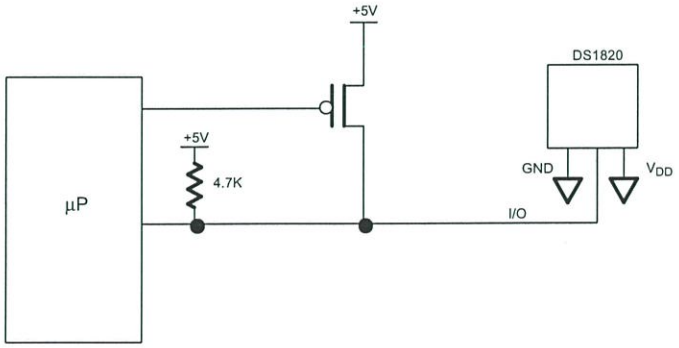
There are two ways to assure that the DS1820 has sufficient supply current during its active conversion cycle. The first is to provide a strong pull–up on the I/O line whenever temperature conversions or copies to the E^2 memory are taking place. This may be accomplished by using a MOSFET to pull the I/O line directly to the power supply as shown in Figure 2. The I/O line must be switched over to the strong pull–up within 10 µs maximum after issuing any protocol that involves copying to the E^2 memory or initiates temperature conversions. When using the parasite power mode, the V_{DD} pin must be tied to ground.

Another method of supplying current to the DS1820 is through the use of an external power supply tied to the V_{DD} pin, as shown in Figure 3. The advantage to this is that the strong pull–up is not required on the I/O line, and the bus master need not be tied up holding that line high during temperature conversions. This allows other data traffic on the 1–Wire bus during the conversion time. In addition, any number of DS1820's may be placed on the 1–Wire bus, and if they all use external power, they may all simultaneously perform temperature conversions by issuing the Skip ROM command and then issuing the Convert T command. Note that as long as the external power supply is active, the GND pin may not be floating.

The use of parasite power is not recommended above 100°C, since it may not be able to sustain communications given the higher leakage currents the DS1820 exhibits at these temperatures. For applications in which such temperatures are likely, it is strongly recommended that V_{DD} be applied to the DS1820.

For situations where the bus master does not know whether the DS1820's on the bus are parasite powered or supplied with external V_{DD}, a provision is made in the DS1820 to signal the power supply scheme used. The bus master can determine if any DS1820's are on the bus which require the strong pull–up by sending a Skip ROM protocol, then issuing the read power supply command. After this command is issued, the master then issues read time slots. The DS1820 will send back "0" on the 1–Wire bus if it is parasite powered; it will send back a "1" if it is powered from the V_{DD} pin. If the master receives a "0", it knows that it must supply the strong pull–up on the I/O line during temperature conversions. See "Memory Command Functions" section for more detail on this command protocol.

STRONG PULL–UP FOR SUPPLYING DS1820 DURING TEMPERATURE CONVERSION Figure 2



maxim integrated™

MAX7219/MAX7221

Serially Interfaced, 8-Digit LED Display Drivers

General Description

The MAX7219/MAX7221 are compact, serial input/output common-cathode display drivers that interface microprocessors (µPs) to 7-segment numeric LED displays of up to 8 digits, bar-graph displays, or 64 individual LEDs. Included on-chip are a BCD code-B decoder, multiplex scan circuitry, segment and digit drivers, and an 8x8 static RAM that stores each digit. Only one external resistor is required to set the segment current for all LEDs. The MAX7221 is compatible with SPI™, QSPI™, and MICROWIRE™, and has slew-rate-limited segment drivers to reduce EMI.

A convenient 4-wire serial interface connects to all common µPs. Individual digits may be addressed and updated without rewriting the entire display. The MAX7219/MAX7221 also allow the user to select code-B decoding or no-decode for each digit.

The devices include a 150µA low-power shutdown mode, analog and digital brightness control, a scan-limit register that allows the user to display from 1 to 8 digits, and a test mode that forces all LEDs on.

For applications requiring 3V operation or segment blinking, refer to the MAX6951 data sheet.

Applications

Bar-Graph Displays
Industrial Controllers
Panel Meters
LED Matrix Displays

Features

- ♦ 10MHz Serial Interface
- ♦ Individual LED Segment Control
- ♦ Decode/No-Decode Digit Selection
- ♦ 150µA Low-Power Shutdown (Data Retained)
- ♦ Digital and Analog Brightness Control
- ♦ Display Blanked on Power-Up
- ♦ Drive Common-Cathode LED Display
- ♦ Slew-Rate Limited Segment Drivers for Lower EMI (MAX7221)
- ♦ SPI, QSPI, MICROWIRE Serial Interface (MAX7221)
- ♦ 24-Pin DIP and SO Packages

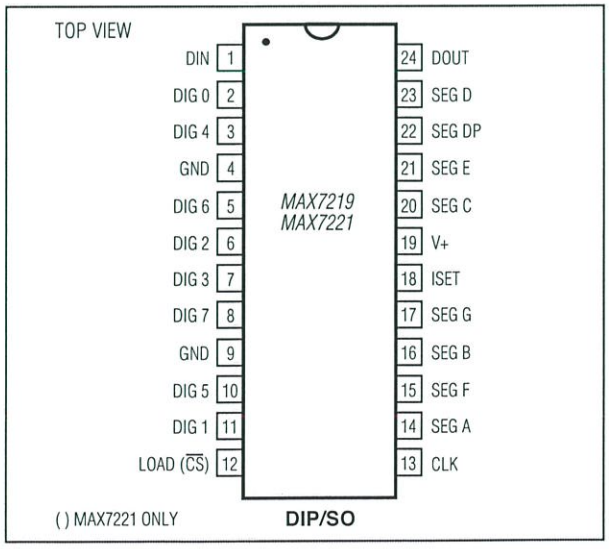
Ordering Information

PART	TEMP RANGE	PIN-PACKAGE
MAX7219CNG	0°C to +70°C	24 Narrow Plastic DIP
MAX7219CWG	0°C to +70°C	24 Wide SO
MAX7219C/D	0°C to +70°C	Dice*
MAX7219ENG	-40°C to +85°C	24 Narrow Plastic DIP
MAX7219EWG	-40°C to +85°C	24 Wide SO
MAX7219ERG	-40°C to +85°C	24 Narrow CERDIP

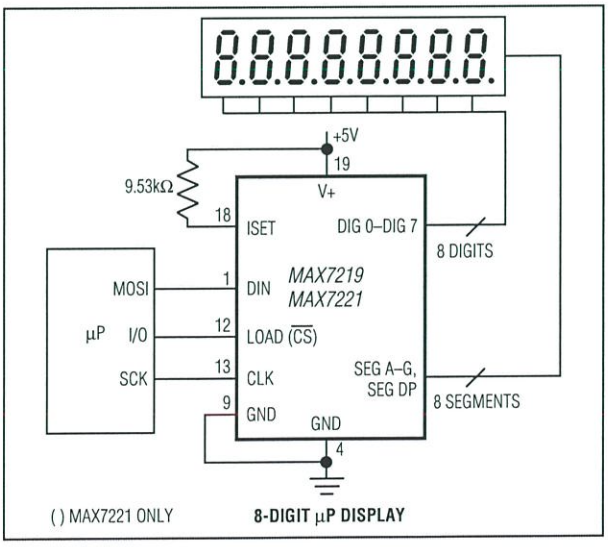
Ordering Information continued at end of data sheet.

**Dice are specified at T_A = +25°C.*

Pin Configuration



Typical Application Circuit



SPI and QSPI are trademarks of Motorola Inc. MICROWIRE is a trademark of National Semiconductor Corp.

For pricing, delivery, and ordering information, please contact Maxim Direct at 1-888-629-4642, or visit Maxim's website at www.maximintegrated.com.

19-4452; Rev 4; 7/03

ABSOLUTE MAXIMUM RATINGS

Voltage (with respect to GND)
- V+ .....-0.3V to 6V
- DIN, CLK, LOAD, $\overline{CS}$ .....-0.3V to 6V
- All Other Pins.....-0.3V to (V+ + 0.3V)

Current
- DIG 0–DIG 7 Sink Current.....500mA
- SEG A–G, DP Source Current.....100mA

Continuous Power Dissipation (T_A = +85°C)
- Narrow Plastic DIP (derate 13.3mW/°C above +70°C).....1066mW
- Wide SO (derate 11.8mW/°C above +70°C).....941mW
- Narrow CERDIP (derate 12.5mW/°C above +70°C) ...1000mW

Operating Temperature Ranges (T_{MIN} to T_{MAX})
- MAX7219C_G/MAX7221C_G .....0°C to +70°C
- MAX7219E_G/MAX7221E_G .....-40°C to +85°C

Storage Temperature Range .....-65°C to +160°C
Lead Temperature (soldering, 10s) .....+300°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 in the operational sections of the specifications is not implied. Exposure to absolute maximum rating conditions for extended periods may affect device reliability.

ELECTRICAL CHARACTERISTICS

(V+ = 5V ±10%, R_{SET} = 9.53kΩ ±1%, T_A = T_{MIN} to T_{MAX}, unless otherwise noted.)

