Solar Energy Harvesting in Wireless Sensor Network

โดย

นายจักรพันธ์ นันทบุตร รหัส B5304790

นายราชัน กำจร รหัส B5304936

นายธีระพงษ์ จำปาทอง รหัส B5307760

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

รายงานนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาวิชา 427499 โครงงานวิศวกรรมโทรคมนาคม

และวิชา 438499 โครงงานวิศวกรรมอิเล็กทรอนิกส์

หลักสูตรวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต สาขาวิชาวิศวกรรมโทรคมนาคม หลักสูตรปรับปรุง พ.ศ. 2546

สำนักวิชาวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

ประจำภาคการศึกษาที่ 3 ปีการศึกษา 2556

โครงงาน Solar energy harvesting in wireless sensor network

ผู้จัดทำ นา ยจักรพันธ์ นันทบุตร รหัส B5304790

นายราชัน กำจร รหัส B5304936

นายธีระพงษ์ จำปาทอง รหัส B5307760

อาจารย์ที่ปรึกษา ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. วิภาวี หัตถกรรม

สำนักวิชา วิศวกรรมศาสตร์

สาขาวิชา วิศวกรรมโทรคมนาคม

ภาคการศึกษา 3/2556

บทคัดย่อ

ความก้าวหน้าทางเทคโนโลยีเซ็นเซอร์ หน่วยประมวลผล การติดต่อสื่อสารไร้สาย เป็นเทคโนโลยีที่มีคุณภาพสูง ประหยัดพลังงานและมีขนาดเล็ก จึงทำให้เกิดวิธีการวัดและเก็บข้อมูลแบบใหม่โดยใช้หน่วยร่วมเซ็นเซอร์ขนาดเล็ก จำนวนมาก กระจายและฝังตัวในสิ่งแวดล้อมเพื่อเก็บข้อมูล หน่วยร่วมเซ็นเซอร์แต่ละตัวทำหน้าเป็นส่วนหนึ่งของเครือข่ายและสร้างเครือข่ายเซ็นเซอร์ไร้สายเพื่อสื่อสารและส่งข้อมูลหน่วยร่วมเซ็นเซอร์และเครือข่ายเซ็นเซอร์ไร้สายทำงานได้ด้วยตัวเองเนื่องจากข้อจำกัดในหลายด้านทำให้รูปแบบของเครือข่ายเซ็นเซอร์ไร้สายจะต้องถู ก ปรับเปลี่ยนให้เหมาะสมตามวัตถุประสงค์การใช้งานจริง

โครงงานเรื่อง Solar energy harvesting in wireless sensor networkโดย Arduino Board ในการส่งและรับข้อมูล มีจุดมุ่งหมายเพื่อนำเสนอวิธีการการชาร์ตแบตเตอรี่ อัตราการชาร์ตของแบตเตอรี่วัดค่าความเข็มแสง การส่งและรับผลของข้อมูลที่ได้จากการทดลองใน ชีวิตประจำวันของมนุษย์ ซึ่งระบบของการชาร์ตแบตเตอรี่นี้จะสามารถนำไปประยุกต์ใช้ร่วมกับโซล่าร์เซลล์โดยทั่วไปแบตเตอรี่ที่ใช้จะมีอายุการใช้งานที่น้อยมากหรือแบตจะหมดเร็ว โดยปกติที่สนใจมีทั้งหมด หลายกลุ่มได้แก่ ความเข็มแสง, อัตราการชาร์ตของแบตเตอรี่ , การสูญเสียพลังงานในการส่งข้อมูลและรับข้อมูลในแต่ละช่วงเวลา ซึ่งสิ่งเหล่านี้จะถูกเก็บเป็นข้อมูลเพื่อให้ระบบทำการตรวจสอบ ข้อมูลส่งเก็บเข้า SD การ์ด ซึ่งระบบประกอบไปด้วย 4ส่วน ได้แก่ส่วนของภาครับ ภาคส่ง การประมวลผล และการแสดงผล โดยภาครับและภาคส่งจะใช้ X-bee ประมวลผลค่าที่รับได้จากเซ็นเซอร์ แสง โดย Arduino Board และแสดงผลไปยังเครื่องคอมพิวเตอร์ โดยทำการเก็บข้อมูลที่ถูกส่งมาจากภาคส่ง ทำการเก็บข้อมูลใส่ SD การ์ด ที่ต่ออยู่กับบอร์ด Arduinoที่ถูกเชื่อมโยงโดย X-bee ในภาครับ โดยจะเก็บค่า

ต่างๆ เช่น วันเวลาที่เก็บข้อมูล อัตราการชาร์ตของแบตเตอรี่ การสูญเสียพลังงานของแบตเตอรี่ในการส่งและรับข้อมูลในแต่ละช่วงเวลา ความเข้มแสง เป็นต้น จากที่กล่าวมาแล้วข้างต้นจะเห็นถึงความสำคัญการส่งและรับข้อมูลโดยใช้เซ็นเซอร์แสง ซึ่งถ้าหากสามารถรู้ว่าถ้ามีแสงแดดการส่งรับข้อมูลเราก็จะทำงานอย่างเต็มที่และตอนกลางคืนก็จะใช้แบตเตอรี่แทน ระบบก็จะมีการส่งสัญญาณแจ้งเตือนหากมีการส่งและรับข้อมูลค่าต่างๆที่ได้กล่าวไว้ข้างต้น ซึ่งจะมีประโยชน์อย่างยิ่งในการ ที่ไม่ต้องเสียเวลาในการเปลี่ยนแบตเตอรี่ในแต่ละครั้ง

กิตติกรรมประกาศ

โครงงานเรื่อง นี้ สำเร็จลุล่วงไปด้วยดี เนื่องจากได้รับความอนุเคราะห์และคำแนะนำจากบุคคลดังต่อไปนี้

ขอขอบคุณ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.วิภาวี หัตถกรรม อาจารย์ที่ปรึกษาโครงงาน ที่ได้ให้คำชี้แนะ แนวคิด ตลอดจนแก้ไขข้อบกพร่องต่างๆ

ขอขอบคุณ นางสาว นภาพร พิมปรุ ที่ได้ให้คำปรึกษาและแนะนำเกี่ยวกับ การใช้เซ็นเซอร์

ขอขอบคุณ นาย จรัส สัตยมุข นายวรวุฒิ บุญเป็ง และนายณัฐวุฒิ ชาวไร่ ที่ได้ให้คำปรึกษาและแนะนำเกี่ยวกับการใช้งานโปรแกรม X-CTU

ขอขอบคุณเพื่อนๆ สาขาวิศวกรรมโทรคมนาคมทุกๆ คนที่คอยให้ความช่วยเหลือในด้านต่างๆ

คณะผู้จัดทำโครงงานใคร่ขอขอบพระคุณทุกๆท่านที่ได้กล่าวไปแล้วไว้ณที่นี้สำหรับส่วนดีของโครงงานชิ้นนี้ขออุทิศให้แก่คณาจารย์ทุกท่านที่ได้ประสิทธิ์ประสาทวิชาความรู้ให้แก่คณะผู้จัดทำโครงงานหากโครงงานชิ้นดีมีข้อผิดพลาดประการใดทางคณะผู้จัดทำโครงงานใคร่ขอน้อมรับและขออภัยมา ณ ที่นี้

นายจักรพันธ์ นันทบุตร

นายราชัน กำจร

นายธีระพงษ์ จำปาทอง

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

สารบัญ

เรื่อง หน้า

บทคัดย่อ ก

กิตติกรรมประกาศ ค

สารบัญ ง

สารบัญรูปภาพ ฉ

สารบัญตาราง ฌ

บทที่ 1 บทนำ 1

1.1 ความเป็นมา 1

1.2 วัตถุประสงค์ 3

1.3 ขอบเขตของการดำเนินงาน 3

1.4ขั้นตอนการดำเนินงาน 4

บทที่ 2 ทฤษฎี และหลักการที่เกี่ยวข้อง 5

2.1กล่าวนำ 5

2.2ระบบการสื่อสารไร้สาย 6

2.3X-Bee 15

2.4บอร์ดArduino UNO 24

2.5รีเลย์ (Relay) 25 2.6

RTC (Real Time Clock) ด้วย DS1307 29

2.7การติดต่อสื่อสารแบบ I2C 31

2.8 SD Card Module

332.9แบตเตอรี่

352.10การผลิตไฟฟ้าของแผงโซล่าเซลล์

402.11 วงจรรักษาแรงดันคงที่

422.12 วงจรแบ่งแรงดันไฟฟ้า

442.13 โซล่าชาร์จเจอร์ 48

2.14สรุป 49

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

สารบัญ(ต่อ)

เรื่อง หน้า

บทที่ 3 ขั้นตอนการดำเนินงาน **51**

3.1 บทนำ 51

3.2 การทดสอบการรับส่งข้อมูลในระยะทางต่างๆ 51

3.3 การทดลองหาอัตราการใช้พลังงานในการส่งข้อมูลอุปกรณ์

573.3.1 การทดสอบอัตราการใช้พลังงานในการส่งข้อมูล 573.3.2 การทดสอบอัตราการใช้พลังงานในการส่งข้อมูลพร้อมทั้งต่อหลอดไฟ 58

3.4 การทดสอบอัตราการชาร์จของแบตเตอรี่ที่ชาร์จโดยโซล่าเซลล์ 61

3.5 กล่าวสรุป 62

บทที่ 4 ข้อสรุปของโครงงาน **63**

4.1 บทนำ 63

4.2 ปัญหาที่พบและแนวทางในการแก้ไขปัญหา 63

4.3 ข้อเสนอแนะ 64

4.4 แนวทางในการพัฒนาต่อไป 64

4.5 บทสรุปของโครงงาน 64

เอกสารอ้างอิง **65**

ภาคผนวก **66**

ภาคผนวก ก 67

ภาคผนวก ข 77

ภาคผนวก ค 83

ภาคผนวก ง 89

ประวัติผู้เขียน **92**

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

สารบัญตาราง

เรื่อง หน้า

ตารางที่ 2.1แสดงผลกระทบของการส่งสัญญาณเมื่อมีความเร็วเกี่ยวข้อง 18
ตารางที่ 2.2ระยะการทำงานในแต่ละสายอากาศ 20
ตารางที่ 2.3การเก็บค่าเวลาและรีจีสเตอร์ควบคุมในหน่วยความจำแรมภายใน IC DS1307 30
ตารางที่ 2.4ความถี่ของสัญญาณพัลส์ที่ขา 7 (SQW/OUT) 30
ตารางที่ 3.1 ผลการทดลองการรับข้อมูลจากจุดทดลองในแต่ละระยะทาง 52
ตารางที่ 3.2 ผลการทดลองการรับข้อมูลจากจุดทดลองในแต่ละระยะทาง 53
ตารางที่ 3.3 ตารางผลการทดลองส่งข้อมูลภายในอาคาร 10 จุด 56
ตารางที่ 4.1 ปัญหาและสาเหตุที่พบในขณะดำเนินงานและวิธีการแก้ไข 63

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

บทที่ 1
บทนำ

1.1 ความเป็นมา

ในประเทศไทยได้มีการให้บริการด้านการส่งและรับข้อมูลต่างๆภายในประเทศซึ่งการส่งข้อมูลแต่ละครั้งนั้นภาครับและภาคส่งจะต้องมีความแม่นยำและประหยัดค่าใช้จ่าย บางครั้งจะมีการใช้การส่งข้อมูลทั้งในภาคเกษตรกรรมและภาคอุตสาหกรรมเป็นจำนวนมาก ซึ่งในบางครั้งนั้นได้มีปริมาณของการส่งข้อมูลอาจจะต้องส่งและรับข้อมูลตลอดเวลาหรือแล้วแต่ผู้ที่ต้องการใช้ ซึ่งอาจมีผู้ที่สนใจเป็นจำนวนมาก ส่วนใหญ่จะเป็นการส่งและรับข้อมูลแบบไร้สาย ซึ่งจะเป็นความสะดวกและรวดเร็วในการติดตั้งอุปกรณ์ ไม่ต้องเสียเวลาเดินสายไฟต่างๆซึ่งเป็นที่นิยมใช้และแพร่หลายภายในประเทศ ทำให้มีผู้ที่ต้องการใช้เทคโนโลยีแบบไร้สายเป็นส่วนใหญ่ และเนื่องจากเทคโนโลยีไร้สายมีการส่งและรับข้อมูลจำเป็นต้องใช้พลังงานในการส่งและรับข้อมูลและต้องใช้แบตเตอร์รี่เป็นตัวจ่ายพลังงานให้กับเทคโนโลยีแบบไร้สายนี้ในแต่ละครั้งทำให้มีการสิ้นเปลืองแบตเตอร์รี่และบางครั้งต้องเสียเวลากับการเปลี่ยนแบตเตอร์รี่ในแต่ละอายุการใช้งานของตัวแบตเตอร์รี่นั้น ทำให้การส่งและรับข้อมูลแต่ละครั้งมีข้อมูลที่ขาดหายไปซึ่งอาจเป็นข้อมูลที่สำคัญในช่วงเวลานั้นๆ ทำให้บุคคลที่รอรับข้อมูลได้ข้อมูลที่ไม่เพียงพอหรือข้อมูลบางส่วนขาดหายไป โดยทางผู้จัดทำได้คิดว่าน่าจะมีทางแก้ไขได้ จึงได้เกิดความคิดที่จะทำอุปกรณ์ที่จะสามารถเพิ่มขีดความสามารถของแบตเตอร์รี่ เพื่อที่จะทำให้เราสามารถส่งและรับข้อมูลตลอดเวลาโดยไม่ต้องเปลี่ยนแบตเตอร์รี่บ่อยๆหรือจะนำเวลาที่ยังเหลือนี้ไปทำกิจกรรมอื่นๆแทนการที่จะมายืนรอที่เพื่อที่จะเปลี่ยนแบตเตอรี่

การออกแบบและสร้างอุปกรณ์ชาร์ตแบตเตอรี่และการส่งข้อมูลแบบไร้สาย ในตอนแรกได้พิจารณาความสามารถในการทำงานของตัวแบตเตอรี่ และพลังงานในการส่งข้อมูลของตัวอุปกรณ์ส่งข้อมูล โดยจะเห็นได้ว่าโดยมาก แบตเตอรี่จะหมดเร็วและส่งข้อมูลไม่ต่อเนื่อง จึงได้พิจารณาว่าการที่จะสร้างอุปกรณ์ชาร์ตแบตเตอรี่โดยที่เราต้องการจะรู้ว่าอัตราการชาร์ตและการสูญเสียพลังงานในการส่งข้อมูลในแต่ละช่วงเวลาและตัวส่งข้อมูลส่วนตัวส่งข้อมูลนี้ถ้าใช้เป็นระบบส่งสัญญาณแบบไร้สายน่าจะมีความเหมาะสมกว่า

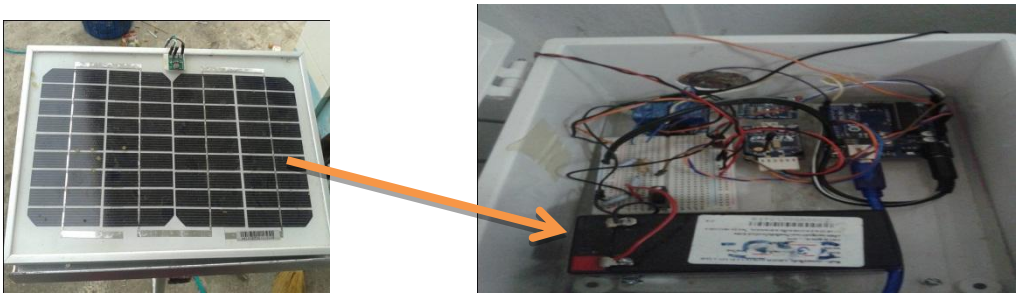
เมื่อมาพิจารณาในเรื่องของระบบสัญญาณแบบไร้สายนั้น ก็จะมีอุปกรณ์อยู่มากมายหลากหลายประเภท ซึ่งเมื่อมาพิจารณาถึงความต้องการของผู้จัดทำโครงงาน ที่ต้องการอุปกรณ์ที่มีความสามารถในการทะลุทะลวงกับสิ่งกีดขวางต่างๆที่อยู่โดยรอบ เพื่อส่งสัญญาณเข้าไปยังตัวรับ

ได้ และมีความสามารถที่จะแลกเปลี่ยนข้อมูลระหว่างกันและกันได้ เพื่อประโยชน์ในอนาคตถ้าเกิดมีการติดตั้งอุปกรณ์นี้ในจุดต่างๆ มากเพิ่มขึ้น

จากการศึกษาในเรื่องของระบบการสื่อสารไร้สายนี้ ตัวผู้จัดทำโครงงานได้สนใจในตัว X-Bee เพราะเนื่องจากว่ามีคุณสมบัติครบถ้วนตามที่ต้องการ และยังมีขนาดเหมาะสมสามารถปรับเซตค่าให้มีความสามารถอื่นตามที่ต้องการ ตัวผู้จัดทำโครงงาน จึงได้เลือกที่จะนำเอาอุปกรณ์ X-Bee เป็นอุปกรณ์ในการส่งข้อมูล

โดยเมื่อผู้จัดทำโครงงานได้ศึกษาไปในเรื่องของ X-Bee ผู้จัดทำโครงงานจะเห็นได้ว่าอุปกรณ์ X-Bee นี้จะมีอยู่สองรุ่นคือ ซีรีย์ 1 และ ซีรีย์ 2 โดยในปัจจุบันนี้ ซีรีย์ 1 จะเชื่อมหาได้ยากมากขึ้น ประกอบกับในซีรีย์ 2 นั้นจะมีคุณสมบัติเมช ที่จะสามารถแลกข้อมูลระหว่างกันและกันได้เป็นอิสระ ซึ่งตรงตามความต้องการของผู้จัดทำโครงงานและเมื่อมาพิจารณา จะเห็นได้ว่าอุปกรณ์นั้นมีสายอากาศหลากหลายแบบ จึงได้ทำการพิจารณาถึงสถานที่และความเหมาะสมที่ต้องการใช้งาน จึงได้เลือกที่จะใช้ X-Bee ซีรีย์ 2 สายอากาศแบบ PCB เพราะเป็นสายอากาศที่เหมาะสมจะเก็บในกล่องถึงจะมีข้อจำกัดว่าจะต้องเป็นกล่องพลาสติกเพื่อป้องกันการลดทอนของสัญญาณที่จะส่งออกไป แต่เมื่อพิจารณาในองค์รวมแล้ว ก็ถือว่ามีความเหมาะสมเพราะไม่มีสายอากาศขนาดใหญ่ที่จะเกะกะกับการจัดตั้งในบริเวณที่มีพื้นที่ค่อนข้างจำกัด

จากการที่ได้พิจารณาสถานที่โดยรอบและอุปกรณ์ที่ต้องการจะใช้แล้ว จึงได้นำอุปกรณ์นั้นมาออกแบบตามที่ต้องการ ซึ่งได้ใช้ X-Bee มาทำงานร่วมกับ บอร์ดArduinoที่ได้ทำการเซตค่าเอาไว้แล้ว ซึ่งจะแบ่งออกเป็นสองส่วนคือ ส่วนที่เป็นตัวส่ง ละส่วนที่เป็นตัวรับ โดยตัวส่งนั้นจะไปติดตั้งไว้แบตเตอร์รี่และมี Solar Cell เป็นตัวชาร์ตไว้ที่กลางแจ้งหรือในสวน (ดังรูปที่ 1) และในส่วนรับที่ติดตั้งไว้ในบริเวณอาคารเสียบเข้ากับ USBของเครื่องคอมพิวเตอร์ ที่เมื่อได้รับสัญญาณจากตัวส่งแล้วจะทำการส่งข้อมูลเข้าสู่เครื่องคอมพิวเตอร์จากนั้นเราก็ทำการเก็บค่าของข้อมูลที่เราต้องการ (ดังรูปที่ 1.2)



รูปที่ 1.1การติดตั้งเครื่องส่งต่ออุปกรณ์เซนเซอร์วัดความเข้มแสงและการชาร์ตแบตเตอรี่

รูปที่ 1.2 ได้ทำการติดตั้งเครื่องส่ง ได้ส่งสัญญาณมาถึงตัวรับและตัวรับจะได้ทำการต่อกับคอมพิวเตอร์ซึ่งจะสามารถอ่านค่าของข้อมูลที่ส่งมา

1.2 วัตถุประสงค์

1.เพื่อศึกษาอุปกรณ์ต้นแบบในการรับส่งข้อมูลที่โล่งระยะต่างๆและในอาคาร

2.เพื่อศึกษาอุปกรณ์ต้นแบบในการรับส่งข้อมูลที่ใช้พลังงานแบบต่อโหลดและไม่ต่อโหลด

3. เพื่อศึกษาอัตราการชาร์จจากโซล่าเซลล์

4.เพื่อได้องค์ความรู้เกี่ยวกับการทำงานของอุปกรณ์ต่างๆที่ได้นำมาประยุกต์เป็นอุปกรณ์ต้นแบบ

1.3ขอบเขตการดำเนินงาน

1.ศึกษาโปรแกรม X-CTU เพื่อใช้ในการเซตค่าของ X-Bee เพื่อกำหนดให้เป็นตัวรับและตัวส่ง

