

Research Article

การศึกษาการรับสัญญาณของสายอากาศชนิดสะท้อนคลื่นสำหรับระบบเครือข่ายไร้สาย

A study on signal reception of grid antenna for wireless network

ณัฐชามณูย์ ศรีจำเริญรัตน์¹ ธีรภานต์ เหมือนจิน² จินณวัตร ศุขรัตน์² และ กายรัฐ เจริญราษฎร์^{2*}

Natchamol Srichumroenrattana¹ Teerakarn Muanjean² Jinnawat Sukarat² and Kairat Jaroenrat^{2*}

¹โปรแกรมวิชาคอมพิวเตอร์ธุรกิจ คณะวิทยาการจัดการ มหาวิทยาลัยราชภัฏนครปฐม

¹Department of Business Computer, Faculty of Management Science, Nakhon Pathom Rajabhat University

²ภาควิชาวิศวกรรมคอมพิวเตอร์ คณะวิศวกรรมศาสตร์ กำแพงแสน มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

²Department of Computer Engineering, Faculty of Engineering at Kamphaeng Saen, Kasetsart University

*E-mail: kairat.j@ku.ac.th

บทคัดย่อ

เทคโนโลยีเครือข่าย LAN แบบไร้สาย หรือ WLAN (wireless LAN) กำลังได้รับความนิยมเป็นอย่างมาก เนื่องจากสามารถสร้างความสะดวกและอิสระในการใช้งาน ซึ่งเทคโนโลยี WLAN นี้ทำให้การเชื่อมต่ออุปกรณ์คอมพิวเตอร์ภายในบ้านหรือสำนักงานเข้าด้วยกันโดยไม่จำเป็นต้องใช้สายนำสัญญาณให้ยุ่งยาก อุปกรณ์คอมพิวเตอร์ทั้งแบบตั้งโต๊ะและแบบพกพาสามารถเชื่อมต่อถึงกันหรือเชื่อมต่อเข้ากับเครือข่ายจากบริเวณที่อยู่ในรัศมีของสัญญาณได้อย่างอิสระ เนื่องจากสัญญาณข้อมูลของระบบเครือข่าย LAN แบบไร้สายแพร่กระจายอยู่ในอากาศ และไม่จำกัดขอบเขตอยู่เพียงแต่ในห้องๆ เดียวหรือบริเวณแคบๆ เท่านั้น ปัจจุบันการเชื่อมโยงระหว่างเครือข่ายคอมพิวเตอร์ที่อยู่พื้นที่ห่างไกลกัน โดยวิธีการขยายขอบเขตด้วย wireless bridge นั้นเป็นการขยายพื้นที่ในการให้บริการทางเครือข่าย เนื่องจากในบางพื้นที่ที่ต้องการใช้บริการเครือข่ายที่ไม่สามารถให้บริการได้ ซึ่งจำเป็นต้องใช้ระบบ wireless bridge เพื่อช่วยในการเชื่อมต่อและขยายพื้นที่เชื่อมต่อในการให้บริการเครือข่าย LAN ผู้วิจัยเล็งเห็นถึงความสำคัญในเรื่องนี้จึงได้ทำการวิเคราะห์ ทดสอบประสิทธิภาพและพัฒนาคุณภาพของสายอากาศเครือข่าย LAN แบบไร้สาย ให้มีประสิทธิภาพที่ดีขึ้นและสามารถรับ-ส่งสัญญาณด้วยระยะทางและการกระจายสัญญาณที่ดี โดยเลือกใช้วัสดุอุปกรณ์ในการจัดทำที่มีราคาถูกและเหมาะสมกับประเภทการใช้งานเพื่อตอบสนอง

ผู้ใช้งานเครือข่ายได้อย่างมีประสิทธิภาพมากขึ้นด้วยค่าใช้จ่ายที่น้อยลง โดยจากผลการทดลองสามารถสรุปได้ว่าวัสดุที่แตกต่างกันของหน้างาน มีผลต่อประสิทธิภาพของสายอากาศเป็นอย่างมาก ทั้งด้านค่าความเข้มสัญญาณและระยะทางในการรับ-ส่งสัญญาณ จากนั้นผู้วิจัยจึงสามารถสรุปได้ว่าคุณภาพของงานสัญญาณเป็นไปตามสภาพนำไฟฟ้าของวัสดุหน้างาน คืองานที่ใช้วัสดุหน้างานเป็นฟรอยด์อะลูมิเนียมจะให้คุณภาพสัญญาณได้ดีกว่างานที่ใช้หน้างานสังกะสีและผ้าฝ้ายตามลำดับ

คำสำคัญ: สายอากาศของเครือข่ายแลนไร้สาย, ค่าความเข้มของสัญญาณ

Abstract

Wireless LAN technology or WLAN is gaining in popularity due to its facility and mobility. The WLAN technology makes connecting devices within the home or office together without the need of cabling. Both desktop computers and handhelds can freely connect to each other or connected to the network from the area in wireless signal area. Since the signal of the wireless network spread in the air and is not restricted only in a room or a small area. At present, we can connect between remote area networks together by using wireless bridge to expand the service network. Because the network demand for network services in some areas can not be provided, wireless bridge system is required for connecting and expanding the service of WLAN. To solve such problems, we have analyzed, tested, improved the quality of the WLAN antenna for better performance and developed the ability to send and receive signals with long distance and good signal distribution by choosing low-cost and suitable materials to meet the users' requirement with less cost. From the experimental results, it could be concluded that the different materials used as a reflective plate affected the performance of the antenna in both the intensity and the distance between the transmitter and receiver. The researchers then concluded that the antenna performance was based on the electrical conductivity of the material of the reflective plate. The dish with reflective plate of aluminum foil provided better performance than the dish with reflective plate of zinc and cotton, respectively.