PARAMETER	SYMBOL	CONDITIONS	MIN	TYP	MAX	UNITS
Operating Supply Voltage	V+		4.0		5.5	V
Shutdown Supply Current	I+	All digital inputs at V+ or GND, T_A = +25°C			150	µA
Operating Supply Current	I+	R_{SET} = open circuit			8	mA
		All segments and decimal point on, $I_{SEG_}$ = -40mA		330		
Display Scan Rate	f_{OSC}	8 digits scanned	500	800	1300	Hz
Digit Drive Sink Current	I_{DIGIT}	V+ = 5V, V_{OUT} = 0.65V	320			mA
Segment Drive Source Current	I_{SEG}	T_A = +25°C, V+ = 5V, V_{OUT} = (V+ - 1V)	-30	-40	-45	mA
Segment Current Slew Rate (MAX7221 only)	$\Delta I_{SEG}/\Delta t$	T_A = +25°C, V+ = 5V, V_{OUT} = (V+ - 1V)	10	20	50	mA/µs
Segment Drive Current Matching	ΔI_{SEG}			3.0		%
Digit Drive Leakage (MAX7221 only)	I_{DIGIT}	Digit off, V_{DIGIT} = V+			-10	µA
Segment Drive Leakage (MAX7221 only)	I_{SEG}	Segment off, V_{SEG} = 0V			1	µA
Digit Drive Source Current (MAX7219 only)	I_{DIGIT}	Digit off, V_{DIGIT} = (V+ - 0.3V)	-2			mA
Segment Drive Sink Current (MAX7219 only)	I_{SEG}	Segment off, V_{SEG} = 0.3V	5			mA

ELECTRICAL CHARACTERISTICS (continued)

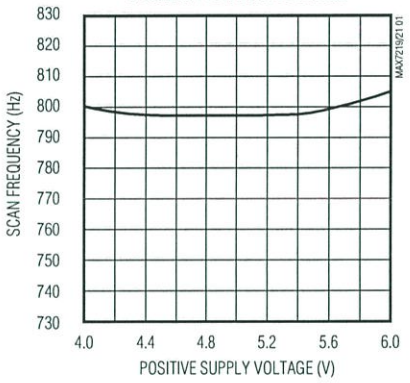
(V+ = 5V ±10%, R_{SET} = 9.53kΩ ±1%, T_A = T_{MIN} to T_{MAX}, unless otherwise noted.)

PARAMETER	SYMBOL	CONDITIONS	MIN	TYP	MAX	UNITS
LOGIC INPUTS						
Input Current DIN, CLK, LOAD, $\overline{CS}$	I_{IH}, I_{IL}	V_{IN} = 0V or V+	-1		1	µA
Logic High Input Voltage	V_{IH}		3.5			V
Logic Low Input Voltage	V_{IL}				0.8	V
Output High Voltage	V_{OH}	DOUT, I_{SOURCE} = -1mA	V+ - 1			V
Output Low Voltage	V_{OL}	DOUT, I_{SINK} = 1.6mA			0.4	V
Hysteresis Voltage	ΔV_I	DIN, CLK, LOAD, $\overline{CS}$		1		V
TIMING CHARACTERISTICS						
CLK Clock Period	t_{CP}		100			ns
CLK Pulse Width High	t_{CH}		50			ns
CLK Pulse Width Low	t_{CL}		50			ns
$\overline{CS}$ Fall to SCLK Rise Setup Time (MAX7221 only)	t_{CSS}		25			ns
CLK Rise to $\overline{CS}$ or LOAD Rise Hold Time	t_{CSH}		0			ns
DIN Setup Time	t_{DS}		25			ns
DIN Hold Time	t_{DH}		0			ns
Output Data Propagation Delay	t_{DO}	C_{LOAD} = 50pF			25	ns
Load-Rising Edge to Next Clock Rising Edge (MAX7219 only)	t_{LDCK}		50			ns
Minimum $\overline{CS}$ or LOAD Pulse High	t_{CSW}		50			ns
Data-to-Segment Delay	t_{DSPD}				2.25	ms

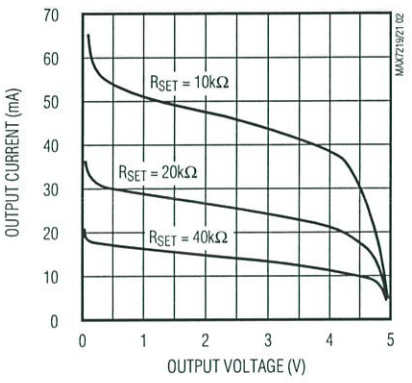
Typical Operating Characteristics

(V+ = +5V, T_A = +25°C, unless otherwise noted.)

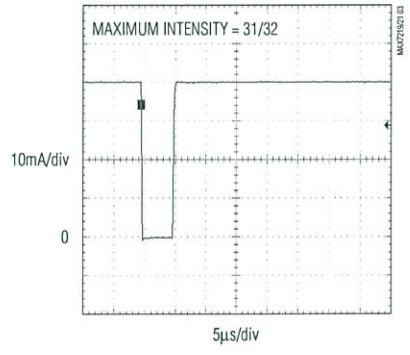
SCAN FREQUENCY vs. POSITIVE SUPPLY VOLTAGE



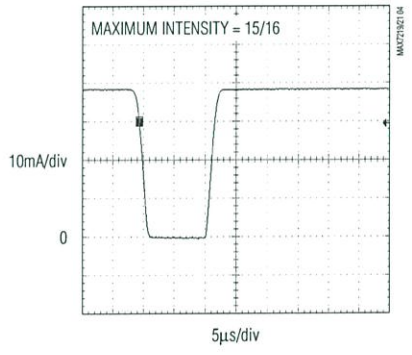
SEGMENT DRIVER OUTPUT CURRENT vs. OUTPUT VOLTAGE



MAX7219 SEGMENT OUTPUT CURRENT



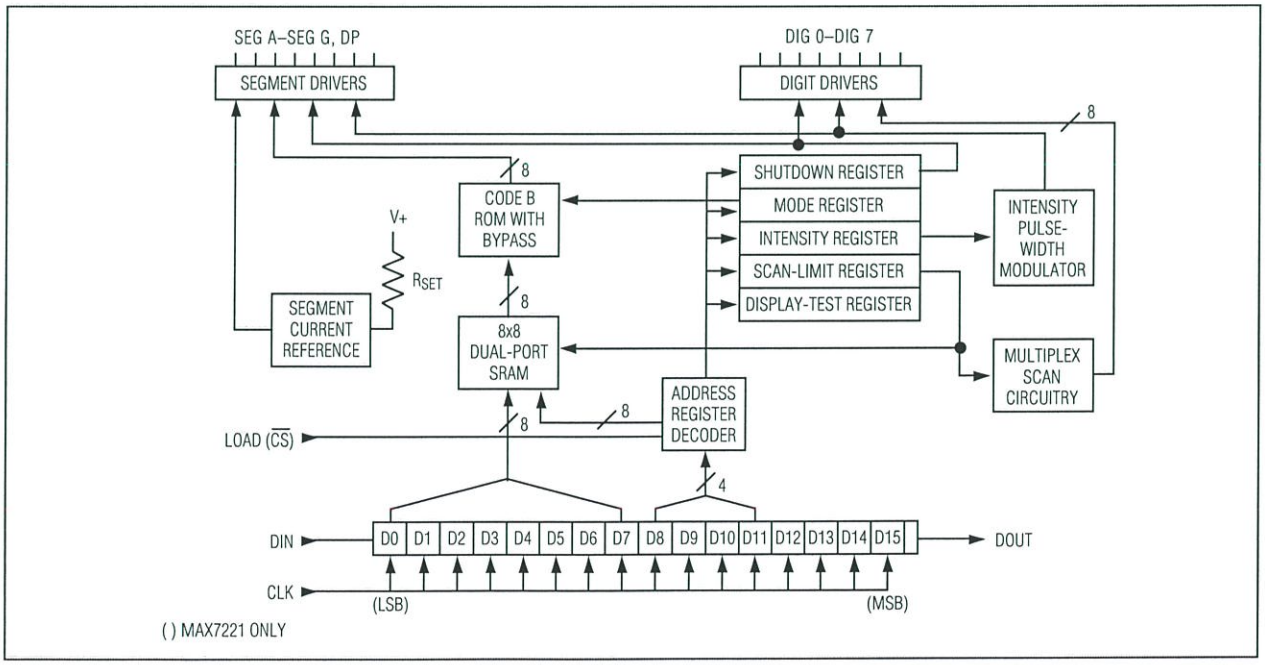
MAX7221 SEGMENT OUTPUT CURRENT



Pin Description

PIN	NAME	FUNCTION
1	DIN	Serial-Data Input. Data is loaded into the internal 16-bit shift register on CLK's rising edge.
2, 3, 5–8, 10, 11	DIG 0–DIG 7	Eight-Digit Drive Lines that sink current from the display common cathode. The MAX7219 pulls the digit outputs to V+ when turned off. The MAX7221's digit drivers are high-impedance when turned off.
4, 9	GND	Ground (both GND pins must be connected)
12	LOAD (MAX7219)	Load-Data Input. The last 16 bits of serial data are latched on LOAD's rising edge.
	$\overline{CS}$ (MAX7221)	Chip-Select Input. Serial data is loaded into the shift register while $\overline{CS}$ is low. The last 16 bits of serial data are latched on $\overline{CS}$'s rising edge.
13	CLK	Serial-Clock Input. 10MHz maximum rate. On CLK's rising edge, data is shifted into the internal shift register. On CLK's falling edge, data is clocked out of DOUT. On the MAX7221, the CLK input is active only while $\overline{CS}$ is low.
14–17, 20–23	SEG A–SEG G, DP	Seven Segment Drives and Decimal Point Drive that source current to the display. On the MAX7219, when a segment driver is turned off it is pulled to GND. The MAX7221 segment drivers are high-impedance when turned off.
18	ISET	Connect to V_{DD} through a resistor (R_{SET}) to set the peak segment current (Refer to *Selecting R_{SET} Resistor and Using External Drivers* section).
19	V+	Positive Supply Voltage. Connect to +5V.
24	DOUT	Serial-Data Output. The data into DIN is valid at DOUT 16.5 clock cycles later. This pin is used to daisy-chain several MAX7219/MAX7221's and is never high-impedance.