2.ศึกษาโปรแกรม Arduino IDE 1.0.1 เพื่อใช้ในการโปรแกรมบอร์ด Arduino

3.ศึกษาการนำพลังงานจากแสงอาทิตย์มาแปลงเป็นพลังงานไฟฟ้า

4. นำอุปกรณ์ทั้งหมดมาประกอบกันเข้าเป็นตัวต้นแบบ

5. ทดสอบและให้อุปกรณ์ต้นแบบ ใช้งานได้ตามวัตถุประสงค์

1.5ขั้นตอนการดำเนินงาน

1. ศึกษาการสื่อสารแบบไร้สาย

2. ศึกษาเรื่องอุปกรณ์ที่จะใช้ให้เหมาะสมกับสถานที่จะทำการทดลอง

3. นำอุปกรณ์X-Bee มาทดสอบถึงระยะการทำงานว่าสามารถทำได้จริง

4. นำ X-Beeที่ทดสอบแล้ว โดยแยกตัวรับและตัวส่ง ไปประกอบตามแบบ

5.นำอุปกรณ์ที่ประกอบแล้วมาทดสอบใช้งานจริง เพื่อให้ได้ตามวัตถุประสงค์

6. สรุปผลการทดลอง เขียนรายงาน และนำเสนอโครงงาน

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

บทที่ 2
ทฤษฎีพื้นฐานที่เกี่ยวข้อง

ในบทนี้จะกล่าวถึงทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง การอออกแบบและสร้าง อุปกรณ์วัดค่าความเข้มแสงแล้วมีการส่งและรับข้อมูลผ่านบอร์ด Arduino และสร้างวงจรชาร์ตแบตเตอรี่จาดโซล่าเซลล์เพื่อที่จะให้มีพลังงานส่งให้บอร์ดทำงาน โดยแนวคิดการสร้างนี้โดยเริ่มแรกเกิดจากแนวคิดง่ายๆที่ว่า มีอุปกรณ์อะไรสักอย่างที่สามารถส่งข้อมูลได้ถูกต้องและแม่นยำตลอดเวลาไม่ต้องมีการเปลี่ยนแบตเตอรี่บ่อยๆ แล้วส่งข้อมูลกลับมาเพื่อให้เราจะดู้ค่าโดยที่นั่งอยู่ที่บ้าน โดยในตอนแรกไม่ได้กำหนดตายตัวว่าจะใช้วิธีการหรืออุปกรณ์ใดๆ จะใช้หลักการพิจารณาที่ว่า อุปกรณ์ใดมีความเหมาะสมและให้ประโยชน์ได้สูงสุด ซึ่งทำให้ในการทำโครงงานครั้งนี้ได้เลือกใช้อุปกรณ์ X-Bee

2.1 กล่าวนำ

จากในแนวคิดเริ่มแรกของการทำโครงงานครั้งนี้ คือการสร้างอุปกรณ์ที่สามารถ วัดค่าความเข้มแสงแล้วมีการส่งและรับข้อมูลผ่านบอร์ด Arduino และสร้างวงจรชาร์ตแบตเตอรี่จาดโซล่าเซลล์เพื่อที่จะให้มีพลังงานส่งให้บอร์ดทำงาน เมื่อศึกษาในเรื่องของระบบสื่อสารต่างๆ จะเห็นได้ว่าระบบสื่อสารที่เหมาะกับงานนี้อย่างน้อยต้องเป็นระบบการสื่อสารไร้สายแน่นอน เนื่องจากเป้าหมายคือแสงแดดมีความเข้มที่แตกต่างกันและตอนกลางคืนไม่มีแสงเราจะทำอย่างไรให้มีการส่งตลอดเวลาและการเดินสายไฟอาจยุ่งยาก จึงได้มีการพิจารณาในระบบการสื่อสารไร้สาย และการที่จะนำอุปกรณ์ใดๆได้ติดตั้งที่กล่องพื้นที่ที่เราต้องการทำการทดลองได้จะต้องมีขนาดที่ไม่ใหญ่มากเพื่อความสะดวก และต้องในการจ่ายไฟนั้นสมควรที่จะต้องจ่ายไฟจากแบตเตอร์รี่หรือถ่ายไฟฉายอื่นๆ ประกอบกับสภาพโดยรอบของพื้นที่โดยมากของประเทศนั้นจะมีต้นไม้มากและตึกห้องแถวต่าง ทำให้เกิดการลดทอนสัญญาณได้ ดังนั้นคุณสมบัติของอุปกรณ์เป้าหมายที่ต้องการคือเป็นการสื่อสารไร้สาย มีขนาดเล็ก รับไฟจากถ่านไฟฉายหรือแบตเตอร์รี่ สามารถทนต่อการลดทอนสัญญาณได้ในระดับหนึ่ง

2.2 ระบบการสื่อสารไร้สาย

2.2.1 ความหมายของเครือข่ายท้องถิ่นไร้สาย

เครือข่ายท้องถิ่นไร้สาย (WLAN: Wireless Local Area Network) คือ ระบบการสื่อสารข้อมูลที่มีรูปแบบในการสื่อสารแบบไม่ใช้สาย โดยใช้การส่งคลื่นความถี่วิทยุในย่านวิทยุ RF และเครือข่ายท้องถิ่นไร้สาย คือ ระบบการสื่อสารข้อมูลที่มีรูปแบบในการสื่อสารแบบไม่ใช้สาย โดยใช้การส่งคลื่นความถี่วิทยุในย่านวิทยุ RF และคลื่นอินฟราเรด ในการรับและส่งข้อมูลระหว่างคอมพิวเตอร์แต่ละเครื่อง ผ่านอากาศ, ทะลุกำแพง, เพดานหรือสิ่งก่อสร้างอื่นๆ โดยปราศจากความต้องการของการเดินสาย นอกจากนั้นระบบเครือข่ายไร้สายก็ยังมีคุณสมบัติครอบคลุมทุกอย่างเหมือนกับระบบเครือข่ายท้องถิ่น(LAN: Local Area Network) แบบใช้สาย

ที่สำคัญก็คือ การที่ไม่ต้องใช้สายทำให้การเคลื่อนย้ายการใช้งานทำได้โดยสะดวก ไม่เหมือนระบบเครือข่ายท้องถิ่น แบบใช้สาย ที่ต้องใช้เวลาและการลงทุนในการปรับเปลี่ยนตำแหน่งการใช้งานเครื่องคอมพิวเตอร์

ปัจจุบัน โลกของเราเป็นยุคแห่งการติดต่อสื่อสาร เทคโนโลยีต่างๆ เช่นโทรศัพท์มือถือเป็นสิ่งจำเป็นต่อการดำเนินธุรกิจและการใช้ชีวิตประจำวัน ความต้องการข้อมูลและการบริการต่างๆ มีความจำเป็นสำหรับนักธุรกิจ เทคโนโลยีที่สนองต่อความต้องการเหล่านั้น มีมากมาย เช่น โทรศัพท์มือถือ เครื่องคอมพิวเตอร์โน้ตบุ๊ก เครื่องปาล์ม ได้ถูกนำมาใช้เป็นอย่างมากและ ผู้ที่น่าจะได้ประโยชน์จากการใช้ ระบบเครือข่ายไร้สาย มีมากมายไม่ว่าจะเป็น

► หมอหรือพยาบาลในโรงพยาบาล เพราะสามารถดึงข้อมูลมารักษาผู้ป่วยได้จาก เครื่องคอมพิวเตอร์โน้ตบุ๊ก ที่เชื่อมต่อกับ ระบบเครือข่ายไร้สายได้ทันที

►นักศึกษาในมหาวิทยาลัยก็สามารถใช้งานโน้ตบุ๊กเพื่อค้นคว้าข้อมูลในห้องสมุดของมหาวิทยาลัย หรือใช้อินเตอร์เน็ตจากสนามหญ้าในมหาลัยได้

►นักธุรกิจที่มีความจำเป็นต้องใช้งานเครื่องคอมพิวเตอร์นอกสถานที่ที่ทำงานปกติ ไม่ว่าจะเป็นการนำเสนองานยังบริษัทลูกค้า หรือการนำเครื่องคอมพิวเตอร์ติดตัวไปงานประชุมสัมมนาต่างๆ บุคคลเหล่านี้มีความจำเป็นที่จะต้องเชื่อมต่อเข้ากับเครือข่ายคอมพิวเตอร์ ไม่ว่าจะเป็นเครือข่ายคอมพิวเตอร์ขององค์กรซึ่งอยู่ห่างออกไปหรือเครือข่าย คอมพิวเตอร์สาธารณะ เช่น เครือข่ายอินเทอร์เน็ต เทคโนโลยีเครือข่ายไร้สายจึงน่าจะอำนวยความสะดวกให้กับบุคคลเหล่านี้ได้ ซึ่งในปัจจุบันได้มีการเปิดให้บริการเชื่อมต่อเครือข่ายอินเตอร์เน็ตแบบไร้ สาย ตามสนามบินใหญ่ทั่วโลก และนำมาใช้งานแพร่หลายในห้างสรรพสินค้า และโรงแรมต่างๆแล้ว

2.2.2 ความสำคัญของเทคโนโลยีการสื่อสารไร้สาย

ในอดีตเมื่อมนุษย์มีการพัฒนาด้านภาษาที่ใช้ในการติดต่อสื่อสารระหว่างกันการพบปะแลกเปลี่ยนข้อมูลข่าวสารระหว่างกันก็ได้รับการพัฒนาขึ้นมาเป็นลำดับจากการติดต่อสื่อสารกันในระหว่างกลุ่มชุมชนเดียวกันก็มีการติดต่อสื่อสารข้ามกลุ่มข้ามชุมชนมีการพัฒนาวิธีการติดต่อสื่อสารเพื่อให้เกิดความสะดวกและรวดเร็วขึ้นดังที่อาจจะเคยทราบมาบ้างแล้ว เช่น การสื่อสารโดยใช้นกพิราบการใช้ม้าเร็วในการติดต่อสื่อสาร การใช้สัญญาณเสียงด้วยการตีกลองหรือตีเกราะเคาะไม้ การส่งสัญญาณควันไฟ เป็นต้นจากนั้นก็มีการพัฒนาเทคโนโลยีในการสื่อสารเพื่อช่วยให้มนุษย์มีการติดต่อสื่อสารระหว่างกันได้ตามความต้องการ

2.2.3ประวัติความเป็นมาของเครือข่ายไร้สาย

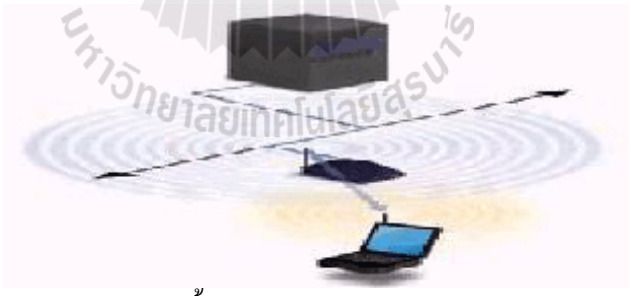
ระบบเครือข่ายไร้สายเกิดขึ้นครั้งแรก ในปี ค.ศ. 1971 บนเกาฮาวาย โดยโปรเจกต์ของนักศึกษาของมหาวิทยาลัยฮาวาย ที่ชื่อว่า " ALOHNET" ขณะนั้นลักษณะการส่งข้อมูลเป็นแบบ การสื่อสารแบบสองทาง (bi-directional)ส่งไป-กลับง่ายๆ ผ่านคลื่นวิทยุ สื่อสารกันระหว่าคอมพิวเตอร์ 7 เครื่อง ซึ่งตั้งอยู่บนเกาะ 4 เกาะโดยรอบ และมีศูนย์กลางการเชื่อมต่ออยู่ที่เกาะๆหนึ่ง ที่ชื่อว่า Oahu

เทคโนโลยีระบบเครือข่ายไร้สายได้นำเข้ามาใช้งานในเมืองไทยประมาณต้นปี 2544 ในขณะนั้นเสียงตอบรับจากผู้ใช้งานยังค่อนข้างน้อย เนื่องจากอุปกรณ์ไร้สายมีราคาแพงจนกระทั่งปัจจุบันระบบเครือข่ายไร้สายเริ่มได้รับความนิยมมากขึ้น เนื่องจากราคาอุปกรณ์ ถูกลงมาก ประกอบกับทางบริษัทผู้ผลิตอุปกรณ์เครือข่ายได้ปลุกกระแสการใช้งานระบบเครือข่ายไร้สายอีกครั้ง โดยการหยิบยกจุดเด่นของเทคโนโลยีที่ไม่ต้องพึ่งพาสายสัญญาณสำหรับสื่อสารข้อมูลเป็นจุดขาย กล่าวคือผู้ใช้งานสามารถเชื่อมโยงเข้าระบบเครือข่ายจากพื้นที่ใดก็ได้ที่อยู่ในรัศมีของสัญญาณและระบบสามารถแก้ปัญหาเรื่องการติดตั้งสายสัญญาณในพื้นที่ที่ทำได้ลำบาก เทคโนโลยีระบบเครือข่ายไร้สายได้สร้างภาพลักษณ์ ใหม่ของการใช้งานระบบเครือข่ายซึ่งผู้ใช้ไม่จำเป็นต้องนั่งทำงานอยู่กับที่ แต่สามารถเคลื่อนย้ายไปทำงานยังที่ต่างๆ ได้ ตามใจต้องการ เช่น สวนหย่อม สนามหญ้าหน้าบ้าน หรือริมสนาม เป็นต้น

*2.2.3.1แบบจุดต่อจุด (Peer-to-Peer)*ระบบแลนไร้สายแบบจุดต่อจุดหรือ ระบบเครือข่ายท้องถิ่นเสมอภาค คือ คอมพิวเตอร์ทุกเครื่องในระบบต่างมีศักดิ์ศรีเท่ากัน ทำงานของ ตนเองได้และขอใช้บริการจากเครื่องอื่นได้ ดังรูปที่ 2.1

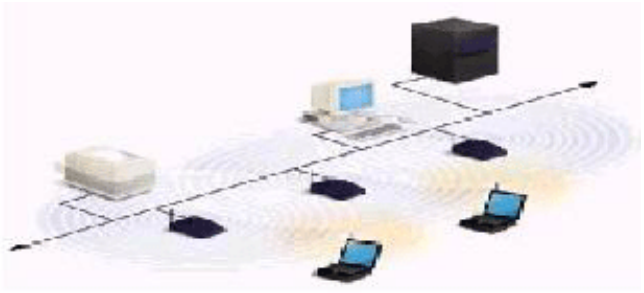
รูปที่ 2.1 แบบจุดต่อจุด (Peer-to-peer)

2.2.3.2แบบแม่ข่ายพื้นฐาน (Client-Server /Infrastructure Mode) ระบบเครือข่ายไร้สายแบบแม่ข่ายพื้นฐาน เป็นลักษณะการรับส่งข้อมูลโดยอาศัย จุดเชื่อมต่อหลัก (Access Point :AP) หรือเรียกว่า “ฮอตสปอต (Hot Spot) ” ทำหน้าที่เป็นสะพานเชื่อมต่อระหว่างระบบเครือข่ายแบบใช้สายกับเครื่องคอมพิวเตอร์ลูกข่าย (Client) โดยจะกระจายสัญญาณคลื่นวิทยุเพื่อ รับ-ส่งข้อมูลเป็นรัศมีโดยรอบ เครื่องคอมพิวเตอร์ที่อยู่ในรัศมีของ จุดเชื่อมต่อหลัก จะกลายเป็น เครือข่ายกลุ่มเดียวกันทันที โดยเครื่องคอมพิวเตอร์ จะสามารถติดต่อกัน หรือติดต่อกับ แม่ข่าย(Server)เพื่อแลกเปลี่ยนและค้นหาข้อมูลได้ โดยต้องติดต่อผ่านจุดเชื่อมต่อหลักเท่านั้น ซึ่ง จุดเชื่อมต่อหลัก 1 จุด สามารถให้บริการเครื่องลูกข่ายได้ถึง 15-50 อุปกรณ์ ของเครื่องลูกข่าย เหมาะสำหรับการนำไปขยายเครือข่ายหรือใช้ร่วมกับระบบเครือข่ายแบบใช้สายเดิมในออฟฟิศ , ห้องสมุด หรือในห้องประชุม เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพในการทำงานให้มากขึ้น ดังรูปที่ 2.2



รูปที่ 2.2 แบบแม่ข่ายพื้นฐาน (Client-Server /Infrastructure Mode)

2.2.3.3. แบบหลายจุดเชื่อมต่อ (Multiple Access Points and Roaming) ใช้ในกรณีที่สถานที่กว้างมากๆ เช่น คลังสินค้ าบริเวณภายในมหาวิทยาลัย โดย มีการเพิ่มจุดการติดตั้ง จุดเชื่อมต่อหลักให้เพิ่มมากขึ้น เพื่อให้การรับส่งสัญญาณในบริเวณของเครือข่ายขนาดใหญ่เป็นไปอย่างครอบคลุมทั่วถึงดังรูปที่ 2.3

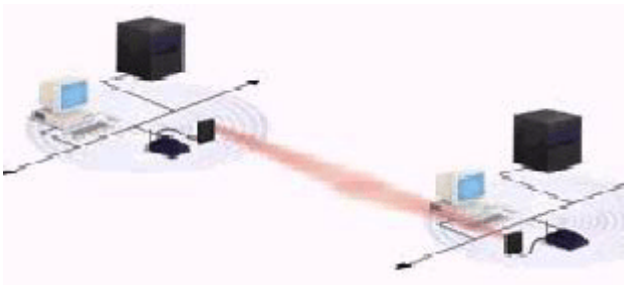


รูปที่ 2.3 แบบหลายจุดเชื่อมต่อ (Multiple Access Points and Roaming)

2.2.3.4. แบบเพิ่มจุดขยาย (Extension Point) กรณีที่โครงสร้างของสถานที่ติดตั้งเครือข่ายแบบไร้สายมีปัญหา เพื่อเป็นการแก้ปัญหาผู้ออกแบบระบบอาจจะใช้ จุดขยาย(Extension Point) ที่มีคุณสมบัติเหมือนกับจุดเชื่อมต่อหลักแต่ไม่ ต้องผูกติดไว้กับเครือข่ายไร้สาย เป็นส่วนที่ใช้เพิ่มเติมในการรับส่งสัญญาณ ดังรูปที่ 2.4

รูปที่ 2.4 การต่อแบบ Extension Point

*2.2.3.5.แบบใส่สายอากาศ (Directional Antennas)*ระบบเครือข่ายท้องถิ่น ไร้สายแบบนี้เป็นแบบใช้เสาอากาศในการรับส่งสัญญาณระหว่างอาคารที่อยู่ห่างกัน โดยการติดตั้งเสาอากาศที่แต่ละอาคารเพื่อส่งและรั บสัญญาณ ระหว่างกัน ดังภาพที่แสดงให้ เห็นถึงการทำงานของระบบ ดังรูปที่ 2.5



รูปที่ 2.5 การต่อแบบ Directional Antennas

2.2.4องค์ประกอบหลักของการทำงานของเทคโนโลยีไร้สาย

องค์ประกอบหลักของการทำงาน มีดังต่อไปนี้

▶ข้อมูล(Data) ข่าวสารต่างๆสามารถถูกส่งแบบไร้สายโดยเปลี่ยนจากสัญญาณวิทยุและสัญญาณโทรทัศน์เป็นเสียงและภาพหรือเป็นข้อมูลด้านคอมพิวเตอร์ข่าวสารต่างๆ จะถูกส่งโดยผสมไปกับคลื่นวิทยุซึ่งคลื่นวิทยุเป็นแค่ส่วนหนึ่งในสเปกตรัมคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าในช่วงที่เรียกว่าความถี่วิทยุ (Radio Frequency) ข้อมูลทุกชนิดสามารถถูกส่งโดยการใช้ความถี่วิทยุความถี่วิทยุมีมากมายไม่ใช่มีแค่คลื่นวิทยุเอเอ็มหรือเอฟเอ็ม

▶โมดูเลชัน (Modulation) ข้อมูลจะถูกส่งผสมไปคลื่นความถี่วิทยุโดยกระบวนที่เรียกว่าโมดูเลชันเมื่อได้รับคลื่นสัญญา ณจะผ่านกระบวนการ ดีโมดูเลชัน (Demodulation) เพื่อแยกเอาข้อมูลออกมา

▶สถานีฐาน (Base Station) ภายในแต่ละเซลล์จะมีสถานีฐานซึ่งจะส่งและรับสัญญาณสื่อสารทั้งรับและส่งไป

▶เซลล์ (Cells) โทรศัพท์เซลลูลาร์ หรือโทรศัพท์แบบพกพาหรือโทรศัพท์มือถือที่เรารู้จักมีแนวความคิดมาจากเซลล์นี่เอง ซึ่งเป็นการแบ่งพื้นที่ออกเป็นส่วนย่อยๆเมื่อโทรศัพท์เซลล์ลูลาร์รับ-ส่งสัญญาณจะมีการติดต่อสื่อสารภายในเซลล์นั้นๆเองเท่านั้น ข่าวสารต่างๆๆจะถูกส่งภายในเซลล์นั้นไปที่เป้าหมายภายในเซลล์เท่านั้น

▶อุปกรณ์ส่งสัญญาณและอุปกรณ์รับสัญญาณคลื่นความถี่วิทยุพร้อมด้วยข้อมูลข่าวสารจะถูกส่งโดยอุปกรณ์ส่งสัญญาณ (Transmitters) และรับโดยอุปกรณ์ที่เรียกว่าอุปกรณ์รับสัญญาณ (Receivers)

2.2.5หลักการทำงาน

2.2.5.1 ข้อมูลหลายๆ ชนิดสามารถ ส่งแบบไร้สาย เช่น การส่งข้อมูลคอมพิวเตอร์เสียงโทรศัพท์ การส่งสัญญาณโทรทัศน์และวิทยุในขั้นตอนแรกข้อมูลที่ถูกส่งจะสร้างมาจากมาจากอุปกรณ์ที่สร้างข้อมูล เช่นคอมพิวเตอร์มือถือ สถานีวิทยุ หรือโทรศัพท์มือถือเป็นต้น

2.2.5.2 ข้อมูลที่ถูกส่งจะไปผสมกับคลื่นความถี่วิทยุ (RF) โดยกระบวนการโมดูเลชัน (Modulation) สัญญาณที่จะเป็นตัวส่งข้อมูลเรียกว่าคลื่นตัวนำ (Carrier Wave) ข้อมูลจะถูกผสมไปกับคลื่นตัวนำ โดยอุปกรณ์ที่เรียกว่าโมดูเลเตอร์ (Modulator) ซึ่งเป็นอุปกรณ์ที่มีวิธีการหลายวิธีในการโมดูเลตข้อมูลไปกับคลื่นตัวนำโมดูเลเตอร์อาจจะรวมอยู่กับอุปกรณ์ที่สร้างข้อมูลอย่างเช่นโทรศัพท์มือถือคอมพิวเตอร์ มือถือ หรืออาจแยกอยู่ต่างหากเช่นโทรทัศน์