Keywords: WLAN antenna, intensity of signal

1. บทนำ

ในปัจจุบัน มีการใช้ระบบเครือข่ายแลนไร้สายมากจนกลายเป็นส่วนหนึ่งในชีวิตประจำวัน หากแต่ผู้ใช้ส่วนใหญ่มักจะประสบกับปัญหาสายอากาศของเครือข่ายแลนไร้สายนั้นมีระยะทางการรับ-ส่งสัญญาณที่จำกัด หรือค่าความเข้มของสัญญาณไม่แรงพอ ส่วนสายอากาศที่มีกำลังขยายสูงก็มีราคาแพงหาซื้อได้ยาก ทำให้มักประสบ

ปัญหาเรื่องระยะทางของสัญญาณของการใช้เครือข่ายไร้สายในชีวิตประจำวัน ทั้งนี้ในบางครั้งการใช้เครือข่ายไร้สายนั้นสัญญาณไร้สายส่งมาไม่ถึงถึงที่เป็นที่โล่งแจ้งไม่น่าจะมีสิ่งกีดขวางสัญญาณ จึงทำให้ผู้ใช้ต้องย้ายจากจุดที่ใช้งานอยู่เพื่อที่จะเข้าไปใกล้จุดปล่อยสัญญาณมากขึ้น ทำให้ไม่สามารถที่จะใช้งานได้สะดวก ยิ่งในส่วนของงานการเชื่อมโยงเครือข่ายระหว่างอาคาร ที่ส่วนใหญ่มักจะใช้การเชื่อมโยงด้วยสายสัญญาณนั้นค่อนข้างจะทำได้ลำบากและต้องเสียค่าใช้จ่ายสูง โดยเฉพาะอย่างยิ่งการเชื่อมต่อด้วยสายใยแก้วนำแสง แต่เราสามารถเชื่อมต่อระบบเครือข่ายระหว่างอาคารนี้ได้โดยใช้หลักการการขยายขอบเขตด้วย wireless bridge เพื่อการขยายพื้นที่ในการให้บริการทางเครือข่าย แต่สายอากาศของ wireless bridge โดยทั่วไปจะขยายระยะทางได้ไม่มากนัก หรือที่ขยายระยะทางได้ไกลก็มีราคาสูง จึงมีงานวิจัยต่างๆ ที่มุ่งศึกษาและพัฒนาการเพิ่มอัตราการขยายของสายอากาศ ดังเช่น ตรีรัตน์ (2553) นำเสนอสายอากาศแบบเฮลิคซ์ที่สร้างขึ้นสำหรับการเชื่อมต่อแบบจุดต่อจุดในลักษณะบริดจ์ไร้สายด้วยวัสดุที่แข็งแรง น้ำหนักเบา และได้ระยะทางสูงสุด 2.27 กิโลเมตร ต่อมา รั้งสรรค์ (2553) นำเสนอสายอากาศตัวสะท้อนแบบผิวโค้งด้านหลังโดยการใช้การป้อนแบบโพทส์วงแหวน เพื่อให้สามารถให้บริการในพื้นที่บริเวณกว้าง เช่นในห้องประชุมขนาดใหญ่ นอกจากนี้ รั้งสรรค์และศรันย์ (2553) ตลอดจน ประพจน์และคณะ (2555) ก็ได้นำเสนอการเพิ่มกำลังขยายของสายอากาศโดยใช้ไมโครสตริปเพื่อให้แผ่นพลังงานแบบเจาะจงทิศทาง เพื่อไม่ให้สูญเสียกำลังโดยเปล่าประโยชน์ในทิศทางที่ไม่ต้องการ นอกจากนี้ยังมี ธนาพรและเวช (2555) ที่พบว่าการใช้แผ่นสะท้อนสามารถเปลี่ยนแปลงรูปแบบการกระจายคลื่นเป็นแบบเจาะจงทิศทางโดยไม่ส่งผลกระทบต่อความถี่ โชนแนนซ์ของสายอากาศ อีกทั้ง สุรศักดิ์และคณะ (2556) ที่วางตัวสะท้อนแบบเส้นลวดทั้งแบบแนวตั้งและแนวนอนและพบว่าสามารถให้อัตราการขยายของสายอากาศที่ดีขึ้นได้

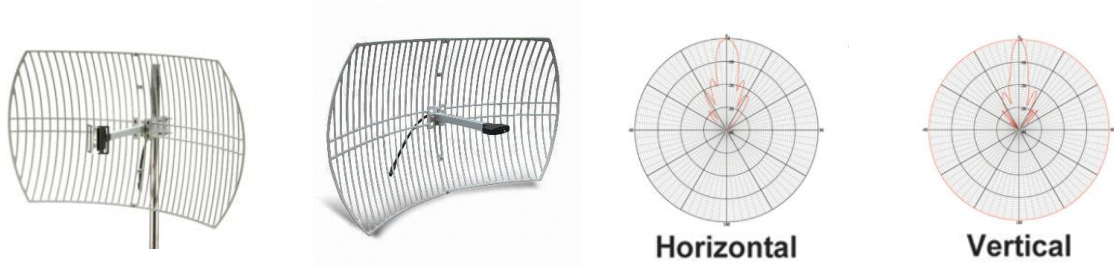
จากการศึกษาทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องต่างๆ ผู้วิจัยพบว่าสายอากาศชนิดสะท้อนคลื่นสัญญาณให้ เป็นไปแบบมีทิศทางจะสามารถให้ระยะการรับส่งได้ไกล ดังนั้นผู้วิจัยจึงทำการวิเคราะห์ ทดสอบประสิทธิภาพของวัสดุสะท้อนสัญญาณชนิดต่างๆ เพื่อพัฒนาคุณภาพของสายอากาศ โดยจะทำการศึกษายาอากาศเครือข่ายแลนไร้สายประเภทสะท้อนคลื่น (grid antenna) แบบมีทิศทาง ในย่านความถี่ 2.4 GHz เพื่อนำมาเปรียบเทียบกับสายอากาศเดิมที่มีวางขายอยู่ตามท้องตลาด โดยใช้วัสดุที่หาได้ง่ายใกล้ตัว และคาดหวังว่าจะได้สายอากาศที่มีประสิทธิภาพใกล้เคียงหรือดีกว่าสายอากาศที่มีอยู่เดิมตามท้องตลาดเพื่อที่จะนำมาใช้ในการแก้ปัญหาที่กล่าวมาได้

2. ทฤษฎีและหลักการที่เกี่ยวข้อง

2.1 สายอากาศแบบสะท้อนคลื่น (grid type)

รูปที่ 1 แสดงสายอากาศแบบ grid type ซึ่งเป็นสายอากาศแบบทิศทาง ใช้สำหรับเชื่อมต่อระบบเครือข่ายไร้สายภายนอกอาคารแบบ point to point เหมาะสำหรับการเชื่อมต่อระบบเครือข่ายไร้สายจากอาคารสู่อาคารและต้องการควบคุมทิศทางของสัญญาณไร้สาย สายอากาศชนิด grid จะกระจายสัญญาณแบบจำกัดพื้นที่

สัญญาณทั้งในแนวระนาบ (horizontal) และในแนวตั้ง (vertical) เหมาะสำหรับการเชื่อมต่อสัญญาณแบบจุดต่อจุด โดยไม่มีสัญญาณกระจายไปด้านหลัง