Functional Diagram



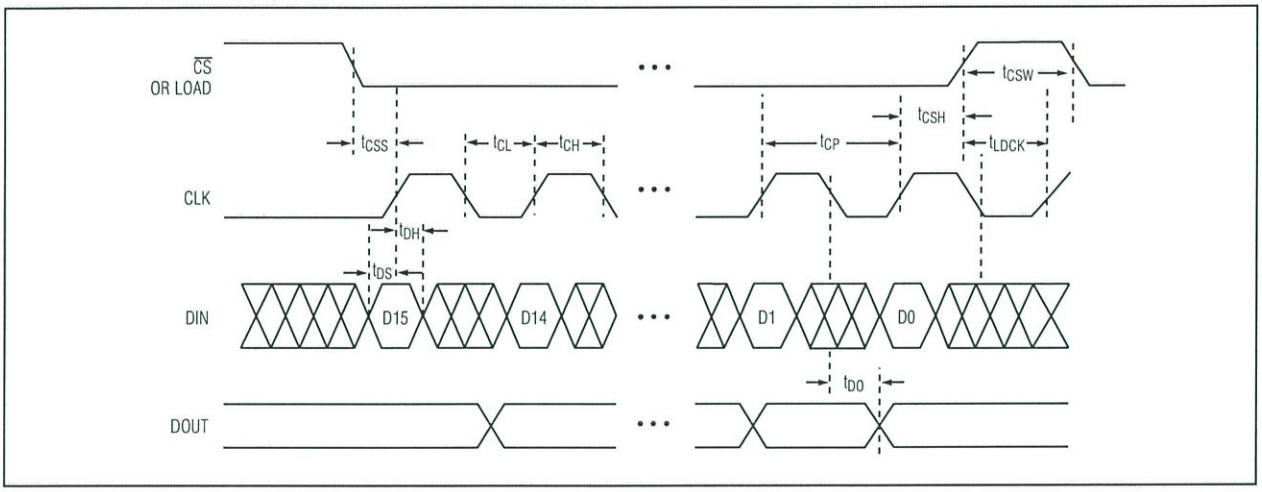


Figure 1. Timing Diagram

Table 1. Serial-Data Format (16 Bits)

D15	D14	D13	D12	D11	D10	D9	D8	D7	D6	D5	D4	D3	D2	D1	D0
X	X	X	X	ADDRESS				MSB	DATA						LSB

Detailed Description

MAX7219/MAX7221 Differences

The MAX7219 and MAX7221 are identical except for two parameters: the MAX7221 segment drivers are slew-rate limited to reduce electromagnetic interference (EMI), and its serial interface is fully SPI compatible.

Serial-Addressing Modes

For the MAX7219, serial data at DIN, sent in 16-bit packets, is shifted into the internal 16-bit shift register with each rising edge of CLK regardless of the state of LOAD. For the MAX7221, $\overline{CS}$ must be low to clock data in or out. The data is then latched into either the digit or control registers on the rising edge of LOAD/$\overline{CS}$. LOAD/$\overline{CS}$ must go high concurrently with or after the 16th rising clock edge, but before the next rising clock edge or data will be lost. Data at DIN is propagated through the shift register and appears at DOUT 16.5 clock cycles later. Data is clocked out on the falling edge of CLK. Data bits are labeled D0–D15 (Table 1). D8–D11 contain the register address. D0–D7 contain the data, and D12–D15 are "don't care" bits. The first received is D15, the most significant bit (MSB).

Digit and Control Registers

Table 2 lists the 14 addressable digit and control registers. The digit registers are realized with an on-chip, 8x8 dual-port SRAM. They are addressed directly so that individual digits can be updated and retain data as long as V+ typically exceeds 2V. The control registers consist of decode mode, display intensity, scan limit (number of scanned digits), shutdown, and display test (all LEDs on).

Shutdown Mode

When the MAX7219 is in shutdown mode, the scan oscillator is halted, all segment current sources are pulled to ground, and all digit drivers are pulled to V+, thereby blanking the display. The MAX7221 is identical, except the drivers are high-impedance. Data in the digit and control registers remains unaltered. Shutdown can be used to save power or as an alarm to flash the display by successively entering and leaving shutdown mode. For minimum supply current in shutdown mode, logic inputs should be at ground or V+ (CMOS-logic levels).

Typically, it takes less than 250µs for the MAX7219/MAX7221 to leave shutdown mode. The display driver can be programmed while in shutdown mode, and shutdown mode can be overridden by the display-test function.

Table 2. Register Address Map

REGISTER	ADDRESS					HEX CODE
	D15–D12	D11	D10	D9	D8	
No-Op	X	0	0	0	0	0xX0
Digit 0	X	0	0	0	1	0xX1
Digit 1	X	0	0	1	0	0xX2
Digit 2	X	0	0	1	1	0xX3
Digit 3	X	0	1	0	0	0xX4
Digit 4	X	0	1	0	1	0xX5
Digit 5	X	0	1	1	0	0xX6
Digit 6	X	0	1	1	1	0xX7
Digit 7	X	1	0	0	0	0xX8
Decode Mode	X	1	0	0	1	0xX9
Intensity	X	1	0	1	0	0xXA
Scan Limit	X	1	0	1	1	0xXB
Shutdown	X	1	1	0	0	0xXC
Display Test	X	1	1	1	1	0xXF

Initial Power-Up

On initial power-up, all control registers are reset, the display is blanked, and the MAX7219/MAX7221 enter shutdown mode. Program the display driver prior to display use. Otherwise, it will initially be set to scan one digit, it will not decode data in the data registers, and the intensity register will be set to its minimum value.

Decode-Mode Register

The decode-mode register sets BCD code B (0-9, E, H, L, P, and -) or no-decode operation for each digit. Each bit in the register corresponds to one digit. A logic high selects code B decoding while logic low bypasses the decoder. Examples of the decode mode control-register format are shown in Table 4.

When the code B decode mode is used, the decoder looks only at the lower nibble of the data in the digit registers (D3–D0), disregarding bits D4–D6. D7, which sets the decimal point (SEG DP), is independent of the decoder and is positive logic (D7 = 1 turns the decimal point on). Table 5 lists the code B font.

When no-decode is selected, data bits D7–D0 correspond to the segment lines of the MAX7219/MAX7221. Table 6 shows the one-to-one pairing of each data bit to the appropriate segment line.

Table 3. Shutdown Register Format (Address (Hex) = 0xXC)

MODE	ADDRESS CODE (HEX)	REGISTER DATA							
		D7	D6	D5	D4	D3	D2	D1	D0
Shutdown Mode	0xXC	X	X	X	X	X	X	X	0
Normal Operation	0xXC	X	X	X	X	X	X	X	1

Table 4. Decode-Mode Register Examples (Address (Hex) = 0xX9)

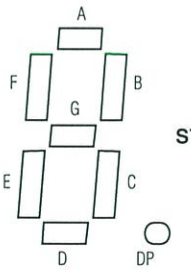
DECODE MODE	REGISTER DATA								HEX CODE
	D7	D6	D5	D4	D3	D2	D1	D0	
No decode for digits 7–0	0	0	0	0	0	0	0	0	0x00
Code B decode for digit 0 No decode for digits 7–1	0	0	0	0	0	0	0	1	0x01
Code B decode for digits 3–0 No decode for digits 7–4	0	0	0	0	1	1	1	1	0x0F
Code B decode for digits 7–0	1	1	1	1	1	1	1	1	0xFF

Table 5. Code B Font

7-SEGMENT CHARACTER	REGISTER DATA						ON SEGMENTS = 1							
	D7*	D6–D4	D3	D2	D1	D0	DP*	A	B	C	D	E	F	G
0		X	0	0	0	0		1	1	1	1	1	1	0
1		X	0	0	0	1		0	1	1	0	0	0	0
2		X	0	0	1	0		1	1	0	1	1	0	1
3		X	0	0	1	1		1	1	1	1	0	0	1
4		X	0	1	0	0		0	1	1	0	0	1	1
5		X	0	1	0	1		1	0	1	1	0	1	1
6		X	0	1	1	0		1	0	1	1	1	1	1
7		X	0	1	1	1		1	1	1	0	0	0	0
8		X	1	0	0	0		1	1	1	1	1	1	1
9		X	1	0	0	1		1	1	1	1	0	1	1
—		X	1	0	1	0		0	0	0	0	0	0	1
E		X	1	0	1	1		1	0	0	1	1	1	1
H		X	1	1	0	0		0	1	1	0	1	1	1
L		X	1	1	0	1		0	0	0	1	1	1	0
P		X	1	1	1	0		1	1	0	0	1	1	1
blank		X	1	1	1	1		0	0	0	0	0	0	0

**The decimal point is set by bit D7 = 1*

Table 6. No-Decode Mode Data Bits and Corresponding Segment Lines



STANDARD 7-SEGMENT LED

	REGISTER DATA							
	D7	D6	D5	D4	D3	D2	D1	D0
Corresponding Segment Line	DP	A	B	C	D	E	F	G

Intensity Control and Interdigit Blanking

The MAX7219/MAX7221 allow display brightness to be controlled with an external resistor (R_{SET}) connected between V+ and ISET. The peak current sourced from the segment drivers is nominally 100 times the current entering ISET. This resistor can either be fixed or variable to allow brightness adjustment from the front panel. Its minimum value should be 9.53kΩ, which typically sets the segment current at 40mA. Display brightness can also be controlled digitally by using the intensity register.

