# เอกสารเพิ่มเติม รายงานฉบับสมบูรณ์

## โครงการวิจัยและพัฒนาชุดทดสอบคุณภาพสัญญาณ

## คลื่นความถี่วิทยุกระจายเสียงตามแนวชายแดน

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

# สารบัญ

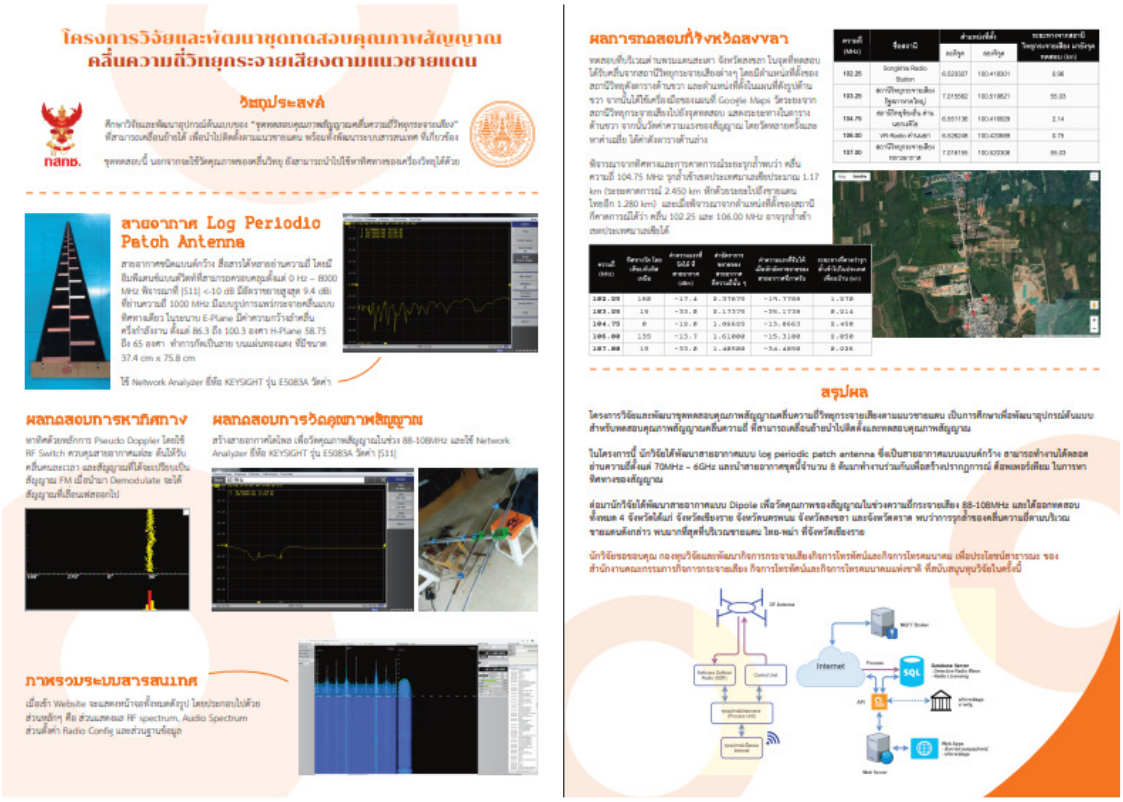
**ภาคผนวก**

ภาคผนวกที่ 5. เอกสารเผยแพร่ 7
ภาคผนวกที่ 6. สื่อดิจิตัล 11
ภาคผนวกที่ 7. คู่มือการใช้งาน 13

# ภาคผนวก

# ภาคผนวกที่ 5. เอกสารเผยแพร่

ได้เผยแพร่เอกสาร ในการประชุมวิชาการ The 15th National Conference on Computing and Information Technology ณ . โรงแรมอโนมา แกรนด์ กรุงเทพฯ นำเสนอผลงานวันที่ 5 กรกฎาคม 2562 โดยเอกสารเป็น เอกสารขนาด A4 พิมพ์สี ลงกระดาษอาร์ทมัน พิมพ์หน้าหลัง โดยมีตัวอย่างเอกสารดังรูป และได้แนบตัวอย่าง เอกสารในหน้าถัดไป



# โครงการวิจัยและพัฒนาชุดทดสอบคุณภาพสัญญาณคลื่นความถี่วิทยุกระจายเสียงตามแนวชายแดน

กสทช.