รูปที่ 1 การกระจายของสายอากาศแบบ grid type

2.2 Received signal strength indication (RSSI)

RSSI (Aday และคณะ, 2004) คือค่าที่ใช้ออกความแรงของสัญญาณวิทยุที่ได้รับในเทอมของพลังงานมีหน่วยเป็น dBm (decibels milliwatt) โดยค่า RSSI จะแปรผันตรงกับความแรงของสัญญาณ ถ้าค่า RSSI มีค่ามากแสดงว่าสัญญาณที่ได้รับมีความแรงสูง นั่นคือ ตัวส่งและตัวรับอยู่ใกล้กัน และในทางกลับกันหากค่า RSSI มีค่าน้อยแสดงว่าสัญญาณที่ได้รับมีความแรงต่ำ ตัวส่งและตัวรับอยู่ไกลกัน

2.3 คลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าและหลักการทำงานของสายอากาศ

คลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า (วิไลวรรณ, 2558) เกิดจากการรบกวนทางแม่เหล็กไฟฟ้า (electromagnetic disturbance) โดยการทำให้สนามไฟฟ้าหรือสนามแม่เหล็กมีการเปลี่ยนแปลง เมื่อสนามไฟฟ้ามีการเปลี่ยนแปลงจะเหนี่ยวนำให้เกิดสนามแม่เหล็ก หรือถ้าสนามแม่เหล็กมีการเปลี่ยนแปลงก็จะเหนี่ยวนำให้เกิดสนามไฟฟ้า คลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าเป็นคลื่นตามขวาง ประกอบด้วยสนามไฟฟ้าและสนามแม่เหล็กที่มีการสั่นในแนวตั้งฉากกัน และอยู่บนระนาบตั้งฉากกับทิศการเคลื่อนที่ของคลื่น

สายอากาศมีหน้าที่หลักในการแพร่กระจายคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าสู่อากาศ การแพร่กระจายคลื่นจะเกิดขึ้นเมื่อมีการป้อนสัญญาณซึ่งเป็นคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้ามายังสายอากาศ ทำให้เกิดประจุไฟฟ้าบวก และลบบนพื้นผิวของสายอากาศ และเนื่องจาก สัญญาณที่ป้อนให้สายอากาศเป็นคลื่นไฟฟ้ากระแสสลับประจุไฟฟ้าจึงถูกเร่งให้เคลื่อนที่ ไปยังตำแหน่งต่างๆ บนสายอากาศ กลับไป-กลับมา ตามความถี่ของสัญญาณจากเครื่องส่ง จนเกิดการแพร่กระจายคลื่นออกมา

2.4 ความสัมพันธ์ระหว่างความถี่กับขนาดของสายอากาศ

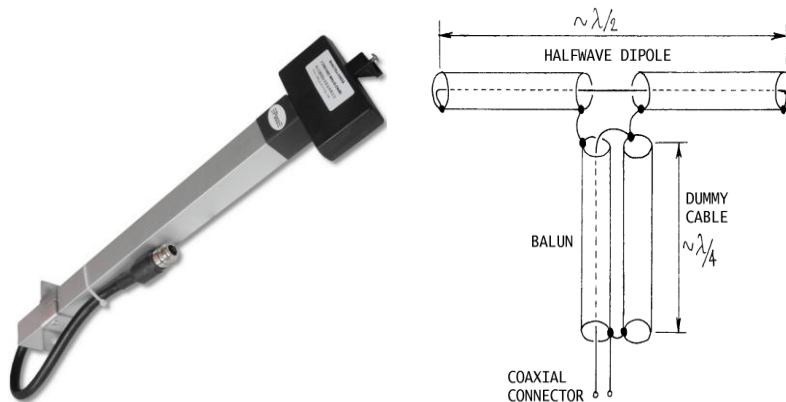
ความยาวคลื่น λ (Serway และ Jewett, 2005) มีสัมพันธ์แบบผกผันกับความถี่ของคลื่นนั้น โดยความยาวคลื่นมีค่าเท่ากับความเร็วของคลื่นนั้นๆ หาด้วยความถี่ ถ้าเราพิจารณาคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าในสูญญากาศ ความเร็ว นั่นก็คือความเร็วแสงนั่นเอง ความสัมพันธ์นี้สามารถแสดงได้ดังสมการที่ (1)

$$\lambda = c/f \quad (1)$$

จากความสัมพันธ์ดังกล่าวสามารถนำความยาวคลื่น λ มาใช้ในการหาความยาวของตัวรวมสัญญาณ (feed horn) ดังรูปที่ 2 ถ้าเราพิจารณาความยาวคลื่นจะได้ความสัมพันธ์ที่สามารถแสดงได้ดังสมการที่ (2) และสมการที่ (3) ดังนี้

$$\text{Dipole} = \lambda / 2 \quad (2)$$

$$\text{Balun} = \lambda / 4 \quad (3)$$



รูปที่ 2 ตัวรวมสัญญาณ feed horn

จากรูปที่ 2 สายอากาศแบบ halfwave dipole มีลักษณะเป็นแท่งโลหะตัวนำสัญญาณ 2 แท่งวางในระนาบเดียวกันตามแนวยาว ถ้าสายอากาศ 2 เส้นอยู่ใกล้กันมากๆ จะเกิดการส่งผ่านคลื่นกันในวงแคบๆ และถ้าสายอากาศ 2 เส้นอยู่ห่างกันหรือทำมุมกันมากๆ จะทำให้การแผ่กระจายออกไปในอากาศเป็นวงกว้างขึ้น โดยเราจะต่อสายอากาศ half wave dipole เข้ากับบาลัน (balun) โดยกำหนดแท่ง halfwave dipole มีความยาว $\lambda / 2$ ส่วนของบาลัน (balun) ในสายอากาศนี้เราจะใช้โคแอกเซียลบาลัน (coaxial balun) มาใช้เป็นตัวแปลงจากระบบสมดุล โดยจะต่อ บาลันเข้ากับสายอากาศแต่ละตัว โดยใช้สายนำสัญญาณที่มีความยาว $\lambda / 4$ (Vidmar, 2014)

