ชุดอุปกรณ์ป้องกันการโจรกรรมรถจักรยานยนต์ด้วยเสียง

โดย

นางสาวจารุวรรณภักดีคำB5401017

นางสาวปิยธิดาไชยเสริมB5418596

นางสาวบุณยานุชด้วงทวีB5427826

รายงานนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาวิชา 527499 โครงงานศึกษาวิศวกรรมโทรคมนาคม

ประจำภาคการศึกษาที่ 1 ปีการศึกษา 2557

หลักสูตรวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต สาขาวิชาวิศวกรรมโทรคมนาคม หลักสูตรปรับปรุง พ.ศ.2554

สำนักวิชาวิศวกรรมศาสตร์มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

ชุดอุปกรณ์ป้องกันการโจรกรรมรถจักรยานยนต์ด้วยเสียง

คณะกรรมการสอบโครงงาน

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. มนต์ทิพย์ภา อุฑารสกุล)
กรรมการ/อาจารย์ที่ปรึกษาโครงงาน

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. ชุติมา พรหมมาก)
กรรมการ

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. ชาญชัย ทองโสภา)
กรรมการ

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี อนุมัติให้นับรายงานโครงงานฉบับนี้ เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาระดับปริญญาตรี สาขาวิชาวิศวกรรมโทรคมนาคม วิชา 527499 โครงงานวิศวกรรมโทรคมนาคม ประจำปีการศึกษา 2557

โครงงาน	ชุดอุปกรณ์ป้องกันการโจรกรรมรถจักรยานยนต์ด้วยเสียง
ผู้ดำเนินงาน	1. นางสาวจารุวรรณ ภักดีคำ B5401017
	2. นางสาวปิยธิดา ไชยเสริม B5418596
	3. นางสาวบุณยานุช ด้วงทวี B5427826
อาจารย์ที่ปรึกษา	ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.มนต์ทิพย์ภา อุฑารสกุล

สาขาวิชา วิศวกรรมโทรคมนาคม

ภาคการศึกษาที่ 1/2557

บทคัดย่อ

เนื่องจากในปัจจุบันมีการโจรกรรมรถ ซึ่งนำมาด้วยความสูญเสียทรัพย์สินที่มีราคาสูง ทำให้โครงงานนี้เกิดขึ้นมาเพื่อช่วยในการป้องกันการสูญหายของยานพาหนะ โดยเฉพาะผู้ที่จอดยานพาหนะไว้นอกบ้าน หรืออีกปัญหาที่ผู้จัดทำโครงงานเห็นได้ชัดจากการที่นักศึกษาฝากรถจักรยานยนต์ไว้ที่หอพักของทางมหาวิทยาลัยในช่วงปิดภาคการศึกษา ซึ่งอาจมีการดูแลรักษาความปลอดภัยได้ไม่ทั่วถึงจึงเกิดการสูญหายของรถจักรยานยนต์ โครงงานนี้จึงได้นำเสนอการสร้างชุดอุปกรณ์การแจ้งเตือนด้วยเสียง โดยอาศัย Zigbee เชื่อมต่อกับบอร์ด Arduino ควบคุมการทำงานโดยการเขียนคำสั่งด้วยภาษาซี พร้อมทั้งทดลองการใช้งานในสภาพแวดล้อมต่างๆ เช่น ที่โล่งแจ้ง ที่จอดรถที่มีสิ่งกีดขวาง เช่น อาคาร ต้นไม้ เป็นต้น

โครงงานนี้เป็นเพียงอุปกรณ์ต้นแบบโดยใช้ Zigbee SZ-05 Pro เชื่อมต่อเป็นเครือข่ายแบบตาข่าย เพื่อทำการรับส่งข้อมูลระหว่างอุปกรณ์ตัวรับและอุปกรณ์ตัวส่ง และใช้ บอร์ด Arduino UNO เพื่อควบคุมการทำงาน

สำหรับการกำหนดค่าให้อุปกรณ์ Zigbee แต่ละตัวเพื่อทำการรับส่งข้อมูลนั้น สามารถทำได้โดยใช้โปรแกรม Hyperterminal และใช้ภาษาซี ในการพัฒนาโปรแกรมเพื่อเชื่อมต่อ Zigbee กับบอร์ด Arduino

กิตติกรรมประกาศ

การทำโครงงานนี้ได้รับการสนับสนุนจากผู้มีพระคุณหลายๆท่าน จึงทำให้สำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยดี และยังส่งผลให้คณะผู้จัดทำได้รับความรู้และประสบการณ์ในด้านต่างๆมากมาย คณะผู้จัดทำจึงใคร่ขอขอบพระคุณเป็นอย่างยิ่ง ซึ่งคนแรกที่จะลืมไปไม่ได้เลยคืออาจารย์ที่ปรึกษาโครงงาน ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.มนต์ทิพย์ภา อุฑารสกุล สาขาวิชาวิศวกรรมโทรคมนาคม ผู้ที่คอยให้ความช่วยเหลือและความรู้ต่างๆที่เกี่ยวข้องกับโครงงาน การดูแลเอาใจใส่ติดตามโครงงานของเราและให้คำปรึกษาในทุกๆด้านแก่คณะผู้จัดทำมาโดยตลอด และคณะผู้จัดทำขอขอบคุณผู้ที่เกี่ยวข้องอื่นๆดังนี้

ขอขอบคุณอาจารย์ประจำสาขาวิศวกรรมโทรคมนาคมทุกท่าน ที่อบรมสั่งสอนให้ความรู้แก่คณะผู้จัดทำมาโดยตลอด และนำความรู้มาใช้ในการทำโครงงานนี้

ขอขอบคุณ คุณ ปณิฏฐาท์ อาจหาญ เลขานุการ ประจำสาขาวิศวกรรมโทรคมนาคม และคุณอนิวัฒน์ สุขสมร ผู้ช่วยสอนประจำสาขาวิศวกรรมโทรคมนาคม ที่คอยแจ้งข่าวสารและความสะดวกในการติดต่อกับอาจารย์

ขอขอบคุณ คุณปัญญา หันตุลา ที่เป็นผู้ให้คำปรึกษาในด้านของ Zigbee และบอร์ด Arduino อีกทั้งยังคอยให้คำแนะนำในการเขียนโปรแกรมอีกด้วย

ขอขอบคุณเพื่อนๆพี่ๆและน้องๆสาขาวิศวกรรมโทรคมนาคมทุกๆคนที่คอยให้ความช่วยเหลือในด้านต่างๆ แก่คณะผู้จัดทำมาโดยตลอด

สุดท้ายนี้ทางคณะผู้จัดทำโครงงานขอขอบพระคุณคุณบิดาและมารดา ที่ท่านทั้งสองให้การดูแลเอาใจใส่เลี้ยงดู และคอยเป็นกำลังใจเคียงข้างมาโดยตลอด ทำให้โครงงานนี้สำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยดี

ผู้จัดทำ

นางสาวจารุวรรณ ภักดีคำ

นางสาวปิยธิดา ไชยเสริม

นางสาวบุณยานุช ด้วงทวี

สารบัญ

สารบัญ (ต่อ)

สารบัญ (ต่อ)

สารบัญรูปภาพ

รูปภาพ หน้า

สารบัญรูปภาพ (ต่อ)

รูปภาพ หน้า

สารบัญรูปภาพ (ต่อ)

เรื่อง หน้า

สารบัญตาราง

ตาราง **หน้า**

บทที่ 1

บทนำ

1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

เนื่องจากในปัจจุบันมีการโจรกรรมรถซึ่งนำมาด้วยความสูญเสียทรัพย์สินที่มีราคาสูงทำให้โครงงานนี้เกิดขึ้นมาเพื่อช่วยในการป้องกันการสูญหายของยานพาหนะโดยเฉพาะผู้ที่จอดยานพาหนะไว้นอกบ้านหรืออีกปัญหาที่ผู้จัดทำโครงงานเห็นได้ชัดจากการที่นักศึกษาฝากรถจักรยานยนต์ไว้ที่หอพักของทางมหาวิทยาลัยในช่วงปิดภาคการศึกษาซึ่งอาจมีการดูแลรักษาความปลอดภัยได้ไม่ทั่วถึงจึงเกิดการสูญหายของรถจักรยานยนต์ซึ่งลักษณะการโจรกรรมรถจักรยานยนต์ของคนร้ายจะมีด้วยกันอยู่หลายวิธีดังนี้

- กรณีที่ล็อคคอรถไว้คนร้ายจะหักแฮนด์รถอย่างแรงเพื่อให้สลักที่ล็อคคอรถอยู่หักและถ้าคนร้ายมีกุญแจผีก็จะไขและสตาร์ทรถไปได้แต่ถ้าไม่มีกุญแจผีคนร้ายก็จะต่อสายไฟที่อยู่ใต้บล็อกกุญแจซึ่งจะต่อสายตรงและสตาร์ทรถไปได้เช่นกัน
- กรณที่เจ้าของรถใช้โซ่ล็อกกับล้อใดล้อหนึ่งกับเสาไฟหรือรั้วไว้คนร้ายอาจจะใช้ประแจขันล้อออกและยกรถจักรยานยนต์ขึ้นปิคอัพโดยไม่เอาล้อไปด้วยหรือกรณีที่ล็อกโซ่ไว้ที่โซ่สเตอร์ คนร้ายก้จะถอดสเตอร์ออก และเอาไปแต่รถไปเพราะสามารถหาซื้ออะไหล่มาใส่แทนได้เนื่องจากคนร้ายต้องการแค่ตัวเครื่องและรถ
- กรณีที่คนร้ายมีเวลาไม่มากอาจจะช่วยกันยกรถทั้งคันขึ้นปิคอัพไปเลย
- ใช้น้ำกรด โจรจะใช้น้ำกรดชนิด เข้มข้น หยอดไปตามรูกุญแจต่างๆจนเสียหาย และหลุดออก
- ช็อตวงจรไฟฟ้า และต่อสายตรงคนร้ายส่วนมากจะมีการฝึกฝนและศึกษาวงจรกันขโมยของแต่ยี่ห้อแต่ละรุ่นมาเป็นอย่างดีคนร้ายอาจจะใช้เวลาไม่นานในการต่อสายตรงแล้วสตาร์ทเครื่องหลบหนีได้อย่างรวดเร็ว

ดังนั้นทางคณะผู้จัดทำโครงการจึงตระหนักถึงปัญหานี้จึงทำให้เกิดเป็นโครงการนี้ขึ้นมาทางผู้จัดทำได้คิดหาอุปกรณ์ที่มีต้นทุนไม่สูงมากและใช้พลังงานต่ำมาประดิษฐ์เป็นสัญญาณเตือนภัยเพื่อป้องกันการโจรกรรมของรถจักรยานยนต์ภายในหอพักของมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารีโครงงานนี้จึงได้นำเสนอการสร้างชุดอุปกรณ์การแจ้งเตือนด้วยเสียงโดยอาศัย Zigbee เชื่อมต่อกับบอร์ด Arduino ควบคุมการทำงาน โดยการเขียนคำสั่งด้วยภาษาซีคือเมื่อเหตุการณ์ปกติ Zigbee จะทำ

หน้าที่ทั้งรับและส่งข้อมูลกันตลอดเวลาแต่เมื่อเกิดเหตุการณ์ที่ไม่ปกติขึ้น Zigbee จะไม่สามารถรับส่งข้อมูลกันได้สัญญาณเตือนก็จะดังขึ้นทันทีดังแสดงในรูปที่ 1.1 ซึ่งจะมีข้อดีกว่าสัญญาณกันขโมยของรถจักรยานยนต์โดยทั่วๆไปคือไม่ไวต่อเสียงฟ้าร้องไม่เป็นอันตรายต่อระบบวงจรไฟฟ้าของรถจักรยานยนต์และหากชุดอุปกรณ์ที่ติดกับตัวรถจักรยานยนต์โดนทำลายระบบก็ยังสามารถส่งเสียงเตือนได้อยู่เป็นต้น

รูปที่ 1.1 สถานการณ์จำลองของโครงงาน

1.2 วัตถุประสงค์

1.2.1เพื่อสร้างอุปกรณ์เตือนภัยการโจรกรรมของรถจักรยานยนต์ภายในหอพักของทางมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

1.2.2 เพื่อศึกษาทฤษฎีและความรู้พื้นฐานเกี่ยวกับ Zigbee ในรูปแบบตาข่าย

1.2.3 เพื่อใช้ Zigbee ในการตรวจสอบว่าอุปกรณ์มีการรับส่งกันหรือไม่

1.2.4 เพื่อนำความรู้ที่ได้จากการศึกษาทฤษฎีของวิชาต่างๆมาปฏิบัติและประยุกต์ใช้ได้จริง

1.3 สมมติฐาน

สภาพแวดล้อม ความเร็ว สภาพอากาศ และการติดตั้งชุดอุปกรณ์มีผลในการรับส่งสัญญาณแบบไร้สาย

1.4 ขอบเขตการศึกษา

1.4.1 สามารถรับส่งสัญญาณเตือนในสภาพแวดล้อมที่โล่ง ระยะทาง 1500 เมตร

1.4.2 สามารถรับส่งสัญญาณเตือนในสภาพแวดล้อมที่มีอุปสรรคขวางกั้น ระยะทาง 500-800 เมตร

1.4.3 ตัวรับส่งสัญญาณเตือนภัยเป็นแบบระบบไร้สาย

1.4.4 การรับส่งสัญญาณเป็นแบบผลัดกันรับผลัดกันส่ง

1.4.5 ศึกษาโปรแกรม Hyperterminal ในการเซตค่า Zigbee

1.4.6 ศึกษาโปรแกรม Arduino ในการออกแบบโค้ดภาษาซีเพื่อควบคุมการทำงาน

1.5 ขั้นตอนการดำเนินงาน

1.5.1 ศึกษาค้นคว้าข้อมูลเบื้องต้นที่เกี่ยวกับโครงงาน

1.5.2 ศึกษาข้อมูลและหลักการการใช้งาน Zigbee ที่ย่านความถี่ 2.4 GHz

1.5.3 ศึกษาโค้ดภาษาซีและโปรแกรมต่างๆที่เกี่ยวข้อง

1.5.4 เขียนโค้ดภาษาซีควบคุมการทำงานระหว่างตัวรับ 1 ตัว และตัวส่ง 1 ตัว

1.5.5 เขียนโค้ดภาษาซีควบคุมการทำงานโดยเพิ่มตัวรับจาก 1 ตัวเป็น 2 ตัว

1.5.6 ออกแบบวงจรในส่วนต่างๆและสร้างชุดอุปกรณ์ต้นแบบ เพื่อนำไปใช้ทดสอบจริง

1.5.7 สรุปผลการทดลองเขียนรายงาน และนำเสนอโครงงาน

1.6 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1.6.1 ชุดอุปกรณ์ป้องกันการโจรกรรมรถจักรยานยนต์

1.6.2 สามารถรับส่งสัญญาณไร้สายระหว่างอาคารถึงรถได้

1.6.3 ได้รับความรู้ทางด้านการเขียนโปรแกรมลงบอร์ด Arduino

1.6.4 การรับส่งสัญญาณเตือนจากอาคารถึงรถจักรยานยนต์อย่างรวดเร็ว

1.7 นวัตกรรมของผลงาน

ผลงานชิ้นนี้มีความสามารถในการเตือนภัยเมื่อมีการโจรกรรมรถจักรยานยนต์ โดยจะใช้หลักการสื่อสารแบบไร้สายด้วย Zigbee ซึ่งใช้ต้นทุนต่ำ มีการรับส่งข้อมูลต่ำ ใช้พลังงานต่ำ แต่ก็ยังมีข้อเสียคือระยะที่ทำได้ขึ้นอยู่กับสภาพแวดล้อมของระบบ และสายอากาศที่ใช้เนื่องจากความถี่

2.4 GHz เป็นย่านความถี่สูงอัตราการลดทอนสัญญาณจะสูง และสิ่งกีดขวางจะมีผลอย่างมากกับระยะทางที่ใช้งานได้

บทที่ 2

ทฤษฎีพื้นฐานที่เกี่ยวข้อง

ในบทนี้จะกล่าวถึงทฤษฎีที่เกี่ยวข้องกับการอออกแบบและสร้างอุปกรณ์ต้นแบบของสัญญาณเตือนภัยเพื่อป้องกันการโจรกรรมของรถจักรยานยนต์ โดยแนวคิดการสร้างนี้เริ่มแรกเกิดจากแนวคิดง่ายๆที่ว่ามีอุปกรณ์อะไรสักอย่างที่มีต้นทุนไม่สูงมากและใช้พลังงานต่ำมาประดิษฐ์เป็นสัญญาณเตือนภัยเพื่อป้องกันการโจรกรรมของรถจักรยานยนต์ภายในหอพักของมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารีโครงงานนี้จึงได้นำเสนอการสร้างชุดอุปกรณ์ต้นแบบการแจ้งเตือนด้วยเสียงโดยอาศัย Zigbee ที่สามารถทำหน้าที่ทั้งรับและส่งข้อมูลกันตลอดเวลาแต่เมื่อเกิดเหตุการณ์ที่ไม่ปกติขึ้น Zigbeeจะไม่สามารถรับส่งข้อมูลกันได้สัญญาณเตือนก็จะดังขึ้นทันที ซึ่งเนื้อหาในบทนี้แบ่งออกเป็นหัวข้อย่อยดังนี้หัวข้อ 2.1 กล่าวนำ หัวข้อ 2.2 ข้อมูลการโจรกรรมรถจักรยานยนต์ หัวข้อ 2.3 ทฤษฎีการสื่อสารไร้สาย หัวข้อ 2.4 สายอากาศ หัวข้อ 2.5Zigbeeหัวข้อ 2.6 บอร์ด Arduino หัวข้อ 2.7 โปรแกรม Arduino 1.0.5

2.1 กล่าวนำ

จากในแนวคิดเริ่มแรกของการทำโครงงานครั้งนี้ คือการสร้างอุปกรณ์ต้นแบบการแจ้งเตือนด้วยเสียงโดยอาศัยZigbee ที่สามารถทำหน้าที่ทั้งรับและส่งข้อมูลกันตลอดเวลาแต่เมื่อเกิดเหตุการณ์ที่ไม่ปกติขึ้น Zigbeeจะไม่สามารถรับส่งข้อมูลกันได้สัญญาณเตือนก็จะดังขึ้นทันทีเมื่อศึกษาในเรื่องของระบบสื่อสารต่างๆ จะเห็นได้ว่าระบบสื่อสารที่เหมาะกับงานนี้อย่างน้อยต้องเป็นระบบการสื่อสารไร้สายแน่นอน เนื่องจากเป้าหมายคือรถจักรยานยนต์นั้นมีการเคลื่อนที่อยู่ตลอดเวลา ไม่สามารถเดินสายไปได้แน่นอน จึงได้มีการพิจารณาในระบบการสื่อสารไร้สาย และการที่จะนำอุปกรณ์ใดๆได้ติดตั้งบนรถจักรยานยนต์ได้จะต้องมีขนาดที่ไม่ใหญ่มากเพื่อความสะดวก และในการจ่ายไฟนั้นสมควรที่จะต้องจ่ายไฟจากแบตเตอร์รี่หรือถ่ายไฟฉายอื่นๆ ที่ไม่เกี่ยวกับโครงสร้างของรถจักรยานยนต์ได้จะดีเป็นที่สุด ประกอบกับสภาพแวดล้อมโดยมากของพื้นที่ของมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารีนั้นจะมีต้นไม้มาก ทำให้เกิดการลดทอนสัญญาณได้ ดังนั้นคุณสมบัติของอุปกรณ์เป้าหมายที่ต้องการคือ เป็นการสื่อสารไร้สาย มีขนาดเล็ก รับไฟจากถ่านไฟฉายหรือแบตเตอร์รี่ สามารถทนต่อการลดทอนสัญญาณได้ในระดับหนึ่ง

2.2 ข้อมูลการโจรกรรมรถจักรยานยนต์

การโจรกรรมรถที่เกิดขึ้นในปัจจุบันมักจะมีรูปแบบการโจรกรรมหลากหลายรูปแบบด้วยกันเพื่อให้ได้มาซึ่งรถจักรยานยนต์ที่มีความต้องการของตลาดเพื่อส่งต่อไปยังประเทศเพื่อนบ้าน หรือทำการแยกชิ้นส่วนนำไปขายเป็นอะไหล่รถจักรยานยนต์ต่อไป รูปแบบการโจรกรรมจะเกิดขึ้นตามความสะดวกของโจร ช่วงเวลา และสถานที่ หากโจรสะดวกวิธีใดก็จะใช้วิธีนั้นเพื่อโจรกรรมรถจักยานยนต์โดยทันที ซึ่งรูปแบบการโจรกรรมรถจักรยานยนต์ของคนร้ายจะมีดังนี้

1. กรณีที่ล็อคคอรถไว้ คนร้ายจะหักแฮนด์รถอย่างแรงเพื่อให้สลักที่ล็อคคอรถอยู่หักและถ้าคนร้ายมีกุญแจผีก็จะไขและสตาร์ทรถไปได้ แต่ถ้าไม่มีกุญแจผีคนร้ายก็จะต่อสายไฟที่อยู่ใต้บล็อกกุญแจซึ่งจะสามารถต่อสายตรงและสตาร์ทรถไปได้เช่นกัน

2.กรณีที่เจ้าของรถใช้โซ่ล็อคกับล้อใดล้อหนึ่งกับเสาไฟหรือรั้วไว้ คนร้ายอาจจะใช้ประแจขันล้อออกและยกรถจักรยานยนต์ขึ้นรถกระบะโดยไม่เอาล้อไปด้วยหรือกรณีที่ล็อกโซ่ไว้ที่โซ่สเตอร์คนร้ายก็จะถอดสเตอร์ออกและเอาไปแต่รถไปเพราะสามารถหาซื้ออะไหล่มาใส่แทนได้เนื่องจากคนร้ายต้องการแค่ตัวเครื่องและรถ

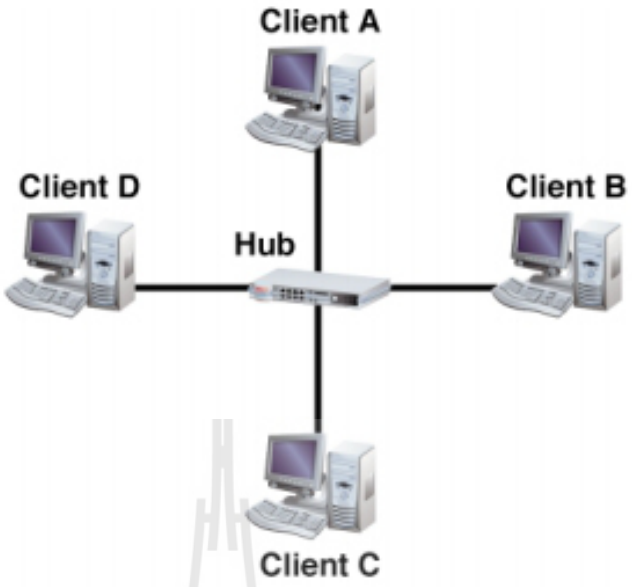
3.กรณีที่คนร้ายมีเวลาไม่มากอาจจะช่วยกันยกรถทั้งคันขึ้นรถกระบะไปเลย

4. ใช้น้ำกรดโดยโจรจะใช้น้ำกรดชนิด เข้มข้น หยอดไปตามรูกุญแจต่างๆจนเสียหาย และหลุดออกและทำการต่อสายตรง

5.ช็อตวงจรไฟฟ้าและต่อสายตรง โดยคนร้ายส่วนมากจะมีการฝึกฝนและศึกษาวงจรกันขโมยของแต่ยี่ห้อแต่ละรุ่นมาเป็นอย่างดี คนร้ายอาจจะใช้เวลาไม่นานในการต่อสายตรงแล้วสตาร์ทเครื่องหลบหนีได้อย่างรวดเร็ว

2.3 ทฤษฎีการสื่อสารไร้สาย

การสื่อสารไร้สาย (wirelesscommunication)[1]หมายถึงการถ่ายโอนข้อมูลสารสนเทศระหว่างจุดสองจุดหรือมากกว่า โดยไม่ได้เชื่อมต่อกันด้วยตัวนำไฟฟ้าเทคโนโลยีไร้สายที่พบมากที่สุดใช้คลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า เช่นคลื่นวิทยุ ซึ่งอาจใช้ในระยะทางสั้นๆไม่กี่เมตรสำหรับโทรทัศน์หรือไกลเป็นล้านกิโลเมตรลึกเข้าไปในอวกาศสำหรับวิทยุ การสื่อสารไร้สายรวมถึงหลากหลายชนิดของการใช้งานอยู่กับที่เคลื่อนที่และแบบพกพา ได้แก่ วิทยุสองทางโทรศัพท์มือถือผู้ช่วยดิจิตอลส่วนตัว (Personal Digital Assistants หรือ PDAs) และเครือข่ายไร้สาย ตัวอย่างอื่น ๆ ของการประยุกต์ใช้เทคโนโลยีวิทยุไร้สายรวมถึง GPSรีโมตประตูโรงรถ เม้าส์คอมพิวเตอร์ไร้สายแป้นพิมพ์และชุดหูฟังไร้สายหูฟังไร้สายเครื่องรับวิทยุไร้สายโทรทัศน์ผ่านดาวเทียมไร้สายเครื่องรับโทรทัศน์ทั่วไปและโทรศัพท์บ้านไร้สาย



รูปที่ 2.1 เครือข่ายแบบดาว

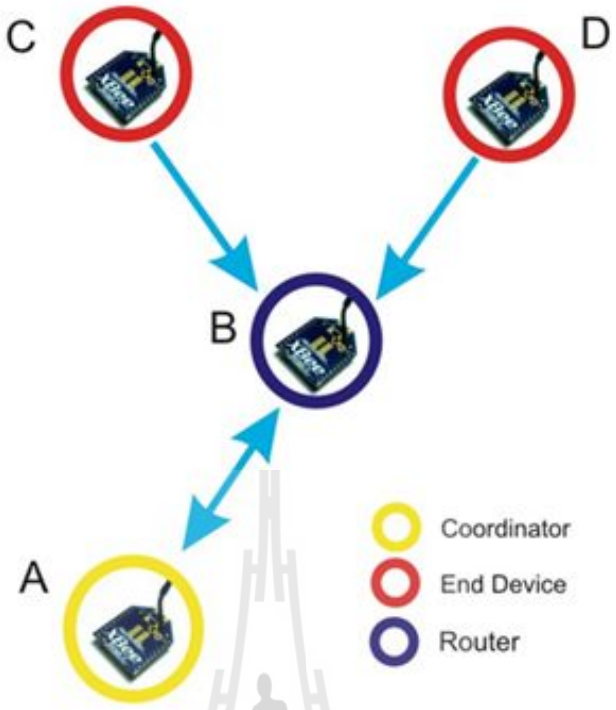
วิธีการอื่นของการสื่อสารไร้สายที่ไม่ได้ใช้คลื่นวิทยุได้แก่ การใช้แสงเสียงสนามแม่เหล็กหรือสนามไฟฟ้า

การสื่อสารระยะใกล้สามารถเชื่อมต่อกับอุปกรณ์สื่อสารได้หลายรูปแบบ โดยเฉพาะการเน้นกลุ่มเป้าหมายการสื่อสารระหว่างอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ เพื่อให้การสื่อสารดังกล่าวเป็นมาตรฐาน จึงได้มีการกำหนดมาตรฐานสากล สำหรับการสื่อสารระยะใกล้ หรือการสื่อสารสำหรับเครือข่ายพื้นที่ส่วนตัว (Personal Area Network : PAN) คือ มาตรฐาน IEEE 802.15 ซึ่งมาตรฐานนี้ได้นำมาใช้สำหรับการสื่อสารสำหรับเครือข่ายเซ็นเซอร์ไร้สาย (Wireless Sensor Network : WSN)

ในโครงงานนี้ผู้จัดทำได้ใช้Zigbeeซึ่งสามารถใช้การเชื่อมต่อได้ดังนี้

เครือข่ายแบบดาว (star topology)

เป็นการเชื่อมต่อสถานีในเครือข่าย โดยทุกสถานีจะต่อเข้ากับหน่วยสลับสายกลาง เช่น ฮับ (hub) หรือสวิตซ์ (switch) ซึ่งทำหน้าที่เป็นศูนย์กลางของการเชื่อมต่อระหว่างสถานีต่างๆ ที่ต้องการติดต่อกัน ข้อดีของการเชื่อมต่อแบบดาว คือ ถ้าสถานีใดเสีย หรือสายเชื่อมต่อระหว่างฮับ/สวิตซ์กับสถานีใดชำรุด ก็จะไม่กระทบกับการเชื่อมต่อของสถานีอื่น ดังนั้นการเชื่อมต่อแบบนี้จึงเป็นที่นิยมใช้กันในปัจจุบัน แต่ถ้าเครื่องศูนย์กลางมีปัญหาขัดข้อง ก็จะทำให้ระบบทั้งระบบต้องหยุดชะงักทันทีดังรูปที่ 2.1



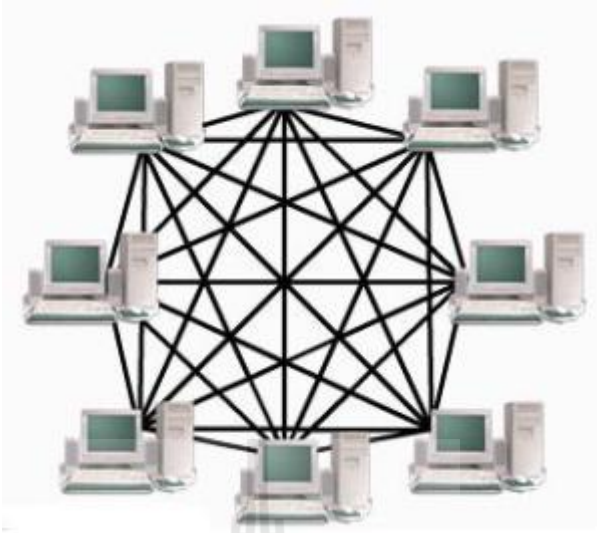
รูปที่ 2.2 เครือข่ายแบบกลุ่มแผนภาพต้นไม้

