

การประยุกต์และขั้นตอนการขออนุญาตใช้กิจการวิทยุสมัครเล่นเพื่อการศึกษา
ทางด้านวิศวกรรมไฟฟ้าสื่อสารในประเทศไทย

Applying for and Licensing Amateur Radio Service Usage in Thailand for
Telecommunication Engineering Courses

^{1*}วัชระ อมศิริ

^{1*}Watchara Amasiri

¹คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์ ตำบลคลองหนึ่ง อำเภอคลองหลวง จังหวัดปทุมธานี
12121

¹Thammasat School of Engineering Klong Neung, Klongluang, Pathumthani 12121

*ผู้นิพนธ์หลัก: awatchar@engr.tu.ac.th

*Corresponding author: awatchar@engr.tu.ac.th

Received : 2021-05-20 Revised : 2021-06-04 Accepted : 2021-06-19

บทคัดย่อ

บทความวิชาการนี้ เป็นการวิเคราะห์ถึงความเป็นไปได้และการนำเสนอขั้นตอนในการประยุกต์นำกิจการวิทยุสมัครเล่นมาใช้ในการศึกษาทางด้านวิศวกรรมไฟฟ้าสื่อสารในประเทศไทย โดยกล่าวถึงวัตถุประสงค์ของกิจการวิทยุสมัครเล่น เพื่อส่งเสริมและสนับสนุนการศึกษาค้นคว้า ทดลอง วิจัยด้านวิชาการสื่อสารด้วยคลื่นวิทยุ โดยประกอบด้วย หัวข้อที่เกี่ยวกับความถี่และรูปแบบที่ใช้ในการติดต่อสื่อสาร หลักสูตรและหัวข้อวิชาที่เกี่ยวข้องกับกิจการวิทยุสมัครเล่น ความสัมพันธ์กับการนำไปใช้ในการเรียนการสอนในหลักสูตรวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต สาขาวิชาวิศวกรรมไฟฟ้า และ กฎหมายที่เกี่ยวข้อง ซึ่งผลการศึกษาพบว่าหลักสูตรและหัวข้อวิชาประกาศนียบัตรพนักงานวิทยุสมัครเล่นมีความสัมพันธ์กับหลักสูตรวิศวกรรมไฟฟ้าสื่อสาร นอกจากนี้ ความสัมพันธ์ที่เกี่ยวข้องกับข้อกำหนดทางคุณวุฒิวิชาชีพ และขั้นตอนการขออนุญาตต่อหน่วยงานกำกับดูแลยังได้ถูกนำเสนอในบทความนี้ด้วย

คำสำคัญ: วิทยุสมัครเล่น, การศึกษาทางด้านวิศวกรรมไฟฟ้า, สถานีวิทยุสมัครเล่นเพื่อการศึกษาและการทดลองทางวิชาการ, ใบอนุญาตสถานีวิทยุสมัครเล่น

Abstract

Amateur radio service is associated with telecommunication engineering course. In addition, the relevance with professional qualification standard and the process of approval are proposed. Amateur radio use may promote and support research in communications technology. Frequency and mode most commonly used, and differences between amateur radio services are at issue in telecommunication engineering courses, according to current law. Professional standards for qualification and the approval process are examined, with possible future improvements suggested.

Keyword: amateur radio, electrical engineering education, amateur radio station for education and academic research, amateur radio station license

บทนำ

กิจการวิทยุสมัครเล่น (Amateur Radio) คือ งานอดิเรกทางด้านการสื่อสารโทรคมนาคม ซึ่งสนใจการใช้คลื่นความถี่ที่ได้รับจัดสรรให้ในการทดสอบ ทดลอง ศึกษา ติดต่อสื่อสารระหว่างกัน ด้วยวิธีการต่าง ๆ โดยไม่หวังผลกำไร ไม่มีวัตถุประสงค์ทางการค้า กิจการวิทยุสมัครเล่นเป็นกิจการสากล มีประเทศสมาชิกกว่า 162 ประเทศทั่วโลก (American Radio Relay League, 2021)

นักวิทยุสมัครเล่น ต้องมีคุณสมบัติตามที่กำหนด (ประกาศคณะกรรมการกิจการกระจายเสียง กิจการโทรทัศน์และกิจการโทรคมนาคมแห่งชาติ, 2557) และ ต้องผ่านการทดสอบโดยหน่วยงานที่มีหน้าที่กำกับดูแลกิจการวิทยุสมัครเล่นในประเทศนั้น ๆ ตัวอย่างเช่น คณะกรรมการกลางกำกับดูแลกิจการสื่อสาร (Federal Communications Commission หรือ FCC) ในประเทศสหรัฐอเมริกา โดยแบ่งเป็นลำดับขั้นตามขั้นความรู้ที่ผ่านการทดสอบ ซึ่งในแต่ละลำดับขั้นจะมีการอนุญาตให้ใช้ความถี่ รูปแบบการติดต่อสื่อสาร และกำลังส่งที่แตกต่างกันไป ในประเทศไทย กิจการวิทยุสมัครเล่นอยู่ภายใต้การกำกับดูแลของ สำนักงานคณะกรรมการกิจการกระจายเสียง กิจการโทรทัศน์ และกิจการโทรคมนาคมแห่งชาติ (สำนักงาน กสทช.) โดยมีการออกประกาศ กสทช. เรื่องหลักเกณฑ์การอนุญาตและกำกับดูแลกิจการวิทยุสมัครเล่น โดยระบุว่ากิจการวิทยุสมัครเล่น มีวัตถุประสงค์เพื่อส่งเสริมและสนับสนุนการศึกษาค้นคว้า ทดลอง วิจัยด้านวิชาการสื่อสารด้วยคลื่นวิทยุ (ประกาศคณะกรรมการกิจการกระจายเสียง กิจการโทรทัศน์และกิจการโทรคมนาคมแห่งชาติ, 2557)