Digital control of display brightness is provided by an internal pulse-width modulator, which is controlled by the lower nibble of the intensity register. The modulator scales the average segment current in 16 steps from a maximum of 31/32 down to 1/32 of the peak current set by R_{SET} (15/16 to 1/16 on MAX7221). Table 7 lists the intensity register format. The minimum interdigit blanking time is set to 1/32 of a cycle.

Table 7. Intensity Register Format (Address (Hex) = 0xXA)

DUTY CYCLE		D7	D6	D5	D4	D3	D2	D1	D0	HEX CODE
MAX7219	MAX7221									
1/32 (min on)	1/16 (min on)	X	X	X	X	0	0	0	0	0xX0
3/32	2/16	X	X	X	X	0	0	0	1	0xX1
5/32	3/16	X	X	X	X	0	0	1	0	0xX2
7/32	4/16	X	X	X	X	0	0	1	1	0xX3
9/32	5/16	X	X	X	X	0	1	0	0	0xX4
11/32	6/16	X	X	X	X	0	1	0	1	0xX5
13/32	7/16	X	X	X	X	0	1	1	0	0xX6
15/32	8/16	X	X	X	X	0	1	1	1	0xX7
17/32	9/16	X	X	X	X	1	0	0	0	0xX8
19/32	10/16	X	X	X	X	1	0	0	1	0xX9
21/32	11/16	X	X	X	X	1	0	1	0	0xXA
23/32	12/16	X	X	X	X	1	0	1	1	0xXB
25/32	13/16	X	X	X	X	1	1	0	0	0xXC
27/32	14/16	X	X	X	X	1	1	0	1	0xXD
29/32	15/16	X	X	X	X	1	1	1	0	0xXE
31/32	15/16 (max on)	X	X	X	X	1	1	1	1	0xXF

Table 8. Scan-Limit Register Format (Address (Hex) = 0xXB)

SCAN LIMIT	REGISTER DATA								HEX CODE
	D7	D6	D5	D4	D3	D2	D1	D0	
Display digit 0 only*	X	X	X	X	X	0	0	0	0xX0
Display digits 0 & 1*	X	X	X	X	X	0	0	1	0xX1
Display digits 0 1 2*	X	X	X	X	X	0	1	0	0xX2
Display digits 0 1 2 3	X	X	X	X	X	0	1	1	0xX3
Display digits 0 1 2 3 4	X	X	X	X	X	1	0	0	0xX4
Display digits 0 1 2 3 4 5	X	X	X	X	X	1	0	1	0xX5
Display digits 0 1 2 3 4 5 6	X	X	X	X	X	1	1	0	0xX6
Display digits 0 1 2 3 4 5 6 7	X	X	X	X	X	1	1	1	0xX7

**See* Scan-Limit Register *section for application.*

Scan-Limit Register

The scan-limit register sets how many digits are displayed, from 1 to 8. They are displayed in a multiplexed manner with a typical display scan rate of 800Hz with 8 digits displayed. If fewer digits are displayed, the scan rate is $8f_{OSC}/N$, where N is the number of digits scanned. Since the number of scanned digits affects the display brightness, the scan-limit register should not be used to blank portions of the display (such as leading zero suppression). Table 8 lists the scan-limit register format.

If the scan-limit register is set for three digits or less, individual digit drivers will dissipate excessive amounts of power. Consequently, the value of the R_{SET} resistor must be adjusted according to the number of digits displayed, to limit individual digit driver power dissipation. Table 9 lists the number of digits displayed and the corresponding maximum recommended segment current when the digit drivers are used.

Display-Test Register

The display-test register operates in two modes: normal and display test. Display-test mode turns all LEDs on by overriding, but not altering, all controls and digit registers (including the shutdown register). In display-test mode, 8 digits are scanned and the duty cycle is 31/32 (15/16 for MAX7221). Table 10 lists the display-test register format.

Table 9. Maximum Segment Current for 1-, 2-, or 3-Digit Displays

NUMBER OF DIGITS DISPLAYED	MAXIMUM SEGMENT CURRENT (mA)
1	10
2	20
3	30

Table 10. Display-Test Register Format (Address (Hex) = 0xXF)

MODE	REGISTER DATA							
	D7	D6	D5	D4	D3	D2	D1	D0
Normal Operation	X	X	X	X	X	X	X	0
Display Test Mode	X	X	X	X	X	X	X	1

Note: The MAX7219/MAX7221 remain in display-test mode (all LEDs on) until the display-test register is reconfigured for normal operation.

No-Op Register

The no-op register is used when cascading MAX7219s or MAX7221s. Connect all devices' LOAD/$\overline{CS}$ inputs together and connect DOUT to DIN on adjacent devices. DOUT is a CMOS logic-level output that easily drives DIN of successively cascaded parts. (Refer to the *Serial Addressing Modes* section for detailed information on serial input/output timing.) For example, if four MAX7219s are cascaded, then to write to the fourth chip, sent the desired 16-bit word, followed by three no-op codes (hex 0xXX0X, see Table 2). When LOAD/$\overline{CS}$ goes high, data is latched in all devices. The first three chips receive no-op commands, and the fourth receives the intended data.

Applications Information

Supply Bypassing and Wiring

To minimize power-supply ripple due to the peak digit driver currents, connect a 10µF electrolytic and a 0.1µF ceramic capacitor between V+ and GND as close to the device as possible. The MAX7219/MAX7221 should be placed in close proximity to the LED display, and connections should be kept as short as possible to minimize the effects of wiring inductance and electromagnetic interference. Also, both GND pins must be connected to ground.

Selecting R_{SET} Resistor and Using External Drivers

The current per segment is approximately 100 times the current in ISET. To select R_{SET}, see Table 11. The MAX7219/MAX7221's maximum recommended segment current is 40mA. For segment current levels above these levels, external digit drivers will be needed. In this application, the MAX7219/MAX7221 serve only as controllers for other high-current drivers or transistors. Therefore, to conserve power, use R_{SET} = 47kΩ when using external current sources as segment drivers.

The example in Figure 2 uses the MAX7219/MAX7221's segment drivers, a MAX394 single-pole double-throw analog switch, and external transistors to drive 2.3" AND2307SLC common-cathode displays. The 5.6V zener diode has been added in series with the decimal point LED because the decimal point LED forward voltage is typically 4.2V. For all other segments the LED forward voltage is typically 8V. Since external transistors are used to sink current (DIG 0 and DIG 1 are used as logic switches), peak segment currents of 45mA are allowed even though only two digits are displayed. In applications where the MAX7219/MAX7221's digit drivers are used to sink current and fewer than four digits are displayed, Table 9 specifies the maximum allowable segment current. R_{SET} must be selected accordingly (Table 11).

Refer to the *Continuous Power Dissipation* section of the *Absolute Maximum Ratings* to calculate acceptable limits for ambient temperature, segment current, and the LED forward-voltage drop.

Table 11. RSET vs. Segment Current and LED Forward Voltage

I_{SEG} (mA)	V_{LED} (V)				
	1.5	2.0	2.5	3.0	3.5
40	12.2	11.8	11.0	10.6	9.69
30	17.8	17.1	15.8	15.0	14.0
20	29.8	28.0	25.9	24.5	22.6
10	66.7	63.7	59.3	55.4	51.2

Table 12. Package Thermal Resistance Data

PACKAGE	THERMAL RESISTANCE (θ_{JA})
24 Narrow DIP	+75°C/W
24 Wide SO	+85°C/W
24 CERDIP	+80°C/W
Maximum Junction Temperature (T_J) = +150°C	
Maximum Ambient Temperature (T_A) = +85°C	

Computing Power Dissipation

The upper limit for power dissipation (PD) for the MAX7219/MAX7221 is determined from the following equation:

$$PD = (V+ \times 8mA) + (V+ - V_{LED})(DUTY \times I_{SEG} \times N)$$

where:

V+ = supply voltage

DUTY = duty cycle set by intensity register

N = number of segments driven (worst case is 8)

V_{LED} = LED forward voltage

I_{SEG} = segment current set by R_{SET}

Dissipation example:

I_{SEG} = 40mA, N = 8, DUTY = 31/32, V_{LED} = 1.8V at 40mA, V+ = 5.25V

PD = (5.25V x 8mA) + (5.25V - 1.8V)(31/32 x 40mA x 8) = 1.11W

Thus, for a CERDIP package (θ_{JA} = +80°C/W from Table 12), the maximum allowed ambient temperature T_A is given by:

$$T_{J(MAX)} = T_A + PD \times \theta_{JA}$$

$$150°C = T_A + 1.11W \times 80°C/W$$

where T_A = +61.2°C.