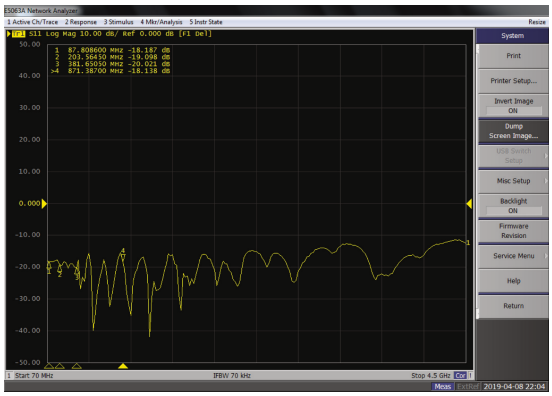
## วัตถุประสงค์

ศึกษาวิจัยและพัฒนาอุปกรณ์ต้นแบบของ *“ชุดทดสอบคุณภาพสัญญาณคลื่นความถี่วิทยุกระจายเสียง”* ที่สามารถเคลื่อนย้ายได้ เพื่อนำไปติดตั้งตามแนวชายแดน พร้อมทั้งพัฒนาระบบสารสนเทศ ที่เกี่ยวข้อง

ชุดทดสอบนี้ นอกจากจะใช้วัดคุณภาพของคลื่นวิทยุ ยังสามารถนำไปใช้หาทิศทางของเครื่องวิทยุได้ด้วย

## สายอากาศ Log Periodic Patch Antenna

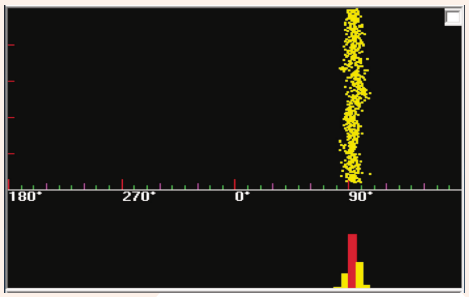
สายอากาศชนิดแบนด์กว้าง สื่อสารได้หลายย่านความถี่ โดยมีอิมพีแดนซ์แบนด์วิดท์ที่สามารถครอบคลุมตั้งแต่ 0 Hz – 8000 MHz พิจารณาที่ |S11| <-10 dB มีอัตราขยายสูงสุด 9.4 dBi ที่ย่านความถี่ 1000 MHz มีแบบรูปการแพร่กระจายคลื่นแบบทิศทางเดียว ในระนาบ E-Plane มีค่าความกว้างลำคลื่นครึ่งกำลังงาน ตั้งแต่ 86.3 ถึง 100.3 องศา H-Plane 58.75 ถึง 65 องศา ทำการกัดเป็นลาย บนแผ่นทองแดง ที่มีขนาด 37.4 cm x 75.8 cm



ใช้ Network Analyzer ยี่ห้อ KEYSIGHT รุ่น E5083A วัดค่า

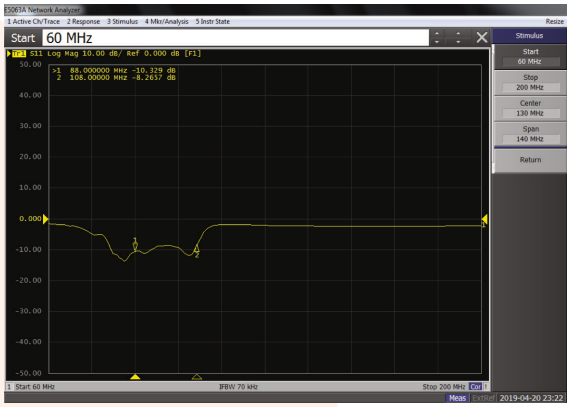
## ผลทดสอบการหาทิศทาง

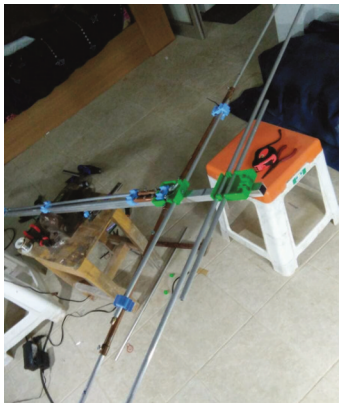
หาทิศด้วยหลักการ Pseudo Doppler โดยใช้ RF Switch ควบคุมสายอากาศแต่ละ ต้นให้รับคลื่นคนละเวลา และสัญญาณที่ได้จะเปรียบเป็นสัญญาณ FM เมื่อนำมา Demodulate จะได้สัญญาณที่เลื่อนเฟสออกไป