นักวิทยุสมัครเล่นตามกฎหมายประเทศไทยจะถูกเรียกว่า “พนักงานวิทยุสมัครเล่น” ซึ่งจะถูกแบ่งออกเป็น 3 ชั้นคือ พนักงานวิทยุสมัครเล่นขั้นต้น พนักงานวิทยุสมัครเล่นชั้นกลาง และพนักงานวิทยุสมัครเล่นชั้นสูง โดยผู้ที่ประสงค์จะเป็นพนักงานวิทยุสมัครเล่น จะต้องได้รับประกาศนียบัตรพนักงานวิทยุสมัครเล่นขั้นนั้นๆ โดยการสอบหรืออบรมและสอบ ซึ่งจัดขึ้นโดยสำนักงาน กสทช. หรือองค์กรวิทยุสมัครเล่นที่ได้รับอนุญาตจากสำนักงาน กสทช. หรือ สถาบันอุดมศึกษา ร่วมกับสมาคมวิทยุสมัครเล่นที่ได้รับอนุญาตจาก สำนักงาน กสทช. หรือ การเทียบใบอนุญาตจากต่างประเทศที่มีข้อตกลงต่างตอบแทนกับประเทศไทย

พนักงานวิทยุสมัครเล่น จะได้รับสัญญาอนุญาตเรียกขานประจำสถานีวิทยุสมัครเล่น เพื่อใช้ในการติดต่อสื่อสารอันเป็นการระบุเอกลักษณ์เฉพาะตน ซึ่งประกอบด้วยตัวอักษรนำหน้า (Prefix) ซึ่งใช้สำหรับระบุประเทศ สำหรับประเทศไทยได้แก่ HS และ E2 และ ตัวอักษรต่อท้าย (Suffix) สำหรับระบุตำแหน่งที่ตั้งของสถานี และ ระบุตัวตน การเรียกสัญญาอนุญาตเรียกขานจะถูกเรียกโดยการออกเสียงแบบโฟนติก (Phonetic alphabet) พนักงานวิทยุสมัครเล่นที่ใบอนุญาตหมดอายุเกิน 2 ปี จะถูกเพิกถอนสัญญาอนุญาตเรียกขาน (สำนักงานคณะกรรมการกิจการกระจายเสียง กิจการโทรทัศน์ และกิจการโทรคมนาคมแห่งชาติ, 2558)

prefix suffix
E22MHS
echo-two-two-mike-hotel-seirra

ภาพที่ 1 ลักษณะของสัญญาอนุญาตเรียกขานวิทยุสมัครเล่นและคำอ่าน

นอกเหนือจาก พนักงานวิทยุสมัครเล่นจะได้รับการอนุญาตให้ใช้สัญญาอนุญาตเรียกขานสำหรับสถานีวิทยุสมัครเล่นของตนเองแล้ว สถานีวิทยุสมัครเล่นขององค์กรวิทยุสมัครเล่น (Club station) และ สถานีวิทยุสมัครเล่นสำหรับกิจกรรมพิเศษ (Special event station) ยังสามารถขออนุญาตใช้สัญญาอนุญาตเรียกขานพิเศษ ต่อ สำนักงาน กสทช. ได้อีกด้วย

วิทยุสมัครเล่นกับการศึกษาและทดลอง

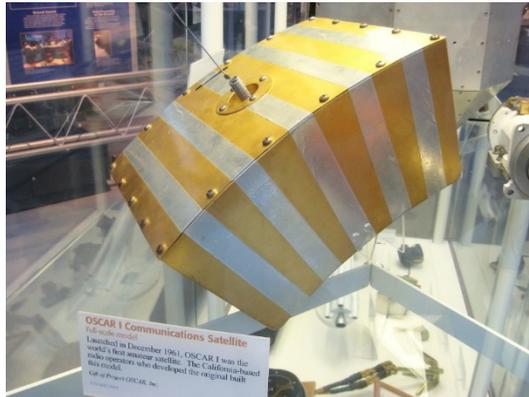
ความถี่ และรูปแบบที่ใช้ในการติดต่อสื่อสาร

พนักงานวิทยุสมัครเล่นได้รับอนุญาตให้ใช้ความถี่ในหลายช่วงในแถบความถี่ ตั้งแต่ช่วงความถี่ต่ำ (Low Frequency Band) ไปจนถึง ช่วงความถี่สูงยิ่งยวด (Extremely High Frequency Band) ทั้งนี้ ขึ้นอยู่กับระดับชั้นใบอนุญาตที่ได้รับ โดยมีการกำหนดรูปแบบที่ใช้ในการติดต่อสื่อสารไว้ในแต่ละช่วงความถี่ โดยอ้างอิงกับคำแนะนำของ สหพันธ์วิทยุสมัครเล่นนานาชาติ (International Amateur Radio Union) เพื่อให้เป็นมาตรฐานเดียวกัน

รูปแบบในการติดต่อในกิจการวิทยุสมัครเล่น มีด้วยกันหลากหลายรูปแบบ สามารถแบ่งเป็นหมวดหมู่ได้คือ 1) การติดต่อในรูปแบบเสียงพูด สามารถแบ่งประเภทย่อยได้ตามประเภทการผสมสัญญาณ ได้แก่ การผสมสัญญาณเชิงความถี่ (Frequency modulation) การผสมสัญญาณเชิงขนาด (Amplitude modulation) รวมไปถึงการผสมสัญญาณเชิงขนาดแบบเลือกเอาสัญญาณเฉพาะด้านใดด้านหนึ่ง (Single side band suppress carrier) 2) การติดต่อในรูปแบบรหัสมอร์ส โดยใช้คลื่นต่อเนื่อง (Continuous wave) หรือ คลื่นต่อเนื่องแบบมีการผสมสัญญาณ (Modulated continuous wave) 3) การติดต่อในรูปแบบระบบสัญญาณภาพ ได้แก่ การส่งสัญญาณโทรทัศน์แบบกราดช้า (Slow scan television) และ การส่งสัญญาณโทรทัศน์แบบกราดเร็ว (Fast scan television) 4) การติดต่อในรูปแบบตัวอักษรหรือข้อมูล ได้แก่ การติดต่อแบบการเลื่อนสัญญาณเชิงเลขทางเฟส (Phase shift keying) การติดต่อแบบชุดข้อมูล (Packet radio) ซึ่งใช้การเลื่อนสัญญาณทางความถี่ (Frequency shift keying) เป็นต้น