The T_A limits for PDIP and SO packages in the dissipation example above are +66.7°C and +55.6°C, respectively.

Cascading Drivers

The example in Figure 3 drives 16 digits using a 3-wire µP interface. If the number of digits is not a multiple of 8, set both drivers' scan limits registers to the same number so one display will not appear brighter than the other. For example, if 12 digits are need, use 6 digits per display with both scan-limit registers set for 6 digits so that both displays have a 1/6 duty cycle per digit. If 11 digits are needed, set both scan-limit registers for 6 digits and leave one digit driver unconnected. If one display for 6 digits and the other for 5 digits, the second display will appear brighter because its duty cycle per digit will be 1/5 while the first display's will be 1/6. Refer to the *No-Op Register* section for additional information.

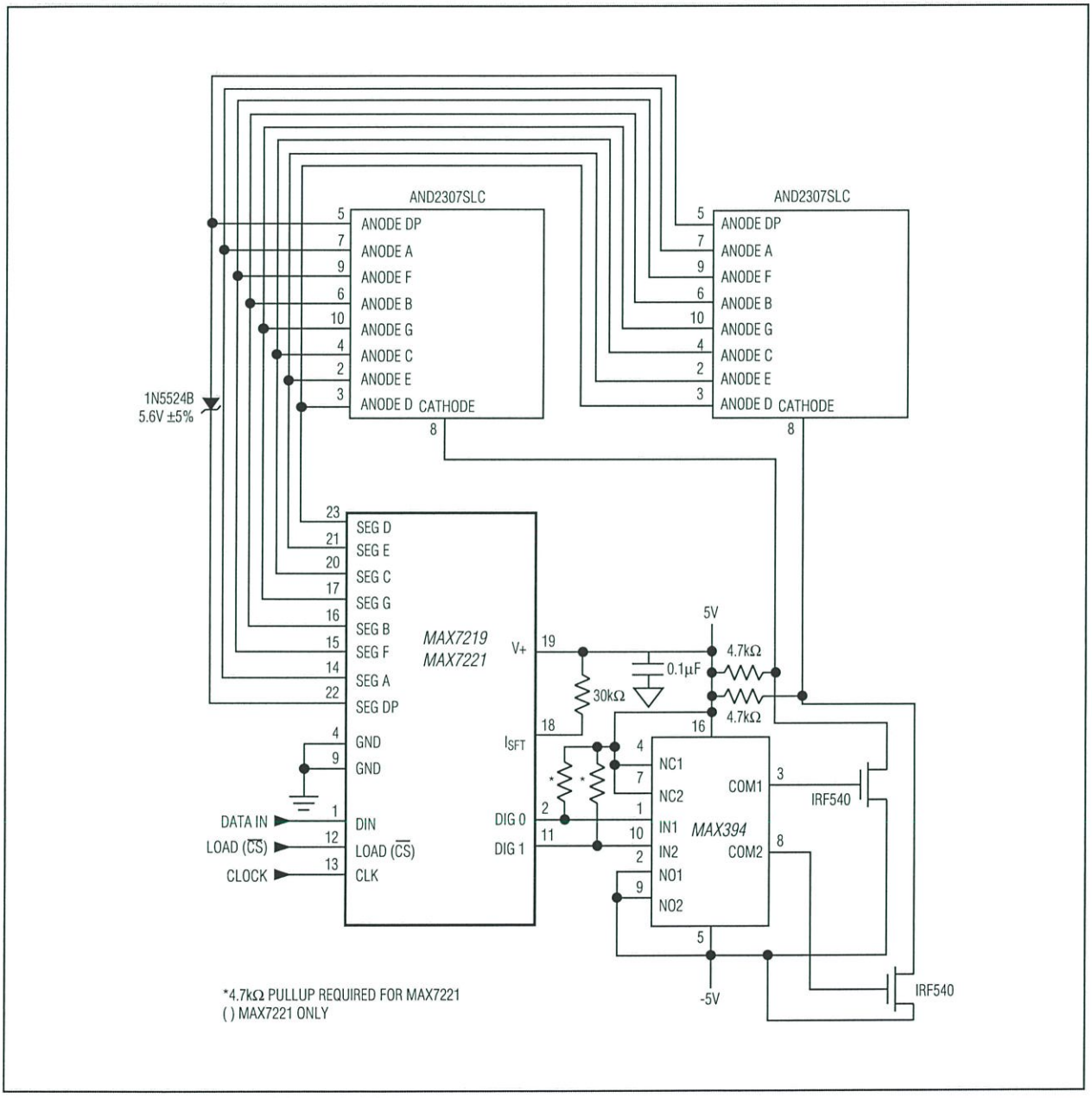


Figure 2. MAX7219/MAX7221 Driving 2.3in Displays

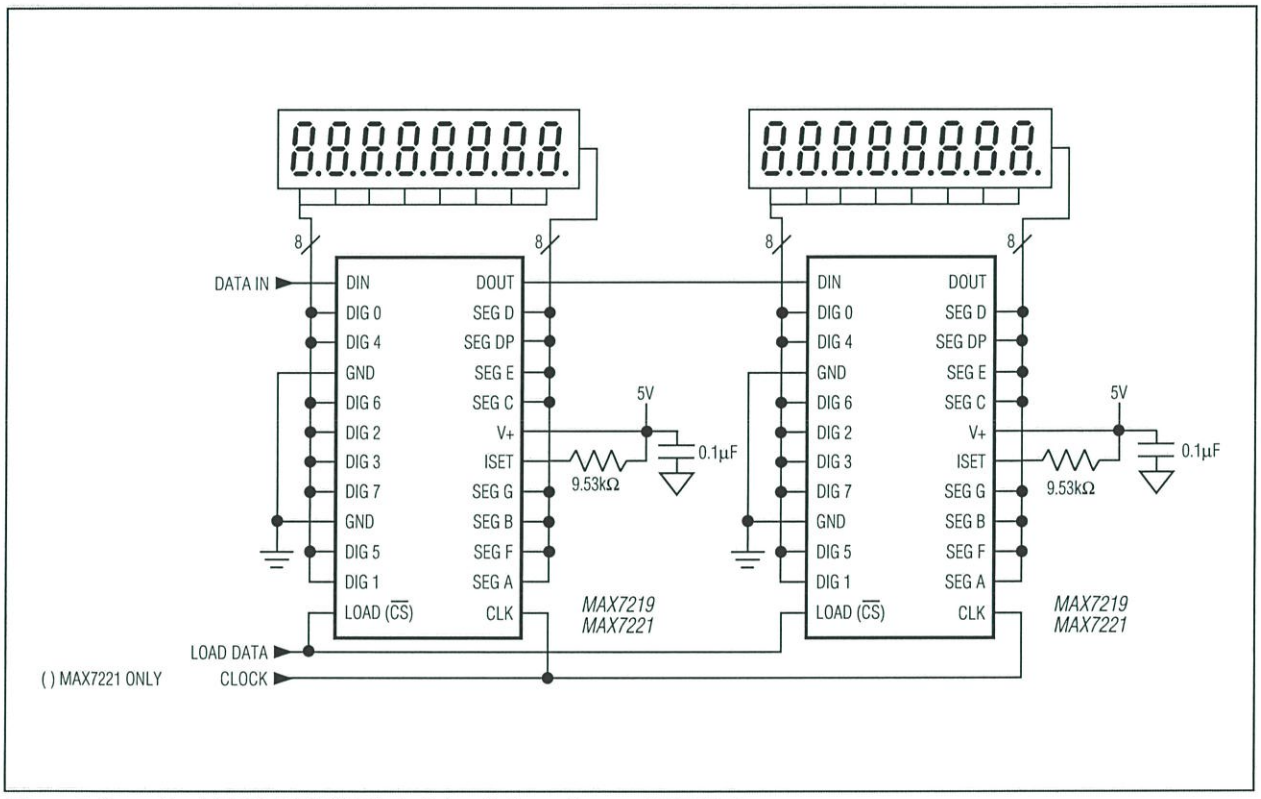


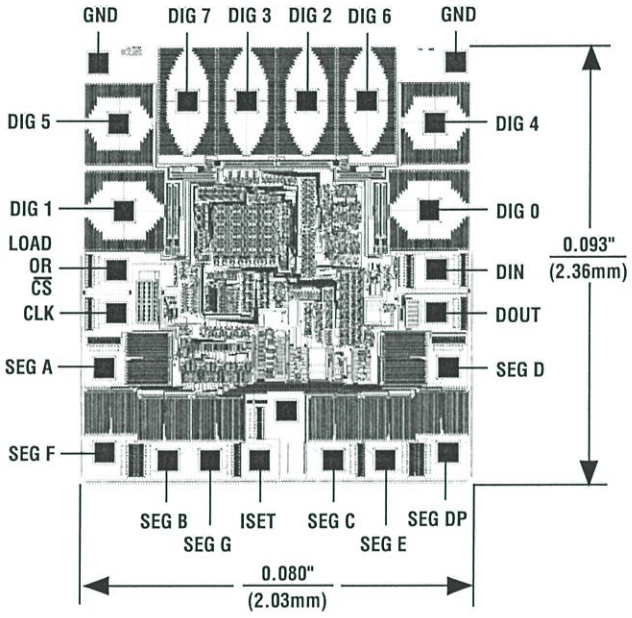
Figure 3. Cascading MAX7219/MAX7221s to Drive 16 Seven-Segment LED Digits