2.5 สายอากาศพาราโบลาและการหาอัตราขยาย

จานสะท้อนแบบพาราโบลา (parabolic reflector) คืออุปกรณ์สะท้อนที่ใช้สะสมหรือรวบรวมพลังงานคลื่นวิทยุ และนำพลังงานนั้นรวมเข้าไปสู่จุดโฟกัส โครงสร้างของหน้าจานจะมีลักษณะของส่วนโค้งเพื่อให้สัญญาณทั้งหมดตกกระทบแล้วสะท้อนไปยังจุดโฟกัส การหาอัตราขยาย (gain) ในการติดต่อสื่อสารด้วยคลื่นวิทยุสายอากาศถือว่าเป็นส่วนสำคัญที่จะทำให้เราสามารถติดต่อสื่อสารกันได้ไกล สำหรับการติดต่อสื่อสารด้วยคลื่นวิทยุ นั้นเราจะต้องอาศัยกำลังส่งจากเครื่องวิทยุสื่อสารของเราเป็นตัวส่งให้สัญญาณแพร่กระจายคลื่นออกไปในอากาศให้แรงที่สุด ซึ่งในบางครั้งเครื่องมือหรือวิทยุสื่อสารของเราที่ใช้งานอยู่ก็มีข้อจำกัดทั้งในเรื่องราคาและกำลังส่ง ซึ่งเราสามารถพิจารณากำลังขยายได้ดังสมการที่ (4) ดังนี้

$$G (\text{gain}) = 10 \log K(\pi D / \lambda)^2 \quad (4)$$

เมื่อ

G = คืออัตราขยายมีหน่วยเป็น dB

K = คือเป็นปัจจัยที่มีประสิทธิภาพมีค่า 0.65

D = คือเส้นผ่าศูนย์กลาง

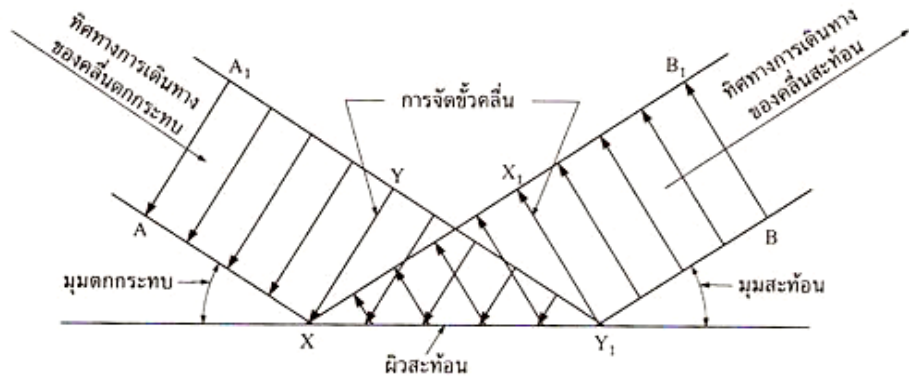
λ = ความยาวคลื่น

π = กำหนดค่า 3.14

2.6 การสะท้อนกลับ และ ดัชนีหักเห

การสะท้อนกลับ (reflection) (สถานีวิทยุสมัครเล่น HS8JYX, 2558) การเปลี่ยนทิศการเดินทางของคลื่นโดยทันทีทันใด เมื่อคลื่นนั้นเดินทางไปตกกระทบที่ผิวของตัวกลางขนาดใหญ่ นั่นคือ คลื่นจะกระดอนออกจากผิวของสะท้อนของตัวกลางในลักษณะเช่นเดียวกับการสะท้อนกับกระจกเงา (รูปที่ 3) แต่ประสิทธิภาพนั้นจะขึ้นอยู่กับตัวกลาง

การหักเหของคลื่น (refraction) (สถานีวิทยุสมัครเล่น HS8JYX, 2558) เกิดจากการที่คลื่นเคลื่อนที่ผ่านตัวกลางที่มีความหนาแน่นต่างกัน เป็นผลทำให้ทิศทางของคลื่นเปลี่ยนแปลงไปด้วย ซึ่งในขณะที่เกิดการหักเหก็เกิดการสะท้อนขึ้นพร้อมๆ กันด้วย



รูปที่ 3 ภาพตัวอย่างการสะท้อนกลับของคลื่นที่กระทบผิวสะท้อน

2.6 สภาพนำไฟฟ้า

สภาพนำไฟฟ้า (electrical conductivity) (Tipler, 2004) เป็นปริมาณที่ตรงข้ามกับสภาพต้านทานไฟฟ้า ซึ่งวัดจากความสามารถในการนำกระแสไฟฟ้า (σ) มีหน่วยเป็น ซีเมนส์ ต่อ เมตร ($S \cdot m^{-1}$) สามารถคำนวณได้จากส่วนกลับของสภาพต้านทานไฟฟ้า (ρ) ดังสมการ (5) ทั้งนี้โลหะต่างๆ ยังมีสภาพการเป็นโลหะและความหนาแน่นมาก ก็จะมีค่าสภาพต้านทานไฟฟ้าที่ต่ำ และมีสภาพนำไฟฟ้าที่สูง ดังแสดงตัวอย่างในตารางที่ 1

$$\sigma = 1 / \rho \quad (5)$$

เมื่อ ρ คือสภาพต้านทานไฟฟ้า (Electrical Resistivity) มีหน่วยเป็น $\Omega \cdot m$

ตารางที่ 1 ตารางแสดงค่าสภาพต้านทานไฟฟ้า (ρ) และสภาพนำไฟฟ้า (σ) ของโลหะต่างๆ

Material	ρ ($\times 10^{-6} \Omega \cdot m$)	σ ($\times 10^6 S \cdot m^{-1}$)
silver	1.6	62.1
copper	1.7	58.5
gold	2.3	44.2
aluminum	2.7	36.9
molybden	5.34	18.7
zinc	6.0	16.6

2.7 คุณสมบัติของวัสดุที่ใช้ในการทดลอง

1) อลูมิเนียมอัลลอย (aluminium alloy) (ASTM, 1999), โลหะผสม ซึ่งมีทั้งอลูมิเนียมอัลลอย (มีอลูมิเนียมเป็นส่วนประกอบหลัก) อะลูมิเนียมมีการสะท้อนคลื่นได้มากกว่าโลหะอื่นๆ ส่วนใหญ่ ยกเว้นโลหะเงิน ทองคำและทองแดง ที่น่าจะสะท้อนคลื่นได้ดีกว่า เพราะมีความเป็นโลหะสูงและมีสภาพการนำไฟฟ้าดี แต่อลูมิเนียมให้การสะท้อนของคลื่นดีกว่าเมื่อเปรียบเทียบกับสังกะสีที่อ่อนและเบาที่มีลักษณะไม่เป็นเงา

2) อลูมิเนียมฟรอยด์ (aluminum foil) (บ.ยูนิฟอยล์จำกัด, 2558) ทำจากโลหะอลูมิเนียม ซึ่งถูกนำมาหลอมและรีดให้เป็นแผ่นบาง เนื่องจากเป็นอลูมิเนียมจึงมีคุณสมบัติเหมือนข้อ 1 การสะท้อนคลื่น สะท้อนรังสีความร้อน เนื่องจากผิวหน้าทั้ง 2 ด้านต่างกันคือ มันและด้าน จึงสามารถสะท้อนรังสีความร้อนได้ 95%