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

2.2.5.3สัญญาณจะถูกส่งโดยอุปกรณ์ส่งสัญญาณที่จะนำสัญญาณมาและส่งออกไปโดยผ่านทางอากาศ อุปกรณ์สัญญาณนั้นมีหลายแบบโดยขึ้นอยู่กับชนิดข้อมูลที่จะส่งระยะทางและความเร็วของสัญญาณและขนาดนั้นอาจเล็กมากเหมือนที่อยู่ในโทรศัพท์มือถือหรืออาจจะใหญ่มากเหมือนเสาอากาศส่งสัญญาณของโทรทัศน์

2.2.5.4อุปกรณ์รับสัญญาณสามารถรับสัญญาณได้โดยตรงหรืออาจผ่านทางระบบเครือข่ายโดยขึ้นอยู่กับชนิดข้อมูลที่ส่งในกรณีของโทรศัพท์มือถือหรือคอมพิวเตอร์มือถือเมื่อจะติดต่อกับอินเทอร์เน็ตมันจะส่งสัญญาณไปที่เครือข่ายและส่งต่อไปยังผู้รับโดยใช้อุปกรณ์ส่งสัญญาณ

2.2.5.5ที่จุดรับสัญญาณเสาอากาศหรือสายอากาศจะรับคลื่นวิทยุที่ต้องการและไม่รับคลื่นที่เหลืออุปกรณ์รับสัญญาณจะใช้ ตัวทวนสัญญาณ (Amplifier) เพื่อเพิ่มความเข้มข้นของสัญญาณเนื่องจากสัญญาณที่รับมานั้นจะอ่อนมาก

2.2.5.6 โมดูเลเตอร์จะทำการแปลสัญญาณและแยกคลื่นตัวนำออกจากข้อมูลถูกส่งมาพร้อมกันเพื่อที่จะเปลี่ยนกลับไปเป็นข้อมูลดังเดิมที่สั่งมา

2.2.5.7ข้อมูลที่ถูกส่งมายังอุปกรณ์รับสัญญาณ สามารถแสดงข้อมูลที่ส่งมาได้แล้ว

2.2.6 ข้อดีและข้อเสียของเทคโนโลยีไร้สาย

►ข้อดี

-ช่วยลดปัญหาในการติดตั้งระบบเครือข่าย

-ช่วยลดปัญหาในการวางสายระบบเครือข่าย

-ไม่ต้องใช้สายเคเบิล(Cable)

-ช่วยให้เกิดความเป็นระเบียบ เรียบร้อย

►ข้อเสีย

- มีอัตราการลดทอนสัญญาณสูง นั่นหมายความว่า “ ส่งสัญญาณได้ระยะสั้น ”

-มีสัญญาณรบกวนสูง

- ต้องแชร์กันใช้ช่องสัญญาณคลื่นความถี่เดียวกัน

-ยังมีหลายมาตรฐานตามผู้ผลิตแต่ละราย ทำให้มีปัญหาในการใช้งานร่วมกัน

2.2.7มาตรฐานระบบสื่อสารไร้สาย

Institute of Electrical and Electronics Engineers (IEEE) เป็นสถาบันที่กำหนดมาตรฐานการทำงานของระบบเครือข่ายคอมพิวเตอร์ ได้กำหนดมาตรฐานสำหรับเครือข่ายไร้สายขึ้น คือ มาตรฐาน IEEE802.11a, b, และ g ตามลำดับขึ้น ซึ่งแต่ละมาตรฐานมีความเร็วและคลื่นความถี่สัญญาณที่แตกต่างกันในการสื่อสารข้อมูล มีรายละเอียดดังนี้

2.2.7.1 มาตรฐานเครือข่ายไร้สาย IEEE 802.11

เครือข่ายไร้สายมาตรฐาน IEEE 802.11 ได้รับการตีพิมพ์เผยแพร่ครั้งแรกเมื่อปี พ.ศ. 2540 โดยสถาบัน IEEE (The Institute of Electronics and Electrical Engineers) ซึ่งมีข้อกำหนดระบุไว้ว่า ผลิตภัณฑ์เครือข่ายไร้สายในส่วนของ PHY Layer นั้นมีความสามารถในการรับส่งข้อมูลที่ความเร็ว 1, 2, 5.5, 11 และ 54 เมกะบิตต่อวินาที โดยมีสื่อนำสัญญาณ 3 ประเภทให้เลือกใช้งานอันได้แก่ คลื่นวิทยุย่านความถี่ 2.4 กิกะเฮิรตซ์, 2.5 กิกะเฮิรตซ์และคลื่นอินฟาเรด ส่วน. ในระดับชั้น MAC Layer นั้นได้กำหนดกลไกของการทำงานแบบ CSMA/CA (Carrier Sense Multiple Access/Collision Avoidance) ซึ่งมีความคล้ายคลึงกับ CSMA/CD (Collision Detection) ของมาตรฐาน IEEE 802.3 Ethernet ซึ่งนิยมใช้งานบนระบบเครือข่ายแลนใช้สาย โดยมีกลไกในการเข้ารหัสข้อมูลก่อนแพร่กระจายสัญญาณไปบนอากาศ พร้อมกับมีการตรวจสอบผู้ใช้งานอีกด้วย

ในยุคเริ่มแรกนั้นให้ประสิทธิภาพการทำงานที่ค่อนข้างต่ำ ทั้งไม่มีการรับรองคุณภาพของการให้บริการที่เรียกว่า QoS (Quality of Service) ซึ่งมีความสำคัญในสภาพแวดล้อมที่มีแอพพลิเคชันหลากหลายประเภทให้ใช้งาน นอกจากนั้นกลไกในเรื่องการรักษาความปลอดภัยที่นำมาใช้ก็ยังมีช่องโหว่จำนวนมาก IEEE จึงได้จัดตั้งคณะทำงานขึ้นมาหลายชุดด้วยกัน เพื่อทำการพัฒนาและปรับปรุงมาตรฐานให้มีศักยภาพเพิ่มสูงขึ้น

▶IEEE 802.11a

เป็นมาตรฐานที่ได้รับการตีพิมพ์และเผยแพร่เมื่อปี พ.ศ. 2542 โดยใช้เทคโนโลยี OFDM (Orthogonal Frequency Division Multiplexing) เพื่อพัฒนาให้ผลิตภัณฑ์ไร้สายมีความสามารถในการรับส่งข้อมูลด้วยอัตราความเร็วสูงสุด 54 เมกะบิตต่อวินาที โดยใช้คลื่นวิทยุย่านความถี่ 5 กิกะเฮิรตซ์ ซึ่งเป็นย่านความถี่ที่ไม่ได้รับอนุญาตให้ใช้งานโดยทั่วไปในประเทศไทย เนื่องจากสงวนไว้สำหรับกิจการทางด้านดาวเทียม ข้อเสียของผลิตภัณฑ์มาตรฐาน IEEE 802.11a ก็คือมีรัศมีการใช้งานในระยะสั้นและมีราคาแพง ดังนั้นผลิตภัณฑ์ไร้สายมาตรฐาน IEEE 802.11a จึงได้รับความนิยมน้อย

▶IEEE 802.11b

เป็นมาตรฐานที่ถูกตีพิมพ์และเผยแพร่ออกมาพร้อมกับมาตรฐาน IEEE 802.11a เมื่อปี พ.ศ. 2542 ซึ่งเป็นที่รู้จักกันดีและได้รับความนิยมในการใช้งานกันอย่างแพร่หลายมากที่สุด ผลิตภัณฑ์ที่ออกแบบมาให้รองรับมาตรฐาน IEEE 802.11b ใช้เทคโนโลยีที่เรียกว่า CCK (Complimentary Code Keying) ร่วมกับเทคโนโลยี DSSS(Direct Sequence Spread Spectrum) เพื่อให้สามารถรับส่งข้อมูลได้ด้วยอัตราความเร็วสูงสุดที่ 11 เมกะบิตต่อวินาที โดยใช้คลื่นสัญญาณวิทยุย่านความถี่ 2.4 กิกะเฮิรตซ์ ซึ่งเป็นย่านความถี่ที่อนุญาตให้ใช้งานในแบบสาธารณะทางด้านวิทยาศาสตร์ อุตสาหกรรม และการแพทย์ โดยผลิตภัณฑ์ที่ใช้ความถี่ย่านนี้มีชนิดทั้งผลิตภัณฑ์ที่รองรับเทคโนโลยี Bluetooth, โทรศัพท์ไร้สายและเตาไมโครเวฟ จึงทำให้การใช้งานนั้นมีปัญหาในเรื่องของสัญญาณรบกวนของผลิตภัณฑ์เหล่านี้ ข้อดีของมาตรฐาน IEEE 802.11b ก็คือ สนับสนุนการใช้งานเป็นบริเวณกว้างกว่ามาตรฐาน IEEE 802.11a ผลิตภัณฑ์มาตรฐาน IEEE 802.11b เป็นที่รู้จักในเครื่องหมายการค้า Wi-Fi ซึ่งกำหนดขึ้นโดย WECA (Wireless Ethernet Comparability Alliance) โดยผลิตภัณฑ์ที่ได้รับเครื่องหมาย Wi-Fi ได้ผ่านการตรวจสอบและรับรองว่าเป็นไปตามข้อกำหนดของมาตรฐาน IEEE 802.11b ซึ่งสามารถใช้งานร่วมกันกับผลิตภัณฑ์ของผู้ผลิตรายอื่นๆ ได้

▶ IEEE 802.11g

เป็นมาตรฐานที่นิยมใช้งานกันมากในปัจจุบันและได้เข้ามาทดแทนผลิตภัณฑ์ที่รองรับมาตรฐาน IEEE 802.11bเนื่องจากสนับสนุนอัตราความเร็วของการรับส่งข้อมูลในระดับ 54 เมกะบิตต่อวินาที โดยใช้เทคโนโลยี OFDM บนคลื่นสัญญาณวิทยุย่านความถี่ 2.4 กิกะเฮิรตซ์ และให้รัศมีการทำงานที่มากกว่า IEEE 802.11a พร้อมความสามารถในการใช้งานร่วมกันกับมาตรฐาน IEEE 802.11b ได้ (Backward-Compatible)

▶ IEEE 802.11e

เป็นมาตรฐานที่ออกแบบมาสำหรับการใช้งานแอพพลิเคชันทางด้านมัลติเมียอย่าง VoIP (Voice over IP) เพื่อควบคุมและรับประกันคุณภาพของการใช้งานตามหลักการ QoS (Quality of Service) โดยการปรับปรุง MAC Layer ให้มีคุณสมบัติในการรับรองการใช้งานให้มีประสิทธิภาพ

▶ IEEE 802.11f

มาตรฐานนี้เป็นที่รู้จักกันในนาม IAPP (Inter Access Point Protocol) ซึ่งเป็นมาตรฐานที่ออกแบบมาสำหรับจัดการกับผู้ใช้งานที่เคลื่อนที่ข้ามเขตการให้บริการของ Access Point ตัวหนึ่งไปยัง Access Point เพื่อให้บริการในแบบโรมมิงสัญญาณระหว่างกัน

▶IEEE 802.11h

มาตรฐานที่ออกแบบมาสำหรับผลิตภัณฑ์เครือข่ายไร้สายที่ใช้งานย่านความถี่ 5 กิกะเฮิรตซ์ ให้ทำงานถูกต้องตามข้อกำหนดการใช้ความถี่ของประเทศในทวีปยุโรป ในประเทศไทยอนุญาตให้ใช้ช่องคลื่นความถี่ที่ 2.4 GHz เป็นคลื่นความถี่เสรี ที่ทุกคนสามารถติดตั้งและใช้งานได้ จึงทำให้ในประเทศไทยจะมีอุปกรณ์กระจายสัญญาณ (Access Point) ที่จำหน่ายเพียงสองมาตรฐานคือ IEEE 802.11b และ g เท่านั้น

2.2.7.2Wireless Access Protocol(WAP)

WAP หรือ Wireless Application Protocol คือมาตรฐานกำหนดวิธีในการเข้าถึงข้อมูลและบริการอินเตอร์เน็ตของอุปกรณ์ไร้สายเช่น โทรศัพท์มือถือและเครื่อง PDA วิธีการเข้าถึงข้อมูลของ WAP มีลักษณะการเข้าถึงอินเตอร์เน็ตของคอมพิวเตอร์ทั่วไปกล่าวคืออุปกรณ์พกพาจะมีซอฟต์แวร์บราวเซอร์ซึ่งจะเชื่อมต่อเข้ากับเกตเวย์ของ WAP (ซอฟต์แวร์ซึ่งติดตั้งอยู่ที่ฝั่งผู้ให้บริการระบบเครือข่ายซึ่งจะมีการส่งผ่านข้อมูลในเครือข่ายไร้สาย) และร้องขอข้อมูลจากเว็บเซิร์ฟเวอร์บนอินเตอร์เน็ตผ่านทาง URL ปรกติโดยที่ข้อมูลสำหรับอุปกรณ์ไร้สายนี้สามารถเก็บไว้ในเว็บเซิร์ฟเวอร์เครื่องใดก็ได้บนอินเตอร์เน็ตซึ่งข้อมูลเหล่านี้จะถูกออกแบบมาเพื่ออุปกรณ์พกพาขนาดเล็กที่มีหน้าจอขนาดเล็กและมีแบนวิดธ์ต่ำโดยเฉพาะข้อมูลเหล่านี้จะเขียนขึ้นโดยภาษา เฉพาะของ WAP มีชื่อเรียกว่า WML (Wireless Markup Language)

จุดเด่นของ WAP ประกอบด้วย

▶ไม่ต้องใช้วิธีการพิเศษเพื่อเข้าถึงข้อมูลและบริการ WAP แต่อย่างใด

▶ไม่ขึ้นกับระบบเครือข่าย WAP สามารถทำงานร่วมกับเครือข่ายชั้นนำอย่าง CDPD , CDMA , GSM , PDC , PMS , TDMA , FLEX ,ReFLEX , IDEN , DECT , DataTAC , Mobitex และเครือข่ายที่จะเกิดขึ้นในอนาคตอย่าง GPRS และ 3G ได้

▶โทรศัพท์มือถือกว่า 95 เปอร์เซ็นต์ จากผู้ผลิตชั้นนำในปัจจุบัน สามารถใช้งานกับ WAP ได้

▶เบราเซอร์ WAP สามารถทำงานบนระบบปฏิบัติการต่าง ๆ ไม่ว่าจะเป็น PaimOS , EPOC , Windows CE , FLEXOS , OS/ 9 , JavaOS และอื่น ๆ

2.3 X-Bee

X-Beeเป็นอุปกรณ์ที่มี Microcontroller และ RF IC อยู่ภายใน ทำหน้าที่เป็น อุปกรณ์ transceiver (อุปกรณ์รับ-ส่งสัญญาณ) แบบ แบบ Half Duplex ย่านความถี่ 2.4 GHzและยังมีแบบที่เป็นการใช้งานในย่านความถี่ 900 MHz มีการจัดการโดยใช้พลังงานต่ำ ใช้งานง่าย มี Interface ที่ใช้รับและส่งข้อมูลกับ X-Bee เป็น UART (TTL) ซึ่งสำหรับทางด้านไมโครคอนโทรลเลอร์ เรานำขาที่ใช้ติดต่อสื่อสาร UART ของ X-Bee ต่อเข้ากับ UART ของ ไมโครคอนโทรลเลอร์

X-Bee สามารถใช้งานตามมาตรฐาน Zigbee ได้ โดยที่ท่านไม่ต้องเขียนโปรแกรมสร้างเครือข่าย Zigbee เลย เพราะว่าทางผู้ผลิตได้จัดทำ Firmware ที่จะโหลดเข้าไปในตัว X-Bee ให้เราสามารถ Set Parameter ผ่าน Software Interface (X-CTU หรือโปรแกรมที่เขียนขึ้นเอง) , ผ่านทาง AT Command (เหมือนกับการควบคุม GSM Module) โดยใช้ Hyper Terminal หรือ ผ่านทางการรับส่งข้อมูลด้วยไมโครคอนโทรลเลอร์ ได้อย่างง่ายดาย โดยเมื่อ Set X-Bee ให้ทำงานเป็นอุปกรณ์ในเครือข่าย Zigbee แล้ว เราจะเรียก X-Bee แต่ละตัวว่าเป็น Node

Firmware ที่ใช้กับ X-Beeจะใช้โหลดผ่านโปรแกรม X-CTU ทั้งนี้ X-Beeแต่ละรุ่น จะสามารถ Setting Function การใช้งานได้มากมาย ทำให้ Firmware ที่จะต้องโหลดเข้าไปนั้น มีมากมายหลายแบบเราต้องเลือกให้เหมาะสมกับงานที่ต้องการใช้เอง

2.3.1 โครงสร้างX-Bee โดยรวมที่เหมือนกัน

2.3.1.1Operating FrequencyISM Band 2.4 GHzISM Band หมายถึง ย่านความถี่ใช้งานเพื่อการวิจัย ซึ่งจะอนุญาตให้ใช้กับ อุตสาหกรรม (Industrial) วิทยาศาสตร์ (Scientific) และ ทางการแพทย์ (Medical) รวมเป็น ISM

2.3.1.2 มีสายอากาศให้เลือกใช้หลายแบบ คือ แบบ Chip Ant , Whip Ant , UFL con , RPSMA con โดย 2 แบบหลัง เราต้องไปหาเสาอากาศย่าน 2.4 Ghz ที่เป็น connector แบบ UFL หรือ SMA

2.3.1.3Supply Voltage อยู่ที่ 2.8-3.4 V

2.3.1.4Power Down Current< 10uA

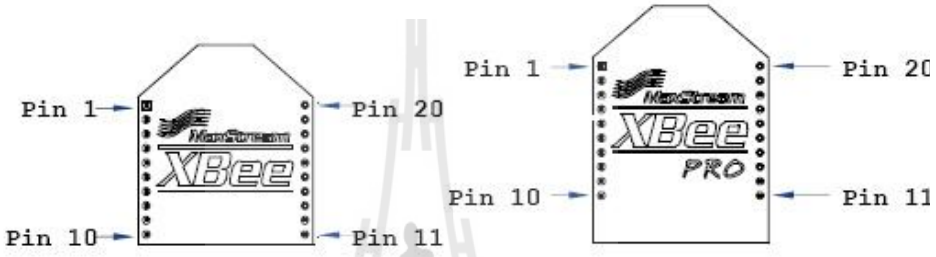
2.3.1.5 มี RF data rate อยู่ที่ 250 Kbps (เป็นส่วนของ สัญญาณที่ส่งผ่านอากาศ)

2.3.1.6 มี Serial Interface Data Rate อยู่ระหว่าง 1200 – 115200 Bps (เป็นส่วนที่ติดต่อสื่อสารกับไมโครคอนโทรเลอร์)

2.3.1.7 เป็น Spread Spectrum ชนิด DSSS (Direst Sequence Spread Spectrum)

2.3.1.8 การกำหนด Addressing มีลำดับลักษณะคือ กำหนด PAN ID สำหรับเครือข่ายหนึ่ง ๆ , กำหนด Channel และ กำหนด address ของแต่ละตัว

X-Beeจะมีอยู่ 20 ขาดังรูปที่ 2.6แต่จะไม่สามารถนำ X-Bee ต่อลง Protoboard ได้โดยตรง เพราะความห่างช่องขาของ X-Bee แคบกว่าช่อง Protoboard ท่านจะต้องทำ PCB ขึ้นมาเพื่อต่อใช้งานเลย หรือไม่ก็หา Socket แปลงขาใช้งาน เป็นระยะห่างขามาตรฐาน (Pitch) เท่ากับ 2.54 mm หรือ 1 mil สำหรับผู้ที่ต้องการจะออกแบบ PCB จะต้องหาดูแบบ Drawing ในการช่วยใช้งาน



รูปที่ 2.6จำนวนขาของ X-Bee

X-Bee จะมีอยู่ 2 รุ่นคือ รุ่น series 1 และ รุ่น series 2 (ZB) และยังมีขนาด power ให้เลือกอีก 2 แบบ คือ แบบธรรมดา (1 mW – 2 mW) และ แบบ PRO (50mW- 60 mW) ซึ่งจะมีผลเรื่องระยะทางการรับส่งข้อมูล โดยแต่ละ Series นั้น สามารถสร้างเครือข่ายได้หลายแบบ แต่จะมีเพียง Series 2 เท่านั้นที่จะทำเครือข่ายแบบ Mesh ได้ ซึ่งยังมีรายละเอียดปลีกย่อยในเรื่องของความแตกต่างในแต่ละ Seriesซึ่งจะสามารถศึกษาดูได้เฉพาะรุ่น
X-Beeทั้ง 2 Series นี้สามารถสร้าง Topology ได้ดังนี้

◆รุ่น series 1Peer-to-Peer, Point-to-Point, Point-to-Multipoint (Broadcast)

◆รุ่น series 2 (ZB) Mesh, Peer-to-Peer, Point-to-Point, Point-to-Multipoint (Broadcast)
X-Bee Series2 จะมี Parameter ในการ Setting ต่าง ๆ มากกว่า Series 1

เราสามารถทดสอบด้วยการ ปรับ Parameter ที่สำคัญต่าง ๆ ผ่าน Software User Interface ได้ ท่านสามารถ Download Software User Interface ที่ใช้ร่วมกันกับ X-Beeชื่อ X-CTU
นอกจากใช้ Software แล้ว ต้องมีอุปกรณ์ที่จะเชื่อมต่อ X-Beeเข้ากับคอมพิวเตอร์เพื่อทำการติดต่อสื่อสารกับ X-CTU ด้วยอุปกรณ์ที่ว่านี้ คือตัวที่จะนำขาบางขาของ X-Beeมาต่อเข้ากับ Max232 เพื่อเปลี่ยนระดับสัญญาณ TTL ให้สามารถติดต่อสื่อสารกับคอมพิวเตอร์ผ่าน RS232