ดาวเทียมวิทยุสมัครเล่น

กิจการวิทยุสมัครเล่นผ่านดาวเทียม หมายถึง กิจการวิทยุคมนาคมที่ใช้สถานีอวกาศบนดาวเทียมเพื่อวัตถุประสงค์ในกิจการวิทยุสมัครเล่น ดาวเทียมวิทยุสมัครเล่นจะใช้ความถี่ที่ถูกระบุให้ใช้ในกิจการวิทยุสมัครเล่นสำหรับติดต่อสื่อสารระหว่างสถานีวิทยุสมัครเล่น ในปัจจุบันมีดาวเทียมวิทยุสมัครเล่นมากกว่า 20 ดวง และกำลังอยู่ในขั้นตอนการวิจัยและพัฒนาจำนวนมาก



ภาพที่ 2 ดาวเทียมวิทยุสมัครเล่น OSCAR-1

กิจกรรมอื่นในกิจการวิทยุสมัครเล่น

นอกเหนือจากการติดต่อสื่อสารด้วยรูปแบบต่าง ๆ แล้ว นักวิทยุสมัครเล่นยังมีความสนใจในการค้นคว้า ทดลอง ดัดแปลง และสร้างเครื่องวิทยุคมนาคม อุปกรณ์ สายอากาศ และเครื่องมือวัดต่าง ๆ ด้วยตนเอง การวิจัยและพัฒนาดาวเทียมวิทยุสมัครเล่น การพัฒนาเทคนิคการค้นหาแหล่งกำเนิดสัญญาณ รวมถึงกิจกรรมการแข่งขันในกิจการวิทยุสมัครเล่นโดยการเป็นเจ้าของอุปกรณ์วิทยุสมัครเล่นในประเทศต่าง ๆ รวมถึงประเทศไทย



ภาพที่ 3 สายอากาศสำหรับย่านความถี่ 50 เมกะเฮิร์ตซ์ ที่ถูกสร้างขึ้นพนักงานวิทยุสมัครเล่นชาวไทย สัญญาณเรียกขาน E20QVD

หลักสูตรและหัวข้อวิชาสำหรับประกาศนียบัตรพนักงานวิทยุสมัครเล่น

(ประกาศคณะกรรมการกิจการกระจายเสียง กิจการโทรทัศน์และกิจการโทรคมนาคมแห่งชาติ, 2557) ได้มีการกำหนดถึงหลักสูตรและหัวข้อสำหรับประกาศนียบัตรพนักงานวิทยุสมัครเล่นขั้นต้น ซึ่งประกอบด้วยกันทั้งสิ้น 5 หมวด ได้แก่ 1) ความรู้ทั่วไปเกี่ยวกับกฎหมาย ระเบียบ ข้อบังคับต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องกับกิจการวิทยุสมัครเล่น 2) คุณธรรม จริยธรรมและข้อพึงปฏิบัติของพนักงานวิทยุสมัครเล่น 3) การติดต่อสื่อสารของนักวิทยุสมัครเล่น 4) ทฤษฎีต่าง ๆ สำหรับนักวิทยุสมัครเล่น และ 5) หลักปฏิบัติของวิทยุสมัครเล่น โดยหลักสูตรและหัวข้อที่เกี่ยวข้องกับทฤษฎีต่าง ๆ สำหรับการรับประกาศนียบัตรพนักงานวิทยุสมัครเล่นในแต่ละระดับชั้น ตาม (ประกาศคณะกรรมการกิจการกระจายเสียง กิจการโทรทัศน์และกิจการโทรคมนาคมแห่งชาติ, 2557) ดังปรากฏดังตารางที่ 1

ตารางที่ 1 หลักสูตรและหัวข้อวิชาประกาศนียบัตรพนักงานวิทยุสมัครเล่นขั้นต้น

ประกาศนียบัตร	หัวข้อวิชา
ขั้นต้น	ทฤษฎีไฟฟ้า คำนวณหน่วย, ไฟฟ้ากระแสตรง และไฟฟ้ากระแสสลับ, แหล่งกำเนิดพลังงานไฟฟ้าแบบต่าง ๆ, แรงดันไฟฟ้า กระแสไฟฟ้า ตัวต้านทานกำลังไฟฟ้า และกฎของโอห์ม, ตัวนำไฟฟ้า และฉนวนไฟฟ้า, การต่อตัวต้านทาน, ตัวเก็บประจุไฟฟ้า ตัวเหนี่ยวนำไฟฟ้า, คาปาซิทีฟรี แอ็กแทนซ์ อินดักทีฟรี แอ็กแทนซ์ อิมพีแดนซ์ รีโซแนนซ์, หม้อแปลงไฟฟ้า, ลักษณะของอุปกรณ์ไฟฟ้าที่ควรรู้, เดซิเบล ทฤษฎีอิเล็กทรอนิกส์ หน้าที่และสัญลักษณ์ ของทรานซิสเตอร์ ผลึกแร่ ไมโครโฟน ลำโพง หลอดวิทยุ และไอซี หลักการทํางานของเครื่องรับ/ส่งวิทยุ หน้าที่ของภาคต่าง ๆ ในเครื่องรับ-ส่งวิทยุแบบ TRF และแบบซูเปอร์เฮเทอโรไดน์, คุณสมบัติของเครื่องรับส่งวิทยุ AM และ FM, ซิมเพล็กซ์ ดูเพล็กซ์ และ เซมิดูเพล็กซ์ สายอากาศและสายนำสัญญาณ คุณสมบัติของคลื่นวิทยุ และความยาวคลื่น, โพลาริเซชัน, คุณสมบัติของสายอากาศและสายอากาศพื้นฐานที่ควรรู้, สายนำสัญญาณแบบต่าง ๆ และคุณสมบัติ, การแมตซ์ การบาลานซ์ และการวัดกำลังส่งวิทยุสื่อสาร, การแพร่กระจายคลื่น และลักษณะการแพร่กระจายคลื่นของย่านความถี่ต่าง ๆ, การแบ่งย่านความถี่, องค์ประกอบที่มีผลต่อระยะรับ/ส่ง ในคลื่นความถี่ย่าน VHF