3) สังกะสี (zinc) (Glassware Chemical, 2558) ธาตุโลหะมีความไวต่อปฏิกิริยาเคมีพอสมควรกับออกซิเจนและธาตุที่ไม่ใช่โลหะ สังกะสีเมื่อทำปฏิกิริยากับกรดเจือจางจะปล่อยก๊าซไฮโดรเจนออกจากการสะท้อนของคลื่น มีความเป็นโลหะจึงมีสภาพการนำไฟฟ้า โดยมีค่าความต้านทานการไหลของไฟฟ้าที่ $6 \times 10^{-8} \Omega.m$ แต่การสะท้อนของคลื่นจะด้อยกว่าเมื่อเปรียบเทียบกับอลูมิเนียม

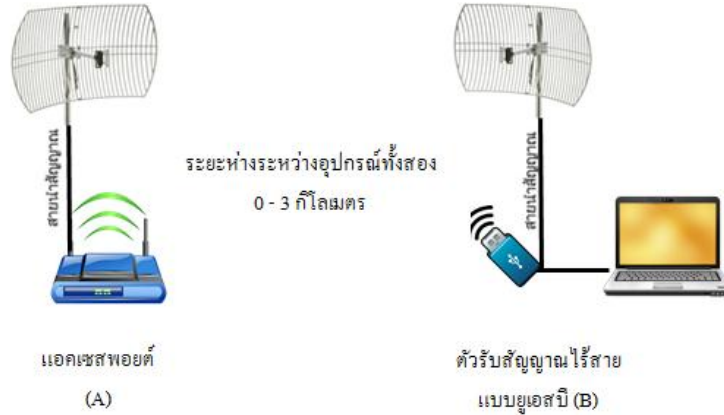
4) ฝ้ายคอตตอน (cotton) (อังกฤษ, 2558) เป็นเส้นใยฝ้ายในกลุ่ม cellulose ซึ่งสภาพการนำไฟฟ้าหรือการสะท้อนของคลื่นไม่ดี ไม่มีความเป็นโลหะ จึงไม่มีสภาพการนำไฟฟ้าหรือความสามารถในการสะท้อนของคลื่นได้

3. การออกแบบการทดลอง

3.1 การออกแบบการทดลอง

ในรูปแบบที่ 4 เป็นภาพแสดงถึงวิธีการทดลองประสิทธิภาพของสายอากาศของเครือข่ายแลนไร้สาย โดยการทดลองประสิทธิภาพสายอากาศเครือข่ายแลนไร้สาย ผู้วิจัยได้ทำการเปลี่ยนจากสายอากาศเครือข่ายแลนไร้สายจากประเภท omni type เป็นสายอากาศเครือข่ายแลนไร้สายประเภท grid antenna แบบมีทิศทาง ทำการทดลองสายอากาศทั้งหมด 5 แบบ ดังแสดงในตารางที่ 2

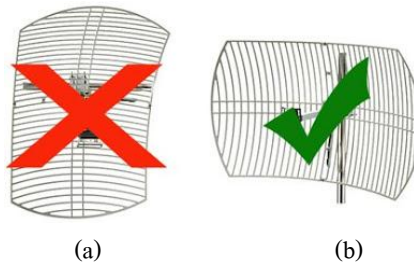
โดยที่ทำการทดลองประสิทธิภาพสายอากาศเครือข่ายแลนไร้สายประเภท grid antenna ทั้ง 5 รูปแบบข้างต้น ผู้วิจัยทำการทดลองด้วยการจัดตั้งงานในแนวแกนอน (horizontal) ขนานกับพื้นราบ ดังตัวอย่างในรูปแบบที่ 5(b) แล้วทำการบันทึกค่า RSSI ในจุดที่ทำการทดสอบ โดยจะบันทึกทั้งหมด 4 ครั้งต่อ 1 จุดเพื่อหาค่าเฉลี่ยค่า RSSI ของจุดนั้นๆ ทั้งนี้จุดที่ทดลองแต่ละจุดอยู่ห่างจากกันเป็นระยะทาง 250 เมตร โดยเริ่มต้นทำการทดสอบที่ระยะใกล้จุดที่เอกเซพอยต์ตั้งอยู่ที่ 250 เมตรเป็นจุดแรก และถัดไปทุกๆ 250 เมตร จนกว่าจะถึงจุดที่ไม่สามารถจับค่า RSSI ได้จึงถือว่าสิ้นสุดการทดลองครั้งนั้นๆ ทั้งนี้เพื่อความน่าเชื่อถือของการทดลอง ผู้วิจัยจึงใช้สถานที่ในการทดลองเป็นถนนตรงยาวสามกิโลเมตรที่ไม่มีสิ่งก่อสร้างอยู่ติดถนน เพื่อให้เกิดการสะท้อนของคลื่นสัญญาณน้อยที่สุด เพราะไม่สามารถทำการทดลองในห้องไร้การสะท้อนที่ระยะทางไกลขนาดนี้ได้



รูปที่ 4 ภาพรวมของการทดลอง

ตารางที่ 2 แสดง 5 รูปแบบของการทดลองประสิทธิภาพ

แบบที่	อุปกรณ์รับสัญญาณ	อุปกรณ์ส่งสัญญาณ
1	จานมาตรฐาน (dish A)	จานมาตรฐาน (dish A)
2	จานมาตรฐาน (dish B)	จานมาตรฐาน (dish B)
3	จานที่จัดทำขึ้น (dish C)	จานที่จัดทำขึ้น (dish C)
4	จานที่จัดทำขึ้น (dish E)	จานที่จัดทำขึ้น (dish E)
5	จานที่จัดทำขึ้น (dish D)	จานที่จัดทำขึ้น (dish D)



รูปที่ 5 ลักษณะการจัดตั้งจานสัญญาณในแบบแนวแกนตั้งและแนวแกนนอน

จากรูปที่ 5 (a) เป็นลักษณะการประกอบโครงสร้างและรูปแบบการจัดตั้งหน้าจานของสายอากาศเครือข่ายแลนไร้สายประเภท grid antenna รูปแบบแนวแกนตั้ง (vertical) เหมาะสำหรับการติดตั้งหน้าจานบนอาคารหรือสถานที่สูง ๆ ซึ่งไม่เหมาะสมสำหรับงานวิจัยนี้ เพราะการทดลองนี้ทำการทดลองบนพื้นราบ ส่วนรูปที่ 5 (b)

ซึ่งเป็นการประกอบโครงสร้างและรูปแบบการจัดตั้งหน้างานของสายอากาศเครือข่ายแลนไร้สายประเภท grid antenna รูปแบบแนวแกนนอน (horizontal) (Minoli, 2014) ที่เหมาะกับการทำการทดลองในครั้งนี้ การจัดตั้งงานที่ถูกต้องทำให้การสะท้อนของคลื่นสัญญาณ มีประสิทธิภาพและคุณภาพสัญญาณสูงสุด