เครือข่ายแบบกลุ่มแผนภาพต้นไม้ (cluster tree topology)

การเชื่อมต่อแบบกลุ่มแผนภาพต้นไม้ เป็นการรับส่งข้อมูลแบบส่งผ่าน เช่น A ต้องการติดต่อกับ C แต่ C อยู่ไกลจาก A จน A ไม่สามารถ ติดต่อกับ C ได้ แต่ B ที่อยู่ระหว่าง A กับ C ดังนั้นเครือข่ายแบบกลุ่มแผนภาพต้นไม้ จะใช้ B เป็นเหมือนตัวกลางเชื่อมการติดต่อ (repeater) ระหว่าง A กับ C ซึ่งในโครงข่ายนี้มีการทำงานอยู่ 3 รูปแบบคือ coordinator end deviceและ routers ดังรูปที่ 2.2

เครือข่ายแบบเมช (mesh topology)

เป็นรูปแบบของการเชื่อมต่อที่มีความนิยมมากและมีประสิทธิภาพสูงเนื่องจากถ้ามีเส้นทางของการเชื่อมต่อคู่ใดคู่หนึ่งขาดจากกันการติดต่อสื่อสารระหว่างคู่นั้นยังสามารถติดต่อได้โดยอุปกรณ์จัดเส้นทาง (router) จะทำการเชื่อมต่อเส้นทางใหม่ไปยังจุดหมายปลายทางอัตโนมัติ ดังรูปที่ 2.3 การเชื่อมต่อแบบนี้มักนิยมสร้างบนเครือข่ายแบบไร้สายซึ่งในโครางงานนี้เลือกการใช้งานรูปแบบเมช ซึ่งสามารถจัดการหาเส้นทางในการเชื่อมต่อกันได้ ไม่ต้องกังวลเรื่องการเชื่อมต่อขาดหาย



รูปที่ 2.3 เครือข่ายแบบเมช

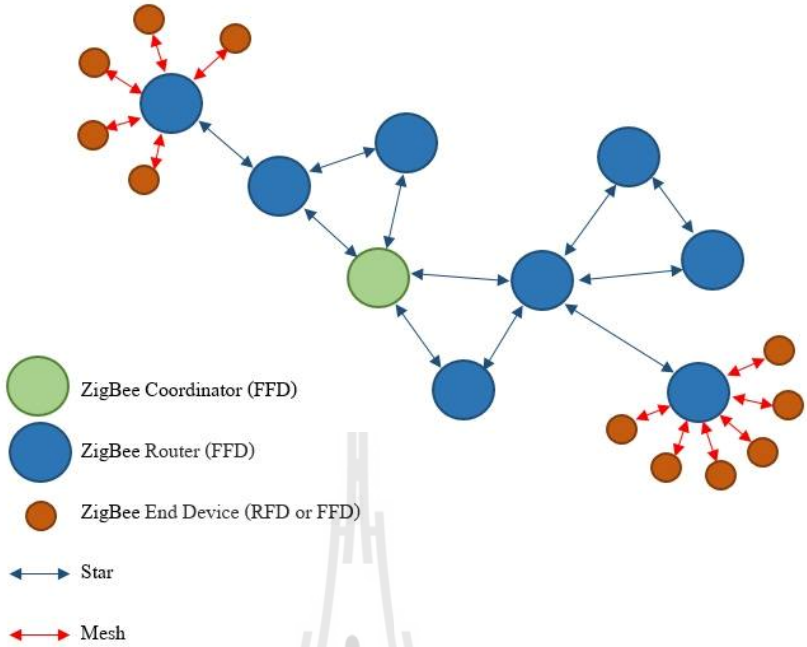
ประโยชน์จากการใช้ระบบเครือข่ายไร้สาย

คุณประโยชน์ของระบบเครือข่ายไร้สายมีทั้งระยะสั้นและระยะยาว ประกอบด้วย:

- ความสะดวกสบาย:คอมพิวเตอร์โน้ตบุ๊กทั้งหมดและโทรศัพท์เคลื่อนที่จำนวนมากทุกวันนี้ติดตั้งเทคโนโลยีวายฟาย (Wireless Fidelity : Wi-Fi)ที่ต้องเชื่อมต่อโดยตรงเข้ากับระบบ LANไร้สาย พนักงานสามารถเข้าถึงทรัพยากรในเครือข่ายของคุณได้อย่างปลอดภัยจากที่ใดๆ ก็ตามภายในพื้นที่ครอบคลุม พื้นที่ครอบคลุมโดยปกติคือสถานประกอบการของคุณแม้ว่าจะขยายออกไปมากกว่าหนึ่งอาคารก็ตาม
- ระบบเคลื่อนที่:สามารถใช้ได้ในหลายพื้นที่เช่นทำงานได้โดยไม่ต้องอยู่ที่โต๊ะทำงาน
- การติดตั้งง่ายดาย:ประหยัดต้นทุนไม่ต้องเดินสาย LAN เพื่อเชื่อมต่อลดต้นทุนในการย้าย
- ความปลอดภัย:มีการป้องกันที่แข็งแกร่งโดยผู้ใช้จะเชื่อมต่อได้ต้องได้รับอนุญาต

2.4 ZigBee

Zigbee [2]เป็นเทคโนโลยีการสื่อสารแบบไร้สายส่วนบุคคล (Wireless Personal Area Network: WPAN) อยู่ภายใต้มาตรฐาน IEEE 802.15.4ที่ถูกพัฒนาขึ้นให้มีจุดเด่นกว่าเทคโนโลยีไร้สายแบบอื่นๆ กล่าวคือ ราคาต่ำ ใช้พลังงานน้อย จึงสามารถติดตั้งไว้ได้นานและสามารถสร้างเครือข่ายได้ ซึ่งเหมาะกับการใช้งานด้านเซนเซอร์ไร้สาย ตรวจสอบตำแหน่งของวัตถุ และตรวจสอบสภาพแวดล้อมเป็นต้น



รูปที่ 2.4 ตัวอย่างการสร้างเครือข่ายอุปกรณ์ ZigBee

2.4.1 หลักการทำงานของ Zigbee

การทำงานของZigbee[3]จะเป็นการรับส่งคลื่นสัญญาณข้อมูลแบบสื่อสารสองทางครึ่งอัตรา (half duplex) ผ่านชิปเล็กจิ๋วนี้จุดต่อจุดไปเรื่อยๆ จนถึงปลายทางที่ต้องการดาวน์โหลดข้อมูลลงในเครื่องคอมพิวเตอร์เพื่อใช้ในการ วิเคราะห์ข้อมูลโดยใช้พลังงานแสงอาทิตย์หรือแบตเตอรี่ขนาดเล็กที่กินไฟน้อยมากซึ่งZigbeeมีระยะการสื่อสารในช่วง10-75 เมตร โดยใช้ความถี่ที่ช่วงของunlicensed RF world wide ซึ่งในแต่ละความถี่มีอัตราการรับส่งข้อมูล ดังนี้

1. ย่านความถี่ 2.4GHzมี16ช่องสัญญาณ อัตรารับส่งข้อมูล250Kbps
2.ย่านความถี่ 915GHzมี10ช่องสัญญาณอัตรารับส่งข้อมูล 40Kbps
3. ย่านความถี่ 868 GHz มี1ช่องสัญญาณ อัตรารับส่งข้อมูล 20Kbps

โดยความถี่ 2.4-2.4835 GHzสามารถใช้งานได้ทั่วโลก และความถี่868-870 MHzและ 902-928 MHzใช้งานได้ในพื้นที่ของอเมริกาเหนือ, ยุโรป, ออสเตรเลียและนิวซีแลนด์โดยการสื่อสารระยะใกล้แบบZigbee แตกต่างจากการสื่อสารแบบบลูทูธ

Zigbee ได้แบ่งตามลักษณะการทำงาน3 แบบคือ

1.ส่วนประสาน(coordinator)มีหน้าที่สร้างโครงข่ายจัดการโนดในโครงข่ายและเก็บข่าวสารของโนดในโครงข่าย เชื่อมโยงเครือข่าย ระหว่างส่วนท้ายสุด (end device)กับอุปกรณ์จัดเส้นทาง หรือส่วนประสานกับส่วนประสานด้วยกัน หรือส่วนประสานกับอุปกรณ์จัดเส้นทาง กำหนดที่อยู่ให้กับ

สิ่งประดิษฐ์ (device)ที่อยู่ในวงเครือข่ายไม่ให้ซ้ำกันดูแลจัดการเรื่องการจัดเส้นทางซึ่งเทียบได้กับ FFD แสดงการเชื่อมโยงเครือข่าย ดังรูปที่ 2.4

2. ส่วนท้ายสุด(end device)ทำหน้าที่จัดการเส้นทางของข้อมูลที่ส่งผ่านภายในโครงข่ายระหว่างโหนด ซึ่งเทียบได้กับ RFD หรือ FFD บางกรณี ขึ้นอยู่กับเครื่องรับรู้ (sensor) ที่ใช้

3. อุปกรณ์จัดเส้นทาง (router)มีหน้าที่รับส่งข้อมูลในเส้นทางต่างๆ ของเครือข่าย ซึ่งเทียบได้กับ FFD

2.4.2 โครงสร้างโพรโตคอลของ Zigbee

โครงสร้างของZigbee[4]ถูกกำหนดตามมาตรฐานIEEE 802.15.4โดยแบ่งตามชั้น (layer)ดังรูปที่ 2.5

- application layer เป็นชั้นที่มีส่วนของปลายทาง (endpoint)อยู่เรียกว่าapplication framework โดยมี Zigbee Device Object (ZDO)ทำหน้าที่ในการจัดการในการเข้าถึงและใช้งานapplication layer
- application support sub-layer ทำหน้าที่ในการสร้างเฟรมของapplication layer และทำหน้าที่ในการรับส่งข้อมูล รวมถึงการจัดการด้านต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องกับapplication layer
- network layerทำหน้าที่ในการจัดเส้นทางข้อมูลต่างๆ จากต้นทางไปยังปลายทางที่อาจอยู่ภายในเครือข่ายเดียวกัน หรือต่างเครือข่ายกัน

<table>
<tr><td>Application layer</td><td>ZDO</td><td rowspan="3">ZigBee define</td></tr>
<tr><td colspan="2">Application support sub-layer</td></tr>
<tr><td colspan="2">Network layer</td></tr>
<tr><td colspan="2">MAC layer</td><td rowspan="2">IEEE
802.15.4</td></tr>
<tr><td colspan="2">Physical layer</td></tr>
</table>

รูปที่2.5 โครงสร้างโพรโตคอลของ Zigbee

2.4.3 ชนิดของอุปกรณ์ Zigbee

มีอยู่ 2 ชนิด คือ

1. Full Function Device: FFDเป็นอุปกรณ์จัดเส้นทางที่เป็นสื่อกลางในการส่งข้อมูลจากอุปกรณ์อื่นๆ ใช้พลังงานจาก power lineทำงานได้ในทุกปริภูมิคณิตศาสตร์ (topology) และสามารถทำเป็นจุดเชื่อมต่อกันได้

2. Reduced Function Device: RFD เหมาะแก่การเชื่อมต่อภายในเครือข่ายใช้พลังงานจากแบตเตอรี่ ไม่สามารถถ่ายทอดข้อมูลจากอุปกรณ์อื่นๆได้ทำได้ง่ายในเครือข่ายที่เป็นแบบดาว

2.4.4 คุณสมบัติของ Zigbee[5]

1. อัตราการส่งข้อมูล250 kbps (2.4 GHz) 40 kbps (915 MHz) และ 20 kbps (868 MHz)
2. High throughput และ low latency duty cycle ต่ำ (< 0.1%)
3. มีการเข้าถึงช่องสัญญาณ(channel)แบบ Channel access using Carrier Sense Multiple Access with Collision Avoidance (CSMA - CA)
4. สามารถรองรับที่อยู่ได้ถึง 64 bit IEEE address (65535 network)
5. รับประกันการส่งแบบ Full hand shaked protocol
6. เชื่อมต่อปริภูมิคณิตศาสตร์ได้หลายแบบ เช่น ระบบแบบดาวระบบแบบเพียร์ทูเพียร์และระบบแบบเมช
7. ใช้พลังงานต่ำ (สามารถใช้ได้หลายเดือนจนถึงปี)
8. ระยะทางการส่งพื้นฐาน 50-500 เมตร

2.4.5 การเชื่อมต่อโครงข่ายไร้สาย

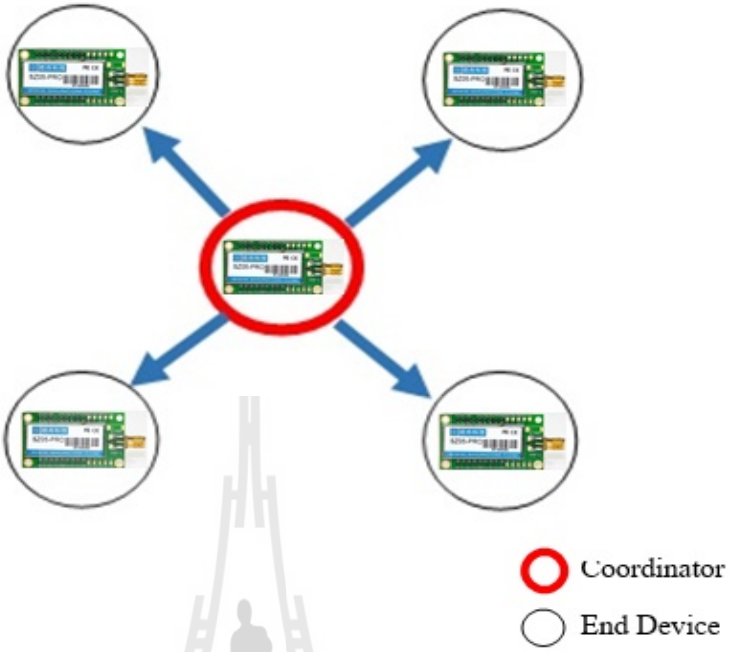
Zigbee สามารถสร้างโครงข่ายได้ 3 รูปแบบ ดังนี้

1. เครือข่ายแบบดาว

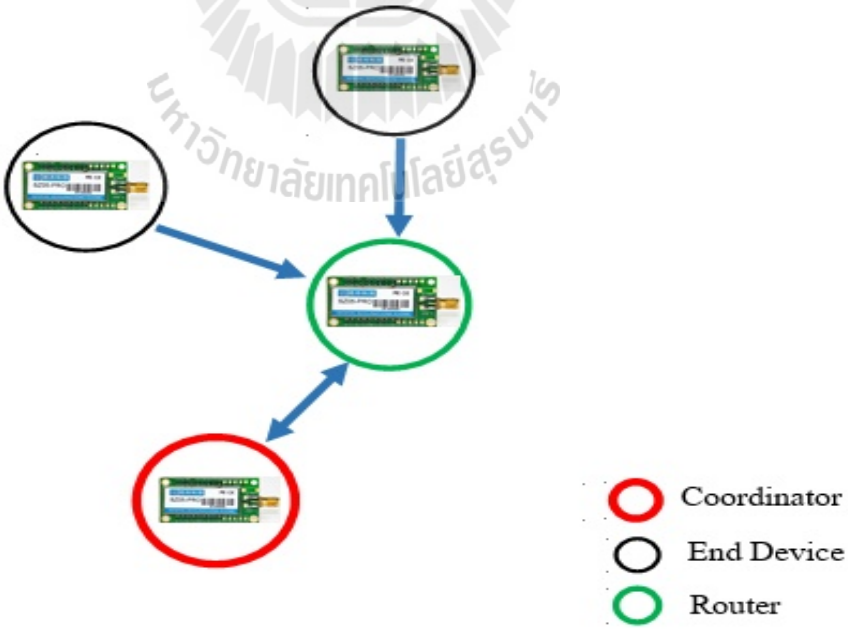
การเชื่อมต่อแบบดาวหรือ แบบแพร่สัญญาณ (broadcast) เป็นการรับส่งข้อมูลแบบไม่เฉพาะเจาะจงจุดหมายปลายทาง โดย Zigbee ทุกตัวที่อยู่ในเครือข่ายเดียวกันสามารถรับข้อมูลได้ทุกตัว โครงข่ายนี้ Zigbee จะทำงานเป็น 2 รูปแบบคือส่วนประสานทำหน้าที่สร้างเครือข่าย และแบบที่ 2 เป็นส่วนท้ายสุด ทำหน้าที่เป็นลูกข่าย ดังรูปที่ 2.6

2. เครือข่ายแบบกลุ่มแผนภาพต้นไม้

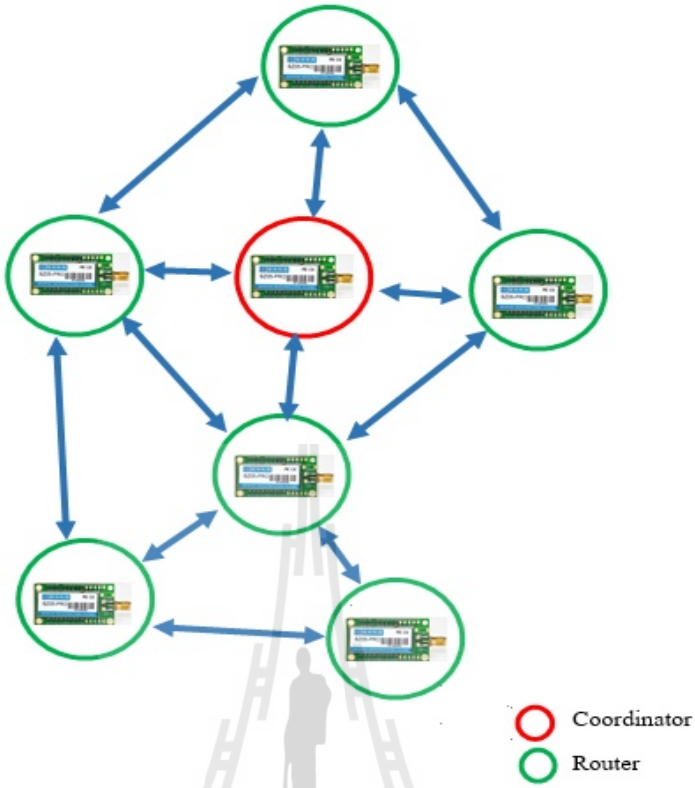
การเชื่อมต่อแบบกลุ่มแผนภาพต้นไม้ เป็นการรับส่งข้อมูลแบบส่งผ่าน เช่น A ต้องการติดต่อกับ C แต่ C อยู่ไกลจาก A จน A ไม่สามารถ ติดต่อกับ C ได้ แต่ B ที่อยู่ระหว่าง A กับ C ดังนั้นกลุ่มแผนภาพต้นไม้ จะใช้ B เป็นเหมือนตัวกลางเชื่อมการติดต่อ (repeater) ระหว่าง A กับ C ซึ่งในโครงข่ายนี้มีการทำงานอยู่ 3 รูปแบบคือส่วนประสานส่วนท้ายสุดและอุปกรณ์จัดเส้นทาง ดังรูปที่ 2.7



รูปที่ 2.6 เครือข่ายแบบดาว



รูปที่ 2.7 เครือข่ายแบบกลุ่มแผนภาพต้นไม้



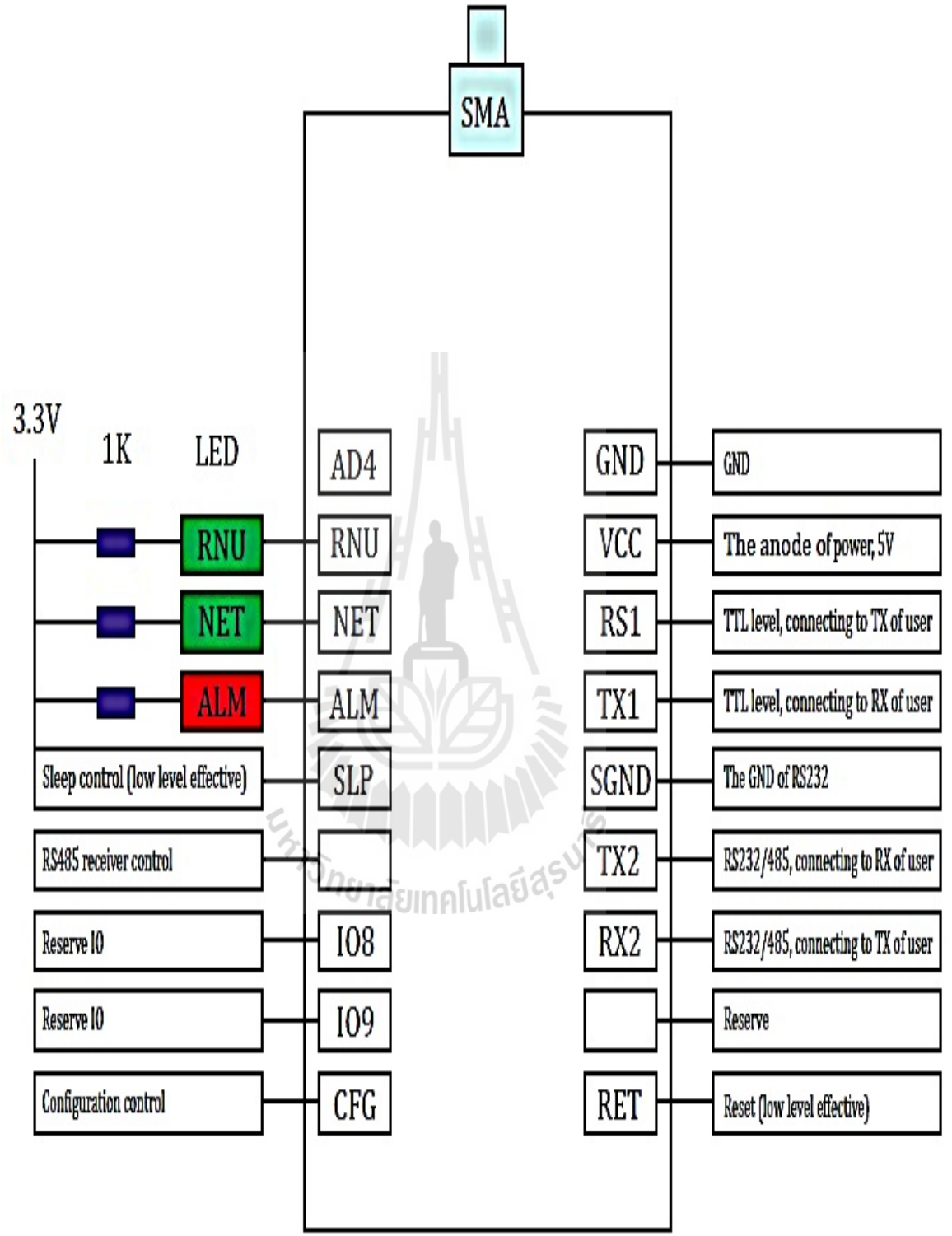
รูปที่ 2.8 เครือข่ายแบบเมช

3. เครือข่ายแบบเมช

การเชื่อมต่อเครือข่ายแบบเมชเป็นโครงข่ายที่มีประสิทธิภาพสูง เนื่องจากข้อมูลสามารถส่งไปถึงเป้าหมายได้หลายทางทำให้ระบบนี้สามารถรับส่งข้อมูลไปยังจุดหมายปลายทางได้ แม้จะเกิดความเสียหายของระบบในบางส่วนก็ตาม (ขึ้นอยู่กับการออกแบบระบบของผู้ใช้)ระบบนี้จึงเป็นระบบที่ได้รับความนิยมเป็นอย่างมากซึ่งในโครงข่ายนี้มีการทำงานแบบ 2 รูปแบบคือส่วนประสานและอุปกรณ์จัดเส้นทางดังรูปที่ 2.8

2.4.6 Zigbee รุ่น SZ05

อุปกรณ์Zigbee รุ่น SZ05[6]สามารถเชื่อมต่อเข้ากับบอร์ด RS232 RS485 และ TTL ได้ ผลิตขึ้นโดยบริษัท Shuncom เป็นอุปกรณ์ไร้สายที่ราคาต่ำ ใช้พลังงานน้อย จึงสามารถติดตั้งไว้ได้เป็นเวลานาน ซึ่งอุปกรณ์นี้ได้แบ่งการใช้งานออกเป็นรหัสประจำตัว (Personal Identification Number : PIN) ได้ดังรูปที่ 2.9



รูปที่ 2.9 ขาของอุปกรณ์ Zigbee รุ่น SZ05

ขาฝั่งซ้ายดังแสดงในตารางที่ 2.1

ตารางที่2.1 การใช้งานของขาในอุปกรณ์Zigbee รุ่น SZ05 ฝั่งซ้าย

Pin number	Pin name	Functions	Notes
5	AD4		
6	RUN	Run	LED
7	NET	Net	LED
8	ALM	Alarm	LED
9	SLP	Sleep	Low level effective
A			
B	IO8	Reserved for IO	
C	IO9	Reserved for IO	
D	CFG	Configuration control	Low level effective

ขาฝั่งขวา ดังแสดงในตารางที่ 2.2

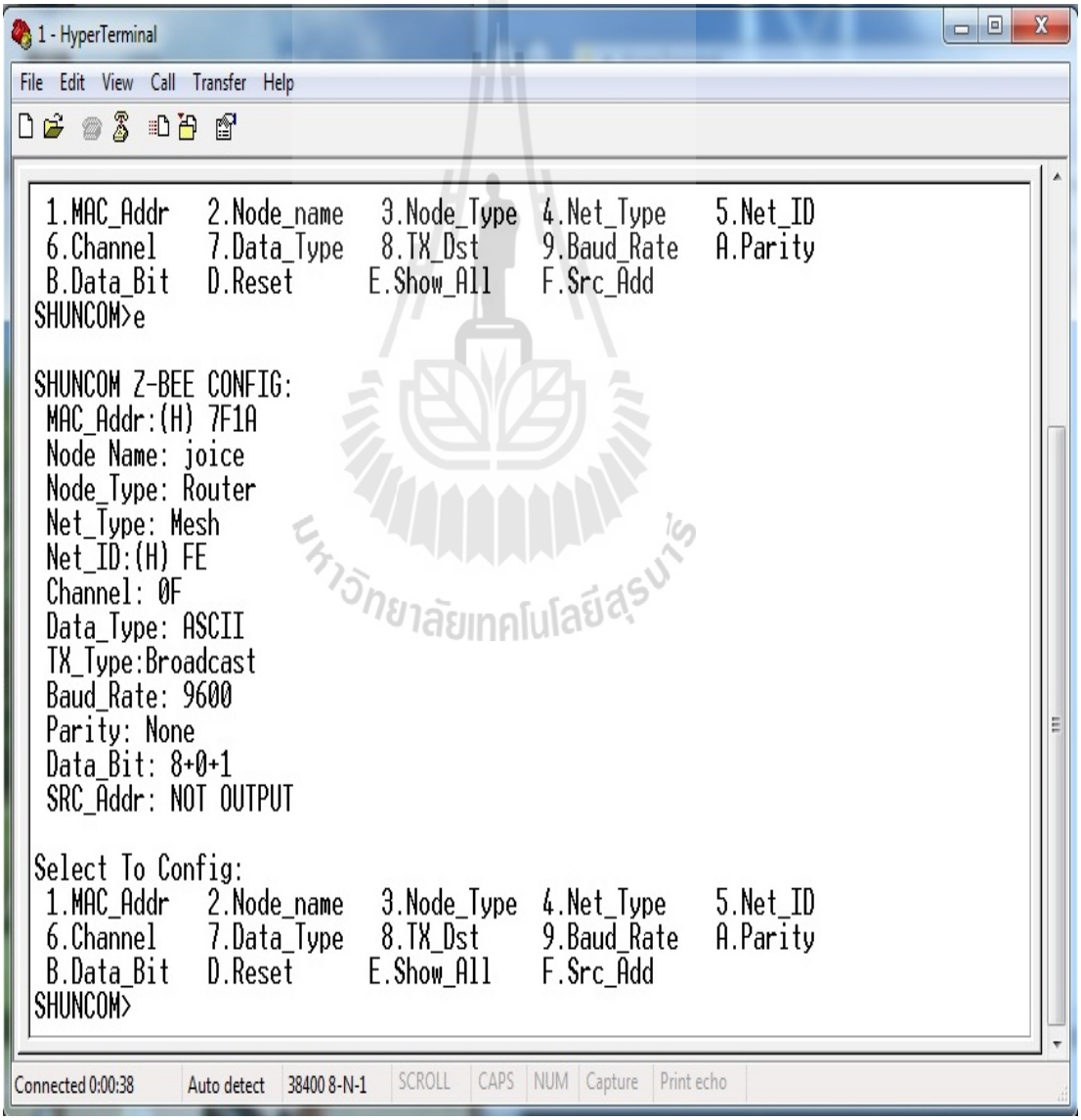
ตารางที่ 2.2 การใช้งานของขาในอุปกรณ์ Zigbee รุ่น SZ05 ฝั่งขวา

Pin number	Pin name	Functions	Notes
15	GND	The anode of power	
16	VCC	The cathode of power	5V
17	RX1	TTL	Links to the TX of user
18	TX1	TTL	Links to the RX of user
19	SGND	The GND of RS232	
1A	RX2	RS232/RS485	Connects RX/A of user
1B	TX2	RS232/RS485	Connects RX/A of user
1C		Reserved	Reserved
1D	RET	Reset	Low level effective