Ordering Information (continued)

PART	TEMP RANGE	PIN-PACKAGE
MAX7221CNG	0°C to +70°C	24 Narrow Plastic DIP
MAX7221CWG	0°C to +70°C	24 Wide SO
MAX7221C/D	0°C to +70°C	Dice*
MAX7221ENG	-40°C to +85°C	24 Narrow Plastic DIP
MAX7221EWG	-40°C to +85°C	24 Wide SO
MAX7221ERG	-40°C to +85°C	24 Narrow CERDIP

**Dice are specified at T_A = +25°C.*

Chip Topography



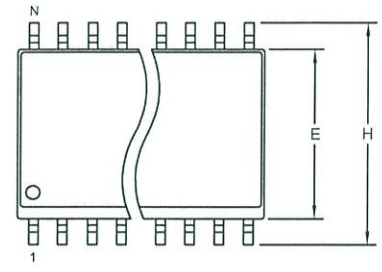
TRANSISTOR COUNT: 5267

SUBSTRATE CONNECTED TO GND

Package Information

(The package drawing(s) in this data sheet may not reflect the most current specifications. For the latest package outline information go to www.maxim-ic.com/packages.)

SOICW EPS

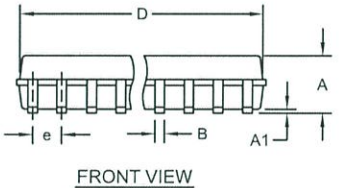


TOP VIEW

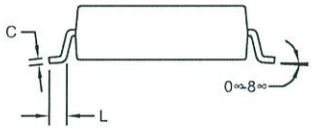
DIM	INCHES MIN	INCHES MAX	MILLIMETERS MIN	MILLIMETERS MAX
A	0.093	0.104	2.35	2.65
A1	0.004	0.012	0.10	0.30
B	0.014	0.019	0.35	0.49
C	0.009	0.013	0.23	0.32
e	0.050		1.27	
E	0.291	0.299	7.40	7.60
H	0.394	0.419	10.00	10.65
L	0.016	0.050	0.40	1.27

VARIATIONS:

DIM	INCHES MIN	INCHES MAX	MILLIMETERS MIN	MILLIMETERS MAX	N	MS013
D	0.398	0.413	10.10	10.50	16	AA
D	0.447	0.463	11.35	11.75	18	AB
D	0.496	0.512	12.60	13.00	20	AC
D	0.598	0.614	15.20	15.60	24	AD
D	0.697	0.713	17.70	18.10	28	AE



FRONT VIEW



SIDE VIEW

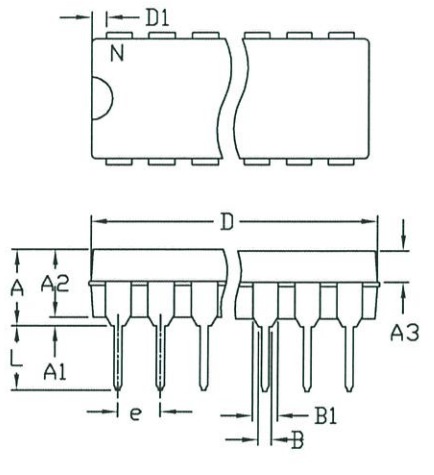
NOTES:
1. D&E DO NOT INCLUDE MOLD FLASH.
2. MOLD FLASH OR PROTRUSIONS NOT TO EXCEED 0.15mm (.006").
3. LEADS TO BE COPLANAR WITHIN 0.10mm (.004").
4. CONTROLLING DIMENSION: MILLIMETERS.
5. MEETS JEDEC MS013.
6. N = NUMBER OF PINS.

PROPRIETARY INFORMATION			
TITLE: PACKAGE OUTLINE, .300" SOIC			
APPROVAL	DOCUMENT CONTROL NO. 21-0042	REV. B	1/1

Package Information (continued)

(The package drawing(s) in this data sheet may not reflect the most current specifications. For the latest package outline information go to www.maxim-ic.com/packages.)

PDIPN.EPS



	INCHES		MILLIMETERS	
	MIN	MAX	MIN	MAX
A	---	0.180	---	4.572
A1	0.015	---	0.38	---
A2	0.125	0.175	3.18	4.45
A3	0.055	0.080	1.40	2.03
B	0.015	0.022	0.381	0.56
B1	0.045	0.065	1.14	1.65
C	0.008	0.014	0.2	0.355
D1	0.005	0.080	0.13	2.03
E	0.300	0.325	7.62	8.26
E1	0.240	0.310	6.10	7.87
e	0.100 BSC.		2.54 BSC.	
eA	0.300 BSC.		7.62 BSC.	
eB	0.400 BSC.		10.16 BSC.	
L	0.115	0.150	2.921	3.81

	INCHES		MILLIMETERS			
	MIN	MAX	MIN	MAX	N	MS001
D	0.348	0.390	8.84	9.91	8	AB
D	0.735	0.765	18.67	19.43	14	AC
D	0.745	0.765	18.92	19.43	16	AA
D	0.885	0.915	22.48	23.24	18	AD
D	1.015	1.045	25.78	26.54	20	AE
D	1.14	1.265	28.96	32.13	24	AF
D	1.360	1.380	34.54	35.05	28	*5

NOTES:
1. D&E DO NOT INCLUDE MOLD FLASH
2. MOLD FLASH OR PROTRUSIONS NOT TO EXCEED .15mm (.006")
3. CONTROLLING DIMENSION: MILLIMETER
4. MEETS JEDEC MS001-XX AS SHOWN IN ABOVE TABLE
5. SIMILIAR TO JEDEC MO-058AB
6. N = NUMBER OF PINS

PROPRIETARY INFORMATION	TITLE		
	PACKAGE FAMILY OUTLINE: PDIP .300"	1/1	21-0043 D
			DOCUMENT CONTROL NUMBER REV

Maxim cannot assume responsibility for use of any circuitry other than circuitry entirely embodied in a Maxim product. No circuit patent licenses are implied. Maxim reserves the right to change the circuitry and specifications without notice at any time. The parametric values (min and max limits) shown in the Electrical Characteristics table are guaranteed. Other parametric values quoted in this data sheet are provided for guidance.

© 2003 Maxim Integrated The Maxim logo and Maxim Integrated are trademarks of Maxim Integrated Products, Inc.

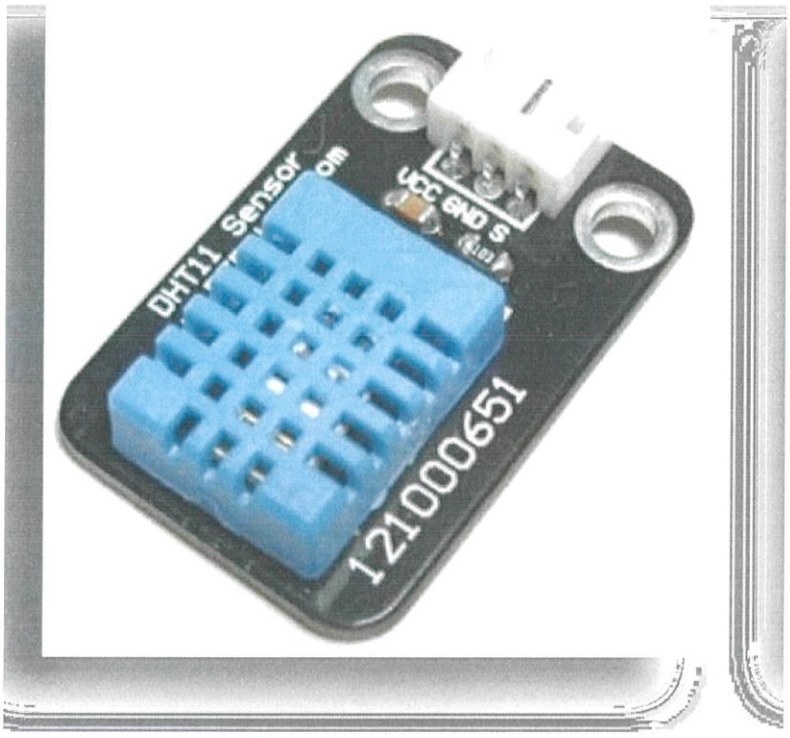
DHT11 Humidity & Temperature Sensor

D-Robotics UK (www.droboticsonline.com)

DHT11 Temperature & Humidity Sensor features a temperature & humidity sensor complex with a calibrated digital signal output.