พนักงานวิทยุสมัครเล่นขั้นต้น จะได้รับอนุญาตให้ใช้งานความถี่ได้ในเฉพาะ ช่วงความถี่ 28.000 เมกะเฮิร์ตซ์ ถึง 29.700 เมกะเฮิร์ตซ์ และ ช่วงความถี่ 144.000 ถึง 146.500 เมกะเฮิร์ตซ์ ในการติดต่อสื่อสารเพื่อรับส่งสัญญาณระหว่างสถานีวิทยุสมัครเล่น โดยใช้กำลังส่งได้ไม่เกิน 100 วัตต์ และ 60 วัตต์ตามลำดับ

ตารางที่ 2 หลักสูตรและหัวข้อวิชาประกาศนียบัตรพนักงานวิทยุสมัครเล่นชั้นกลาง

ประกาศนียบัตร	หัวข้อวิชา
ชั้นกลาง	<p>ทฤษฎีทางไฟฟ้า พลังงานและหน่วยของพลังงาน, ความหมาย และหน่วยของคาบเวลา ความสัมพันธ์ของคาบเวลา, หน้าที่ของวงจรเลือกความถี่ (Tuned circuit), High-pass filter, Low-pass filter และ Band-pass filter, วงจรปิด (Close circuit) และวงจรเปิด (Open circuit), ความถี่วิทยุ และ ความถี่เสียง, การแบ่งค่ากระแสและค่าแรงดัน, การคำนวณวงจรกระแสสลับ ส่วนประกอบของวงจรไฟฟ้า และอิเล็กทรอนิกส์ ความรู้เกี่ยวกับคุณสมบัติ การตัด และประโยชน์ในการนำไปใช้งานของผลึกควอตซ์, ความสัมพันธ์ของกำลังไฟฟ้า ของหม้อแปลงไฟฟ้า, ส่วนประกอบหลักของมิเตอร์แบบเข็ม, ความรู้เกี่ยวกับหลอดสุญญากาศ และประโยชน์ในการนำไปใช้งาน ส่วนประกอบของวงจรไฟฟ้า และอิเล็กทรอนิกส์ (ต่อ) ความรู้เกี่ยวกับไดโอดและประโยชน์ ความรู้เกี่ยวกับทรานซิสเตอร์ และประโยชน์ หลักการทํางานของเครื่องรับ-ส่งวิทยุ ค่าย่อลักษณะหรือประเภทของการส่ง (Class of emission), ความหมายของคำว่าข่าวสาร (Signal information), Modulating signal, สัญญาณคลื่นพาห้ (Carrier), สัญญาณคลื่นที่ถูกผสมแล้ว (Modulated carrier), การผสมคลื่นหลัก ๆ ในแง่วิธีการผสมคลื่นและวิธีการทำให้ได้ Signal information กลับคืนมาทางด้านรับ, องค์ประกอบของสัญญาณ วิธีการผสมคลื่น, ความกว้างแถบคลื่น(Bandwidth) การเบี่ยงเบนทางความถี่ (Frequency Deviation) เปรอร์เซ็นต์มอดูเลชัน, หลักการทํางานของเครื่องส่งวิทยุและเครื่องรับวิทยุต่อไปนี้ เครื่องรับวิทยุแบบซูเปอร์เฮเทอโรไดอัน เครื่องส่งวิทยุแบบ CW,AM,SSB การต่ออุปกรณ์ RTTY, หรือเป็นอุปกรณ์ RTTY สมบูรณ์แบบ, การต่อ Packet Radio, คุณสมบัติของเครื่องรับ-ส่งวิทยุที่ดี ความกว้างแถบคลื่น (Bandwidth) เสถียรภาพทางความถี่ (Frequency stability) ในส่วนของผลที่มีต่อการรับ-ส่งวิทยุแบบ SSB และ CW และ Spurious emission ซึ่งเกิดจากเครื่องส่งวิทยุ สายอากาศ และสายนำสัญญาณ คุณสมบัติของสายอากาศ ได้แก่ Radiation angle, Radiation pattern, Directivity main lobe, Minor lobe, Front-to-back ratio, Polarization, Current voltage distribution ในสายอากาศแบบไดโพลและ กราวด์เพลน, ผลที่เกิดจาก Ground effect ต่อ Radiation pattern, การเปลี่ยนแปลง Polarization เนื่องจากการเดินทางของคลื่นวิทยุ สัญญาณรบกวนที่เกิดจากมนุษย์ , รูปแบบการแพร่คลื่นและโครงสร้างของสายอากาศแบบ Traps dipole, Long wire, Folded dipole และ Quarter-wave Ground-plane, การใช้ Matching network และ Antenna tuning unit วิธี Matching สายอากาศที่สำคัญ (Gamma match) สาเหตุที่ต้องมีการทำ Matching ประโยชน์ของบาลัน การแพร่กระจายคลื่น ลักษณะคุณสมบัติและผลกระทบต่อ การสื่อสารในย่านความถี่ HF ของบรรยากาศชั้นไอโอโนสเฟียร์ ชั้น D,E, F1, และ F2 องค์ประกอบที่มีผลต่อการแพร่กระจายคลื่นวิทยุ การเปลี่ยนแปลงคุณสมบัติของชั้นบรรยากาศตามวันและเวลา ความหมายของ Atmosphere, Maximum usable frequency,</p>

ประกาศนียบัตร	หัวข้อวิชา
	Critical frequency, Critical angle, ลักษณะการเดินทางของคลื่นวิทยุในย่านความถี่ HF ในรูปของคลื่นฟ้า และ Skip zone การเปลี่ยนแปลงของชั้นบรรยากาศไอโอโนสเฟียร์ประจำวัน และการเปลี่ยนแปลงอย่างเฉียบพลัน, อิทธิพลของจุดดับในดวงอาทิตย์ต่อชั้นบรรยากาศและผลกระทบต่อการสื่อสารGeomagnetic disturbance ลักษณะการเดินทางของคลื่นวิทยุแบบ Tropospheric bending และ Ducting

พนักงานวิทยุสมัครเล่นชั้นกลาง จะได้รับอนุญาตให้ใช้ช่วงความถี่ซึ่งจัดไว้สำหรับกิจการวิทยุสมัครเล่นทั้งหมด ตามตารางกำหนดคลื่นความถี่แห่งชาติ โดยสามารถใช้กำลังส่งได้สูงสุด 200 วัตต์ และ 10 วัตต์ สำหรับความถี่ที่สูงกว่า 24 กิโลเฮิรตซ์