การตั้งค่าพารามิเตอร์

การตั้งค่า Zigbee SZ05[7]สามารถทำได้โดยใช้โปรแกรมไฮเปอร์เทอมินอล (hyper terminal)ซึ่งมีขั้นตอนดังต่อไปนี้

1. เข้าไปที่โปรแกรมไฮเปอร์เทอมินอล เลือก serial port ให้ถูกต้อง และทำการตั้งค่าดังนี้ Baud rate: 38400, Data Bit:8, parity: NONE, Stop Bit: 1, Flow: NONE
2. ใช้สายไฟแตะที่ขา CFG และ GNG เป็นเวลา 3 วินาที
3. หน้าจอจะเข้าสู่โหมดการตั้งค่า ดังแสดงในรูปที่ 2.10



รูปที่ 2.10 หน้าจอของการตั้งค่าพารามิเตอร์

เมื่อเข้าสู่โหลดการตั้งค่าแล้ว ต่อไปจึงเป็นการตั้งค่าพารามิเตอร์ต่างๆ ของ Zigbee SZ05ซึ่งมีพารามิเตอร์ที่สำคัญดังนี้

1. Address setting

ชื่อ	ID	การตั้งค่า	หมายเหตุ
MAC_Addr	0000-FFFE	ในเครือข่ายเดียวกันห้ามใช้ที่อยู่(Address)เหมือนกัน	ที่อยู่(Address)ของ coordinator ต้องเป็น 0000

หมายเหตุ :ทุกๆอุปกรณ์ Zigbee จะมีเพียงหนึ่ง MAC_Address, จะไม่มีการแบ่งที่อยู่(address)ภายในเครือข่ายเดียวกันเราใช้สองไบท์(bytes)เพื่อระบุให้เป็น MAC address

2. Node type setting

ชื่อโนด	คำอธิบาย
PAN_Coord	เป็นส่วนประสาน สามารถเลือกช่องสัญญาณและPAN ID เพื่อเริ่มต้นเครือข่าย
Router	ไม่ได้เป็นเฉพาะตัวส่งข้อมูลแต่มีฟังก์ชันของส่วนท้ายสุดของเครือข่ายด้วย
End_Device	ใช้ส่งข้อมูลด้วยตัวเองและรับข้อมูลจากอุปกรณ์จัดเส้นทางและส่วนประสาน

3. Network

ชนิดเครือข่าย	หมายเหตุ
Mesh	แบบเมช แบบดาวและแบบเส้นเป็นทั้ง หัวหน้า(master)และลูกข่าย (slave) ของเครือข่าย และต้องมีส่วนประสาน ในเครือข่ายเดียวกันต้องใช้ชนิดเครือข่ายเดียวกัน
Star	
Line	
Peer	ชนิดเพียร์ทูเพียร์ไม่ต้องการส่วนประสาน

หมายเหตุ : ในเครือข่ายเดียวกันชนิดเครือข่ายต้องเหมือนกัน

4. การตั้งค่า Network ID

NET_ID	หมายเหตุ
PAN_Coord	NET_IDต้องตั้งให้เหมือนกันในเครือข่ายเดียวกัน

5. การตั้งค่าช่องสัญญาณ

ความถี่	ช่องสัญญาณ	หมายเหตุ
0-F	0 : 2.405GHz 1 : 2.410GHz 2 : 2.415GHz 3 : 2.420GHz 4 : 2.425GHz 5 : 2.430GHz 6 : 2.435GHz 7 : 2.440GHz 8 : 2.445GHz 9 : 2.450GHz A : 2.455GHz B : 2.460GHz C : 2.465GHz D : 2.470GHz E : 2.475GHz F : 2.480GHz	ใช้ช่องสัญญาณ 4, 9, E or F เพื่อไม่ให้เป็นการรบกวนสัญญาณ Wifi

6. ชนิดข้อมูล

ชนิดข้อมูล	หมายเหตุ
ASCII	สามารถเลือกได้ตามความต้องการ
HEX	

7. การตั้งค่า TX_Type

TX_Type	การตั้งค่า	หมายเหตุ
Broadcast	ที่อยู่ปลายทางไม่จำเป็นต้องใช้	
Mater-slave	ใส่ที่อยู่ของโนดปลายทาง เมื่อส่วนประสานส่งข้อมูลไปถึงตัวที่ไม่ใช่ส่วนประสาน ตัวที่ไม่ใช่ส่วนประสานจะส่งข้อมูลไปยัง ตัวประสานอัตโนมัติโดยไม่ต้องขอที่อยู่	ที่อยู่ปลายทางจะเป็นMAC address ขนาด 2 ไบต์ โดยจะถูกเพิ่มไปที่ด้านหน้าของแพ็กเกจข้อมูล
Point-point	เมื่อมีการส่งข้อมูล ที่อยู่ของปลายทางจะถูกเพิ่มที่ด้านหน้าของแพ็กเกจข้อมูล	

8. อัตราเร็วของข้อมูล (baud rate)
   สามารถเลือกได้ตั้งแต่ 1200 ถึง 115200 บิตต่อวินาที

9. Data Parity

Data_parity	หมายเหตุ
None	เลือกตามความเหมาะสม ขึ้นอยู่กับผู้ใช้งาน
Even	
Odd	

10. Data Bit

Data Bit (data bit + parity + stop bit)	หมายเหตุ
7+1+1	การตั้งค่าบิตข้อมูลขึ้นอยู่กับการตั้งค่า Data Parity
8+0+1	
8+1+1	
8+0+1	

11. Data source address

Src_Add	หมายเหตุ
Not output	โดยทั่วไปจะเริ่มการตั้งค่าเป็น “No output”
HEX	
ASCII	

12. หน้าต่างการตั้งค่าเริ่มต้น

```
SHUNCOM Z-BEE CONFIG:
 MAC_Addr:(H) 7F1A
 Node Name: SHUNCOM
 Node_Type: Router
 Net_Type: Star
 Net_ID:(H) FF
 Channel: 0F
 Data_Type: HEX
 TX_Type:Broadcast
 Baud_Rate: 9600
 Parity: None
 Data_Bit: 8+0+1
 SRC_Addr: NOT OUTPUT

Select To Config:
 1.MAC_Addr    2.Node_name    3.Node_Type   4.Net_Type     5.Net_ID
 6.Channel     7.Data_Type    8.TX_Dst      9.Baud_Rate    A.Parity
 B.Data_Bit    D.Reset        E.Show_All    F.Src_Add
SHUNCOM>
```

รูปที่ 2.11 หน้าต่างการตั้งค่าเริ่มต้น

2.5 สายอากาศ

สายอากาศ(antenna)[8]เป็นอุปกรณ์สำหรับรับและส่งคลื่นความถี่วิทยุ(radio frequency)ทำหน้าที่เปลี่ยนพลังงานไฟฟ้าเป็นคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าและเปลี่ยนคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าเป็นพลังงานไฟฟ้าด้วย

สายอากาศจะมีอยู่หลายรูปแบบขึ้นอยู่กับการนำไปใช้งาน เช่นสายอากาศโทรทัศน์ในบ้านมักจะถูกติดตั้งไว้บนหลังคา ทำจากอะลูมิเนียมที่มีน้ำหนักเบาทนต่อสภาพอากาศได้ดี สายอากาศของโทรศัพท์มือถือเป็นเพียงจุดเชื่อมต่อเล็กๆเท่านั้น

2.5.1 ลักษณะโดยทั่วไปในการทำงานของสายอากาศ

- เมื่อคลื่นตกกระทบสายอากาศก็จะเหนี่ยวนำให้เกิดพลังงาน
- การเคลื่อนย้ายของพลังงานเข้าสู่อากาศโดยการเปลี่ยนรูปพลังงาน

- ไม่มีการนำพาหรือการแพร่
- เป็นการแผ่พลังงาน

2.5.2 ลักษณะการแพร่กระจายของคลื่นวิทยุ

ในทางทฤษฎีจะมีการกระจายคลื่นสองแบบ คือ

1.แนวตั้ง(vertical)จะมองการแพร่กระจายคลื่นจากมุมมองด้านข้างของสายอากาศ

2.แนวนอน(horizontal)จะมองการแพร่กระจายคลื่นจากด้านบนของสายอากาศ

2.5.3 ประเภทของสายอากาศ

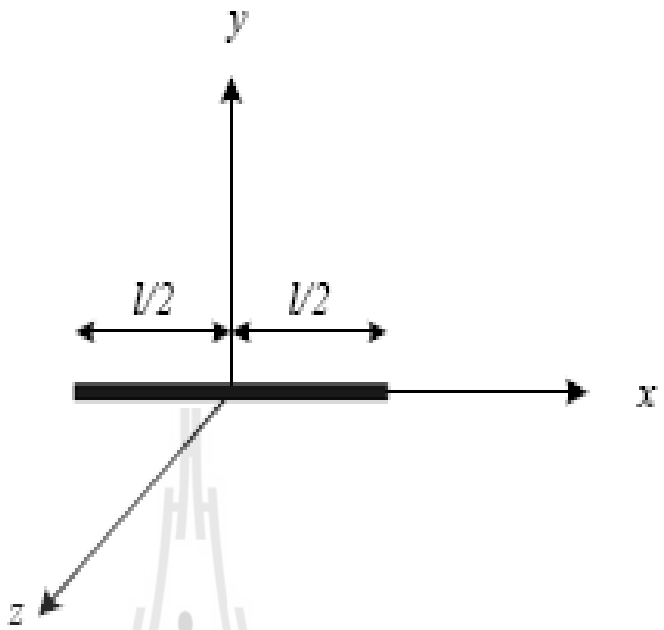
1.สายอากาศรอบตัว(omni-directional) จะกระจายในแนวนอน 360 องศาส่วนแนวตั้งจะขึ้นอยู่กับอัตราขยายโดยส่วนใหญ่จะอยู่ที่ 2-18 dBi

2.สายอากาศแบบทิศทางเดียว(directional) จะมีทั้งแบบกึ่งทิศทางและแบบทิศทาง

- แบบกึ่งทิศทางการแพร่กระจายคลื่นจะออกมารอบทิศทางแต่จะเน้นไปทิศทางใดทิศทางหนึ่งส่วนใหญ่จะเป็นด้านหน้าของสายอากาศ ซึ่งจะขึ้นกับอัตราขยายของสายอากาศนั้นๆ
- แบบทิศทางจะเน้นทิศทางด้านหน้ามากกว่าแบบอื่นๆ และสัญญาณด้านหลังและด้านข้างจะแพร่กระจายออกมาน้อยมาก ส่วนใหญ่อัตราขยายสูงกว่า 20 dBi

2.5.4 สายอากาศแบบเส้นลวดตรง

สายอากาศแบบเส้นลวดตรง (linear wire dipole) โดยเฉพาะแบบไดโพล (dipole)แล้วโมโนโพล (monopole) เป็นสายอากาศพื้นฐานที่ถูกนำมาใช้อย่างกว้างขวางในระบบสื่อสารแบบเคลื่อนที่ไร้สาย (wireless mobile communication systems)และบ่อยครั้งที่มีการนำสายอากาศไดโพลมาจัดเป็นแถวลำดับ (array)เพื่อใช้เป็นสายอากาศของสถานีฐาน (base station) สำหรับใช้สื่อสารกับลูกข่ายที่มีการเคลื่อนที่ (land-mobile system) สำหรับสายอากาศแบบโมโนโพลนั้นส่วนใหญ่จะถูกนำมาใช้กับระบบที่สามารถพกพาหรือเคลื่อนย้ายได้โดยสะดวกเช่นโทรศัพท์เคลื่อนที่ โทรศัพท์ไร้สาย หรือวิทยุรับส่งแบบพกพา เป็นต้น สายอากาศแบบเส้นลวดทั้งสองชนิดนี้ จัดว่าเป็นสายอากาศที่มีความเก่าแก่มากที่สุด มีรูปทรงที่เป็นพื้นฐานและสร้างได้ง่ายที่สุด สำหรับในบทนี้จะอธิบายตั้งแต่ไดโพลขนาดเล็ก (small dipole) ไดโพลแบบความยาวจำกัด (finite-length dipole) ไดโพลครึ่งคลื่น (half-wave dipole)



รูปที่2.12 การแจงกระแสบนไดโพลขนาดเล็ก

ไดโพลขนาดเล็ก

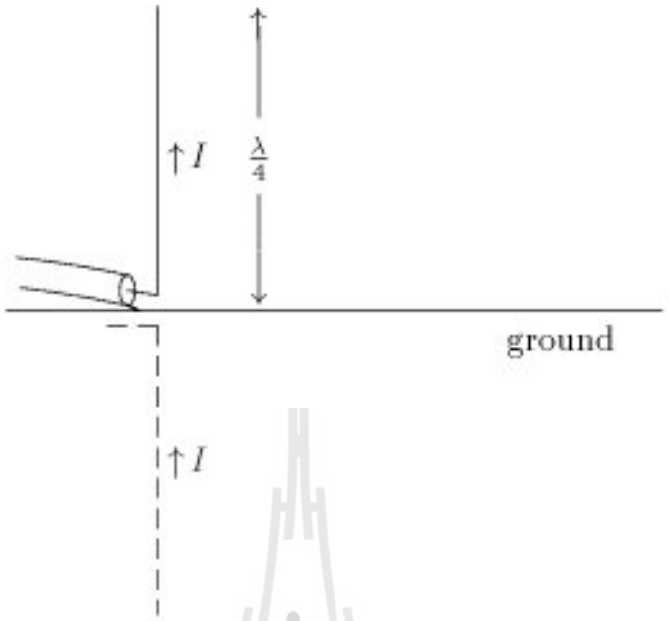
ไดโพลขนาดเล็กจะมีโครงสร้างเหมือนกับสายอากาศไดโพลแบบเส้นลวดตรงแบบอื่นๆ แต่จะถูกกำหนดความยาวlของไดโพล (-l/2 ถึง +l/2) ให้อยู่ในช่วงตั้งแต่λ /50ถึงλ/10ดังรูปที่ 2.12 กรณีนี้จะประมาณระยะทางจากจุดสังเกตมายังจุดกึ่งกลางของไดโพลซึ่งวางอยู่จุดกำเนิดของพิกัดฉาก (R≈ r) และจะทำให้ค่าความผิดพลาดเชิงเฟสสูงสุดที่เกิดขึ้นในแต่ละตำแหน่งบนตัวไดโพลตลอดความยาวดังกล่าวมีค่าไม่เกิน 18 องศา

- ไดโพลแบบความยาวจำกัด

ในที่นี้สมมุติว่าไดโพลแบบความยาวจำกัดที่กำลังจะพิจารณา มีเส้นผ่านศูนย์กลางของเส้นลวดผอมมากๆ (a → 0) และมีความยาวl มากกว่าλ/10 การแจงรูปกระแสโดยประมาณจะมีลักษณะเป็นฟังก์ชันรูปไซน์ซึ่งเกิดขึ้นตลอดความยาวของไดโพล

- ไดโพลครึ่งคลื่น

ไดโพลครึ่งคลื่น เป็นสายอากาศแบบเส้นลวดตรงที่อยู่ในกลุ่มของไดโพลแบบความยาวจำกัดที่นิยมใช้กันมาก เป็นไดโพลที่มีความยาวเท่ากับครึ่งหนึ่งของความยาวคลื่นที่ใช้งาน(l = λ/2)

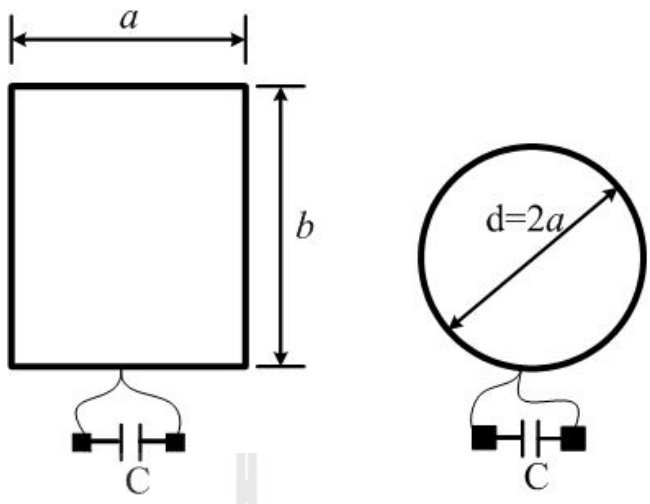


รูปที่ 2.13 สายอากาศโมโนโพล

โมโนโพล

สายอากาศแบบโมโนโพลเป็นสายอากาศแบบเส้นลวดตรงที่มีต้นแบบมาจากสายอากาศไดโพลนั่นเอง โดยนำมาใช้เพียงแขนด้านบนของไดโพล และป้อนสัญญาณเข้าที่กึ่งกลางของไดโพลเช่นเดิมแต่ใช้วิธีเทียบกับระนาบกราวด์แทน ดังนั้นหากเป็นโมโนโพลที่มาจากไดโพลครึ่งคลื่นก็จะมีความยาวของมโนโพลเท่ากับหนึ่งในสี่ของความยาวคลื่น($\lambda/4$) หรือที่เรียกภาษาอังกฤษว่า quarter-wavelength monopole การแจงรูปกระแสที่เกิดขึ้นบนโมโนโพลนี้จะมีลักษณะเช่นเดียวกับที่เกิดขึ้นบนแขนด้านบนของไดโพลครึ่งคลื่นโดยจะมีค่าสูงสุดอยู่ที่จุดป้อนสัญญาณจะลดลงเรื่อยๆจนกระทั่งมีค่าเป็นศูนย์อยู่ที่ปลายของโมโนโพล

สายอากาศแบบโมโนโพลแนวตั้ง(จะมีการโพลาไรซ์ในแนวตั้งด้วย)ได้ถูกนำมาใช้งานอย่างกว้างขวางไม่ว่าจะเป็นด้านการถ่ายทอดสัญญาณวิทยุระบบAM ที่มีความถี่ตั้งแต่ 500-1500 kHz หรือความยาวคลื่นตั้งแต่200-600 เมตร เนื่องจากเป็นสายอากาศที่มีความยาวที่สั้นที่สุดและให้ประสิทธิภาพสูงสุดเมื่อทำงานที่ย่านความถี่ดังกล่าว เหตุผลอีกประการหนึ่งก็คือ เนื่องจากการที่คลื่นมีการโพลาไรซ์แนวตั้งจะเกิดการลดทอนต่ำกว่าเมื่อใช้งานกับความถี่ซึ่งมีพฤติกรรมการแพร่กระจายแบบคลื่นดิน(ground-wave propagation)นอกจากนี้ยังถูกนำไปใช้เป็นสายอากาศสำหรับสถานีฐานของระบบการสื่อสารเคลื่อนที่(mobile communications system)อีกด้วย



รูปที่ 2.14 สายอากาศแบบบ่วง

2.5.5 สายอากาศแบบบ่วง

สายอากาศแบบบ่วง(loop antenna)เป็นสายอากาศอีกแบบหนึ่งในกลุ่มของสายอากาศชนิดเส้นลวดที่มีโครงสร้างง่าย ดังรูปที่ 2.14ราคาไม่แพง และสามารถนำไปประยุกต์ใช้งานได้หลายลักษณะ สายอากาศแบบบ่วง(บางครั้งเรียกสายอากาศแบบลูป) มีรูปร่างหลายแบบ เช่น วงกลม สามเหลี่ยม สี่เหลี่ยม จัตุรัส หรือวงรี เป็นต้น ในปัจจุบันได้มีการนำสายอากาศแบบบ่วงไปใช้งานอย่างกว้างขวางในย่านความถี่ไมโครเวฟ(ตั้งแต่ 3GHz ขึ้นไป) นอกจากนี้ยังนิยมนำไปใช้เป็นโพรบสำหรับวัดสนามแม่เหล็กไฟฟ้าในย่านความถี่ไมโครเวฟอีกด้วย

ปัจจุบันมีการแบ่งสายอากาศแบบบ่วงออกเป็น 2 กลุ่ม โดยใช้ขนาดเส้นรอบรูปของบ่วงเป็นตัวกำหนด ได้แก่ กลุ่มที่มีความยาวทางไฟฟ้าของเส้นรอบรูปน้อยกว่า 0.1 เท่าของความยาวคลื่น($C>0.1\lambda$)จะถูกเรียกว่าบ่วงเล็ก(small loop) และกลุ่มที่มีความยาวทางไฟฟ้าของเส้นรอบรูปประมาณหนึ่งความยาวคลื่น($C\sim\lambda$) จะเรียกว่าบ่วงใหญ่(large loop) สำหรับสายอากาศแบบบ่วงเล็กที่มีโครงสร้างเพียงหนึ่งรอบนั้นจะมีค่าของความต้านทางการแผ่พลังงานที่ต่ำมากเมื่อเทียบกับความต้านทานการสูญเสียการเพิ่มค่าของความต้านทานดังกล่าวสามารถทำได้โดยการเพิ่มจำนวนรอบของบ่วงให้มากขึ้นซึ่งถูกเรียกว่าบ่วงหลายรอบ(multi-turn loop) อย่างไรก็ตาม แม้ว่าจะมีความต้านทานการแผ่พลังงานที่ดีขึ้นแต่ประสิทธิภาพของสายอากาศในการส่งคลื่นยังอยู่ในระดับที่ไม่ดีนัก ดังนั้นจึงเป็นสาเหตุที่ว่าทำไมจึงมักใช้สายอากาศแบบบ่วงเป็นสายอากาศการรับมากกว่าที่เป็นการส่งเนื่องจากค่าการสูญเสียของสายอากาศมีความสำคัญไม่มากนัก นอกจากนี้คุณสมบัติทางด้านการแผ่พลังงานของสายอากาศแบบบ่งเล็กสามารถปรับปรุงให้ดีขึ้นได้โดยการเพิ่มแกนเฟอร์โรแมก

เนติก(ferromagnetic) เข้าไปภายในบ่วงซึ่งมักจะพบเสมอในเครื่องรับวิทยุระบบAM โดยใช้ขดลวดพันบนแกนเฟอร์โรแมกเนติกเพื่อให้ทำหน้าที่เป็นสายอากาศรับ

สำหรับสายอากาศแบบบ่วงเล็กนั้น จะมีรูปแบบการแผ่ของสนามคล้ายกับไดโพลขนาดเล็ก (มีทิศตั้งฉากกับระนาบของบ่วง)จึงถือว่ามีความสมมูลหรือเทียบเยงกันได้ระหว่างไดโพลแม่เหล็กและบ่วงกระแสขนาดเล็ก แต่การโพลาไรซ์ของคลื่นที่เกิดจากบ่วงจะมีทิศทางตั้งฉากกับการโพลาไรซ์ของไดโพลและถ้าเส้นรอบรูปหรือเส้นรอบวงของบ่วงมีขนาดเพิ่มขึ้น จะส่งผลให้ทิศทางที่มีการแผ่พลังงานสูงสุดเลื่อนหมุนขึ้นไปยังทิศทางที่ตั้งฉากกับระนาบของบ่วง และหากความยาวของเส้นรอบรูปมีค่าใกล้เคียงความยาวคลื่น(C~λ) ทิศทางที่มีการแผ่พลังงานสูงสุดของบ่วงก็จะตั้งฉากกับระนาบของบ่วงทันที

2.5.6 สายอากาศแบบอะเพอร์เจอร์

สายอากาศแบบอะเพอร์เจอร์ (aperture antenna) เป็นสายอากาศที่มีการปล่อยคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าผ่านออกมาทางอะเพอร์เจอร์หรือช่องเปิดของตัวสายอากาศ การปล่อยพลังงานคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าออกมาจากอะเพอร์เจอร์จะมีลักษณะที่ใกล้เคียงกับการทำงานของเครื่องขยายเสียงที่เรียกว่า เมกะโฟน(megaphone) หรือไมโครโฟนแบบที่มีตัวสะท้อนพาราโบลา ในกรณีที่ใช้สายอากาศแบบอะเพอร์เจอร์ทำหน้าที่การรับนั้น ให้จินตนาการถึงรูม่านตาของมนุษย์ซึ่งเป็นอะเพอร์เจอร์สำหรับรับภพเข้ามาในรูปคลื่นไฟฟ้าเชิงแสงนั้นเอง ซึ่งที่ความถี่วิทยุและความถี่ย่านไมโครเวฟนั้นอะเพอร์เจอร์ของท่อนำคลื่น สายอากาศปากแตร และสายอากาศแบบตัวสะท้อน ก็คือตัวอย่างที่ชัดเจนของสายอากาศแบบอะเพอร์เจอร์ซึ่งนิยมใช้กันในย่านความถี่ตั้งแต่UHF ขึ้นไป เนื่องจากสายอากาศแบบนี้จะให้อัตราขยายสูงและมีค่าเป็นสัดส่วนโดยประมาณกับความถี่ยกกำลังสอง และหากต้องการให้สายอากาศมีประสิทธิภาพและสภาพเจาะจงทิศทางของกำลังที่สูงขึ้นจะต้องออกแบบให้พื้นที่ของอะเพอร์เจอร์มีขนาดกว้างกว่าความยาวคลื่นใช้งานยกกำลังสอง ดังนั้นจึงไม่เหมาะที่จะนำมาใช้งานกับย่านความถี่ต่ำ เพราะจะทำให้สายอากาศมีขนาดใหญ่เกินไป ส่วนข้อดีของสายอากาศประเภทนี้ก็คือ ค่าของอิมพีแดนซ์ด้านข้าวของสายอากาศจะขึ้นอยู่กับอิมพีแดนซ์ของตัวป้อน(feeder)ซึ่งส่วนใหญ่จะเป็นท่อนำคลื่น และสายอากาศปากแตร

ในที่นี้จะอธิบายถึงสายอากาศแบบอะเพอร์เจอร์ที่นิยมนำมาใช้งานอย่างมากในทางปฏิบัติร่วมกับท่อนำคลื่นรูปสี่เหลี่ยมมุมฉาก (rectangular waveguide) ได้แก่สายอากาศปากแตรรูปสี่เหลี่ยมมุมฉาก(rectangular horn antenna) ซึ่งหนึ่งในสายอากาศประเภทนี้ที่ใช้งานกันมากคือสายอากาศปากแตรพีระมิด นอกจากนี้จะได้อธิบายการทำงานของอะเพอร์เจอร์วงกลม(circular aperture)

- สายอากาศปากแตรรูปสี่เหลี่ยมมุมฉาก

ปัจจุบันสายอากาศปากแตรรูปสี่เหลี่ยมฉากนิยมใช้กับความถี่ย่านไมโครเวฟ (สูงกว่า 1 GHz)เช่นเดียวกับในอดีตสายอากาศปากแตรมีคุณสมบัติที่เป็นจุดเด่นคือ ให้อัตราขยายสูงและให้ค่าของอัตราส่วนของคลื่นนิ่งต่ำมาก (เมื่อถูกป้อนผ่านท่อนำคลื่นชนิดเดียวกัน) นอกจากนี้ยังให้ความกว้างแถบค่อนข้างกว้างและที่สำคัญสามารถออกแบบได้โดยง่าย สายอากาศปากแตรแบ่งออกเป็น 3 รูปแบบหลักได้แก่ ปากแตรแบบเซกเตอร์ระนาบสนามแม่เหล็ก (h-plane sectoral horn)ปากแตรแบบเซกเตอร์ระนาบสนามไฟฟ้า (e-plane sectoral horn)และปากแตรทรงพีระมิด

- อะเพอร์เจอร์แบบวงกลม

อะเพอร์เจอร์แบบวงกลม แบ่งได้เป็น 2 รูปแบบหลักคือ อะเพอร์เจอร์แบบวงกลมสม่ำเสมอ (uniform circular aperure) และอะเพอร์เจอร์วงกลมแบบเรียว (tapered circular aperture) ซึ่งสามารถอธิบายได้ดังนี้

1. อะเพอร์เจอร์แบบวงกลมสม่ำเสมอ

สำหรับอะเพอร์เจอร์แบบวงกลมสม่ำเสมอ(uniform circular aperure)มีลักษณะเป็นวงกลมเปิดซึ่งอยู่บนระนาบกราวด์ โดยกำหนดให้มีการแผ่กำลังออกมาจากคลื่นระนาบสม่ำเสมอที่ตกกระทบด้านหลังของอะเพอร์เจอร์ในทิศทางที่ตั้งฉาก

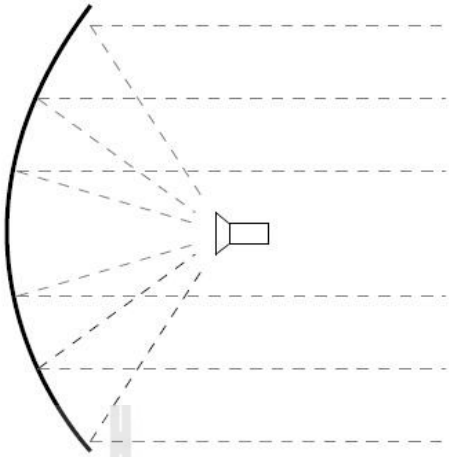
2. อะเพอร์เจอร์วงกลมแบบสนามเป็นรูปเรียว

อะเพอร์เจอร์วงกลมแบบสนามเป็นรูปเรียว(tapered circular aperture)สามารถประมาณได้ว่าอะเพอร์เจอร์นี้มีการแจงรูปแอมพลิจูดของสนามสมมาตรในแนวรัศมีและมีลักษณะที่เรียวจากจุดศูนย์กลางไปยังขอบของอะเพอร์เจอร์ซึ่งเป็นเส้นรอบวงของอะเพอร์เจอร์นี้