## ผลทดสอบการวัดคุณภาพสัญญาณ

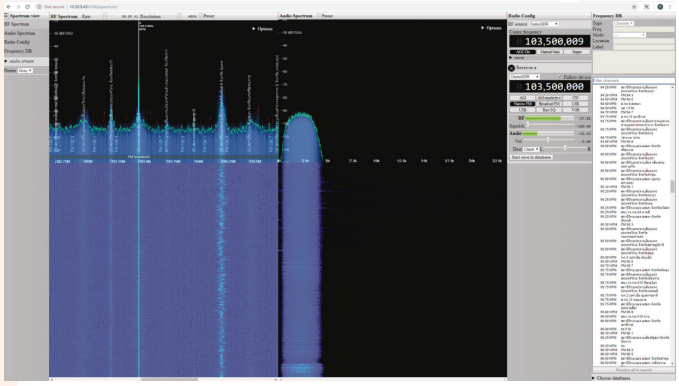
สร้างสายอากาศไดโพล เพื่อวัดคุณภาพสัญญาณในช่วง 88-108MHz และใช้ Network Analyzer ยี่ห้อ KEYSIGHT รุ่น E5083A วัดค่า |S11|



## ภาพรวมระบบสารสนเทศ

เมื่อเข้า Website จะแสดงหน้าจอทั้งหมดดังรูป โดยประกอบไปด้วยส่วนหลักๆ คือ ส่วนแสดงผล RF spectrum, Audio Spectrum ส่วนตั้งค่า Radio Config และส่วนฐานข้อมูล



## ผลการทดสอบที่จังหวัดสงขลา

ทดสอบที่บริเวณด่านพรมแดนสะเดา จังหวัดสงขลา ในจุดที่ทดสอบได้รับคลื่นจากสถานีวิทยุกระจายเสียงต่างๆ โดยมีตำแหน่งที่ตั้งของสถานีวิทยุดังตารางด้านขวา และตำแหน่งที่ตั้งในแผนที่ดังรูปด้านขวา จากนั้นได้ใช้เครื่องมือของแผนที่ Google Maps วัดระยะจากสถานีวิทยุกระจายเสียงไปยังจุดทดสอบ แสดงระยะทางในตารางด้านขวา จากนั้นวัดค่าความแรงของสัญญาณ โดยวัดหลายครั้งและหาค่าเฉลี่ย ได้ค่าดังตารางด้านล่าง

| ความถี่ (MHz) | ชื่อสถานี | ตำแหน่งที่ตั้ง | | ระยะทางจากสถานีวิทยุกระจายเสียง มายังจุดทดสอบ (km) |
|---|---|---|---|---|
| | | ละติจูด | ลองจิจูด | |
| 102.25 | Songkhla Radio Station | 6.523327 | 100.418301 | 0.96 |
| 103.25 | สถานีวิทยุกระจายเสียงรัฐสภาหาดใหญ่ | 7.015562 | 100.519821 | 55.03 |
| 104.75 | สถานีวิทยุท้องถิ่น ด่านนอกเรดิโอ | 6.551136 | 100.416929 | 2.14 |
| 106.00 | VR-Radio ด่านนอก | 6.526248 | 100.420689 | 0.75 |
| 107.00 | สถานีวิทยุกระจายเสียงทหารอากาศ | 7.016155 | 100.520306 | 55.03 |

พิจารณาจากทิศทางและการคาดการณ์ระยะรุกล้ำพบว่า คลื่นความถี่ 104.75 MHz รุกล้ำเข้าเขตประเทศมาเลเซียประมาณ 1.17 km (ระยะคาดการณ์ 2.450 km หักด้วยระยะไปถึงชายแดนไทยอีก 1.280 km) และเมื่อพิจารณาจากตำแหน่งที่ตั้งของสถานีก็คาดการณ์ได้ว่า คลื่น 102.25 และ 106.00 MHz อาจรุกล้ำเข้าเขตประเทศมาเลเซียได้

| ความถี่ (MHz) | ทิศทางวัด โดยเทียบกับทิศเหนือ | ค่าความแรงที่วัดได้ ที่สายอากาศ (dBm) | ค่าอัตราการขยายของสายอากาศที่ความถี่นั้น ๆ | ค่าความแรงที่รับได้เมื่อหักอัตราขยายของสายอากาศที่ภาครับ | ระยะทางที่คาดว่ารุกล้ำเข้าไปในประเทศเพื่อนบ้าน (km) |
|---|---|---|---|---|---|
| 102.25 | 180 | -17.4 | 2.37875 | -19.7788 | 1.270 |
| 103.25 | 15 | -33.0 | 2.17375 | -35.1738 | 0.214 |
| 104.75 | 0 | -12.0 | 1.86625 | -13.8663 | 2.450 |
| 106.00 | 135 | -13.7 | 1.61000 | -15.3100 | 2.050 |
| 107.00 | 15 | -33.0 | 1.40500 | -34.4050 | 0.226 |