ผู้วิจัยได้จัดทำสายอากาศเครือข่ายแลนไร้สายประเภท grid antenna โดยดัดแปลงจากจานมาตรฐาน (dish B) ที่ซื้อจากร้านค้า และทำการทดสอบเปลี่ยนรูปแบบพื้นของหน้างาน โดยมีรายละเอียดดังตารางที่ 3

ตารางที่ 3 แสดง 5 รูปแบบของหน้างาน

แบบที่	รายละเอียด
1	จานมาตรฐาน (dish A) ใช้เกรดอลูมิเนียม ประเภท 1xxx เป็นวัสดุหน้างาน
2	จานมาตรฐาน (dish B) ใช้เกรดอลูมิเนียม ประเภท 5xxx เป็นวัสดุหน้างาน
3	งานที่จัดทำขึ้น (dish C) ใช้สังกะสี (Zinc) เป็นวัสดุในการสะท้อนของหน้างาน
4	งานที่จัดทำขึ้น (dish D) ใช้อลูมิเนียมฟรอยด์ (Aluminium Foil) เป็นวัสดุในการสะท้อนของหน้างาน
5	งานที่จัดทำขึ้น (dish E) ใช้ผ้าคัตตอนแบบบาง (Cotton) เป็นวัสดุในการสะท้อนของหน้างาน

3.2 รายละเอียดของสายอากาศเครือข่ายแลนไร้สายที่ใช้ในการทดสอบประสิทธิภาพ

1) จานมาตรฐาน A (dish A) ดังแสดงในรูปที่ 6 เป็นสายอากาศเครือข่ายแลนไร้สายที่หาซื้อจากร้านค้า เป็นประเภท grid antenna แบบมีทิศทาง 24 dBi / 2.4 GHz เส้นผ่านศูนย์กลาง 30-70 mm ขนาดหน้างาน 0.9 x 0.6 m ใช้อลูมิเนียมอัลลอย (aluminium alloy) ใช้เกรดอลูมิเนียม ประเภท 1xxx เป็นวัสดุหน้างาน เกรดของอลูมิเนียมประเภทนี้มีเหล็ก และซิลิคอนเป็นธาตุหลัก (1050, 1060, 1100, 1145, 1200, 1230, 1350, อื่นๆ) ซึ่งเป็นประเภทที่ต้านทานการกัดกร่อนได้ดี สภาพการนำความร้อน และนำไฟฟ้าสูง คุณสมบัติทางกลต่ำ และใช้งานได้ดี



รูปที่ 6 ลักษณะงานที่ใช้ในการทดลองประสิทธิภาพ

2) งานมาตรฐาน B (dish B) ดังแสดงในรูปที่ 7 เป็นสายอากาศเครือข่ายแลนไร้สายที่หาซื้อจากร้านค้า เป็นประเภท grid antenna แบบมีทิศทาง 24 dBi / 2.4 GHz เส้นผ่านศูนย์กลาง 30-70 mm ขนาดหน้าจาน 0.9 x 0.6 m ใช้อลูมิเนียมอัลลอย (aluminium alloy) ใช้เกรดอลูมิเนียม ประเภท 5xxx เป็นวัสดุหน้าจาน ธาตุหลักของอัลลอยด์ประเภทนี้คือ แมกนีเซียม เมื่อถูกใช้เป็นธาตุหลัก หรือใช้ร่วมกับแมงกานีส จะทำให้มีความแข็งแรงปานกลาง และสามารถทำการชุบแข็งได้ แมกนีเซียมจะส่งผลมากกว่าแมงกานีสในเรื่องของความแข็ง (แมกนีเซียม 0.8% เท่ากับ แมงกานีส 1.25%) และยังสามารถเพิ่มได้ในปริมาณมากอีกด้วย อลูมิเนียมอัลลอยด์ในประเภทนี้ (5005, 5052, 5083, 5086, อื่นๆ) ใช้ในงานเชื่อมได้ดี และต้านทานการกัดกร่อนจากน้ำได้ดี



รูปที่ 7 ลักษณะงานที่ใช้ในการทดลองประสิทธิภาพ

3) งานที่จัดทำขึ้น C (dish C) ดังแสดงในรูปที่ 8 เป็นสายอากาศเครือข่ายแลนไร้สายประเภท grid antenna แบบมีทิศทาง ที่เลียนแบบงานมาตรฐาน (dish B) แต่ใช้สังกะสี (zinc) เป็นวัสดุในการสะท้อนของหน้าจาน



รูปที่ 8 ลักษณะงานที่ใช้ในการทดลองประสิทธิภาพ

4) งานที่จัดทำขึ้น D (dish D) ดังแสดงในรูปที่ 9 เป็นสายอากาศเครือข่ายแลนไร้สายประเภท grid antenna แบบมีทิศทาง ที่เลียนแบบจานมาตรฐาน (dish B) แต่ใช้อลูมิเนียมฟรอยด์ (aluminium Foil) เป็นวัสดุในการสะท้อนของหน้าจาน



รูปที่ 9 ลักษณะงานที่ใช้ในการทดลองประสิทธิภาพ

5) งานที่จัดทำขึ้น E (dish E) ดังแสดงในรูปที่ 10 เป็นสายอากาศเครือข่ายแลนไร้สายประเภท grid antenna แบบมีทิศทาง ที่เลียนแบบจานมาตรฐาน (dish B) แต่ใช้ผ้าคัตตอนแบบบาง (cotton) เป็นวัสดุในการสะท้อนของหน้าจาน