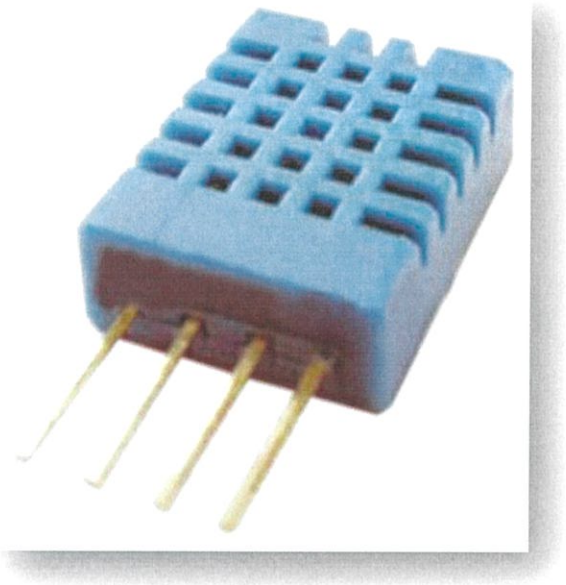
D-Robotics
7/30/2010

DHT 11 Humidity & Temperature Sensor



1. Introduction

This DFRobot DHT11 Temperature & Humidity Sensor features a temperature & humidity sensor complex with a calibrated digital signal output. By using the exclusive digital-signal-acquisition technique and temperature & humidity sensing technology, it ensures high reliability and excellent long-term stability. This sensor includes a resistive-type humidity measurement component and an NTC temperature measurement component, and connects to a high-performance 8-bit microcontroller, offering excellent quality, fast response, anti-interference ability and cost-effectiveness.



Each DHT11 element is strictly calibrated in the laboratory that is extremely accurate on humidity calibration. The calibration coefficients are stored as programmes in the OTP memory, which are used by the sensor's internal signal detecting process. The single-wire serial interface makes system integration quick and easy. Its small size, low power consumption and up-to-20 meter signal transmission making it the best choice for various applications, including those most demanding ones. The component is 4-pin single row pin package. It is convenient to connect and special packages can be provided according to users' request.

2. Technical Specifications:

Overview:

Item	Measurement Range	Humidity Accuracy	Temperature Accuracy	Resolution	Package
DHT11	20-90%RH 0-50 ℃	±5%RH	±2℃	1	4 Pin Single Row

Detailed Specifications:

Parameters	Conditions	Minimum	Typical	Maximum
Humidity				
Resolution		1%RH	1%RH	1%RH
			8 Bit	
Repeatability			±1%RH	
Accuracy	25℃		±4%RH	
	0-50℃			±5%RH
Interchangeability	Fully Interchangeable			
Measurement Range	0℃	30%RH		90%RH
	25℃	20%RH		90%RH
	50℃	20%RH		80%RH
Response Time (Seconds)	1/e(63%)25℃, 1m/s Air	6 S	10 S	15 S
Hysteresis			±1%RH	
Long-Term Stability	Typical		±1%RH/year	
Temperature				
Resolution		1℃	1℃	1℃
		8 Bit	8 Bit	8 Bit
Repeatability			±1℃	
Accuracy		±1℃		±2℃
Measurement Range		0℃		50℃
Response Time (Seconds)	1/e(63%)	6 S		30 S

3. Typical Application (Figure 1)

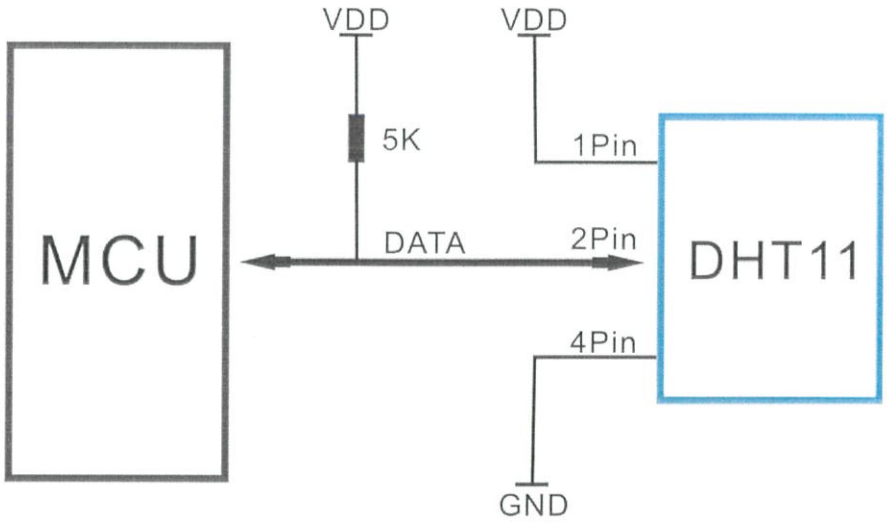


Figure 1 Typical Application

Note: 3Pin – Null; MCU = Micro-computer Unite or single chip Computer

When the connecting cable is shorter than 20 metres, a 5K pull-up resistor is recommended; when the connecting cable is longer than 20 metres, choose a appropriate pull-up resistor as needed.

4. Power and Pin

DHT11's power supply is 3-5.5V DC. When power is supplied to the sensor, do not send any instruction to the sensor in within one second in order to pass the unstable status. One capacitor valued 100nF can be added between VDD and GND for power filtering.

5. Communication Process: Serial Interface (Single-Wire Two-Way)

Single-bus data format is used for communication and synchronization between MCU and DHT11 sensor. One communication process is about 4ms.

Data consists of decimal and integral parts. A complete data transmission is **40bit**, and the sensor sends **higher data bit** first.

Data format: 8bit integral RH data + 8bit decimal RH data + 8bit integral T data + 8bit decimal T data + 8bit check sum. If the data transmission is right, the check-sum should be the last 8bit of "8bit integral RH data + 8bit decimal RH data + 8bit integral T data + 8bit decimal T data".

5.1 Overall Communication Process (Figure 2, below)

When MCU sends a start signal, DHT11 changes from the low-power-consumption mode to the running-mode, waiting for MCU completing the start signal. Once it is completed, DHT11 sends a response signal of 40-bit data that include the relative humidity and temperature information to MCU. Users can choose to collect (read) some data. Without the start signal from MCU, DHT11 will not give the response signal to MCU. Once data is collected, DHT11 will change to the low-power-consumption mode until it receives a start signal from MCU again.

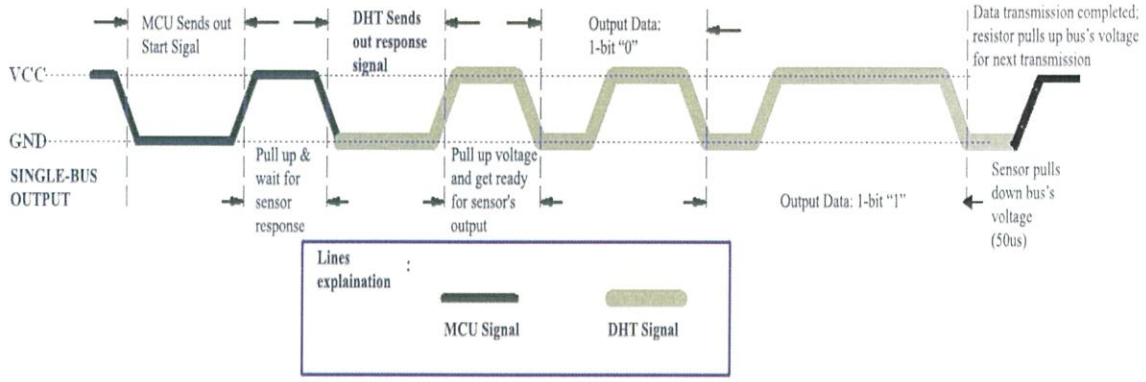


Figure 2 Overall Communication Process

5.2 MCU Sends out Start Signal to DHT (Figure 3, below)

Data Single-bus free status is at high voltage level. When the communication between MCU and DHT11 begins, the programme of MCU will set Data Single-bus voltage level from high to low and this process must take at least 18ms to ensure DHT's detection of MCU's signal, then MCU will pull up voltage and wait 20-40us for DHT's response.

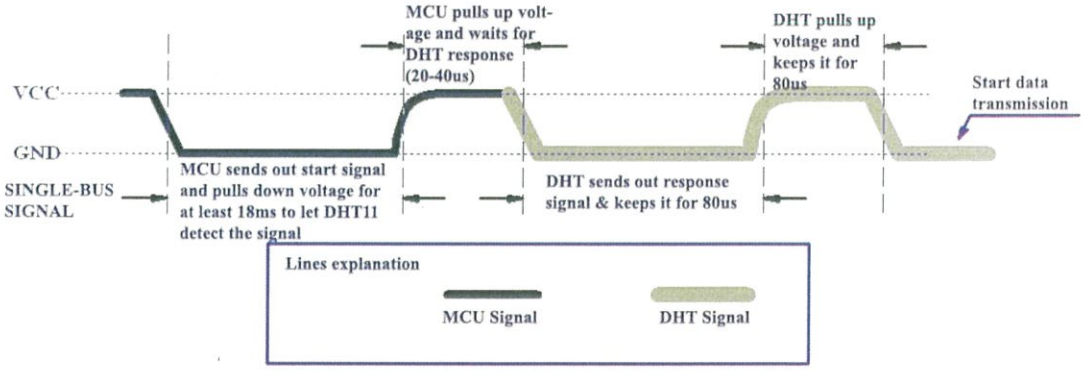


Figure 3 MCU Sends out Start Signal & DHT Responses

5.3 DHT Responses to MCU (Figure 3, above)

Once DHT detects the start signal, it will send out a low-voltage-level response signal, which lasts 80us. Then the programme of DHT sets Data Single-bus voltage level from low to high and keeps it for 80us for DHT's preparation for sending data.