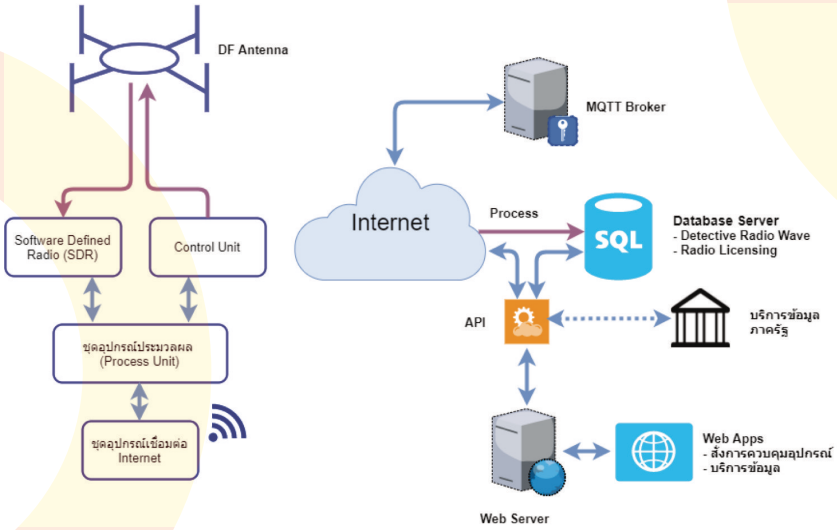
## สรุปผล

โครงการวิจัยและพัฒนาชุดทดสอบคุณภาพสัญญาณคลื่นความถี่วิทยุกระจายเสียงตามแนวชายแดน เป็นการศึกษาเพื่อพัฒนาอุปกรณ์ต้นแบบสำหรับทดสอบคุณภาพสัญญาณคลื่นความถี่ ที่สามารถเคลื่อนย้ายนำไปติดตั้งและทดสอบคุณภาพสัญญาณ

ในโครงการนี้ นักวิจัยได้พัฒนาสายอากาศแบบ log periodic patch antenna ซึ่งเป็นสายอากาศแบบแบนด์กว้าง สามารถทำงานได้ตลอดย่านความถี่ตั้งแต่ 70MHz – 6GHz และนำสายอากาศชุดนี้จำนวน 8 ต้นมาทำงานร่วมกันเพื่อสร้างปรากฏการณ์ ด็อพเพอร์เทียม ในการหาทิศทางของสัญญาณ

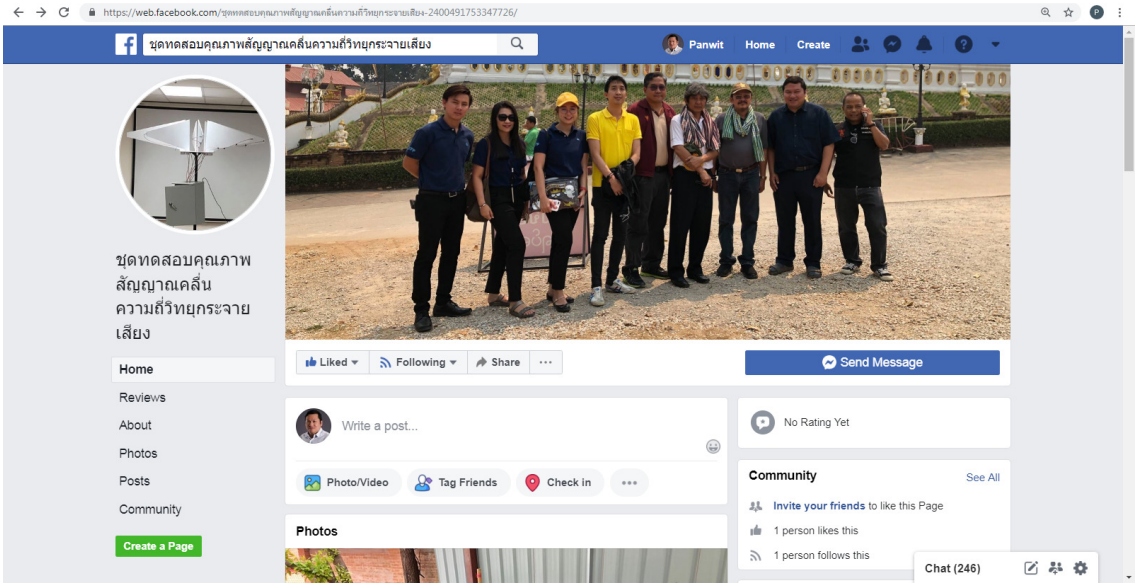
ต่อมานักวิจัยได้พัฒนาสายอากาศแบบ Dipole เพื่อวัดคุณภาพของสัญญาณในช่วงความถี่กระจายเสียง 88-108MHz และได้ออกทดสอบทั้งหมด 4 จังหวัดได้แก่ จังหวัดเชียงราย จังหวัดนครพนม จังหวัดสงขลา และจังหวัดตราด พบว่าการรุกล้ำของคลื่นความถี่ตามบริเวณชายแดนดังกล่าว พบมากที่สุดที่บริเวณชายแดน ไทย-พม่า ที่จังหวัดเชียงราย