รูปที่ 10 ลักษณะงานที่ใช้ในการทดลองประสิทธิภาพ

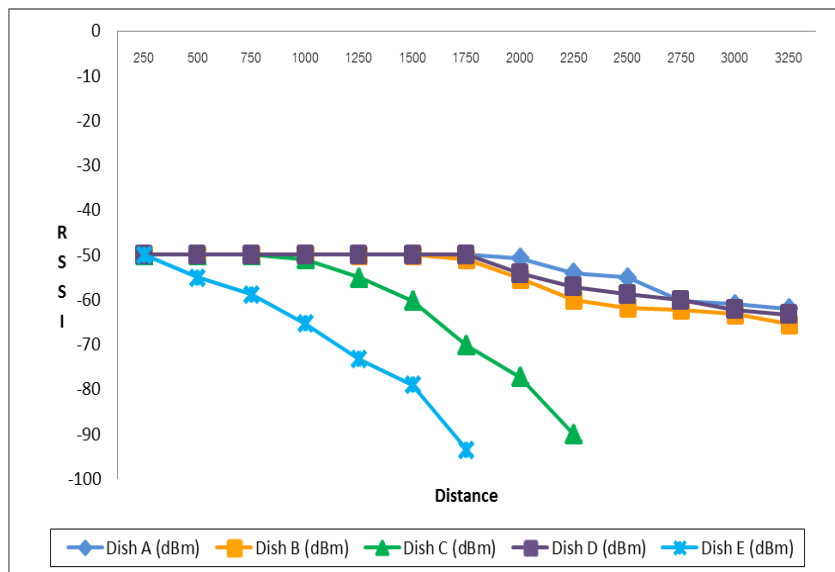
4. ผลการทดลอง

ผลการทดลองของงานสัญญาณ ที่มีวัสดุหน้าจานที่แตกต่างกัน มีผลต่อการสะท้อนของคลื่นสัญญาณและประสิทธิภาพของสายอากาศเป็นอย่างมากทั้งด้านค่าความเข้มสัญญาณที่วัดได้และระยะทางในการรับ-ส่งสัญญาณ ดังแสดงในรูปที่ 11 ส่วนจานมาตรฐาน (dish A) กับจานมาตรฐาน (dish B) เมื่อทดลองและเปรียบเทียบกันเอง พบว่า

ที่ระยะทาง 250 - 1750 เมตร งานทั้งสองมีคุณภาพของสัญญาณใกล้เคียงกันมาก แต่ที่ระยะทางมากกว่า 1750 เมตร พบว่าสัญญาณของจานมาตรฐาน (dish A) มีคุณภาพดีกว่าจานมาตรฐาน (dish B) เล็กน้อย ซึ่งอาจเป็นเพราะจานมาตรฐาน (dish A) ใช้วัสดุสะท้อนสัญญาณเป็นอลูมิเนียมที่เกรดดีกว่าจึงสามารถสะท้อนสัญญาณได้ดีกว่าและให้ค่า RSSI ที่ดีกว่าเล็กน้อย

ผู้วิจัยได้คำนวณค่าประสิทธิภาพ (efficiency) ของงานสัญญาณ C, D และ E ที่แต่ละระยะทาง โดยคำนวณจากค่า RSSI ของแต่ละจาน ลบด้วยค่า RSSI ของงานสัญญาณชนิด A แล้วหารด้วยค่า RSSI ของงานสัญญาณมาตรฐาน (dish A และ dish B) ได้ผลดังแสดงในตารางที่ 4

จากตารางที่ 4 พบว่างานสัญญาณที่จัดทำขึ้นชนิด C (dish C) ที่ระยะทางไม่เกิน 750 เมตร จะมีประสิทธิภาพใกล้เคียงกับงานสัญญาณมาตรฐานทั้งชนิด A และ B แต่เมื่อระยะทางที่ 1,000 เมตรขึ้นไป งานสัญญาณชนิด C นี้จะมีค่าประสิทธิภาพที่ต่ำกว่า และยิ่งต่อยกกว่ามากเมื่อระยะทางมากขึ้น จนระยะ 2250 เมตร สัญญาณเริ่มขาดหายและไม่สามารถรับส่งสัญญาณได้ ส่วนงานที่จัดทำขึ้นชนิด D (dish D) เมื่อเปรียบเทียบกับงานสัญญาณมาตรฐานทั้งชนิด A และ B พบว่าที่ระยะทางไม่เกิน 1,500 เมตร จะมีประสิทธิภาพที่ใกล้เคียงกัน แต่เมื่อระยะทางที่ 1750 เมตรเป็นต้นไปพบว่า งานสัญญาณชนิด D จะให้ประสิทธิภาพที่ต่ำกว่างานสัญญาณมาตรฐานชนิด B แต่ยังคงต่อยกกว่างานสัญญาณมาตรฐานชนิด A เล็กน้อย ส่วนงานที่จัดทำขึ้นชนิด E (dish E) พบว่าที่ระยะทาง 500 เมตรเป็นต้นไป จะมีประสิทธิภาพที่ต่ำกว่างานสัญญาณมาตรฐานทั้งสองชนิด และเมื่อระยะทางเพิ่มขึ้นประสิทธิภาพจะตกลงอย่างรวดเร็ว จนระยะ 1750 เมตรสัญญาณจะขาดหายและไม่สามารถรับส่งสัญญาณได้



รูปที่ 11 แผนภูมิเปรียบเทียบการทดลองประสิทธิภาพทั้ง 5 รูปแบบ

ตารางที่ 4 ผลประสิทธิภาพของงานสัญญาณที่จัดทำขึ้น เมื่อเปรียบเทียบกับงานสัญญาณมาตรฐานชนิด A

Distance (m)	ค่าประสิทธิภาพเมื่อเทียบกับ dish A (%)			ค่าประสิทธิภาพเมื่อเทียบกับ dish B (%)		
	dish C	dish D	dish E	dish C	dish D	dish E
250	0	0	0	0	0	0
500	0	0	- 10.00	0	0	- 10.00
750	0	0	- 18.00	0	0	- 18.00
1000	- 1.80	0	- 32.00	- 1.80	0	- 32.00
1250	- 10.00	0	- 46.00	- 10.00	0	- 46.00
1500	- 20.40	0	- 58.00	- 20.40	0	- 58.00
1750	- 40.40	0	- 86.00	- 37.65	+ 1.96	- 82.35
2000	- 52.12	- 6.40	-	- 39.60	+ 2.35	-
2250	- 66.67	- 5.56	-	- 50.00	+ 5.00	-
2500	-	- 7.27	-	-	+ 4.53	-
2750	-	- 1.24	-	-	+ 1.93	-
3000	-	- 1.64	-	-	+ 1.90	-
3250	-	- 1.61	-	-	+ 3.67	-

5. สรุปผลและข้อเสนอแนะ

งานวิจัยนี้เป็นการพัฒนาคุณภาพของสายอากาศเครือข่ายไร้สายเพื่อส่งสัญญาณโดยใช้วัสดุสะท้อนสัญญาณที่หาได้โดยทั่วไปในชีวิตประจำวัน นำมาทดสอบเปรียบเทียบกับสายอากาศเครือข่ายไร้สายเดิมที่มีอยู่ โดยใช้ซอฟต์แวร์ในการวัดสัญญาณและเก็บค่าลงในตารางบันทึกผล การทดลองมีการเก็บอุณหภูมิในแต่ละครั้งที่วัด เพื่อนำค่าที่ได้มาเปรียบเทียบกันเฉพาะในช่วงอุณหภูมิที่ใกล้เคียงกัน วัตถุประสงค์ในการทดลองคือการทดสอบคุณภาพของสายอากาศเครือข่ายไร้สาย และพัฒนาสายอากาศเครือข่ายไร้สายที่มีประสิทธิภาพใกล้เคียงกับสายอากาศมาตรฐานที่มีขายทั่วไป ในราคาที่ถูกลง