2.4.7 สายอากาศแบบตัวสะท้อน

สายอากาศแบบตัวสะท้อนถูกนำไปใช้ในการทำหน้าที่เป็นสายอากาศอัตราขยายสูงสำหรับใช้งานในการสื่อสารระยะไกล ข้อดีคือสามารถออกแบบให้มีค่าอัตราขายมากกว่า30 dBในย่านความถี่ไมโครเวฟหรือความถี่ที่สูงกว่าด้วยหลักการทำงานที่ใช้ตัวสะท้อนทำหน้าที่ในการรับส่งคลื่นวิทยุ ลักษณะของตัวสะท้อนจะเป็นแบบทรงกระบอกซึ่งมีการป้อนสัญญาณด้วยไดโพล

สายอากาศแบบตัวสะท้อนแบบง่ายที่สุดจะมีส่วนประกอบเพียง 2ส่วนได้แก่ พื้นผิวสำหรับใช้ในการสะท้อนและสายอากาศส่วนป้อน (feed antenna) ขนาดเล็กที่ใช้สำหรับป้อนสัญญาณให้กับพื้นผิวโดยตำแหน่งของสายอากาศส่วนป้อนจะถูกติดตั้งไว้ที่ตำแหน่งที่เรียกว่าจุดดังรูปที่ 2.15



รูปที่ 2.15 สายอากาศแบบสะท้อน

2.6 บอร์ด Arduino

รูปที่2.16รูปของบอร์ด Arduino

Arduino[9]ดังรูปที่ 2.16 เป็นplatformของ input/output บอร์ดอย่างง่ายที่มี input/outputขั้นพื้นฐานที่พอเพียงกับการใช้งานและการเรียนรู้โดยตัวบอร์ดจะมาพร้อมกับชุดคำสั่งที่ใช้ควบคุม port i/oไม่ว่าจะเป็น digital port analog portPWM และserial port ซึ่งArduinoนั้นเป็นเครื่องมือที่จะทำให้คอมพิวเตอร์สามารถรับสัญญาณจากภายนอกและส่งสัญญาณไปควบคุมอุปกรณ์ภายนอกได้

อย่างมีประสิทธิภาพมากกว่าใช้ชิพไมโครคอนโทรลเลอร์เพียงตัวเดียวสั่งงานอีกทั้งมีโปรแกรมพัฒนาสำหรับเขียนโปรแกรมให้บอร์ดทำงานแจกให้ดาวน์โหลดได้ฟรี จงเหมาะสมในการนำมาเรียนรู้ถึงการทำงานและประยุกต์ใช้ในการสร้างอุปกรณ์พื้นฐานอย่างยิ่ง

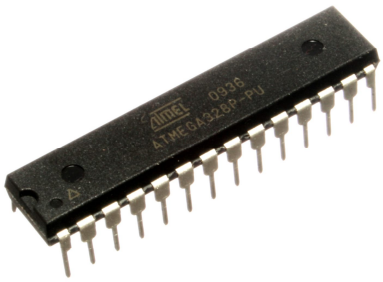
Arduino มีจุดเด่นในเรื่องของความง่ายต่อการเรียนรู้และใช้งานเนื่องจากมีการออกแบบคำสั่งต่างๆขึ้นมาสนับสนุนการใช้งานด้วยรูปแบบที่ง่ายไม่ซับซ้อนและมีข้อดีจากบอร์ดสำเร็จรูปตัวอื่นคือ

1. มีราคาไม่แพงเนื่องจากมีรหัสต้นทาง (source code)และวงจรแจกฟรีสามารถต่อวงจรขึ้นมาใช้งานได้เองสะดวก
2. ใช้งานง่ายมีโปรแกรมพัฒนาที่ไม่ซับซ้อนมีโปรแกรมพัฒนา Arduino ใช้งานง่ายสำหรับมือใหม่และมีความสามารถครบตามความต้องการของนักพัฒนามืออาชีพ

Arduino เป็นบอร์ดไมโครคอนโทรลเลอร์ที่ใช้ชิพ AVR ขนาดเล็กเป็นตัวประมวลผลและสั่งงาน เหมาะสำหรับนำไปใช้ในการศึกษาเรียนรู้ระบบไมโครคอนโทรลเลอร์และนำไปประยุกต์ใช้งานเกี่ยวกับการควบคุมอุปกรณ์ input/output ต่างๆได้มากมาย

Chip และ IC ภายในบอร์ด Arduino ที่สำคัญได้แก่

- ATmega328P-PUดังรูปที่ 2.17
- หน่วยความจำโปรแกรมแบบ FLASH ขนาด 32 กิโลไบต์
- หน่วยความจำข้อมูลแบบ SRAM ขนาด 2 กิโลไบต์
- หน่วยความจำข้อมูลแบบ EEPROM ขนาด 1 กิโลไบต์
- สนับสนุนการเชื่อมต่อแบบ I2C bus
- พอร์ตอินพุตเอาต์พุตจำนวน 23 บิต
- วงจรแปลงอนาลอกเป็นดิจิตอลขนาด 10 บิตในตัวจำนวน 8 ช่อง
- ทำงานได้ตั้งแต่ย่านแรงดัน 1.8-5.5 โวลต์
- ความถี่ใช้งานสูงสุด 20 MHz



รูปที่ 2.17 ไมโครคอนโทรลเลอร์ ATMEGA328P-PU

Software Arduino Environment [10]

โปรแกรม Arduino Environmentเป็นซอฟต์แวร์ที่พัฒนาขึ้นมาเพื่อการเขียนโปรแกรมลงบนบอร์ดArduino ซึ่งจะสามารถทำการดาวน์โหลดได้ที่http://arduino.cc/en/Main/Software โดยจะสามารถรองรับได้ทั้งระบบปฏิบัติการ WindowLinux และMac OS Xและภายในเว็ปไซต์ก็จะมีตัวอย่างซอฟต์แวร์ระบบเปิด(open source) ให้ทดลองเล่นมากมาย ดังรูปที่ 2.18

หน้าตาของโปรแกรมจะมีส่วนประกอบดังนี้

หมายเลข 1 : ช่องแสดง Code Program

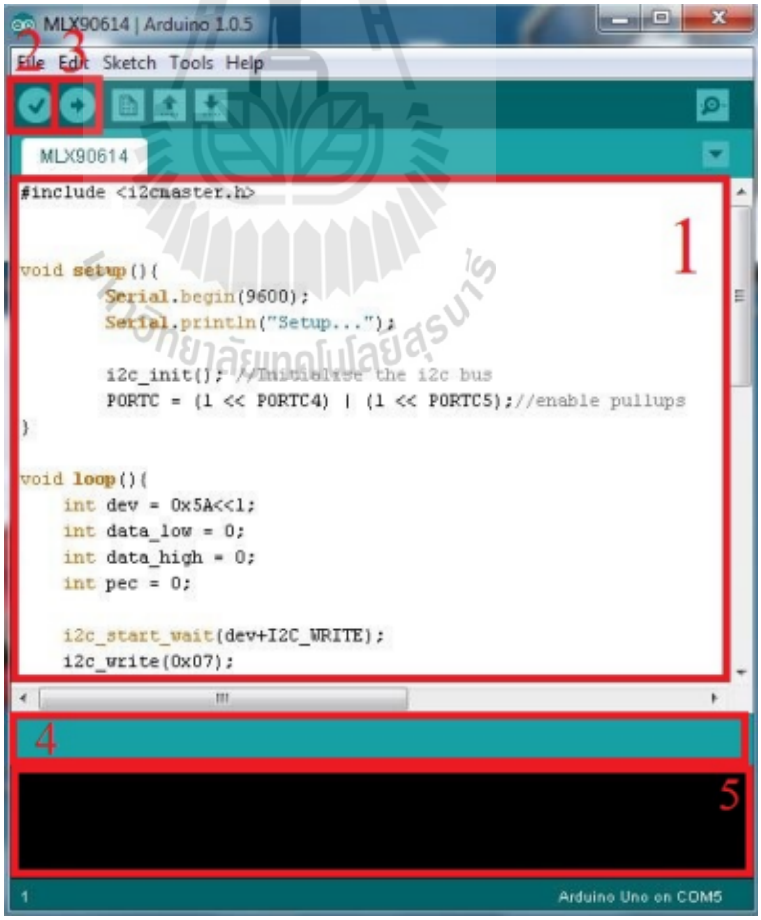
หมายเลข 2 : ปุ่ม Compiler

หมายเลข 3 : ปุ่ม Upload to Board

หมายเลข 4 : ช่องแสดง Status Program

หมายเลข 5 : ช่องแสดง Error

ส่วนการเข้าแสดงผลค่าจากสาย Serial สามารถเข้าไปได้ที่ Tool >> Serial Monitor



รูปที่ 2.18 หน้าต่างของโปรแกรม Arduino 1.0.5

การเชื่อมต่อข้อมูล

ในการใช้งานบอร์ด Arduinoมี USB เพื่อใช้ในการเชื่อมต่อกับซอฟแวร์ในรูปแบบ plug and play เนื่องด้วยปัญหาที่พบมากมายในการเชื่อมต่อระบบสื่อสารข้อมูลระหว่างไมโครคอนโทรลเลอร์ และ PC ไม่ว่าจะเพื่อจุดประสงค์ใดก็ตามนั้นมีความยุ่งยากในการเชื่อมต่อสาย RS232 ให้เข้ากับคอมพิวเตอร์ยุคปัจจุบันมาก โดยการเชื่อมต่อดังกล่าวมักต้องพึ่งพา USB to RS232 adapter ซึ่งที่มีขายโดยทั่วไปมักไม่เสถียรและการที่บอร์ด Arduino รองรับการเชื่อมต่อ USB โดยตรงก็จะช่วยให้การทำงานกับอุปกรณ์ทางด้านอิเล็กทรอนิกส์อื่นๆง่ายขึ้นด้วย

2.7 โปรแกรม Arduino 1.0.5

โปรแกรม Arduino 1.0.5 เป็นโปรแกรมที่ถูกสร้างมาเพื่อบอร์ดตระกูล Arduion โดยเฉพาะ ซึ่งตัวบอร์ดทุกรุ่นของ Arduion นั้นจะสามารถรองรับคำสั่งที่ถูกสั่งจากโปรแกรมได้ซึ่งภาษาที่ใช้นั้นจะใกล้เคียงกับภาษาซีแต่มีบางส่วนที่เป็นเฉพาะของ Arduion ออกมา

2.7.1 โปรแกรมคำสั่งของตัวรับ

```
int j=0;
int l=0;
int level=120;
int st1;
int st2;
void setup(){
Serial.begin(9600);
pinMode(2,OUTPUT);
pinMode(8,INPUT);
pinMode(9,INPUT);
}

void loop(){
char byte = Serial.read();
if(byte== -1){
j++;
```

```
l++;
if(j>=level){
     st1=1;
   }
else{
     st1=0;
   }
if(l>=level){
     st2=1;
   }
else{
     st2=st1;
   }
digitalWrite(2,st2);
Serial.println("-----");
Serial.println(j);
Serial.println(l);
  }
else{
if(byte=='j'){
     j=0;
   }
if(byte=='l'){
     l=0;
   }
  }
if(digitalRead(8)==HIGH){
   j=0;
  }
if(digitalRead(9)==HIGH){
```

```
   l=0;
  }
if(j>=50000){
   j=level;
  }
if(l>=50000){
   l=level;
  }
delay(50);
}
```

2.7.2 โปรแกรมคำสั่งของตัวส่งตัวที่ 1

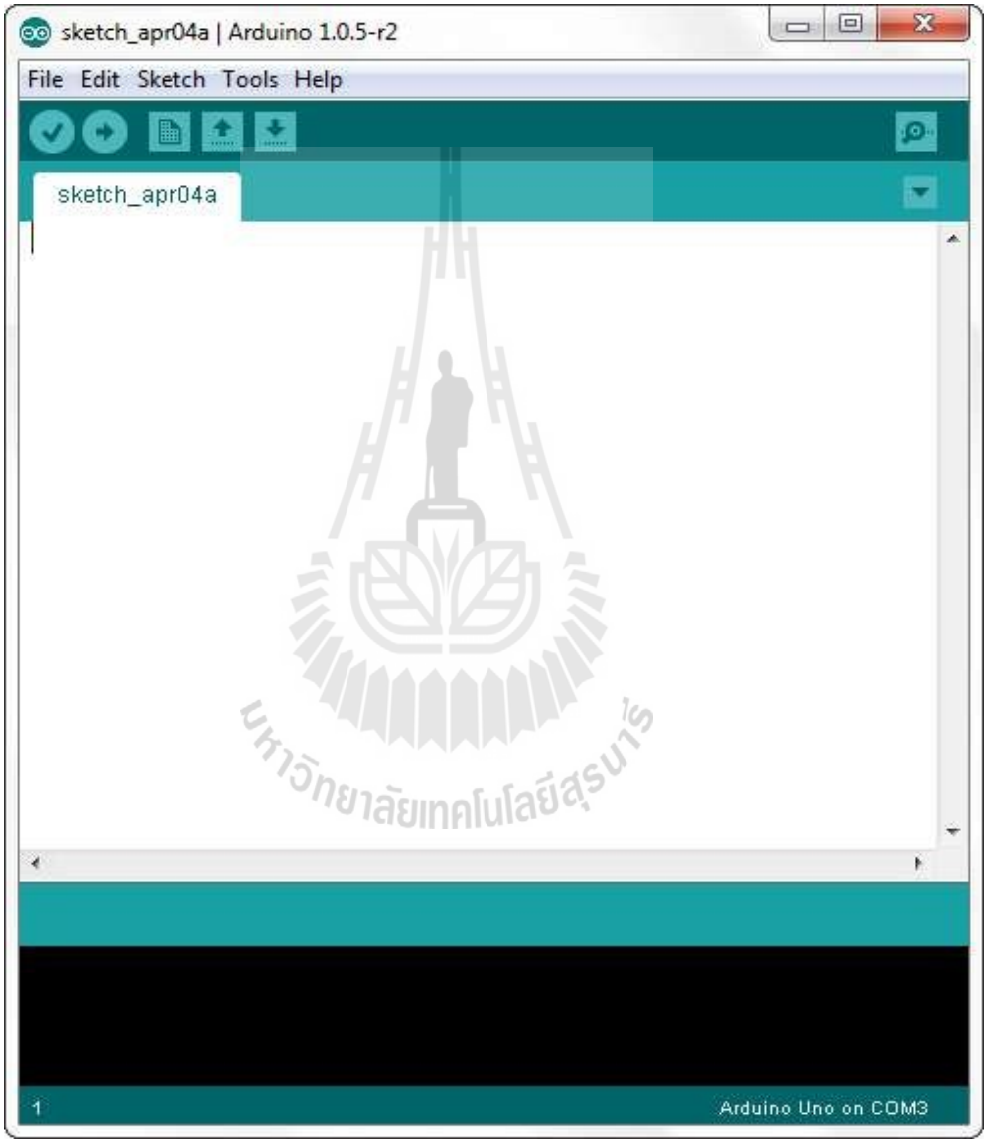
```
void setup()
{
Serial.begin(9600);
}
void loop(){
Serial.println("j");
delay(1000);
}
```

2.7.3 โปรแกรมคำสั่งของตัวส่งตัวที่ 2

```
void setup()
{
Serial.begin(9600);
}
void loop() {
Serial.println("l");
delay(1500);
}
```

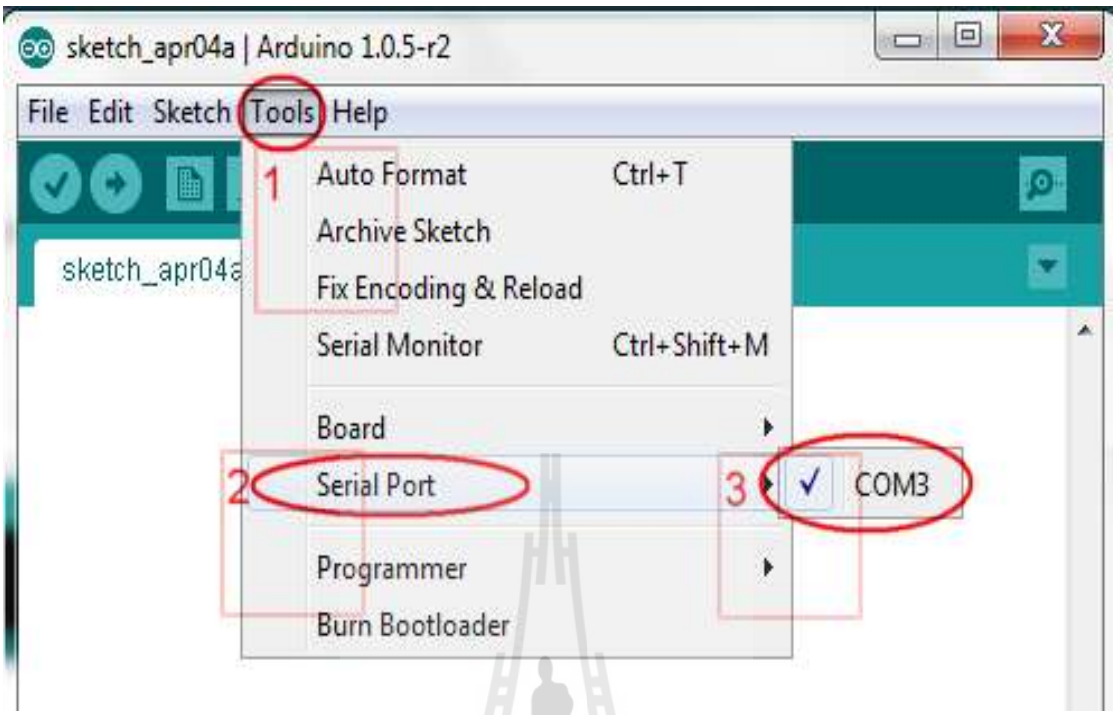
2.7.4 การตั้งค่าและการเริ่มต้นใช้งานโปรแกรม Arduino 1.0.5

1. เชื่อมต่อบอร์ด Arduino เข้ากับคอมของเราผ่านทางพอร์ท USB แล้วเปิดโปรแกรม Arduino IDE จะปรากฏหน้าต่างดังรูปที่ 2.19



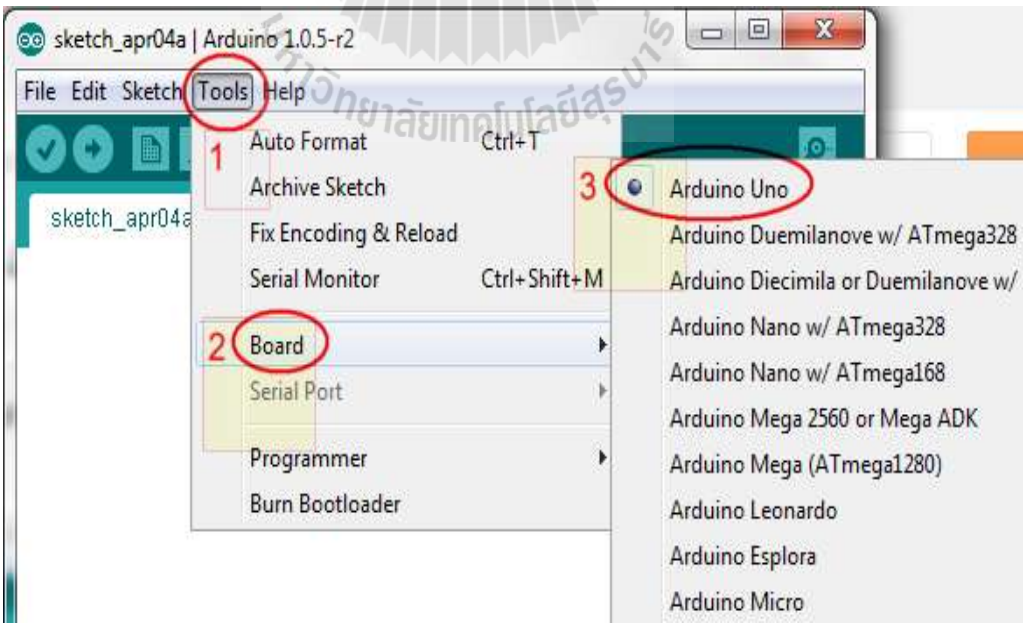
รูปที่ 2.19 หน้าต่างเริ่มต้นของโปรแกรม Arduino 1.0.5

2. การตั้งค่าบอร์ดให้ไปที่ Tools >> Board >>เลือก Arduino UNO กรณีใช่รุ่นอื่นก็เลือกให้ตรงกับรุ่นที่ใช้งานดังรูปที่ 2.20



รูปที่ 2.20 วิธีตั้งค่าพอร์ต

3.การตั้งค่าพอร์ตใช้งานให้ไปที่ Tools >> Serial Port >>เลือก COM.... ดังรูปที่ 2.21



รูปที่ 2.21 วิธีการตั้งค่าบอร์ด

รูปที่ 2.22 วิธีดูพอร์ท

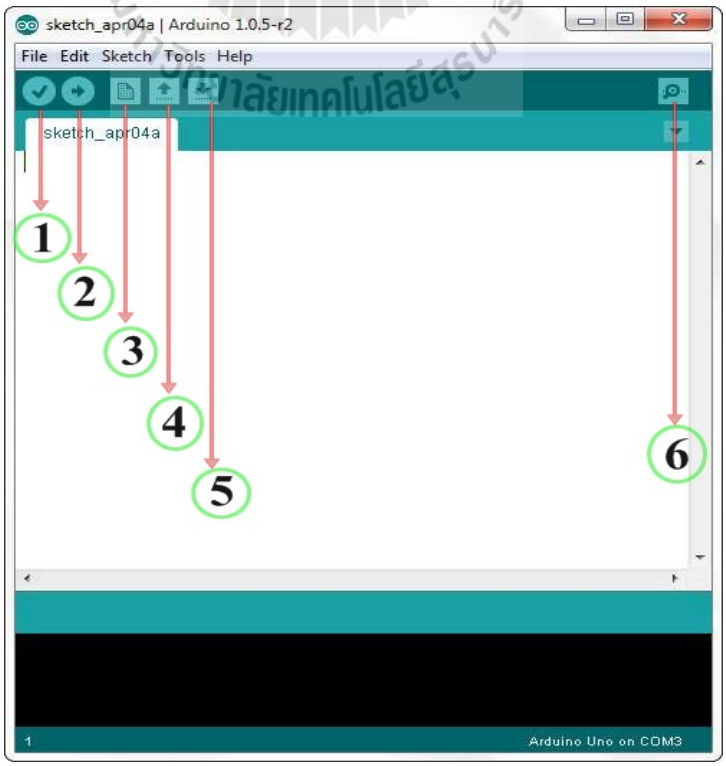
หากไม่ทราบว่าบอร์ด Arduino ใช้พอร์ทอะไรอยู่สามารถเข้าไปดูได้โดยคลิ๊กขวาที่ My Computer เลือก Properties >>เลือกที่ Device Manager >> Ports(COM & LPT)จะพบดังรูปที่ 2.22

2.7.5 หน้าตาไอคอนหลักๆของโปรแกรม Arduino 1.0.5

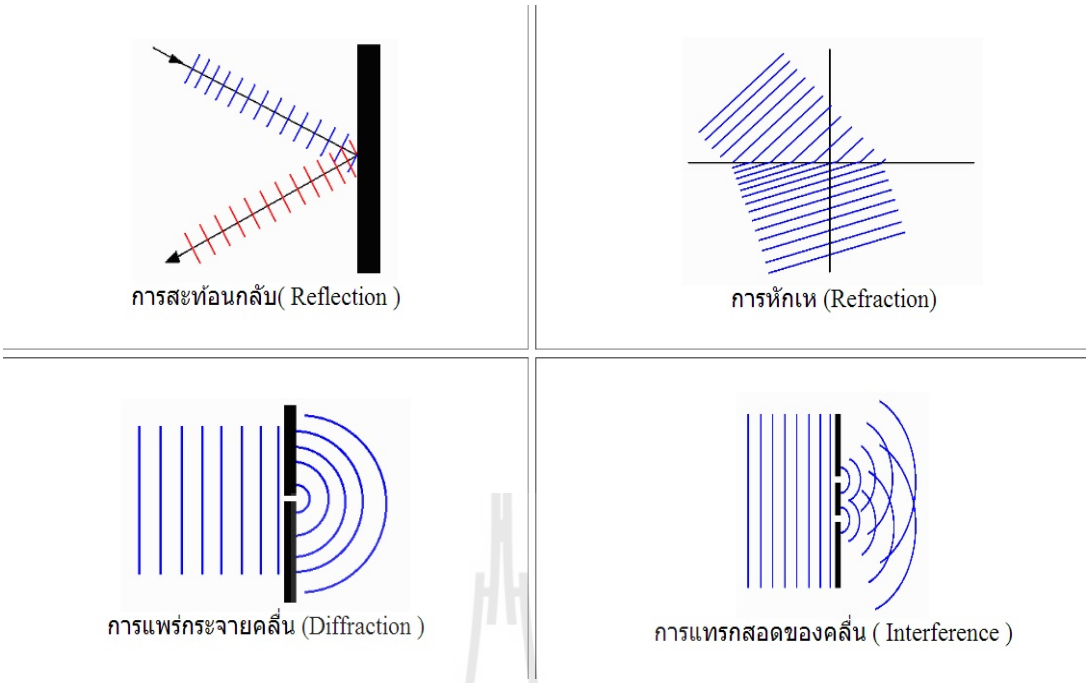
หน้าตาไอคอนหลักๆของโปรแกรม Arduino 1.0.5 ดังรูปที่ 2.23 ควรเรียนรู้ในขั้นพื้นฐานจะมีอยู่ทั้งหมด 6 ปุ่ม ดังนี้

1. ปุ่ม Verify ใช้สำหรับตรวจสอบโค้ดที่เขียนเพื่อหาข้อผิดพลาด (Ctrl + R)
2. ปุ่ม Upload ใช้สำหรับตรวจสอบแล้วทำการเขียนโค้ดไปยังบอร์ด Arduino (Ctrl + U)
3. ปุ่ม New ใช้สำหรับสร้างไฟล์ Sketch ขึ้นมาใหม่ (Ctrl + N)
4. ปุ่ม Open ใช้สำหรับเปิดไฟล์ Sketch ที่เราบันทึกเอาไว้ (Ctrl + O)
5. ปุ่ม Save ใช้สำหรับบันทึกไฟล์ Sketch (Ctrl + S)
6. ปุ่ม Serial Monitor ใช้สำหรับเรียกใช้ตัวสื่อสารแบบ Serial (Ctrl + Shift + M)

เมื่อทำการตั้งค่าการใช้งานโปรแกรม Arduino 1.0.5 พร้อมทั้งเรียนรู้ปุ่มใช้งานหลักๆแล้ว



รูปที่ 2.23 หน้าตาปุ่มหลักของโปรแกรม Arduino 1.0.5



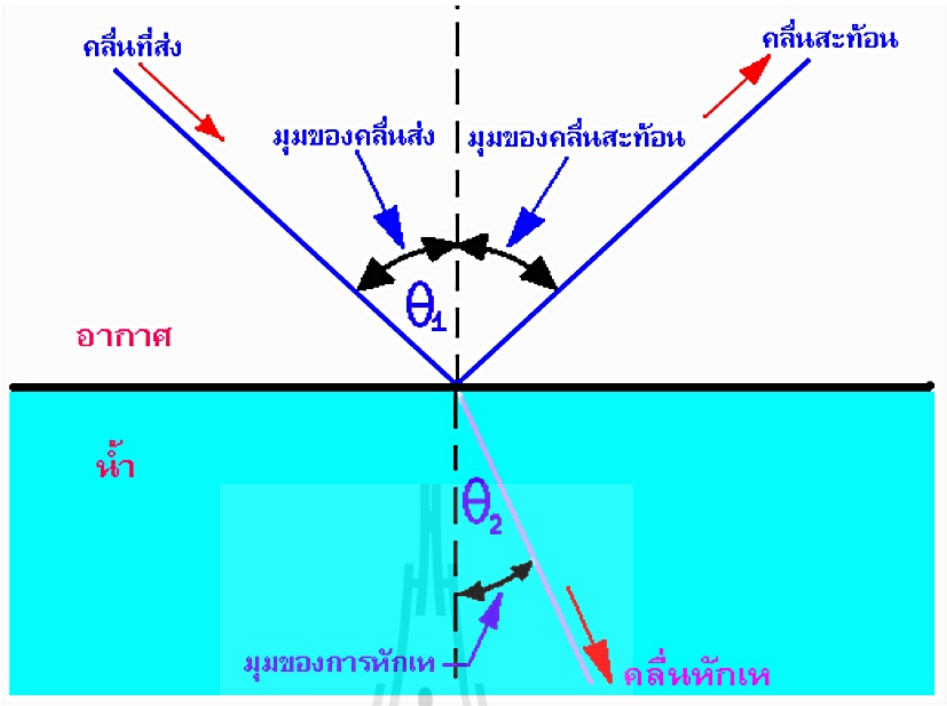
รูปที่ 2.24 คุณสมบัติพื้นฐานของคลื่น

ส่งกับสายอากาศรับ คลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าจะเดินทางในแนวเส้นสายตา (Line-of-Sight: LoS)กล่าวคือ แนวเส้นตรงที่เชื่อมต่อสายอากาศส่งและสายอากาศรับ สัญญาณที่แพร่กระจายในแนวเส้นสายตามีการลดทอนน้อยที่สุดนอกเหนือจากสัญญาณที่เดินทางในแนวเส้นสายตาจากเครื่องส่งกับเครื่องรับ คลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าสามารถเดินทางนอกแนวเส้นสายตา (Non Line-of-Sight: NLoS) โดยอาศัยกลไกการแพร่กระจายแบบหลายเส้นทาง (multipath propagation)