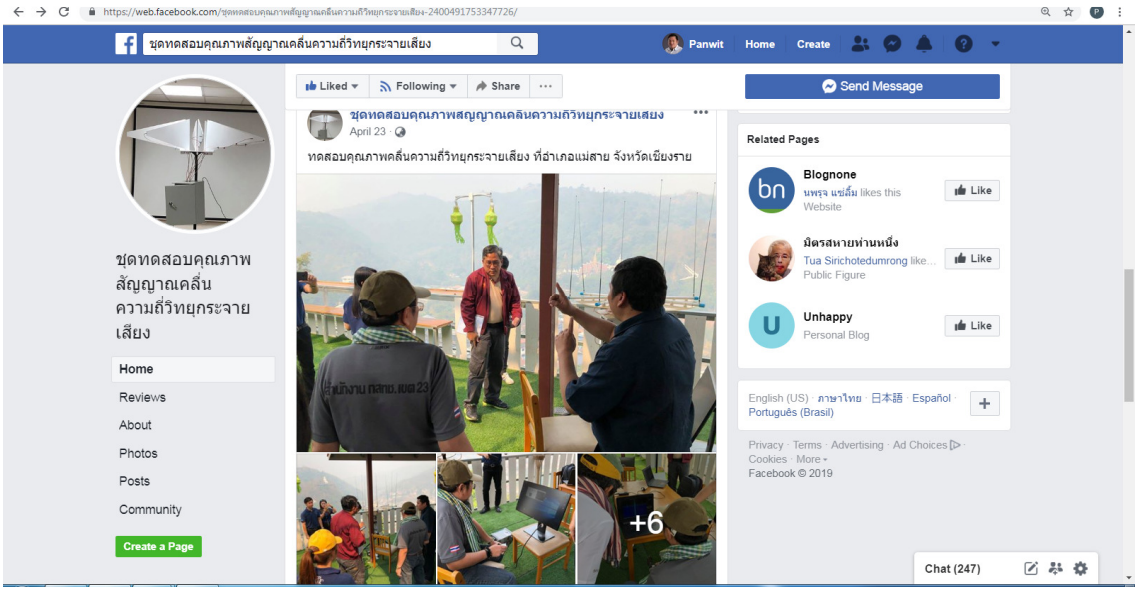
นักวิจัยขอขอบคุณ กองทุนวิจัยและพัฒนากิจการกระจายเสียงกิจการโทรทัศน์และกิจการโทรคมนาคม เพื่อประโยชน์สาธารณะ ของสำนักงานคณะกรรมการกิจการกระจายเสียง กิจการโทรทัศน์และกิจการโทรคมนาคมแห่งชาติ ที่สนับสนุนทุนวิจัยในครั้งนี้