(DB9) ได้ หรือเราจะใช้ FT232RL สำหรับแปลง Serial เป็น USB ในกรณีที่ Computer ไม่มีพอร์ต DB9

ตัวอย่างอุปกรณ์ที่ใช้เชื่อมต่อกับคอมพิวเตอร์เพื่อ Update , ConfigParameter โปรแกรม firmware ใหม่ และสำหรับใช้ทำการทดสอบเบื้องต้น เช่น X-Bee Socket, X-Bee USB Dongle , X-Bee Breadboard , X-bee RS232 (DB9) Dongle อุปกรณ์ เหล่านี้ถือว่าเป็นอุปกรณ์เสริมที่ลดภาระงานทางด้าน Hardware ได้ส่วนหนึ่ง ในระยะเริ่มต้นก็จะสะดวก มากขึ้น แต่หากต้องการจะทำ Hardware ขึ้นเอง

2.3.2 สัญญาณรบกวนของ X-Bee

X-Beeนั้น ใช้ย่านความถี่ 2.4 Ghz ซึ่งเป็นย่านเดียวกันกับ Bluetooth หรือ Wireless Lan ซึ่งอาจมีความ สงสัยว่า สัญญาณมันจะกวนกันหรือไม่ คำตอบคือ กวนกัน ยกตัวอย่างเช่น ที่ อาคารวิชาการ 1เรามี Wireless lan ใช้ Access Point 1 ตัว และเราก็ยังใช้เครื่องโทรศัพท์แบบ ถือไปมาได้ (2.4 GHz Cordless Telephones) ซึ่งก็ใช้ย่าน 2.4 GHz เช่นกัน แล้วเราก็ทดสอบใช้งาน X-Bee ปรากฏว่า การรับส่งสัญญาณก็ขาดหายไปบ้าง แต่บางครั้งก็ครบถ้วน นั่นอาจเป็นเพราะกำลังส่งของ X-Beeและระยะทางของ Node ที่เราทดสอบใกล้กันมาก

ช่องสัญญาณย่านความถี่ 2.4 GHz นี้เรียกว่าเป็นย่านไมโครเวฟ หลักสำคัญของย่านไมโครเวฟอย่างหนึ่งคือ การวางตำแหน่งตัวรับส่งสัญญาณนั้น ต้องตั้งแบบ Line Of Sight (ไม่มีสิ่งกีดขวางใด ๆ) ถึงจะได้กำลังส่งสูงสุด สำหรับกำลังส่งของ X-Beeในรุ่น Pro จะใช้ 50-60 mWใน Datasheet บอกว่าได้ไกลถึง 1.5 km. แต่ก็ต้องเป็นลักษณะ ของ Line Of Sight หากไม่ใช่เงื่อนไขนี้เราจะได้ระยะการรับส่งสัญญาณที่ลดลง นอกเหนือจากเรื่อง Line Of Sight แล้ว ยังมีเรื่องสัญญาณรบกวนต่าง ๆ (Interference) ยิ่งถ้าต้องอยู่กับพาหนะที่เคลื่อนที่ได้ อัตราการส่งสัญญาณนั้นจะยิ่งมีปัญหาดูได้จากตารางที่ 2.1

ตารางที่ 2.1แสดงผลกระทบของการส่งสัญญาณเมื่อมีความเร็วเกี่ยวข้อง

ความเร็ว (Km/Hr)	ที่รับได้ (packets)	เวลาที่ใช้ (s)	ปริมาณข้อมูลที่ส่งได้	
			bytes	bits
5	38	144	1216	36864
10	22	72	704	18432
15	16	48	512	12288
20	13	36	416	9216
25	9	28.8	288	7373
30	7	24	224	6144
35	5	20.6	160	5266

2.3.3 สายอากาศ X-Bee

เรื่องของสายอากาศครับ ตัว X-Beeมีให้เลือกที่เป็นแบบสำเร็จรูปพร้อมใช้ ไม่ต้องหาสายอากาศมาต่อเพิ่มคือ สายอากาศแบบ Chip Ant และ Whip Ant ซึ่งเราจะสามารถศึกษาได้จากรูปแบบ การแพร่กระจายคลื่น ว่าสายอากาศนี้ จะมีอัตราการขยายดีอย่างไร เหมาะกับรูปแบบการติดตั้งใช้งานหรือไม่

*2.3.3.1PCB Antenna*เหมาะกับการใช้งานใน โครงงานที่ต้องการขนาดเล็ก เพราะการใช้สายอากาศแบบนี้สายอากาศไม่เกะกะ นำไปใส่กล่องได้ แต่ได้เฉพาะกล่องพลาสติกไม่สามารถใช้กล่องเหล็กได้เนื่องจากใส่กล่องเหล็กสัญญาณจะไม่สามารถส่งออกมานอกกล่องเหล็กได้หากต้องใช้กล่องเหล็ก ควรเลือกใช้สายอากาศที่ต่อออกมานอกกล่องเหล็กดังรูปที่2.7

รูปที่ 2.7 X-Bee แบบPCB Antenna

*2.3.3.2Wire Antenna*ระยะและความเสถียร จะได้ตาม Spec และด้วยสายอากาศที่ยื่นออกมาลักษณะนี้บางทีผู้ใช้อาจจะรู้สึกเกะกะ ทำให้ใส่กล่องที่ออกแบบมาไม่ได้แต่ถ้าใช้งานแบบทั่วไป ขอแนะนำสายอากาศแบบนี้ดังรูปที่ 2.8

รูปที่ 2.8 X-Bee แบบWire Antenna

*2.3.3.3UFL Antenna*ระยะและความเสถียร จะได้ตาม Spec เหมาะกับ งานที่ออกแบบใส่ในกล่องและต้องการให้สายอากาศยื่นออกมานอกกล่อง และเนื่องจากการที่ต้องต่อสาย UFL to SMA ออกมาเพิ่มเติม ตรงจุดนี้จะทำให้เกิดการลดทอนสัญญาณบ้างแต่ก็จะมีการขยายสัญญาณที่สายอากาศอีกทีจึงต้องไปพิจารณาอัตราขยายที่สายอากาศต่อด้วย (อัตรขยาย เรียกว่า Gain มีหน่วยเป็น dB หรือ dBi) ดังรูปที่ 2.9

รูปที่ 2.9 X-Bee แบบUFL Antenna

*2.3.3.4SMA Antenna*ระยะและความเสถียร จะได้ตาม Spec ดีที่สุด ต่อใช้งานร่วมกับสายอากาศจะมีการขยายสัญญาณที่สายอากาศอีกที ในการต่อใช้งานจริง การออกแบบใส่กล่องจะต้องออกแบบให้มีตำแหน่งของ Xbee ให้ใกล้กับรูเจาะกล่อง ดังรูปที่ 2.10

รูปที่ 2.10 X-Bee แบบSMA Antenna

เมื่อนำเอาสายอากาศแต่ละอย่างมาเปรียบเทียบกัน เราจะเห็นข้อดีข้อเสีย ยกตัวอย่างเช่น Chip ant นั้น ก็มีข้อดีตรงที่มันทำให้ขนาด Dimension รวมมันเล็กลง แต่ อัตราการขยาย (Gain)น้อย

กว่าแบบ Whip ant Chip ant จึงมีระยะรับส่งข้อมูลที่ลดลงจาก ยกตัวอย่างเช่น รุ่น Pro ที่บอกว่าสามารถส่งได้ไกลสูงสุด 1.5 km แบบ line of sight แต่ถ้าเราเลือก chip ant แล้ว จะได้ระยะสูงสุดอยู่ที่ 500 กว่าเมตร ซึ่งเราจะสามารถดูได้จากตารางที่ 2.2

Module	Antenna Type	Outdoor Distance (Visual Lie-of-Sight)	Indoor Distance (office Building)	Indoor Distance (Warehouse)
XBee	Chip	470 ฟุต (143 เมตร)	80 ฟุต (24 เมตร)	-
	Whip	845 ฟุต (258 เมตร)	80 ฟุต (24 เมตร)	84 ฟุต (26 เมตร)
XBee-Pro	Chip	1690 ฟุต (515 เมตร)	140 ฟุต (43 เมตร)	-
	Whip	4382 ฟุต (1335 เมตร)	140 ฟุต (43 เมตร)	355 ฟุต (108 เมตร)

ตารางที่ 2.2ระยะการทำงานในแต่ละสายอากาศ

2.3.4รูปแบบการทำงานของ X-Bee

Xbee จะสามารถแบ่งช่วงการทำงานได้เป็น 5 แบบ คือ

*2.3.4.1 Idle Mode*โหมดนี้ จะเป็นโหมดที่ไม่ได้รับส่งข้อมูล ตัว Xbee เตรียมที่จะทำงานในโหมดอื่น ๆ ต่อไปทันที หากมีเงื่อนไขบางอย่าง

2.3.4.2-3 Transmit / Receive Mode (พูดรวม 2 รูปแบบ) คือช่วงที่ Xbee มีการรับ หรือ ส่งข้อมูล โดยจะแบ่งลักษณะการทำงานย่อยออกเป็น Direct กับแบบ Indirect , การกำหนด Address ต้นทางและปลายทาง ,Clear Channel Assessment และ การตอบรับ Acknowledgement

*2.3.4.4 Sleep Mode*คือ ช่วงที่ Xbee อยู่ในสถานการณ์ทำงานพลังงานต่ำที่สุด เมื่อไม่มีการใช้งาน

*2.3.4 .5 Command Mode*คือ เป็นส่วนการปรับ Parameter ของ Xbee ซึ่งจะมีการกำหนด 2 แบบคือ แบบ AT command กับแบบ API Command

2.3.5 เพราะอะไร X-Bee จึงเหมาะสม

จากการที่ผู้จัดทำโครงงานได้ศึกษาในเรื่องของระบบสื่อสารไร้สายแล้ว ทางผู้จัดทำโครงงานนั้นได้ศึกษาถึงข้อดีข้อเสียของอุปกรณ์ต่างๆ ซึ่งทางผู้จัดทำนั้นได้ตรวจสอบข้อมูลแล้ว X-Bee นั้นเป็นอุปกรณ์ที่ถือว่ามีความเหมาะสมกับการทำโครงงานครั้งนี้ค่อนข้างมาก เพราะจากการตั้งคุณสมบัติพื้นฐานเอาไว้เบื้องต้น อุปกรณ์ X-Bee นั้นตรงตามที่กำหนดไว้หมดคือ มีขนาดเล็ก สามารถจ่ายไฟจากแบตเตอร์รี่หรือถ่านไฟฉายได้ และสามารถทนต่อการลดทอนสัญญาณได้

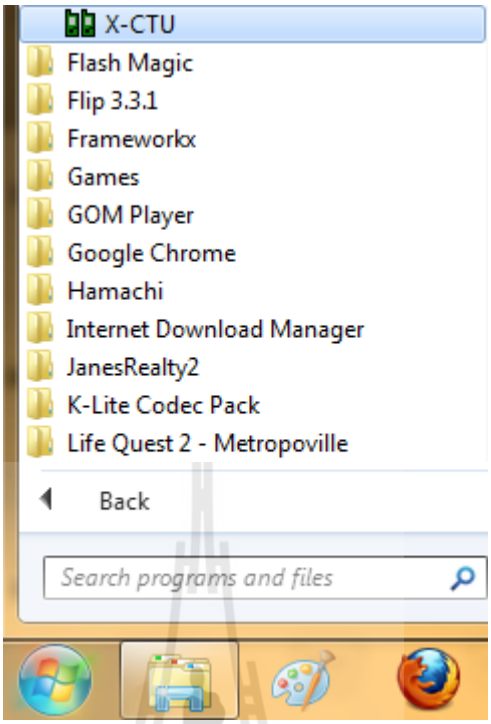
ในระดับหนึ่งซึ่งในการทำโครงงานครั้งนี้ ผู้จัดทำได้เลือก X-Bee ย่านความถี่ 2.4 GHz ใช้เนื่องจากไม่เกะกะมีขนาดเล็กและระยะที่ต้องการใช้ในโครงงานนั้นมีสิ่งกีดขวางอยู่มาก ทั้งตึกอาคาร และต้นไม้ จึงทำให้เลือกใช่ย่านความถี่ที่ต่ำลงมาเพื่อที่จะได้มีความยาวคลื่นมากกว่าการใช้ความถี่สูง มีความสามารถในการทะลุทะลวงมากกว่าสามารถไปได้ไกลและเหมาะกับสถานที่ที่มีสิ่งกีดขวางเป็นจำนวนมาก จึงมีความเหมาะสมกับโครงงานนี้ นอกจากนี้ทางผู้จัดทำได้เลือก X-Bee นี้จะมีความเสถียรกว่าการใช้ระบบอินเตอร์เน็ตแสดงการระบุพิกัด ทำให้ไม่สามารถใช้งานได้ในบางเวลาและใยสถานที่ ทางผู้จัดทำโครงงานจึงได้ทำการเลือกใช้ X-Bee ในการทำสัญญาณเตือนก่อนรถโดยสารมา

2.3.6การใช้งานโปรแกรม X-CTU

โปรแกรมนี้เราจะใช้ในการตั้งค่าให้กับ X-Bee ซึ่งโดยพื้นฐานนี้ X-Bee นั้นจะได้รับการเซตค่าประสิทธิภาพสูงสุดไว้อยู่แล้ว แต่การที่เราจะทำให้ X-Bee สามารถสื่อสารกันได้นั้น เราจำเป็นที่จะต้องมีการตั้งค่าเพื่อให้ X-Bee นั้นรู้จักและสามารถติดต่อกันได้ โดยรูปแบบเครือข่ายที่จะใช้นั้น จะขึ้นอยู่กับแต่ละรุ่นของ X-Bee ว่าสามารถทำได้ในรูปแบบใดบ้างและความพอใจของผู้ใช้งาน โดยในที่นี้จะขอนำวิธีการตั้งค่าแบบจุดต่อจุดระหว่าง X-Bee สองตัว

2.3.6.1เปิดโปรแกรม X-CTU โดยเลือกไอคอนที่หน้าจอดังรูปที่ 2.11)หรือจะไปที่ Start→All Programs→ Digi → X-CTUดังรูปที่ 2.12

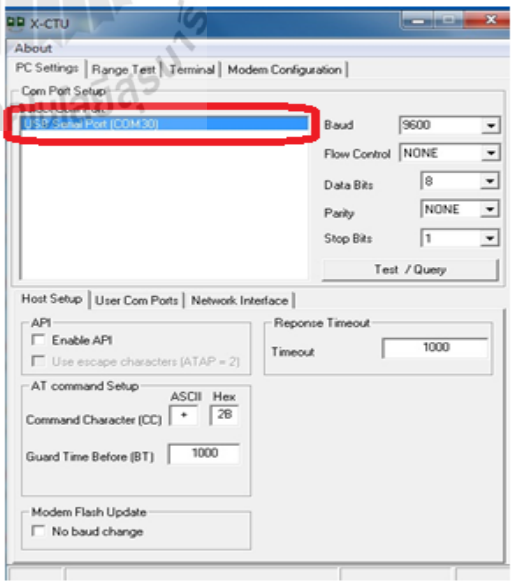
รูป 2.11ไอคอนโปรแกรม X-CTU



รูปที่ 2.12การเข้าโปรแกรมโดยเริ่มที่จุด Start

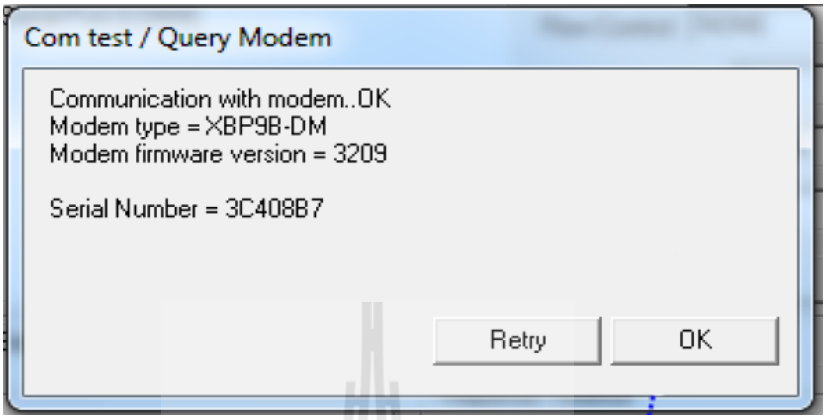
2.3.6.2 จากนั้นจะปรากฏหน้าต่างที่แสดงให้เห็นขึ้นการเชื่อมต่อของ X-Bee กับเครื่องคอมพิวเตอร์ดังเช่นรูปที่ 2.12

แสดงให้เห็นว่าได้มีจำนวน X-Bee ที่ได้ทำการเชื่อมต่อ และแสดงว่ามีการเชื่อมต่อที่คอม



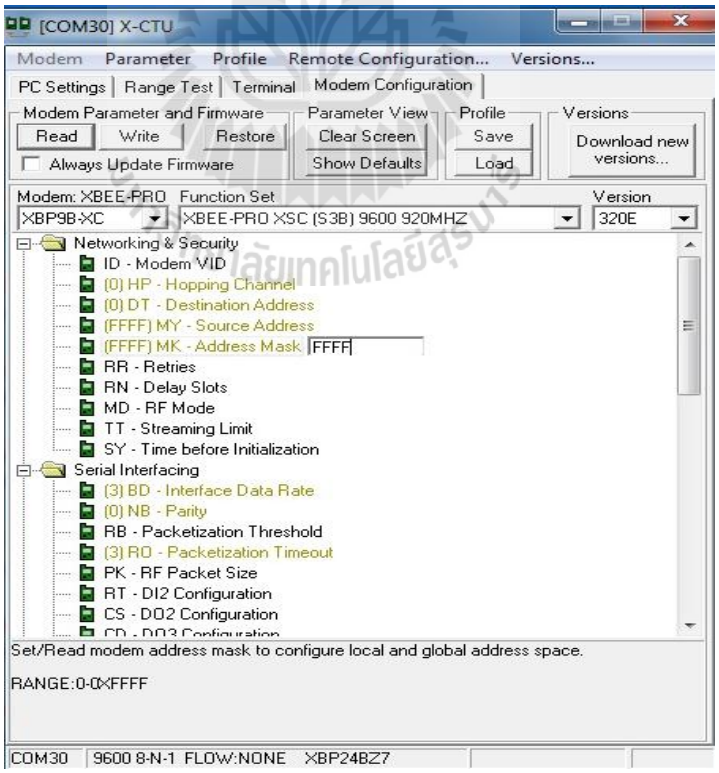
รูปที่ 2.13หน้าต่างบอกถึงจำนวนการเชื่อมต่อและคอมพอร์ตนั้นๆ

2.3.6.3 คลิกเลือก Test/Query โปรแกรมจะทำการอ่านค่า X-Bee ที่เลือกถ้าสามารถเชื่อมต่อกับ X-Bee ได้จะแสดงชนิดของ X-Bee โดยจะเป็นดังเช่นในรูปที่ 2.14



รูปที่ 2.14การบอกรุ่นประจำ X-Bee แต่ละตัว

2.3.6.4เมื่อมีการเชื่อมต่อเสร็จสมบูรณ์แล้ว ให้เลือกModem Configuration แล้วเลือกRead ซึ่งโปรแกรมจะทำการรันและแสดงผลของ X-Bee รุ่นนั้นๆ ดังเช่นในรูปที่ 2.15



รูปที่ 2.15โปรแกรมได้แสดงค่าพารามิเตอร์ใน X-Bee

2.3.6.5 โดยในการทำโครงงานครั้งนี้เราเลือกที่จะใช้ XBP9B-XC ซึ่งเราจะทำการตั้งค่าแบบจุดต่อจุด โดยในที่นี้เราจะทำการตั้งค่าใน MY และ MK ใน X-Bee ทั้งสองตัวที่ต้องการให้เชื่อมต่อกันให้เหมือนกันทั้งคู่เพื่อที่จะให้สามารถสื่อสารหากันได้ และเมื่อทำเสร็จแล้วก็ได้ทำการทดสอบดูว่าX-Bee ทั้งสองได้ทำการเชื่อมต่อกันสมบูรณ์

2.4บอร์ด Arduino UNO

UNO ในภาษาสเปนกับอิตาเลียนนั้นแปลว่า One ในภาษาอังกฤษ หรือ หนึ่งในภาษาไทยนั่นเอง บอร์ด Arduino UNO (รูปที่2.16) นั้นเป็นบอร์ดที่ออกมาตั้งแต่ปลายปี2010

รูปที่ 2.16บอร์ด Arduino UNO

UNO นั้นใช้ Atmega328 (มีหน่วยความจำแบบ Flash 32kB ใช้เป็น Bootloader ไป 0.5kB, SRAM 2kB และ EEPROM อีก 1kB) เป็นไมโครคอนโทรลเลอร์หลักซึ่งใช้แพ็คเกจแบบ DIP ทำให้ง่ายต่อการพัฒนาเช่นเวลาที่เราต้องการนำไมโครชิปที่ถูกโปรแกรมไปใช้ในบอร์ดอื่นหรือเวลาที่ชิปเสียเราก็สามารถที่จะหาซื้อไมโครชิปมาเปลี่ยนเองได้ง่ายๆ มี I/O ให้ใช้งานทั้งหมด 20 ขา (แบ่งเป็นดิจิตอล I/O 16 ขา และ อินพุตแบบแอนาล็อกอีก 6 ขา) ใช้คริสตัลความถี่ 16 MHz มี USB คอนเน็คเตอร์แบบ B, หัวต่อ DC adaptor, พอร์ตสำหรับโปรแกรมแบบ ICSP, และสวิตช์สำหรับรีเซ็ท ตัวบอร์ดสามารถเลือกแหล่งจ่ายไฟได้โดยอัตโนมัติระหว่างจากพอร์ต USB และแหล่งจ่ายภายนอก แต่ไม่มีสวิตช์เปิดปิดทำให้เวลาที่ต้องการเปิดปิดจะสามารถทำได้โดยการดึงปลั๊กหรือถอดสาย USB เท่านั้น นอกจากนี้ บนบอร์ดนั้นยังประกอบไปด้วยไมโครคอนโทรลเลอร์อีกตัวหนึ่งคือ Atmega16U2 ซึ่งทำหน้าที่เป็น USB-to-Serial Convertor