2.8.1 คุณสมบัติของคลื่น[11]

คุณสมบัติสมบัติพื้นฐานของคลื่นสามารถพิจารณาได้ 4 ประการ แบ่งได้ตามลักษณะการแพร่กระจายของคลื่น ดังรูปที่ 2.24

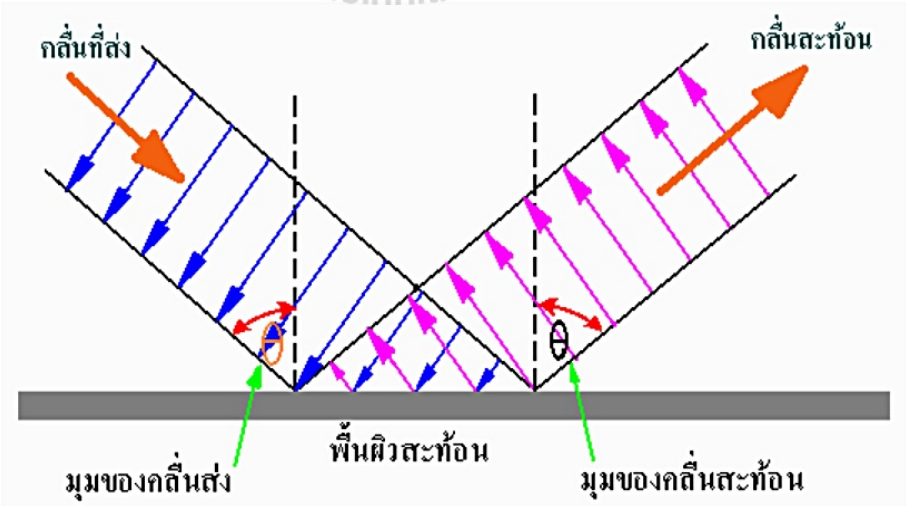
1. การสะท้อนกลับ (reflection)
2. การหักเห (refraction)
3. การแพร่กระจายคลื่น (diffraction)
4. การแทรกสอดของคลื่น (interference)



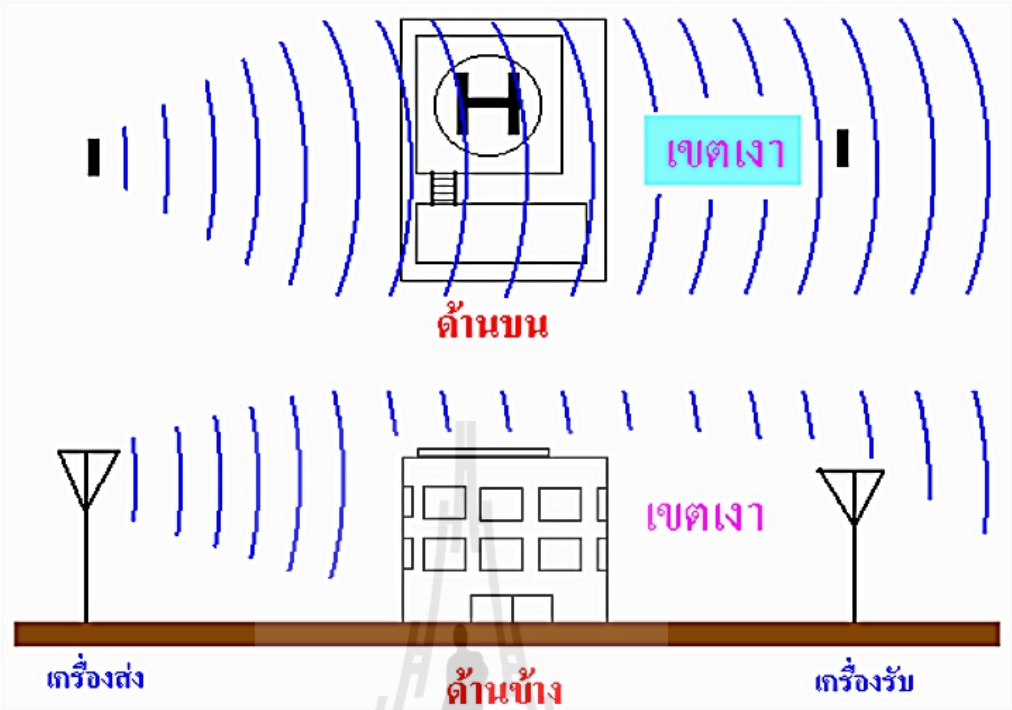
รูปที่ 2.26 การหักเหของคลื่นวิทยุ

1. การสะท้อนของคลื่น

การสะท้อนของคลื่นหมายถึงการเปลี่ยนทิศทางการเดินทางของคลื่นโดยทันทีทันใดเมื่อคลื่นนั้นเดินทางตกกระทบที่ผิวของตัวกลาง นั่นคือคลื่นกระดอนออกจากผิวสะท้อน ของตัวกลางในลักษณะเดียวกับแสงสะท้อนจากกระจกเงา จากรูปที่ 2.25 แสดงปรากฏการณ์ ของการสะท้อนของคลื่นวิทยุ สังเกตได้ว่ามุมตกกระทบเท่ากับมุมสะท้อน



รูปที่ 2.25 การสะท้อนของคลื่นวิทยุ

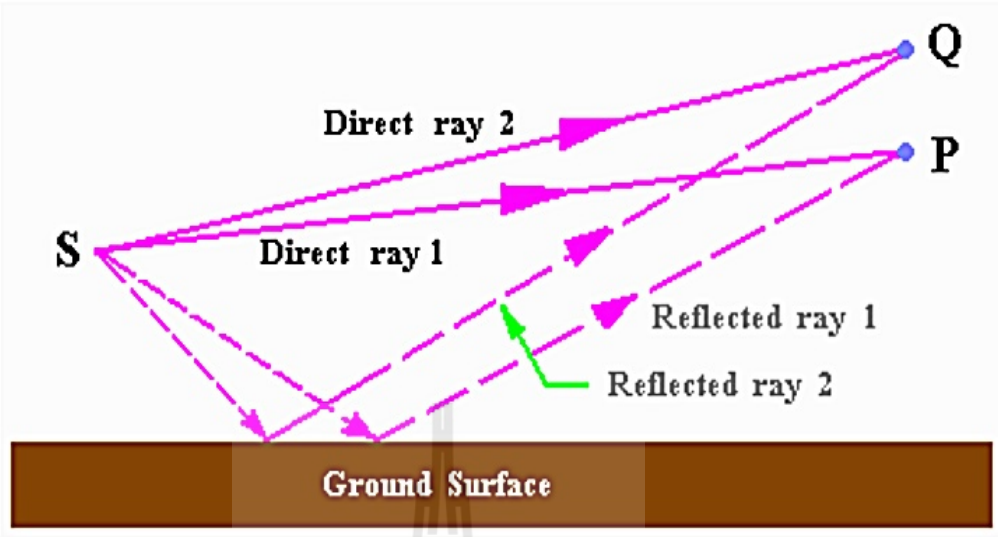


2.

รูปที่ 2.27 การเบี่ยงเบนของคลื่นวิทยุ ใง

ที่มีคุณสมบัติทางไฟฟ้าไม่เหมือนกัน โดยที่มุมตกกระทบ ณ ตัวกลางที่สองไม่เป็นมุมฉาก พลังงานคลื่นส่วนหนึ่งจะสะท้อนกลับเข้าไปยังตัวกลางที่หนึ่ง โดยมีมุมตกเท่ากับมุมสะท้อน แต่ยังมีพลังงานคลื่นอีกส่วนหนึ่งเดินทางเข้าไปยังตัวกลางที่สอง การเดินทางเข้าไปยังตัวกลางที่สองนี้ จะไม่เป็นแนวเส้นตรงต่อไปจากแนวทางเดินในด้านตัวกลางแรก แต่จะหักเหออกไปมากน้อยขึ้นอยู่กับคุณสมบัติทางไฟฟ้าของตัวกลางทั้งสอง สาเหตุที่เกิดการหักเหของทางเดินของคลื่นวิทยุเกิดจากความเร็วของคลื่นวิทยุในตัวกลาง ที่มีคุณสมบัติทางไฟฟ้าแตกต่างกันจะไม่เท่ากัน เช่น คลื่นวิทยุจะเดินทางในน้ำบริสุทธิ์จะช้ากว่าเดินทางในอากาศถึง 9 เท่า เป็นต้น

จากรูปที่ 2.26 จะเห็นได้ว่าเมื่อหน้าคลื่น (wave front) ตกกระทบพื้นผิวระหว่าง ตัวกลางทั้งสองนั้น ส่วนของคลื่นที่สัมผัสผิวน้ำ ก็จะเริ่มเดินทางเข้าไปในน้ำ ด้วยความเร็วช้าลง ในขณะที่หน้าคลื่นอีกส่วนหนึ่งยังคงอยู่ในอากาศจะเดินทางเร็วกว่า ตัวอย่างคลื่นที่ใช้ติดต่อสื่อสารที่อาศัยการหักเหของคลื่นคือ การสื่อสารในย่านความถี่สูง (HF) ซึ่งอาศัยเพดานไฟฟ้าไอโอโนสเฟียร์ (ionosphere) เมื่อคลื่นวิทยุเดินทางจากพื้นโลกผ่านเข้าไปยังเพดานไฟฟ้า ลำคลื่นจะค่อยๆ หักเหไปเรื่อยๆ จนในที่สุดคลื่นก็จะกลับออกมาจากเพดาน ไฟฟ้าและกลับมายัง พื้นโลกอีก



รูปที่ 2.28การแทรกสอดของของคลื่นตรงและ เส้นทางของคลื่นสะท้อน

3. การแพร่กระจายคลื่น

การแพร่กระจายคลื่น มีชื่อเรียก ได้ต่างๆกันไป เช่น การ เลี้ยวเบนของคลื่นหรือ การเบี่ยงเบนของคลื่น การ เบี่ยงเบนของคลื่นเกิดขึ้นเมื่อคลื่นเดินทางผ่านมุมหรือ ขอบของตัวกลางทึบที่คลื่นนั้นไม่สามารถผ่านได้ เช่น คลื่น วิทยุความถี่สูงมากเดินผ่านยอดเขา คลื่นนี้มีคุณสมบัติเดินทางเป็นเส้นตรง ดังนั้นถ้าเราลากเส้นตรงจากสายอากาศ ไปยังยอดเขา ส่วนที่อยู่หลังยอดเขาและต่ำกว่าเส้นนี้ลงมาไม่ควรที่จะได้รับคลื่นได้เลย แต่บางส่วนที่อยู่หลังยอดเขาจะ สามารถรับคลื่นวิทยุย่านความถี่สูงได้ เนื่องจากความถี่สูง การเบี่ยงเบนของคลื่นก็ยิ่งลดลง กล่าวคือคลื่นจะเดินทางเป็นแนวเส้นตรง แต่บางส่วนของคลื่นเกิดการกระทบกับสลิตแคบๆ (ยอดเขา) ทำให้คลื่นเกิดการแตกกระจายออกไป โดยรอบ เสมือนกับเป็นแหล่งกำเนิดคลื่นใหม่นั่นเอง

จากรูปที่ 2.27แสดงคุณสมบัติการเบี่ยงเบนของคลื่นวิทยุเมื่อเดินทางไปยังตัวกลางที่ทึบและเฉียดขอบดังกล่าว จะเห็นได้ว่าบริเวณบางส่วนหลังตัวกลางนั้น ที่เป็นเขตเบี่ยงเบนซึ่งสามารถติดต่อสื่อสารได้ และบริเวณบางส่วนที่จะติดต่อสื่อสารกันไม่ได้เลย เรียกว่าเขตเงา (shadow)

4.การแทรกสอดของคลื่น

การแทรกสอดของคลื่นเรื่องนี้เกี่ยวข้องกับ คุณสมบัติทาง optical ของคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า เราพิจารณา เรื่องการแทรกสอดต่อไปนี้เกิดขึ้นเมื่อ 2 คลื่น ที่ออกจากแหล่งจ่ายอันเดียวและเดินทางมาด้วยเส้นทางที่ต่างกันมาถึงจุดหนึ่งพร้อมกัน สิ่งนี้เกิดขึ้นบ่อยมากในการเดินทางของการแพร่กระจายคลื่นความถี่สูงและในการแพร่กระจายของคลื่นไมโครเวฟ มันเกิดขึ้นเมื่อสายอากาศของไมโครเวฟถูกตั้งอยู่ใกล้กับพื้นดิน และคลื่นที่มาถึงจุดรับไม่ใช่เพียงจาก ทิศทางตรง แต่เป็นคลื่นที่หลังจากสะท้อนจากพื้นดินด้วย ดังแสดงในรูปที่ 2.28จะเห็นได้ว่าการแทรกสอดนั้นประกอบด้วยจุดหักล้าง (concellation) และจุดเสริมกัน (reinforcement)

จากรูปที่ 2.28จะเห็นได้ว่า เส้นทางของคลื่นตรง (direct ray) สั้นกว่าเส้นทางจากการสะท้อน (reflected ray) สำหรับบางครั้งการรวมกันของความถี่ และความสูงของสายอากาศเหนือพื้นโลก ความแตกต่าง ระหว่างเส้นทาง direct ray 1 กับ reflected ray 1 เท่ากับประมาณครึ่งความยาวคลื่น สิ่งนี้จะเป็นการหักล้างอย่างสมบูรณ์ ณ จุดรับ P ถ้าพื้นโลกเป็นตัวสะท้อนที่สมบูรณ์และหักล้างกันบางส่วนสำหรับพื้นโลกที่ไม่สมบูรณ์ ส่วนจุดรับอื่นๆ (P) ด้วยเหตุที่เส้นทางแตกต่างระหว่าง direct ray 2 กับ reflected ray 2 มีค่าเท่ากับหนึ่งความยาวคลื่นพอดี ในกรณีนี้การเสริมกันของคลื่นที่รับได้จะเกิดขึ้น ณ จุดนี้ และจะเป็นเฉพาะบางส่วนหรือทั้งหมด ขึ้นอยู่กับความสามารถการสะท้อนของพื้นโลก การเกิดอย่างต่อเนื่องของจุดนี้มากกว่าหนึ่งอัน ที่จุดอื่น ๆ อาจพบได้อีก จะได้เป็น interference pattern ขึ้น ซึ่งประกอบด้วยจุดหักล้างกัน (concellation) และจุดเสริมกัน (reinforcement)

2.8.2 คุณสมบัติอื่นๆ ที่เกิดขึ้นกับคลื่น[12]

1. การถูกดูดกลืน (absorption) เมื่อคลื่นวิทยุเดินผ่านตัวกลาง พลังงานส่วนหนึ่งจะสูญเสียไปในลักษณะที่กลายเป็นความร้อนเรียกว่า คลื่นวิทยุถูกดูดกลืนโดยตัวกลาง ตัวกลางนั้นไม่ว่าจะเป็นตัวนำ หรือมีภาพเป็นตัวต้านทานต่อคลื่นวิทยุ อาคารตึก และสิ่งก่อสร้างต่างๆ บนพื้นโลก อุณหภูมิของอากาศน้ำ และฝุ่นละออง ซึ่งประกอบกันเป็นชั้นบรรยากาศ สามารถเป็นตัวดูดกลืนพลังงานได้ทั้งสิ้น
2. การกระจัดกระจาย (scattering) เมื่อคลื่นเดินทางตกกระทบบนตัวกลางที่รวมกันเป็นกลุ่ม พลังงานส่วนหนึ่งจะสะท้อนออกมา และบางส่วนเดินทางหักเหเข้าไปในตัวกลาง ส่วนหนึ่งของพลังงานที่เข้าไปในตัวกลางจะถูกดูดกลืนแปลงรูปเป็นความร้อน และมีอีกส่วนหนึ่งถูกตัวกลางคายออกมาอีกในรูปของการกระจายพลังงานคลื่น เนื่องจากคลื่นที่กระจายออกมานี้ไม่ค่อยเป็นระเบียบเราจึงเรียกว่า คลื่นกระจัดกระจาย การกระจัดกระจายของคลื่นนี้บางครั้งก็นำมาใช้ประโยชน์ได้เช่น ในระบบการสื่อสารที่เรียกว่า tropospheric scatter ซึ่งอาศัยการกระจัดกระจายของคลื่นวิทยุจากกลุ่มอากาศที่หนาแน่นในชั้นบรรยากาศโทรโปสเฟียร์ซึ่งอยู่ห่างจากผิวโลกประมาณ 10 กิโลเมตร ในบางครั้งการกระจัดกระจายของคลื่นก็มีผลเสียเช่น การสื่อสารย่านความถี่ไมโครเวฟ เมื่อคลื่นตกกระทบเม็ดฝนจะทำให้คลื่นเกิดการสูญเสียเป็นผลจากการกระจัดกระจาย และการหักเหทำให้คลื่นไม่สามารถเดินทางไปยังปลายทางได้หมด
3. การลดทอนพลังงาน (attenuation) ของคลื่น จะมีความหมายหรือสาเหตุคล้ายคลึงกับการถูกดูดกลืน คือการลดทอนพลังงานคลื่นอันเนื่องมาจากการถ่างออกของลำคลื่นวิทยุในลักษณะที่คล้ายคลึงกับการถ่างออกของลำแสงไฟฉายปรากฏการณ์เช่นนี้จะทำให้ ความเข้มของพลังงานคลื่นวิทยุต่อหนึ่งหน่วยพื้นที่ลดลงไปเรื่อยๆ เมื่อคลื่นเดินทางห่างจากจุดกำเนิดออกไปถ้าแหล่งกำเนิดคลื่นมีลักษณะที่สามารถกระจายคลื่นได้ทุกทิศทางรอบตัว หรือเรียกว่า isotropic antenna นั้นคลื่นที่ถูกสร้างขึ้น จะลดความเข้มลงไปเรื่อยๆ เมื่อคลื่นเดินทางห่างออกไป โดยความเข้มจะแปรกลับ กับระยะทางกำลังสองนั่นเอง

2.9 การสูญเสียของการแพร่กระจายคลื่นในตัวกลางอากาศ

การสูญเสียในอากาศว่าง (Free Space Loss : FSL)[13]เป็นปรากฏการณ์ธรรมชาติที่สัญญาณของภาครับจะรับสัญญาณที่มีกำลังน้อยกว่าสัญญาณที่ส่งออกมา เนื่องจากการเดินทางของคลื่นในอากาศพลังงานคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าจะลดลงตามระยะทางที่เคลื่อนที่ไป

2.9.1 สมการส่งของฟริส (Friis transmissions equation)

สมการของฟริสเสนอขึ้นครั้งแรกโดยวิศวกรไฟฟ้าชาวเดนมาร์คฮารัลที. ฟริสมีใจความสำคัญสรุปไว้อย่างง่ายๆคือกำลังของคลื่นวิทยุจะแปรผกผันกับกำลังสองของระยะทางและสามารถใช้เพื่ออธิบายถึงการเชื่อมโยงในระบบสื่อสารเริ่มจากระบบสื่อสารไร้สายอย่างง่ายแสดงในรูปที่ 2.29สมมติให้เครื่องส่งมีกำลังด้านออกเป็นP_tส่งผ่านไปยังสายอากาศส่งสายอากาศส่งมีอัตราขยาย G_t ผ่านออกไปสู่อวกาศไปเครื่องรับเข้าทางสายอากาศรับที่มีอัตราขยาย G_r กำลังที่ผ่านออกจากสายอากาศรับคือP_rระยะทางระหว่างสายอากาศส่งและสายอากาศรับคือระยะ rและเมื่อพิจารณาเริ่มต้นก่อนว่ากำลังที่ได้รับมาจากแหล่งกำเนิดชนิดไอโซทรอปิคสามารถเขียนเป็นสมการได้ดังนี้

$$S_I = \frac{P_t}{4\pi r^2} \tag{2.1}$$

จะสมมติว่าไม่มีการคิดผลจากการสูญเสียในชั้นบรรยากาศผลจากการไม่แมทซ์ของการโพลาไรซ์ผลจากการไม่แมทซ์ของอิมพิแดนซ์ที่ป้อนเข้าสายอากาศอีกทั้งไม่มีการกีดขวางระหว่างสายอากาศส่งและรับและสุดท้ายคือกำหนดให้สายอากาศทำงานในบริเวณสนามระยะไกลหากเราจะพิจารณาโดยเพิ่มเติมเงื่อนไขอัตราการขยายของสายอากาศเข้าไปในสมการความหนาแน่นกำลังจะประกอบด้วยอัตราการขยายของสายอากาศรูปแบบของสมการจะพัฒนาเป็น

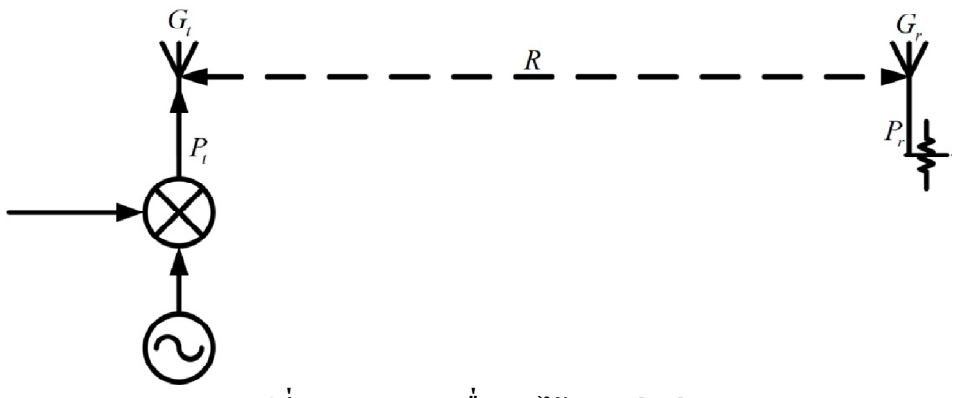
$$S_D = \frac{P_t}{4\pi r^2} G_t \tag{2.2}$$

กำลังที่ได้รับจะเท่ากับความหนาแน่นกำลังที่ทวีคูณโดยพื้นที่ประสิทธิผลสายอากาศของเครื่องรับ

$$P_r = \frac{P_t G_t}{4\pi r^2} A_{er} \tag{2.3}$$

พื้นที่ประสิทธิผลจะสัมพันธ์A_{er}กับอัตราขยายสายอากาศโดยแสดงได้ดังนี้

$$G_r = \frac{4\pi}{\lambda_0^2} A_{er} \rightarrow A_{er} = \frac{G_r \lambda_0^2}{4\pi} \tag{2.4}$$



รูปที่ 2.29ระบบการสื่อสารไร้สายอย่างง่าย

แทนค่า (2.4) ลงใน (2.3) ได้

$$P_r = P_t G_t G_r \left(\frac{\lambda_0}{4\pi r}\right)^2 \tag{2.5}$$

เมื่อ P_r คือกำลังสัญญาณของภาครับ

P_t คือกำลังสัญญาณของภาคส่ง

G_r คืออัตราขยายของสายอากาศภาครับ

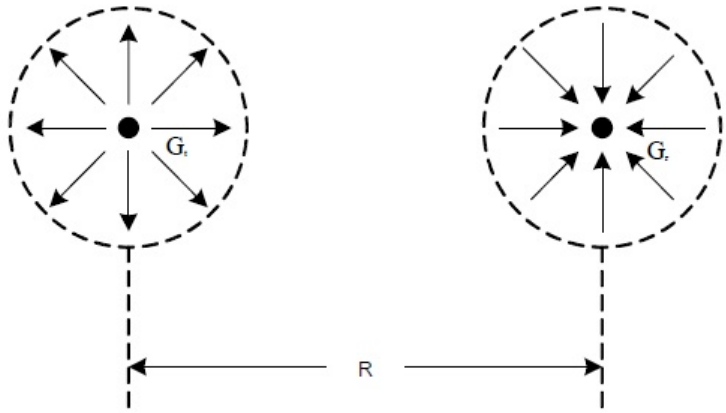
G_t คืออัตราขยายของสายอากาศภาคส่ง

r คือระยะทางระหว่างภาครับและภาคส่ง

และ λ_0 คือความยาวคลื่นของสัญญาณ(แปรผกผันกับความถี่)

สมการนี้รู้จักกันว่าสมการการกำลังฟริสกล่าวคือกำลังที่ได้รับแปรผันตรงกับอัตราขยายของสายอากาศและแปรผกผันกับระยะทาง r^2หากเราสมมติให้กำลังต่ำสุดที่เครื่องรับสามารถรับได้เป็น$P_r = S_{i,min}$สัญญาณต่ำสุดจะแปรผกผันกับกำลังสองของระยะทางและที่กำลังต่ำสุดนี้เองจะเป็นตัวกำหนดหรือเป็นตัวบ่งบอกระยะทางไกลสุดที่เครื่องรับแต่ละเครื่องสามารถรับได้ระยะดังกล่าว

$$R_{max} = \sqrt{\frac{P_t G_t G_r \lambda_0^2}{(4\pi)^2 S_{i,min}}} \tag{2.6}$$



รูปที่ 2.30 สายอากาศไอโซทรอปิคสองตัววางห่างกันระยะทางเท่ากับ R (r=R=ระยะทาง)

2.9.2 การสูญเสียในอากาศ

พลังงานของคลื่นวิทยุขณะแพร่กระจายในอากาศจะเกิดการสูญเสียสามารถอธิบายปรากฏการณ์ดังกล่าวได้จากสมการของความหนาแน่นกำลัง$P_t/4\pi R^2$ดังสำหรับสายอากาศไอโซทรอปิคพลังงานจะลดลงตามค่า$1/R^2$กล่าวคือเมื่อระยะทางเพิ่มขึ้นพลังงานจะลดลงโดยแปรผกผันกับกำลังสองของระยะทางสามารถเขียนเป็นรูปของระบบได้ตามรูปที่ 2.30กำหนดให้ทั้งสายอากาศส่งและสายอากาศรับเป็นสายอากาศชนิดไอโซทรอปิค(G_r=G_t= 1) ดังนั้นจากสมการ (2.9.5) จะเขียนเป็นความสัมพันธ์ได้คือ

$$P_r = P_t\left(\frac{\lambda_0}{4\pi r}\right)^2 \qquad (2.7)$$

อัตราส่วนของการสูญเสียจะหมายถึงอัตราส่วนระหว่างกำลังด้านส่ง (P_t) และกำลังด้านรับ (P_r) และจากสมการที่ (3.12) หากจัดรูปสมการให้อยู่ในรูปของกำลังด้านส่งและกำลังด้านรับจะเรียกว่าอัตราส่วนการสูญเสียในอวกาศ(space) เขียนได้เป็นSL (ในเทอมอัตราส่วน)

$$\frac{P_t}{P_r} = \left(\frac{4\pi r}{\lambda_0}\right)^2 \qquad (2.8)$$

2.10การสูญเสียเนื่องจากสิ่งกีดขวาง[14]

ในการส่งสัญญาณแบบไร้สายนั้นสัญญาณที่เดินทางจากภาคส่งไปยังภาครับที่ภาครับไม่สามารถรับสัญญาณได้ทั้งหมด เนื่องจากว่าระหว่างภาคส่งและภาครับนั้นมีสิงกีดขวาง มีสิ่งทีเป็นอุปสรรคต่อการรับส่งสัญญาณระหว่างภาคส่งภาครับอยู่มากมาย อาทิเช่น กำแพง ตึกยานพาหนะ มนุษย์ ต้นไม้ ฯลฯ สัญญาณที่เดินทางมาจากภาคส่งเป็นเส้นเดียวเมื่อกระทบกับสิ่งกีดขวางก็จะแตกออกเป็นหลายๆ เส้น เราจึงเรียกสัญญาณนี้ว่า สัญญาณหลายวิถีหรือ multipath เมื่อเราทำการรับสัญญาณที่ภาครับจึงพบว่าสัญญาณที่รับได้ที่ภาครับนั้นมีทั้งดีและไม่ดี เหตุผลคือ สัญญาณที่รับได้ที่ภาครับนั้นเป็นผลรวมจากสัญญาณที่เกิดการแทรกสอดแบบเสริมกันก็จะทำให้คุณภาพสัญญาณที่ได้นั้นมีคุณภาพดี แต่หากเป็นการแทรกสอดแบบหักล้างกันนั้นก็จะส่งผลให้ที่ภาครับมีคุณภาพสัญญาณไม่ดี จึงสามารถกล่าวได้ว่า การส่งสัญญาณจากภาคส่งมายังภาครับเมื่อสัญญาณกระทบสิ่งกีดขวางจึงก่อให้เกิดสัญญาณหลายวิถี เมื่อสัญญาณหลายวิถีวิ่งไปรวมกันยังภาครับในกรณีที่เกิดการแทรกสอดของสัญญาณหลายวิถีแบบหักล้างกันก็จะทำให้สัญญาณที่ได้คุณภาพไม่ดีจึงเป็นที่มาของ การจางหายของสัญญาณเนื่องจากสัญญาณหลายวิถี

ปัจจัยที่ส่งผลต่อการเกิดการจางหายของสัญญาณเนื่องจากสัญญาณหลายวิถี[15]

1. การแผ่แบบหน่วงเวลา (delay spread)