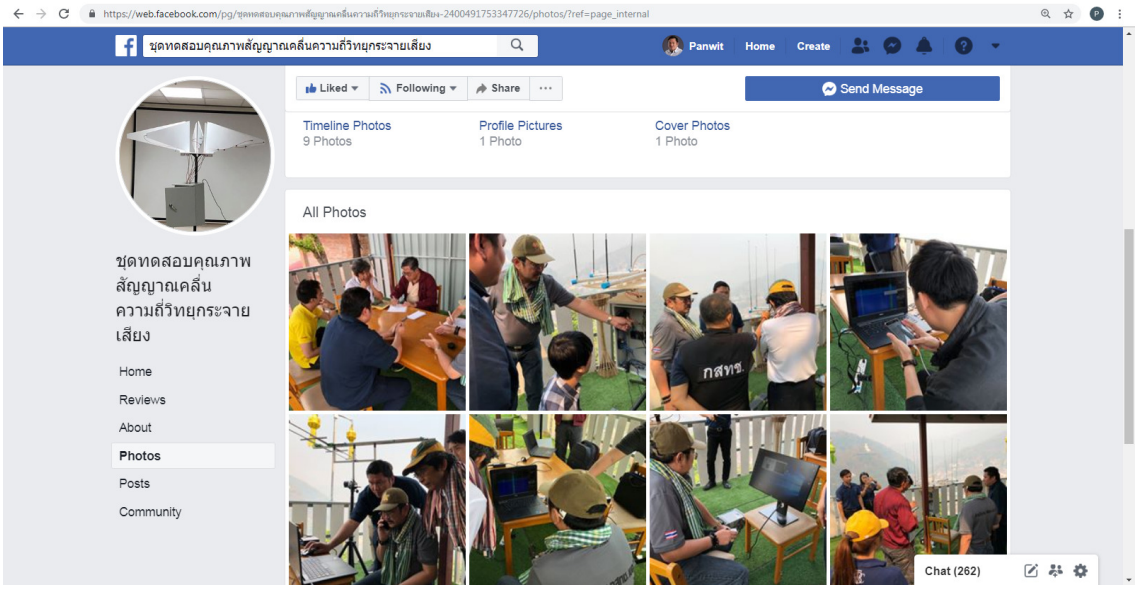


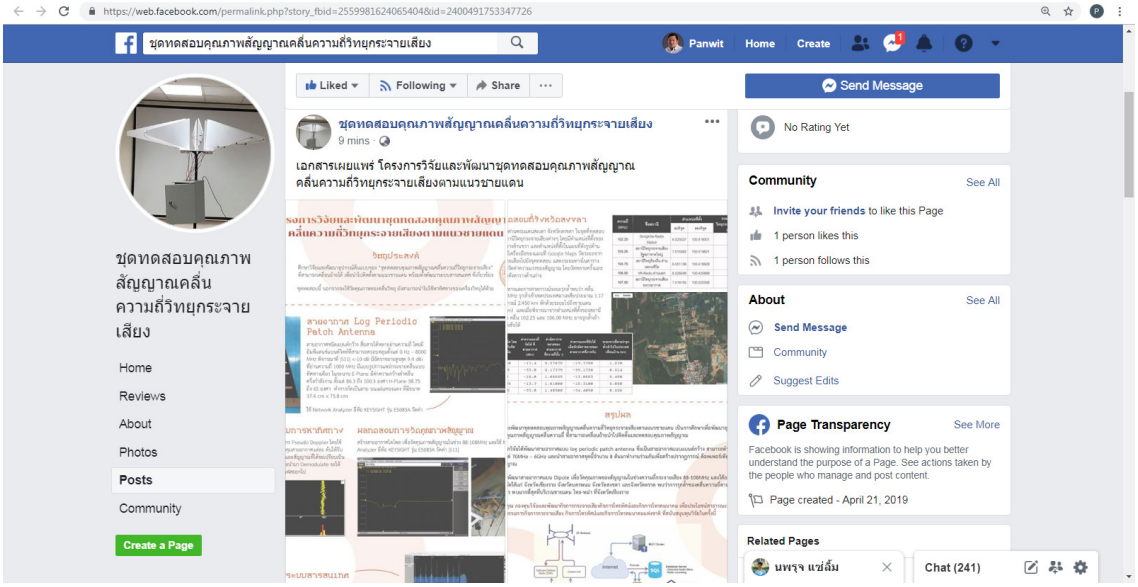
# ภาคผนวกที่ 6. สื่อดิจิตัล

ได้เผยแพร่กิจกรรมต่างๆ ใน facebook pages ชื่อ ชุดทดสอบคุณภาพสัญญาณคลื่นความถี่วิทยุกระจายเสียง โดยมีตัวอย่างเพจดังรูป




https://web.facebook.com/pg/ชุดทดสอบคุณภาพสัญญาณเคลื่อนความถี่วิทยุกระจายเสียง-2400491753347726/photos/?ref=page_internal
ชุดทดสอบคุณภาพสัญญาณเคลื่อนความถี่วิทยุกระจายเสียง
Panwit
Home
Create
Liked
Following
Share
Send Message
Timeline Photos
9 Photos
Profile Pictures
1 Photo
Cover Photos
1 Photo
All Photos
ชุดทดสอบคุณภาพสัญญาณเคลื่อนความถี่วิทยุกระจายเสียง
Home
Reviews
About
Photos
Posts
Community
Chat (262)