2.4.1 การใช้งานโปรแกรมArduino 1.0.5

โปรแกรม Arduino 1.0.5 เป็นโปรแกรมที่ถูกสร้างมาเพื่อบอร์ดตระกูล Arduion โดยเฉพาะซึ่งตัวบอร์ดทุกรุ่นของ Arduino นั้นจะสามารถรองรับคำสั่งที่ถูกสั่งจากโปรแกรมได้ ซึ่งภาษาที่ใช้นั้นจะใกล้เคียงกับภาษา C แต่มีบางส่วนที่เป็นเฉพาะของ Arduino ออกมา

2.4.1.1 โปรแกรมคำสั่งของตัวส่ง(การใช้พลังงานจากแบตเตอรี่) (ภาคผนวก ก)

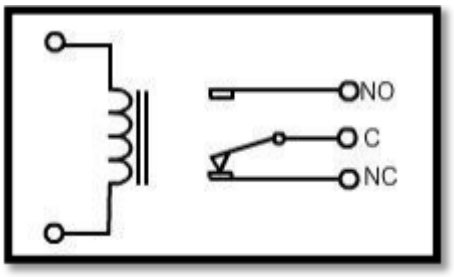
2.4.1.2 โปรแกรมคำสั่งของตัวรับ(ภาคผนวก ข)

2.4.1.3 โปรแกรมคำสั่ง Set RCT(ภาคผนวก ค)

2.5รีเลย์ (Relay)

รี เลย์ (Relay) คือ อุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ที่ทำหน้าที่ ตัด-ต่อวงจร คล้ายกับสวิตซ์ โดยใช้หลักการหน้าสัมผัส และการที่จะให้มันทำงานก็ต้องจ่ายไฟให้มันตามที่กำหนด เพราะเมื่อจ่ายไฟให้กับตัวรีเลย์ มันจะทำให้หน้าสัมผัสติดกัน กลายเป็นวงจรปิด และตรงข้ามทันทีที่ไม่ได้จ่ายไฟให้มัน มันก็จะกลายเป็นวงจรเปิด ไฟที่เราใช้ป้อนให้กับตัวรีเลย์ก็จะเป็นไฟที่มาจาก เพาเวอร์ฯ ของเครื่องเรา ดังนั้นทันทีที่เปิดเครื่อง ก็จะทำให้รีเลย์ทำงาน

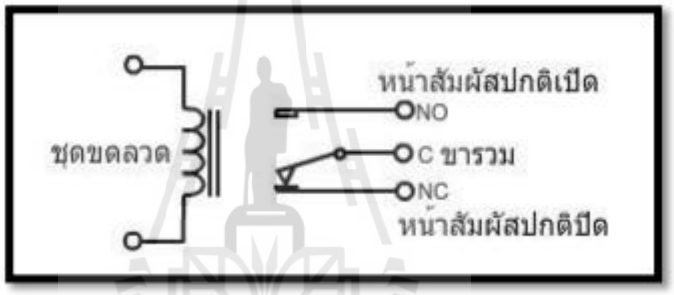
รูปที่2.17รีเรย์ที่ใช้ในงาน



รูปที่2.18 สัญลักษณ์ของรีเรย์

โครงสร้างของรีเลย์

ภายในโครงสร้างของ รีเลย์ จะประกอบไปด้วยขดลวด 1 ชุด และ หน้าสัมผัส ซึ่งในหน้าสัมผัส 1ชุด ซึ่งจะประกอบไปด้วย หน้าสัมผัสแบบปกติปิด (Normally Close หรือ NC) ซึ่งในสภาวะปกติ ขานี้จะต่ออยู่กับขาร่วม ©และ หน้าสัมผัสแบบปกติเปิด (Normally Open หรือ NO) ขานี้จะต่อเข้ากับขาร่วม (C) เมื่อขดลวดมีแรงดันตกคร่อม หรือกระแสไหลผ่าน (ในปริมาณที่เพียงพอ) ใน รีเลย์ 1 ตัว อาจมีหน้าสัมผัสมากกว่า 1 ชุด ซึ่งขึ้นอยู่กับผู้ผลิต

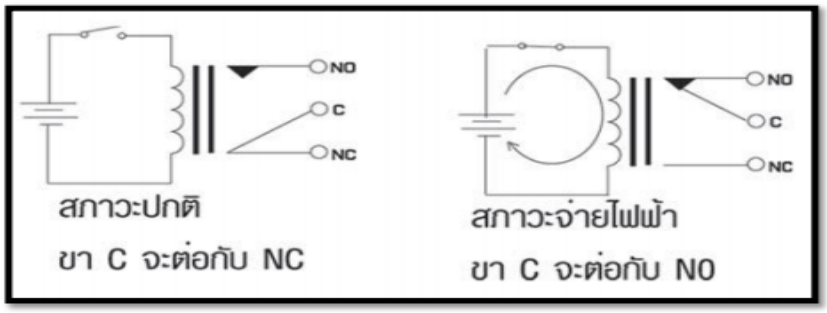


รูปที่2.19สัญลักษณ์ของรีเลย์แทน โครงสร้างรีเลย์

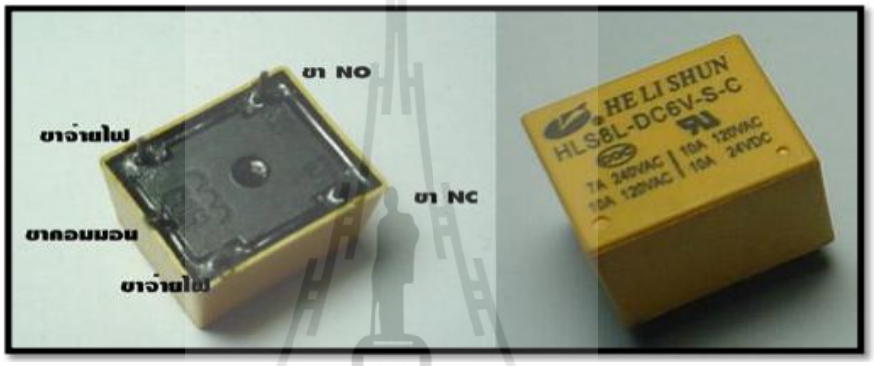
มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

หลักการทำงานของรีเลย์

เมื่อมีกระแสไฟฟ้าไหลผ่านขดลวด จะทำให้ขดลวดเกิดสนามแม่เหล็กไปดึง แผ่นหน้าสัมผัสให้ดึงลงมา แตะหน้าสัมผัสอีกอันทำให้มีกระแสไหลผ่านหน้าสัมผัสไปได้



รูปที่2.20สภาวะการทำงานของรีเลย์



รูปที่2.21ด้านล่างของรีเลย์จะแสดงตำแหน่งขา และ ด้านบนจะแสดงรายละเอียดการใช้งาน

ขาของรีเลย์จะประกอบไปด้วยตำแหน่งต่างๆดังนี้

ขาจ่ายแรงดันใช้งาน ซึ่งจะมีอยู่ 2 ขา จากรูป ที่2.21จะเห็นสัญลักษณ์ขดลวดแสดงตำแหน่งขา coil หรือ ขาต่อแรงดันใช้งาน

- ขา C หรือ COM หรือ ขาคอมมอน จะเป็นขาต่อระหว่าง NO และ NC

-ขา NO (Normally Opened หรือ ปกติเปิด) โดยปกติขานี้จะเปิดเอาไว้จะทำงานเมื่อเราป้อนแรงดั น ให้รีเลย์

-ขา NC (Normally Closed หรือ ปกติปิด) โดยปกติขานี้จะต่อกับขา C ในกรณีที่เราไม่ได้จ่ายแรงดัน

หน้าสัมผัสของ C และ NC จะต่อถึงกัน

ข้อคำถึงในการใช้งานรีเลย์ทั่วไป

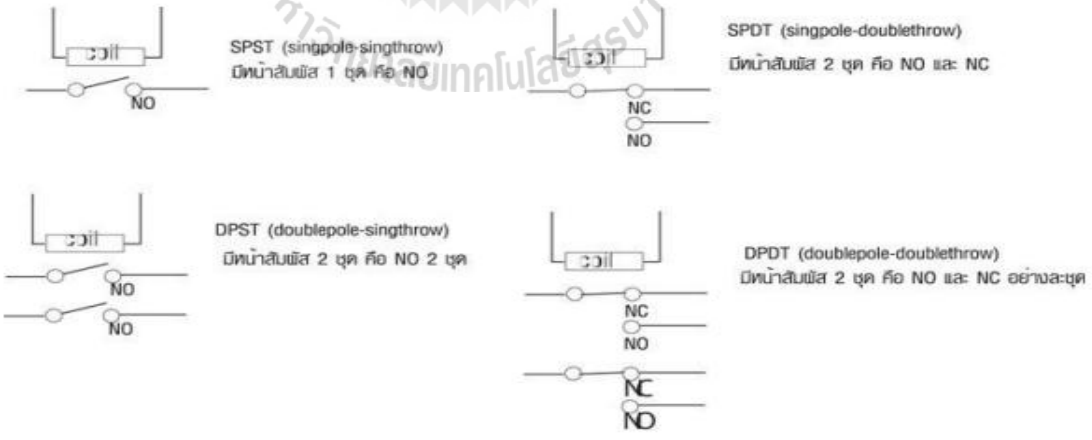
1. แรงดันใช้งาน หรือแรงดันที่ทำให้รีเลย์ทำงานได้ หากเราดูที่ตัวรีเลย์จะระบุค่า แรงดันใช้งานไว้ (หากใช้ในงานอิเล็กทรอนิกส์ ส่วนมากจะใช้แรงดันกระแสตรงในการใช้งาน) เช่น 12VDC คือต้องใช้แรงดันที่ 12 VDC เท่านั้นหากใช้มากกว่านี้ ขดลวดภายใน ตัวรีเลย์อาจจ ะขาดได้ หรือหากใช้แรงดันต่ ากว่ามาก รีเลย์จะไม่ท างาน ส่วนในการต่อวงจรนั้นสามารถต่อขั้วใดก็ได้ เพราะตัวรีเลย์จะไม่ระบุขั้วต่อไว้ (นอกจากชนิดพิเศษ)

2. การใช้งานกระแสผ่านหน้าสัมผัส ซึ่งที่ตัวรีเลย์จะระบุไว้ เช่น 10A 220AC คือ หน้าสัมผัสของรีเลย์นั้นสามารถทนกระแสได้ 10 แอมแปร์ที่ 220VAC แต่การใช้ก็ควรจะใช้งานที่ระดั บกระแสต่ำกว่านี้จะเป็นการดีกว่าเพราะถ้ากระแสมากหน้าสัมผัส ของรีเลย์จะละลายเสียหายได้

3. จำนวนหน้าสัมผัสการใช้งาน ควรดูว่ารีเลย์นั้นมีหน้าสัมผัสให้ใช้งานกี่อัน และมีขั้วคอมมอนด้วย

จำนวนหน้าสัมผัสของรีเลย์

ปกติแล้วรีเลย์จะมีหน้าสัมผัสและการเรียกจำนวนหน้าสัมผัสดังนี้

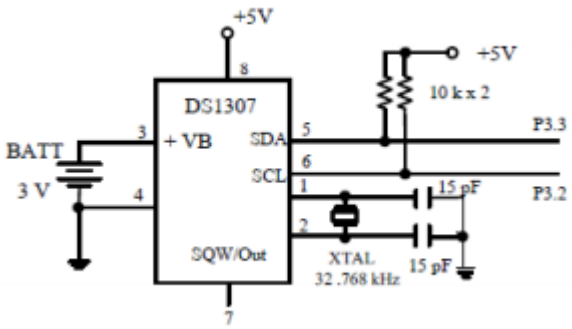


รูปที่2.22หน้าสัมผัสของรีรเรย์

2.6RTC (Real Time Clock) ด้วย DS1307

การเชื่อมต่อไอซีสร้างฐานเวลาจริง (RTC: Real Time Clock) ซึ่งมีหน้าที่สร้างฐานเวลาจริงให้ไมโครคอนโทรลเลอร์โดยใช้ IC DS1307 ต่อเชื่อมกับไมโครคอนโทรลเลอร์เพียง 2 บิตคือขา SDA และ SCL ตามรูปที่ 10.1 โดย IC DS1307 จะให้ข้อมูลเกี่ยวกับวันเวลาทั้งหมดได้แก่วินาที , นาที, ชั่วโมง, วันในสัปดาห์, วันที่, เดือนและปี ค.ศ. ไอซี DS1307 จำเป็นต้องต่อแบตเตอรี่ไว้ตลอดเพื่อเป็นไฟเลี้ยงวงจรภายในให้ทำงานต่อไป IC DS1307 สามารถกำเนิดสัญญาณพัลส์ที่ขา 7 (SQW/Out) ส่งออกมาตลอดเวลาในกรณีที่มีการอีนาเบิลวงจรกำหนดสัญญาณพัลส์ที่รีจิสเตอร์ควบคุมค่าความถี่สัญญาณนี้สามารถเลือกได้ 4 ค่าคือ 1 Hz, 4.096 kHz, 8.192 kHz, 32.768 kHz พร้อมกันนั้นจะมีการเก็บค่าของเวลาไว้ในหน่วยความจำแรมภายในซึ่งมีขนาดรวม 64 ไบต์แต่จัดให้เก็บข้อมูลเวลาและรีจีสเตอร์ควบคุมจำนวน 8 ไบต์และเป็นหน่วยความจำสำหรับเก็บข้อมูลทั่วไปสำหรับผู้ใช้งานอีก 56 ไบต์ถ้าใช้ VBAT เท่ากับ 3 V แล้วไฟเลี้ยงมีค่าต่ำกว่า VBAT IC DS1307 จะเข้าสู่โหมดสำรองข้อมูลกระแสต่ำทันทีจะไม่มีการกำหนดสัญญาณพัลส์ออกมาแต่วงจรสร้างฐานเวลายังคงทำงานต่อไปเมื่อมีไฟเลี้ยงปรากฏขึ้นอีกครั้ง IC DS1307 จึงมีค่าของเวลาที่เป็นจริงวงจรสื่อสารอนุกรมภายใน IC DS1307 เป็นช่องทางการสื่อสารระหว่าง IC DS1307 กับอุปกรณ์มาสเตอร์ในระบบ I2C Bus ผู้ใช้สามารถเข้าถึงหน่วยความจำที่ใช้เก็บค่าเวลาและหน่วยความจำที่ใช้งานทั่วไปได้โดยรายละเอียดการเก็บค่าเวลาและรีจิสเตอร์ควบคุมในหน่วยความจำแรมภายใน IC DS1307 เป็นไปตามตารางที่ 2.3

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี



รูปที่2.23 วงจรการเชื่อมต่อกับ IC DS1307 (RTC)

ค่าของข้อมูล	ADDR	BIT 7	BIT 6	BIT 5	BIT 4	BIT 3	BIT 2	BIT 1	BIT 0
00 – 59	00H	CH	ข้อมูลวินาที (หลักสิบ)			ข้อมูลวินาที (หลักหน่วย)			
00 – 59	01H	X	ข้อมูลนาที (หลักสิบ)			ข้อมูลนาที (หลักหน่วย)			
01 – 12 00 - 23	02H	X	12 ชม. ("1")	ชม. (หลักสิบ)	ข้อมูล ชม. (หลักสิบ)	ข้อมูลชั่วโมง (หลักหน่วย)			
			24 ชม.	AM / PM					
1 – 7	03H	X	X	X	X	X	ข้อมูลวันในสัปดาห์		
01 – 28 / 29 01 – 30 / 31	04H	X	X	ข้อมูลวันที่ (หลักสิบ)		ข้อมูลวันที่ (หลักหน่วย)			
01 – 12	05H	X	X	X	ข้อมูล เดือน (หลัก สิบ)	ข้อมูลเดือน (หลักหน่วย)			
00 - 99	06H	ข้อมูลปี (หลักสิบ)				ข้อมูลปี (หลักหน่วย)			
	07H	OUT	X	X	SQWE	X	X	RS1	RS0

ตารางที่ 2.3การเก็บค่าเวลาและรีจีสเตอรควบคุมในหน่วยความจำแรมภายใน IC DS1307

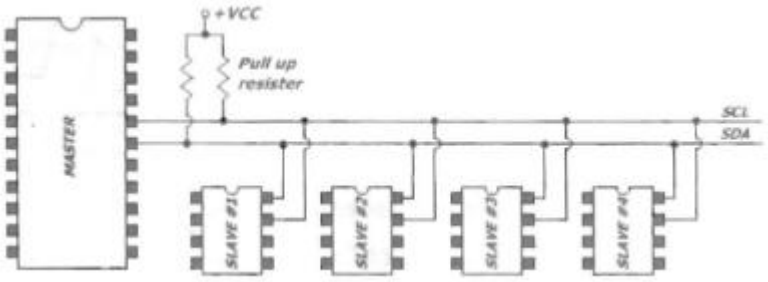
หมายเหตุ: ถ้า Bit 4 (SQWE) เป็น “1” ส่งผลให้มีสัญญาณพัลส์ออกที่ขา 7 (SQW/Out) โดยความถี่ขึ้นอยู่กับค่าของ RS1 และ RS0 ซึ่งเป็นไปตามตารางที่2.4

RS1	RS0	F (SQW/Out)
0	0	1 Hz
0	1	4.096 kHz
1	0	8.192 kHz
1	1	32.768 kHz

ตารางที่ 2.4ความถี่ของสัญญาณพัลส์ที่ขา 7 (SQW/Out)

ถ้า Bit 4 (SQWE) เป็น “0” ส่งผลให้ที่ขา 7 (SQW/Out) มีลอจิกตาม Bit 7 (Out)

2.7การติดต่อสื่อสารแบบ I2C



รูปที่2.24การต่ออุปกรณ์ Master และอุปกรณ์Slave บนระบบบัสแบบ I2C

I2C ย่อมาจาก INTER-IC เป็นระบบการติดต่อสื่อสารแบบใช้สายสัญญาณ 2 เส้นประกอบด้วย SCL (serial clock line) สายสัญญาณนาฬิกา SDA (serial data line) เป็นสายสัญญาณข้อมูล การติดต่อแบบ I2C นั้นจะต้องประกอบไปด้วย MASTER (ตัวแม่หรือไมโครคอนโทรลเลอร์)และ SLAVE (ตัวลูกหรือ DS1307) การทำงานคือว่าตัวแม่จะส่งสัญญาณนาฬิกาออกมาที่ขา SCL ให้จังหวะการทำงานกับตัวลูก ความเร็วในการติดต่อสื่อสารนั้นมีตั้งแต่ความเร็วที่ความถี่ 100 k H z - 400 k H z ตามสมการ

$$f_{serialclock} = \frac{f_{UCLK}}{(2+DIVH)+(2+DIVL)} \qquad 2.4$$

เมื่อ

$f_{serialclock}$ = ความถี่ที่ต้อง

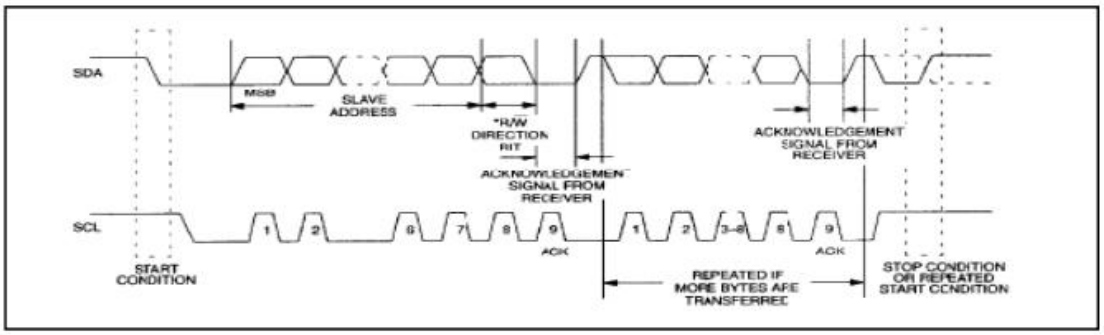
f_{UCLK} = ความถี่ของสัญญาณนาฬิกาของตัวไมโครคอนโทรลเลอร์ (41.78 MHz)

DIVH = คาบเวลาของลอจิก high

DIVL = คาบเวลาของลอจิก low

ยกตัวอย่างเช่น ถ้าต้องการความถี่ 100 kHz จะได้ DIVH=DIVL= 0xCF

TIMING DIAGRAM ของการส่งถ่ายข้อมูลแบบ I2C



รูปที่2.25 TIMING DIAGRAM ของการส่งถ่ายข้อมูลแบบ I2C

จากรูปสังเกตได้ว่าถ้า SCL เป็นลอจิก 1 แบบค้างสภาวะแล้ว SDA มีการเปลี่ยนแปลงข้อมูลจะถือว่าการเปลี่ยนแปลงนั้นไม่ใช่ข้อมูล ในช่วงเริ่มต้น (Start Condition) SCL เป็นลอจิก 1 SDA เป็นช่วงขอบขาลงหลังจากผ่านสัญญาณ Start แล้วตัว Master จะส่งแอดเดรสไปให้กับตัว Slave (DS1307) ว่าจะติดต่อกับตัวไหนในบอร์ดทดลองนี้ DS1307 อยู่ที่ 0xD หลังจากนั้นจะส่งบิต R/W เพื่อบอกว่าต้องการเขียนหรืออ่าน 1=อ่าน , 0=เขียน เช่น 0xD0 เป็นการติดต่อเพื่อทำการเขียนเป็นต้น หลังจากนั้นตัว Master จะหยุดส่ง SDA แต่ส่ง SCL ออกไปหนึ่งลูกและรอรับสัญญาณจาก DS1307 ว่าทราบข้อมูลหรือยังถ้าตัวลูกส่ง ACK ตอบกลับมาว่าทราบแล้วตัว Master จะส่งข้อมูลไบต์ถัดไปตามมาถ้าส่งครบแล้วตัว Master จะทำให้ SDA/SCL เป็นลอจิก