ตารางที่ 3 หลักสูตรและหัวข้อวิชาประกาศนียบัตรพนักงานวิทยุสมัครเล่นชั้นสูง

ประกาศนียบัตร	หัวข้อวิชา
ชั้นสูง	ทฤษฎีทางไฟฟ้า ความเข้าใจเรื่อง Resonance และ Q ได้แก่ คุณสมบัติของวงจร Resonance, Resonance และ Q แบบขนานและแบบอนุกรม, Half-power bandwidth, ความสัมพันธ์ของ Phase ในวงจร, Time constant และความสัมพันธ์ของ Phase ได้แก่ คำจำกัดความและความหมาย, RLC Time constant, Time constant ในวงจร RL และ RC, มุมของ Phase ระหว่าง Voltage และ Current, มุมของ Phase ในวงจรอนุกรมและขนาน Impedance plot และ Coordinate system, กระแสสลับ (AC) และพลังงาน RF ในวงจร ได้แก่ Skin effect, Electrostatic และ Electromagnetic fields, Reactive power, Power factor, Coordinate systems ส่วนประกอบของวงจรไฟฟ้า และอิเล็กทรอนิกส์ อุปกรณ์และวัสดุ Semiconductor ได้แก่ วัสดุที่ใช้ทำอุปกรณ์ Semiconductor, ชนิดของ Transistor, Junction, Field-effect transistor, Enhancement mode, Depletion mode, MOS, CMOS, N-Channel, P-Channel, Diode วงจรรวม, TTL Digital integrated circuits, CMOS Digital integrated circuits, Gate Optical devices และ Toroid ได้แก่ Cathode-ray tube devices, Charge-coupled devices (CCDs), Liquid crystal displays (LCDs), Toroids, Permeability, Core material, การเลือก และการพัน (Winding) Piezoelectric crystals และ MMICs ได้แก่ Quartz crystals, Crystal oscillators และ Filter, Monolithic amplifiers อุปกรณ์ Optical และ power system ได้แก่ ความรู้ทั่วไปเกี่ยวกับ Photoconductive, Photovoltaic systems, Optical couplers, Optical sensors และ Opto-isolators วงจร Digital ได้แก่ ความรู้ทั่วไปเกี่ยวกับวงจร Digital และวงจร Logic, Classes of logic elements, Positive และ Negative logic, Frequency dividers และ

ประกาศนียบัตร	หัวข้อวิชา
	Truth table สายอากาศและสายนำสัญญาณ Isotropicและอัตราขยายของสายอากาศ (Gain) ได้แก่ คำจำกัดความ รูปแบบการแพร่กระจายคลื่น (Radiation pattern) ความรู้ทั่วไปเกี่ยวกับสายอากาศ (Antenna parameters) เช่น Radiation resistance และ Reactance, อัตราขยาย (Gain), Beamwidth, Efficiency Antenna patterns ได้แก่ E และ H Plane patterns, Gain ในรูปของ Pattern, การออกแบบสายอากาศ (Antenna design) และสายอากาศ Yagi สายอากาศ Wire และ Phased vertical ได้แก่ สายอากาศชนิด Beverage, Terminated และ สายอากาศ Resonant rhombic, Take-off angles สายอากาศทิศทาง ได้แก่ อัตราขยาย, สายอากาศดาวเทียม, Beamwidth, อัตราการสูญเสีย SWR Bandwidth, Antenna efficiency, สายอากาศชนิดที่สั้น และสายอากาศตีรถยนต์ การ Matching สายอากาศ จากสายนำสัญญาณและ Power dividers การแพร่กระจายคลื่น การติดต่อสื่อสารด้วยการสะท้อนคลื่นวิทยุจากผิวดวงจันทร์ (Earth-Moon-Earth : EME) การติดต่อสื่อสารสะท้อนทางดาวตก (Meteor scatter) การติดต่อสื่อสารข้ามเส้นศูนย์สูตร (Tans-equatorial) คุณสมบัติของพื้นดินที่มีผลต่อการแพร่กระจายคลื่น รวมถึงการแพร่กระจายคลื่นอื่น ๆ

พนักงานวิทยุสมัครเล่นขั้นสูง จะได้รับอนุญาตให้ใช้งานความถี่ได้เช่นเดียวกับพนักงานวิทยุสมัครเล่นชั้นกลาง แต่สามารถใช้กำลังส่งได้สูงสุด 1000 วัตต์ และ 100 วัตต์ สำหรับความถี่ที่สูงกว่า 3.3 กิกะเฮิรตซ์ และ 10 วัตต์สำหรับความถี่ที่สูงกว่า 24 กิกะเฮิรตซ์

ความสัมพันธ์ระหว่างหลักสูตรประกาศนียบัตรพนักงานวิทยุสมัครเล่นกับการศึกษาทางวิศวกรรมไฟฟ้า และกฎหมายที่เกี่ยวข้อง

จากการพิจารณาหลักสูตรและหัวข้อวิชาประกาศนียบัตรพนักงานวิทยุสมัครเล่นขั้นต้น ชั้นกลาง และ ชั้นสูง ตามข้อที่ 3 แล้วนั้น พบว่ามีเนื้อหาที่มีความเกี่ยวเนื่องกับหลักสูตรวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต สาขาวิชาวิศวกรรมไฟฟ้า (คณะวิศวกรรมศาสตร์,2552) ปรากฏดังตารางที่ 4