https://web.facebook.com/permalink.php?story_fbid=2559981624065404&id=2400491753347726
ชุดทดสอบคุณภาพสัญญาณเคลื่อนความถี่วิทยุกระจายเสียง
Panwit
Home
Create
Liked
Following
Share
Send Message
ชุดทดสอบคุณภาพสัญญาณเคลื่อนความถี่วิทยุกระจายเสียง
9 mins
เอกสารเผยแพร่ โครงการวิจัยและพัฒนาชุดทดสอบคุณภาพสัญญาณ
คลื่นความถี่วิทยุกระจายเสียงตามแนวชายแดน
No Rating Yet
Community
See All
Invite your friends to like this Page
1 person likes this
1 person follows this
About
See All
Send Message
Community
Suggest Edits
Page Transparency
See More
Facebook is showing information to help you better understand the purpose of a Page. See actions taken by the people who manage and post content.
Page created - April 21, 2019
Related Pages
ชุดทดสอบคุณภาพสัญญาณเคลื่อนความถี่วิทยุกระจายเสียง
Home
Reviews
About
Photos
Posts
Community
Create a Page
Chat (241)

# ภาคผนวกที่ 7. คู่มือการใช้งาน

ได้จัดทำคู่มือการใช้งาน ดังรูป และได้จัดพิมพ์คู่มือการใช้งานแนบมากับเอกสารนี้

คู่มือการใช้งานอุปกรณ์

ส่วนที่หนึ่ง การประกอบอุปกรณ์

1. นำขาตั้งออกมากาง

2. นำชุดกล่องอุปกรณ์ควบคุม มาสวมลงไปจากทางด้านบน ดังรูป

3. นำฐานรองรับสายอากาศมาประกอบที่ด้านบน และทำการขันนอต ดังรูป

4. นำสายอากาศ Log Periodic มาประกอบลงในช่องที่ถูกเตรียมไว้ และขันนอตยึดให้สายอากาศมั่นคง

5. นำสายสัญญาณ RG-142 มาร้อยผ่านฐานยึด แล้วนำมาเชื่อมต่อกับสายอากาศ Log Periodic และเก็บสายเข้ากับตัวยึดสาย เพื่อความสวยงาม

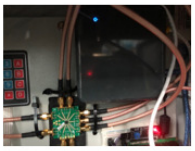
6. ทำขั้นตอนที่ 4-5 จนติดตั้งสายอากาศครบทั้ง 8 ต้น ดังรูป

7. ทำการเสียบสายไฟ ให้เครื่องสำรองไฟฟ้า (UPS)

8. ทำการเปิดเครื่องสำรองไฟฟ้า (UPS) โดยการกดปุ่มสีเงินที่อยู่ด้านหน้าของเครื่องสำรองไฟฟ้า สามารถใช้นิ้วกดปุ่มได้ หากไม่ถนัดสามารถเลื่อนเครื่องสำรองไฟฟ้าออกมาเล็กน้อยเพื่อเปิดเครื่องได้ จากนั้นให้ทำการเลื่อนเก็บเข้าที่เดิม โดยระวังอย่าให้ทับสายสัญญาณที่อยู่ด้านใน

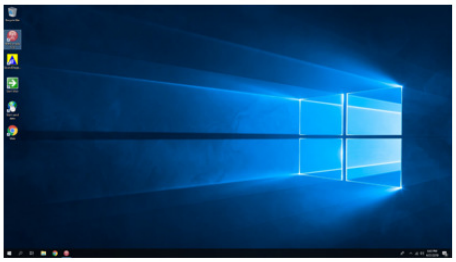
9. ทำการเปิดเครื่องควบคุมตัวที่ 1 โดยการกดปุ่ม ⏻ ที่อยู่ด้านล่าง 1 ครั้ง ไฟแสดงสถานะจะเปลี่ยนเป็นสีฟ้า

10. ทำการเปิดเครื่องควบคุมตัวที่ 2 โดยการกดปุ่ม ⏻ ที่อยู่ด้านหน้า 1 ครั้ง ไฟแสดงสถานะจะเปลี่ยนเป็นสีฟ้า

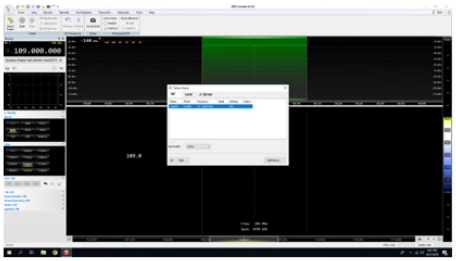


**ส่วนที่สอง การตั้งค่าเริ่มต้นให้กับโปรแกรม**

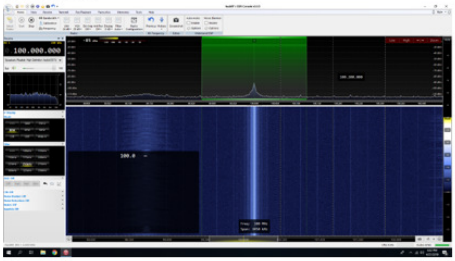
1. เปิดโปรแกรม “SDRConsole(V3)”