1 คือช่วงของ Stop Condition

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

2.8 SD Card Module

การต่อใช้งาน SD Card Module เพื่อทำเป็นอุปกรณ์เก็บข้อมูล (log file)

รูปที่ 2.26การต่อใช้งาน SD Card Module

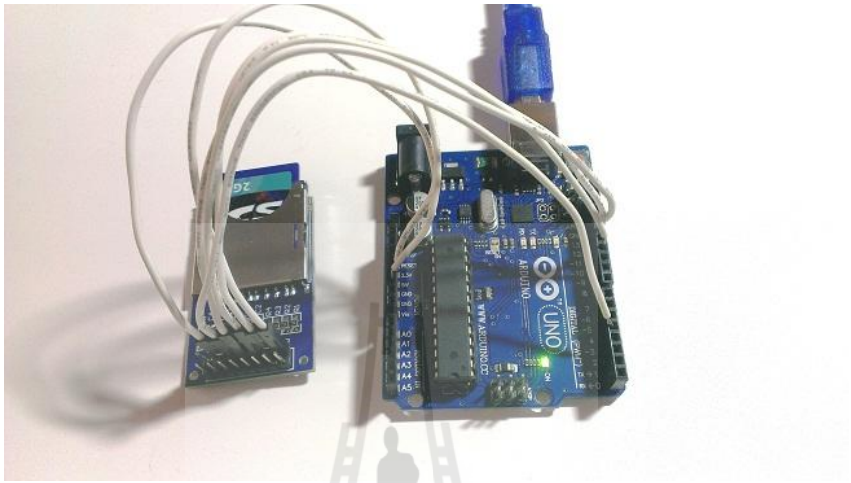
SD Card เป็นอุปกรณ์ที่สื่อสารโดยใช้ Serial Peripheral Protocol (SPI) โดยทั่วไป การสื่อสารแบบ SPI นั้นสามารถใช้สื่อสารระหว่างบอร์ดไมโครคอนโทรลเลอร์กับอุปกรณ์ต่อพ่วงอื่นๆได้พร้อมกันหลายๆชิ้น เช่น ติดต่อ ADC, SD Card Module, Sensors ต่างๆได้ แต่ในตัวอย่างที่จะเขียนด้านล่างนี้จะใช้ติดต่อระหว่าง Board Arduino กับ SD Card เท่านั้น ดังนั้น Board Arduino จึงทำหน้าที่เป็น Master และ SD Card Module จะเป็น Slave เพียงตัวเดียว และการจะต่อเข้ากับ Board ของ Arduino รุ่นต่างๆ จึงต่อใช้ Port สื่อสารดังต่อไปนี้

- **MISO (Master In Slave Out)**
- **MOSI (Master Out Slave In)**
- **SCK (Serial Clock)**
- **SS (Slave Select)**
- **5 VDC**
- **GND**
- **3.3V DC**

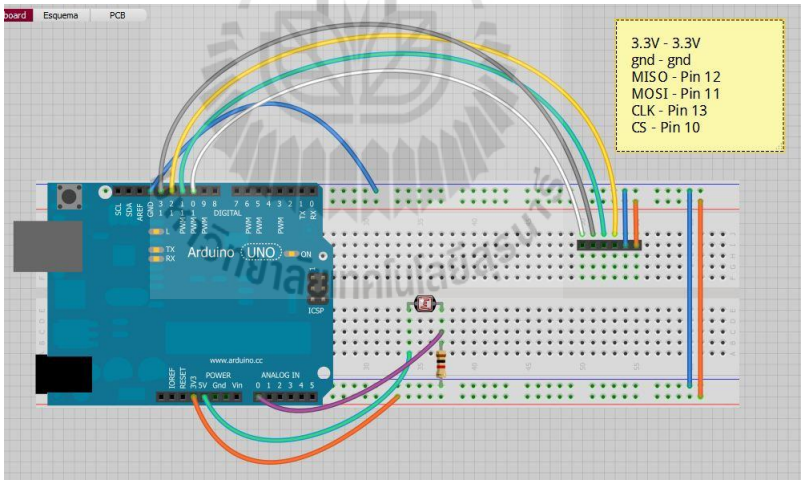
ซึ่งบอร์ด Arduino ต่างๆ ก็จะมี Pin ดังกล่าวพร้อมอยู่แล้ว แต่จะมีตำแหน่งที่แตกต่างกัน ก่อนใช้งานจึงต้องต่อให้ถูก

สำหรับ Arduino UNO R3

- **SPI: 10 (SS), 11 (MOSI), 12 (MISO), 13 (SCK)**



รูปที่ 2.27 การต่อ SD Module เข้ากับ บอร์ด Aduino



รูปที่2.28 การต่อสำหรับ Arduino MEGA และ MEGA ADK

- **SPI: 50 (MISO), 51 (MOSI), 52 (SCK), 53 (SS)**

ทำไมต้องมีไฟเลี้ยงทั้ง 5 และ 3.3 VDC มันเป็นแบบนี้เพราะว่า SD Card module ถูกออกแบบมาให้ใช้ได้กับบอร์ดหลายๆแบบ บางบอร์ดใช้ไฟเลี้ยงกับสัญญาณต่างๆ 5 โวลต์ (เช่น

UNO R3, Mega, Mega ADK) บางบอร์ดแค่ 3.3 โวลต์ (เช่น DUE หรือ พวก Raspberry PI) การใช้งานแรงกันเกินกว่าพิกัดของบอร์ด อาจทำให้เกิดความเสียหายได้

แต่สำหรับผู้ใช้ UNO หรือ MEGA ก็ใช้ 5 โวลต์อย่างเดียวก็พอ 3.3 โวลต์ จะต่อหรือไม่ก็ไม่ต่างกัน

หลังจากต่อเรียบร้อยดังรูปด้านบน หรือจะใช้กับ Prototype Shield เพื่อให้เรียบร้อยก็ไม่ว่ากัน ลอง Sketch ตัวอย่างที่ให้มาพร้อมกับ Arduino IDE กัน ลองเปิดใน Files => Examples => SD => Card Info

SD card test ภาคผนวก(ง)

2.9แบตเตอรี่ (แบตเตอรี่แห้ง Sealead 12 v, 1.2 AH ยี่ห้อ Leoch)

คือ อุปกรณ์ที่ ใช้เก็บไฟฟ้า โดยจะรับกระแสไฟฟ้า เก็บไฟฟ้าไว้และจ่ายออกมา ให้ใช้ในเวลาที่ต้องการ แบตเตอรี่เป็นอุปกรณ์ไฟฟ้าเคมี เก็บไฟฟ้าไว้ในสภาพของสารเคมีและแปลงออกมาเป็นไฟฟ้า ซึ่งสารเคมีในแบตเตอรี่ยังทำงานกลับไปกลับมาได้เรื่อยๆ เป็นเวลานานๆ

วิธีการชาร์จแบตเตอรี่

ในการชาร์จแบตเตอรี่จะต้องอยู่ในบริเวณที่ปราศจากไฟ เปลวไฟ และการแผ่รังสีที่ก่อให้เกิดความร้อน และต้องอยู่ในที่ๆ มีอากาศถ่ายเทได้สะดวก

การบำรุงรักษาแบตเตอรี่ (Dry Cell Battery Maintenance)

1. การจ่ายกระแสไฟฟ้า (Discharge)

1.1 หลีกเลี่ยงการจ่ายกระแสไฟฟ้าเกินความสามารถของแบตเตอรี่ (Over Discharge) โดยการใช้

งานหนักเกินความจำเป็น (Over Load) เนื่องจากจะทำให้อายุของแบตเตอรี่สั้นลง เพราะฉะนั้นควรให้แบตเตอรี่จ่ายกระแสไฟฟ้าประมาณ 70-80% ของ Capacity เช่น แบตเตอรี่ 24 โวลต์ ควรมี Cut-Off Discharge Voltage ประมาณ 20.4 โวลต์

1.2 สภาพการใช้และความจุของแบตเตอรี่ ความสามารถในการจ่ายกระแสไฟฟ้าขึ้นอยู่กับสภาพของแบตเตอรี่ เช่น แบตเตอรี่ที่แห้งและสะอาด จะมีความสามารถในการจ่ายกระแสไฟฟ้าได้ดี ใช้รถยกหรือบรรทุกสิ่งของด้วยความเหมาะสมกับความสามารถ ซึ่งควรมีความระมัดระวังเป็นอย่างยิ่ง

1.2.1 การจ่ายกระแสไฟฟ้าความจุของแบตเตอรี่ ลดลงเมื่อจ่ายกระแสเพิ่มขึ้น

1.2.2 อุณหภูมิ ความจุของแบตเตอรี่จะลดลงเมื่อใช้งานในสถานที่ที่มีอุณหภูมิต่ำๆ การใช้งานมานาน ความจุของแบตเตอรี่จะลดลงเมื่อมีอายุมากขึ้น การใช้งานบ่อยครั้ง หรือเป็นเวลานานขึ้น

2. การประจุไฟ (Normal Charge)

2.1 แบตเตอรี่เมื่อผ่านการใช้งานเสร็จสิ้นในแต่ละวัน ต้องได้รับการประจุไฟแต่ควรระวังไม่ให้อุณหภูมิของ ELECTROLYTE สูงเกิน 50° C ควรลดกระแสในการประจุไฟเพื่อป้องกันไม่ให้อุณหภูมิของ ELECTROLYTE สูงขึ้น

2.2 ตรวจสอบให้แน่ใจว่าในการต่อ Plug เพื่อการประจุไฟ ต้องแน่นกระชับ ขั้วถูกต้อง Charger อยู่ในตำแหน่ง Off เมื่อ On Charger แล้ว ห้ามถอดหรือขยับ Plug เพราะอาจทำให้เกิดประกายไฟซึ่งจะเป็นอันตรายต่อสะพานไฟ ข้อต่อต่างๆ หากมีความจำเป็นควร Cut Off Power Source

ข้อควรระวังเกี่ยวกับแบตเตอรี่

1. อย่าให้แบตเตอรี่จ่ายกระแสไฟเกินความสามารถ (Over Discharge) เพราะทำให้แบตเตอรี่มีอายุการใช้งานสั้นลงกว่าปกติ

2. อย่าประจุไฟแบตเตอรี่มากเกินไป ควรประจุไฟให้ถูกต้องเหมาะสม มิเช่นนั้นแบตเตอรี่จะเสื่อมสภาพเร็วขึ้น

3. อย่าให้อุณหภูมิของ Electrolyte สูงเกินกว่า 50 °C

4. รักษาแบตเตอรี่ให้แห้ง สะอาดอยู่เสมอ เพื่อป้องกันการรั่วซึมและผุกร่อน

5. อย่านำโลหะหรือเครื่องมือ เช่น ประแจหรือไขควงวางบนสะพานไฟ (Connector) เพราะอาจเกิดการ Spark สะเก็ดไฟทำให้แบตเตอรี่ชำรุดเสียหาย

6. อย่าสูบบุหรี่บริเวณที่มีการประจุไฟแบตเตอรี่

7. ตรวจสอบทุกครั้งเมื่อมีการเชื่อมต่อ Plug ของแบตเตอรี่เข้ากับ Plug ของ Charger หรือ Truck ต้องเป็นขนาดเดียวกัน และขั้วบวก ลบ ถูกต้อง

8. อย่าถอดหรือขยับ Plug เมื่อมีการ On Charger หรือ On Key Switch ของ Truck

9. ถอด Plug ออกทุกครั้งเมื่อเลิกใช้หรือ เลิกการประจุไฟแบตเตอรี่

การทำงานของแบตเตอรี่

แบตเตอรี่ตะกั่ว-กรด ประกอบด้วยเซลล์หรือหมู่ของเซลล์ต่อเข้าด้วยกัน ในหมู่ของเซลล์ประกอบขึ้นด้วยกลุ่มของแผ่นธาตุทั้งแผ่นบวกและแผ่นลบ ซึ่งแผ่นธาตุทั้งบวกและลบทำจากโลหะต่างชนิดกันกั้นด้วยฉนวน เรียกว่า “แผ่นกั้น” โดยนำมาจุ่มไว้ใน “ELECTROLYTE” หรือที่เรียกว่า “น้ำกรดผสม ” (Sulfuric Acid) น้ำากรดผสมจะทำปฏิกิริยากับแผ่นธาตุในเชิงเคมีเพื่อเปลี่ยนพลังงานเคมีเป็นพลังงานไฟฟ้ า และแต่ละเซลล์สามารถจ่ายประจุไฟฟ้าได้ประมาณ 2 โวลต์ เซลล์ของแบตเตอรี่ส่วนมากจะถูกนำมาต่อเข้ากับ “แบบอนุกรม” (Series) ซึ่งจะเพิ่มโวลต์หรือแรงดันขึ้นเรื่อยๆ เช่น แบตเตอรี่ 12 โวลต์ จะต้องใช้จำนวนเซลล์ 6 เซลล์มาต่อกัน แบบอนุกรม , แบตเตอรี่ 24 โวลต์ ใช้ 12 เซลล์ เป็นต้น

การเกิดพลังงานไฟฟ้า แผ่นธาตุสองชนิด “แผ่นบวก” คือ Lead Dioxideและ “แผ่นลบ” คือ Sponge Leadถูกนำมาจุ่มลงในกรดผสม “แรงดัน” (Volt) ก็จะเกิดขึ้นที่ขั้วทั้งสอง เมื่อระบบแบตเตอรี่ครบวงจร กระแสก็จะไหลทันทีเพื่อเปลี่ยนพลังงานเคมีออกมาเป็นพลังงานไฟฟ้า ในกรณีนี้เรียกว่า “การคายประจุไฟ” (Discharge) ซึ่งตัวกรดในน้ำากรดผสมจะวิ่งเข้าทำปฏิกิริยาต่อแผ่นธาติทั้งทางบวกและลบโดยจะค่อยๆ เปลี่ยนสภาพของแผ่นธาตุทั้งสองชนิดให้กลายเป็นตะกั่วซัลเฟรต (Lead Sulfate) เมื่อแผ่นธาตุทั้งบวกและลบเปลี่ยนสภาพไปเป็นโลหะชนิดเดียวกัน คือ “ตะกั่วซัลเฟรต ”

แบตเตอรี่ก็จะไม่มีสภาพของความแตกต่างทางแรงดันกระแส ก็จะทำให้กระแสหยุดไหลหรือไฟหมด

TRACTION BATTERIES

ส่วนประกอบ

1. แผ่นธาตุบวก (Positive Plate) เป็นโลหะผสมของตะกั่ว ละเลงด้วยเพสต์ของผงตะกั่วผสม กับสารละลายกรดซัลฟูริก (Sulfulic Acid) มี 2 ชนิด “แบบหลอด” (Tubular Type) และ “แบบเรียบ” (Pasted Type)

2. แผ่นธาตุลบ (Negative Plate) เป็นโลหะผสมของตะกั่วเช่นเดียวกัน แต่เติมสารเร่งปฏิกิริยามีเฉพาะ “แบบเรียบ” (Pasted Type)

3. แผ่นกั้น (Seperator) มีหลายชนิด เช่น แผ่นกั้นยางไมโครโฟรัส (Microporous Rubber), พลาสติก (Plastic), กระดาษใยแก้ว

4. เปลือกและฝา (Container & Cover) ทำจากพลาสติก Transparent Plastic ซึ่งมีความยืดหยุ่นทนต่อแรงกระแทก ทนต่อการกัดกร่อนของกรด

การประจุไฟ (Charging)

การประจุไฟครั้งแรกแบตเตอรี่ที่นำมาใช้งานเมื่ออยู่ในสภาพยังไม่ได้เติมน้ำกรดผสมและไม่ได้รับการประจุไฟ หรือบางครั้งอาจเติมน้ำกรดผสมและประจุไฟมาแล้ว ควรนำมาเติมน้ำกรดผสม และทำการประจุไฟครั้งแรก หรือเพียงแต่ประจุไฟเพิ่มเติม แล้วแต่สภาพของแบตเตอรี่

1. การเติมน้ำกรดผสม (Electrolyte) ให้เติมน้ำกรดผสมเจือจางที่มีความถ่วงจำเพาะ (Specific Gravity) ตามที่กำหนด (1.280 + 0.010) ลงไปในเซลล์จนระดับน้ำกรดผสมอยู่เหนือแผ่นธาตุ โดยพยายามไม่ให้น้ำกรดล้นออกจากเซลล์ โดยที่อุณหภูมิของน้ำกรดผสมก่อนเติมจะต้องต่ำกว่า 35 °C

2. การต่อแบตเตอรี่เข้ากับเครื่องประจุไฟ ต้องใช้กระแสไฟตรง (Direct Current) เท่านั้นในการประจุไฟ โดยต่อขั้วบวกของแบตเตอรี่เข้ากับขั้วบวกของเครื่องประจุไฟ ขั้วลบของแบตเตอรี่เข้ากับขั้วลบของเครื่องประจุไฟ ตรวจดูให้แน่ใจเสมอว่า ต่อขั้วแบตเตอรี่ถูกต้อง แน่น เรียบร้อยดี

3. เริ่มประจุไฟภายหลังเติมน้ำกรดผสมไปแล้ว 3-10 ชั่งโมง โดยอุณหภูมิของน้ำกรดผสมต้องต่ำกว่า 40 °C หากพบว่าระดับน้ำกรดผสม (Electrolyte) ต่ำลงให้เติมลงไปจนถึงระดับสูงสุด (Maximum Level)

4. ทำการประจุไฟติดต่อกันไปตลอดด้วยกระแสไฟ และระยะเวลาตามที่กำหนดใน Spec

5. ขณะประจุไฟ ถ้าอุณหภูมิของ Electrolyteสูงเกิน 50 °C ให้ลดกระแสไฟลงหรือหยุดประจุไฟ อย่าให้อุณหภูมิของ Electrolyteสูงถึง 60 °C

6. การวัดและจดบันทึกข้อมูลขณะทำการประจุไฟครั้งแรก ควรมีการวัดและจดบันทึกค่าของกระแสไฟ (Ampere) แรงดันไฟฟ้า (Voltage) ความถ่วงจำเพาะ (SP.gr.) และอุณหภูมิ (Temperature)

7. เมื่อสิ้นสุดการประจุไฟ จะได้ค่าความถ่วงจำเพาะ (Specific Gravity) ของน้ำยา (Electrolyte) ประมาณ 1.280 ปล่อยแบตเตอรี่ไว้เฉยๆ ประมาณ 1 ชั่วโมง ปรับระดับของ ELECTROLTE ให้ถึงระดับสูงสุด ปิดจุกหมุนเกลียวช่องเติมกรดให้แน่น

ระดับของการถ่ายประจุออก

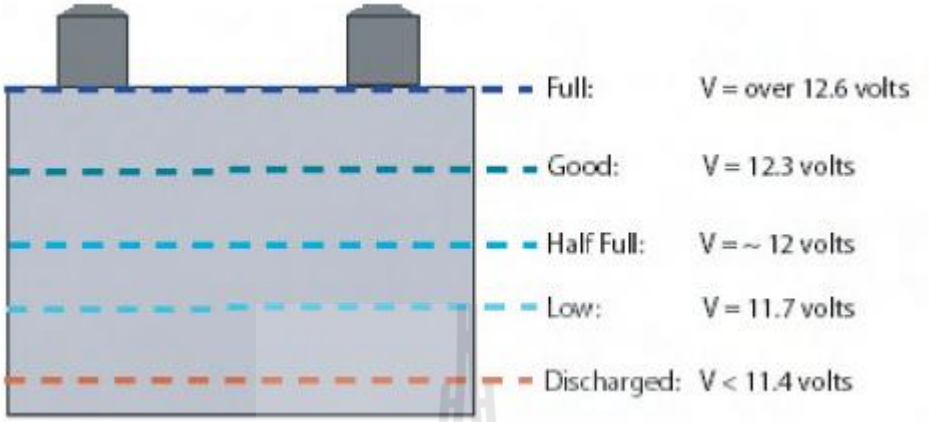
“ระดับของการถ่ายประจุออก (Depth of Discharge)” หมายถึงพลังงานไฟฟ้ามากเท่าใดในแบตเตอรี่ที่เราจะนำมาใช้ในแต่ละคืนยิ่งเราใช้พลังงานจากแบตเตอรี่น้อยเท่าใดในแต่ละคืนแบตเตอรี่ก็จะมีอายุการใช้งานที่ยาวมากขึ้นเท่านั้นแบตเตอรี่ที่ถูกถ่ายประจุออก 50% อาจจะมีอายุการใช้งานเป็นสองเท่าของแบตเตอรี่ที่ถูกถ่ายเทประจุออก 80%ในแต่ละคืนดังนั้นเมื่อเราคำนวณขนาดของแบตเตอรี่เราต้องคำนึงถึงผลข้างต้นเอาไว้เช่นถ้าเราต้องการใช้ไฟฟ้า 100 วัตต์-ชั่วโมงจากแบบเตอรี่ในแต่ละคืนเราก็ควรจะเลือกแบตเตอรี่ที่มีขนาดสองเท่า (2x100 = 200 วัตต์-ชั่วโมง) เพื่อให้แบตเตอรี่มีอายุยาวนานขึ้น

ระดับของการเก็บประจุ

การวัดระดับการเก็บระจุหรือไฟฟ้าสะสมที่แบตเตอรี่ ความต่างศักย์โดยใช้เครื่องวัดดิจิตอล อย่างไรก็ตามเราวัดความต่างศักย์ได้ก็ต่อเมื่อ