ตารางที่ 4 รายวิชาทางวิศวกรรมไฟฟ้าที่มีความเกี่ยวข้อง

ประกาศนียบัตร	รายวิชาที่มีความเกี่ยวข้อง
ขั้นต้น	วิชาการวิเคราะห์วงจรไฟฟ้า, วิชาทฤษฎีการสื่อสาร, วิชาเครื่องมือวัดและการวัดทางไฟฟ้า, วิชาวิศวกรรมสายอากาศ, วิชาการกระจายคลื่นวิทยุ, วิชาทฤษฎีคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า
ขั้นกลาง	วิชาการวิเคราะห์วงจรไฟฟ้า, วิชาระบบไฟฟ้ากำลัง, วิชาทฤษฎีคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า, วิชาสัญญาณและระบบ, วิชาอุปกรณ์และวงจรอิเล็กทรอนิกส์พื้นฐาน, วิชาเครื่องมือวัดและการวัดทางไฟฟ้า, วิชาทฤษฎีการสื่อสาร, วิชาวิศวกรรมสายอากาศ, วิชาการกระจายคลื่นวิทยุ, วิชาการสื่อสารดิจิทัล
ขั้นสูง	วิชาการวิเคราะห์วงจรไฟฟ้า, วิชาเครื่องมือวัดและการวัดทางไฟฟ้า, วิชาอุปกรณ์และวงจรอิเล็กทรอนิกส์พื้นฐาน, วิชาอิเล็กทรอนิกส์กายภาพ, วิชาทฤษฎีคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า, วิชาระบบไฟฟ้ากำลัง, วิชาวงจรอิเล็กทรอนิกส์, วิชาการออกแบบวงจรดิจิทัล, วิชาออปโตอิเล็กทรอนิกส์, วิชาวิศวกรรมสายอากาศ, วิชาการกระจายคลื่นวิทยุ

กฎหมายที่เกี่ยวข้อง

ในส่วนของกฎหมายที่เกี่ยวข้องกับกิจการวิทยุสมัครเล่นเพื่อการศึกษาและทดลองทางวิชาการ นั้น นอกจากประกาศ กสทช. ตามประกาศคณะกรรมการกิจการกระจายเสียง กิจการโทรทัศน์และกิจการโทรคมนาคมแห่งชาติ (2557) แล้ว กฎหมายซึ่งมีส่วนเกี่ยวข้องสำคัญ คือ พระราชบัญญัติวิทยุคมนาคม พ.ศ. 2498 (พระราชบัญญัติวิทยุคมนาคม, 2498) ซึ่งมีใจความสำคัญเกี่ยวกับข้อกำหนดในการขออนุญาต มี ใช้ และการตั้งสถานีวิทยุคมนาคม ซึ่งในกรณีสำหรับการศึกษานั้น สถาบันการศึกษาจำเป็นต้องมีพนักงานวิทยุสมัครเล่นผู้ได้รับใบอนุญาตเป็นผู้ควบคุม จึงจะสามารถตั้งสถานีวิทยุคมนาคมได้ หรือ อาจขอความร่วมมือไปยังองค์กรวิทยุสมัครเล่นที่ได้รับอนุญาตจากสำนักงาน กสทช. ในการขออนุญาตตั้งเป็นสถานีวิทยุสมัครเล่นขององค์กรวิทยุสมัครเล่น (Club station) หรือ สถานีวิทยุสมัครเล่นสำหรับกิจกรรมพิเศษ (Special event station) เพื่อให้เป็นไปตามข้อกำหนดทางกฎหมาย

ความสัมพันธ์ระหว่างหลักสูตรประกาศนียบัตรพนักงานวิทยุสมัครเล่น กับข้อกำหนดทางคุณวุฒิวิชาชีพทางการสื่อสารโทรคมนาคม

คุณวุฒิวิชาชีพ คือ การรับรองความรู้ ความสามารถ และทักษะของบุคคลในการทำงานตามมาตรฐานอาชีพ (พระราชกฤษฎีกาจัดตั้งสถาบันคุณวุฒิวิชาชีพ (องค์การมหาชน), 2554) ซึ่งถูกกำหนดขึ้นโดย สถาบันคุณวุฒิวิชาชีพ (องค์การมหาชน) โดยวิชาชีพที่ที่ถูกกำหนดให้เป็นสาขาวิชาชีพที่สามารถ

รับประกาศนียบัตรคุณวุฒิวชิพ มีจำนวนทั้งสิ้น 46 สาขา (ประกาศคณะกรรมการบริหารสถาบัน
คุณวุฒิวชิพ, 2557)

คุณวุฒิวชิพทางด้านโทรคมนาคม ถูกกำหนดแบ่งออกเป็น 3 หมวดหมู่หลัก ได้แก่ (1) การ
ปฏิบัติงานด้านเครือข่ายสายใยแก้วนำแสง (2) การปฏิบัติงานด้านระบบรับ-ส่งคลื่นวิทยุสำหรับ
โทรศัพท์เคลื่อนที่ และ (3) การปฏิบัติงานสื่อสารสัญญาณไมโครเวฟ โดยประกอบด้วยหน่วยสมรรถนะ
ซึ่งระบุถึงความต้องการด้านความรู้ และ ความต้องการด้านทักษะ ที่จำเป็นต้องมีในคุณวุฒิวชิพนั้นๆ
ซึ่งในหมวดหมู่จะถูกกล่าวถึงต่อไปนี้ จะมีเฉพาะหัวข้อความรู้ในคุณวุฒิวชิพที่มีความสัมพันธ์กับ
กิจการวิทยุสมัครเล่น ซึ่งได้แก่ (2) และ (3) โดยมีรายละเอียดดังตารางที่ 5