จากการทดลองสามารถสรุปได้ว่าวัสดุที่แตกต่างกันของหน้างานแต่ละประเภท มีผลต่อการสะท้อนของคลื่นสัญญาณและประสิทธิภาพของสายอากาศเป็นอย่างมากทั้งด้านค่าความเข้มสัญญาณที่วัดได้และระยะทางในการรับ-ส่งสัญญาณ โดยระหว่างงานสัญญาณที่จัดทำขึ้นทั้งหมด 3 ประเภท ได้แก่ สังกะสี ฟรอยด์อะลูมิเนียม และผ้าคัดตอนแบบบาง พบว่า งานสัญญาณจัดทำโดยการนำฟรอยด์อะลูมิเนียมมาเป็นหน้างานจะให้คุณภาพสัญญาณได้ดีกว่างานที่ใช้หน้างานสังกะสีและผ้าคัดตอนตามลำดับ ซึ่งการศึกษาข้างต้นพบว่าวัสดุที่มีสภาพนำไฟฟ้าสูงจะส่งผลทำให้เกิดการสะท้อนกลับของวัสดุพื้นผิวได้มาก ทำให้ประสิทธิภาพของการรับส่งสัญญาณมีประสิทธิภาพดี

จากการทดลองผู้วิจัยพบว่าในกลุ่มของจานสัญญาณที่จัดทำขึ้นนั้น จานที่จัดทำขึ้นชนิด D (dish D) เป็นจานที่มีวัสดุหน้าจานที่มีค่าสภาพนำไฟฟ้าสูงที่สุดเมื่อเทียบกับวัสดุอื่นที่นำมาใช้ในการทดลอง จึงเป็นจานที่ให้คุณภาพของสัญญาณที่ดีที่สุดใกล้เคียงกับจานสัญญาณมาตรฐานคุณภาพสูงตามท้องตลาดนั่นเอง

เอกสารอ้างอิง

- ตรีรัตน์ เมตต์การุณจิต, (2549) รายงานการวิจัยเรื่องสายอากาศแบบเฮลิคซ์สำหรับการใช้งานในเครือข่ายแลนไร้สาย, พิมพ์ครั้งที่ 1, มหาวิทยาลัยธุรกิจบัณฑิต, กรุงเทพฯ, 47 หน้า.
- รังสรรค์ วงศ์สรรค, (2553) รายงานการวิจัยเรื่อง สายอากาศรูปแบบใหม่สำหรับเครือข่ายท้องถิ่นแบบไร้สายในห้องประชุมขนาดใหญ่, พิมพ์ครั้งที่ 1, สำนักวิชาวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี, นครราชสีมา, 76 หน้า.
- รังสรรค์ วงศ์สรรค และศรันย์ คัมภีร์ภัทร, (2553) รายงานการวิจัยเรื่องสายอากาศสำหรับเครือข่ายท้องถิ่นไร้สาย โดยใช้ไมโครสตริปด้วยที-สลิคโพลดแบบไม่สมมูล, พิมพ์ครั้งที่ 1, มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี, นครราชสีมา, 68 หน้า.
- ประพจน์ จิระสกุลพร, ประยุทธ์ อัครเอกพาลี และศราวุธ ชัยมูล, (2555) การเพิ่มอัตราขยายสายอากาศไมโครสตริปด้วยชั้นวางซ้อนอะเพอร์เจอร์สี่เหลี่ยมจัตุรัส. วารสารวิชาการปทุมวัน, 2(3): 13-19.
- ธนาพร เพชรกุล และเวช วิเวก, (2555) สายอากาศไดโพลที่มีแผ่นสะท้อนแบบทำมุม. วารสารวิชาการปทุมวัน, 2(5): 55-63.
- สุรศักดิ์ เกิดผล, เบญจวรรณ อภัสรพรหม และเวช วิเวก, (2556) การศึกษาสายอากาศไดโพลโดยการจำลองการทำงาน. วารสารวิชาการปทุมวัน, 3(6): 37-43.
- วิไลวรรณ ภูตะอ, (2558) คลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า, ที่มา: http://www.school.net.th/library/snet3/saowalak/electromagnet/e_wave.htm, สืบค้น 27 มกราคม 2558.
- สถานีวิทยุสมัครเล่น HS8JYX, (2558) คุณสมบัติของคลื่นวิทยุ, ที่มา: http://www.hs8jyx.com/html/radio_property.html, สืบค้น 12 เมษายน 2558.
- บ.ยูนิฟอยล์ จำกัด, (2558) Aluminum foil, ที่มา: <http://www.unifoil-thailand.com/Aluminium.php>, สืบค้น 26 กุมภาพันธ์ 2558.
- Glassware Chemical, (2558) สังกะสี Zinc, ที่มา : <http://glasswarechemical.com/tag/ธาตุสังกะสี-ธาตุzn-ความรู้/>, สืบค้น 24 กุมภาพันธ์ 2558.

- อังคณา อรมรศรี, (2558) เส้นใย โครงสร้างและคุณสมบัติเส้นใย, ที่มา: http://www.thaitextile.org/iu_backup/link_content/ฐานข้อมูลวิชาการ/typeofYARN.pdf, สืบค้น 25 กุมภาพันธ์ 2558.
- Adya A., Bahl P., Chandra R. and Qiu L., (2004) "Architecture and techniques for diagnosing faults in IEEE 802.11 infrastructure networks", pp. 30–44, In: International Conference on Mobile Computing and Networking, Philadelphia, US.
- Serway R.A. and Jewett J.W., (2005) Principles of physics, 4th edition, Cengage Learning, Singapore, 440 P.
- Vidmar M., (2014) Weatherproof UHF & microwave cavity antennas, Available from: <http://lea.hamradio.si/~s53mv/wumca/sbfa.html>, Cited 17 November 2014.
- Tipler P., (2004) Physics for Scientists and Engineers: Electricity Magnetism Light and Elementary Modern Physics, 5th edition, W. H. Freeman, US, 1356 P.
- ASTM, (1999) Annual Book of ASTM Standards, volume 02.02: Aluminum and Magnesium Alloys, American Society for Testing and Materials, US, 788P.
- Minoli D., (2014) Satellite Systems Engineering in an IPv6 Environment, Available from: <https://books.google.co.th/books?id=4yJi1UQDPp8C&printsec=frontcover&hl=th#v=onepage&q&f=false>, Cited 16 October 2014.