ผลจากการเกิดสัญญาณหลายวิถีทำให้สัญญาณที่รับได้ที่ปลายทางประกอบไปด้วยสัญญาณที่สะท้อนมาจากหลายเส้นทาง ซึ่งมาถึงปลายทางที่ภาครับในเวลาที่แตกต่างกัน ดังนั้นสัญญาณที่รวมกันได้ที่ปลายทางจึงเกิดการหน่วงเวลาขึ้นมา ผลจากการเกิดการแผ่แบบหน่วงเวลานั้นจะทำให้เกิดการรบกวนระหว่างสัญลักษณ์ และการแทรกสอดระหว่างสัญลักษณ์ซึ่งจะมีค่ามากหรือน้อยขึ้นอยู่กับสภาพแวดล้อมและสภาพช่องสัญญาณการแผ่แบบหน่วงเวลา ส่งผลต่อการจางหายของสัญญาณได้ 2 รูปแบบ ได้แก่ การจางหายของสัญญาณแบบราบ (flat fading) และการจางหายของสัญญาณแบบเลือกความถี่ (frequency selective fading)

ก) การจางหายของสัญญาณแบบราบ (flat fading)

คุณลักษณะของการจางหายของสัญญาณแบบราบ จะมีลักษณะเชิงสเปกตรัมเหมือนเดิม แต่ค่ากำลังของสัญญาณจะมีค่าเปลี่ยนแปลงไปตามเวลา เนื่องจากผลกระทบของสัญญาณหลายวิถี เมื่อค่ากำลังของช่องสัญญาณเปลี่ยนนั่นคือการเปลี่ยนแปลงแอมพลิจูดของช่องสัญญาณหรืออาจกล่าวได้ว่าเป็นช่องสัญญาณที่มีการเปลี่ยนแปลงทางแอมพลิจูด การแจกแจงของแอมพลิจูดที่มักจะพบทั่วไปจะเป็นการกระจายตัวแบบเรย์ลี (rayleigh distribution)

ข) การจางหายของสัญญาณแบบเลือกความถี่ (frequency selective fading)

การจางหายของสัญญาณแบบเลือกความถี่นี้สเปกตรัมของสัญญาณจะได้รับผลกระทบจากช่องสัญญาณไม่เท่ากันทั้งหมด โดยสเปกตรัมที อยู่นอกแบนด์วิดท์ของช่องสัญญาณจะได้รับผลกระทบที่แตกต่างกันออกไป ช่วงความถี่ของช่องสัญญาณที่ได้รับผลกระทบเนื่องจากช่องสัญญาณที่มีขนาดเท่ากันเรียกว่า แบนด์วิดท์ร่วมนัย (coherence bandwidth) ซึ่งผลกระทบที่เกิดขึ้นนั้นจะทำให้เกิดการแทรกสอดระหว่างสัญลักษณ์ เนื่องจากผลตอบสนองของช่องสัญญาณจะเกิดการแผ่ออกทางเวลา ซึ่งมีความยาวกว่าช่วงเวลาของสัญลักษณ์ ทำให้สัญญาณที่ได้รับถูกลดขนาดและมีการประวิงเวลาจึงเกิดการแทรกสอดระหว่างสัญลักษณ์ขึ้นมา

2. การแผ่แบบดอปเพลอร์ (doppler spread)

การเคลื่อนที่ของผู้ใช้งานออกจากสถานีฐาน ส่งผลให้สัญญาณที่เดินทางมาถึงภาครับในแต่ละเส้นทางนั้นเกิดการเลื่อนความถี่ เรียกการเลื่อนความถี่แบบนี้ว่า การเลื่อนความถี่แบบดอปเพลอร์ ผลจากการแผ่แบบดอปเพลอร์นี้จะทำให้ช่องสัญญาณมีการเปลี่ยนแปลงตามเวลาซึ่งการเปลี่ยนแปลงของช่องสัญญาณตามเวลานั้นจะมีอัตราเร็วหรือช้าขึ้นอยู่กับความเร็วของการเกิดการจางหายและการความเร็วในการเคลื่อนที่ของผู้ใช้งานด้วย การแผ่ของดอปเพลอร์ (doppler spread) ส่งผลให้เกิดการจางหายของสัญญาณ 2 รูปแบบ ได้แก่ การจางหายของสัญญาณแบบช้า (slow fading) และการจางหายแบบรวดเร็ว (fast fading)

ก) การจางหายของสัญญาณแบบรวดเร็ว (fast fading)

การเคลื่อนที่ของผู้ใช้งานส่งผลให้ช่องสัญญาณมีการเปลี่ยนแปลงตามเวลาโดยพารามิเตอร์ที่ใช้อธิบายได้แก่ doppler spread และ coherence time เมื่อช่องสัญญาณได้รับผลกระทบจากการจางหายแบบรวดเร็วนี้จะมีการเปลี่ยนแปลงอย่างรวดเร็ว ภายในช่วงเวลาที่ส่งสัญญาณ เวลาร่วมนัยของช่องสัญญาณจะมีค่าน้อยกว่าช่วงเวลาของสัญลักษณ์และคุณลักษณะของการจางหายของสัญญาณจะเปลี่ยนแปลงไปมาหลายๆ ครั้งในขณะที่กำลังส่งสัญลักษณ์ออกไป เมื่อช่องสัญญาณได้รับผลกระทบจากการจางหายของสัญญาณแบบรวดเร็วทำใช้แบนด์วิดท์ผิดเพี้ยน

ข) การจางหายของสัญญาณแบบช้า (slow fading)

การจางหายของสัญญาณแบบช้าเกิดขึ้นเมื่ออัตราการเปลี่ยนแปลงของผลตอบสนองของช่องสัญญาณมีค่าน้อยกว่าอัตราการเปลี่ยนแปลงของสัญญาณหรือ เวลาร่วมนัย (coherence time) มากกว่าช่วงเวลาของสัญลักษณ์ (symbol time) ซึ่งการจางหายของสัญญาณแบบช้านั้นจะทำให้ช่องสัญญาณได้รับผลกระทบในช่วงเวลาที่ยาวนานติดต่อกัน

2.11 กล่าวสรุป

จากแนวคิดเริ่มแรกในการทำอุปกรณ์ต้นแบบเพื่อป้องกันการโจรกรรมรถจักรยานยนต์ ทำให้ทางผู้จัดทำโครงงานได้ศึกษาเกี่ยวกับรูปแบบการโจรกรรมรถจักรยานยนต์ ซึ่งการโจรกรรมรถจักรยานยนต์มีหลายรูปแบบ ทำให้พบว่าระบบการสื่อสารที่เหมาะสมกับอุปกรณ์ต้นแบบนี้คือการสื่อสารไร้สาย โดยมีหลักการพื้นฐานก็คือ การที่อุปกรณ์ส่งนั้นจะส่งข้อมูลออกจากสถานีฐานโดยอาศัยกระบวนการโมดูเลชัน แล้วส่งออกไป โดยมีเซลล์ช่วยในการที่จะให้อุปกรณ์รับนั้นสามารถรับข้อมูลที่ส่งมาให้ถึงจุดหมาย ซึ่งการสื่อสารไร้สายนั้นจะต้องมีตัวกลางในการสื่อสาร เช่น คลื่นวิทยุ สัญญาณไมโครเวฟ เป็นต้น ซึ่งอยู่ภายใต้มาตรฐาน IEEE 802.11

การสื่อสารแบบไร้สายนั้นจะต้องอ้างอิงอยู่กับความถี่ ซึ่งยิ่งความถี่มากความยาวคลื่นยิ่งต่ำประกอบกับการที่ความถี่สูงนั้นมีอำนาจในการทะลุทะลวงมาก ทำให้ดูดซับค่าพลังงานของตัวกลางต่างๆได้มากกว่า และช่องสัญญาณในการสื่อสารซึ่งมีอุปสรรคจากสิ่งกีดขวางต่างๆ ก่อให้เกิดการจางหายของสัญญาณเนื่องจากสัญญาณหลายวิถี multipath fading ซึ่งส่งผลกระทบโดยตรงต่อช่องสัญญาณทำให้มีการเปลี่ยนแปลงทั้งด้านเฟสและ แอมพลิจูด จึงส่งผลกระทบไปยังคุณภาพของระบบสื่อสารส่งผลให้ระยะทางที่ได้นั้นลดน้อยลงมาก ดังนั้นการที่เราต้องการให้อุปกรณ์สามารถส่งสัญญาณได้ไกลโดยไม่ต้องมีตัวทวนสัญญาณระหว่างการส่งสัญญาณนั้น เราจึงเลือกที่มีความถี่ต่ำกว่าจะดีกว่า ซึ่งในที่นี้เราได้เลือกอุปกรณ์ Zigbee รุ่น SZ05 และอาศัยสายอากาศแบบเส้นลวดตรงเพื่อแก้ปัญหา และช่วยในการส่งสัญญาณให้ได้ไกลกว่าเดิม ในการใช้งานครั้งนี้ เราแยกอุปกรณ์ออกเป็นสองส่วนคือ ภาคส่ง และภาครับ ภาคส่งจะอยู่ในรถจักรยานยนต์ส่งสัญญาณออกมาตลอดเวลา เมื่อพบว่าภาคส่งเกิดความผิดปกติ หรือไม่มีการส่งสัญญาณ ที่ภาครับจะมีการเตือนด้วยเสียง

บทที่ 3

ชุดอุปกรณ์ต้นแบบ และผลการทดสอบ

3.1 กล่าวนำ

ในบทนี้จะกล่าวถึงชุดอุปกรณ์ต้นแบบของสัญญาณเตือนภัยเพื่อป้องกันการโจรกรรมของรถจักรยานยนต์ โดยชุดอุปกรณ์ต้นแบบจะประกอบไปด้วย 2 ส่วนหลัก คือ อุปกรณ์ภาคส่งซึ่งจะติดตั้งไว้กับรถจักรยานยนต์ ทำหน้าที่ส่งสัญญาณให้กับอุปกรณ์ภาครับที่อยู่กับที่ และส่วนที่สองได้แก่ อุปกรณ์ภาครับซึ่งจะติดตั้งไว้ที่ป้อมของพนักงานรักษาความปลอดภัย ทำหน้าที่รับข้อมูลจากอุปกรณ์ภาคส่ง เมื่อใดที่อุปกรณ์ภาคส่งไม่สามารถส่งสัญญาณมาให้กับอุปกรณ์ภาครับได้ สัญญาณเตือนที่อยู่กับอุปกรณ์ภาครับก็จะดังขึ้นทันที และในบทนี้ยังได้กล่าวถึงการทดสอบชุดอุปกรณ์ต้นแบบในสถานการณ์ ความเร็ว สภาพอากาศ และสภาพแวดล้อมที่แตกต่างกัน เพื่อที่จะได้รู้ถึงความสามารถและขอบเขตการทำงานของชุดอุปกรณ์ต้นแบบนี้ด้วย ซึ่งเนื้อหาในบทนี้แบ่งออกเป็นหัวข้อย่อยดังนี้ หัวข้อ 3.1 กล่าวนำ หัวข้อ 3.2 ชุดอุปกรณ์ต้นแบบ หัวข้อ 3.3 การติดตั้ง และการใช้งานชุดอุปกรณ์ ก่อนการทดสอบ หัวข้อ 3.4 ผลการทดสอบ หัวข้อ 3.5 กล่าวสรุป

3.2 ชุดอุปกรณ์ต้นแบบ

ชุดอุปกรณ์ต้นแบบประกอบไปด้วย 2 ส่วนคือ ชุดอุปกรณ์ภาครับ และชุดอุปกรณ์ภาคส่ง ซึ่งมีอุปกรณ์หลักคือ บอร์ด Arduino UNO R3 และ Zigbee รุ่น SZ05 ทำงานร่วมกัน ทั้งในภาครับและภาคส่ง

3.2.1 ชุดอุปกรณ์ภาคส่ง

ชุดอุปกรณ์ภาคส่งดังรูปที่ 3.1 จะมีอยู่ 2 ชุด ซึ่งมีองค์ประกอบภายใน และการเชื่อมต่อที่เหมือนกัน ดังแสดงในรูปที่ 3.2

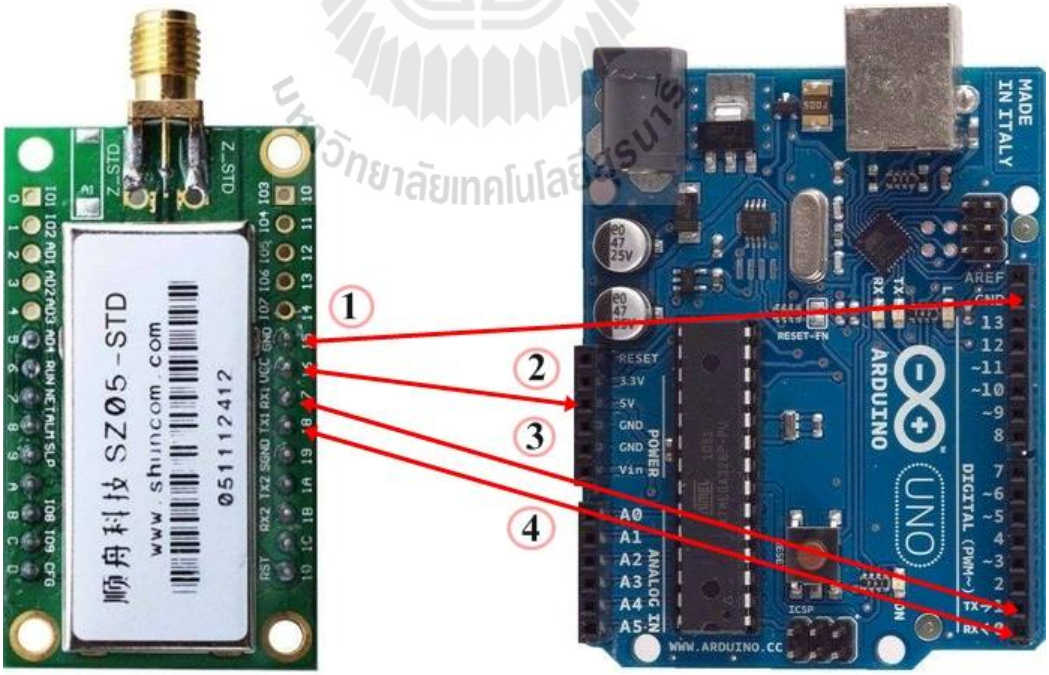
หมายเลข 1 ขาที่ GND ของ Zigbee เชื่อมต่อกับขา ground ของบอร์ด Arduino

หมายเลข 2 ขาที่ VCC ของ Zigbee เชื่อมต่อกับขา 5 โวลต์ของบอร์ด Arduino

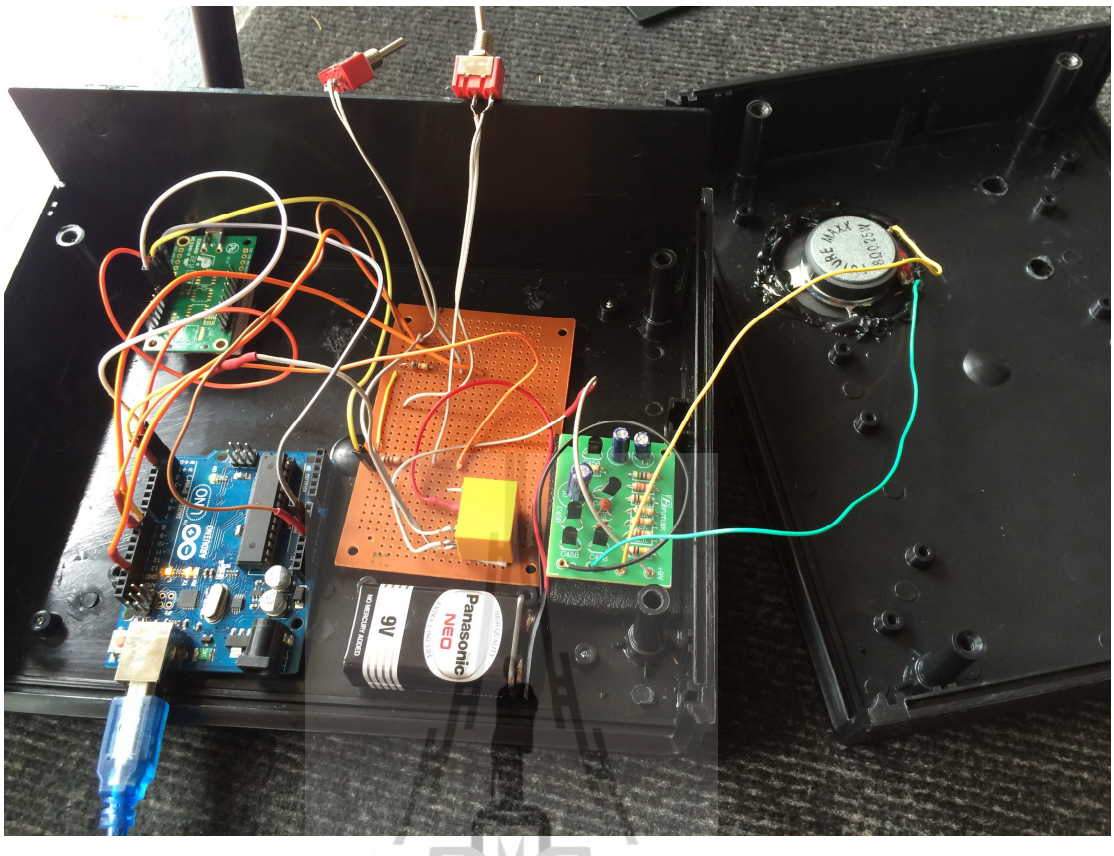
หมายเลข 3 ขาที่ 17 (Rx1) ของ Zigbee เชื่อมต่อกับขา 1 (Tx) ของบอร์ด Arduino

หมายเลข 4 ขาที่ 18 (Tx1) ของ Zigbee เชื่อมต่อกับขา 0 (Rx) ของบอร์ด Arduino

รูปที่ 3.1 ชุดอุปกรณ์ภาคส่ง



รูปที่ 3.2 การเชื่อมต่อบอร์ด Arduino UNO R3 กับ Zigbee รุ่น SZ05



รูปที่ 3.3 ชุดอุปกรณ์ภาครับ

3.2.2 ชุดอุปกรณ์ภาครับ

ชุดอุปกรณ์ภาครับ ประกอบด้วย Zigbee SZ05 บอร์ด Arduino UNO R3 วงจรเสียงเตือน และรีเลย์ 3 โวลต์ เชื่อมต่อกันผ่านแผงไข่ปลา ดังรูปที่ 3.3 ซึ่งอธิบายการเชื่อมต่อได้ดังนี้

บอร์ด Arduino UNO R3 ขา 0 (Rx) เชื่อมต่อกับ Zigbee ที่ขา Tx

บอร์ด Arduino UNO R3 ขา 1 (Tx) เชื่อมต่อกับ Zigbee ที่ขา Rx

บอร์ด Arduino UNO R3 ขา 2 เชื่อมต่อกับรีเลย์

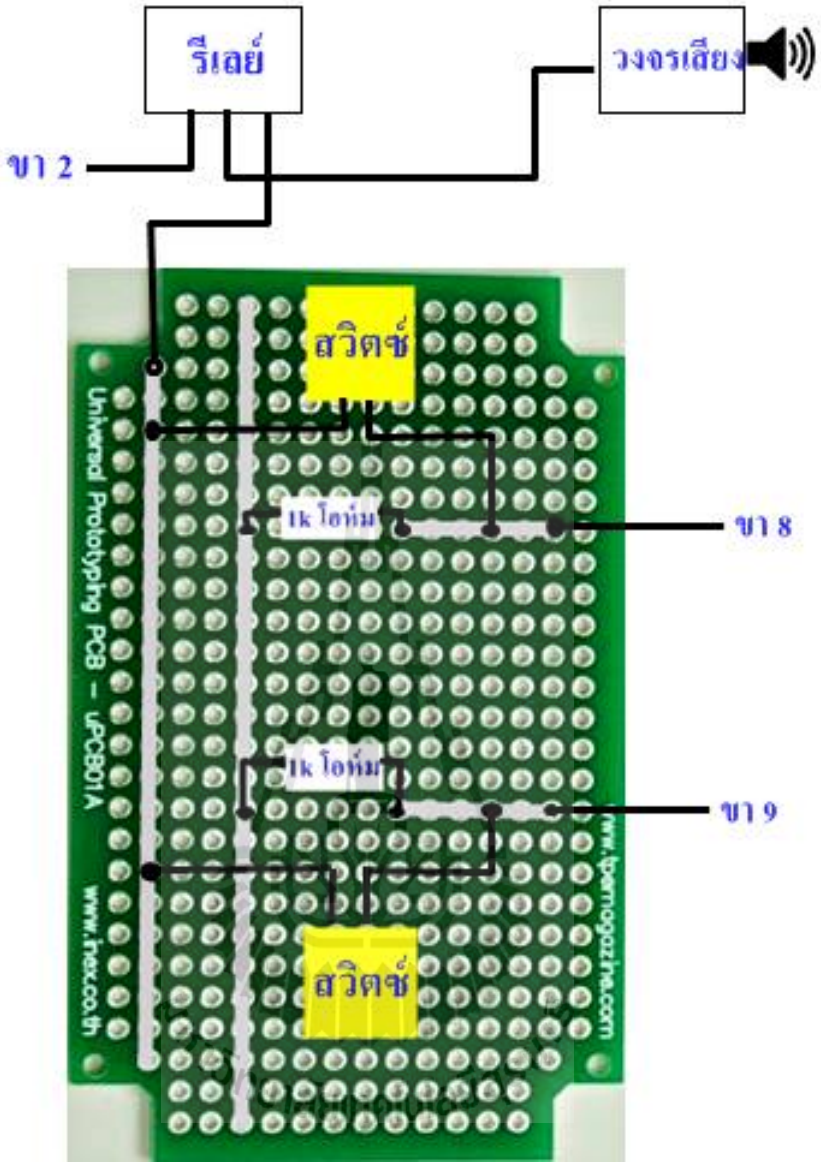
บอร์ด Arduino UNO R3 ขา 8 เชื่อมต่อกับแผงไข่ปลา

บอร์ด Arduino UNO R3 ขา 9 เชื่อมต่อกับแผงไข่ปลา

บอร์ด Arduino UNO R3 ขา GND เชื่อมต่อกับแผงไข่ปลา และ Zigbee ที่ขา GND

บอร์ด Arduino UNO R3 ขา VCC 5 โวลต์ เชื่อมต่อกับแผงไข่ปลา และ Zigbee ที่ขา VCC

การเชื่อมต่อวงจรในอุปกรณ์ภาครับ มีการใช้แผงไข่ปลาเป็นตัวกลางในการเชื่อมต่อวงจร ซึ่งแผงไข่ปลามีการเชื่อมต่อ ดังรูปที่ 3.4



รูปที่ 3.4 การเชื่อมต่ออุปกรณ์ที่แผงไข่ปลา

3.2.3 การทำงานระหว่างอุปกรณ์ภาครับ และภาคส่ง

อุปกรณ์ภาคส่ง จะทำหน้าที่ส่งข้อมูลให้ภาครับตลอดเวลา โดยภาคส่งทั้ง 2 ตัว จะมีช่วงเวลาหน่วงในการส่งข้อมูลที่แตกต่างกัน เพื่อป้องกันการชนกันของข้อมูล ที่อาจทำให้ภาครับไม่ได้รับข้อมูล หรือข้อมูลอาจเกิดการสูญหายไปได้ ภาครับจะทำการตรวจสอบว่ายังได้รับข้อมูลจากภาคส่งหรือไม่ ถ้าไม่ได้รับ หรือเกิดความผิดพลาดในการส่งข้อมูล ที่ทำให้ไม่ได้รับข้อมูลจาก

ภาคส่ง รีเลย์ที่อยู่ที่ภาครับจะทำการสับสวิตซ์ เพื่อให้ครบวงจร และวงจรจะจ่ายไฟไปที่วงจรเสียงเตือน เพื่อทำการแจ้งเตือนด้วยเสียง

3.3 การติดตั้ง และการใช้งานชุดอุปกรณ์ ก่อนการทดสอบ

ก่อนที่จะทำการทดสอบเราต้องมีการติดตั้งชุดอุปกรณ์ต้นแบบ โดยแบ่งออกเป็นชุดอุปกรณ์ภาครับ และชุดอุปกรณ์ภาคส่ง โดยชุดอุปกรณ์ภาครับที่ต่ออยู่กับวงจรเสียงเตือน จะทำการติดตั้งอยู่กับที่ เนื่องจากต้องมีการจ่ายไฟให้ตลอดเวลา จึงจำเป็นที่ต้องอยู่ในที่ล่ม ในการทดสอบนี้จะเน้นทำการทดสอบที่บริเวณหอพักนักศึกษา จึงได้ทำการติดตั้งชุดอุปกรณ์ภาครับไว้ที่บริเวณป้อมพนักงานรักษาความปลอดภัย เพื่อง่ายต่อการควบคุม ดูแล และเมื่อจำลองสถานการณ์จริงแล้ว ผู้ควบคุมดูแลชุดอุปกรณ์ภาครับนั้น จำเป็นต้องเป็นที่ผู้ดูแลทรัพย์สิน และรักษาความปลอดภัย ของหอพักนักศึกษา เพื่อง่ายต่อการตามจับขโมย ส่วนอุปกรณ์ภาคส่งนั้น ผู้จัดทำจะติดติดตั้งอยู่ที่ตัวรถจักรยานยนต์ โดยไว้ที่ใต้เบาะรถจักรยานยนต์ ทางผู้จัดทำจึงจำลองสถานการณ์การติดตั้งชุดอุปกรณ์ภาครับและภาคส่ง ดังขั้นตอนต่อไปนี้

1. ติดตั้งชุดอุปกรณ์ภาครับที่จุดทดสอบภายในอาคาร ในแต่ละการทดสอบจะจำลองที่ติดตั้งชุดอุปกรณ์ภาครับที่แตกต่างกัน แล้วแต่จุดทดสอบ ในที่นี้ยกตัวอย่างป้อมพนักงานรักษาความปลอดภัย บริเวณหอพักสุรนิเวศ ดังรูป 3.5

รูปที่ 3.5 บริเวณที่ติดตั้งชุดอุปกรณ์ภาครับภายในอาคารที่ทดสอบ

รูปที่ 3.6 ขั้นตอนการติดตั้งชุดอุปกรณ์ภาคส่ง

2. ติดตั้งชุดอุปกรณ์ภาคส่ง โดยทำการเปิด On ที่ตัวเครื่อง แล้วทำขั้นตอนดังรูปที่ 3.6
3. ทดสอบโดยจำลองสถานการณ์จริง เสียบปลั๊ก เปิดเครื่องภาครับเพื่อรอรับสัญญาณจากภาคส่ง ที่ภาคส่งทำการขับรถจักรยานยนต์ออกไปในทิศทางที่ได้วางแผนการทดสอบไว้ โดยภาคส่งจะทำการส่งสัญญาณให้ภาครับตลอดเวลา จนในระยะทางหนึ่งที่ภาครับไม่สามารถรับสัญญาณจากภาคส่งได้ เนื่องจากปัจจัยหลายๆอย่าง ที่ทางผู้จัดทำจะทำการทดสอบ ภาครับก็จะส่งเสียงเตือน
4. ที่อุปกรณ์ภาครับจะมีสวิทซ์ ที่ควบคุมการปิดเปิดเสียงโดย โดยเมื่อเสียงเตือนดังขึ้นผู้ควบคุมอุปกรณ์ภาครับสามารถทำการปิดเสียงเตือนด้วยสวิทซ์ที่ติดกับตัวเครื่องได้ ในที่นี้มีตัวส่งสัญญาณ 2 ตัว ที่ภาครับจึงมี 2 สวิทซ์เพื่อไว้ปิดเสียงเตือน ดังรูปที่ 3.7

รูปที่ 3.7 ชุดอุปกรณ์ภาครับ

3.4 ผลการทดสอบ

ในหัวข้อนี้จะกล่าวถึงการวัดผลการทำงานของชิ้นงานต้นแบบที่สร้างขึ้น ซึ่งอุปกรณ์ต้นแบบจะประกอบด้วยบอร์ด Arduino UNO R3 ที่ทำหน้าที่ควบคุมการทำงานของชิ้นงาน และ Zigbee ที่ทำหน้าที่ในการส่งข้อมูลเพื่อติดต่อระหว่างตัวรับและตัวส่ง ซึ่งในที่นี้ผู้จัดทำโครงงานได้นำอุปกรณ์ต้นแบบไปทดสอบในรูปแบบต่างๆ ได้แก่ หัวข้อ 3.4.1 ทดสอบระยะทางรับส่งที่ความเร็วต่างๆ หัวข้อ 3.4.2 การทดสอบระยะทางรับส่งเมื่อตัวรับติดตั้งภายใน และภายนอกอาคาร หัวข้อ 3.4.3 การทดสอบระยะทางรับส่งเมื่อมีสภาพอากาศที่แตกต่างกัน หัวข้อ 3.4.4 การทดสอบระยะทางรับส่งเมื่อมีสภาพแวดล้อมแตกต่างกัน เพื่อที่จะได้รู้ถึงความสามารถและขอบเขตการทำงานของชุดอุปกรณ์ต้นแบบนี้ด้วย ซึ่งผลการทดสอบจะแสดงดังต่อไปนี้

3.4.1 การทดสอบระยะทางเริ่มขาดการติดต่อที่ความเร็วต่างๆ

ในที่นี้ผู้จัดทำโครงงานเลือกทดสอบความเร็วที่บริเวณสนามเทนนิสโดยการนำภาครับติดตั้งภายนอกอาคารสนามเทนนิส ดังรูปที่ 3.8 และภาคส่งติดตั้งที่ตัวรถจักรยานยนต์ ดังรูปที่ 3.9 แล้วทำการทดสอบขับรถจักรยานยนต์ออกจากลานจอดรถโดยความเร็วคงที่ โดยทางผู้จัดทำได้เลือกความเร็วที่ 20 30 40 50 และ 60 กิโลเมตรต่อชั่วโมง โดยแต่ละความเร็วผู้จัดทำได้ทำการ