ตารางที่ 5 หน่วยสมรรถนะคุณวุฒิวชิพที่มีความสัมพันธ์กัน

หมวดหมู่ : การปฏิบัติงานด้านระบบรับส่งคลื่นวิทยุสำหรับโทรศัพท์เคลื่อนที่	
ชั้น	หน่วยสมรรถนะ/รายละเอียดหน่วยสมรรถนะ/ความสัมพันธ์
5	<p>หน่วยสมรรถนะ : ติดตั้งระบบรับ-ส่งคลื่นวิทยุสำหรับโทรศัพท์เคลื่อนที่ ความต้องการด้านความรู้ ที่มีความสัมพันธ์ :</p> <ul style="list-style-type: none"> • ความรู้เกี่ยวกับสัญลักษณ์ทางไฟฟ้า, สัญลักษณ์ทางเรขาคณิต, สัญลักษณ์ทางเครื่องกล, สัญลักษณ์ทางวิศวกรรมสื่อสารโทรคมนาคม • ความรู้เกี่ยวกับศัพท์ทางด้านวิศวกรรมไฟฟ้า-สื่อสาร • ความรู้เกี่ยวกับมาตราส่วนในระบบเมตริก , มาตราส่วนในระบบ SI, ตัวเลขในระบบอารบิกและโรมัน , ระบบเลขฐาน ต่าง ๆ ที่จำเป็น • ความรู้เกี่ยวกับคุณลักษณะการทำงานของเครื่องรับ-ส่งคลื่นวิทยุสำหรับโทรศัพท์เคลื่อนที่ที่ทำการติดตั้ง • ความรู้เกี่ยวกับการตั้งค่าพารามิเตอร์ (Setup & Commissioning) เครื่องรับ-ส่งคลื่นวิทยุสำหรับโทรศัพท์เคลื่อนที่ • มีความรู้เกี่ยวกับสายอากาศ ที่ใช้ในระบบรับ-ส่งคลื่นวิทยุสำหรับโทรศัพท์เคลื่อนที่ที่ทำการติดตั้ง • ความรู้ทางภาคทฤษฎีในเนื้อหาเกี่ยวกับวิศวกรรมระบบรับ-ส่งคลื่นวิทยุสำหรับโทรศัพท์เคลื่อนที่ เช่นในการคำนวณความแรงของระดับสัญญาณที่ใช้งาน พิจารณาร่วมกับสถานที่หรือระยะทางที่ติดตั้งเครื่องรับและเครื่องส่ง
5	<ul style="list-style-type: none"> • ความรู้เกี่ยวกับคุณลักษณะของสายอากาศ • ความรู้เกี่ยวกับการใช้เครื่องมือวัดค่าความแรงของสัญญาณ Power meter/Spectrum Analyzer

หมวดหมู่ : การปฏิบัติงานด้านระบบรับส่งคลื่นวิทยุสำหรับโทรศัพท์เคลื่อนที่	
ชั้น	หน่วยสมรรถนะ/รายละเอียดหน่วยสมรรถนะ/ความสัมพันธ์
	<ul style="list-style-type: none"> • ความรู้เกี่ยวกับการคำนวณค่าความแรงของสัญญาณ • ความรู้ทางภาคทฤษฎีในเนื้อหาเกี่ยวกับวิศวกรรมระบบรับ-ส่งคลื่นวิทยุสำหรับโทรศัพท์เคลื่อนที่ เช่นในการคำนวณความแรงของระดับสัญญาณที่ใช้งาน พิจารณาร่วมกับสถานที่หรือระยะทางที่ติดตั้งเครื่องรับและเครื่องส่ง <p>หลักสูตรประกาศนียบัตรพนักงานวิทยุสมัครเล่นที่มีความสัมพันธ์ : ขั้นต้น ชั้นกลาง ขั้นสูง</p>
หมวดหมู่ : การปฏิบัติงานสื่อสารสัญญาณไมโครเวฟ	
5	<p>หน่วยสมรรถนะ : ติดตั้ง ระบบสื่อสารสัญญาณไมโครเวฟ</p> <p>ความต้องการด้านความรู้ ที่มีความสัมพันธ์ :</p> <ul style="list-style-type: none"> • ความรู้เกี่ยวกับสัญลักษณ์ทางไฟฟ้า, สัญลักษณ์ทางเรขาคณิต, สัญลักษณ์ทางวิศวกรรมสื่อสารโทรคมนาคม • ความรู้เกี่ยวกับศัพท์ทางด้านวิศวกรรมไฟฟ้า-สื่อสาร • ความรู้เกี่ยวกับมาตราส่วนในระบบเมตริก , มาตราส่วนในระบบ SI, ตัวเลขในระบบอารบิกและโรมัน , ระบบเลขฐาน ต่าง ๆ ที่จำเป็น • ความรู้เกี่ยวกับคุณลักษณะของสายอากาศ • ความรู้เกี่ยวกับการใช้เครื่องมือวัดค่าความแรงของสัญญาณ Power meter/Spectrum Analyzer • ความรู้เกี่ยวกับการคำนวณค่าความแรงของสัญญาณ <p>หลักสูตรประกาศนียบัตรพนักงานวิทยุสมัครเล่นที่มีความสัมพันธ์ : ขั้นต้น ชั้นกลาง ขั้นสูง</p>

เนื่องจากหน่วยสมรรถนะซึ่งเป็นองค์ประกอบกำหนดความรู้ความสามารถในแต่ละคุณวุฒิวิชาชีพนั้นมีด้วยกันหลายชั้นในคุณวุฒิวิชาชีพหนึ่ง ๆ จึงนำเสนอเฉพาะชั้นสูงสุด ซึ่งเป็นชั้นที่มีความรู้ความสามารถครอบคลุมในชั้นก่อนหน้านี้แล้ว

จากการพิจารณาพบว่าคุณวุฒิวิชาชีพ ทั้งสองหมวดหมู่นั้น มีข้อกำหนดความต้องการด้านความรู้ที่เกี่ยวข้องซึ่งมีความสัมพันธ์ และเป็นส่วนหนึ่งของหลักสูตรประกาศนียบัตรพนักงานวิทยุสมัครเล่นอยู่ด้วย

ขั้นตอนการขออนุญาตตั้งสถานีวิทยุสมัครเล่นเพื่อการศึกษาและการทดลองทางวิชาการ

การขออนุญาตตั้งสถานีวิทยุสมัครเล่นเพื่อการศึกษาและการทดลองทางวิชาการ อาจขอตั้งได้ทั้งในฐานะของ สถานศึกษา องค์กรวิทยุสมัครเล่น หรือ หน่วยงานอื่นใดที่มีความประสงค์จะตั้งสถานีวิทยุสมัครเล่นเพื่อการศึกษาโดยที่ไม่ขัดกับวัตถุประสงค์ของกิจการวิทยุสมัครเล่น

ผู้ขออนุญาตต้องทำหนังสือถึง เลขาธิการสำนักงาน กสทช. โดยต้องได้รับความยินยอมหรือเห็นชอบ จากองค์กรวิทยุสมัครเล่นในพื้นที่ที่ตั้งสถานีวิทยุสมัครเล่นฯ และ ต้องได้รับความยินยอมหรือเห็นชอบ จากสมาคมวิทยุสมัครเล่นแห่งประเทศไทย ในพระบรมราชูปถัมภ์ ในกรณีที่ตั้งสถานีวิทยุสมัครเล่นเพื่อการศึกษาและการทดลองวิชาการนั้น ๆ ต้องใช้ความถี่ซึ่งได้รับอนุญาตสำหรับผู้ที่ได้รับใบอนุญาตพนักงานวิทยุสมัครเล่นชั้นกลาง หรือชั้นสูง โดยการขออนุญาตนั้น จำเป็นต้องมีพนักงานวิทยุสมัครเล่นผู้ได้รับใบอนุญาตอย่างน้อย 1 คน เป็นผู้ควบคุมสถานีวิทยุสมัครเล่นเพื่อการศึกษาและการทดลองวิชาการนั้น