When DATA Single-Bus is at the low voltage level, this means that DHT is sending the response signal. Once DHT sent out the response signal, it pulls up voltage and keeps it for 80us and prepares for data transmission.

When DHT is sending data to MCU, every bit of data begins with the 50us low-voltage-level and the length of the following high-voltage-level signal determines whether data bit is "0" or "1" (see Figures 4 and 5 below).

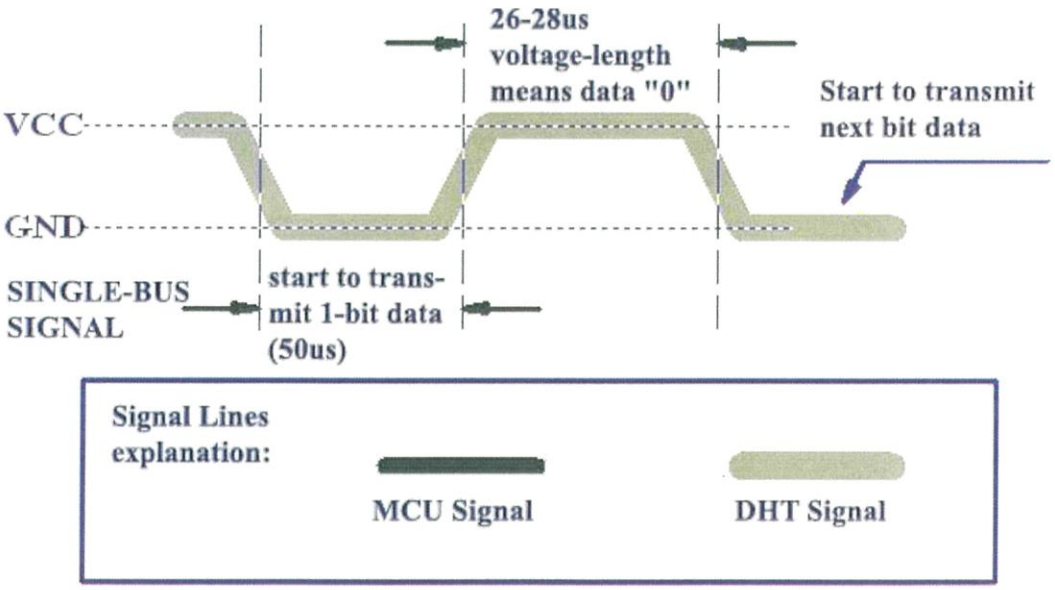


Figure 4 Data "0" Indication

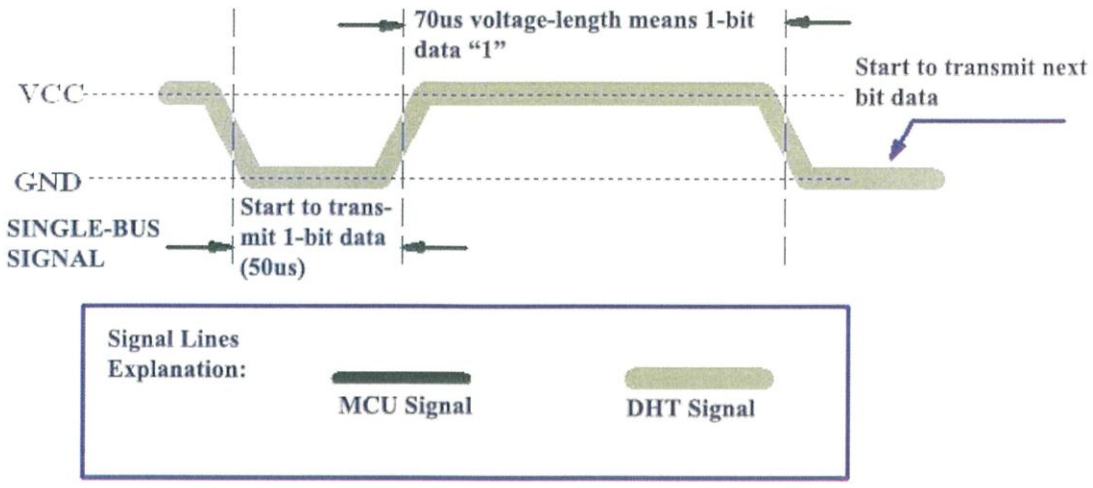


Figure 5 Data "1" Indication

If the response signal from DHT is always at high-voltage-level, it suggests that DHT is not responding properly and please check the connection. When the last bit data is transmitted, DHT11 pulls down the voltage level and keeps it for 50us. Then the Single-Bus voltage will be pulled up by the resistor to set it back to the free status.

6. Electrical Characteristics

VDD=5V, T = 25℃ (unless otherwise stated)

	Conditions	Minimum	Typical	Maximum
Power Supply	DC	3V	5V	5.5V
Current Supply	Measuring	0.5mA		2.5mA
	Average	0.2mA		1mA
	Standby	100uA		150uA
Sampling period	Second	1		

Note: Sampling period at intervals should be no less than 1 second.

7. Attentions of application

(1) Operating conditions

Applying the DHT11 sensor beyond its working range stated in this datasheet can result in 3%RH signal shift/discrepancy. The DHT11 sensor can recover to the calibrated status gradually when it gets back to the normal operating condition and works within its range. Please refer to (3) of

this section to accelerate its recovery. Please be aware that operating the DHT11 sensor in the non-normal working conditions will accelerate sensor's aging process.

(2) Attention to chemical materials

Vapor from chemical materials may interfere with DHT's sensitive-elements and debase its sensitivity. A high degree of chemical contamination can permanently damage the sensor.

(3) Restoration process when (1) & (2) happen

Step one: Keep the DHT sensor at the condition of Temperature 50~60Celsius, humidity <10%RH for 2 hours;
Step two:K keep the DHT sensor at the condition of Temperature 20~30Celsius, humidity >70%RH for 5 hours.

(4) Temperature Affect

Relative humidity largely depends on temperature. Although temperature compensation technology is used to ensure accurate measurement of RH, it is still strongly advised to keep the humidity and temperature sensors working under the same temperature. DHT11 should be mounted at the place as far as possible from parts that may generate heat.

(5) Light Affect

Long time exposure to strong sunlight and ultraviolet may debase DHT's performance.

(6) Connection wires

The quality of connection wires will affect the quality and distance of communication and high quality shielding-wire is recommended.

(7) Other attentions

* Welding temperature should be bellow 260Celsius and contact should take less than 10 seconds.
* Avoid using the sensor under dew condition.
* Do not use this product in safety or emergency stop devices or any other occasion that failure of DHT11 may cause personal injury.
* Storage: Keep the sensor at temperature 10-40℃, humidity <60%RH.

Declaim:

This datasheet is a translated version of the manufacturer's datasheet. Although the due care has been taken during the translation, D-Robotics is not responsible for the accuracy of the information contained in this document. Copyright © D-Robotics.

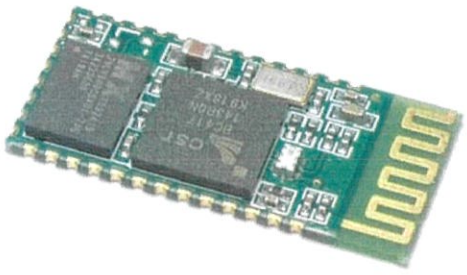
D-Robotics: www.droboticsonline.com

Email contact: d_robotics@hotmail.co.uk

HC-05

-Bluetooth to Serial Port Module

Overview



HC-05 module is an easy to use Bluetooth SPP (Serial Port Protocol) module, designed for transparent wireless serial connection setup.
Serial port Bluetooth module is fully qualified Bluetooth V2.0+EDR (Enhanced Data Rate) 3Mbps Modulation with complete 2.4GHz radio transceiver and baseband. It uses CSR Bluecore 04-External single chip Bluetooth system with CMOS technology and with AFH(Adaptive Frequency Hopping Feature). It has the footprint as small as 12.7mmx27mm. Hope it will simplify your overall design/development cycle.

Specifications

Hardware features

- Typical -80dBm sensitivity
- Up to +4dBm RF transmit power
- Low Power 1.8V Operation ,1.8 to 3.6V I/O
- PIO control
- UART interface with programmable baud rate
- With integrated antenna
- With edge connector

Software features

- Default Baud rate: 38400, Data bits:8, Stop bit:1,Parity:No parity, Data control: has. Supported baud rate: 9600,19200,38400,57600,115200,230400,460800.
- Given a rising pulse in PIO0, device will be disconnected.
- Status instruction port PIO1: low-disconnected, high-connected;
- PIO10 and PIO11 can be connected to red and blue led separately. When master and slave are paired, red and blue led blinks 1time/2s in interval, while disconnected only blue led blinks 2times/s.
- Auto-connect to the last device on power as default.
- Permit pairing device to connect as default.
- Auto-pairing PINCODE:"0000" as default
- Auto-reconnect in 30 min when disconnected as a result of beyond the range of connection.

Hardware