ทดสอบเป็นจำนวน 10 ครั้งแล้วนำมาหาค่าเฉลี่ย โดยทางผู้จัดทำได้เลือกบริเวณลานจอดรถที่สนามเทนนิส เนื่องจากเป็นพื้นที่โล่ง และสามารถติดตั้งตัวรับภายนอกอาคารได้ เพื่อตัดปัจจัยอื่นๆ ที่ทำให้มีผลต่อการรับส่งข้อมูลระหว่างตัวรับและตัวส่ง โดยการทดสอบนี้ผู้ทำโครงงานจะแบ่งเป็นสองส่วนคือ ส่วนแรกจะทำการเปิดสวิตช์เพื่อให้อุปกรณ์ต้นแบบฝั่งตัวส่งนั้นทำการส่งข้อมูลตลอดเวลา จากนั้นให้นำอุปกรณ์ต้นแบบภาคส่งไปไว้ใต้เบาะรถจักรยานยนต์ ส่วนที่สองเปิดสวิตช์ที่อุปกรณ์ภาครับให้สามารถรับข้อมูลจากอุปกรณ์ภาคส่งได้ตลอดเวลา และนำอุปกรณ์ภาครับมาติดตั้งไว้ภายนอกอาคารเพื่อตัดปัจจัยอื่นๆ ที่ทำให้มีผลต่อการรับส่งข้อมูลระหว่างตัวรับและตัวส่ง เมื่อทำการเซตอุปกรณ์ต่างๆแล้วก็จะเริ่มขับรถจักรยานยนต์แล้ววัดระยะทางที่จุดเริ่มต้นไปเรื่อยๆจนกว่าสัญญาณเตือนจะดังแล้วจึงกดหยุด เพื่อดูค่าระยะทางที่วัดได้ตั้งแต่จุดเริ่มต้นจนถึงจุดที่สัญญาณไม่สามารถรับส่งข้อมูลถึงกันได้ โดยทางผู้จัดทำได้ใช้แอปพลิเคชั่นบนโทรศัพท์มือถือในการวัดระยะทาง และนำค่ามาเทียบกับเลขไมล์บนหน้าปัดรถจักรยานยนต์ ทางผู้จัดทำโครงงานจึงได้ทำการวัดค่าหลายๆครั้งเพื่อนำมาหาค่าเฉลี่ยของข้อมูลที่ทำการทดสอบได้ ซึ่งได้ผลการทดสอบดังแสดงในตารางที่ 3.1

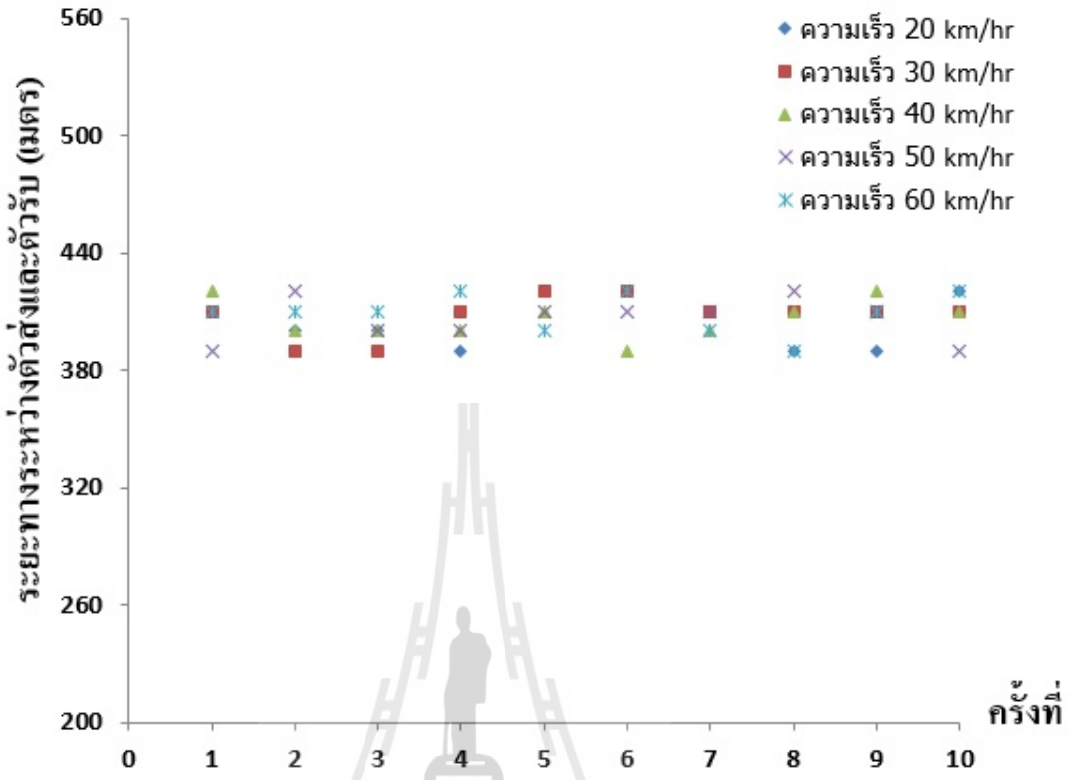
ตารางที่ 3.1 การทดสอบระยะทางรับส่งที่ความเร็วต่างๆ

ความเร็ว (km/hr) ครั้งที่	ระยะทางระหว่างตัวส่งและตัวรับ (เมตร)										
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	$\bar{x}$
20	410	400	400	390	420	420	410	390	390	420	405
30	410	390	390	410	420	420	410	410	410	410	408
40	420	400	400	400	410	390	400	410	420	410	405
50	390	420	400	400	410	410	410	420	410	390	406
60	410	410	410	420	400	420	400	390	410	420	409

หมายเหตุ: ทดสอบที่บริเวณสนามเทนนิส

รูปที่ 3.8 บริเวณสนามเทนนิสที่ตั้งภาครับภายนอกอาคาร

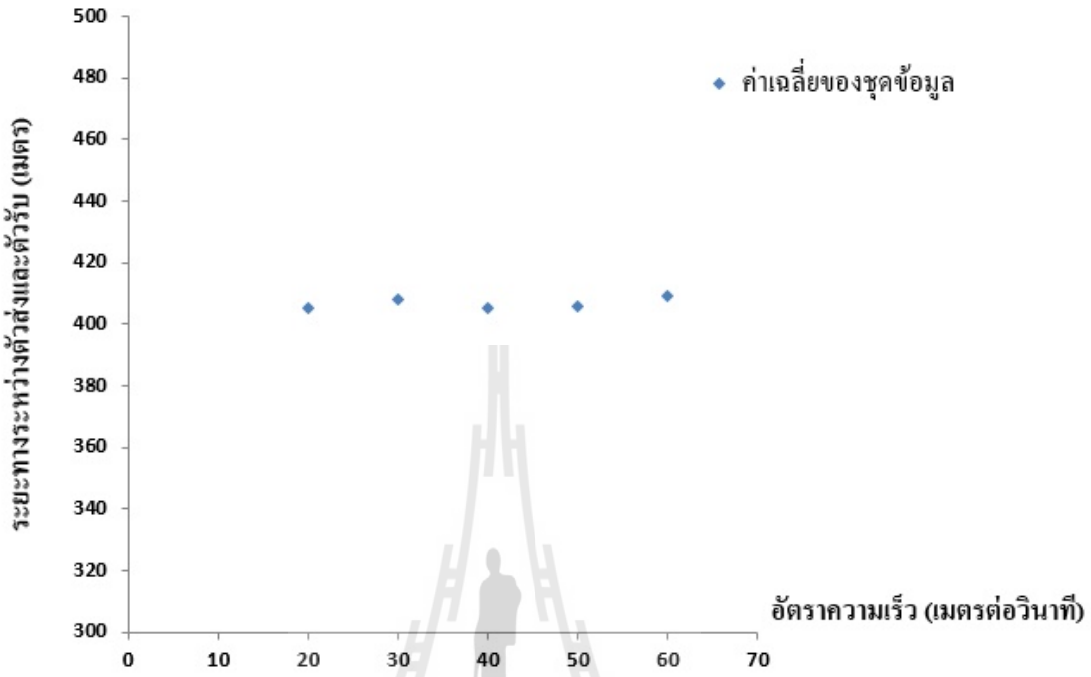
รูปที่ 3.9 บริเวณลานจอดรถสนามเทนนิส



รูปที่ 3.10 กราฟความสัมพันธ์ระหว่างระยะทางตัวส่งและตัวรับที่ความเร็วต่างๆ

ค่าที่บันทึกในตารางที่ 3.1 เป็นค่าที่ได้มาจากการจำลองสถานการณ์โดยการขับรถจักรยานยนต์ให้ออกจากตัวรับเป็นจำนวน 10 ครั้ง ในแต่ละความเร็ว ภายในวันเดียวกัน สภาพภูมิอากาศเดียวกัน สภาพแวดล้อมเดียวกัน เพื่อให้ค่าที่ได้ในแต่ละครั้งนั้นมีปัจจัยที่เหมือนกัน เมื่อนำค่าจากตารางที่ 3.1 มาทำการพล็อตกราฟจะได้ ดังรูปที่ 3.10 และเพื่อให้เห็นความสัมพันธ์ระหว่างระยะทางตัวส่งและตัวรับที่ความเร็วต่างๆ ซึ่งเราจะเห็นได้ว่าในบางจุดนั้นจะมีระยะทางที่เท่ากันทำให้ไม่สามารถที่จะพล็อตกราฟแบบเส้นได้ ทำให้ในที่นี้เราใช้กราฟแบบจุดแทน จากการที่นำค่าจากตารางที่ 3.1 มาทำการพล็อตแบบจุดในรูปที่ 3.10

จะเห็นได้ว่าในแต่ละครั้งที่เก็บผลการทดสอบนั้น ค่าที่ได้จะไม่ห่างกันมากสักเท่าไร และจะมีค่าที่เกาะกลุ่มกัน กราฟนี้จึงแสดงให้เห็นว่าความเร็วไม่มีผลกับระยะทางในการรับส่งข้อมูล โดยจะสามารถแยกนำค่าเฉลี่ยมาพล็อตเพื่อให้สะดวกสำหรับการอ่านค่า ดังรูปที่ 3.11



รูปที่ 3.11 กราฟความสัมพันธ์ระหว่างค่าเฉลี่ยของระยะทางตัวส่งและตัวรับที่ความเร็วต่างๆ

จากผลการทดสอบ ดังแสดงในตารางที่ 3.1 พบว่า

ที่ความเร็ว 20 กิโลเมตรต่อชั่วโมง รับได้ระยะทางเฉลี่ย 405 เมตร

ที่ความเร็ว 30 กิโลเมตรต่อชั่วโมง รับได้ระยะทางเฉลี่ย 408 เมตร

ที่ความเร็ว 40 กิโลเมตรต่อชั่วโมง รับได้ระยะทางเฉลี่ย 405 เมตร

ที่ความเร็ว 50 กิโลเมตรต่อชั่วโมง รับได้ระยะทางเฉลี่ย 406 เมตร

ที่ความเร็ว 60 กิโลเมตรต่อชั่วโมง รับได้ระยะทางเฉลี่ย 409 เมตร

ซึ่งจากการเปรียบเทียบ และพิจารณาข้อมูลที่ได้จากกราฟในรูปที่ 3.11 แสดงให้เห็นถึงการรับส่งสัญญาณ ถึงแม้ว่าตัวส่งที่อยู่ใต้เบาะรถจักรยานยนต์ จะเดินทางด้วยความเร็วที่แตกต่างกัน โดยทดสอบในบริเวณเดียวกัน ที่ภาครับอยู่ภายนอกอาคาร ผลที่ได้คือระยะทางในการทดสอบการรับส่งสัญญาณมีระยะทางที่ใกล้เคียงกันอยู่ที่ 405 - 409 เมตร ดังผลการทดสอบในตารางที่ 3.1 ซึ่งทางผู้จัดทำจึงได้สรุปว่าความเร็วของภาคส่งในการทดสอบไม่มีผลกับระยะทางในการรับส่งข้อมูลระหว่างภาครับและภาคส่ง เนื่องจากการรับส่งข้อมูลของภาครับและส่งนั้นต้องอาศัยตัวกลางอากาศในการรับส่งข้อมูล เมื่อทางผู้จัดทำได้ศึกษาข้อมูลเกี่ยวกับการสูญเสียผ่านตัวกลางอากาศจะเห็นได้ว่าสมการที่ 2.5 ในบทที่ 2 ความเร็วของภาคส่งไม่มีผลต่อลดทอนของการรับส่งสัญญาณ

รูปที่ 3.12 อาคารที่ติดตั้งอุปกรณ์ภาครับภายในอาคาร

3.4.2 การทดสอบระยะทางเริ่มขาดการติดต่อเมื่อตัวรับติดตั้งภายใน และภายนอกอาคาร

ชิ้นงานต้นแบบนี้ในการใช้งานจริงนั้น จะต้องมีการติดตั้งตัวส่งไว้ที่รถจักรยานยนต์ในภาคส่ง และภาครับอยู่กับที่ ซึ่งในการทดสอบนี้ผู้จัดทำพิจารณาในเรื่องของสิ่งกีดขวาง (กำแพง) โดยการติดตั้งตัวชุดอุปกรณ์ภาครับในพื้นที่ที่แตกต่างกัน โดยได้ทำการทดสอบ 2 กรณี ได้แก่ การทดสอบระยะทางรับส่งเมื่อตัวรับติดตั้งภายในอาคาร ดังตารางที่ 3.2 และการทดสอบระยะทางรับส่งเมื่อตัวรับติดตั้งภายนอกอาคาร ดังตารางที่ 3.3 ซึ่งสถานที่ที่ผู้จัดทำเลือกมาทำการทดสอบนั้นเลือกบริเวณ หอพักสุรนิเวศ 16 เนื่องจากเป็นบริเวณหอพักนักศึกษาซึ่งเป็นสถานที่จริง เป็นพื้นที่โล่ง จึงไม่มีปัจจัยอื่นมาส่งผลกระทบมากนักในการส่งสัญญาณระหว่างภาครับและภาคส่ง

โดยการทดสอบระยะทางรับส่งเมื่อตัวรับติดตั้งภายในอาคาร จะทำการทดสอบเหมือนกับการทดสอบระยะทางรับส่งที่ความเร็วต่างๆ เพียงแต่ตอนแรกทำการติดตั้งอุปกรณ์ภาครับไว้ภายในอาคาร ดังรูปที่ 3.12 และตอนที่สองทำการติดตั้งอุปกรณ์ภาครับไว้ภายนอกอาคาร ดังรูปที่ 3.13 ในการทดสอบนี้ผู้จัดทำได้เลือกทดสอบที่หอพักสุรนิเวศ 16 เพราะต้องการทดสอบที่หอพักนักศึกษาซึ่งเป็นสถานที่ของจุดประสงค์หลักในการทำโครงงานที่จะนำชุดอุปกรณ์ต้นแบบไปใช้งานได้จริง โดยหอพักสุรนิเวศ 16 มีพื้นที่โดยรอบเป็นที่โล่ง ไม่ค่อยมีสิ่งกีดขวางมากนัก ทำให้สามารถลดปัจจัยอื่นที่จะส่งผลกระทบต่อการส่งสัญญาณ อีกทั้งยังมีเส้นทางที่ง่ายต่อการทดสอบขับขี่ในการ

รูปที่ 3.13 อาคารที่ติดตั้งอุปกรณ์ภาครับภายนอกอาคาร

วัดระยะทางอีกด้วย และในการทดสอบเราสามารถเลือกใช้ความเร็วเท่าไรก็ได้เนื่องจากผลการทดสอบที่ผ่านมาทำให้เรารู้ว่าความเร็วไม่มีผลต่อระยะทางในการรับส่งสัญญาณ แต่ในการทดสอบนี้ผู้จัดทำเลือกทดสอบที่ความเร็วคงที่ 30 กิโลเมตรต่อชั่วโมง เพื่อความปลอดภัยในการขับขี่รถจักรยานยนต์ขณะทำการทดสอบวัดระยะทางในการรับส่งสัญญาณ ทางผู้จัดทำโครงงานได้ทำการทดสอบซ้ำ 3 ครั้ง เพื่อนำมาหาค่าเฉลี่ยของข้อมูลที่ทำการทดสอบได้ ซึ่งได้ผลการทดสอบดังแสดงในตารางที่ 3.2 และตารางที่ 3.3

ตารางที่ 3.2 การทดสอบระยะทางรับส่งเมื่อตัวรับติดตั้งภายในอาคาร

ครั้ง	ระยะทางระหว่างตัวส่งและตัวรับ (เมตร)
1	380
2	380
3	370
$\bar{x}$	376.67

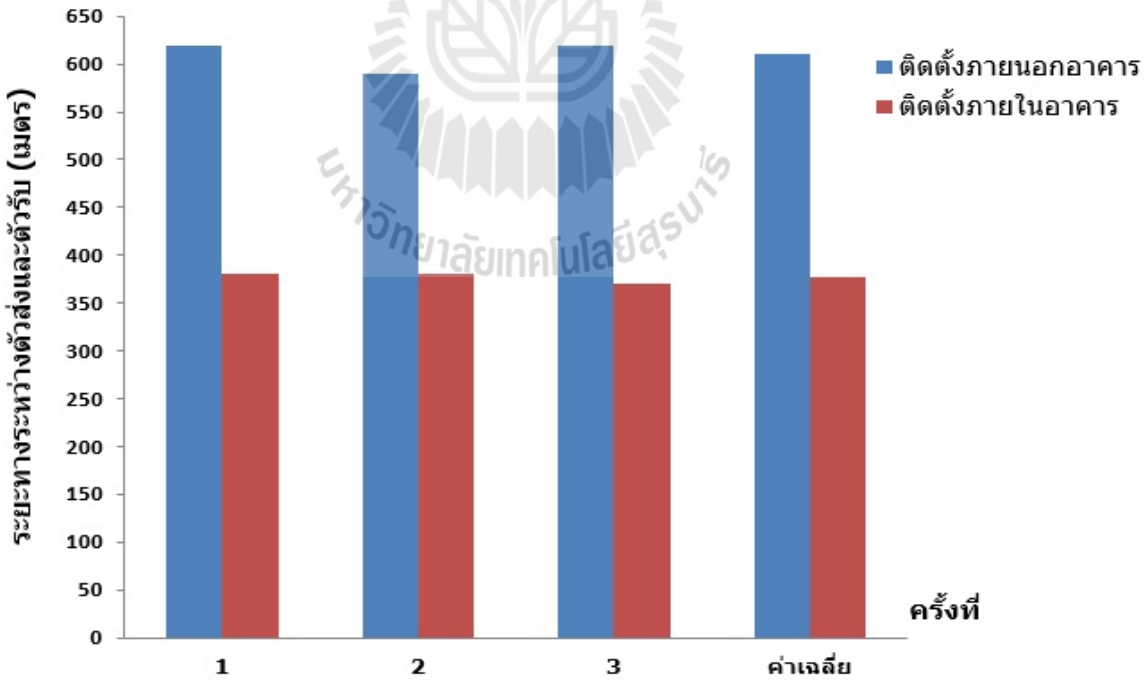
หมายเหตุ: ทดสอบที่หอพักสุรนิเวศ 16

ตารางที่ 3.3 การทดสอบระยะทางรับส่งเมื่อตัวรับติดตั้งภายนอกอาคาร

ครั้ง	ระยะทางระหว่างตัวส่งและตัวรับ (เมตร)
1	620
2	590
3	620
$\bar{x}$	610

หมายเหตุ: ทดสอบที่หอพักสุรนิเวศ 16

ค่าที่บันทึกในตารางที่ 3.2 และตารางที่ 3.3 เป็นค่าที่ได้มาจากการทดสอบจำนวน 3 ครั้ง ภายในวันเดียวกันเพื่อให้ค่าที่ได้ในแต่ละครั้งนั้นมีปัจจัยที่เหมือนกัน เมื่อนำค่าจากตารางที่ 3.2 และตารางที่ 3.3 มาทำเป็นแผนภูมิแท่งจะได้ ดังรูปที่ 3.14 เพื่อให้เห็นความแตกต่างในกราฟความสัมพันธ์ระหว่างระยะทางตัวส่งและตัวรับที่ทำการติดตั้งไว้ทั้งภายนอกและภายในอาคารอย่างชัดเจน



รูปที่ 3.14 แผนภูมิความสัมพันธ์ระหว่างระยะทางตัวส่งและตัวรับที่ทำการติดตั้งอุปกรณ์ต้นแบบไว้ทั้งภายนอกและภายในอาคาร

จากผลการทดสอบที่ทดสอบซ้ำกัน 3 ครั้งพบว่า จะเห็นได้ว่าแผนภูมิที่ได้มีความชัดเจนที่ว่าการติดตั้งอุปกรณ์ไว้ภายในอาคารนั้นจะสามารถรับส่งสัญญาณได้ใกล้กว่าการติดตั้งอุปกรณ์ไว้ภายนอกอาคาร โดยตัวรับติดตั้งภายในอาคารจะได้ระยะทางเฉลี่ยในการรับส่ง 376.67 เมตร และเมื่อตัวรับติดตั้งภายนอกอาคารจะได้ระยะทางเฉลี่ยในการรับส่ง 610 เมตร แสดงให้เห็นว่าการมีผนังกั้น (ปูน) ทำให้ความสามารถในการรับส่งข้อมูลระหว่างตัวรับและตัวส่งด้อยประสิทธิภาพ ไม่สามารถรับข้อมูลที่ส่งมาได้เหมือนตอนที่ไม่มีผนังกั้น จากการทดสอบทำให้พบว่า เมื่อคลื่นเดินทางมาเจอตัวกลางที่เป็นผนังกั้นพบว่าตัวรับ และตัวส่งไม่สามารถรับส่งข้อมูลได้ในระยะที่ไกลเท่าตอนที่ไม่มีผนังกั้น นั่นคือผนังกั้นเป็นสาเหตุในการทำให้เกิดการลดทอนของสัญญาณ ซึ่งสอดคล้องกับทฤษฎีในบทที่ 2 การลดทอนจากสัญญาณหลายวิถีวิถี โดยเมื่อเราทำการรับสัญญาณที่ภาครับจึงพบว่าสัญญาณที่รับได้ที่ภาครับนั้นมีทั้งดีและไม่ดี เหตุผลคือ สัญญาณที่รับได้ที่ภาครับนั้นเป็นผลรวมจากสัญญาณที่เกิดการแทรกสอดแบบเสริมกันก็จะทำให้คุณภาพสัญญาณที่ได้นั้นมีคุณภาพดี แต่หากเป็นการแทรกสอดแบบหักล้างกันนั้นก็จะส่งผลให้ที่ภาครับมีคุณภาพสัญญาณไม่ดี จึงสามารถกล่าวได้ว่า การส่งสัญญาณจากภาคส่งมายังภาครับเมื่อสัญญาณกระทบสิ่งกีดขวางจึงก่อให้เกิดสัญญาณหลายวิถี เมื่อสัญญาณหลายวิถีวิ่งไปรวมกันยังภาครับในกรณีที่เกิดการแทรกสอดของสัญญาณหลายวิถีแบบหักล้างกันก็จะทำให้สัญญาณที่ได้คุณภาพไม่ดีจึงเป็นที่มาของ การจางหายของสัญญาณเนื่องจากสัญญาณหลายวิถี

3.4.3 การทดสอบระยะทางเริ่มขาดการติดต่อเมื่อมีสภาพอากาศที่แตกต่างกัน

ในการทดสอบโดยใช้ชุดอุปกรณ์ต้นแบบนี้ มีอีกปัจจัยหนึ่งที่ผู้จัดทำคำนึงถึงคือ สภาพอากาศ จึงได้จัดทำการทดสอบในสภาพอากาศที่แตกต่างกัน เพื่อนำข้อมูลที่ได้มาพิจารณาว่า สภาพอากาศนั้นมีผลต่อการทดสอบหรือไม่ และสภาพอากาศใดที่เหมาะแก่การทดสอบ ผู้จัดทำได้จำแนกการทดสอบนี้ในสภาพอากาศ 3 รูปแบบ ได้แก่ อากาศร้อน ไม่มีแดด และอากาศชื้น ซึ่งสถานที่ที่ผู้จัดทำเลือกเป็นสถานที่เหมาะสมในการทดสอบนี้คือ บริเวณที่จอดรถสนามเทนนิสดังรูปที่ 3.15 และ 3.16 เนื่องจากเป็นบริเวณพื้นที่โล่ง อุปกรณ์ภาครับสามารถติดตั้งภายนอกอาคารเพื่อลดปัจจัยในการส่งผลให้เกิดการลดทอนอันเนื่องมาจากกำแพงกั้น และมีการจารจรที่ไม่แออัดเพื่อความปลอดภัยในการขับขี่รถจักรยานยนต์ ในเรื่องของความเร็วในการทดสอบผู้จัดทำเลือกใช้ความเร็วใดก็ได้ในการทดสอบ เพราะจากการทดสอบที่ผ่านมาผู้จัดทำพบความความเร็วนั้นไม่มีผลต่อการรับส่งสัญญาณระหว่างภาครับและภาคส่งของชุดอุปกรณ์ต้นแบบนี้ จึงเลือกความเร็วคงที่ที่ 30 กิโลเมตรต่อชั่วโมง เพื่อง่าย และความปลอดภัยในการขับขี่ จึงได้ผลการทดสอบดังแสดงในตารางที่ 3.4

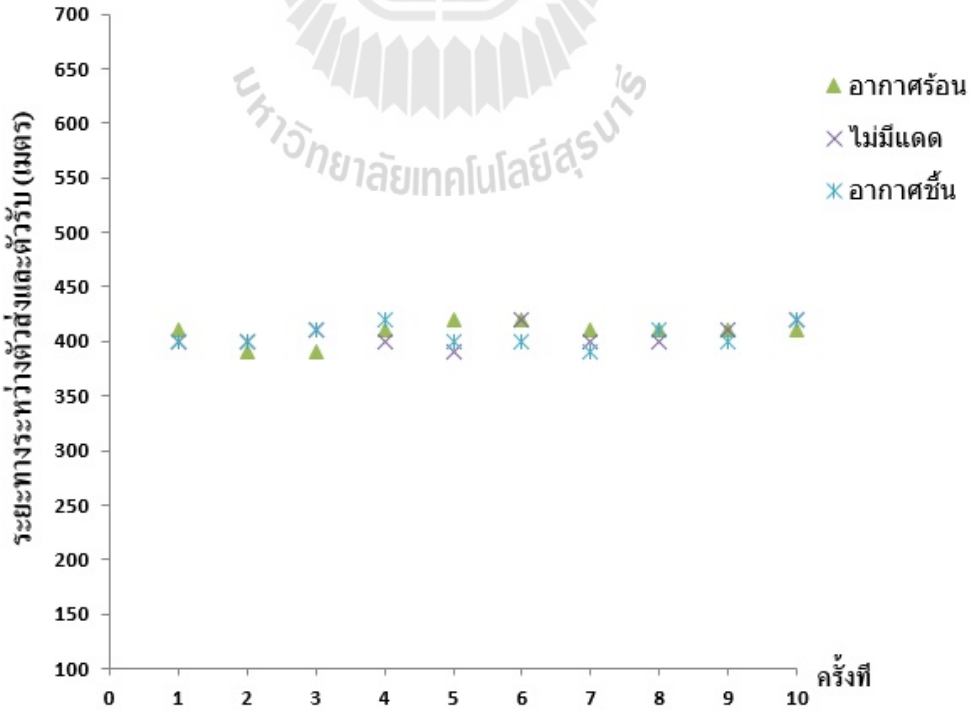
ตารางที่ 3.4 การทดสอบระยะทางรับส่งเมื่อมีสภาพอากาศแตกต่างกัน

สภาพอากาศ	ระยะทางระหว่างตัวส่งและตัวรับ (เมตร)										
ครั้งที่	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	$\bar{x}$
อากาศร้อน	410	390	390	410	420	420	410	410	410	410	408
ไม่มีแดด	400	400	410	400	390	420	400	400	410	420	405
อากาศชื้น	400	400	410	420	400	400	390	410	400	420	405

หมายเหตุ: ทดสอบที่สนามเทนนิส

รูปที่ 3.15 บริเวณสนามเทนนิสที่ตั้งภาครับภายนอกอาคาร

รูปที่ 3.16 บริเวณลานจอดรถสนามเทนนิส



รูปที่ 3.17 กราฟความสัมพันธ์ระหว่างระยะทางตัวส่งและตัวรับที่สภาพอากาศต่างๆ

จากผลการทดสอบที่ได้ในการทดสอบในสภาพอากาศที่แตกต่างกัน โดยทดสอบเป็นจำนวน 10 ครั้ง ที่บริเวณสนามเทนนิสดังตารางที่ 3.4 นำมาพล็อตกราฟ เพื่อนำมาพิจารณาเปรียบเทียบในแต่ละสภาพอากาศ โดยการแสดงในรูปแบบความสัมพันธ์ระหว่างระยะทางตัวส่งและตัวรับกับสภาพแวดล้อมต่างๆเพื่อเปรียบเทียบว่าทั้ง 3 สภาพอากาศมีความแตกต่างหรือคล้อยตามกันหรือไม่ พบว่าคล้อยตามกันดังกราฟที่แสดงในรูปที่ 3.17