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

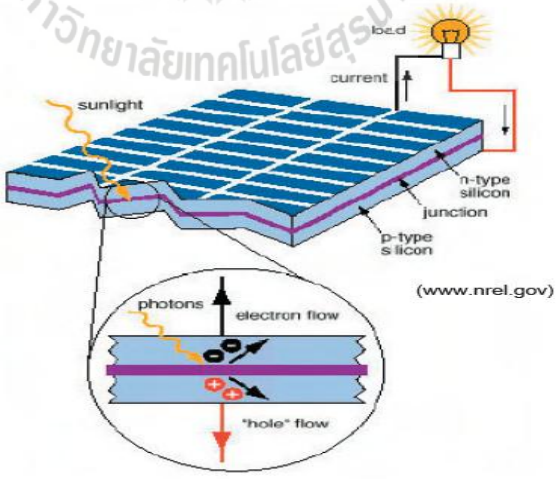
1. จุดเชื่อมต่อแบตเตอรี่กับตัวควบคุมการเก็บประจุถูกถอดออกแล้ว
2. ได้พักแบตเตอรี่เอาไว้หลังจากถอดออกจากระบบแล้ว 30 นาที



รูปที่2.29 ระดับของการเก็บประจุ

2.10การผลิตไฟฟ้าของแผงโซลาร์เซลล์

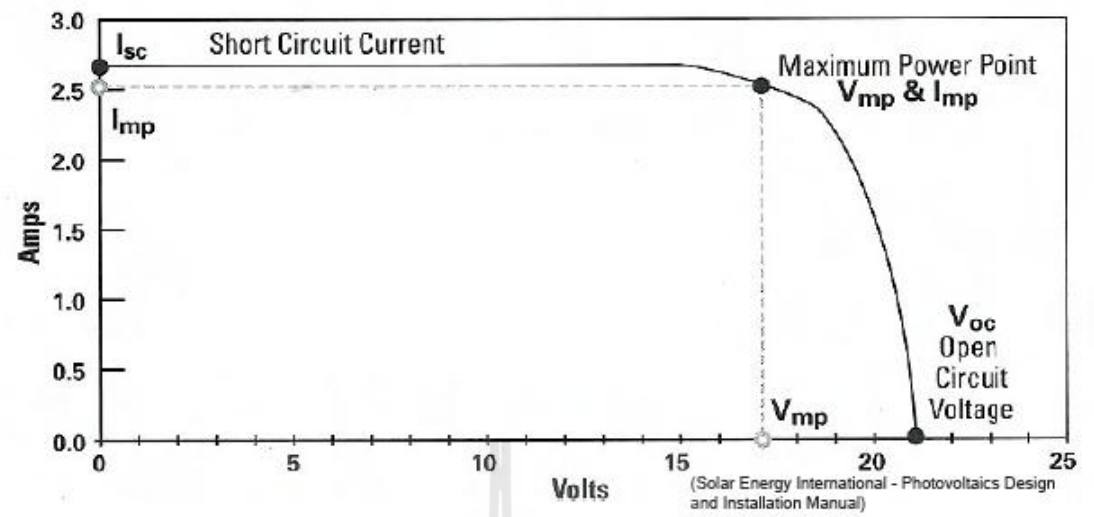
แผงโซลาร์เซลล์จะแปลงพลังงานแสงอาทิตย์เป็นพลังงานไฟฟ้าโดยในแผงจะประกอบด้วยโซลาร์เซลล์หลายๆเซลล์แผงโซลาร์เซลล์ทำงานโดยการรวบรวมพลังงานจากแสงอาทิตย์ซึ่งพลังงานของแสงอาทิตย์จะอยู่ในรูปของโฟตอนเมื่อโฟตอนเข้ามาตกกระทบบนโซลาร์เซลล์พลังงานของโฟตอนจะทำให้อิเล็คตรอนเคลื่อนที่ได้ซึ่งก่อให้เกิดกระแสไฟฟ้าขึ้นในที่สุด



รูปที่ 2.30 การผลิตไฟฟ้าของแผงโซลาร์เซลล์

ที่มา http://www.getece.com/brochure/chart%20battery.pdf

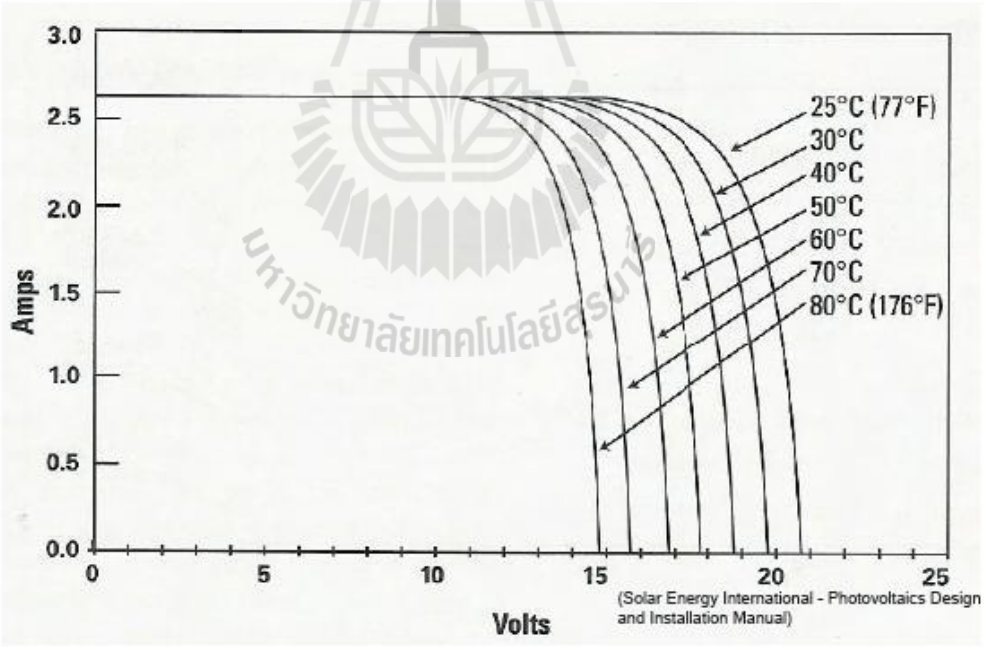
<u>กำลังไฟฟ้า = กระแส * แรงดัน</u>



รูปที่2.31 กราฟ I-V

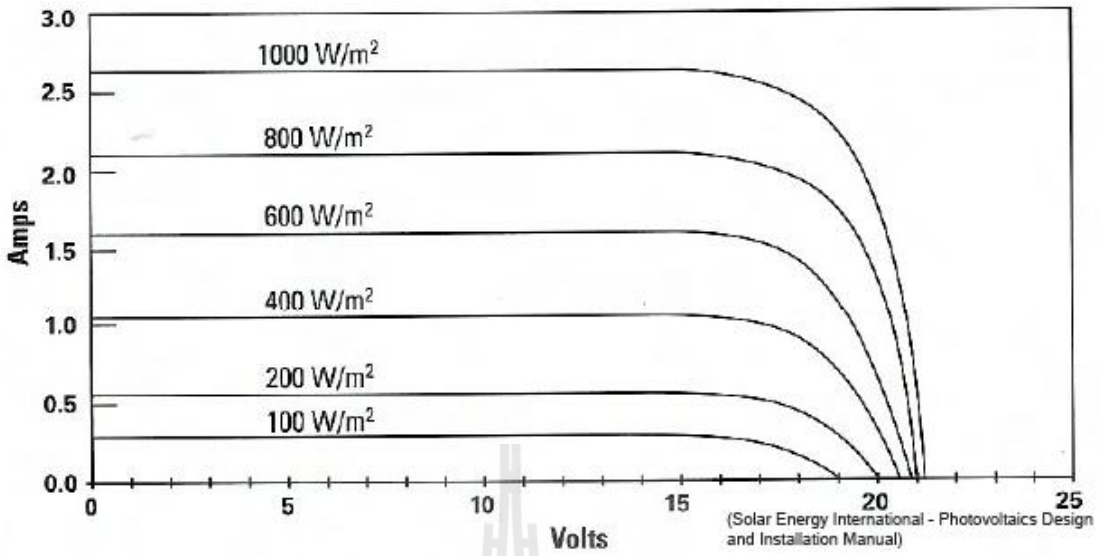
ที่มา http://www.getece.com/brochure/chart%20battery.pdf

การเปลี่ยนแปลงในกราฟ I-V



รูปที่2.32 ผลกระทบของอุณหภูมิที่มีต่อกราฟ I-V

ที่มา http://www.getece.com/brochure/chart%20battery.pdf



รูปที่2.33ผลกระทบของความเข้มแสงอาทิตย์ที่มีต่อกราฟ I-V

ที่มา http://www.getece.com/brochure/chart%20battery.pdf

ตัวควบคุมการเก็บประจุ

ตัวควบคุมการเก็บประจุถือว่าเป็นส่วนมันสมองของระบบไฟฟ้าโซลาร์เซลล์เราจะต้องเดินสายเชื่อมโยงทั้งจากแผงโซลาร์เซลล์ , แบตเตอรี่, และอุปกรณ์ไฟฟ้าไปรวมกันที่ตัวควบคุมการเก็บประจุนี้ตัวควบคุมฯจะควบคุมการไหลของกระแสไฟฟ้าจากแผงโซลาร์เซลล์ที่ไหลเข้าไปและออกจากแบตเตอรี่และกระแสไฟฟ้าที่ไหลไปยังเครื่องใช้ไฟฟ้าซึ่งเราอาจจะแบ่งการทำงานของตัวควบคุมการเก็บประจุออกเป็น 3 ส่วนคือ

• ป้องกันแบตเตอรี่จากการชาร์จไฟที่มากเกินไปโดยควบคุมการชาร์จไฟจากแผงโซลาร์เซลล์ไปยังแบตเตอรี่

• ป้องกันแบตเตอรี่จากการถ่ายเทประจุออกมากเกินไปโดยจะตัดโหลดหรือการใช้อุปกรณ์ไฟฟ้าออกไปเมื่อระดับแรงดันไฟฟ้าของแบตเตอรี่ต่ำเกินไป

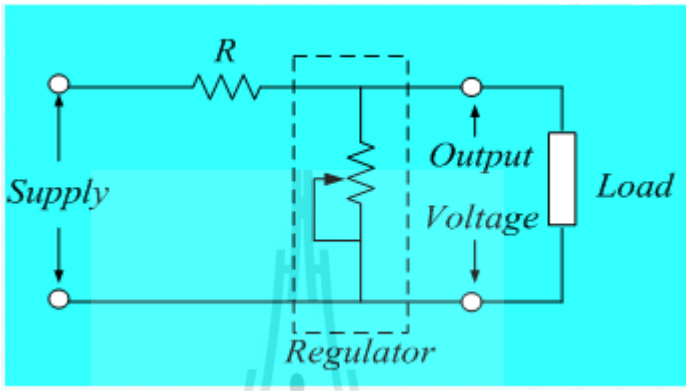
• แสดงข้อมูลสถานะทำงานของตัวควบคุมการเก็บประจุ

2.11วงจรรักษาแรงดันคงที่ (Voltage Regulator Circuit)

วงจรรักษาแรงดัน คือวงจรที่ทำหน้าที่รักษาแรงดันเอาต์พุตของแหล่งจ่ายแรงดันให้มีค่าคงที่ เมื่อมีการเปลี่ยนแปลงของโหลด วงจรรักษาแรงดันคงที่ จำแนกได้เป็น 2 แบบคือ

1. วงจรรักษาแรงดันแบบขนาน (Shunt type voltage regulator)

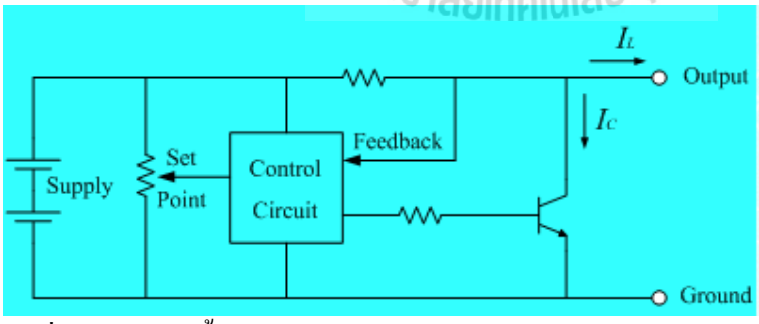
หลักการเบื้องต้นของวงจรรักษาแรงดันคงที่แบบขนานคือ การต่อวงจรรักษาแรงดันขนานกับโหลด โดยวงจรรักษาแรงดันจะทำหน้าที่แบ่งกระแสโหลด เมื่อมีการเปลี่ยนแปลงแรงดันเกิดขึ้นที่แหล่งจ่าย



รูปที่2.34 หลักการเบื้องต้นของการรักษาแรงดันคงที่แบบขนาน

ที่มา http://www.songwoot.utc.ac.th/3128-1001/unit8.htm

เมื่อแหล่งจ่ายแรงดันมีค่าเพิ่มขึ้น ทำให้กระแสไหลผ่านตัวต้านทาน R มีค่าเพิ่มขึ้น ดังนั้นกระแสป้อนกลับมาที่วงจรคอนโทรล มีค่าเพิ่มขึ้น เพื่อเปรียบเทียบกับแรงดันอ้างอิงที่จุด Set point ทำให้วงจรคอนโทรลควบคุมการทำงานของทรานซิสเตอร์ให้ทำงานมากขึ้น ทำให้กระแสไหลผ่านทรานซิสเตอร์มีค่าเพิ่มขึ้น ดังนั้นกระแสจึงลดลงเท่าเดิม

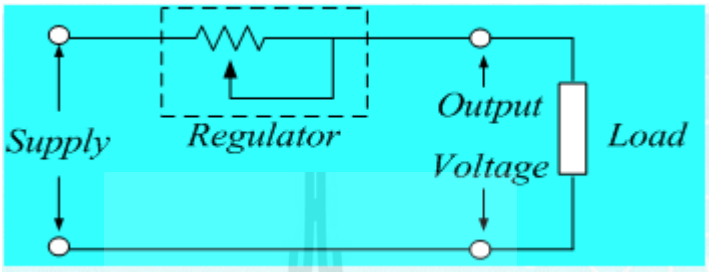


รูปที่ 2.35 วงจรเบื้องต้นของวงจรรักษาแรงดันแบบขนาน

ที่มา http://www.songwoot.utc.ac.th/3128-1001/unit8.htm

2. วงจรรักษาแรงดันแบบอนุกรม (Sereise voltage regulator)

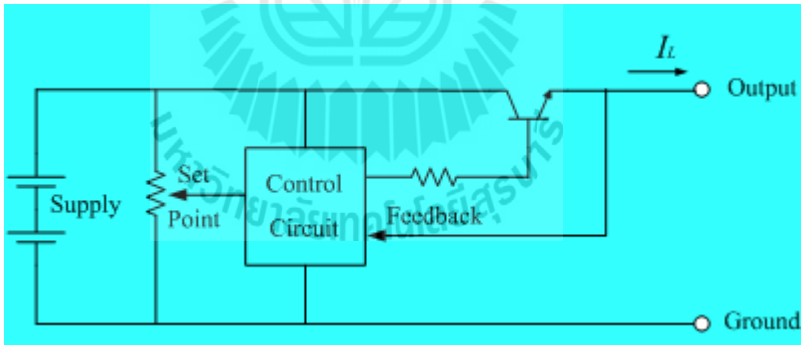
หลักการเบื้องต้นของวงจรรักษาแรงดันคงที่แบบอนุกรมคือ การต่อวงจรรักษาแรงดันอนุกรมกับโหลด โดยวงจรรักษาแรงดันจะทำหน้าที่ควบคุมกระแสที่ไหลผ่านโหลด เมื่อมีการเปลี่ยนแปลงแรงดันเกิดขึ้นที่แหล่งจ่าย



รูปที่ 2.36 หลักการเบื้องต้นของการรักษาแรงดันคงที่แบบอนุกรม

ที่มา http://www.songwoot.utc.ac.th/3128-1001/unit8.htm

เมื่อแหล่งจ่ายแรงดันมีค่าเพิ่มขึ้น กระแสที่ไหลผ่านทรานซิสเตอร์ไปที่โหลดมีค่าเพิ่มขึ้น ดังนั้นกระแสป้อนกลับมาที่วงจรคอนโทรลจะมีค่าเพิ่มขึ้น และเปรียบเทียบกับแรงดันอ้างอิงที่จุด Set Point ทำให้วงจรคอนโทรลจะควบคุมให้ทรานซิสเตอร์ทำงานน้อยลงเพื่อจ่ายกระแสให้โหลดลดลง



รูปที่2.37วงจรเบื้องต้นของวงจรรักษาแรงดันแบบอนุกรม

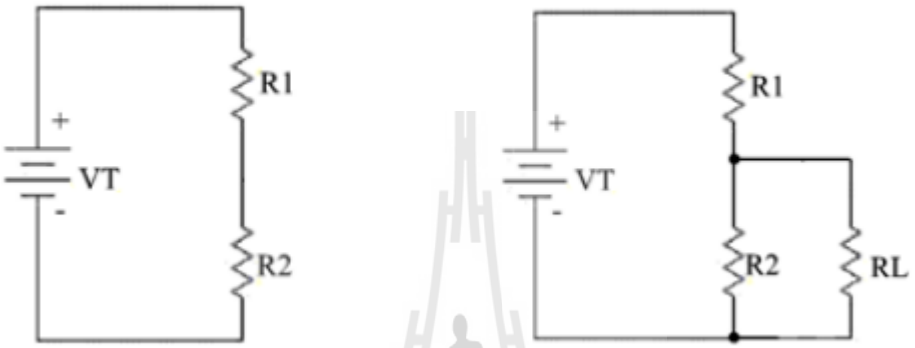
ที่มา http://www.songwoot.utc.ac.th/3128-1001/unit8.htm

2.12 วงจรแบ่งแรงดันไฟฟ้า (Voltage Divider Circuit)

วงจรแบ่งแรงดันไฟฟ้า (Voltage Divider Circuit) หมายถึงวงจรที่ประกอบด้วยความต้านทาน 2 ตัวขึ้นไปต่ออนุกรม (Series) อยู่ระหว่างแหล่งจ่ายแรงดันไฟฟ้า (Power Supply) ซึ่งค่าความต้านทานในวงจรจะทำหน้าที่แบ่งแรงดันไฟฟ้าในวงจร โดยทั่ว ๆ ไปแล้ววงจรแบ่งแรงดันไฟฟ้าพัฒนามา

จากกฎของโอห์ม เพียงแต่การคิดแรงดันไฟฟ้าตกคร่อมตัวต้านทานแต่ละตัวใช้วิธีของวงจรแบ่งแรงดันไฟฟ้า จะรวดเร็วและสะดวกกว่ากฎของโอห์ม วงจรแบ่งแรงดันไฟฟ้าออกเป็น 2 แบบ ได้แก่

1. วงจรแบ่งแรงดันที่ไม่มีโหลด (Unloaded Voltage Divider)
2. วงจรแบ่งแรงดันที่มีโหลด (Load Voltage Divider)



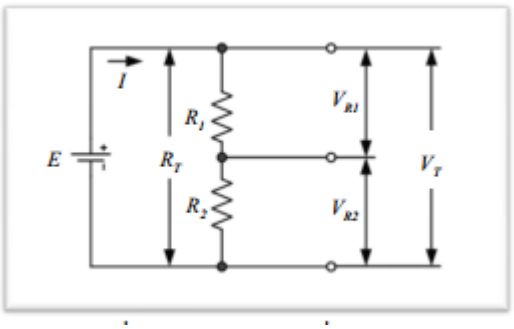
ก) วงจรแบ่งแรงดันที่ไม่มีโหลด ข)วงจรแบ่งแรงดันที่มีโหลด

รูปที่ 2.38 ลักษณะของวงจรแบ่งแรงดันไฟฟ้า

ที่มา http://www.tatc.ac.th/files/110528099420636_11062312120245.pdf

วงจรแบ่งแรงดันไฟฟ้าที่ไม่มีโหลด

เป็นวงจรในสภาวะที่ยังไม่ต่อโหลดเข้ากับแหล่งจ่ายแรงดันไฟฟ้า โดยจะมีตัวต้านทานต่ออนุกรมอยู่กับวงจร ในสภาวะนี้ยังไม่มีกระแส ไฟฟ้าจ่ายสู่โหลด (Load) ที่ต่ออยู่ภายนอก ลักษณะดังรูปที่ 2.39



รูปที่2.39 วงจรแบ่งแรงดันที่ไม่มีโหลด

ที่มา http://www.tatc.ac.th/files/110528099420636_11062312120245.pdf

จากรูปที่2.39 จะได้สมการแบ่งแรงดันดังนี้

$R_T = R_1 + R_2$……. (1)

จากกฎของโอห์มจะได้สมการกระแส คือ

$I = \frac{E}{R_T}$ ……..(2)

และ $V_{R1} = IR_1$……..(3)

แทนค่าสมการที่ (2) ลงในสมการที่ (3) จะได้

$V_{R1} = E\frac{R_1}{R_T}$ ……..(4)

เมื่อ $R_T = R_1 + R_2$……. (5)

ดังนั้น $V_{R1} = E\frac{R_1}{R_1+R_2}$ ……. (6)

และ $V_{R2} = IR_2$..... (7)

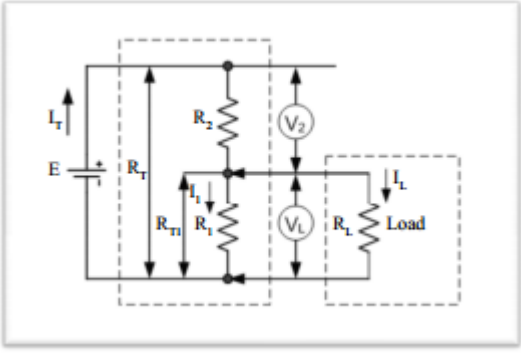
แทนค่าสมการที่ (2) ลงในสมการที่ (7) จะได้

$V_{R2} = E\frac{R_2}{R_T}$ ……..(8)

ดังนั้น $V_{R2} = E\frac{R_2}{R_1+R_2}$ ……(9)