เมื่อได้รับการอนุญาตจาก สำนักงาน กสทช. ในการตั้งสถานีวิทยุสมัครเล่นเพื่อการศึกษาและการทดลองทางวิชาการเรียบร้อยแล้ว จะมีการกำหนดสัญญาณเรียกขานประจำสถานีวิทยุสมัครเล่น และให้ดำเนินการขออนุญาตตั้งสถานีวิทยุสมัครเล่นในส่วนที่เกี่ยวข้องกับเครื่องวิทยุคมนาคมต่อ สำนักงาน กสทช. ให้เรียบร้อยภายในเวลาที่กำหนด



ภาพที่ 4 ขั้นตอนการขออนุญาตตั้งสถานีวิทยุสมัครเล่นเพื่อการศึกษาและการทดลองทางวิชาการ

บทสรุป

ในการศึกษาครั้งนี้เป็นการศึกษาแนวทางการประยุกต์ใช้กิจการวิทยุสมัครเล่นเพื่อการศึกษาทางด้านวิศวกรรมไฟฟ้าสื่อสารในประเทศไทย จากการศึกษาพบว่า กิจการวิทยุสมัครเล่นในประเทศไทยได้รับอนุญาตให้ใช้ความถี่ครอบคลุมในหลายช่วงความถี่ จึงมีการใช้งานในหลายลักษณะ มีการติดต่อสื่อสารระหว่างกันในหลายรูปแบบ ทั้งในลักษณะของเสียง รหัสมอร์ส สัญญาณภาพ และสัญญาณข้อมูล รวมถึงดาวเทียมวิทยุสมัครเล่น การจัดการแข่งขัน และการสร้างอุปกรณ์ขึ้นเอง ทำให้ต้องมีความสนใจและมีความรู้ความ ต้องใช้ข้อเท็จจริงทางด้านวิศวกรรมไฟฟ้าสื่อสารในหลายแขนง ซึ่งมีความสัมพันธ์กับหลักสูตรทางด้านวิศวกรรมไฟฟ้าสื่อสารในระดับอุดมศึกษา สามารถนำกิจการวิทยุสมัครเล่นไปใช้ในการเรียนการสอน อันจะทำให้ผู้เรียนสามารถเข้าใจเนื้อหาบทเรียนได้รวดเร็วขึ้นจนสามารถนำไปประยุกต์เพื่อแก้ไขปัญหาทางด้านวิศวกรรมได้ ทั้งนี้ยังมีความสัมพันธ์กับมาตรฐานคุณวุฒิวิชาชีพซึ่งกำหนดความรู้ความสามารถของผู้ที่ประกอบวิชาชีพทางด้านวิศวกรรมโทรคมนาคมด้วย

อย่างไรก็ตามกิจการวิทยุสมัครเล่นจำเป็นต้องได้รับใบอนุญาต และต้องใช้ความถี่ในช่วงที่ได้รับอนุญาตในแต่ละชั้น โดยหน่วยงานควบคุมดูแลได้มีแนวทางการอนุญาตให้ตั้งสถานีในลักษณะที่เป็นการศึกษาหรือการทดลองทางวิชาการได้ รวมถึงต้องปฏิบัติตามข้อกำหนดในการสร้างเครื่องวิทยุคมนาคมและอุปกรณ์วิทยุคมนาคมให้เป็นไปตามกฎหมายทางวิทยุคมนาคมและระเบียบที่เกี่ยวข้องอื่น ๆ

เอกสารอ้างอิง

- คณะวิศวกรรมศาสตร์. (2552). *หลักสูตรวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต สาขาวิชาวิศวกรรมไฟฟ้า* (หลักสูตรปรับปรุง พ.ศ.2552). กรุงเทพฯ: มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์.
- ประกาศคณะกรรมการกิจการกระจายเสียง กิจการโทรทัศน์ และกิจการโทรคมนาคมแห่งชาติ เรื่องหลักเกณฑ์การอนุญาตและกำกับดูแลกิจการวิทยุสมัครเล่น พ.ศ. 2557. (2557, 23 กรกฎาคม). *ราชกิจจานุเบกษา*. เล่มที่ 131 ตอนพิเศษ 137 ง. หน้า 18-27.
- ประกาศคณะกรรมการบริหารสถาบันคุณวุฒิวิชาชีพ เรื่อง การกำหนดสาขาวิชาชีพที่ได้รับประกาศนียบัตรคุณวุฒิวิชาชีพ พ.ศ. 2557. (2557, 28 กุมภาพันธ์). *ราชกิจจานุเบกษา*. เล่มที่ 131 ตอนพิเศษ 40 ง. หน้า 18-20.
- ประกาศสำนักงานคณะกรรมการกิจการกระจายเสียง กิจการโทรทัศน์ และกิจการโทรคมนาคมแห่งชาติ เรื่องการยกเลิกสัญญาเรียกขานของพนักงานวิทยุสมัครเล่น. (2558). กรุงเทพฯ: สำนักงานคณะกรรมการกิจการกระจายเสียง กิจการโทรทัศน์ และกิจการโทรคมนาคมแห่งชาติ.
- พระราชกฤษฎีกาจัดตั้งสถาบันคุณวุฒิวิชาชีพ (องค์การมหาชน) พ.ศ. 2554. (2554, 25 มีนาคม). *ราชกิจจานุเบกษา*. เล่มที่ 128 ตอนพิเศษ 21 ก. หน้า 5-22.
- พระราชบัญญัติวิทยุคมนาคม พ.ศ. 2498. (2498, 8 กุมภาพันธ์). *ราชกิจจานุเบกษา*. เล่มที่ 208 ตอน 11. หน้า 208.
- American Radio Relay League. (2021). *IARU Member-Societies Ratify New Officers, and Vote to Admit New Members*. Retrieved from <http://www.arrl.org/>