จากการทดสอบในสภาพอากาศที่ต่างกันทั้ง 3 รูปแบบคือ อากาศร้อน ไม่มีแดด และอากาศชื้น พบว่าเมื่อพิจารณาจากกราฟ ค่าระยะทางที่ตัวรับส่งเสียงเตือนนั้นมีค่าใกล้เคียงกัน และเมื่อทำการคิดระยะทางเฉลี่ยที่ได้จากการทดสอบ 10 ครั้ง ในสภาพอากาศที่ต่างกันพบว่าระยะที่วัดได้มีค่าเป็น 408 เมตร 405 เมตร และ 405 เมตร ตามลำดับ ซึ่งระยะทางเฉลี่ยที่ได้มีค่าใกล้เคียงกันมากเช่นกัน แสดงให้เห็นว่าสภาพอากาศนั้นไม่มีผลต่อการรับส่งสัญญาณของชุดอุปกรณ์ต้นแบบนี้ เนื่องจากโดยทั่วไปแล้ว Zigbee จะสามารถทำงานได้ในช่วงอุณหภูมิ -40 องศาเซลเซียส ถึง +85 องศาเซลเซียส ซึ่งในการทดสอบนี้ ไม่ว่าจะเป็น สภาพอากาศร้อน ไม่มีแดด หรืออากาศชื้น นั้น พบว่าอุณหภูมิระหว่างทำการทดสอบนั้น อยู่ในช่วงอุณหภูมิที่ Zigbee สามารถทำงานได้เป็นปกติ ในการทดสอบนี้ทางผู้จัดทำจึงสามารถสรุปได้ว่าอุณหภูมิในช่วงการใช้งานของอุปกรณ์ต้นแบบ ไม่มีผลต่อระยะทางในการรับส่งสัญญาณของภาครับและภาคส่ง

3.4.4 การทดสอบระยะทางเริ่มขาดการติดต่อเมื่อมีสภาพแวดล้อมแตกต่างกัน

ในการทดสอบนี้ทางผู้จัดทำต้องการทดสอบเพื่อศึกษาว่าสภาพแวดล้อมมีผลต่อการรับส่งข้อมูลของชุดอุปกรณ์ต้นแบบหรือไม่ เนื่องจากสภาพแวดล้อมในบริเวณมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารีมีสภาพแวดล้อมที่แตกต่างกัน ซึ่งสามารถแบ่งกลุ่มการทดสอบตามสภาพแวดล้อมของบริเวณลานจอดรถจักรยานยนต์ในบริเวณหอพักออกมาได้ 2 กลุ่มใหญ่ๆ ซึ่งได้แก่ ที่โล่ง และที่มีสิ่งกีดขวาง โดยทางผู้จัดทำได้ทำการติดตั้งชุดอุปกรณ์ภาครับไว้ภายในอาคารบริเวณป้อมพนักงานรักษาความปลอดภัย เพื่อจำลองสถานการณ์ให้เหมือนสถานการณ์จริงเมื่อมีการใช้งานชุดอุปกรณ์ต้นแบบ และติดตั้งอุปกรณ์ภาคส่งไว้ที่ใต้เบาะรถจักรยานยนต์ เพื่อทำการทดสอบ ซึ่งการแบ่งกลุ่มหอพักนักศึกษา มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี นี้ผู้จัดทำสามารถจัดกลุ่มตามสภาพแวดล้อมได้ดังต่อไปนี้ โดยกลุ่มที่ 1 ให้เป็นสภาพแวดล้อมที่เป็นพื้นที่โล่ง ได้แก่ หอพักสุรนิเวศ 15 หอพักสุรนิเวศ 16 หอพักสุรนิเวศ 7 และหอพักสุรนิเวศ 11 และกลุ่มที่ 2 เป็นสภาพแวดล้อมที่มีสิ่งกีดขวาง ได้แก่ บรรณสาร หอพักสุรนิเวศ 4 หอพักสุรนิเวศ 9 และเรียนรวม 2 ดังแสดงภาพประกอบต่อไปนี้

กลุ่มที่ 1 ที่โล่ง

จุดที่ 1 สุรนิเวศ 15 ดังรูปที่ 3.18

รูปที่ 3.18 ลานจอดรถบริเวณหอพักสุรนิเวศ 15

จุดที่ 2 สุรนิเวศ 16 ดังรูปที่ 3.19

รูปที่ 3.19 ลานจอดรถบริเวณหอพักสุรนิเวศ 16

จุดที่ 3 สุรนิเวศ 7 ดังรูปที่ 3.20

รูปที่ 3.20 ลานจอดรถบริเวณสุรนิเวศ 7

จุดที่ 4 สุรนิเวศ 11 ดังรูปที่ 3.21

รูปที่ 3.21 ลานจอดรถบริเวณสุรนิเวศ 11

ซึ่งจากบริเวณหอพักในที่โล่งดังกล่าว ได้ทำการทดสอบการรับส่งสัญญาณที่ภาครับและภาคส่ง เป็นจำนวน 3 ครั้ง จึงได้ผลการทดสอบดังตารางที่ 3.5

ตารางที่ 3.5 กลุ่มที่ 1 ที่โล่ง

จุดที่ / ครั้งที่	ระยะทางระหว่างตัวส่งและตัวรับ (เมตร)			
	1	2	3	$\bar{x}$
1	310	310	310	310
2	380	380	370	376.67
3	400	410	410	406.67
4	340	330	350	340

กลุ่มที่ 2 ที่มีสิ่งกีดขวาง

จุดที่ 1 บรรณสาร ดังรูปที่ 3.22

รูปที่ 3.22 ลานจอดรถบริเวณบรรณสาร

จุดที่ 2 สุรนิเวศ 4 ดังรูปที่ 3.23

รูปที่ 3.23 ลานจอดรถบริเวณสุรนิเวศ 4

จุดที่ 3 สุรนิเวศ 9 ดังรูปที่ 3.24

รูปที่ 3.24 ลานจอดรถบริเวณสุรนิเวศ 9

จุดที่ 4 เรียนรวม 2 ดังรูปที่ 3.25

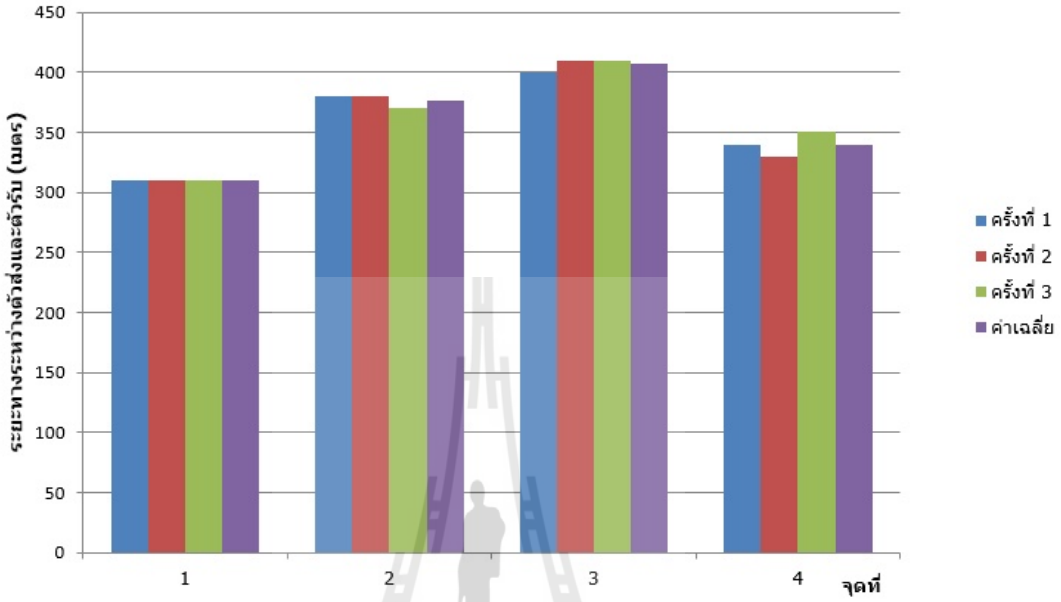
รูปที่ 3.25 ลานจอดรถบริเวณเรียนรวม 2

ตารางที่ 3.6 กลุ่มที่ 2 ที่มีสิ่งกีดขวาง

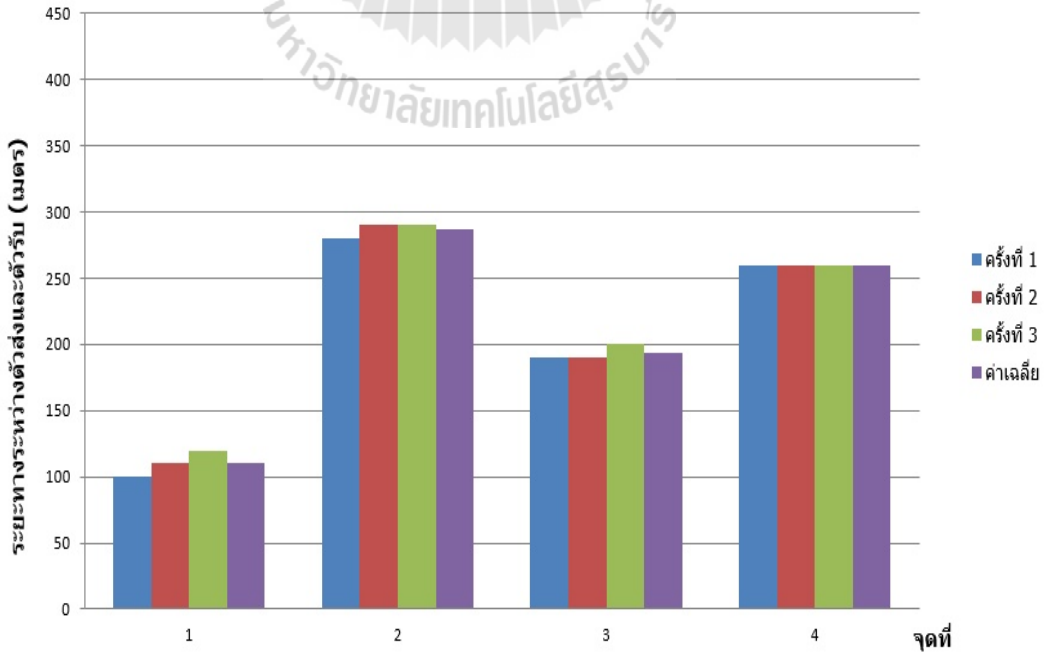
จุดที่ / ครั้งที่	ระยะทางระหว่างตัวส่งและตัวรับ (เมตร)			
	1	2	3	$\bar{x}$
1	100	110	120	110
2	280	290	290	286.67
3	190	190	200	193.33
4	260	260	260	260

จากผลการทดสอบทั้งสองตารางพบว่าระยะทางเฉลี่ยที่ได้มีค่าแตกต่างกันไป แม้สภาพแวดล้อมของลานจอดรถแตกต่างกันอย่างไรแต่เมื่อทำการขับรถห่างออกไปก็จะมีสภาพแวดล้อมต่างกันออกไปอีก ซึ่งสภาพแวดล้อมก็จะมีสิ่งกีดขวางมากน้อยต่างกันส่งผลให้การรับส่งข้อมูลก็มีความแตกต่างกันออกไปด้วย โดยที่สภาพแวดล้อมที่มีสิ่งกีดขวางมากก็จะสามารถรับส่งกันได้ในระยะใกล้ๆเท่านั้น

จากการทดสอบดังตารางที่ 3.5 และตารางที่ 3.6 สามารถนำข้อมูลที่ได้มาแสดงเพื่อเปรียบเทียบความแตกต่างเป็นกราฟความสัมพันธ์ได้ดังนี้



รูปที่ 3.25 กราฟความสัมพันธ์ระหว่างระยะทางของตัวรับและตัวส่งกับสภาพแวดล้อมในที่โล่ง



รูปที่ 3.26 กราฟความสัมพันธ์ระหว่างระยะทางของตัวรับและตัวส่งกับสภาพแวดล้อมในที่มีสิ่งกีดขวาง

เมื่อนำข้อมูลที่ได้จากการทดสอบมาเปรียบเทียบระยะทางระหว่างสภาพแวดล้อมที่โล่งและสภาพแวดล้อมที่มีสิ่งกีดขวาง ซึ่งผู้จัดทำได้ทำการแบ่งกลุ่มพื้นที่ไว้ตามที่ระบุไว้ข้างต้น พบค่าระยะทางที่ได้ในกลุ่มสภาพแวดล้อมที่มีสิ่งกีดขวางนั้น การรับส่งข้อมูลระหว่างภาครับกับภาคส่งรับส่งกันได้ในระยะที่ใกล้กว่าการรับส่งข้อมูลที่สภาพแวดล้อมเป็นที่โล่ง เพราะเหตุนี้ผู้จัดทำจึงสรุปได้ว่าสภาพแวดล้อมนั่นมีผลต่อการรับส่งสัญญาณ โดยบริเวณพื้นที่โล่งจะมีการรับส่งสัญญาณที่มีประสิทธิภาพกว่า บริเวณพื้นที่ที่มีสิ่งกีดขวาง ซึ่งสอดคล้องกับผลการทดสอบที่ 3.4.2 ซึ่งเกี่ยวกับการทดสอบระยะทางรับส่งเมื่อตัวรับติดตั้งภายในและภาบนอกอาคาร ซึ่งพบว่ากำแพงกั้นนั้นมีผลต่อการรับส่งสัญญาณ เกิดการลดทอนของสัญญาณ ทำให้รับส่งข้อมูลได้ในระยะใกล้กว่าตัวรับภายนอกอาคาร ซึ่งจากกราฟแสดงผลการทดสอบยังพบว่าบริเวณพื้นที่ในกลุ่มเดียวกันนั้นบริเวณที่ผู้จัดทำได้แบ่งกลุ่ม พบว่าค่าระยะทางที่ทำการวัดได้จากบริเวณในกลุ่มเดียวกัน ค่าระยะทางที่ได้มีค่าไม่ใกล้เคียงกัน ถึงแม้จะอยู่ในกลุ่มเดียวกันก็ตาม เนื่องจากเส้นทางในแต่ละพื้นที่การทดสอบมีสิ่งกีดขวางที่แตกต่างกัน

จากการทดสอบชุดอุปกรณ์ต้นแบบ พบว่าภาครับจะส่งเสียงเตือนเมื่อเกิดการขาดหายของสัญญาณระหว่างภาคส่งและภาครับอยู่ในช่วงระยะทาง 300 – 500 เมตร ซึ่งในทางปฏิบัติงานจริงทางผู้จัดทำต้องการให้ภาครับเตือนที่ระยะขาดหายของสัญญาณที่ใกล้กว่านี้ เพื่อจะส่งสัญญาณเตือนได้เร็วขึ้น เพื่อสามารถป้องกันการโจรกรรมรถจักรยานยนต์ได้ทันเวลา ซึ่งใน Zigbee รุ่น SZ05 นี้ไม่สามารถปรับกำลังในการส่งได้ ทางผู้จัดทำจึงคิดว่าควรนำสายอากาศออก หรือเปลี่ยนสายอากาศที่ภาครับและภาคส่ง ให้มีอัตราขยายที่ต่ำกว่า 5 dBi ซึ่งผู้จัดทำใช้อยู่ในชุดอุปกรณ์ต้นแบบนี้ หรืออีกวิธีหนึ่งทำการเปลี่ยน Zigbee ให้เป็นรุ่นที่มีกำลังส่งที่ต่ำกว่า Zigbee รุ่น SZ05 ซึ่งมีกำลังส่ง 63 mW จะทำให้ชุดอุปกรณ์ต้นแบบที่ภาครับเกิดเสียงเตือนขึ้น เมื่อถึงระยะขาดหายของสัญญาณที่ต้องการ

3.5 กล่าวสรุป

ชุดอุปกรณ์ต้นแบบนี้เป็นอุปกรณ์ที่ส่งสัญญาณไร้สาย โดยใช้ Zigbee รุ่น SZ05 และ บอร์ด Arduino UNO R3 ในการควบคุมการทำงาน ในที่นี้ใช้ Zigbee ในการรับส่งสัญญาณ 3 ตัว แบ่งเป็นภาครับ 1 ตัว และภาคส่ง 2 ตัว โดยภาคส่งจะทำการส่งข้อมูลหาภาครับตลอดเวลา ซึ่งภาคส่งทั้ง 2 ตัวจะส่งข้อมูลหาภาครับในเวลาที่ต่างกัน เพื่อป้องกันการแทรกสอดของข้อมูล ในที่นี้ผู้จัดทำได้ทำการทดสอบการรับส่งสัญญาณในสถานการณ์ ความเร็ว สภาพอากาศ และสภาพแวดล้อมที่แตกต่างกัน เพื่อทดสอบว่าปัจจัยดังที่กล่าวมานี้ มีผลต่อการรับส่งสัญญาณหรือไม่ ซึ่งผลที่ได้พบว่าความเร็ว และสภาพอากาศไม่มีผลต่อการรับส่งสัญญาณ โดยพบว่า ระยะทางที่ภาคส่งจะส่งข้อมูล

หาภาครับนั้นอยู่ในช่วง 390 เมตร ถึง 420 เมตร ในบริเวณพื้นที่ทดสอบเดียวกัน เมื่อภาคส่งออกห่างจากภาครับไกลกว่า 420 เมตร ภาครับจะส่งเสียงเตือน เนื่องจากภาครับไม่ได้รับข้อมูลจากภาคส่ง ซึ่งจากการทดสอบพบว่าสาเหตุที่ทำให้การส่งข้อมูลถูกลดทอน หรือขาดหายไปนั้น เกิดจากสิ่งกีดขวาง สภาพแวดล้อม เช่น กำแพง ต้นไม้ อาคาร รถยนต์ ฯลฯ ซึ่งระยะที่ภาคส่งไม่สามารถส่งข้อมูลหาภาครับได้นั้นขึ้นกับปัจจัยสิ่งกีดขวาง และสภาพแวดล้อมที่แตกต่างกันในแต่ละพื้นที่ ดังการทดสอบที่ผู้จัดทำได้ทำการทดสอบไว้ข้างต้น

บทที่ 4

ข้อสรุปของโครงงาน

4.1 บทนำ

เนื้อหาในบทนี้เป็นการกล่าวถึงบทสรุปของโครงงานชุดอุปกรณ์ป้องกันการโจรกรรมรถจักรยานยนต์ด้วยเสียง ซึ่งเนื้อหาในบทนี้แบ่งออกเป็นหัวข้อย่อยดังนี้ 4.1 กล่าวนำ 4.2 ปัญหาที่พบในขณะดำเนินการ 4.3 วิธีการแก้ปัญหา ข้อเสนอแนะ 4.5 วิธีการพัฒนาโครงงานต่อไป

4.2 ปัญหาที่พบและแนวทางในการแก้ไขปัญหา

ในการทำโครงงานชุดอุปกรณ์ป้องกันการโจรกรรมรถจักรยานยนต์ด้วยเสียง ที่ปรากฏปัญหาต่างๆดังแสดงไว้ในตารางที่ 4.1 ซึ่งประกอบไปด้วยปัญหาที่พบ สาเหตุของปัญหารวมทั้งวิธีการแก้ไข

ตารางที่ 4.1 ปัญหาและสาเหตุที่พบในขณะดำเนินงานและวิธีการแก้ไข

ปัญหาที่พบในขณะดำเนินงาน	สาเหตุและวิธีการแก้ปัญหา
เรื่องความร้อนของตัวบอร์ด	สาเหตุ: เกิดจากการที่ใช้งานบอร์ดติดต่อกันมานาน วิธีแก้ไข: ติดตั้งบอร์ดไว้ตรงที่มีอากาศถ่ายเท ซึ่งอุปกรณ์ต้นแบบนี้ เวลาใช้งานจริง มีการใช้งานเป็นช่วงๆ มีการเปิดปิดสลับกันไม่ได้เปิดทิ้งไว้เป็นระยะเวลานาน หรืออาจติดตั้งอุปกรณ์ระบายอากาศ
เรื่องแบตเตอรี่ที่หมดเร็ว	สาเหตุ: เกิดจากบอร์ดใช้กระแสไฟ 40 mA ต่อหนึ่งขา และในบอร์ดมีหลายขาจึงมีการใช้กระแสไฟมากทำให้แบตเตอรี่หมดเร็ว วิธีแก้ไข: เปลี่ยนจากการใช้ถ่าน 2A 3 ก้อน เป็นการติดพ่วงเข้ากับแบตเตอรี่รถจักรยานยนต์แทน

4.3 ข้อเสนอแนะ

1. Zigbee นั้นมีหลายรุ่น และมีทั้งการใช้งานในย่านความถี่ 2.4 GHZ และย่านความถี่ 900 MHz รวมทั้งสายอากาศที่มีมากมายหลายประเภท ควรใช้ให้เหมาะสมกับงานและ

สภาพแวดล้อมที่ต้องการนำไปใช้งาน โดยได้อธิบายอย่างละเอียดที่บทที่ 2 แล้ว แต่ถ้าผู้สนใจจะใช้งานควรหาข้อมูลเพิ่มเติมเพื่อความเหมาะสมในใช้งาน

2. โปรแกรม Arduino1.0.5 การใช้งานจะใกล้เคียงกับภาษาซี แต่ในความจริงแล้วจะมีรายละเอียดบางส่วนที่จะต้องใช้คำสั่งเฉพาะของโปรแกรม Arduino1.0.5 ทำให้บุคคลที่สนใจจะใช้บอร์ด Arduino ในการใช้งาน ควรที่จะศึกษาโปรมแกรม Arduino1.0.5 ให้ละเอียดเสียก่อน ซึ่งได้กล่าวถึงตัวอย่างโค้ดคำสั่งในการใช้กับชุดอุปกรณ์ต้นแบบแล้วในบทที่ 2

4.4 แนวทางในการพัฒนาต่อไป

เนื่องจากตัวอุปกรณ์ต้นแบบนั้นมีการแจ้งเตือนด้วยเสียงเพียงอย่างเดียว ในอนาคตอาจเพิ่มการแจ้งเตือนอย่างอื่นเข้าไปด้วย เช่น GSM Module เพื่อแจ้งเตือนด้วยการส่ง SMS ไปยังเจ้าของรถจักรยานยนต์ เพิ่มจอแสดงผลเพื่อให้ทราบแน่ชัดยิ่งขึ้นว่ารถคันไหนหายโดยการเขียนโปรแกรมเพื่อแสดงเป็นรุ่น สี หรือทะเบียนรถ เพิ่ม GPS เพื่อบอกตำแหน่งของรถจักรยานยนต์ เป็นต้น ทั้งนี้ยังสามารถปรับไปใช้กับรถยนต์ทุกประเภทได้อีกด้วย

4.5 บทสรุปของโครงงาน

โครงงานชุดอุปกรณ์ป้องกันการโจรกรรมรถจักรยานยนต์ด้วยเสียง ได้จัดทำอุปกรณ์ต้นแบบที่สามารถทำการเตือน และใช้ได้จริงตามวัตถุประสงค์ โดยในการทำโครงงานนี้พบว่าความเร็วของรถจักรยานยนต์ที่ภาคส่ง และสภาพอากาศไม่มีผลต่ออุปกรณ์ ซึ่งปัจจัยที่มีผลต่อชุดอุปกรณ์ต้นแบบนี้ คือสภาพแวดล้อมที่มีสิ่งกีดขวาง หรือเมื่อติดตั้งตัวรับไว้ภายในอาคาร จะทำให้การรับส่งสัญญาณได้ระยะใกล้ว่าการติดตั้งชุดอุปกรณีภาครับไว้ภายนอกอาคาร

เอกสารอ้างอิง

[1]narongkladsamniang. 2557. *การสื่อสารไร้สาย*. (ออนไลน์). แหล่งที่มา :

http://narongkladsamniang.blogspot.com/2014_05_01_archive.html

[2] *ZigBee ได้แบ่งตามลักษณะการทำงาน 3 แบบ*. 2557. (ออนไลน์). แหล่งที่มา :

http://zigbee.gagto.com/?cid=389452

[3] *Zigbee and Xbee BASIC ตอน Zigbeeคืออะไร*.2557. (ออนไลน์).แหล่งที่มา :

http://www.thaieasyelec.com/electronics-in-chapter/what-is-zigbee.html. 19 มิถุนายน 2557

[4]สรกฤช สิริปรีดากุล,พิมลลักษณ์ จิรกุลกนก.2557.*การพัฒนาระบบควบคุมไฟฟ้าโดยใช้ Zigbee*.

(ออนไลน์).แหล่งที่มา :http://www.vcharkarn.com/uploads/project/669_1.pdf. 19 มิถุนายน 2557

[5]จิรัฐิติกาลไชยพิเดช. 2557.*Zigbee*.(ออนไลน์).แหล่งที่มา :

https://sites.google.com/site/322462wirelesspan/wireless-personal-area-network/thekhnoloyi-thi-keiywkhxng-kab-wireless-pan/zigbee. 20 มิถุนายน 2557

[6] *The user manual for the series of SZ05 ZigBee Embedded Module*. 2557. (ออนไลน์). แหล่งที่มา :

https://www.dropbox.com/s/1o4yf5i6h597bzd/SZ05%20product%20manual.pdf.

20 มิถุนายน 2557

[7]*Configuration Manual.* 2557. (ออนไลน์).แหล่งที่มา :

https://www.dropbox.com/s/mdad9jlbwzv4v0k/Configuration%20Manual%20for%20ZigBee%20Module%20V1.1.pdf. 23 มิถุนายน 2557

[8]รังสรรค์ วงศ์สรรค์. (2556). *วิศวกรรมสายอากาศ*. สถานที่พิมพ์: จรัสสนิทวงศ์การพิมพ์.

[9]*บทความ Arduinoคืออะไร? ตอนที่1 แนะนำเพื่อนใหม่ที่ชื่อ* <u>*Arduino*</u>. 2557. (ออนไลน์). แหล่งที่มา :

http://www.thaieasyelec.com/article-wiki/basic-electronics/บทความ-arduino-คืออะไร-เริ่มต้นใช้งาน-arduino.html. 23 มิถุนายน 2557

[10]*การใช้งาน Arduino UNO R3 เบื้องต้นตอนที่ 1 (ลงไดรฟ์เวอร์)*. 2557. (ออนไลน์). แหล่งที่มา :

http://www.ec.in.th/index.php?route=cms/article&article_id=32. 23 มิถุนายน 2557

[11]NattapolToopprad it. 2557. *การแพร่กระจายคลื่นวิทยุ*.(ออนไลน์).แหล่งที่มา :

https://wiki.stjohn.ac.th/groups/poly_computer/wiki/af03e/_.html. 23 มิถุนายน 2557

[12] ฝ่ายสื่อสาร สำนักชลประทานที่ 17 กรมชลประทาน จังหวัดนราธิวาส. 2557. *คุณสมบัติของคลื่น*. (ออนไลน์).แหล่งที่มา :http://irrigation.rid.go.th/rid17/Myweb/machanical/commu/vorapot1.html. 23 มิถุนายน 2557

[13]วิเศษ ศักดิ์ศิริ. 2557. *การสูญเสียพลังงานของคลื่นในอากาศ*.(ออนไลน์). แหล่งที่มา : http://www.it.kmutnb.ac.th/journal/pdf/vol3/ch3-10.pdf. 24 มิถุนายน 2557

[14]สุพัตรา ออมอาไพ. 2557. *การวางตำแหน่งโนดอ้างอิงที่เหมาะสมที่สุดสำหรับระบบระบุตำแหน่ง*. (ออนไลน์).แหล่งที่มา : http://sutir.sut.ac.th:8080/sutir/bitstream/123456789/4201/2/Fulltext.pdf. 25 มิถุนายน 2557

[15]พีระพงษ์ อุฑารสกุล. (2554). *ระบบสื่อสารเคลื่อนที่*. สถานที่พิมพ์: หจก. สกุลไทยสิ่งพิมพ์.

ประวัติผู้เขียน

นางสาวจารุวรรณ ภักดีคำ เกิดเมื่อวันอังคารที่ 25 พฤษภาคม พ.ศ. 2536 ภูมิลำเนาอยู่ที่ ตำบลในเมือง อำเภอเมือง จังหวัดนครราชสีมา สำเร็จการศึกษาระดับมัธยมศึกษาจากโรงเรียนราชสีมาวิทยาลัย 2 อำเภอเมือง จังหวัดนครราชสีมา เมื่อปี พ.ศ. 2553 ปัจจุบันเป็นนักศึกษาชั้นปีที่ 4 สาขาวิศวกรรมโทรคมนาคม สำนักวิชาวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี โทร 08-3466-6786

นางสาวปิยธิดา ไชยเสริม เกิดเมื่อวันพฤหัสบดีที่ 25 มิถุนายน พ.ศ. 2535 ภูมิลำเนาอยู่ที่ ตำบลสว่างแดนดิน อำเภอสว่างแดนดิน จังหวัดสกลนคร สำเร็จการศึกษาระดับมัธยมศึกษาจากโรงเรียนเตรียมอุดมศึกษา ภาคตะวันออกเฉียงเหนืออำเภอสว่างแดนดิน จังหวัดสกลนคร เมื่อปี พ.ศ. 2553 ปัจจุบันเป็นนักศึกษาชั้นปีที่ 4 สาขาวิศวกรรมโทรคมนาคม สำนักวิชาวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี โทร 08-2118-2016

นางสาวบุณยานุชด้วงทวี เกิดเมื่อวันอังคารที่ 20 ตุลาคม พ.ศ. 2535 ภูมิลำเนาอยู่ที่ ตำบลบ้านม้า อำเภอบางไทร จังหวัดพระนครศรีอยุธยา สำเร็จการศึกษาระดับมัธยมศึกษาจากโรงเรียนสีกัน (วัฒนานันท์อุปถัมภ์) แขวงสีกัน เขตดอนเมือง จังหวัดกรุงเทพมหานคร เมื่อปี พ.ศ. 2553 ปัจจุบันเป็นนักศึกษาชั้นปีที่ 4 สาขาวิศวกรรมโทรคมนาคม สำนักวิชาวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี โทร 08-1449-4727