2. กดปุ่ม “Start”

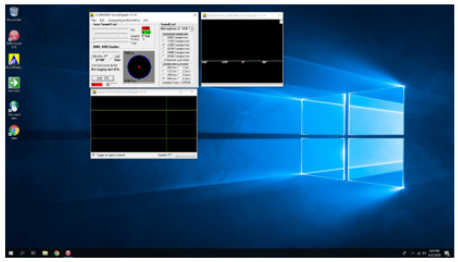


3. เลือกความถี่ที่ต้องการ

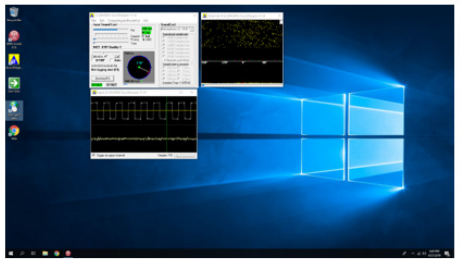


4. เปิดโปรแกรม “SoundDoppler”

5. กดปุ่ม “Start”

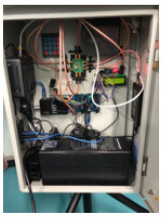


6. จากกราฟ Waterfall นั้นจะเห็นได้ว่าความถองคาที่วัดได้นั้นจะเลื่อนอยู่ตลอดเวลา เพราะความถี่ของอุปกรณ์นั้นยังไม่เท่ากัน จึงต้องทำการปรับค่าความถี่ โดยดูจากแนวโน้มของกราฟแสดงองคา หากมีการเลื่อนไปทาง “ขวา” (องคาเพิ่มขึ้นเรื่อย ๆ) ให้ปรับความถี่ของอุปกรณ์ “ลดลง” และ หากมีการเลื่อนไปทาง “ซ้าย” (องคาลดลงเรื่อย ๆ) ให้ปรับความถี่ของอุปกรณ์ “เพิ่มขึ้น” แล้วสังเกตการณ์เปลี่ยนแปลงของเส้นองคา จนเส้นเป็นเส้นตรงองคาไม่เปลี่ยนแปลง

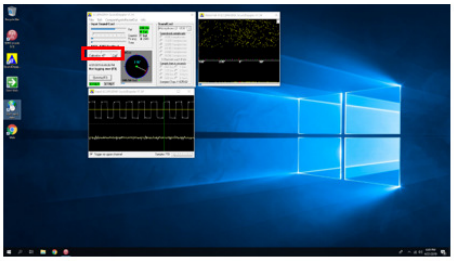


การเปลี่ยนแปลงความสี่ของอุปกรณ์ต้องปรับในกล่องควบคุม Directional Finder โดยในกล่องจะมีหน้าจอ LCD สำหรับแสดงค่าความสี่ปัจจุบันของอุปกรณ์ และมี NumPad เป็นอุปกรณ์สำหรับปรับค่าความสี่ โดยที่ NumPad จะปรับค่าได้ตามตารางนี้

| ปุ่ม | ความความสี่ที่เปลี่ยนแปลงต่อการกด 1 ครั้ง |
|---|---|
| # | +1000 |
| A | +100 |
| B | +10 |
| C | -10 |
| D | -100 |
| * | -1000 |

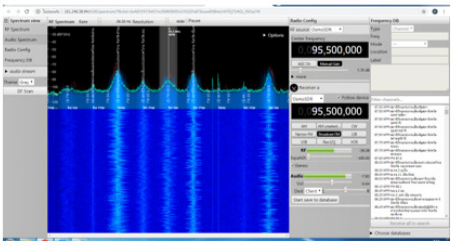


7. ปรับมุมให้ตรงกับมุมอ้างอิง โดยการเลื่อนแถบปรับค่าแนวนอน (horizontal scroll bar) เป็นการ Calibrate มุมที่จะวัด



**ส่วนที่สาม การใช้งานผ่านระบบสารสนเทศ**

1. เปิด Browser แล้วพิมพ์ URL ดังนี้ http://161.246.38.94:8100/spectrum/ จะปรากฏหน้าจอดังรูป




เมื่อต้องการดูความแรงของสัญญาณ ที่ความสี่ใด ก็สามารถแก้ไขค่าความสี่ ให้ตรงกับความต้องการได้ โดยพิมพ์ความสี่ที่ต้องการได้