วงจรแบ่งแรงดันที่มีโหลด

เป็นสภาวะของวงจรที่ต่อโหลด (Load) เข้ากับแหล่งจ่ายแรงดันไฟฟ้าซึ่งจะทำให้มีกระแสไฟฟ้าไหลในวงจรเกิดขึ้น โดยกระแสที่ไหลผ่านความต้านทานแต่ละตัวที่ทำหน้าที่แบ่งแรงดันวงจร เรียกว่า กระแสบรีดเดอร์ (Bleeder Current) ซึ่งในวงแบ่งแรงดันนี้ ค่ากระแสบรีดเดอร์ควรมีค่าน้อยประมาณ 10 – 20 เปอร์เซ็นต์ของกระแสโหลด มีการต่อวงจร ดังรูป 2.40



รูปที่ 2.40 วงจรการแบ่งแรงดันที่มีโหลด

ที่มา http://www.tatc.ac.th/files/110528099420636_11062312120245.pdf

เมื่อE = แหล่งจ่ายแรงดันไฟฟ้าของวงจร

R_1,R_2=ความต้านทานที่ต่ออยู่ภายในวงจร

R_L =ความต้านทานของโหลด

R_T= ความต้านทานรวมทั้งหมดของวงจร

I_T= กระแสที่ไหลในวงจรทั้งหมด

I_1 = กระแสที่ไหลผ่านความต้านทาน R1

I_L= กระแสที่ไหลผ่านโหลด

V_L= แรงดันตกคร่อมโหลด

V_2 = แรงดันตกคร่อมความต้านทาน R2

จากวงจรดังรูปที่ 2.40จะได้ความสัมพันธ์ของสมการดังนี้

$$R_{T1} = \frac{R_1 x R_L}{R_1 + R_L} \qquad \text{.....(10)}$$

ดังนั้น

$$R_T = R_{T1} + R_2 \qquad \text{.....(11)}$$

และสมการหาค่าแรงดันจะได้

$$V_L = E\frac{R_{T1}}{R_T} \qquad \text{.....(12)}$$

$$V_2 = E\frac{R_2}{R_T} \qquad \text{.....(13)}$$

2.13 โซล่าร์ชาร์จเจอร์

รูปที่ 2.41 โซล่าร์ชาร์จเจอร์

รายละเอียดการทำงานของเครื่อง

-ระบบชาร์จไฟจากแผงโซล่าเซลล์ลงเก็บไว้ที่แบตเตอร์รี่เป็นระบบ 12โวลต์ แบตเตอรี่ แผงโซล่าเซลล์จ่ายแรงดันไฟเต็มที่17.5-19โวลต์ ขณะต่อแบตเตอร์รี่เพื่อทำการชาร์จ ขณะไม่ต่อแบ ตเตอรี่จ่ายแรงดันไฟเต็มที่ 21.5-22โวลต์

-การชาร์จไฟเป็นการชาร์จแบบพลัสชาร์จ (Plus Charge) คือการชาร์จแบบเป็นจังหวะด้วยกระแสไฟที่สูง ซึ่งสามารถประจุไฟฟ้าเข้าเก็บในแบตเตอร์รี่ได้อย่างรวดเร็ว และแบตเตอร์รี่ก็เสียช้าด้วยยืดอายุการใช้งานแบต เตอรี่ได้อย่างคุ้มค่า ป้องกันตะกันเกาะแผ่นธาตุจนไม่สามารถเก็บไฟฟ้าได้อย่างมีประสิทธิภาพ

-มีจุดให้สามารถต่อไฟกระแสตรง 12โวลต์ ไปใช้กับอุปกรณ์ไฟฟ้าได้ เช่น หลอดไฟ 12โวลต์ เป็นต้น

คุณสมบัติของโซล่าร์ชาร์จเจอร์

1. ชาร์จไฟเลี้ยงแบตเตอรี่ให้เต็มตลอดเวลาเพื่อถนอมแบตเตอรี่ให้ใช้งานให้ยาวนานที่สุด
2. โซล่าร์ชาร์ทเจอร์สามารถป้องกันการชาร์ทกระแสเกินได้
3. ป้องกันการดิสชาร์ทกระแสไฟฟ้ามากเกินไปจากแบตเตอรี่
4. ป้องกันกระแสไฟฟ้าจากแบตเตอรี่ไหลย้อนกลับไปยังแผงโซล่าร์เซลล์ในเวลากลางคืน

5. ป้องกันการโอเวอร์โหลด
6. ป้องกันการลัดวงจร
7. ป้องกันกระแสไหลย้อนกลับ
8. ป้องกันการต่อกลับขั้วโดยไดโอด
9. ป้องกันฟ้าผ่าได้ในตัวไม่ให้กระแสไปถึงแบตเตอรี่
10. ฟังก์ชั่นการชดเชยอุณหภูมิ

2.14สรุป

จากแนวคิดเริ่มแรกในการยืดเวลาการใช้งานแบตเตอรี่ในการส่งและรับข้อมูล ทำให้ทางผู้จัดทำโครงงานนั้นได้ศึกษาเกี่ยวกับการสื่อสารไร้สาย โดยในการศึกษาเรื่องการสื่อสารไร้สายนี้ทำให้ได้ทราบว่าระบบนี้ได้เริ่มเกิดขึ้นมาตั้งแต่ปี ค.ศ. 1971 ซึ่งได้เริ่มเพื่อการสื่อสารระหว่างเกาะต่างๆ โดยได้รับการพัฒนามาในหลายๆรูปแบบเริ่มจากแบบจุดต่อจุด กระทั้งพัฒนามาถึงในปัจจุบันนี้ซึ่งมีอยู่หลากหลายให้สามารถเลือกใช้ให้เหมาะกับสถานที่และความต้องการ โดยในการสื่อสารไร้สายนี้จะมีส่วนประกอบหลักอยู่ไม่กี่ส่วน คือ ข้อมูล โมดูเลชัน สถานีฐาน เซลล์ และอุปกรณ์รับส่ง ซึ่งในความเป็นจริงการสื่อสารไร้สายนั้นมีองค์ประกอบพื้นฐานเพียงแค่นี้ที่เหลือจะเป็นรูปแบบการใช้งาน โดยหลักการทำงานพื้นฐานก็คือ การที่อุปกรณ์ส่งนั้นจะส่งข้อมูลออกมาจากสถานีฐานโดยผ่านกระบวนการโมดูเลชัน แล้วส่งออกไป โดยจะมีเซลล์ช่วยในการที่จะให้อุปกรณ์รับนั้นสามารถรับข้อมูลที่ส่งมาให้ถึงจุดหมาย ซึ่งการสื่อสารไร้สายนั้นจะต้องมีตัวกลางในการสื่อสาร เช่น คลื่นวิทยุ สัญญาณไมโครเวฟ เป็นต้น นอกจากนี้จะต้องอยู่ภายใต้มาตรฐาน IEEE 802.11 โดยในปัจจุบันเทคโนโลยีนี้ได้นำไปใช้ประโยชน์หลากหลาย เช่น GPS เครือข่ายไวไฟและระบบระบุตัวตน (RFID)3G4G เป็นต้น

การสื่อสารแบบไร้สายนั้นจะอ้างอิงอยู่กับความถี่ ซึ่งความถี่นั้นเป็นทรัพยากรที่มีจำกัดนี้จึงถือว่าเป็นข้อเสียข้อหนึ่งที่สำคัญของการสื่อสารแบบไร้สาย โดยเนื่องจากการต้องใช้ความถี่ เมื่ออ้างจากสูตรความยาวคลื่น เราจะเห็นได้ว่าจากสมการ (2.1) จะเห็นได้ว่ายิ่งมีความถี่มาก ความยาวคลื่นยิ่งต่ำประกอบกับการที่ความถี่สูงนั้นมีอำนาจในการทะลุทะลวงมากทำให้ดูดซับค่าพลังงานของตัวกลางต่างได้มากกว่า ส่งผลให้ระยะทางที่ได้นั้นลดน้อยลงมากเมื่อเทียบกับความถี่ต่ำกว่า

ดังนั้นการที่เราต้องการได้อุปกรณ์ที่สามารถส่งสัญญาณไปได้ไกลโดยไม่ต้องมีตัวทวนสัญญาณระหว่างทางนั้น เราเลือกที่มีความถี่ต่ำกว่าจะดีกว่า ซึ่งในที่นี้เราได้เลือกอุปกรณ์ X-Bee ในการใช้งานครั้งนี้ โดยจะแยกอุปกรณ์นี้ออกเป็นสองส่วนคือ ภาคส่งและภาครับ ภาคส่งจะอยู่ภายนอกคารหือที่เล่งแจ้งจะส่งสัญญาณออกมาตลอดเวลา และภาครับที่จะอยู่กับในตัวอาคารรอรับสัญญาณจากภาคส่งเพื่อแสดงผลแล้วเก็บข้อมูลลง SD การ์ด

เอกสารอ้างอิง

[1] ดร.วิภาวี อุสาหะ. 2549.ความน่าจะเป็นและสถิติสำหรับวิศวกรโทรคมนาคม .สาขาวิศวกรรมโทรคมนาคม มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี.

[2]http://www.arduitronics.com/article/%E0%B8%81%E0%B8%B2%E0%B8%A3%E0%B8%95%E0%B9%88%E0%B8%AD%E0%B9%83%E0%B8%8A%E0%B9%89%E0%B8%87%E0%B8%B2%E0%B8%99-sd-card-module-%E0%B8%95%E0%B8%AD%E0%B8%99%E0%B8%97%E0%B8%B5%E0%B9%88-1

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

[4]http://www.premiumsolarcell.com/%E0%B8%9A%E0%B8%97%E0%B8%84%E0%B8%A7%E0%B8%B2%E0%B8%A1%E0%B9%82%E0%B8%8B%E0%B8%A5%E0%B9%88%E0%B8%B2%E0%B9%80%E0%B8%8B%E0%B8%A5%E0%B8%A5%E0%B9%8C/%E0%B8%97%E0%B8%B3%E0%B8%87%E0%B8%B2%E0%B8%99%E0%B8%82%E0%B8%AD%E0%B8%87%E0%B9%82%E0%B8%8B%E0%B8%A5%E0%B9%88%E0%B8%B2%E0%B9%80%E0%B8%8B%E0%B8%A5%E0%B8%A5.html

ภาคผนวก

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

ภาคผนวก(ก)

โปรแกรมคำสั่งของตัวส่ง(การใช้พลังงานจากแบตเตอรี่)

```
#include <Wire.h>
#include <SoftwareSerial.h>


SoftwareSerialmySerial(10, 11); // RX, TXint sensorPin_A0 = A0;


int relay = 2;
float sensorValue_A0 = 0;                    //Sensor ที่ขา Analog A0
float sensorValue_A1 = 0;                    //Sensor ที่ขา Analog A1
float sensorValue_A2 = 0;                    //Sensor ที่ขา Analog A2
float v_0 = 0,Vb = 0;
float v_1 = 0;
float v_2 = 0;
float R = 0;
float X = 0;
float LUX = 0,Vin = 0;
int t = 0;


constint DS1307 = 0x68;                      // Address of DS1307 see data sheets


const char* days[] =


{
  "Sunday", "Monday", "Tuesday", "Wednesday", "Thursday", "Friday", "Saturday"};


const char* months[] =


{
```

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

```
  "January", "February", "March", "April", "May", "June", "July", "August","September", "October",
"November", "December"};



// Initializes all values:

byte second = 0;

byte minute = 0;

byte hour = 0;

byte weekday = 0;

bytemonthday = 0;

byte month = 0;

byte year = 0;



void setup() {

Wire.begin();

Serial.begin(9600);
mySerial.begin(9600);
pinMode(relay, OUTPUT);
delay(2000); // This delay allows the MCU to read the current date and time.
```

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

```
}



// Continuous function for converting bytes to decimals and vice versa
int c = 0;
void loop()

{
sensor_read();                                          //อ่านค่าจาก sensor
while(v_0>=2.80&&c==0){                                 //ถ้า Analog A0 มากกว่า 2.80
digitalWrite(relay, HIGH);                              //pin digital รีเลย์ทำงาน
sensor_read();                                          //อ่านค่าจาก sensor
if(v_0<=2.80){                                      //ถ้า Analog A0 น้อยกว่า 2.80
    c = 1;                                              //ให้วนลูปไปที่ 1
break;
   }
 }
while(v_0<=4.95&&c==1){                                 //ถ้า Analog A0 น้อยกว่า 2.80
digitalWrite(relay, LOW);                               //pin digital รีเลย์หยุดทำงาน
sensor_read();                                          //อ่านค่าจาก sensor
if(v_0>=5.00){                                      //ถ้า Analog A0 มากกว่า 5.00
    c = 0;                                              //ให้วนลูปไปที่ 0
break;
   }
 }

delay(1000);
}

voidsensor_read(){
  sensorValue_A0 = analogRead(A0);                      //รับค่า Sensor ที่ Pin Analog
```

```
  v_0 = (sensorValue_A0*5/1023);                    //กำหนดค่า v_0 แปลง Analog ไป digital
  sensorValue_A1 = analogRead(A1);                  //รับค่า Sensor ที่ Pin Analog
 v_1 = (sensorValue_A1*5/1023);                     //กำหนดค่า v_1 แปลง Analog ไป digital
  sensorValue_A2 = analogRead(A2);                  //รับค่า Sensor ที่ Pin Analog
v_2 = (sensorValue_A2*5/1023);                      //กำหนดค่า v_2 แปลง Analog ไป digital
  t = t+1;
  R = (v_1*2000)/(5-v_1);                           //แปลงค่าที่รับได้จาก Pin Analog เป็น R
if (R>=0&&R<=3200){                                 //สูตรการคำนวณหาค่าความเข้มแสง
    X =(pow (R,-1.508))/(pow (10,-7.071));
  }
else if (R>3200&&R<=12000){
    X =(pow (R,-1.395))/(pow (10,-6.690));
  }
else if (R>12000){
    X =(pow (R,-1.305))/(pow (10,-6.326));
  }

if (X>=0&&X<=300){
    LUX = pow (X,1.17);
  }
else if (X>300&&X<=500){
    LUX = pow (X,1.178);
  }
else if (X>500&&X<=1250){
    LUX = pow (X,1.205);
  }
else if (X>1250){
    LUX = pow (X,1.21);
  }
Vb = (50000*v_0)/20000;
printTime();                                        //แสดงเวลา
delay(1000);                                        //หน่วงเวลา 1 วินาที
```

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

```
 // mySerial.print("s");
//  mySerial.print("\t");
mySerial.print(v_0);                                    //กำหนดการส่งข้อมูลไปที่ X-bee
mySerial.print("vr");
mySerial.print("?");
mySerial.print(Vb);
mySerial.print("vb");
mySerial.print("?");
mySerial.print(v_1);
mySerial.print("vs");
mySerial.print("?");
mySerial.print(LUX);
mySerial.print("lx");
mySerial.println("");
//  Serial.print(t);
 // Serial.print("s");
Serial.print("\t");                                    //กำหนดการส่งข้อมูลไปที่ Com Port
Serial.print(v_0);
Serial.print("vr");
Serial.print("\t");
Serial.print(Vb);
Serial.print("vb");
Serial.print("\t");
Serial.print(v_1);
Serial.print("vs");
Serial.print("\t");
Serial.print(LUX);
Serial.print("lx");
Serial.println("");

 // delay(1000);
```

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

```
}

bytedecToBcd(byte val) {                                    //การคำนวณการตั้งเวลาจาก RTC
return ((val/10*16) + (val%10));
}

bytebcdToDec(byte val) {
return ((val/16*10) + (val%16));
}

// This set of codes is allows input of data




bytereadByte() {

while (!Serial.available()) delay(10);

byte reading = 0;

byteincomingByte = Serial.read();

while (incomingByte != '\n') {

if (incomingByte>= '0' &&incomingByte<= '9')

reading = reading * 10 + (incomingByte - '0');
```

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

```
else;

incomingByte = Serial.read();

  }

Serial.flush();

return reading;

}
```

```
void printTime() {                                    //ลูปแสดงค่าเวลา

char buffer[3];

const char* AMPM = 0;

readTime();

Serial.print(days[weekday-1]);

Serial.print(" ");

Serial.print(months[month-1]);

Serial.print(" ");
```

```
Serial.print(monthday);

Serial.print(", 20");

Serial.print(year);

Serial.print(" ");

mySerial.print(days[weekday-1]);

mySerial.print(" ");

mySerial.print(months[month-1]);

mySerial.print(" ");

mySerial.print(monthday);

mySerial.print(", 20");

mySerial.print(year);

mySerial.print(" ");

if (hour > 12) {

hour -= 12;

   AMPM = " PM";

 }
```

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

```
else AMPM = " AM";

Serial.print(hour);

Serial.print(":");

mySerial.print(hour);

mySerial.print(":");

sprintf(buffer, "%02d", minute);

Serial.print(buffer);

Serial.print(":");

Serial.print(second);

Serial.print(AMPM);
Serial.print("?");
mySerial.print(buffer);

mySerial.print(":");

mySerial.print(second);

mySerial.print(AMPM);
mySerial.print("?");

}
```

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

```
voidreadTime() {

Wire.beginTransmission(DS1307);

Wire.write(byte(0));

Wire.endTransmission();

Wire.requestFrom(DS1307, 7);

second = bcdToDec(Wire.read());

minute = bcdToDec(Wire.read());

hour = bcdToDec(Wire.read());

weekday = bcdToDec(Wire.read());

monthday = bcdToDec(Wire.read());

month = bcdToDec(Wire.read());

year = bcdToDec(Wire.read());



}
```

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

ภาคผนวก(ง)

โปรแกรมคำสั่งการ Test SD Card

```
#include <SD.h>

// set up variables using the SD utility library functions:
Sd2Card card;
SdVolume volume;
SdFile root;

// change this to match your SD shield or module;
// Arduino Ethernet shield: pin 4
// Adafruit SD shields and modules: pin 10
// Sparkfun SD shield: pin 8
constintchipSelect = 4;

void setup()
{
// Open serial communications and wait for port to open:
Serial.begin(9600);
while (!Serial) {
; // wait for serial port to connect. Needed for Leonardo only
}
Serial.print("\nInitializing SD card...");
// On the Ethernet Shield, CS is pin 4. It's set as an output by default.
// Note that even if it's not used as the CS pin, the hardware SS pin
// (10 on most Arduino boards, 53 on the Mega) must be left as an output
// or the SD library functions will not work.
pinMode(10, OUTPUT); // change this to 53 on a mega


// we'll use the initialization code from the utility libraries
// since we're just testing if the card is working!
```

```
if (!card.init(SPI_HALF_SPEED, chipSelect)) {
Serial.println("initialization failed. Things to check:");
Serial.println("* is a card is inserted?");
Serial.println("* Is your wiring correct?");
Serial.println("* did you change the chipSelect pin to match your shield or module?");
return;
} else {
Serial.println("Wiring is correct and a card is present.");
}

// print the type of card
Serial.print("\nCard type: ");
switch(card.type()) {
case SD_CARD_TYPE_SD1:
Serial.println("SD1");
break;
case SD_CARD_TYPE_SD2:
Serial.println("SD2");
break;
case SD_CARD_TYPE_SDHC:
Serial.println("SDHC");
break;
default:
Serial.println("Unknown");
}

// Now we will try to open the 'volume'/'partition' - it should be FAT16 or FAT32
if (!volume.init(card)) {
Serial.println("Could not find FAT16/FAT32 partition.\nMake sure you've formatted the card");
return;
}
```

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

```
// print the type and size of the first FAT-type volume
uint32_t volumesize;
Serial.print("\nVolume type is FAT");
Serial.println(volume.fatType(), DEC);
Serial.println();

volumesize = volume.blocksPerCluster(); // clusters are collections of blocks
volumesize *= volume.clusterCount(); // we'll have a lot of clusters
volumesize *= 512; // SD card blocks are always 512 bytes
Serial.print("Volume size (bytes): ");
Serial.println(volumesize);
Serial.print("Volume size (Kbytes): ");
volumesize /= 1024;
Serial.println(volumesize);
Serial.print("Volume size (Mbytes): ");
volumesize /= 1024;
Serial.println(volumesize);


Serial.println("\nFiles found on the card (name, date and size in bytes): ");
root.openRoot(volume);

// list all files in the card with date and size
root.ls(LS_R | LS_DATE | LS_SIZE);
}
void loop(void) {
}
```

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

ประวัติผู้เขียน

นายจักรพันธ์ นันทบุตร เกิดเมื่อวันที่ 14มิถุนายน พ.ศ. 2534ภูมิลำเนาอยู่ที่ ตำบลบุ่งไหมอำเภอวารินชำราบจังหวัดอุบลราชธานี สำเร็จการศึกษาระดับมัธยม ศึกษาตอนปลายจากโรงเรียน อัชสัมชันอุบลราชธานี อำเภอเมือง จังหวัดอุบลราชธานีเมื่อปี พ.ศ. 2553 ปัจจุบันเป็นนักศึกษาชั้นปีที่ 4 สาขา วิชา วิศวกรรมโทรคมนาคม สำนักวิชาวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

นายราชัน กำจร เกิดเมื่อวันที่ 17มีนาคม พ.ศ. 2534 ภูมิลำเนาอยู่ที่ ตำบล ลำห้วยหลัว อำเภอ สมเด็จ จังหวัดกาฬสินธุ์สำเร็จการศึกษาระดับมัธยม ศึกษา ตอนปลายจากโรงเรียนสมเด็จพิทยาคม อำเภอสมเด็จจังหวัดกาฬสินธุ์เมื่อปี พ.ศ. 2553 ปัจจุบันเป็นนักศึกษาชั้นปีที่ 4 สาขาวิชาวิศวกรรมโทรคมนาคม สำนักวิชาวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

นาย ธีระพงษ์ จำปาทอง เกิดเมื่อวันที่ 8 กรกฎาคม พ.ศ. 2534ภูมิลำเนาอยู่ที่ ตำบล โนนสุวรรณ อำเภอ โนนสุวรรณ จังหวัด บุรรัมย์ สำเร็จการศึกษาระดับมัธยม ศึกษา ตอนปลายจากโรงเรีย นนางรองพิทยาคม อำเภ อนางรอง จังหวัดบุรีรัมย์ เมื่อปี พ.ศ. 2553 ปัจจุบันเป็นนักศึกษาชั้นปีที่ 4 สาขา วิชา วิศวกรรม อิเล็กทรอนิกส์ สำนักวิชาวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี