ระบบตรวจจับสัญญาณรบกวนจีเอ็นเอสเอส

GNSS JAMMING INTERFERENCE DETECTION SYSTEM

โดย

นางสาวชญาภา พริ้มพลาย

นายชยธร ชัชวาลหิรัญ

นายธนากร ผดุงเวียง

ปริญญานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต

ภาควิชาวิศวกรรมโทรคมนาคม

คณะวิศวกรรมศาสตร์

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

ปีการศึกษา 2565

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ระบบตรวจจับสัญญาณรบกวนจีเอ็นเอสเอส

GNSS JAMMING INTERFERENCE DETECTION SYSTEM

โดย

นางสาวชญาภา	พริ้มพลาย	62010146
นายชยธร	ชัชวาลหิรัญ	62010167
นายธนากร	ผดุงเวียง	62010383

อาจารย์ที่ปรึกษา

ศ.ดร.พรชัย ทรัพย์นิธิ

ผศ.ดร.เวธิต ภาคย์พิสุทธิ์

ปริญญานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต

ภาควิชาวิศวกรรมโทรคมนาคม

คณะวิศวกรรมศาสตร์

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

ปีการศึกษา 2565

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ปริญญานิพนธ์ปีการศึกษา 2565

ภาควิชาวิศวกรรมโทรคมนาคม

คณะวิศวกรรมศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

เรื่อง ระบบตรวจจับสัญญาณรบกวนจีเอ็นเอสเอส

GNSS JAMMING INTERFERENCE DETECTION SYSTEM

ผู้จัดทำ

1. นางสาวชญาภา พริ้มพลาย 62010146
2. นายชยธร ชัชวาลหิรัญ 62010167
3. นายธนากร ผดุงเวียง 62010383

P. Supnithi ..... **อาจารย์ที่ปรึกษา**

(ศ.ดร.พรชัย ทรัพย์นิธิ)

..... **อาจารย์ที่ปรึกษาร่วม**

(ผศ.ดร.เวธิต ภาคย์พิสุทธิ์)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กิตติกรรมประกาศ

ปริญญานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จลุล่วงไปด้วยความช่วยเหลือจากอาจารย์ที่ปรึกษาและผู้ที่ให้คำปรึกษาท่านอื่น ๆ ทางผู้จัดทำต้องขอขอบคุณ ศ.ดร.พรชัย ทรัพย์นิธิ และ ผศ.ดร.เวธิต ภาคย์พิสุทธิ์ ซึ่งเป็นอาจารย์ที่ปรึกษาปริญญานิพนธ์นี้ ที่ให้คำปรึกษาเรื่องต่าง ๆ ของปริญญานิพนธ์นี้ ท่านได้ให้คำแนะนำและชี้แนะแนวคิด รวมถึงวิธีการแก้ปัญหาต่างๆ ที่เกิดขึ้นระหว่างการดำเนินการและสนับสนุนให้ต่อยอดปริญญานิพนธ์ในการศึกษาถัดไป ต้องขอบคุณนักศึกษาปริญญาเอก นายจิรภูมิ บุตรโท และนักศึกษาปริญญาโท ที่คอยควบคุม ดูแล แนะนำการใช้อุปกรณ์ให้การทำปริญญานิพนธ์นี้สำเร็จไปอย่างลุล่วง

สุดท้ายนี้ ผู้จัดทำขอขอบคุณบิดา มารดา และครอบครัว ที่ให้โอกาสทางการศึกษา และขอขอบคุณผู้ที่เกี่ยวข้องทุกท่านที่อาจจะไม่ได้กล่าวถึงในข้างต้นที่ให้การสนับสนุน และให้ความช่วยเหลือด้วยดีเสมอมา

นางสาวชญาภา พริ้มพลาย
นายชยธร ชัชวาลหิรัญ
นายธนากร ผดุงเวียง
ผู้จัดทำ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ระบบตรวจจับสัญญาณรบกวนจีเอ็นเอสเอส
GNSS JAMMING INTERFERENCE DETECTION SYSTEM

โดย นางสาวชญาภา พริ้มพลาย 62010146
นายชยธร ชัชวาลหิรัญ 62010167
นายธนากร ผดุงเวียง 62010383

อาจารย์ที่ปรึกษา ศ.ดร.พรชัย ทรัพย์นิธิ
อาจารย์ที่ปรึกษาร่วม ผศ.ดร.เวธิต ภาคย์พิสุทธิ์

บทคัดย่อ

ในประเทศไทยมีสถานีฐานมากกว่า 200 แห่งที่ให้บริการเกี่ยวกับการระบุตำแหน่งและมาตรฐานการวัด เช่น เวลา และความถี่ เป็นต้น และเนื่องจากสถานีฐานแต่ละแห่งมีการใช้งานระบบระบุตำแหน่งโดยที่ข้อมูลที่ได้สามารถนำไปใช้ประโยชน์ได้หลากหลาย รวมถึงสามารถต่อยอดใช้ในงานพัฒนาประเทศที่สำคัญต่าง ๆ ซึ่งต้องคำนึงถึงความปลอดภัยของข้อมูลเป็นอย่างมาก ดังนั้นถ้าหากสถานีฐานที่สำคัญในประเทศนั้นถูกรบกวนสัญญาณจากเครื่องรบกวนสัญญาณต่าง ๆ จากภายนอก ไปรบกวนการทำงานหรือหยุดการทำงานของจีเอ็นเอสเอส ซึ่งอาจส่งผลให้เกิดข้อบกพร่องในการทำงานของสถานีฐานนั้น ๆ ดังนั้นปริญญานิพนธ์ฉบับนี้จึงจัดทำขึ้นโดยมีวัตถุประสงค์เพื่อ ตรวจจับสัญญาณรบกวนต่อเครื่องรับจีเอ็นเอสเอสให้กับสถานีฐาน และมอนิเตอร์ระบบตรวจจับสัญญาณรบกวนแต่ละสถานีด้วย GUI และทั้งหมดนี้ เพื่อแก้ไขปัญหาดังกล่าวโดยระบบตรวจจับสัญญาณรบกวนจีเอ็นเอสเอส

ABSTRACT

There are more than 200 base stations in Thailand that provide positioning services and measurement standards such as time and frequency, etc.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Due to each base stations are equipped with a positioning system where data can be used for a variety of purposes. Including being able to apply to use in various important country development works which must take into the security of data. Therefore, if base stations is interfered with the signal from various interference signals from outside to interfere with or stop the GNSS operation, which may result in defects in the operation of that base station. Therefore, this thesis is intended to detect jamming signal to GNSS receivers for base stations and monitor each station jamming interference system with Graphics user interface. This all-in order to resolve such problems by GNSS jamming interference and detection system.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ

		หน้า
กิตติกรรมประกาศ		I
บทคัดย่อ		II
สารบัญ		III
สารบัญรูป		V
สารบัญตาราง		VI
บทที่ 1	**บทนำ**	**1**
	1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา	1
	1.2 วัตถุประสงค์	2
	1.3 ขอบเขตของปริญญานิพนธ์	2
บทที่ 2	**ทฤษฎีและหลักการที่เกี่ยวข้อง**	**3**
	2.1 ระบบจีเอ็นเอสเอส	3
	2.2 สัญญาณรบกวน	4
	2.3 RTL-SDR Dongle	4
	2.4 คอมพิวเตอร์ PC ขนาดเล็ก (NUC)	6
	2.5 ภาษาไพธอน	7
	2.5.1 ส่วนประกอบในการทำงานของภาษาไพธอน	8
	2.5.2 ข้อดีของภาษาไพธอน	8
	2.6 ส่วนติดต่อผู้ใช้งานแบบกราฟิก หรือ GUI (Graphic User Interface)	9
	2.6.1 PyQt5	9
	2.6.2 Qt Designer	10
	2.7 การแจ้งเตือนไลน์ (Line Notify)	12
	2.8 กล้องไอพี (IP Camera)	14
	2.9 GNSS Splitter	16

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ (ต่อ)

		หน้า
	2.10 โมดูลเครื่องรับสัญญาณจีเอ็นเอสเอส 1 ความถี่ U-blox รุ่น NEO-M8T	17
	2.11 MySQL Database	19
	2.12 เสาอากาศ AN-105L-GNSS	20
บทที่ 3	**การออกแบบและการจัดทำปริญญานิพนธ์**	**22**
	3.1 การออกแบบ	22
	3.1.1 การออกแบบระบบตรวจจับสัญญาณรบกวนจีเอ็นเอสเอส	24
	3.1.2 การออกแบบระบบจัดเก็บฐานข้อมูล	49
	3.1.3 การออกแบบส่วนติดต่อผู้ใช้งานแบบกราฟิกให้รองรับและสอดคล้องกับระบบ	63
	3.1.4 การออกแบบโครงสร้างกล่องและเชื่อมต่ออุปกรณ์ของระบบตรวจจับสัญญาณรบกวน	77
	3.2 เครื่องมือที่ใช้ในการทดลอง	79
	3.3 การจัดเก็บผลการทดลอง	80
	3.3.1 การทดสอบการทำงานของระบบตรวจจับสัญญาณรบกวนจีเอ็นเอสเอส	80
	3.3.2 การทดสอบการทำงานของหน้าต่างแสดงผลของส่วนติดต่อผู้ใช้งานแบบกราฟิก	80
	3.3.3 การทดสอบติดตั้งระบบทั้งหมดและหาข้อผิดพลาดของระบบ	81
บทที่ 4	**ผลการทดลอง**	**82**
	4.1 ผลการทดสอบการทำงานของระบบตรวจจับสัญญาณรบกวนจีเอ็นเอสเอส	82

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ (ต่อ)

	หน้า
4.1.1 ผลการทดสอบการรับสัญญาณย่านความถี่ L1, L2 และ L5 ของเสาอากาศ AN-105L-GNSS	82
4.1.2 ผลการทดสอบรับสัญญาณจีเอ็นเอสเอสจากโมดูลเครื่องรับจีเอ็นเอสเอส 1 ความถี่ U-BLOX รุ่น NEO-M8T	85
4.1.3 ผลการทดสอบระยะรับสัญญาณรบกวนของเสาอากาศ AN-105L-GNSS	89
4.1.4 ผลการทดสอบการแจ้งเตือนผ่าน Line Notify	95
4.1.5 ผลการวิเคราะห์ข้อมูลจากสถานีที่ได้ไปติดตั้ง	97
4.2 ผลการทดสอบการทำงานของหน้าต่างแสดงผลส่วนติดต่อผู้ใช้งานแบบกราฟิก	102
4.2.1 ผลการทดสอบการทำงานของหน้าต่างแสดงผล Main	102
4.2.2 ผลการทดสอบการทำงานของหน้าต่างแสดงผล Overview	105
4.2.3 ผลการทดสอบการทำงานของหน้าต่างแสดงผล Latest Spectrum	106
4.2.4 ผลการทดสอบการทำงานของหน้าต่างแสดงผล Report	108
4.2.5 ผลการทดสอบการทำงานของหน้าต่างแสดงผล Power Statistics	109
4.2.6 ผลการทดสอบการทำงานของหน้าต่างแสดงผล Type of Jamming	111
4.2.7 ผลการทดสอบการทำงานของหน้าต่างแสดงผล IP Camera (Latest Footage)	112
4.2.8 ผลการทดสอบดาวน์โหลดข้อมูลด้วยส่วนติดต่อผู้ใช้งานแบบกราฟิกของผู้ใช้งาน	113
4.3 ผลการติดตั้งกล่องอุปกรณ์ของระบบตรวจจับสัญญาณรบกวน	116

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ (ต่อ)

		หน้า
บทที่ 5	**สรุปผลและข้อเสนอแนะ**	**119**
	5.1 สรุปผล	119
	5.2 ข้อเสนอแนะ	119
บรรณานุกรม		**120**
ภาคผนวก	คำสั่งหลักของระบบตรวจจับสัญญาณรบกวนจีเอ็นเอสเอส	123

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญรูป

หน้า

รูปที่

2.1	วิทยุกำหนดด้วยซอฟต์แวร์	5
2.2	KIT Mini PC Intel NUC_Celeron N5105	6
2.3	แผนภาพแสดงหน้าองค์ประกอบและการทำงานโดยรวมของส่วนติดต่อผู้ใช้งานแบบกราฟิก	9
2.4	หน้าต่างเริ่มต้นของโปรแกรม Qt Designer	11
2.5	ตัวอย่างการออกแบบด้วย Qt Designer ของระบบตรวจจับสัญญาณรบกวนจีเอ็นเอสเอส	12
2.6	Line Notify	12
2.7	การขอ Token ของ Line Notify	13
2.8	กล้องวงจรปิดไอพียี่ห้อ Dahua IPC-HFW2431S-S-S2	15
2.9	อุปกรณ์ GNSS Splitter	17
2.10	โมดูลเครื่องรับสัญญาณจีเอ็นเอสเอส 1 ความถี่ U-blox รุ่น NEO-M8T	18
2.11	หน้าต่างการทำงานเบื้องต้นของ phpMyAdmin	20
2.12	เสาอากาศ AN-105L-GNSS	21
3.1	แผนผังงานภาพรวมของระบบ	22
3.2	ภาพรวมกระบวนการตัดสินใจย่านความถี่ L1	25
3.3	แผนผังงานของระบบตรวจจับสัญญาณรบกวนจีเอ็นเอสเอสย่าน L1	26
3.4	โปรแกรมในส่วนของการเชื่อมต่อ Serial Port และกำหนดประเภทของประโยค NMEA	27
3.5	ไฟล์ค่าบันทึกผล (Report) ชนิด CSV ที่บันทึกค่าพารามิเตอร์ต่าง ๆ	27
3.6	โปรแกรมในส่วนรับชุดข้อมูลจีเอ็นเอสเอสที่เป็นประโยคย่อยของโปรโตคอล NMEA ทั้ง 2 ประเภท	28
3.7	โปรแกรมรับค่าพารามิเตอร์จากชุดข้อมูลของประโยค NMEA ประเภท GNGSA	29

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญรูป (ต่อ)

รูปที่		หน้า
3.8	โปรแกรมรับค่าพารามิเตอร์จากชุดข้อมูลของประโยค NMEA ประเภท GPGSV	30
3.9	โปรแกรมสร้าง Sky Plot ในส่วนของการดึงข้อมูลของหมายเลข PRN ดาวเทียม และมุมเงย (Elevation) จาก Database Server	31
3.10	โปรแกรมสร้าง Sky Plot ในส่วนของการดึงข้อมูลของมุมกวาด, ค่าอัตราส่วนของสัญญาณคลื่นพาห์ต่อสัญญาณรบกวน และจำนวนของดาวเทียมจีพีเอสจาก Database Server	31
3.11	โปรแกรมสร้าง Skyplot และพล็อตข้อมูลทั้งหมดที่ดึงมาจาก Database Server	32
3.12	Sky Plot	33
3.13	แผนผังงานของระบบตรวจจับสัญญาณรบกวนจีเอ็นเอสเอสย่าน L2 และ L5	35
3.14	แผนผังงานส่วนการแจ้งเตือนผ่านไลน์ และคำนวณเวลาในการรบกวนสัญญาณ	36
3.15	โปรแกรมสำหรับการส่งแจ้งเตือนและรูปภาพ โดยใช้ไลบรารีของ request	37
3.16	หน้าหลักของ Line Notify	37
3.17	การ Login ด้วย Account	38
3.18	Line Account หน้าหลักของฉัน	38
3.19	ชื่อบริการที่เชื่อมต่อ Token	39
3.20	แผนผังงานขั้นตอนการส่งแจ้งเตือน Line Notify	40
3.21	หน้าต่างข้อความการแจ้งเตือนการรบกวนสัญญาณย่าน L1	41
3.22	หน้าต่างข้อความการแจ้งเตือนการรบกวนสัญญาณย่าน L2 และ L5	42
3.23	แผนผังการส่งข้อมูลเข้าระบบจัดเก็บฐานข้อมูลของกรณีที่ระบบไม่ถูกรบกวนสัญญาณเข้า Storage Server	43

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญรูป (ต่อ)

รูปที่		หน้า
3.24	แผนผังการส่งข้อมูลเข้าระบบจัดเก็บฐานข้อมูลของกรณีที่ระบบไม่ถูกรบกวนสัญญาณเข้า Database Server	44
3.25	แผนผังการส่งข้อมูลเข้าระบบจัดเก็บฐานข้อมูลของกรณีที่ระบบถูกรบกวนสัญญาณเข้า Storage Server	45
3.26	แผนผังการส่งข้อมูลเข้าระบบจัดเก็บฐานข้อมูลของกรณีที่ระบบถูกรบกวนสัญญาณเข้า Database Server	46
3.27	แผนผังการแจ้งเตือนและจัดเก็บสถานะอุปกรณ์	48
3.28	หน้าต่างข้อความการแจ้งเตือนสถานะของอุปกรณ์	49
3.29	บล็อกไดอะแกรมแสดงขั้นตอนการทำงานของระบบจัดเก็บฐานข้อมูล	50
3.30	ฐานข้อมูล (Database) ที่เก็บข้อมูลรายงานชื่อ Report_Telecom	50
3.31	ตารางเก็บข้อมูลของกรณีระบบถูกรบกวนสัญญาณของย่าน L1, L2 และ L5	51
3.32	ตารางเก็บข้อมูลของกรณีระบบไม่ถูกรบกวนสัญญาณของย่าน L1, L2 และ L5	51
3.33	ตารางเก็บข้อมูลประเภทการรบกวนสัญญาณของย่าน L1, L2 และ L5	52
3.34	โครงสร้างคอลัมน์ของตารางเก็บข้อมูลของกรณีระบบถูกรบกวนสัญญาณและกรณีระบบไม่ถูกรบกวนสัญญาณของย่าน L1	53
3.35	ตัวอย่างข้อมูลตารางเก็บข้อมูลกรณีระบบถูกรบกวนสัญญาณ (Jammed) ของย่าน L1	53
3.36	โครงสร้างคอลัมน์ของตารางเก็บข้อมูลของกรณีระบบถูกรบกวนสัญญาณและกรณีระบบไม่ถูกรบกวนสัญญาณของย่าน L2 และ L5	54
3.37	ตัวอย่างข้อมูลตารางเก็บข้อมูลกรณีระบบถูกรบกวนสัญญาณของย่าน L2 และ L5	55
3.38	โครงสร้างคอลัมน์ของตารางเก็บข้อมูลประเภทการรบกวนสัญญาณของย่าน L1, L2 และ L5	56

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญรูป (ต่อ)

รูปที่		หน้า
3.39	ตัวอย่างข้อมูลตารางเก็บข้อมูลประเภทการรบกวนสัญญาณของย่าน L1	56
3.40	โฟลเดอร์ jamming2022 บนหน้าต่างเซิร์ฟเวอร์ของห้องแล็ป CSSRG	57
3.41	บล็อกไดอะแกรมแสดงการเก็บโฟลเดอร์ในเครื่องเซิร์ฟเวอร์ของห้องแล็ป CSSRG	58
3.42	โฟลเดอร์ L1, L2, L5 และ Status ที่อยู่ในโฟลเดอร์ KMITL	58
3.43	โฟลเดอร์ย่อยในโฟลเดอร์ Status	59
3.44	โฟลเดอร์ Status, NoJammed, และ Jammed ที่อยู่ในโฟลเดอร์ L1	60
3.45	บล็อกไดอะแกรมแสดงการเก็บโฟลเดอร์ย่อยในโฟลเดอร์ NoJammed และ Jammed	60
3.46	โฟลเดอร์ย่อยภายในโฟลเดอร์ที่เก็บข้อมูล NoJammed ของวันที่ 6 เดือน 12 ปี 2022 ของย่านความถี่ L1	61
3.47	โฟลเดอร์ย่อยภายในโฟลเดอร์ที่เก็บข้อมูล Jammed ของวันที่ 6 เดือน 12 ปี 2022 ของย่านความถี่ L1	62
3.48	การออกแบบหน้าต่างแสดงผล Main ด้วย Qt Designer	63
3.49	ฟังก์ชันสำหรับตรวจสอบสถานะอุปกรณ์ของสถานี KMITL	64
3.50	หน้าต่างแสดงผล Main ของสถานี KMITL	65
3.51	การออกแบบหน้าต่างแสดงผล Overview ด้วย Qt Designer	66
3.52	ฟังก์ชันเชื่อมต่อหน้าต่างแสดงผลระหว่างสถานีของหน้าต่างแสดงผล Overview	66
3.53	หน้างต่างแสดงผล Overview ของสถานี KMITL	67
3.54	การออกแบบหน้าต่างแสดงผล Latest Spectrum ด้วย Qt Designer	68
3.55	ฟังก์ชันดึงรูปภาพสเปกตรัมมาแสดงบน label ของหน้าต่างแสดงผล Latest Spectrum	68
3.56	หน้าต่างแสดงผล Latest Spectrum ของสถานี NIMT	69
3.57	การออกแบบหน้าต่างแสดงผลรายงาน (Report) ด้วย Qt Designer	70

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญรูป (ต่อ)

รูปที่		หน้า
3.58	ฟังก์ชันดึงข้อมูลตาม header โดยเป็นการดงข้อมูลแต่ละย่านความถี่และจัดวางเป็นตารางของหน้าต่างแสดงผล Report	70
3.59	หน้าต่างแสดงผล Report	71
3.60	การออกแบบหน้าต่างแสดงผล Power Statistics ด้วย Qt Designer	72
3.61	ฟังก์ชัน Statistics สำหรับการนำรูปที่ระบบทำการพล็อตและค่า threshold มาแสดงบน label	72
3.62	หน้าต่างแสดงผล Power Statistics	73
3.63	การออกแบบหน้าต่างแสดงผล Power Statistics ด้วย Qt Designer	74
3.64	ฟังก์ชันดึงข้อมูลตาม header โดยเป็นการดึงข้อมูลแต่ละย่านความถี่และจัดวางเป็นตารางของหน้างต่างแสดงผล Type of Jamming	74
3.65	หน้าต่างแสดงผล Type of Jamming	75
3.66	การออกแบบหน้าต่างแสดงผล IP Camera (Latest Footage) ด้วย Qt Designer	76
3.67	ฟังก์ชันดึงข้อมูลรูปภาพล่าสุดจากกล้องวงจรปิดไอพีเมื่อระบบถูกรบกวนสัญญาณ	76
3.68	หน้าต่างแสดงผล IP Camera (Latest Footage)	77
3.69	การออกแบบโครงสร้างกล่องอุปกรณ์ของระบบตรวจจับสัญญาณรบกวนจีเอ็นเอสเอส	78
3.70	การจัดวางกล่องอุปกรณ์ทั้งหมดสำหรับระบบตรวจจับสัญญาณรบกวนจีเอ็นเอสเอส	79
4.1	การทดสอบรับกำลังสัญญาณย่านความถี่ L1, L2 และ L5 ของเสาอากาศ AN-105L-GNSS	83
4.2	ผลการทดลองสเปกตรัมสัญญาณย่าน L1 จากโปรแกรม SDRSharp	84
4.3	ผลการทดลองสเปกตรัมสัญญาณย่าน L2 จากโปรแกรม SDRSharp	84
4.4	ผลการทดลองสเปกตรัมสัญญาณย่าน L5 จากโปรแกรม SDRSharp	85

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญรูป (ต่อ)

รูปที่		หน้า
4.5	โปรแกรมซอฟต์แวร์ U-Center version 22.5	86
4.6	แสดงการรับข้อมูลจากเครื่องรับสัญญาณจีเอ็นเอสเอส 1 ความถี่ U-blox รุ่น NEO-M8T	86
4.7	หน้างต่าง Text Console โปรแกรมซอฟต์แวร์ U-center	87
4.8	ชุดข้อมูลจากประโยคโปรโตคอล NMEA จากหน้าต่าง Terminal	88
4.9	ผลการทดลองรับค่าพารามิเตอร์จากชุดข้อมูลของประโยคย่อย NMEA ทั้ง 2 ประเภท จากเครื่องรับสัญญาณจีเอ็นเอสเอส 1 ความถี่ U-blox รุ่น NEO-M8T	89
4.10	แผนภาพการทดสอบระยะการรับสัญญาณรบกวนของเสาอากาศ AN-105L-GNSS	90
4.11	การทดสอบระยะการรับสัญญาณรบกวนของเสาอากาศ AN-105L-GNSS (1)	91
4.12	การทดสอบระยะการรับสัญญาณรบกวนของเสาอากาศ AN-105L-GNSS (2)	92
4.13	ความสัมพันธ์ระหว่างกำลังสัญญาณและระยะห่างระหว่างเสาอากาศและ Jammer	93
4.14	ความสัมพันธ์ระหว่างค่าอัตราส่วนของสัญญาณคลื่นพาห์ต่อสัญญาณรบกวนเฉลี่ยและระยะห่างระหว่างเสาอากาศและ Jammer	94
4.15	ค่ากำลังสัญญาณเพิ่มขึ้น 20 % ที่เริ่มมีผลต่อค่าอัตราส่วนของสัญญาณคลื่นพาห์ต่อสัญญาณรบกวน และส่งผลให้ค่าแย่ลง	95
4.16	ผลการทดสอบการแจ้งเตือนการรบกวนสัญญาณ	96
4.17	ผลการทดสอบการแจ้งเตือนสถานะของอุปกรณ์	96
4.18	กำลังสัญญาณสูงสุดและกำลังสัญญาณเฉลี่ยในแต่ละวันของสถานีสถาบันมาตรวิทยาแห่งชาติย่าน L1	97
4.19	ข้อมูลดิบประจำวันของสถานีสถาบันมาตรวิทยาแห่งชาติ	98

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญรูป (ต่อ)

รูปที่		หน้า
4.20	ค่ากำลังสัญญาณสูงสุดและกำลังสัญญาณเฉลี่ยประจำวันของสถานีสถาบันมาตรวิทยาแห่งชาติ	99
4.21	กำลังสัญญาณสูงสุดและกำลังสัญญาณเฉลี่ยในแต่ละวันของสถานีกรมแผนที่ทหาร	100
4.22	ข้อมูลดิบประจำวันของสถานีกรมแผนที่ทหาร	101
4.23	ค่ากำลังสัญญาณสูงสุดและกำลังสัญญาณเฉลี่ยประจำวันของสถานีกรมแผนที่ทหาร	102
4.24	ผลการทดสอบสถานะอุปกรณ์ของสถานีสถาบันมาตรวิทยาแห่งชาติ (NIMT)	103
4.25	ผลการทดสอบสถานะอุปกรณ์ของสถานีกรมแผนที่ทหาร (RTSD)	104
4.26	ผลการทดสอบสถานะอุปกรณ์ของสถานีสถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง (KMITL)	105
4.27	ผลการทดสอบหน้าต่างแสดงผล Overview	106
4.28	ผลการทดสอบหน้าต่างแสดงผล Latest Spectrum	107
4.29	ผลการทดสอบการดึงข้อมูลรูปภาพสเปกตรัมของย่านความถี่ L1	107
4.30	ผลการทดสอบการดึงข้อมูลรูปภาพสเปกตรัมของย่านความถี่ L2	108
4.31	ผลการทดสอบการดึงข้อมูลรูปภาพสเปกตรัมของย่านความถี่ L5	108
4.32	ผลการทดสอบหน้างต่างแสดงผล Report	109
4.33	ผลการทดสอบหน้าต่างแสดงผล Power Statistics กรณีระบบไม่ถูกรบกวนสัญญาณ	110
4.34	ผลการทดสอบหน้าต่างแสดงผล Power Statistics กรณีระบบถูกรบกวนสัญญาณ	111
4.35	ผลการทดสอบหน้าต่างแสดงผล Type of Jamming	112

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญรูป (ต่อ)

รูปที่		หน้า
4.36	ผลการทดสอบหน้าต่างแสดงผล IP Camera (Latest Footage)	113
4.37	ผลการทดสอบปุ่ม “Download” เพื่อดาวน์โหลด Report	114
4.38	การดาวน์โหลดข้อมูลรายงาน (Report) ชนิด CSV ของระบบไปยังเครื่องของผู้ใช้เมื่อผู้ใช้ยืนยันในการดาวน์โหลด	114
4.39	ผลการทดสอบปุ่ม “Download” เพื่อดาวน์โหลด Latest Spectrum	115
4.40	ระบบทำการดาวน์โหลดข้อมูลรูปภาพ Latest Spectrum ชนิด .png ไปยังเครื่องของผู้ใช้เมื่อผู้ใช้ยืนยันในการดาวน์โหลด	116
4.41	ผลการติดตั้งกล่องอุปกรณ์ของระบบ ณ สถานีสถาบันมาตรวิทยาแห่งชาติ	117
4.42	ผลการติดตั้งกล่องอุปกรณ์ของระบบ ณ สถานีกรมแผนที่ทหาร	117
4.43	ผลการติดตั้งกล่องอุปกรณ์ของระบบ ณ สถานีสถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง	118

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญตาราง

หน้า

ตารางที่

2.1 ช่วงความถี่ของแต่ละตัวแปรจูนเจอร์ 5

2.2 คุณสมบัติของ KIT Mini PC Intel NUC_Celeron N5105 6

2.3 คุณสมบัติของกล้องวงจรปิด IP Camera รุ่น IPC-HFW2431S-S-S2 15

2.4 คุณสมบัติของโมดูลเครื่องรับสัญญาณจีเอ็นเอสเอส 1 ความถี่ U-blox รุ่น NEO-M8T 19

2.5 คุณสมบัติของเสาอากาศ AN-105L-GNSS 21

3.1 คุณสมบัติของระบบตรวจจับสัญญาณรบกนจีเอ็นเอสเอส 23

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 1

บทนำ

1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

ในประเทศไทยมีสถานีฐานจีเอ็นเอสเอสคุณภาพสูงมากกว่า 200 แห่งที่ให้บริการเกี่ยวกับการระบุตำแหน่งและมาตรฐานการวัด เช่น เวลา และความถี่ เป็นต้น โดยผู้ใช้งานสามารถเชื่อมต่อผ่านศูนย์ข้อมูลค่าพิกัดแบบต่อเนื่องแห่งชาติ (National CORS Data Center) ที่เว็บไซต์ [1] โดยในปัจจุบันได้มีการประยุกต์ใช้การระบุตำแหน่งจีเอ็นเอสเอส (GNSS) ด้วยดาวเทียมอย่างแพร่หลาย ซึ่งข้อมูลที่ได้จากระบบระบุตำแหน่งเป็นข้อมูลเชิงพื้นที่ที่มีความถูกต้องแม่นยำสูง ทั้งค่าพิกัดตำแหน่ง การนำทาง การติดตามระบุตำแหน่งและการกำหนดเวลาแห่งชาติ และยังสามารถประยุกต์ใช้กับเทคโนโลยีต่าง ๆ ได้ ได้แก่ ระบบนำร่องในการบิน, รถยนต์ไร้คนขับ, โดรน, การระบุเวลา เป็นต้น

เนื่องจากสถานีฐานแต่ละแห่งมีการใช้งานระบบระบุตำแหน่งและมีข้อมูลที่สามารถนำไปใช้ประโยชน์ได้หลากหลาย รวมถึงสามารถต่อยอดใช้ในงานพัฒนาประเทศที่สำคัญต่าง ๆ ซึ่งต้องคำนึงถึงความปลอดภัยของข้อมูลเป็นอย่างมาก ดังนั้นถ้าหากสถานีฐานที่สำคัญในประเทศนั้นถูกรบกวนจากเครื่องรบกวนสัญญาณต่าง ๆ จากภายนอก หรืออาจมาจากยานพาหนะที่ผ่านไปมา ไปรบกวนการทำงานหรือหยุดการทำงานของจีเอ็นเอสเอส ทั้งโดยเจตนาหรือไม่เจตนา ซึ่งอาจส่งผลให้เกิดข้อบกพร่องในการทำงานของสถานีฐานนั้น ๆ หรือบางกรณีอาจมีผลกระทบร้ายแรงต่อผู้ใช้งานรายอื่น เช่น ยานพาหนะไร้คนขับ, เครื่องบิน, การแสดงเวลามาตรฐาน ฯลฯ เนื่องจากเครื่องรบกวนสัญญาณจะทำหน้าที่ตัดสัญญาณคลื่นวิทยุ, โทรศัพท์มือถือ และวิทยุสื่อสาร ทำให้ไม่สามารถส่งสัญญาณออกไปอีกจุดหรือได้รับสัญญาณจากอีกจุดได้

สถานการณ์ของ Jamming หรือ Spoofing ทั่วโลกนั้น มีเหตุการณ์หลายเหตุการณ์ที่ส่งผลเสียต่อการดำเนินการต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องกับการใช้สัญญาณจีเอ็นเอสเอส เพื่อประโยชน์ในเชิงธุรกิจและระดับชาติ เช่น เหตุการณ์เครื่องบินไร้คนขับหรือโดรนที่ฮ่องกงตก 46 ลำ ที่ซึ่งเกิดจากการรบกวนสัญญาณจีพีเอส (GPS) เหตุการณ์นี้ได้สร้างความเสียหายมูลค่ากว่า 1 ล้านดอลลาร์ฮ่องกง [2] หรือเหตุการณ์คนขับรถบรรทุกมีเครื่องตัดสัญญาณจีพีเอส (GPS jammer) บังเอิญไปรบกวนสัญญาณสนามบินนวร์กโดยไม่เจตนา เนื่องจากคนขับรถบรรทุกไม่ต้องการให้เจ้าของบริษัทหรือหัวหน้างานรู้ว่าตนเองอยู่ที่ไหนจึงติดเครื่องตัดสัญญาณจีพีเอส เพื่อไม่ให้สามารถติดตามตนเองและได้เข้าใกล้สนามบินนวร์ก จึงนำไปสู่การรบกวนสัญญาณจีพีเอส ที่สนามบินนวร์กโดยไม่ได้เจตนา [3] และ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เหตุการณ์ที่รัสเซียไปรบกวนสัญญาณดาวเทียมจีพีเอส ในยูเครน ทำให้ทหารและประชาชนในยูเครนไม่สามารถใช้งานจีพีเอส ได้ [4]

จากเหตุการณ์ข้างต้นที่ได้กล่าวมานั้น จะเห็นได้ว่าเหตุการณ์การรบกวนสัญญาณจี เอ็นเอสเอส หรือการรบกวนสัญญาณ (Jamming) ส่งผลเสียต่อมูลค่าทางธุรกิจหรือแม้กระทั่งระดับความมั่นคงของชาติ เนื่องจากสัญญาณจีเอ็นเอสเอส นั้นให้บริการเกี่ยวกับการระบุตำแหน่งและมาตรฐานการวัด เช่น เวลา และความถี่ ฯลฯ ดังนั้นเพื่อแก้ไข้ปัญหาดังกล่าวจึงต้องมีการพัฒนาระบบตรวจสอบการรบกวนสัญญาณด้วยระบบตรวจจับสัญญาณรบกวนจีเอ็นเอสเอส

1.2 วัตถุประสงค์

1. เพื่อตรวจจับสัญญาณรบกวนต่อเครื่องรับจีเอ็นเอสเอสตามสถานีฐาน
2. เพื่อพัฒนาและต่อยอดระบบตรวจจับสัญญาณรบกวนจีเอ็นเอสเอสจากเดิม
3. เพื่อมอนิเตอร์ระบบตรวจจับสัญญาณรบกวนแต่ละสถานีด้วยส่วนติดต่อผู้ใช้งานแบบกราฟิก (Graphic User Interface หรือ GUI)

1.3 ขอบเขตของปริญญานิพนธ์

1. ออกแบบและพัฒนาอุปกรณ์ตรวจจับสัญญาณรบกวน โดยมีระยะเวลาการดำเนินงานตั้งแต่วันที่ 1 เดือน สิงหาคม พ.ศ. 2565 ถึง วันที่ 20 เดือน พฤษภาคม พ.ศ. 2566
2. รับสัญญาณจีเอ็นเอสเอสในย่านความถี่ของจีพีเอส คือ L1, L2 และ L5 โดยมีความถี่กลางอยู่ที่ 1575.42 MHz, 1227.6 MHz และ 1176.45 MHz ตามลำดับ
3. พัฒนาและต่อยอดระบบตรวจจับสัญญาณรบกวนจีเอ็นเอสเอสให้มีประสิทธิภาพที่ดียิ่งขึ้น
4. พัฒนาส่วนติดต่อผู้ใช้งานแบบกราฟิก (GUI) สำหรับมอนิเตอร์ระบบตรวจจับสัญญาณรบกวนต่อเครื่องรับจีเอ็นเอสเอสแต่ละสถานี

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 2

ทฤษฎีและหลักการที่เกี่ยวข้อง

2.1 ระบบจีเอ็นเอสเอส

จีเอ็นเอสเอส (GNSS หรือ Global Navigation Satellite System) คือ ระบบนำทางด้วยดาวเทียม โดยใช้อุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์เป็นตัวรับสัญญาณเพื่อประมวลผลเชิงตำแหน่ง ณ จุดที่อุปกรณ์รับสัญญาณตั้งอยู่ เทคโนโลยีนี้กำลังได้รับความนิยมอย่างมากในงานด้านสำรวจและการวิจัย ซึ่งปัจจุบันนี้ได้มีการพัฒนาระบบนำทางด้วยดาวเทียมขึ้นหลายระบบ ได้แก่

1) GLONASS ของสหพันธรัฐรัสเซีย ประกอบด้วยดาวเทียม 24 ดวงและสำรองอีก 2 ดวง โคจรอยู่ใน 3 ระนาบ ที่ระดับความสูงประมาณ 19,100 กิโลเมตร

2) Galileo ของสหภาพยุโรป ประกอบด้วยดาวเทียม 24 ดวงและสำรองอีก 6 ดวง โดยโคจรอยู่ใน 3 ระนาบ ที่ระดับความสูงประมาณ 23,000 กิโลเมตร

3) BeiDou หรือ BDS ของสาธารณรัฐประชาชนจีนโดยปัจจุบันกำลังขยายระบบดาวเทียมให้ครอบคลุมทั่วโลกให้มีจำนวนดาวเทียม 35 ดวงภายในปี 2020 โคจรที่ระดับความสูงประมาณ 21,100 กิโลเมตร

4) IRNSS (Regional navigation Satellite System) ของประเทศอินเดียเป็นระบบดาวเทียมระดับภูมิภาคซึ่งให้บริการเฉพาะประเทศอินเดียและพื้นที่ใกล้เคียงในระยะ 1,500 กิโลเมตร ประกอบด้วยดาวเทียม 7 ดวง

5) Quasi-Zenith Satellite System (QZSS) ของประเทศญี่ปุ่น เป็นระบบดาวเทียมระดับภูมิภาคที่ครอบคลุมในภูมิภาคเอเชียตะวันออกและโอเชียเนีย (Oceania) ขณะนี้มีดาวเทียม 4 ดวงที่โคจรอยู่เหนือพื้นโลก และมีแผนจะเพิ่มเป็น 7 ดวงภายในปี 2024

6) GPS (Global Positioning System) ของสหรัฐอเมริกา ประกอบด้วยดาวเทียม 31 ดวง โคจรอยู่ใน 6 ระนาบ ที่ระดับความสูงประมาณ 20,200 กิโลเมตร สัญญาณวิทยุที่ดาวเทียมจีพีเอสส่งออกมาซึ่งคลื่นช่วงที่เรียกว่า L-band มี 3 ความถี่ คือ

6.1) แถบความถี่ L1 ความถี่กลางที่ 1575.42 MHz เป็นย่านความถี่ที่สำคัญที่สุดสำหรับการนำทาง อันที่จริงอุปกรณ์ส่วนใหญ่ในโลกทุกวันนี้ใช้สัญญาณที่ส่งความถี่นี้

6.2) แถบความถี่ L2 ความถี่กลางที่ 1227.6 MHz เป็นสัญญาณพลเรือนที่ทันสมัยซึ่งรู้จักกันในชื่อ L2C ที่ออกแบบมาโดยเฉพาะเพื่อตอบสนองความต้องการเชิงพาณิชย์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เนื่องจากช่วยให้สามารถพัฒนาโซลูชันความถี่คู่ ร่วมกับรหัส P(Y) และรหัส M รหัส P(Y) และ M-Code

6.3) แถบความถี่ L5 ความถี่กลางที่ 1176.45 MHz เป็นหนึ่งในสัญญาณใหม่ของระบบจีพีเอสซึ่งเป็นแผนการปรับปรุงจีพีเอสสมัยใหม่ มีการออกอากาศในคลื่นความถี่วิทยุที่สงวนไว้สำหรับบริการด้านความปลอดภัยในการบินเท่านั้น และคาดว่าสัญญาณจะใช้ร่วมกับ L1 C/A เพื่อปรับปรุงความแม่นยำ (ผ่านการแก้ไขไอโอโนสเฟียร์) และความคงทน (ผ่านการสำรองสัญญาณ) ถูกส่งในระดับพลังงานที่สูงกว่าสัญญาณจีพีเอสพลเรือนในปัจจุบันมีแบนด์วิดท์ที่กว้างกว่าและมีความถี่ต่ำกว่าซึ่งช่วยเพิ่มการรับสัญญาณสำหรับผู้ใช้ในอาคาร

2.2 สัญญาณรบกวน

สัญญาณรบกวน คือ สัญญาณไฟฟ้าในวงจรที่เกิดขึ้นนอกเหนือไปจากสัญญาณที่ได้ออกแบบการรบกวนทางแม่เหล็กไฟฟ้าของอุปกรณ์ไฟฟ้า ส่งผลให้อุปกรณ์ที่ถูกรบกวนนั้นเกิดข้อบกพร่องในการทำงาน และบางครั้งอาจทำให้ผู้ใช้อุปกรณ์นั้นเกิดอันตรายขึ้นได้ สัญญาณรบกวนในที่นี้กล่าวถึงสัญญาณรบกวนดาวเทียม ทำให้การระบุตำแหน่งเกิดความคลาดเคลื่อน โดยสัญญาณกำลัง และ ค่าอัตราความหนาแน่นของคลื่นพาห์ต่อสัญญาณรบกวน (CNR) ผิดเพี้ยนไปจากเดิม การเกิดสัญญาณรบกวน เกิดขึ้นได้ทั้งธรรมชาติ และเกิดขึ้นได้จากมนุษย์เป็นผู้สร้างขึ้น ใช้เพื่อปกปิดตำแหน่งของตนโดยการส่งสัญญาณวิทยุด้วยความถี่เดียวกับอุปกรณ์จีพีเอส ซึ่งอุปกรณ์จีพีเอส จะไม่สามารถระบุตำแหน่งได้เนื่องจากสัญญาณรบกวน ในที่นี่ เรียกว่า เครื่องตัดสัญญาณ หรือ อุปกรณ์รบกวนสัญญาณ (Jammer) ซึ่งมีหลายชนิด เช่น อุปกรณ์รบกวนสัญญาณชนิดพกพา, อุปกรณ์รบกวนสัญญาณชนิดยูเอสบี (USB) และอุปกรณ์รบกวนขนาดเล็กที่ใช้บนยานพาหนะต่าง ๆ อุปกรณ์รบกวนสัญญาณสามารถรบกวนหรือตัดสัญญาณต่าง ๆ ได้ เช่น สัญญาณโทรศัพท์มือถือ, สัญญาณ Wi-Fi และสัญญาณบลูทูธ (Bluetooth)

2.3 RTL-SDR Dongle

RTL-SDR Dongle เป็น Dongle ชนิด USB ที่สามารถใช้เป็นเครื่องรับสัญญาณวิทยุในย่านความถี่ 500 kHz ถึง 1.75 GHz และใช้คอมพิวเตอร์ที่ติดตั้งซอฟต์แวร์ในการอ่านค่าที่รับได้จาก Dongle ในการประมวลผล แสดงดังรูปที่ 2.1

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รูปที่ 2.1 RTL-SDR Dongle

โดยที่ช่วงความถี่ของ RTL-SDR Dongle ขึ้นอยู่กับตัวแปรจูนเนอร์โดยเฉพาะที่ใช้ใน Dongle และการดำเนินการโดยเฉพาะ Dongle บางตัว เช่น RTL-SDR Blog V3 สามารถรับสัญญาณที่ต่ำกว่า 28 MHz ได้ ซึ่งมีช่วงความถี่ดังตารางที่ 2.1

ตารางที่ 2.1 ช่วงความถี่ของแต่ละตัวแปรจูนเนอร์

จูนเนอร์	**ความถี่**
Elonics E4000	52 – 2200 MHz with a gap from 1100 MHz to 1250 MHz (varies)
Rafael Micro R820T/2	24 – 1766 MHz (Can be improved to ~13 – 1864 MHz with experimental drivers)
Fitipower FC0013	22 – 1100 MHz
Fitipower FC0012	22 – 948.6 MHz
FCI FC2580	146 – 308 MHz and 468 – 924 MHz (gap in between)

จากตารางที่ 2.1 ปริญญานิพนธ์นี้ได้ใช้ตัวแปรจูนเนอร์ Rafael Micro R820T/2 ในการแปลงสัญญาณ เนื่องจากมีช่วงความถี่ที่ครอบคลุมและตรงกับความต้องการที่จะนำไปใช้งานในระบบ ซึ่งความถี่กลางของย่าน L1, L2 และ L5 คือ 1575.42 MHz, 1227.6 MHz และ 1176.45 MHz ตามลำดับ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.4 คอมพิวเตอร์ PC ขนาดเล็ก (NUC)

คอมพิวเตอร์ PC ขนาดเล็ก (NUC) หรือ Next Unit of Computing เป็นอุปกรณ์ในฟอร์มแฟคเตอร์ขนาดเล็ก หรือชุดประมวลผลในระดับพีซีเดสก์ท็อป (Desktop PC) ที่ออกแบบโดย Intel ซึ่งที่ใช้ในโครงงานคือ KIT Mini PC Intel NUC_Celeron N5105

โดยคุณสมบัติของ Mini PC Intel NUC_Celeron N5105 สามารถแสดงได้ดังตารางที่ 2.2 และรูปของ Mini PC Intel NUC_Celeron N5105 จะแสดงได้ดังรูปที่ 2.2

รูปที่ 2.2 KIT Mini PC Intel NUC_Celeron N5105

ตารางที่ 2.2 คุณสมบัติของ KIT Mini PC Intel NUC_Celeron N5105

ข้อมูลจำเพาะ	คำอธิบาย
Brand	Intel
Model	NUC_Celeron-N5105 (BOXNUC11ATKC4)
Processor	Intel Celeron N5105 (2.0GHz up to 2.9GHz, 4MB Cache)
Graphics	Integrated Graphics : Intel UHD Graphics 450
Main Memory	RAM DDR4(3200, NB) 8GB HYNIX 8 CHIP
Max Memory	32 GB
Storage	128 GB SSD M.2 PCIe HIKVISION

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 2.2 คุณสมบัติของ KIT Mini PC Intel NUC_Celeron N5105

ข้อมูลจำเพาะ	คำอธิบาย
Port	2 x USB 2.0 2 x USB 3.2 Gen 1 2 x USB 3.2 Gen 2 1 x HDMI 2.0b 1 x DisplayPort 1.4 1 x Lan
Audio	Up to 7.1 multichannel digital audio via HDMI
Audio Jack	3.5mm front stereo jack 3.5mm front microphone jack
Network	10/100/1000 LAN
Wireless	Intel Wireless-AC 9462 (m.2 card)
Bluetooth	Bluetooth 5.1
Power Supply	19VDC 65W power supply with geo-specific C5 AC cords
Audio Jack	3.5mm front stereo jack 3.5mm front microphone jack
Network	10/100/1000 LAN
Wireless	Intel Wireless-AC 9462 (m.2 card)
Bluetooth	Bluetooth 5.1

2.5 ภาษาไพธอน

ภาษาไพธอน (Python) ถือกำเนิดขึ้นในปี ค.ศ.1980 ถูกพัฒนาขึ้นโดย Guido van Rossum ที่ Centrum Wiskunde & Informatica (CWI) ประเทศเนเธอร์แลนด์เป็นภาษาหนึ่งที่นิยมใช้ในการเขียนโปรแกรมถูกพัฒนามาโดยไม่ยึดติดกลับแพลตฟอร์ม นั่นหมายความว่าภาษาไพธอนสามารถใช้งานได้ในหลายระบบปฏิบัติการทั้ง Unix, Linux และ Windows อีกทั้งยังเป็น Open Source ทำให้นักพัฒนาโปรแกรมสามารถใช้ภาษาไพธอนมาพัฒนาโปรแกรมหรือซอฟต์แวร์ของตัวเองได้โดยไม่เสียค่าใช้จ่ายแต่อย่างใด ภาษาไพธอนเป็นภาษาระดับสูงจึงทำให้เขียนง่าย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ผู้ใช้งานไม่จำเป็นต้องมีความรู้ทางด้านคอมพิวเตอร์อย่างลึกซึ้งเพียงแค่เข้าใจไวยากรณ์ และขั้นตอนการทำงานของภาษาไพธอนก็สามารถพัฒนาโปรแกรมด้วยภาษาไพธอนได้แล้ว แต่เนื่องจากความเป็นภาษาระดับสูงที่มีข้อดีคือเขียนและพัฒนาง่ายแล้วก็จะมีข้อจำกัดอยู่ข้อหนึ่ง คือ จะทำงานหรือประมวลผลได้ช้าเมื่อเปรียบเทียบกับภาษาอื่น เช่น ซี (C) หรือฟอร์แทรน (Fortran) ฯลฯ

2.5.1 ส่วนประกอบในการทำงานของภาษาไพธอน

1) คอมไพเลอร์ (Compiler) ใช้ตีความคำสั่งที่ผู้พัฒนาโปรแกรมเขียนขึ้นเพื่อสั่งให้คอมพิวเตอร์ทำงาน

2) อีดิเตอร์ (Editor) ใช้เขียนชุดคำสั่งเพื่อให้คอมไพเลอร์อ่านแล้วสั่งคอมพิวเตอร์อีกครั้งหนึ่ง

3) เชลโต้ตอบ (Interactive shell) หรือ อินเทอร์พรีเตอร์(interpreter) ใช้ป้อนคำสั่งเพื่อสั่งการคอมพิวเตอร์แบบทันที

2.5.2 ข้อดีของภาษาไพธอน

1) ไพธอนเป็นภาษาสคริปต์ทำให้ใช้เวลาในการเขียนและคอมไพล์ไม่มากเหมาะกับงานด้านการดูแลระบบ (System administration)

2) คำสั่งที่เขียนด้วยภาษาไพธอนสามารถนำไปทำงานบนระบบปฏิบัติการได้หลากหลาย

3) การประมวลผลจะทำในแบบอินเทอร์พรีเตอร์ คือจะประมวลผลไปทีละบรรทัดและปฏิบัติตามคำสั่งที่ได้รับ

4) เป็นภาษาแบบ Dynamic typing คือ สามารถเปลี่ยนชนิดข้อมูลได้ง่ายและสะดวกรวดเร็ว

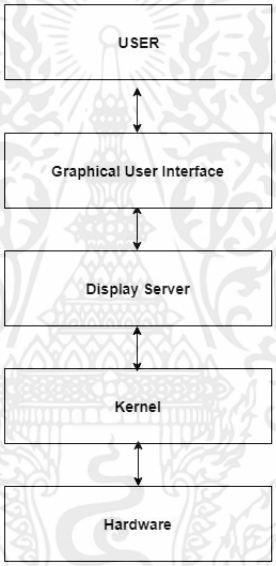
5) มี Buil-in Object Types คือ โครงสร้างของข้อมูลที่สามารถใช้ได้ใน Python ซึ่งประกอบไปด้วย ลิสต์ ดิกชันนารี สตริง ที่ง่ายต่อการใช้งานและมีประสิทธิภาพสูง มีฟังก์ชันสนับสนุนฐานข้อมูล เช่น MySQL, Sybase, Oracle, Informix, ODBC ฯลฯ

6) มีไลบรารีสนับสนุนด้านปัญญาประดิษฐ์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.6 ส่วนติดต่อผู้ใช้งานแบบกราฟิก หรือ GUI (Graphic User Interface)

ส่วนติดต่อผู้ใช้งานแบบกราฟิก คือ ระบบการติดต่อสื่อสารระหว่างผู้ใช้งานกับเครื่องคอมพิวเตอร์ โดยผ่านทางภาพหรือแผนภูมิที่เข้าใจได้ง่ายแทนการพิมพ์คำสั่งโดยตรง เพื่อให้คอมพิวเตอร์ทำงานตามที่ต้องการ การใช้งานผ่านส่วนติดต่อผู้ใช้งานแบบกราฟิก เช่น การใช้เมาส์กดเลือกไอคอน (Icon) หรือปุ่มคำสั่งที่ต้องการ หรือการเลือกคำสั่งตามรายการที่อยู่ในเมนูประเภทต่าง ๆ ซึ่งซอฟต์แวร์ถูกเตรียมไว้ให้แล้ว เป็นต้น โดยการทำงานของส่วนติดต่อผู้ใช้งานแบบกราฟิกนั้นจะมีการแบ่งหน้าที่เป็นส่วนหลัก ๆ แสดงเป็นแผนภาพดังรูป 2.3



รูปที่ 2.3 แผนภาพแสดงหน้าองค์ประกอบและการทำงานโดยรวมของส่วนติดต่อผู้ใช้งานแบบกราฟิก

2.6.1 PyQt5

Qt เป็นชุดของไลบรารีภาษา C แบบข้ามแพลตฟอร์มโดยที่ใช้ API (Application Programming Interface) ซึ่งเป็นช่องทางการเชื่อมต่ออีกทางหนึ่งที่จะเชื่อมต่อกับเว็บไซต์ผู้ให้บริการ API จากที่อื่นเป็นตัวกลางที่ทำให้โปรแกรมประยุกต์เชื่อมต่อกับโปรแกรมประยุกต์อื่นหรือเชื่อมการทำงานเข้ากับระบบปฏิบัติการ โดย PyQt5 นั้นมีการใช้ API ระดับสูงสำหรับการ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เข้าถึงเดสก์ท็อปและมือถือที่ทันสมัยในหลาย ๆ ด้าน ซึ่งรวมถึงการบริการด้านระบุตำแหน่ง, มัลติมีเดีย, การเชื่อมต่อกับ NFC (Near Field Communication) และบลูทูธ ตลอดจนการพัฒนา UI แบบดั้งเดิม PyQt5 เป็นชุดการเชื่อมต่อกับไพธอนที่ครอบคลุมสำหรับ Qt Version 5 มีการใช้งานเป็นโมดูลส่วนขยายมากกว่า 35 โมดูลและช่วยให้ภาษาไพธอนสามารถใช้เป็นภาษาการพัฒนาแอปพลิเคชันทางเลือกสำหรับภาษา C บนแพลตฟอร์มที่รองรับทั้งหมดรวมถึง iOS และ Android PyQt5 อาจจะอยู่ในแอปพลิเคชันที่ใช้ภาษา C เพื่อให้ผู้ใช้แอปพลิเคชันเหล่านั้นสามารถกำหนดค่าหรือปรับปรุงการทำงานของแอปพลิเคชันเหล่านั้นได้ ซึ่งการเรียกใช้งาน PyQt5 เราจะทำการเรียกโดย pip install PyQt5 เพื่อเรียกใช้เครื่องมือการพัฒนาจาก Qt Designer โดยใน PyQt5 นั้นจะมีการเรียกใช้ PyQt API เป็นชุดคลาสและวิธีมากมาย คลาสเหล่านี้กำหนดไว้มากกว่า 20 โมดูล ต่อไปนี้เป็นโมดูลที่ใช้กันอย่างแพร่หลายและถูกเรียกใช้บ่อยครั้ง ได้แก่

1) QtCore เป็นคลาสที่ไม่ใช้ส่วนติดต่อผู้ใช้งานแบบกราฟิกหลักที่ใช้โดยโมดูลอื่น

2) QtGui เป็นส่วนประกอบส่วนติดต่อผู้ใช้งานแบบกราฟิก

3) QtMultimedia เป็นส่วนสำหรับการเขียนโปรแกรมมัลติมีเดียระดับต่ำ

4) QtDesigner เป็นคลาสสำหรับการขยาย Qt Designer

5) QtWidgets เป็นคลาสสำหรับการสร้าง UI สไตล์เดสก์ท็อปคลาสสิก

6) pyuic5 เป็น Qt User Interface Compiler สำหรับสร้างโค้ดจากไฟล์ .ui

7) QObject เป็นคลาสที่อยู่ที่ด้านบนสุดของลำดับชั้น และเป็นคลาสพื้นฐานของออปเจ็กต์ Qt ทั้งหมด

8) QtApplication ซึ่งเป็นคลาสจัดการการตั้งค่าหลักและขั้นตอนการควบคุมของแอปพลิเคชันของส่วนติดต่อผู้ใช้งานแบบกราฟิก ประกอบด้วยการวนซ้ำเหตุการณ์หลักซึ่งเหตุการณ์ที่สร้างโดยองค์ประกอบของหน้าต่างและแหล่งที่มาอื่น ๆ จะถูกประมวลผลและจัดส่ง นอกจากนี้ยังจัดการการตั้งค่าทั้งระบบและทั่วทั้งแอปพลิเคชัน

9) QWidget คลาสที่ได้มาจากคลาส QObject และ QPaintDevice เป็นคลาสพื้นฐานสำหรับอ็อบเจ็กต์ส่วนติดต่อผู้ใช้งานทั้งหมด QDialog และ QFrame คลาสยังมาจากคลาส QWidget

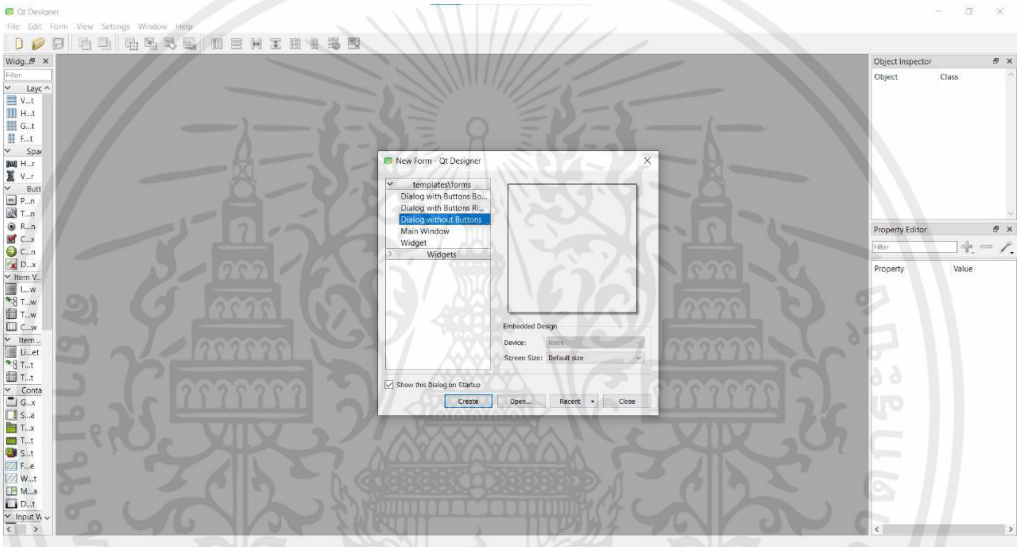
2.6.2 Qt Designer

Qt Designer เป็นโปรแกรมประเภทฟรีแวร์ที่แถมมากับตัว Python แต่การที่จะเรียกใช้งานนั้นต้องมีการติดตั้งเพิ่มเติม หรือจะเป็นการเรียกฟังก์ชันนั้นมาและการติดตั้ง Pyside

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

และเริ่มใช้งานตัว Pyside หรือ Qt Designer อีกทั้งยังทำให้ผู้ใช้งานได้กำหนดที่อยู่ของไฟล์งานและเรียกไฟล์งานนั้นมาเปิดใน Qt Designer

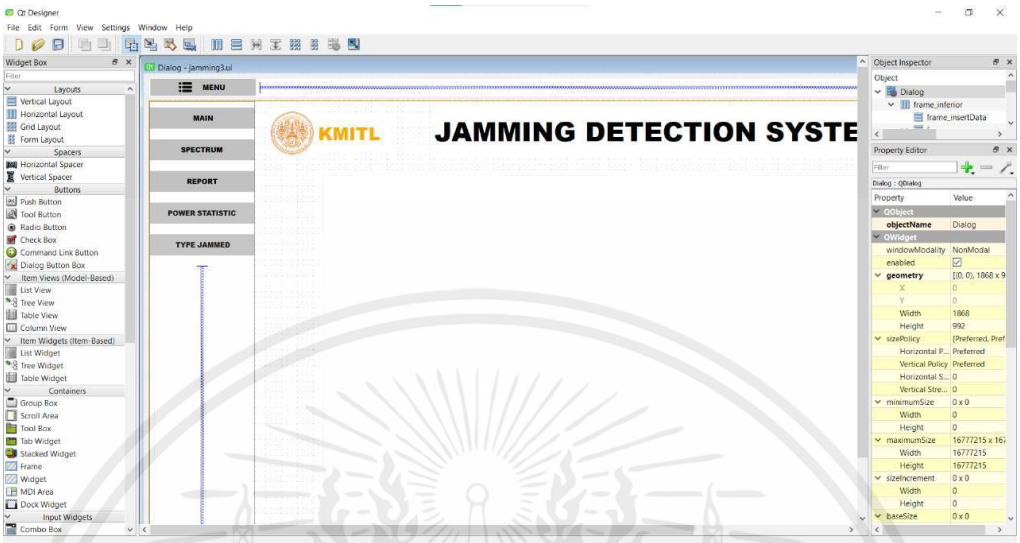
ตัวติดตั้ง PyQt มาพร้อมกับเครื่องมือสร้างส่วนติดต่อผู้ใช้งานแบบกราฟิก ที่เรียกว่า Qt Designer ด้วยการใช้อินเทอร์เฟซการลากและวางที่สามารถสร้างอินเทอร์เฟซส่วนติดต่อผู้ใช้งานแบบกราฟิก ได้โดยไม่ต้องเขียนโปรแกรม และในส่วนของหน้าต่างโปรแกรมและตัวอย่างการออกแบบของ Qt Designer เป็นดังรูปที่ 2.4 และ 2.5 ตามลำดับ



รูปที่ 2.4 หน้าต่างเริ่มต้นของโปรแกรม Qt Designer

จากรูปที่ 2.4 เมื่อทำการเปิดโปรแกรม จะพบกับกรอบตรงกลางที่ผู้ใช้งานสามารถเลือกว่าจะให้โปรแกรมมีหน้าตาแบบไหน และเมื่อทำการเลือกรูปแบบที่ต้องการได้แล้วให้กด Create จากนั้นจะได้หน้าจอมา 1 จอ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.5 ตัวอย่างการออกแบบด้วย Qt Designer ของระบบตรวจจับสัญญาณรบกวนจีเอ็นเอสเอส

จากรูปที่ 2.5 จะเป็นการออกแบบหน้าหลักในส่วนติดต่อผู้ใช้งานแบบกราฟิกของปริญญานิพนธ์นี้

2.7 การแจ้งเตือนไลน์ (Line Notify)

รูปที่ 2.6 Line Notify

จากรูปที่ 2.6 การแจ้งเตือนไลน์เป็นบริการรับการแจ้งเตือนจากบัญชีทางการในรูปแบบ API สำหรับโปรแกรมเมอร์ นักพัฒนาซอฟต์แวร์ นำไปใช้ต่อยอดพัฒนาโปรเจคต่างๆ เชื่อมต่อกับเว็บเซอร์วิส

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เช่น Github IFTTT และ Mackerl สร้างการแจ้งเตือนแบบข้อความไปยังกลุ่มหรือบัญชีส่วนตัวได้โดยไม่เสียค่าใช้จ่าย ยกเว้นกรณีที่เชื่อมต่อกับเว็บเซอร์วิสอื่นๆ ซึ่งอาจมีบางบริการที่ใช้ได้เฉพาะบัญชีแบบเสียค่าบริการเท่านั้น

การใช้งานการแจ้งเตือนไลน์เพื่อแจ้งสถานะการออนไลน์ไปอีกระบบปลายทางได้ จึงทำให้เราสามารถส่งข้อความแจ้งเตือนจากบริการต่าง ๆ หรืออุปกรณ์ใด ๆ ก็ตามที่สามารถเชื่อมต่อกับ internet และสามารถเชื่อมด้วย http post มายัง Account ของเราได้ ซึ่งการใช้งานโดยรวมของการแจ้งเตือนไลน์ จะมีรูปแบบดังนี้ คือ อันดับแรกต้องสร้าง token ของ account ในระบบของ Line เสียก่อน จากนั้นเก็บ token นี้เอาไว้ แล้วเมื่อเราต้องการที่จะส่งข้อความแจ้งเตือนต่าง ๆ เราจะใช้ token นี้เพื่อส่งข้อความแจ้งเตือน ผ่านทาง http post นั่นเอง

รูปที่ 2.7 การขอ Token ของ Line Notify

จากรูปที่ 2.7 การขอ Token ของการแจ้งเตือนไลน์ในการขอ Token ซึ่งจะต้องมี Line Account โดยสามารถสมัครใช้ Line Notify ได้ที่ https://notify-bot.line.me/th/ และให้ Login เข้า Line Notify เข้าสู่ระบบด้วย Line Account ซึ่งประโยชน์ของ Line Token มีประโยชน์ ดังนี้

1) การใช้งานจะเปรียบเสมือน Line ID แต่ Line token จะสามารถเปลี่ยนได้ง่าย เปลี่ยนได้ตลอดเวลา และไม่สามารถคัดลอกได้ง่ายๆ เพราะเป็นโค้ดตัวอักษรที่ทาง Line สร้างมาให้

2) ใช้งานง่ายมากเพราะสามารถขอ token ได้ง่าย เพียงทำการกดสมัครขอ token และทำการใช้งาน Line token ได้ทันที

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3) การใช้งาน token จะมีการแจ้งเตือนหลากหลายรูปแบบทั้งการแจ้งเตือน Order จากการสั่งซื้อของลูกค้า แจ้งเตือนการกรอกแบบฟอร์มหรือแจ้งการชำระเงินของลูกค้า ซึ่งทำให้ Line token มีความสำคัญมาก

2.8 กล้องวงจรปิดไอพี (IP Camera)

กล้องวงจรปิดไอพีเป็นกล้องวงจรปิดประเภทหนึ่งที่ใช้เป็นหลักในระบบรักษาความปลอดภัยการเฝ้าระวังที่สามารถส่งวิดีโอและรับข้อมูล อีกทั้งยังสามารถควบคุมผ่านทางอินเทอร์เน็ต กล้องเหล่านี้เรียกอีกอย่างว่า "Network Camera" หรือ "IP CCTV Camera"

กล้องวงจรปิดไอพี หรือ IP Camera ย่อมาจาก Internet Protocol Camera เป็นกล้องวงจรปิดที่มีคุณสมบัติของ Web Server ในตัวกล้อง คล้ายกับนำเอาความสามารถของคอมพิวเตอร์มาบรรจุลงในตัวกล้องให้มีขนาดที่เล็กลง เพื่อให้สามารถดูภาพสดผ่านเครือข่าย หรือระบบ Internet ได้ กล้องวงจรปิดไอพีมีทั้งกล้องขนาดเล็ก กล้องขนาดใหญ่ เหมือนกับกล้องปกติทั่วๆไป มีให้เลือกใช้หลายรูปแบบทั้งทรงกระบอก (Bullet) และทรงโดม (Dome)

กล้องไอพี มี 2 แบบ คือ แบบมีสาย (Wiring) และแบบไร้สาย (Wireless)

1) แบบใช้สาย (Wiring) คือ การเดินสายแลน (LAN) เป็นสายสัญญาณ โดยเชื่อมต่อระหว่างกล้องวงจรปิดกับเครื่องบันทึกภาพ (NVR) หรือเชื่อมต่อกล้องกล้องวงจรปิดกับ Switch POE ไปบันทึกในเครื่องบันทึกภาพ (NVR)

2) แบบไร้สาย (Wireless) คือ การเชื่อมต่อกล้องวงจรปิดกับ Router หรือเชื่อมต่อกล้องวงจรปิดกับเครื่องบันทึกภาพ (NVR) โดยที่ไม่ต้องเดินสายสัญญาณ แต่เป็นการเชื่อมต่อผ่าน Wi-Fi หรือ Wireless ซึ่งการเชื่อมต่อแบบไร้สายนี้ เหมาะสำหรับบ้านที่ไม่ต้องการเดินสายสัญญาณความสะดวกสบายในการติดตั้ง และเน้นความสวยงาม

กล้องวงจรปิดไอพีที่ใช้ คือ Dahua IPC-HFW2431S-S-S2 ซึ่งเป็นกล้องวงจรปิดกล้องวงจรปิดไอพีที่เป็นชนิดแบบใช้สาย จะแสดงดังรูปที่ 2.8 และมีคุณสมบัติต่าง ๆ ดังตารางที่ 2.3

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รูปที่ 2.8 กล้องวงจรปิดไอพียี่ห้อ Dahua IPC-HFW2431S-S-S2

ตารางที่ 2.3 คุณสมบัติของกล้องวงจรปิดไอพี รุ่น IPC-HFW2431S-S-S2

ข้อมูลจำเพาะ	คำอธิบาย
Image Sensor	1/3” 4Megapixel progressive CMOS
Max. Resolution	2688 (H) × 1520 (V)
Lens Type	Fixed-focal
Focal Length	2.8 mm
Field of View	2.8 mm: Horizontal:102.0° × Vertical 55.0° × Diagonal 121.0°
Video Compression	H.265; H.264; H.264B; MJPEG (only supported by sub stream)
Smart Codec	Smart H.265+/ Smart H.264+
Video Frame Rate	Mainstream: 2688 × 1520 (1 fps-20 fps) 2560 × 1440 (1 fps-25/30 fps)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

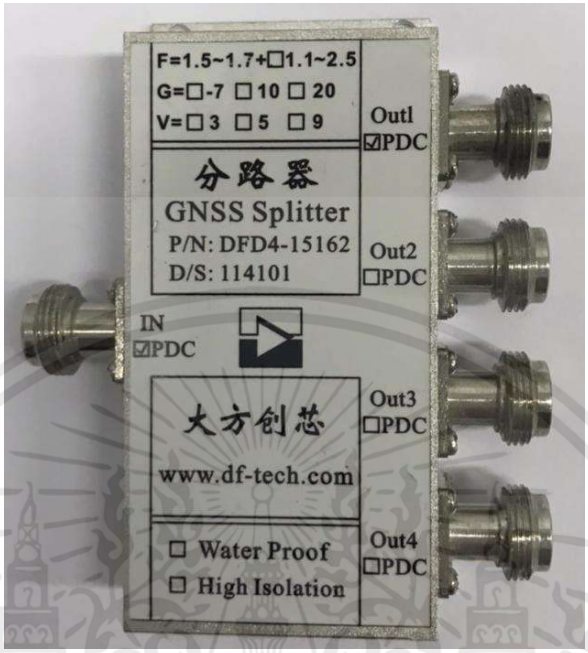
ตารางที่ 2.3 คุณสมบัติของกล้องวงจรปิดไอพี รุ่น IPC-HFW2431S-S-S2

ข้อมูลจำเพาะ	คำอธิบาย
Video Frame Rate	Sub stream: 704 × 576 (1 fps-25 fps) 704 × 480 (1 fps-30 fps)
Resolution	2688 × 1520 (2688 × 1520); 2560 × 1440 (2560 × 1440); 2304 × 1296 (2304 × 1296); 1080p (1920 × 1080); 1.3M (1280 × 960); 720p (1280 × 720); D1 (704 × 576/704 × 480); VGA (640 ×480); CIF (352 × 288/352 × 240)
DORI Distance	Detect : 56 m (183.73 ft) Observe : 22.4 m (73.49 ft) Recognize : 11.2 m (36.75 ft) Identify : 5.6 m (18.37 ft)
Video Bit Rate	H.264: 32 kbps–6144 kbps H.265: 12 kbps–6144 kbps
Network	RJ-45 (10/100 Base-T)
Protocol	IPv4; IPv6; HTTP; HTTPS; TCP; UDP; ARP; RTP ; RTSP; RTCP; RTMP; SMTP; FTP; SFTP; DHCP; DNS; DDNS; QoS; UPnP; NTP; Multicast; ICMP; IGMP; NFS; PPPoE; 802.1x; Bonjour
Power Supply	12V DC/PoE (802.3af)
Power Consumption	< 5W

2.9 GNSS Splitter

GNSS Splitter เป็นตัวเชื่อมต่อกับเสาอากาศย่านความถี่จีเอ็นเอสเอส ทำให้อุปกรณ์ที่เกี่ยวกับจีเอ็นเอสเอส เช่น โมดูลเครื่องรับสัญญาณจีเอ็นเอสเอส 1 ความถี่ U-blox รุ่น NEO-M8T และ RTL-SDR Dongle สามารถใช้เสาอากาศย่านจีเอ็นเอสเอสร่วมกันได้ ซึ่งจะแสดงดังรูปที่ 2.9

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.9 อุปกรณ์ GNSS Splitter

2.10 โมดูลเครื่องรับสัญญาณจีเอ็นเอสเอส 1 ความถี่ U-blox รุ่น NEO-M8T

โมดูลเครื่องรับสัญญาณจีเอ็นเอสเอส เป็นอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ที่ทำหน้าที่รับและประมวลผลสำหรับการระบุตำแหน่งดาวเทียม โดยเครื่องรับจะแปลงสัญญาณที่รับได้จากดาวเทียมเป็นหน่วยวัดที่สามารถเข้าใจได้ เช่น ตำแหน่งละติจูด, ลองจิจูด, ความเร็ว, เวลาที่แม่นยำ, จำนวนดาวเทียมระบุตำแหน่ง ฯลฯ โดยจะแสดงรูปโมดูลเครื่องรับสัญญาณจีเอ็นเอสเอส ดังรูปที่ 2.10

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รูปที่ 2.10 โมดูลเครื่องรับสัญญาณจีเอ็นเอสเอส 1 ความถี่ U-blox รุ่น NEO-M8T

จากรูปที่ 2.10 โมดูลเครื่องรับจีเอ็นเอสเอส 1 ความถี่ U-blox รุ่น NEO-M8T เป็นอุปกรณ์ที่ใช้ในสำหรับการวางตำแหน่งที่แม่นยำของดาวเทียมและรองรับสัญญาณดิบจาก Raw USB และมีขั้วต่อเสาอากาศ SMA ซึ่งในการทดลองรับสัญญาณจะทำการเชื่อมต่อกับเสาอากาศจีเอ็นเอสเอสที่ใช้ภายนอกอาคารได้ เนื่องจากเหมาะสมสำหรับการวางตำแหน่งที่แม่นยำและระบบการสำรวจ RTK และยังทนทานต่อสภาพอากาศภายนอก ในปัจจุบันโมดูลเครื่องรับจีเอ็นเอสเอส NEO-M8T-U-blox นี้รองรับระบบดาวเทียมจีพีเอส (GPS), กาลิเลโอ (Galileo) และโกลนาส GLONASS และยังรองรับซอฟต์แวร์จีพีเอส U-center เป็นซอฟต์แวร์สำหรับช่วยผู้ใช้งานในการประเมิณผล, ตรวจสอบ, เฝ้าติดตาม และเรียกใช้ค่าพิกัดจากโมดูลจีเอ็นเอสเอส แสดงข้อมูลตำแหน่งและจำนวนดาวเทียมระบุตำแหน่ง รวมทั้งยังรับ และสามารถอ่านค่าจากโปรโตคอล NMEA ทั้งหมดที่เป็นชุดข้อมูลจากจีพีเอส และโดยทั่วไปจีพีเอสแทบจะทุกรุ่นมักจะใช้โปรโตคอลมาตรฐาน NMEA ที่พัฒนาโดย National Marine Electronics Association ซึ่งมีรายละเอียดและชนิดประโยคย่อยตามประเภทการใช้งาน แต่โดยรวมจะเก็บข้อมูลหลัก ๆ ของจีพีเอสไว้ เช่น ตำแหน่ง, ความเร็ว, เวลา, DOP ฯลฯ โดยโมดูลเครื่องรับสัญญาณจีเอ็นเอสเอส 1 ความถี่ รุ่น NEO-M8T มีคุณสมบัติต่าง ๆ ดังตารางที่ 2.4 ต่อไปนี้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 2.4 คุณสมบัติของโมดูลเครื่องรับสัญญาณจีเอ็นเอสเอส 1 ความถี่ U-blox รุ่น NEO-M8T

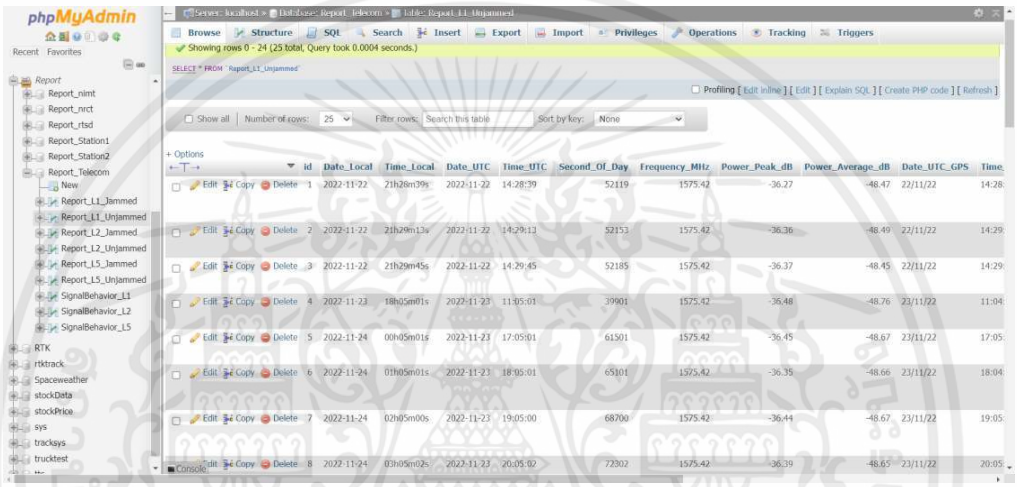
ข้อมูลจำเพาะ	คำอธิบาย
Receiver Type	72-channel u-blox M8 engine GPS/QZSS L1 C/A, GLONASS L10F, BeiDou B1, SBAS L1 C/A: WAAS, EGNOS, MSAS, GAGAN, Galileo E1B/C
Position Accuracy	2.5 m CEP (Autonomous)
Oscillator	TCXO
Noise Figure	Extra LNA for passive antenna
Memory	Internal SQI flash for Firmware update
Supported Antennas	Active and passive
Antenna management	External with logic-level antenna switching, output, filtered continuous supply.
Supply Voltage	2.7 V to 3.6 V
Serial Interfaces	SPI or UART and DDC (I2C compliant) USB V2.0 full speed 12 Mbit/s
Protocols	NMEA, UBX binary, RTCM
Message Data	GPS, GLONASS, BeiDou, SBAS, QZSS L1S and IMES beacons (50/250 bps auto-baud)
Measurement Data	GPS, GLONASS, BeiDou, SBAS and QZSS (Carrier phase; Code phase & pseudorange; Doppler)

2.11 MySQL Database

MySQL เป็นระบบจัดการฐานข้อมูลเชิงสัมพันธ์โอเพนซอร์สบนพื้นฐานของ SQL ซึ่ง MySQL ได้รับการออกแบบและปรับให้เหมาะสมสำหรับเว็บแอปพลิเคชันและสามารถทำงานบนแพลตฟอร์มใดก็ได้ ซึ่งทำงานเป็น Database Server และอนุญาตให้ผู้ใช้หลายคนจัดการและสร้างฐานข้อมูลจำนวนมาก ซึ่งเป็นองค์ประกอบสำคัญใน LAMP (LAMP ย่อมาจาก Linux, Apache, MySQL และ PHP

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

phpMyAdmin คือโปรแกรมที่ถูกพัฒนาโดยใช้ภาษา PHP เพื่อใช้ในการบริหารจัดการฐานข้อมูล Mysql ซึ่งโปรแกรมนี้เป็นโปรแกรมประเภท MySQL Client ที่ใช้ในการจัดการข้อมูล MySQL ผ่าน Web browser ได้โดยตรง phpMyAdmin และทำงานบน Web server เป็น PHP Application ที่ใช้ควบคุมจัดการ MySQL Server โดยจะแสดงหน้าต่างการใช้งานได้ดังรูปที่ 2.11



รูปที่ 2.11 หน้าต่างการทำงานเบื้องต้นของ phpMyAdmin

2.12 เสาอากาศ AN-105L-GNSS

เสาอากาศ AN-105L-GNSS สามารถรับสัญญาณจีพีเอสย่าน L1, L2 แล L5 ได้ สามารถแสดงรูปภาพของเสาอากาศ ได้ดังรูปที่ 2.12 และข้อมูลจำเพาะของเสาอากาศ AN-105L-GNSS ได้ตารางที่ 2.5

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รูปที่ 2.12 เสาอากาศ AN-105L-GNSS

ตารางที่ 2.5 คุณสมบัติของเสาอากาศ AN-105L-GNSS

ข้อมูลจำเพาะ	คำอธิบาย
Frequency Range (MHz)	GPS: L1/L2/L5 GLONASS: L1/L2 BDS: B1/B2/B3 GALILEO: E1/E5a/E5b/E6 QZSS: L1/L5 SBAS: L1
Gain	<5.5 dBi
Polarization	RHCP (Right-Hand Circular Polarization)
LNA Gain	40 ± 2 dB
VSWR	≤2.0
Voltage	3.0V – 16.0V

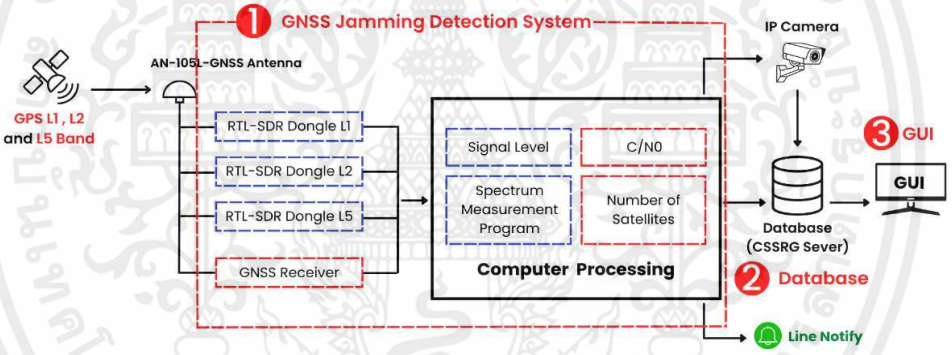
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 3

การออกแบบและการจัดทำปริญญานิพนธ์

3.1 การออกแบบ

ปริญญานิพนธ์ฉบับนี้จะแบ่งการทำงานของระบบเป็น 3 ส่วนหลัก ได้แก่ ระบบตรวจจับสัญญาณรบกวนจีเอ็นเอสเอส, ระบบจัดเก็บฐานข้อมูล และส่วนติดต่อผู้ใช้งานแบบกราฟิก ซึ่งในส่วนของระบบตรวจจับสัญญาณรบกวนจีเอ็นเอสเอสจะแบ่งส่วนย่อยเป็นอีก 3 ส่วน ได้แก่ ส่วนของระบบตัดสินใจการรบกวน, ส่วนของโมดูลเครื่องรับสัญญาณจีเอ็นเอสเอส 1 ความถี่ U-blox รุ่น NEO-M8T และส่วนของการแจ้งเตือนไลน์ ซึ่งภาพรวมของปริญญานิพนธ์จะแสดงดังรูปที่ 3.1



รูปที่ 3.1 แผนผังงานภาพรวมของระบบ

จากรูปที่ 3.1 จะเห็นได้ว่าส่วนของระบบตรวจจับสัญญาณรบกวนจีเอ็นเอสเอสจะใช้เสาอากาศ AN-105L-GNSS ในการรับกำลังสัญญาณของย่านความถี่ L1, L2 และ L5 โดยประมวลผลผ่าน RTL-SDR Dongle 3 ตัว และรับข้อมูลจีเอ็นเอสเอสจากโมดูลเครื่องรับจีเอ็นเอสเอส 1 ความถี่ U-blox รุ่น NEO-M8T ของย่านความถี่ L1 โดยใช้ GNSS Splitter ในการแยกรับข้อมูล

โดยระบบตรวจจับสัญญาณรบกวนจีเอ็นเอสเอสจะใช้สคริปต์ของไพธอนทำงานตลอด 24 ชั่วโมง และหลังจากรับสัญญาณแล้วจะทำการตัดสินใจการถูกรบกวนของสัญญาณจากเกณฑ์การตัดสินใจของทั้ง 3 ย่านความถี่ และบันทึกค่าผลต่าง ๆ เก็บไว้ในฐานข้อมูล และนำค่าที่บันทึกได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากฐานข้อมูลนำมาแสดงผลผ่านส่วนติดต่อผู้ใช้งานแบบกราฟิก ซึ่งจะแสดงข้อมูลของแต่ละสถานีที่ได้นำไปติดตั้ง โดยจะแสดงข้อมูลต่าง ๆ ได้แก่ สเปกตรัม, กำลังของสัญญาณ, จำนวนดาวเทียม (Number of Satellite), ค่าอัตราส่วนของสัญญาณคลื่นพาห์ต่อสัญญาณรบกวน (CNR), ภาพถ่ายสภาพแวดล้อมโดยรอบ, ตารางบันทึกผลที่นำเข้าระบบจัดเก็บฐานข้อมูล และสถานะของอุปกรณ์ รวมไปถึงยังสามารถดาวน์โหลดข้อมูลที่แสดงอยู่บนส่วนที่ติดต่อกับผู้ใช้ได้ ดังนั้นกระบวนการตัดสินใจของการรบกวนสัญญาณของย่านความถี่ L1, L2 และ L5 จะแตกต่างกันดังต่อไปนี้

1) ย่านความถี่ L1 จะทำการตัดสินใจจากค่า RFI Level ของกำลังสัญญาณที่ตั้งขึ้นเป็นหลัก และใช้ข้อมูลจีเอ็นเอสเอสจากโมดูลเครื่องรับจีเอ็นเอสเอส 1 ความถี่ U-blox รุ่น NEO-M8T เข้ามาร่วมตัดสินใจ

2) ย่านความถี่ L2 และ L5 จะทำการตัดสินใจโดยใช้เพียงค่า RFI Level ที่ตั้งขึ้นจากการเพิ่มขึ้นของกำลังสัญญาณ อ้างอิงระดับจากการทดลองการรบกวนสัญญาณในย่านความถี่ L1 เนื่องจากไม่มีเครื่องรบกวนสัญญาณย่านความถี่ L2 และ L5 รวมถึงพารามิเตอร์ที่ได้จากโมดูลเครื่องรับจีเอ็นเอสเอส 1 ความถี่ U-blox รุ่น NEO-M8T

สามารถแสดงคุณสมบัติของระบบตรวจจับสัญญาณรบกวนจีเอ็นเอสเอสได้ดังตารางที่ 3.1 ต่อไปนี้

ตารางที่ 3.1 คุณสมบัติของระบบตรวจจับสัญญาณรบกวนจีเอ็นเอสเอส

ลำดับ	คุณสมบัติ
1.	ระบบตรวจจับสัญญาณรบกวนได้สามย่านความถี่ L1 ,L2 และ L5
2.	ระบบถ่ายภาพสภาพแวดล้อมโดยรอบเมื่อมีการตรวจจับสัญญาณรบกวน
3.	การเพิ่มข้อมูลสำหรับการตัดสินใจการรบกวนในย่านความถี่ L1 โดยใช้โมดูลเครื่องรับจีเอ็นเอสเอส 1 ความถี่ ในการบอกระดับการใช้งานที่ผู้ใช้สามารถใช้งานได้
4.	ส่วนเฝ้าระวังมอนิเตอร์ผ่านส่วนติดต่อผู้ใช้งานแบบกราฟิก โดยแต่ละสถานี สามารถดูได้ คือ สเปกตรัม, ค่าที่บันทึกผล (Report), ภาพสภาพแวดล้อมโดยรอบ เป็นต้น
5.	การแจ้งเตือนผ่านไลน์ในส่วนของการแจ้งเตือนเมื่อถูกรบกวนสัญญาณ และแจ้งเตือนสถานะของอุปกรณ์ของแต่ละสถานี
6.	อุปกรณ์ระบบตรวจจับสัญญาณรบกวนจีเอ็นเอสเอสถูกติดตั้ง ณ หน่วยงานระดับชาติ ซึ่งประกอบไปด้วย สถาบันมาตรวิทยา (NIMT) ,กรมแผนที่ทหาร (RTSD) และสนามบินสุวรรณภูมิ (NEC)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.1.1 การออกแบบระบบตรวจจับสัญญาณรบกวนจีเอ็นเอสเอส

3.1.1.1 การออกแบบระบบตรวจจับสัญญาณรบกวนย่าน L1

การออกแบบระบบตรวจจับสัญญาณรบกวนย่าน L1 มีแผนผังการทำงานดังรูปที่ 3.3 และ 3.13 ซึ่งจะสามารถแบ่งข้อมูลได้จาก 2 ส่วนดังต่อไปนี้

1) กำลังของสัญญาณ

2) ข้อมูลจีเอ็นเอสเอสจากโมดูลเครื่องรับจีเอ็นเอสเอส 1 ความถี่ โดยระบบจะเริ่มจากการรับกำลังสัญญาณจากเสาอากาศจีเอ็นเอสเอส AN-105L GNSS และแปลงกำลังสัญญาณจาก RTL-SDR Dongle จากนั้นคำนวณกำลังสัญญาณแปลงหน่วยของกำลังสัญญาณจากวัตต์เป็นเดซิเบล และทำการดึงข้อมูลจีเอ็นเอสเอสจากโมดูลเครื่องรับจีเอ็นเอสเอส 1 ความถี่ U-blox รุ่น NEO-8MT โดยจะดึงข้อมูลจำนวนดาวเทียม, หมายเลข PRN ของดาวเทียมแต่ละดวง, ค่าอัตราส่วนของสัญญาณคลื่นพาห์ต่อสัญญาณรบกวน และตำแหน่งของดาวเทียมแต่ละดวง เพื่อเพิ่มพารามิเตอร์ในการตัดสินใจโดยใช้จำนวนดาวเทียม และค่าอัตราส่วนของสัญญาณคลื่นพาห์ต่อสัญญาณรบกวนเฉลี่ย (Average CNR) และทำการตัดสินตามขั้นตอนตามที่กล่าวไว้ในหัวข้อ 3.1 ในกระบวนการตัดสินใจ เมื่อกรณีดังต่อไปนี้

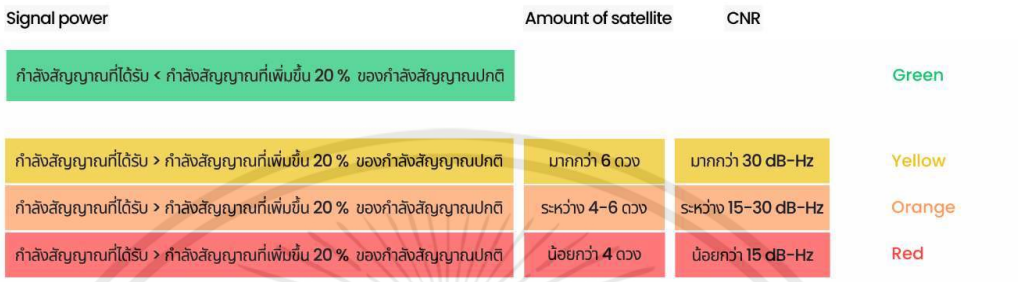
1) ตรวจจับเมื่อระบบถูกรบกวนสัญญาณ จะทำการบันทึกรูปสเปกตรัมของกำลังสัญญาณ และทำการบันทึกผลต่าง ๆ ลงบน CSV และกล้องวงจรปิดไอพี (IP Camera) ทำการถ่ายภาพสภาพแวดล้อม โดยจะบันทึกแยกไว้ในโฟลเดอร์ Jammed หลังจากนั้นจะทำการส่งเข้าระบบจัดเก็บฐานข้อมูลทุกครั้งและทุกค่า รวมถึงส่งแจ้งเตือนการแจ้งเตือนไลน์ไปยังกลุ่มแจ้งเตือน จากนั้นจะนำค่าที่บันทึกได้จากฐานข้อมูลจะมาแสดงผลผ่านส่วนติดต่อผู้ใช้งานแบบกราฟิก

2) เมื่อระบบไม่ได้ถูกรบกวนสัญญาณ จะทำการบันทึกรูปสเปกตรัมของกำลังสัญญาณ และบันทึกผลต่าง ๆ ลงบน CSV โดยจะบันทึกแยกไว้ในโฟลเดอร์ NoJammed และจะทำการส่งเข้าระบบจัดเก็บฐานข้อมูลทุกหนึ่งชั่วโมง และจะนำค่าที่บันทึกได้จากฐานข้อมูลมาแสดงผลผ่านส่วนติดต่อผู้ใช้งานแบบกราฟิก

จากที่กล่าวถึงกระบวนการตัดสินใจของการรบกวนสัญญาณย่านความถี่ L1 ซึ่งก็คือจะทำการตัดสินใจจากค่า RFI Level ของกำลังสัญญาณที่ตั้งขึ้นก่อน หลังจากนั้นจะใช้พารามิเตอร์ ได้แก่ จำนวนดาวเทียม และค่าอัตราส่วนของสัญญาณคลื่นพาห์ต่อสัญญาณรบกวน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

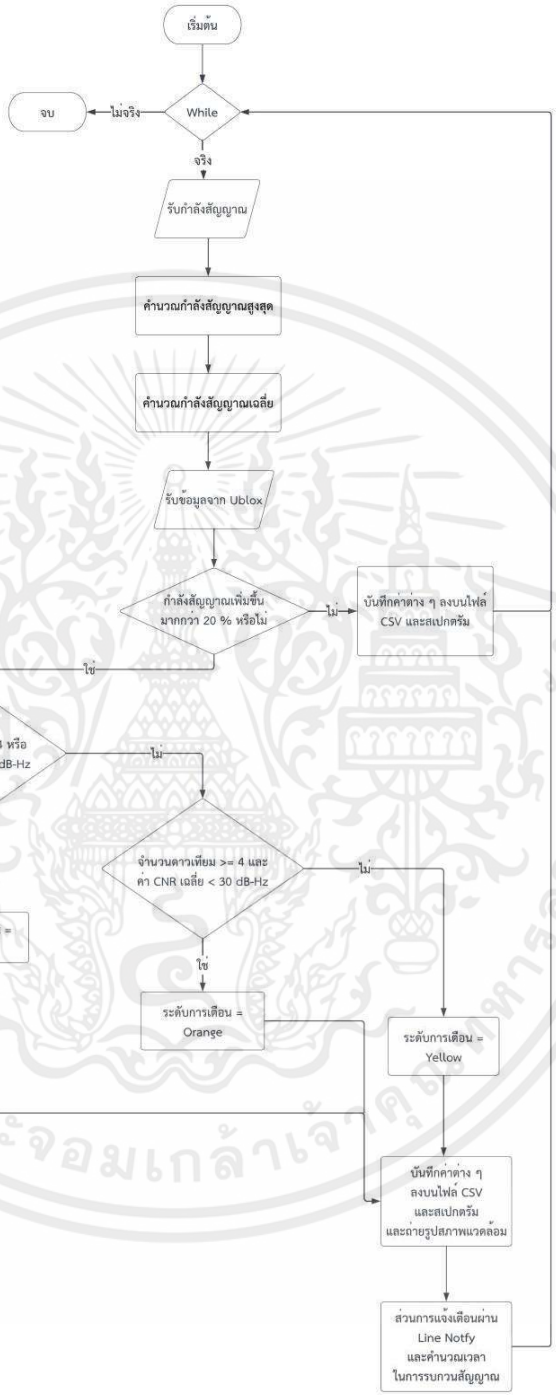
เฉลี่ยในการตัดสินใจอีกเพื่อประเมินว่าเป็นการรบกวนสัญญาณระดับใด ซึ่งจะสามารถแสดงภาพรวมกระบวนการตัดสินใจย่านความถี่ L1 ได้ดังรูปที่ 3.2



รูปที่ 3.2 ภาพรวมกระบวนการตัดสินใจย่านความถี่ L1

จากรูปที่ 3.2 เมื่อค่ากำลังสัญญาณเพิ่มขึ้นมากกว่า 20% จากกำลังสัญญาณ ณ ที่ไม่รบกวนสัญญาณจะตัดสินใจว่ามีการรบกวนสัญญาณ แล้วหลังจากนั้น จะนำจำนวนดาวเทียม และค่าอัตราส่วนของสัญญาณคลื่นพาห์ต่อสัญญาณรบกวนเฉลี่ย มาตัดสินใจ ซึ่งเมื่อจำนวนดาวเทียมมากกว่า 6 ดวง หรือ ค่าอัตราส่วนของสัญญาณคลื่นพาห์ต่อสัญญาณรบกวนเฉลี่ย มากกว่า 30 dB-Hz จะเป็นการรบกวนสัญญาณระดับสีเหลือง (Yellow Level) คือ อยู่ในระดับที่ผู้ใช้สามารถใช้งานได้ เมื่อจำนวนดาวเทียมอยู่ในช่วงระหว่าง 4-6 ดวง หรือ ค่าอัตราส่วนของสัญญาณคลื่นพาห์ต่อสัญญาณรบกวนเฉลี่ย อยู่ระหว่าง 15-30 dB-Hz จะเป็นการรบกวนสัญญาณระดับสีส้ม (Orange Level) คือ อยู่ในระดับที่ผู้ใช้สามารถใช้งานได้ แต่คุณภาพสัญญาณไม่ดี และเมื่อจำนวนดาวเทียมน้อยกว่า 4 ดวง หรือ ค่าอัตราส่วนของสัญญาณคลื่นพาห์ต่อสัญญาณรบกวนเฉลี่ย น้อยกว่า 15 dB-Hz คือ อยู่ในระดับที่ผู้ใช้ไม่สามารถใช้งานได้ จะเป็นการรบกวนสัญญาณระดับสีแดง (Red Level) และค่า RFI Level อ้างอิงในขั้นตอนต่อไปจากการทดลองรบกวนสัญญาณในหัวข้อ 3.3.1 และแผนผังโดยรวมของระบบย่าน L1 เป็นดังรูปที่ 3.3

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3.3 แผนผังงานของระบบตรวจจับสัญญาณรบกวนจีเอ็นเอสเอสย่าน L1

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เนื่องจากย่านความถี่ L1 มีการนำพารามิเตอร์บางชนิดมาใช้งานในการตัดสินใจการรบกวนสัญญาณร่วมกับค่ากำลังสัญญาณในย่านความถี่ L1 จึงต้องมีการศึกษาการรับข้อมูลเหล่านี้ ซึ่งพารามิเตอร์ที่ต้องการ ได้แก่ จำนวนดาวเทียม, หมายเลข PRN ของดาวเทียมจีพีเอส, ค่าอัตราส่วนของสัญญาณคลื่นพาห์ต่อสัญญาณรบกวน, ค่าอัตราส่วนของสัญญาณคลื่นพาห์ต่อสัญญาณรบกวนเฉลี่ย, ค่ามุมเงย (Elevation) และค่ามุมกวาด (Azimuth) เป็นต้น

ทำการรันโปรแกรมไพธอนเพื่อรับ 2 ประโยคหลักของ NMEA ซึ่งจะประกอบด้วยพารามิเตอร์ทั้งหมดที่ต้องการนำไปใช้ในระบบการตัดสินใจร่วมกับค่ากำลังสัญญาณในย่านความถี่ L1 โดยโปรแกรมเขียนเพื่อรับประโยคที่จำเป็นต่อการใช้งานดังรูปที่ 3.4 จากนั้นจะนำค่าพารามิเตอร์ดังกล่าวเขียนลงในไฟล์ CSV และส่งเข้าไปเก็บใน Database Server และ Storage Server ต่อไปดังรูปที่ 3.5

```
gps = serial.Serial("/dev/ttyACM0")

info1 = "$GNGSA"
info2 = "$GPGSV"
```

รูปที่ 3.4 โปรแกรมในส่วนของการเชื่อมต่อ Serial Port และกำหนดประเภทของประโยค NMEA

Number_Of_Satellite	Satellite_ID	CNR_GPS	CNR_Mean	Elevation_GPS	Azimuth_GPS
10	[2, 5, 11, 12, 1	[27, 17, 32, 26,	26.4	[38, 33, 28, 18, 59, 85, 16	[346, 19, 87, 199, 59, 236, 269,
10	[2, 5, 11, 12, 1	[28, 12, 31, 26,	26.1	[38, 33, 28, 18, 59, 85, 16	[346, 19, 87, 199, 59, 236, 269,
10	[2, 5, 11, 12, 1	[28, 17, 32, 27,	26.8	[38, 33, 28, 18, 59, 85, 16	[346, 19, 87, 199, 59, 236, 269,
10	[2, 5, 11, 12, 1	[29, 20, 32, 28,	27.5	[38, 33, 28, 18, 59, 85, 16	[346, 19, 87, 199, 59, 236, 269,
10	[2, 5, 11, 12, 1	[29, 22, 31, 27,	27.6	[38, 33, 28, 18, 59, 85, 16	[346, 19, 87, 199, 59, 236, 269,
10	[2, 5, 11, 12, 1	[29, 22, 32, 27,	28.1	[38, 33, 28, 18, 59, 85, 16	[346, 19, 87, 199, 59, 236, 269,
10	[2, 5, 11, 12, 1	[30, 22, 32, 27,	28.3	[38, 33, 28, 18, 59, 85, 16	[346, 19, 87, 199, 59, 236, 269,
10	[2, 5, 11, 12, 1	[30, 23, 32, 28,	28.5	[38, 33, 28, 18, 59, 85, 16	[346, 19, 87, 199, 59, 236, 269,

รูปที่ 3.5 ไฟล์ค่าบันทึกผล (Report) ชนิด CSV ที่บันทึกค่าพารามิเตอร์ต่าง ๆ

จากรูปที่ 3.5 จะเห็นว่าได้ออกแบบหัวข้อแต่ละคอลัมน์เป็นชื่อพารามิเตอร์ที่ต้องการรับค่าได้จากเครื่องรับสัญญาณจีเอ็นเอสเอส 1 ความถี่ U-blox ในย่าน L1 สังเกตได้จากกรอบสี่เหลี่ยมสีแดง โดยจะแสดงคอลัมน์ของพารามิเตอร์ทั้งหมด ได้แก่ จำนวนดาวเทียมจีพีเอสที่ใช้งาน, หมายเลข PRN ของดาวเทียมจีพีเอส, ค่าอัตราส่วนของสัญญาณคลื่นพาห์ต่อสัญญาณรบกวน, ค่าอัตราส่วนของสัญญาณคลื่นพาห์ต่อสัญญาณรบกวนเฉลี่ย, ค่ามุมเงย และค่ามุมกวาด ตามลำดับ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ประโยคย่อยของ NMEA ที่รับมาเพื่อคัดพารามิเตอร์ที่ต้องการนำไปใช้ร่วมกับระบบตรวจจับสัญญาณรบกวนมีทั้งหมด 2 ประเภท ได้แก่ GNGSA และ GPGSV ซึ่งส่วนของโปรแกรมไพธอนสำหรับรับประโยคย่อยแสดงได้ดังรูปที่ 3.6

```
while True:

    #python read gps receiver nmea messages line by line
    nmea = gps.readline()
    #Decode from bytes type to string type
    de_nmea = nmea.decode()

    #Getiing only GNRMC GNGSA and GPGSV mesages
    if(de_nmea[0:6] == info1 or de_nmea[0:6] == info2):

        print(de_nmea)
```

รูปที่ 3.6 โปรแกรมในส่วนรับชุดข้อมูลจีเอ็นเอสเอสที่เป็นประโยคย่อยของโปรโตคอล NMEA ทั้ง 2 ประเภท

รายละเอียดของทั้ง 2 ประโยคย่อย NMEA ที่ต้องการนำไปคัดพารามิเตอร์ที่ต้องการมีดังต่อไปนี้

1) ประเภท GNGSA เป็นรูปแบบที่แสดงรายละเอียดของข้อมูล Fix, จำนวนดาวเทียมที่ใช้งานได้ รวมถึงค่าความคลาดเคลื่อน DOP (dilution of precision) ซึ่งตัวเลขน้อย ๆ จะเป็นค่าที่ดีมีความถูกต้องสูง ซึ่งค่าพารามิเตอร์ที่ต้องการจากชุดข้อมูลของประโยคชนิดนี้ คือ จำนวนดาวเทียมจีพีเอสที่ใช้งาน และหมายเลข PRN ของดาวเทียม (ดาวเทียมจีพีเอสจะมีหมายเลข PRN ตั้งแต่ 1-32) โดยโปรแกรมไพธอนที่ถูกเขียนเพื่อรับค่าพารามิเตอร์ดังกล่าวแสดงดังรูปที่ 3.7

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
#GNGSA message
if(de_nmea[0:6] == info1):

    #seperate data to group by comma
    data = de_nmea.split(",")
    #keep only prn number (satellite id) and drop null value and change to int type
    sat_gnss_num = data[3:15]
    sat_gnss_num = list(filter(None, sat_gnss_num))
    sat_gnss_num = list(map(int, sat_gnss_num))

    #arranging
    sat_gnss_num.sort()

    #keep only gps satellite id
    for gsa in sat_gnss_num:
       if(gsa >= 1 and gsa <=32):

           sat_gps_num.append(gsa)
```

รูปที่ 3.7 โปรแกรมรับค่าพารามิเตอร์จากชุดข้อมูลของประโยค NMEA ประเภท GNGSA

2) ประเภท GPGSV เป็นรูปแบบที่แสดงรายละเอียดของจีพีเอสแต่ละดวง เช่น ระดับความสูงมุมเงย, มุมกวาด และค่าอัตราส่วนของสัญญาณคลื่นพาห์ต่อสัญญาณรบกวน ซึ่งเทียบได้กับความแรงของสัญญาณมีค่าตั้งแต่ 0 ถึง 99 ซึ่งค่ามากเป็นค่าที่ดี ในบางขณะเครื่องรับจีพีเอสอาจจะรับสัญญาณดาวเทียมได้เต็มที่ทั้งหมด 12 ดวง การส่งข้อความจะมากไปถ้าต้องแสดงในบรรทัดเดียว สมาคม NMEA จึงออกแบบให้รูปแบบ GSV สามารถแสดงข้อมูลดาวเทียมได้เต็มที่ประโยคหรือบรรทัดละ 4 ดวงเท่านั้น ดังนั้นถ้ารับสัญญาณดาวเทียมได้ทั้ง 12 ดวงจะได้รับประโยคทั้งหมด 3 บรรทัด ซึ่งค่าพารามิเตอร์ที่ต้องการจากชุดข้อมูลของประโยคชนิดนี้ คือ ค่าอัตราส่วนของสัญญาณคลื่นพาห์ต่อสัญญาณรบกวน, ค่ามุมเงย และค่ามุมกวาด โดยโปรแกรมไพธอนที่ถูกเขียนเพื่อรับค่าพารามิเตอร์ดังกล่าวจะแสดงดังรูปที่ 3.8

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
#GPGSV message
if(de_nmea[0:6] == info2):

#seperate data to group by comma
    data = de_nmea.split(",")
#drop unimportant information
    data = data[4:]
    data[len(data)-1] = data[len(data)-1][0:2]

    #keep only satellite id , Elevation angle , Azimuth angle , SNR
    for c in range(len(data)):

        if(c == 0 or c % 4 ==0):
            snr_gps_num.append(data[c])
        elif(c == 1 or c % 4 == 1):
            el_gps.append(data[c])
        elif(c == 2 or c % 4 == 2):
            az_gps.append(data[c])
        elif(c == 3 or c % 4 == 3):
            snr_gps.append(data[c])
```

รูปที่ 3.8 โปรแกรมรับค่าพารามิเตอร์จากชุดข้อมูลของประโยค NMEA ประเภท GPGSV

เมื่อทำการเก็บข้อมูลของค่าพารามิเตอร์ต่าง ๆ ที่ต้องการลงในไฟล์และส่งเข้า Database จากนั้นจะทำการดึงข้อมูล ได้แก่ หมายเลข PRN ของดาวเทียม, ค่ามุมเงย และค่ามุมกวาดของดาวเทียมจีพีเอสที่ใช้งานทุกดวงมาทำการสร้าง Sky plot ซึ่งเป็นฟังก์ชันเสริมสำหรับแสดงบนหน้าต่างส่วนติดต่อผู้ใช้งานแบบกราฟิกเพื่อดูตำแหน่งของดาวเทียมจีพีเอสแต่ละดวง ดังรูปที่ 3.9, 3.10 และ 3.11

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
#sky plot
pull = db3.cursor()
pull.execute("SELECT Satellite_ID FROM Report_L1_Unjammed ORDER BY id DESC LIMIT 1;")
sat_id = str(pull.fetchall())
sat_id = sat_id[4:]
sat_id = sat_id[:len(sat_id)-5]
sat_id_list = sat_id.replace(" ","")
sat_id_list = sat_id_list.split(",")
sat_id_list = list(map(int, sat_id_list))


pull.execute("SELECT Elevation_GPS FROM Report_L1_Unjammed ORDER BY id DESC LIMIT 1;")
el_gps = str(pull.fetchall())
el_gps = el_gps[4:]
el_gps = el_gps[:len(el_gps)-5]
el_gps_list = el_gps.replace(" ","")
el_gps_list = el_gps_list.split(",")
el_gps_list = list(map(int, el_gps_list))
```

รูปที่ 3.9 โปรแกรมสร้าง Sky Plot ในส่วนของการดึงข้อมูลของหมายเลข PRN ดาวเทียม และมุมเงย จาก Database Server

```
pull.execute("SELECT Azimuth_GPS FROM Report_L1_Unjammed ORDER BY id DESC LIMIT 1;")
az_gps = str(pull.fetchall())
az_gps = az_gps[4:]
az_gps = az_gps[:len(az_gps)-5]
az_gps_list = az_gps.replace(" ","")
az_gps_list = az_gps_list.split(",")
az_gps_list = list(map(int, az_gps_list))

pull.execute("SELECT CNR_GPS FROM Report_L1_Unjammed ORDER BY id DESC LIMIT 1;")
cn0_gps = str(pull.fetchall())
cn0_gps = cn0_gps[4:]
cn0_gps = cn0_gps[:len(cn0_gps)-5]
cn0_gps_list = cn0_gps.replace(" ","")
cn0_gps_list = cn0_gps_list.split(",")
cn0_gps_list = list(map(int, cn0_gps_list))

pull.execute("SELECT Number_Of_Satellite FROM Report_L1_Unjammed ORDER BY id DESC LIMIT 1;")
number_of_satellite = str(pull.fetchall())
number_of_satellite = number_of_satellite[2:]
number_of_satellite = number_of_satellite[:len(number_of_satellite)-3]
```

รูปที่ 3.10 โปรแกรมสร้าง Sky Plot ในส่วนของการดึงข้อมูลของมุมกวาด, ค่า CNR และจำนวนของดาวเทียมจีพีเอสจาก Database Server

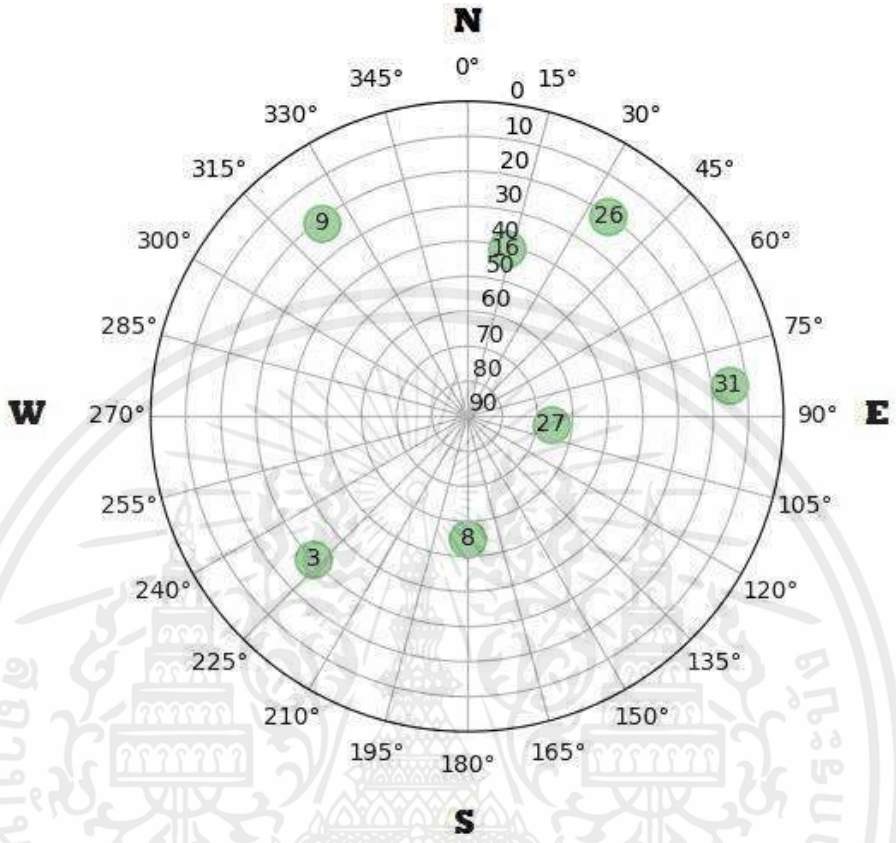
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
sat_pos = []

for c in range(len(sat_id_list)):
    sat_pos_unit  = []
    sat_pos_unit.append(sat_id_list[c])
    sat_pos_unit.append(el_gps_list[c])
    sat_pos_unit.append(az_gps_list[c])
    sat_pos.append(sat_pos_unit)

ax = plt.subplot(projection='polar')
ax.set_xticks(np.linspace(0, 2*np.pi, 25)[:-1])

for (i, j, k) in sat_pos:   #[i, j, k] = [PRN, El, Az]
    ax.scatter(np.deg2rad(k), j, s=240, marker='o', c='green', alpha=0.4)
    ax.annotate(str(i), (np.deg2rad(k), j),
    xytext=(np.deg2rad(k), j),
    ha='center', va='center', size=10)

ax.set_rmax(0)
ax.set_rticks(range(0, 100, 10)) # Less radial ticks
ax.set_theta_zero_location('N') # Move radial labels away from plotted line
ax.set_rlabel_position(7.5)
ax.set_theta_direction(-1) # clockwise

ax.grid(True)
```

รูปที่ 3.11 โปรแกรมสร้าง Sky Plot และพล็อตข้อมูลทั้งหมดที่ดึงมาจาก Database Server

หลังจากทำการสร้าง Sky Plot และทำการพล็อตข้อมูลทั้งหมดที่ดึงมาจาก Database Server เสร็จเรียบร้อยจะได้ผลลัพธ์เพื่อนำไปใส่บนส่วนติดต่อผู้ใช้งานแบบกราฟิกต่อไป ดังรูปที่ 3.12

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3.12 Sky Plot

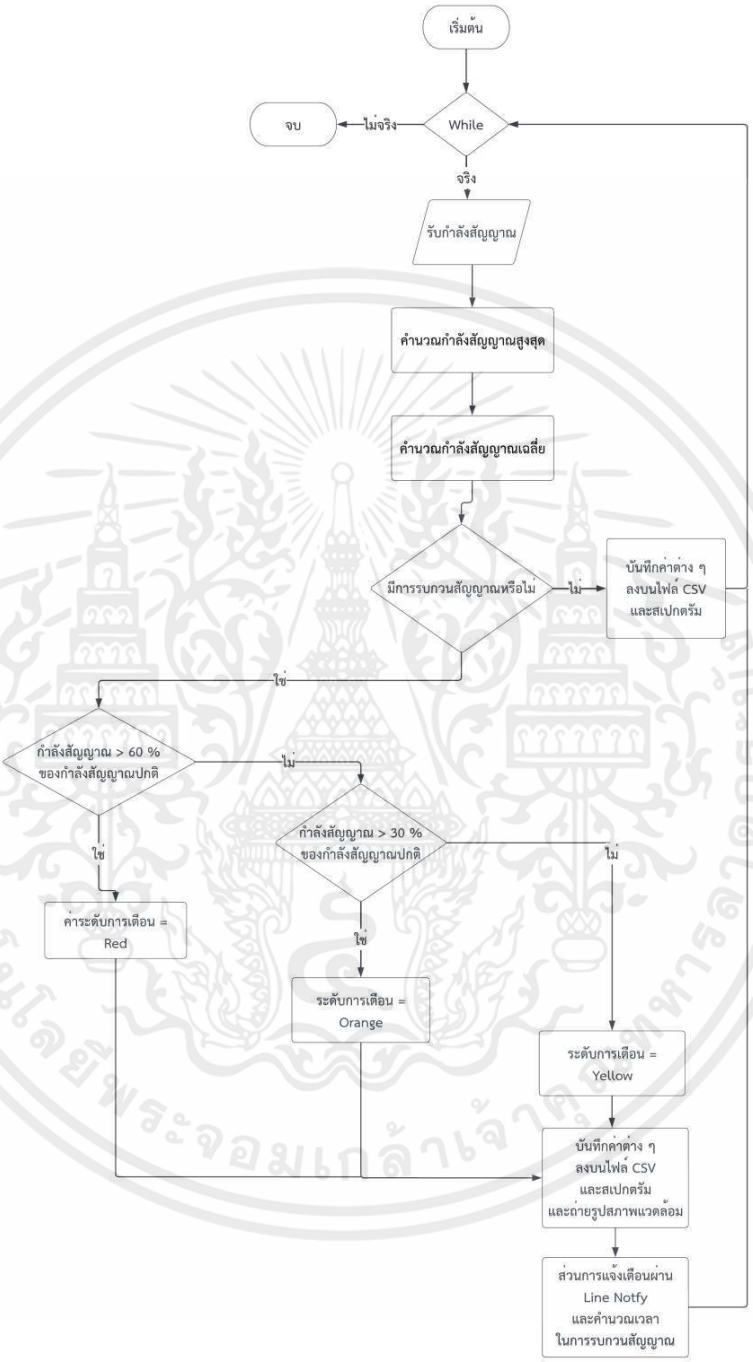
3.1.1.2 การออกแบบระบบตรวจจับสัญญาณรบกวนย่าน L2 และ L5

ในส่วนของระบบตรวจจับสัญญาณรบกวนจีเอ็นเอสเอสย่าน L2 และ L5 ระบบจะเริ่มจากการที่สแกนรับสัญญาณจากย่านของตัวเองโดยวนรับซ้ำไปเรื่อย ๆ และบันทึกสเปกตรัม, ค่ากำลังสูงสุดและค่ากำลังเฉลี่ยในการรับสัญญาณ ซึ่งโดยปกติแล้วจะบันทึกค่า ณ ที่เป็นค่าความถี่กลางของแต่ละย่านความถี่ตามที่กำหนดในแต่ละย่านความถี่ โดยเริ่มแรกของการทดลองได้ทำการหาค่ากำลังสัญญาณ ณ ขณะที่ระบบยังไม่ได้ถูกรบกวนสัญญาณ เพื่อกำหนดเกณฑ์ค่ากำลังสัญญาณสูงสุด, ค่ากำลังสัญญาณเฉลี่ย และจะกำหนดค่า RFI Level โดยจะใช้เป็นร้อยละที่เพิ่มขึ้นของค่ากำลังสัญญาณ ณ ขณะที่ระบบยังไม่ได้ถูกรบกวนสัญญาณ โดยที่ร้อยละ 15 เป็นระดับการแจ้งเตือนสีเหลืองที่ร้อยละ 30 เป็นระดับการแจ้งเตือนสีส้ม และที่ร้อยละ 50 เป็นระดับการแจ้ง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

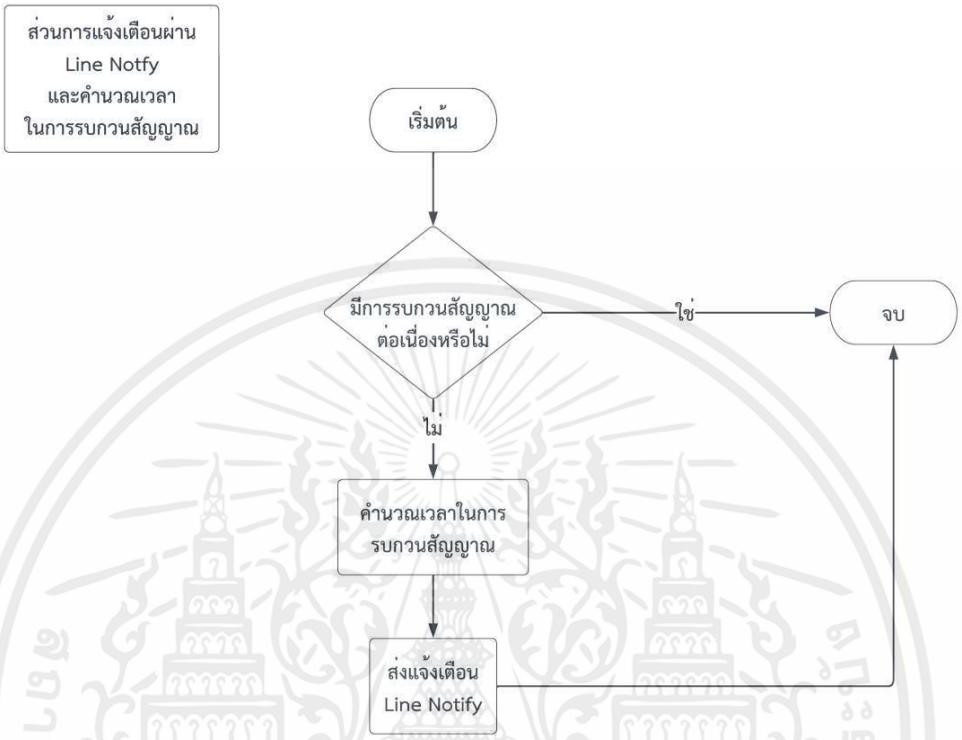
เตือนสีแดง ตามลำดับ การคิดร้อยละอ้างอิงระดับจากการทดลองการรบกวนสัญญาณในย่านความถี่ L1 สำหรับใช้คิดระดับการแจ้งเตือน เนื่องจากมีข้อจำกัดของเครื่องรบกวนสัญญาณที่มีย่านความถี่ L1 ความถี่เดียว โดยแผนผังงานของระบบตรวจจับสัญญาณรบกวนย่าน L2 และ L5 จะแสดงดังรูปที่ 3.13 และ 3.14 เมื่อระบบถูกรบกวนสัญญาณ จะทำการตัดสินใจว่าเป็นการรบกวนสัญญาณในระดับใดตามค่า RFI Level และจะบันทึกค่าต่าง ๆ เช่น ค่ากำลังสูงสุดและค่ากำลังเฉลี่ยในการรับสัญญาณ, ถ่ายสภาพแวดล้อมของเครื่องตรวจจับสัญญาณรบกวนจีเอ็นเอสเอส รวมทั้งรูปภาพสเปกตรัม และส่งการแจ้งเตือนผ่านการแจ้งเตือนไลน์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3.13 แผนผังงานของระบบตรวจจับสัญญาณรบกวนจีเอ็นเอสเอสย่าน L2 และ L5

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3.14 แผนผังงานส่วนการแจ้งเตือนผ่านการแจ้งเตือนไลน์และคำนวณเวลาในการรบกวนสัญญาณ

3.1.1.3 การออกแบบระบบแจ้งเตือนผ่านไลน์

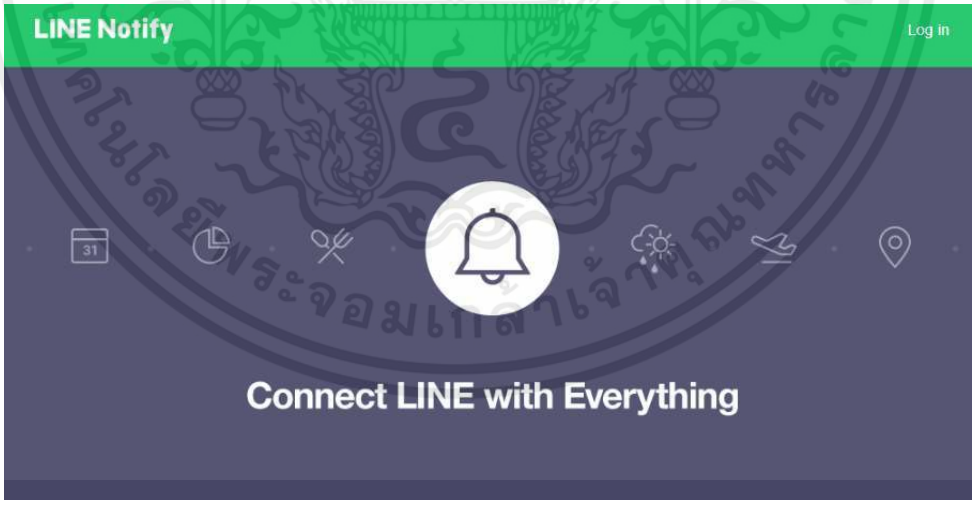
สำหรับการเขียนโปรแกรมภาษาไพธอนเพื่อส่งข้อความแจ้งเตือน (Notify) ผ่านโปรแกรมไลน์นั้นจะต้องใช้ไลบรารีของ requests ซึ่งจะแสดงดังรูปที่ 3.15

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```python
def lineNotify(message):
    payload = {'message':message}
    return _lineNotify(payload)

def _lineNotify(payload,file=None):
    import requests
    url = 'https://notify-api.line.me/api/notify'
    token = [redacted]
    headers = {'Authorization':'Bearer '+token}
    return requests.post(url, headers=headers , data = payload, files=file)

def linenotify_Image(message,date_image):
  url = 'https://notify-api.line.me/api/notify'
  token = [redacted] # Line Notify Token
  img = {'imageFile': open('/home/pi/Desktop/Jamming/RawData/L1/Jammed/CCTV/'+date_image+'.png','rb')} #Local picture File
  data = {'message': message}
  headers = {'Authorization':'Bearer ' + token}
  session = requests.Session()
  session_post = session.post(url, headers=headers, files=img, data =data)
  print(session_post.text)
```

รูปที่ 3.15 โปรแกรมสำหรับการส่งแจ้งเตือนและรูปภาพ โดยใช้ไลบรารีของ requests

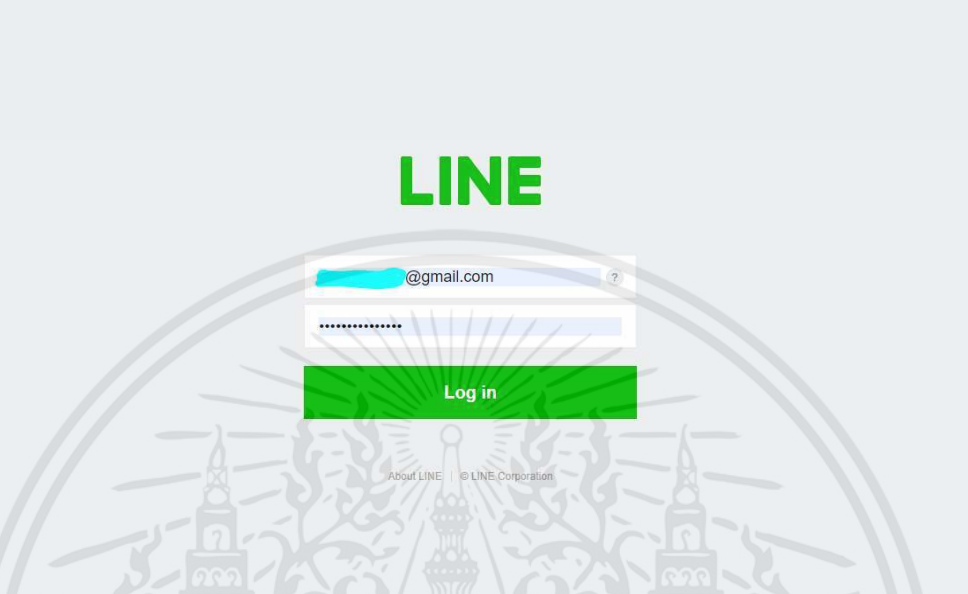
จากรูปที่ 3.15 ในการร้องขอ Token ซึ่งจะเข้าไปที่เว็บไซต์ Line Notify เพื่อทำการร้องขอ Tokenสำหรับการเขียนโปรแกรมในการติดต่อการแจ้งเตือนไลน์โดยในการร้องขอ Token แต่ละครั้งจะสามารถเปลี่ยนได้ตลอดเวลา เมื่อเข้าไปที่หน้าหลักของเว็บไซต์ดังกล่าวแล้ว ให้ทำการ Login และเข้าสู่ระบบด้วย Line Account ซึ่งขั้นตอนทั้งหมดจะแสดงดังรูปที่ 3.16 จนถึง 3.18 ตามลำดับ



รูปที่ 3.16 หน้าหลักของ Line Notify

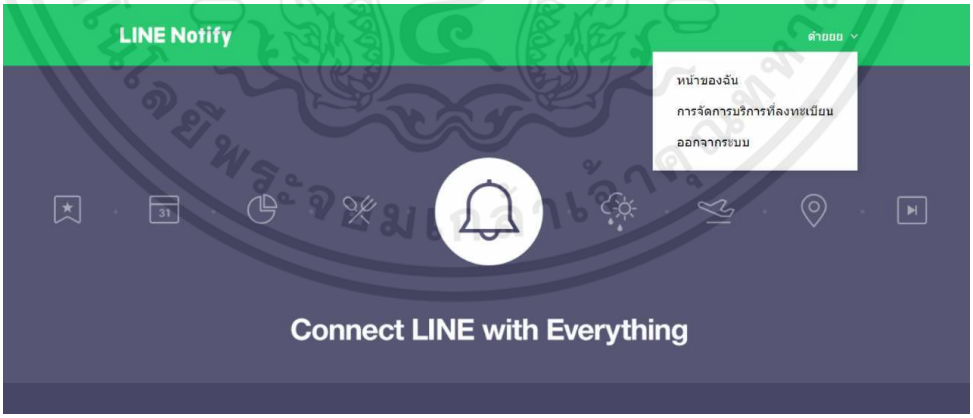
จากรูปที่ 3.16 คือหน้าหลักของ Line Notify ให้ทำการกดปุ่ม Log in ด้านขวาบน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3.17 การ Login ด้วย Line Account

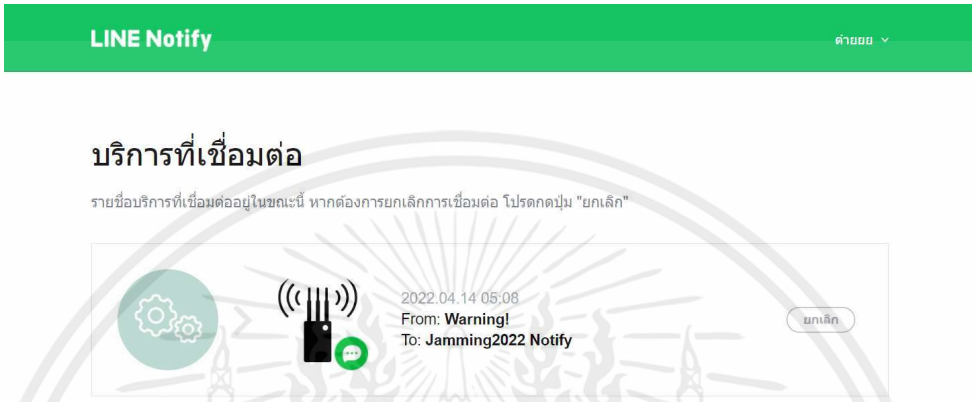
จากรูปที่ 3.17 ทำการ Login ด้วย Line Account ที่จะใช้ในทำการร้องขอ Token จาก Line Notify



รูปที่ 3.18 Line Account หน้าหลักของฉัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

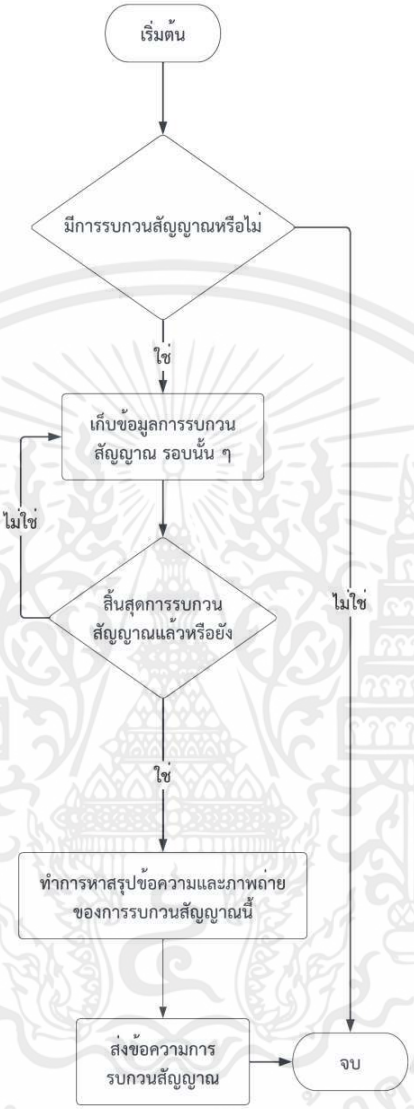
จากรูปที่ 3.18 เลือกหัวข้อหน้าหลัก จากนั้นจะแสดงหน้าเว็บไซต์ดังรูปที่ 3.19 ซึ่งได้ทำการ Add Line Notify เข้ากลุ่มไลน์ที่เราได้สร้างไว้เพื่อรับการแจ้งเตือนเมื่อถูกรบกวนของสัญญาณ



รูปที่ 3.19 ชื่อบริการที่เชื่อมต่อ Token

โดยระบบตรวจจับสัญญาณรบกวนย่าน L1, L2 และ L5 จะมีการแจ้งเตือนผ่านไลน์ทั้งหมด ซึ่งจะอยู่ในสคริปต์ของไพธอนในระบบตรวจจับสัญญาณรบกวน โดยจะมีแผนผังงานขั้นตอนการส่งการแจ้งเตือนตามลำดับในแอพไลน์ ดังรูปที่ 3.20 ต่อไปนี้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

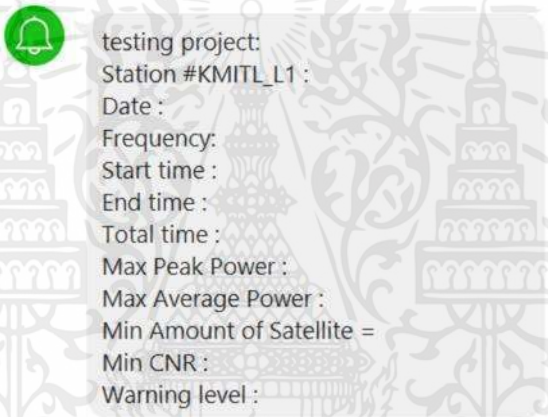


รูปที่ 3.20 แผนผังงานขั้นตอนการส่งการแจ้งเตือน Line Notify

จากรูปที่ 3.20 การส่งข้อความแจ้งเตือน รวมถึงการส่งภาพถ่ายสภาพแวดล้อม จะทำการส่งครั้งเดียวในหนึ่งรอบที่เกิดการถูกรบกวนสัญญาณ กล่าวคือเมื่อเกิดการถูกรบกวนสัญญาณอย่างต่อเนื่อง ให้ทำการเก็บค่าเวลา กำลังสัญญาณ และอื่น ๆ แล้วจึงนำมาหาค่าสูงสุดหรือต่ำสุดของข้อมูลในรอบที่เกิดการถูกรบกวนสัญญาณนั้น ที่กระทำเช่นนั้นก็เพื่อเป็นการสรุปข้อความให้กระชับ และอ่านง่าย

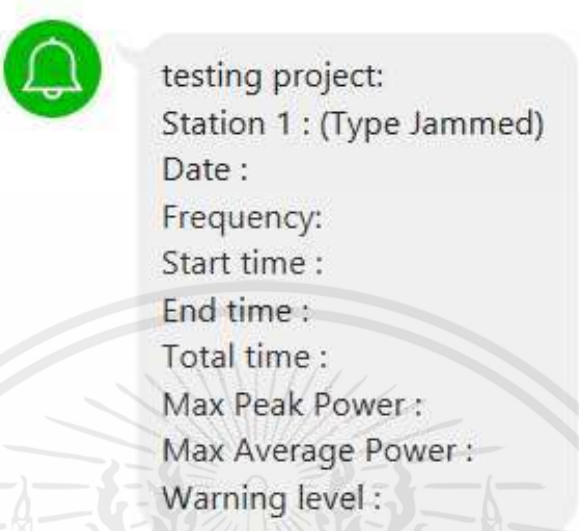
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ไม่เกิดการสับสนของข้อความ ดังนั้นการออกแบบข้อความการแจ้งเตือนให้สำหรับผู้ใช้ในกลุ่มไลน์สำหรับการแจ้งเตือนผ่านไลน์ย่านความถี่ L2 และ L5 จะเป็นดังรูปที่ 3.22 ซึ่งจะประกอบไปด้วย สถานีที่ติดตั้ง, ประเภทการรบกวนสัญญาณ (เจตนาหรือไม่เจตนารบกวนสัญญาณ), วันที่, ย่านความถี่, เวลาเริ่มรบกวนสัญญาณ, เวลาสิ้นสุดการรบกวนสัญญาณ, เวลารวมทั้งหมดในการรบกวนสัญญาณในหน่วยวินาที, Peak ของกำลังสัญญาณสูงสุด, กำลังสัญญาณเฉลี่ยที่สูงที่สุด และระดับของการแจ้งเตือน หรือก็คือระดับความรุนแรงในการรบกวนสัญญาณ ส่วนย่านความถี่ L1 จะคล้ายกับย่านความถี่ L2 และ L5 แต่จะเพิ่มจำนวนดาวเทียมที่น้อยที่สุด และค่าอัตราส่วนของสัญญาณคลื่นพาห์ต่อสัญญาณรบกวนเฉลี่ยที่น้อยที่สุด แสดงได้ดังรูปที่ 3.21



รูปที่ 3.21 หน้าต่างข้อความการแจ้งเตือนการรบกวนสัญญาณย่าน L1

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



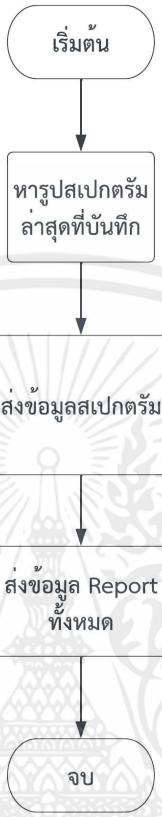
รูปที่ 3.22 หน้าต่างข้อความการแจ้งเตือนการรบกวนสัญญาณย่าน L2 และ L5

3.1.1.4 การออกแบบการส่งข้อมูลเข้าระบบจัดเก็บฐานข้อมูล

การออกแบบการส่งข้อมูลเข้าระบบจัดเก็บฐานข้อมูล จะใช้สคริปต์ไพธอนในการส่งข้อมูลทั้งหมด โดยจะมีการเชื่อมต่อกับคำสั่งใน Terminal ของระบบปฏิบัติการและคำสั่งภาษา MySQL โดยรายละเอียดของระบบจัดเก็บฐานข้อมูลจะอยู่ในหัวข้อ 3.1.2 ซึ่งจะแบ่งการส่งข้อมูลออกเป็น 4 ส่วน ดังต่อไปนี้

1) การออกแบบส่งข้อมูลเข้าระบบจัดเก็บฐานข้อมูลของกรณีที่ระบบไม่ถูกรบกวนสัญญาณเข้า Server ซึ่งการส่งข้อมูลเข้าระบบจัดเก็บฐานข้อมูลของกรณีที่ระบบไม่ถูกรบกวนสัญญาณเข้า Storage Server มีแผนผังงานดังรูปที่ 3.23

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

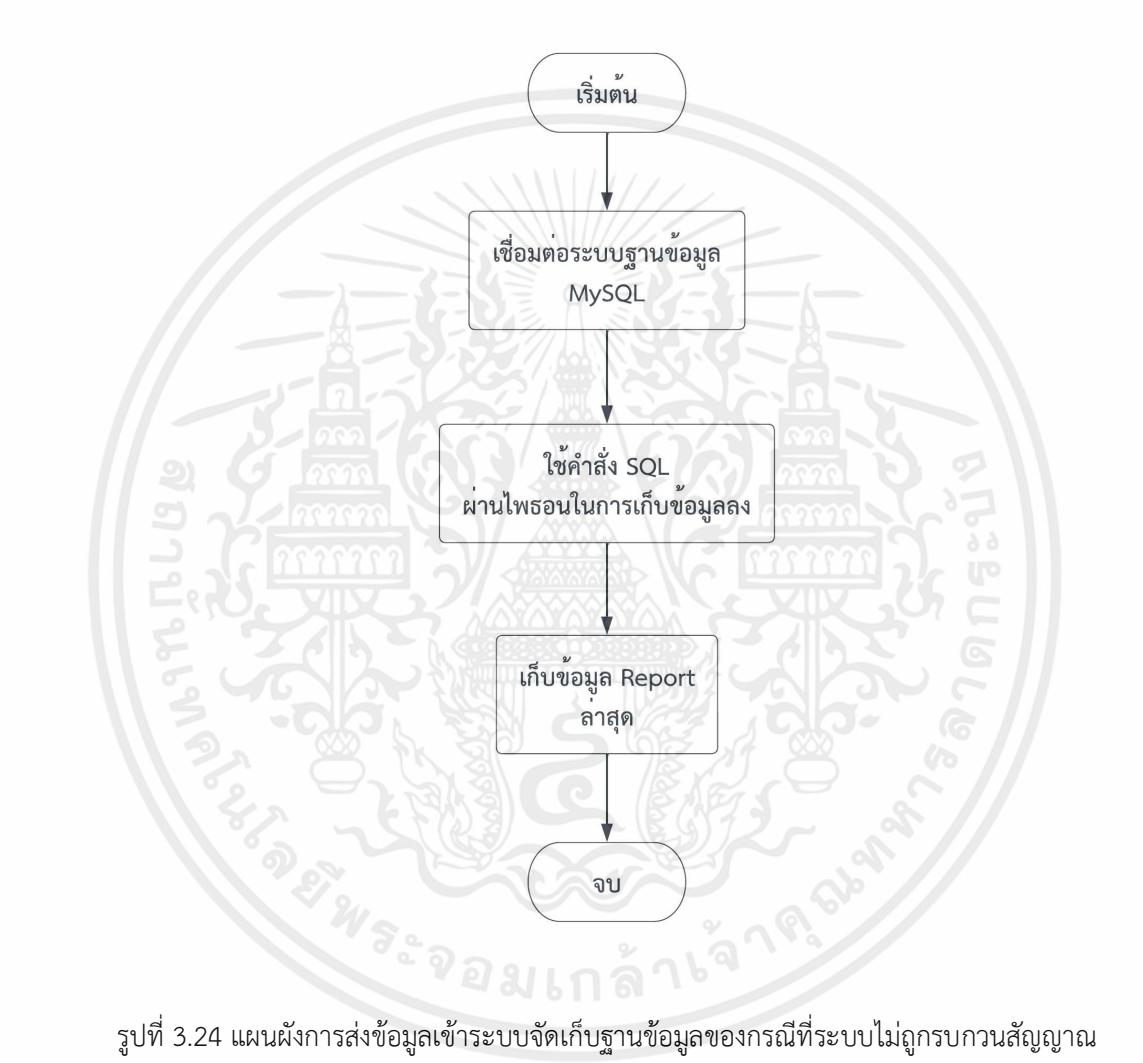


รูปที่ 3.23 แผนผังการส่งข้อมูลเข้าระบบจัดเก็บฐานข้อมูลของกรณีที่ระบบไม่ถูกรบกวนสัญญาณเข้า Storage Server

จากรูปที่ 3.23 จะทำการค้นหารูปภาพสเปกตรัมที่ถูกบันทึกล่าสุด และทำการส่งทุก ๆ หนึ่งชั่วโมง เนื่องจากทำการรับสัญญาณตลอดเวลา ทำให้มีรูปสเปกตรัมที่เยอะมาก และหากต้องส่งรูปสเปกตรัมทั้งหมด จะทำให้มีจำนวนรูปสเปกตรัมที่เยอะเกินไป และเนื้อที่เก็บข้อมูลจะไม่เพียงพอ (เนื่องจากสเปกตรัมของสัญญาณปกติ มีมากกว่าสเปกตรัมของกรณีถูกรบกวนสัญญาณอยู่แล้ว แต่ไฟล์รายงานจะทำการส่งข้อมูลทุกค่าที่รับได้ทั้งหมดเพื่อเป็นข้อมูลที่จะนำไปวิเคราะห์สัญญาณตลอดทั้งวันได้ จากนั้นจะส่งข้อมูลทั้งหมดเข้าไปเก็บในโฟลเดอร์ที่ถูกตั้งไว้ใน Storage Server

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2) การออกแบบส่งข้อมูลเข้าระบบจัดเก็บฐานข้อมูลของกรณีที่ระบบไม่ถูกรบกวนสัญญาณเข้า Database Server ซึ่งการส่งข้อมูลเข้าระบบจัดเก็บฐานข้อมูลของกรณีที่ระบบไม่ถูกรบกวนสัญญาณเข้า Database Server มีแผนผังงานดังรูปที่ 3.24



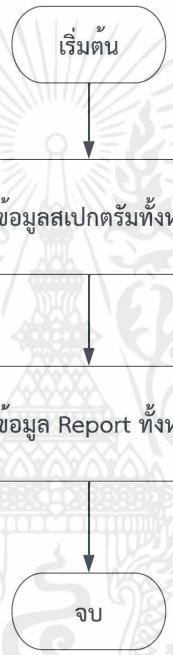
รูปที่ 3.24 แผนผังการส่งข้อมูลเข้าระบบจัดเก็บฐานข้อมูลของกรณีที่ระบบไม่ถูกรบกวนสัญญาณเข้า Database Server

จากรูปที่ 3.24 จะทำการเขียนคำสั่งเชื่อมต่อกับ SQL เพื่อเก็บข้อมูลลงบน Database Server โดยจะทำการอ่านไฟล์รางานที่บันทึกโดยจะเขียนข้อมูลล่าสุดลงบน Database Server ซึ่งจะเชื่อมกับ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การนำข้อมูลแสดงผลผ่านส่วนติดต่อผู้ใช้งานแบบกราฟิก ดังนั้นข้อมูลสัญญาณปกติที่ไม่ถูกรบกวนจะแสดงทุก ๆ หนึ่งชั่วโมง โดยที่เป็นข้อมูลกึ่ง Real time

3) การออกแบบส่งข้อมูลเข้าระบบจัดเก็บฐานข้อมูลของกรณีระบบถูกรบกวนสัญญาณเข้า Storage Server ซึ่งการส่งข้อมูลเข้าระบบจัดเก็บฐานข้อมูลของกรณีระบบถูกรบกวนสัญญาณเข้า Storage Server มีแผนผังงานดังรูปที่ 3.25



รูปที่ 3.25 แผนผังการส่งข้อมูลเข้าระบบจัดเก็บฐานข้อมูลกรณีระบบถูกรบกวนสัญญาณเข้า Storage Server

จากรูปที่ 3.25 จะทำการส่งข้อมูลของกรณีระบบถูกรบกวนสัญญาณของสัญญาณทั้งหมดที่สามารถตรวจจับได้ และจะแยกโฟลเดอร์กับกรณีที่ระบบไม่ถูกรบกวนสัญญาณ

4) การออกแบบส่งข้อมูลเข้าระบบจัดเก็บฐานข้อมูลของสัญญาณถูกรบกวนเข้า Database Server ซึ่งการส่งข้อมูลเข้าระบบจัดเก็บฐานข้อมูลของกรณีระบบถูกรบกวนสัญญาณเข้า Database Server มีแผนผังงานดังรูปที่ 3.26

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รูปที่ 3.26 แผนผังการส่งข้อมูลเข้าระบบจัดเก็บฐานข้อมูลของกรณีระบบถูกรบกวนสัญญาณเข้า Database Server

จากรูปที่ 3.26 จะทำการเขียนคำสั่งเชื่อมต่อกับ SQL เพื่อเก็บข้อมูลลงบน Database Server โดยจะทำการอ่านไฟล์รายงานที่บันทึกโดยจะเขียนข้อมูลทั้งหมดที่บันทึกได้ส่งเข้าไปที่ Database Server แล้วจากนั้นจะลบไฟล์รายงานที่ใช้ในการส่งข้อมูลทั้งหมด และนำข้อมูลใน Database Server แสดงข้อมูลผ่านส่วนติดต่อผู้ใช้งานแบบกราฟิกต่อไป

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.1.1.5 การออกแบบการแจ้งเตือนและจัดเก็บสถานะของอุปกรณ์

การแจ้งเตือนและจัดเก็บสถานะของอุปกรณ์ จะทำการแจ้งเตือนทุก ๆ หนึ่งชั่วโมง ในแต่ละสถานีที่ติดตั้ง โดยจะทำการตรวจสอบสถานะของอุปกรณ์ ดังต่อไปนี้

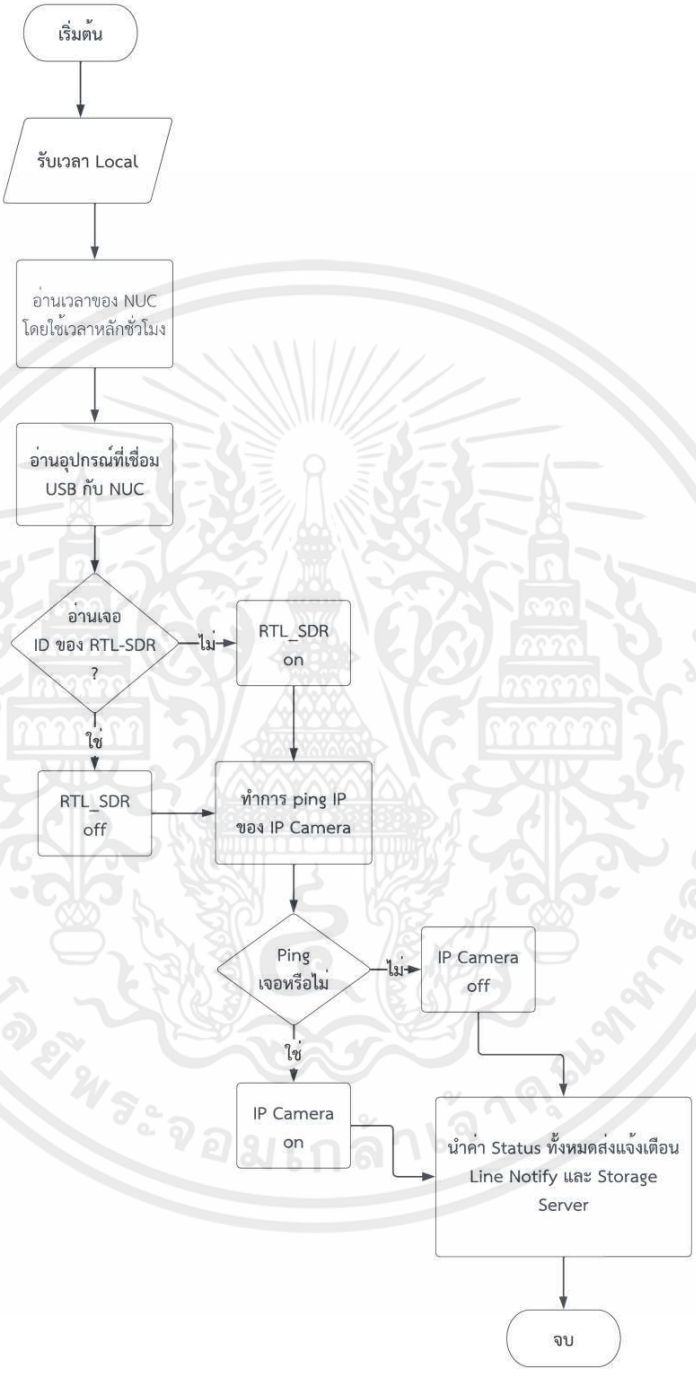
1) คอมพิวเตอร์ PC ขนาดเล็ก

2) RTL-SDR Dongle

3) กล้องไอพี

ในการออกแบบการแจ้งเตือนสถานะของอุปกรณ์จะเขียนจากสคริปต์ไพธอนเพื่อทำการตรวจสอบสถานะอุปกรณ์ที่กล่าวไว้ข้างต้น ซึ่งจะส่งแจ้งเตือนผ่านไลน์ในกลุ่มไลน์ที่สร้างไว้ และสามารถดูสถานะของอุปกรณ์ผ่านส่วนติดต่อผู้ใช้งานแบบกราฟิกได้ โดยข้อมูลจะอัพเดททุก ๆ หนึ่งชั่วโมง และจะแสดงเป็น Latest Update หรือการอัพเดทล่าสุดในส่วนติดต่อผู้ใช้งานแบบกราฟิก ซึ่งจะมีแผนผังงานการออกแบบดังรูปที่ 3.27

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3.27 แผนผังงานการแจ้งเตือนและจัดเก็บสถานะของอุปกรณ์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

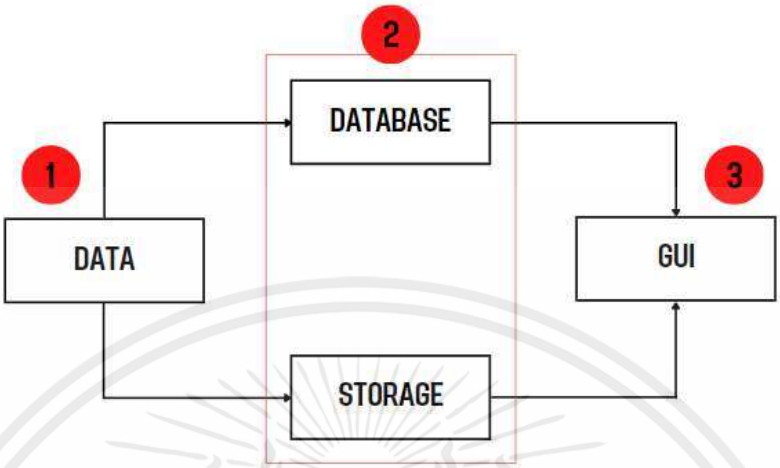
จากแผนผังงานรูปที่ 3.27 จะเริ่มจากการรับเวลาท้องถิ่นเพื่อเก็บค่าเวลาในการอัพเดทสถานะอุปกรณ์ จากนั้นจะทำการตรวจสอบสถานะคอมพิวเตอร์ PC ขนาดเล็กจากการรันสคริปต์ของโปรแกรมนี้ และจะทำการอ่านค่า ID จากอุปกรณ์ที่เชื่อม USB กับอุปกรณ์คอมพิวเตอร์ PC ขนาดเล็ก โดยใช้ไลบรารี pyusb ซึ่ง RTL-SDR Dongle ก็จะมี ID ของตัวเอง ถ้าหากสามารถอ่านเจอแสดงว่า RTL-SDR Dongle เชื่อมต่ออยู่กับคอมพิวเตอร์ PC ขนาดเล็ก และสามารถใช้งานได้ ดังนั้นก็จะเก็บค่าสถานะ (Status) ของ RTL-SDR Dongle เป็น 1 เมื่อเจอค่า ID ของ RTL-SDR Dongle แต่จะเก็บค่า 0 เมื่อไม่เจอ ID จากนั้นจะทำการ ping IP ของกล้องวงจรปิดไอพี หากว่าสามารถ ping ได้แสดงว่ากล้องวงจรปิดไอพี สามารถใช้ได้และเชื่อมต่ออยู่ จากนั้นจะ Return ค่า 0 กลับมา ดังนั้นสถานะของกล้องวงจรปิดไอพีจะเก็บค่า 0 เมื่อทำงานได้ และเก็บค่าอื่นเมื่อไม่ได้ทำงาน หลังจากนั้นจะนำค่าสถานะทั้งหมดนำไปจัดเก็บที่ Storage Server เพื่อใช้ในส่วนติดต่อผู้ใช้งานแบบกราฟิกต่อไป และหลังจากนั้นค่าสถานะจะเปลี่ยนเป็นข้อความเพื่อส่งแจ้งเตือนผ่านไลน์ ซึ่งจะมีการออกแบบหน้าต่างการแจ้งเตือนสถานะของอุปกรณ์ในแต่ละสถานี โดยแสดงดังรูปที่ 3.28

รูปที่ 3.28 หน้าต่างข้อความการแจ้งเตือนสถานะของอุปกรณ์

3.1.2 การออกแบบระบบจัดเก็บฐานข้อมูล

ข้อมูลทั้งหมดจะถูกจัดเก็บลงในระบบจัดเก็บฐานข้อมูล ซึ่งจะมีทั้งส่วนของ Database Server และ Storage Server ในส่วนของ Database จะใช้เก็บเพียงข้อมูลที่เป็นรายงาน แต่ในส่วนของ Storage จะเก็บข้อมูลทั้งหมด โดยจะประกอบไปด้วยรายงาน และรูปภาพ ได้แก่ รูปภาพของสเปกตรัมของสัญญาณทั้งหมดที่ได้จากระบบตรวจจับสัญญาณรบกวนจีเอ็นเอสเอส และรูปภาพวัตถุต้องสงสัยจากกล้องวงจรปิดไอพี จากนั้นจะดึงข้อมูลในฐานข้อมูลไปแสดงบนส่วนติดต่อผู้ใช้งานแบบกราฟิก โดยจะแสดงขั้นตอนการทำงานในรูปแบบของบล็อกไดอะแกรมดังรูปที่ 3.29

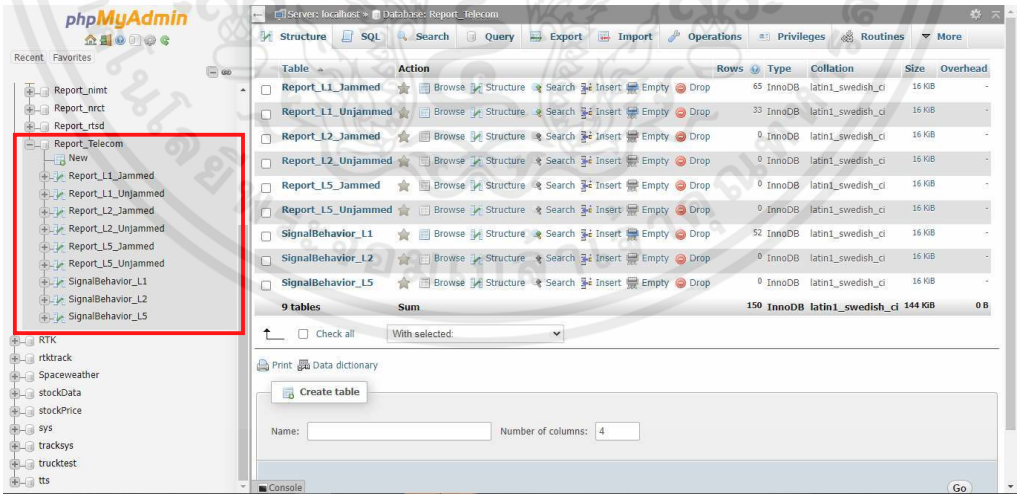
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3.29 บล็อกไดอะแกรมแสดงขั้นตอนการทำงานของระบบจัดเก็บฐานข้อมูล

3.1.2.1 การออกแบบระบบจัดเก็บฐานข้อมูล Database Server

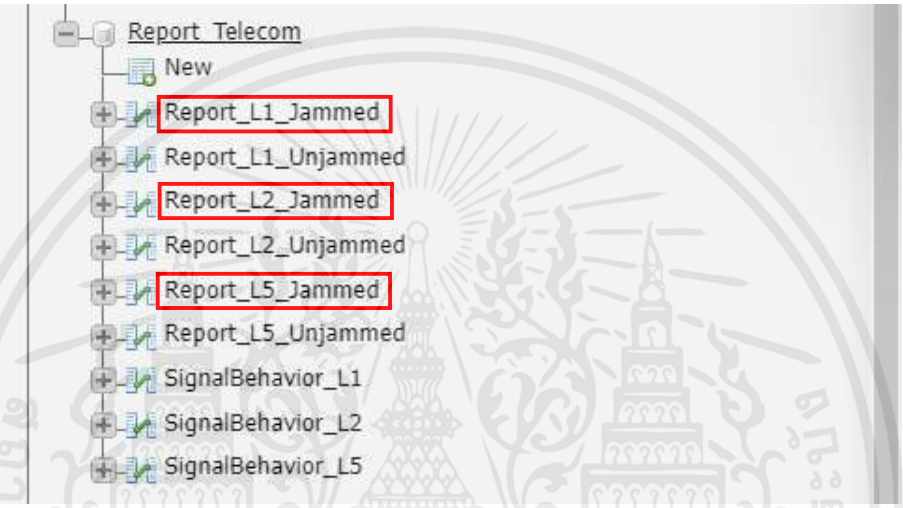
ทำการสร้าง Database ชื่อว่า “Report_Telecom” โดยจะเก็บข้อมูลรายงาน และข้อมูลของประเภทการรบกวนสัญญาณย่าน L1, L2 และ L5 ซึ่งได้แยกเป็นแต่ละตารางสังเกตจากในกรอบสี่เหลี่ยมสีแดงดังรูป 3.30



รูปที่ 3.30 ฐานข้อมูล (Database) ที่เก็บข้อมูลรายงานชื่อ Report_Telecom

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เนื่องจากต้องการที่จะแยกเก็บข้อมูลของย่าน L1, L2 และ L5 ซึ่งแต่ละย่านความถี่จะสร้างตารางแยกเป็น 2 กรณี ได้แก่ ตารางข้อมูลของกรณีระบบถูกรบกวนสัญญาณ และตารางข้อมูลของกรณีที่ระบบไม่ถูกรบกวนสัญญาณ ดังรูปที่ 3.31และ 3.32 ตามลำดับ



รูปที่ 3.31 ตารางเก็บข้อมูลของกรณีระบบถูกรบกวนสัญญาณของย่าน L1, L2 และ L5

รูปที่ 3.32 ตารางเก็บข้อมูลของกรณีที่ระบบไม่ถูกรบกวนสัญญาณของย่าน L1, L2 และ L5

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ในส่วนของการแยกประเภทการรบกวนสัญญาณจะสร้างตารางแยกออกมาจากตารางของกรณีระบบถูกรบกวนสัญญาณ และกรณีที่ระบบไม่ถูกรบกวนสัญญาณ เนื่องจากเมื่อมีการตัดสินใจว่าเกิดการถูกรบกวนสัญญาณขึ้น จึงทำให้ต้องมีการแยกประเภทของการรบกวนสัญญาณ และสร้างตารางประเภทการรบกวนสัญญาณของแต่ละย่านความถี่ L1, L2 และ L5 ดังรูปที่ 3.33 โดยประเภทการรบกวนสัญญาณจะแบ่งเป็น 2 ประเภท ได้แก่ การถูกรบกวนโดยเจตนา (Intentional) และการถูกรบกวนโดยไม่เจตนา (Unintentional)

รูปที่ 3.33 ตารางเก็บข้อมูลประเภทการรบกวนสัญญาณของย่าน L1, L2 และ L5

เมื่อสร้างตารางเพื่อเก็บข้อมูลแต่ละประเภทของทั้ง 3 ย่านความถี่แล้ว จากนั้นจะทำการกำหนดคอลัมน์ต่าง ๆ สำหรับพารามิเตอร์ทั้งหมดที่จำเป็นต่อระบบตรวจจับสัญญาณรบกวนจีเอ็นเอสเอส ซึ่งคอลัมน์ในตารางเก็บข้อมูลของกรณีระบบถูกรบกวนสัญญาณ และตารางเก็บข้อมูลของกรณีที่ระบบไม่ถูกรบกวนสัญญาณของย่าน L1, L2 และ L5 จะแตกต่างกัน เนื่องจากในย่านความถี่ L2 และ L5 มีเพียงพารามิเตอร์จากกำลังสัญญาณจาก RTL-SDR Dongle เพียงอย่างเดียว แต่ความถี่ย่าน L1 จะใช้พารามิเตอร์อื่น ๆ ซึ่งเป็นข้อมูลจากดาวเทียมที่รับได้จากเครื่องรับสัญญาณจีเอ็นเอสเอส 1 ความถี่ U-blox รุ่น NEO-M8T เข้ามาช่วยในการตัดสินใจการรบกวนสัญญาณด้วย จึงต้องเพิ่มคอลัมน์สำหรับพารามิเตอร์ที่เป็นข้อมูลดาวเทียมเพื่อดึงข้อมูลของ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

พารามิเตอร์นั้นไปใช้งาน โดยโครงสร้างคอลัมน์ของตารางเก็บข้อมูลกรณีระบบถูกรบกวนสัญญาณเป็นดังรูปที่ 3.34 และ 3.35 ส่วนโครงสร้างคอลัมน์ของตารางเก็บข้อมูลกรณีที่ระบบไม่ถูกรบกวนสัญญาณเป็นดังรูปที่ 3.36 และ 3.37

1	id	int(11)		No	None	AUTO_INCREMENT	Change	Drop
2	Date_Local	date		No	None		Change	Drop
3	Time_Local	varchar(45)	latin1_swedish_ci	No	None		Change	Drop
4	Second_Of_Day	int(11)		No	None		Change	Drop
5	Frequency_MHz	float		No	None		Change	Drop
6	Power_Peak_dB	float		No	None		Change	Drop
7	Power_Average_dB	float		No	None		Change	Drop
8	Number_Of_Satellite	int(11)		No	None		Change	Drop
9	Satellite_ID	varchar(60)	latin1_swedish_ci	No	None		Change	Drop
10	CNR_GPS	varchar(60)	latin1_swedish_ci	No	None		Change	Drop
11	CNR_Mean	varchar(45)	latin1_swedish_ci	No	None		Change	Drop
12	Elevation_GPS	varchar(60)	latin1_swedish_ci	No	None		Change	Drop
13	Azimuth_GPS	varchar(75)	latin1_swedish_ci	No	None		Change	Drop
14	Status	varchar(10)	latin1_swedish_ci	No	None		Change	Drop
15	Description	varchar(100)	latin1_swedish_ci	No	None		Change	Drop

รูปที่ 3.34 โครงสร้างคอลัมน์ของตารางเก็บข้อมูลของกรณีระบบถูกรบกวนสัญญาณ และกรณีที่ระบบไม่ถูกรบกวนสัญญาณของย่าน L1

id	Date_Local	Time_Local	Second_Of_Day	Frequency_MHz	Power_Peak_dB	Power_Average_dB	Number_Of_Satellite	Satellite_ID	CNR_GPS	CNR_Mean	Elevation_GPS	Azimuth_GPS	Status	Description
1	2023-03-26	02h14m11s	69251	1575.42	-10.04	-11.88	9	[2, 10, 12, 18, 23, 24, 25, 28, 31]	[19, 30, 31, 42, 20, 18, 42, 43, 40]	31.67	[9, 48, 21, 43, 57, 12, 35, 50, 32]	[159, 358, 84, 177, 62, 37, 117, 228, 220]	Yellow	Amount of satellite over 6, C/N0 over 30, Power Si...
2	2023-03-26	02h14m14s	69254	1575.42	-10.62	-12.57	9	[2, 10, 12, 18, 23, 24, 25, 28, 31]	[20, 29, 30, 41, 21, 18, 42, 43, 40]	31.56	[9, 48, 21, 43, 57, 12, 35, 51, 32]	[159, 358, 84, 177, 62, 37, 117, 228, 220]	Yellow	Amount of satellite over 6, C/N0 over 30, Power Si...
3	2023-03-26	02h14m17s	69257	1575.42	-11.23	-12.95	9	[2, 10, 12, 18, 23, 24, 25, 28, 31]	[20, 19, 21, 12, 21, 15, 13, 23, 21]	18.33	[9, 48, 21, 43, 57, 12, 35, 51, 32]	[159, 358, 84, 177, 62, 37, 117, 228, 220]	Orange	Amount of satellite over 6, C/N0 over 15 (bad), Po...
4	2023-03-26	02h14m20s	69260	1575.42	-10.49	-12.01	7	[2, 10, 12, 23, 24, 28, 31]	[15, 14, 16, 17, 9, 19, 17]	15.29	[9, 48, 21, 57, 12, 51, 32]	[159, 358, 84, 62, 37, 228, 220]	Orange	Amount of satellite over 6, C/N0 over 15 (bad), Po...

รูปที่ 3.35 ตัวอย่างข้อมูลตารางเก็บข้อมูลกรณีระบบถูกรบกวนสัญญาณของย่าน L1

จากรูปที่ 3.34 และ 3.35 โครงสร้างคอลัมน์ของตารางเก็บข้อมูลกรณีระบบถูกรบกวนสัญญาณและกรณีที่ระบบไม่ถูกรบกวนสัญญาณของย่าน L1 จะประกอบไปด้วยคอลัมน์ต่าง ๆ ดังนี้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1) id – ลำดับ
2) Date_Local – วันที่ตามเวลาท้องถิ่น
3) Time_Local – เวลาท้องถิ่น
4) Second_Of_Day – เวลาในหน่วยวินาที
5) Frequency_MHz – ความถี่ (MHz)
6) Power_Peak_dB – กำลังสัญญาณสูงสุด
7) Power_Average_dB – กำลังสัญญาณเฉลี่ย
8) Number_Of_Satellite – จำนวนดาวเทียม
9) Satellite_ID – หมายเลข PRN ของดาวเทียม
10) CNR_GPS – ค่า CNR
11) CNR_Mean – ค่า CNR เฉลี่ย
12) Elevation_GPS – มุม Elevation หรือ มุมเงย
13) Azimuth_GPS – มุม Azimuth หรือ มุมกวาด
14) Status – ระดับการรบกวนสัญญาณ
15) Description – คำอธิบายของข้อมูลของการรบกวนสัญญาณ

☐	1	id	int(11)		No	None	AUTO_INCREMENT	Change Drop
☐	2	Date_Local	date		No	None		Change Drop
☐	3	Time_Local	varchar(45)	latin1_swedish_ci	No	None		Change Drop
☐	4	Second_Of_Day	int(11)		No	None		Change Drop
☐	5	Frequency_MHz	float		No	None		Change Drop
☐	6	Power_Peak_dB	float		No	None		Change Drop
☐	7	Power_Average_dB	float		No	None		Change Drop
☐	8	Status	varchar(10)	latin1_swedish_ci	No	None		Change Drop
☐	9	Description	varchar(100)	latin1_swedish_ci	No	None		Change Drop

รูปที่ 3.36 โครงสร้างคอลัมน์ของตารางเก็บข้อมูลของกรณีระบบถูกรบกวนสัญญาณ และกรณีที่ระบบไม่ถูกรบกวนสัญญาณของย่าน L2 และ L5

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

id	Date_Local	Time_Local	Second_Of_Day	Frequency_MHz	Power_Peak_dB	Power_Average_dB	Status
1	2023-03-19	21h58m49s	53929	1227.6	-36.65	-44.7	Green
2	2023-03-19	22h03m14s	54194	1227.6	-36.59	-45.09	Green
3	2023-03-19	22h03m54s	54234	1227.6	-36.57	-45.02	Green
4	2023-03-19	22h06m33s	54393	1227.6	-36.62	-45.2	Green

รูปที่ 3.37 ตัวอย่างข้อมูลของตารางเก็บข้อมูลของกรณีที่ระบบไม่ถูกรบกวนสัญญาณของย่าน L2 และ L5

จากรูปที่ 3.36 และ 3.37 โครงสร้างคอลัมน์ของตารางเก็บข้อมูลกรณีระบบถูกรบกวนสัญญาณและกรณีที่ระบบไม่ถูกรบกวนสัญญาณของย่าน L2 และ L5 จะประกอบไปด้วยคอลัมน์ต่าง ๆ ดังนี้

1) id – ลำดับ
2) Date_Local – วันที่ตามเวลาท้องถิ่น
3) Time_Local – เวลาท้องถิ่น
4) Second_Of_Day – เวลาในหน่วยวินาที
5) Frequency_MHz – ความถี่ (MHz)
6) Power_Peak_dB – กำลังสัญญาณสูงสุด
7) Power_Average_dB – กำลังสัญญาณเฉลี่ย
8) Status – ระดับการรบกวนสัญญาณ
9) Description – คำอธิบายของข้อมูลของการรบกวนสัญญาณ

และในส่วนของตารางเก็บข้อมูลประเภทการรบกวนสัญญาณของย่าน L1, L2 และ L5 ซึ่งทุกคอลัมน์ในตารางของทั้ง 3 ย่านนั้นเหมือนกันทั้งหมด ดังรูปที่ 3.38 และ 3.39

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Date_Local	date	No	*None*	Change Drop
Frequency_MHz	float	No	*None*	Change Drop
Start_Time_Local	datetime	No	*None*	Change Drop
End_Time_Local	datetime	No	*None*	Change Drop
Seconds	float	No	*None*	Change Drop
Type_Jammed	varchar(45) latin1_swedish_ci	No	*None*	Change Drop

รูปที่ 3.38 โครงสร้างคอลัมน์ของตารางเก็บข้อมูลประเภทการรบกวนสัญญาณของย่าน L1, L2 และ L5

Date_Local	Frequency_MHz	Start_Time_Local	End_Time_Local	Seconds	Type_Jammed
2022-11-22	1575.42	2022-11-22 22:22:59	2022-11-22 22:23:32	32.6442	Intentional
2022-11-22	1575.42	2022-11-22 23:22:57	2022-11-22 23:23:01	4	Unintentional
2022-11-22	1575.42	2022-11-22 23:23:04	2022-11-22 23:23:21	16.9927	Intentional
2022-11-22	1575.42	2022-11-22 23:23:20	2022-11-22 23:23:24	4	Unintentional
2022-11-22	1575.42	2022-11-22 23:23:40	2022-11-22 23:23:43	2.88982	Unintentional
2022-11-22	1575.42	2022-11-22 23:23:46	2022-11-22 23:23:53	7.06943	Unintentional
2022-11-22	1575.42	2022-11-22 23:24:03	2022-11-22 23:24:04	1.47176	Unintentional
2022-11-22	1575.42	2022-11-22 23:24:14	2022-11-22 23:24:16	1.895	Unintentional
2022-11-22	1575.42	2022-11-22 23:25:11	2022-11-22 23:25:15	4	Unintentional

รูปที่ 3.39 ตัวอย่างข้อมูลตารางเก็บข้อมูลประเภทการรบกวนสัญญาณของย่าน L1

จากรูปที่ 3.38 และ 3.39 โครงสร้างคอลัมน์ตารางเก็บข้อมูลประเภทการรบกวนสัญญาณของย่าน L1, L2 และ L5 จะประกอบไปด้วยคอลัมน์ต่าง ๆ ดังนี้

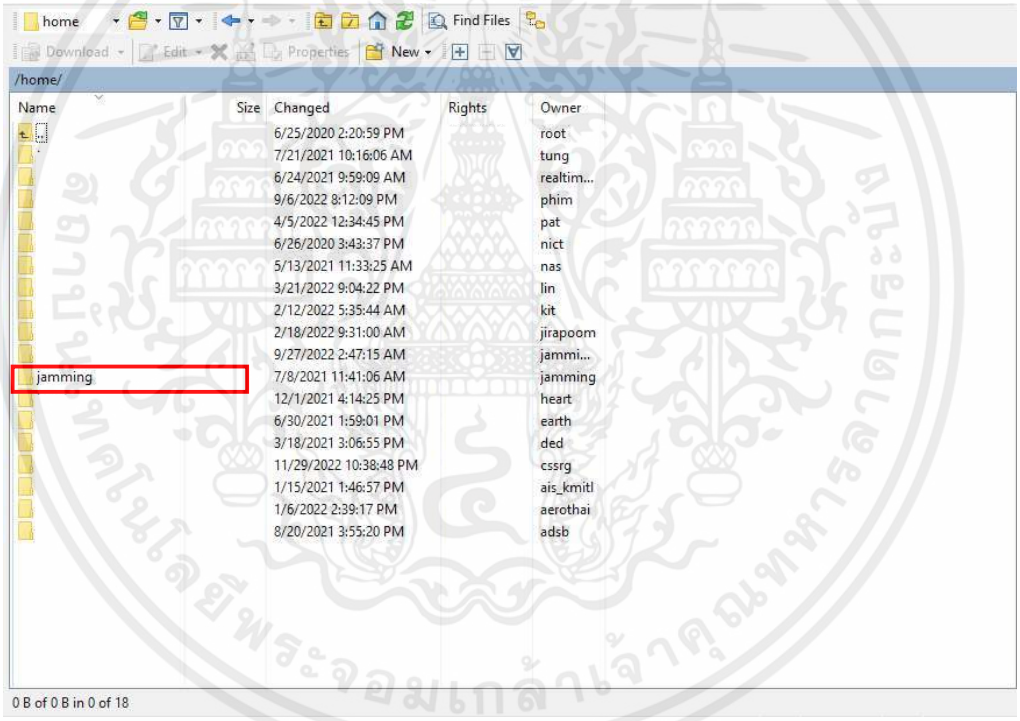
1) Date_Local – วันที่ตามเวลาท้องถิ่น
2) Frequency_MHz – ความถี่ (MHz)
3) Start_Time_Local – เวลาเริ่มรบกวนสัญญาณตามเวลาท้องถิ่น
4) Start_End_Local – เวลาสิ้นสุดรบกวนสัญญาณตามเวลาท้องถิ่น
5) Seconds – เวลารวมทั้งหมดในการรบกวนสัญญาณในหน่วยวินาที

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

6) Type_Jammed – ประเภทการรบกวนสัญญาณ (Intentional , Unintentional)

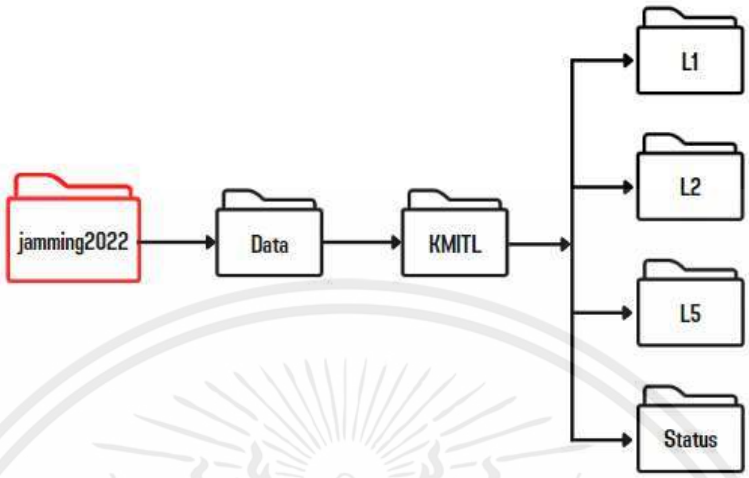
3.1.2.2 การออกแบบระบบจัดเก็บฐานข้อมูล Storage Server

ฐานข้อมูล Storage Server ส่วนนี้จะเป็นการเก็บข้อมูลทั้งในส่วนของรายงาน และรูปภาพ ได้แก่ รูปภาพของสเปกตรัม และรูปภาพสภาพแวดล้อมจากกล้องวงจรปิดไอพี ซึ่งได้ทำการแยกโฟลเดอร์ไว้ที่เครื่องเซิร์ฟเวอร์ของห้องแล็ป CSSRG โดยตั้งชื่อว่า “jamming2022” ดังรูปที่ 3.40 และข้างในจะสร้างโฟลเดอร์ย่อยดังรูปที่ 3.41



รูปที่ 3.40 โฟลเดอร์ jamming2022 บนหน้าต่างเซิร์ฟเวอร์ของห้องแล็ป CSSRG

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



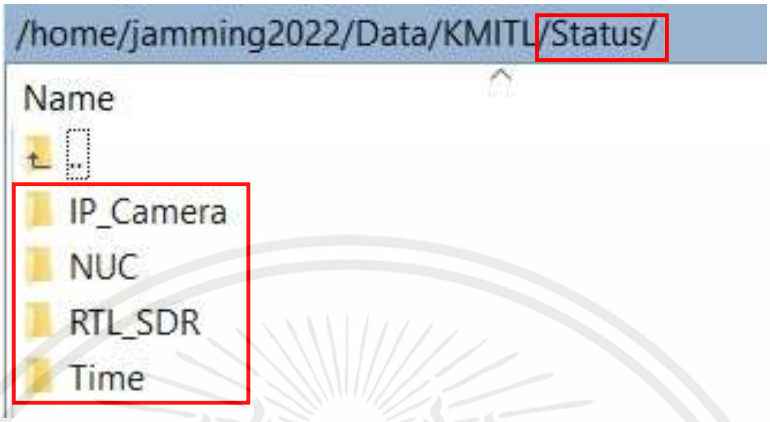
รูปที่ 3.41 บล็อกไดอะแกรมแสดงการเก็บโฟลเดอร์ในเครื่องเซิร์ฟเวอร์ของห้องแล็ป CSSRG

จากรูปที่ 3.41 แสดงลำดับของโฟลเดอร์ย่อยภายในโฟลเดอร์ jamming2022 ซึ่งเมื่อเปิดโฟลเดอร์นี้จะเจอโฟลเดอร์ Data หลังจากเปิดโฟลเดอร์ Data จะเจอโฟลเดอร์ KMITL โดยในโฟลเดอร์นี้จะทำการสร้างโฟลเดอร์ย่อยเอาไว้ 4 โฟลเดอร์ ได้แก่ L1, L2, L5 และ Status ซึ่งเป็นโฟลเดอร์เก็บสถานะของอุปกรณ์ ตามลำดับดังรูปที่ 3.42

รูปที่ 3.42 โฟลเดอร์ L1, L2, L5 และ Status ที่อยู่ในโฟลเดอร์ KMITL

เมื่อเปิดโฟลเดอร์ Status จะเห็นโฟลเดอร์ย่อยข้างในที่แตกต่างกัน ซึ่งจะเป็นดังรูปที่ 3.43

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3.43 โฟลเดอร์ย่อยในโฟลเดอร์ Status

จากรูปที่ 3.43 โฟลเดอร์ Status เป็นโฟลเดอร์ที่ใช้เก็บข้อมูลสถานะของอุปกรณ์ในระบบตรวจจับสัญญาณรบกวนจีเอ็นเอสเอสว่า ณ เวลานั้น ๆ อุปกรณ์ดังกล่าวได้เปิดการใช้งานอยู่หรือไม่ (On = ทำงาน และ Off = ไม่ทำงาน) เพื่อเป็นการตรวจสอบข้อผิดพลาดในการทำงานของระบบ โดยที่ภายในโฟลเดอร์ Status จะประกอบไปด้วยโฟลเดอร์ย่อย ซึ่งได้แก่ Time, RTL-SDR, คอมพิวเตอร์ PC ขนาดเล็ก และกล้องวงจรปิดไอพีซึ่งสถานะของอุปกรณ์ทั้งหมดจะถูกดึงไปใช้ในส่วนติดต่อผู้ใช้งานแบบกราฟิกต่อไป โดยแต่ละอุปกรณ์จะแสดงรายละเอียดสถานะดังต่อไปนี้

1) Time – เก็บเวลาที่ทำการอัพเดทสถานะของอุปกรณ์ที่เป็นเวลาล่าสุด ซึ่งจะเก็บทุก ๆ ชั่วโมง ตัวอย่างเช่น 01:00, 02:00 เป็นต้น

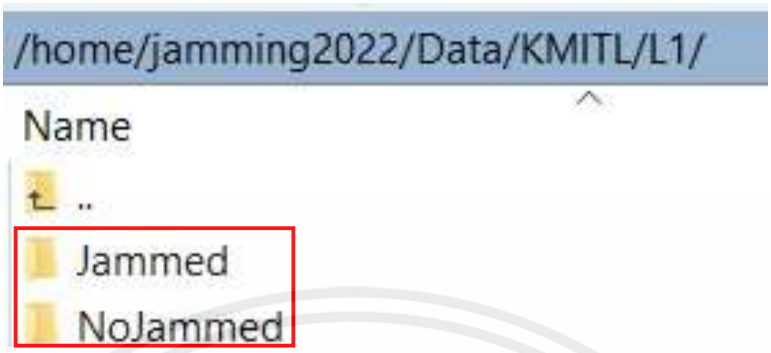
2) RTL-SDR – เก็บค่าสถานะของอุปกรณ์ RTL-SDR Dongle

3) NUC – เก็บค่าสถานะของอุปกรณ์ คอมพิวเตอร์ PC ขนาดเล็ก

4) IP_Camera – เก็บค่าสถานะของกล้องวงจรปิดไอพี

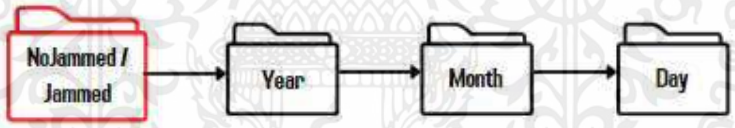
หลังจากนั้นทำการสร้างโฟลเดอร์ย่อยไว้ในโฟลเดอร์ L1, L2 และ L5 ซึ่งจะเหมือนกันทั้งหมด โดยโฟลเดอร์ย่อยนั้นมีทั้งหมด 2 โฟลเดอร์ ประกอบไปด้วยโฟลเดอร์ NoJammed และ Jammed ซึ่งจะสร้างเหมือนกันทั้ง 3 ย่านความถี่ โดยจะแสดงตัวอย่างของโฟลเดอร์ L1 ดังรูปที่ 3.44

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3.44 โฟลเดอร์ Status, NoJammed และ Jammed ที่อยู่ในโฟลเดอร์ L1

ส่วนภายในโฟลเดอร์ NoJammed และ Jammed จะมีโฟลเดอร์ย่อยที่เหมือนกัน คือ จะแยกเก็บเป็นโฟลเดอร์ปี ในโฟลเดอร์ปีก็จะแยกเป็นโฟลเดอร์เดือนทั้ง 12 เดือนในปีนั้น และในแต่ละโฟลเดอร์ของเดือนนั้น ๆ จะแยกเก็บโฟลเดอร์ของวันที่ทั้งหมดในแต่ละเดือน ดังรูปที่ 3.45

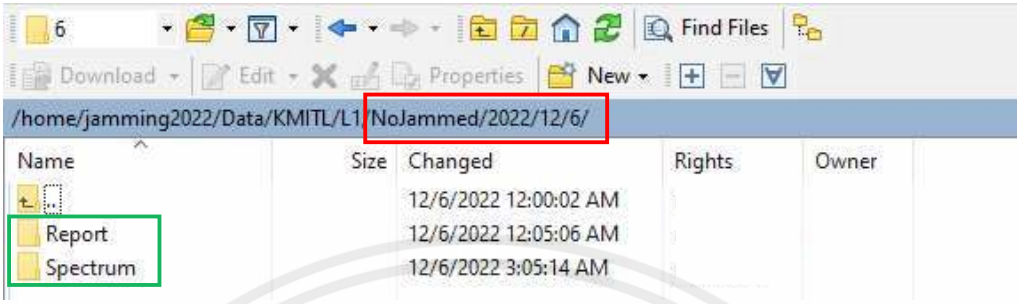


รูปที่ 3.45 บล็อกไดอะแกรมแสดงการเก็บโฟลเดอร์ย่อยในโฟลเดอร์ NoJammed และ Jammed

จากรูปที่ 3.45 จะเห็นว่าภายในโฟลเดอร์ NoJammed และ Jammed จะมีโฟลเดอร์ย่อยต่าง ๆ เหมือนกัน คือ จะแยกเก็บเป็นโฟลเดอร์ปี ซึ่งในที่นี้จะกำหนดให้เป็นชื่อปี “2022” จากนั้นเมื่อเปิดโฟลเดอร์นี้จะเจอโฟลเดอร์ที่เก็บข้อมูลของเดือนต่าง ๆ โดยตั้งชื่อตามลำดับเลขของเดือน ตัวอย่างเช่น เดือนที่ 12 = เดือนธันวาคม และภายในโฟลเดอร์ของแต่ละเดือนจะมีโฟลเดอร์ที่เก็บข้อมูลของวันที่ของเดือนนั้น ๆ โดยตั้งชื่อเป็นเลขวันที่

สามารถดูตัวอย่างลำดับโฟลเดอร์เก็บข้อมูลของวันที่ 6 เดือนธันวาคม (เดือนที่ 12) ปี 2022 ในโฟลเดอร์ NoJammed และ Jammed ได้ดังรูปที่ 3.46 และ 3.47 ตามลำดับ โดยสังเกตได้ในกรอบสี่เหลี่ยมสีแดง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



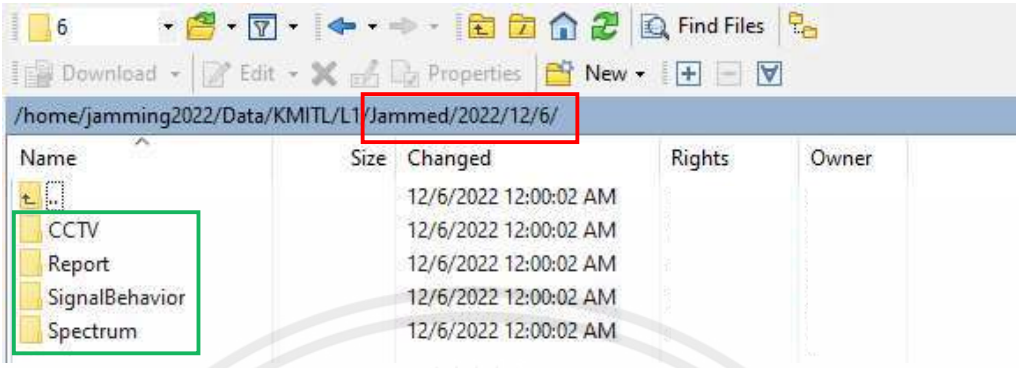
รูปที่ 3.46 โฟลเดอร์ย่อยภายในโฟลเดอร์ที่เก็บข้อมูล NoJammed ของวันที่ 6 เดือน 12 ปี 2022 ของย่านความถี่ L1

จากรูปที่ 3.46 เป็นโฟลเดอร์ย่อยของ NoJammed สร้างไว้เพื่อแยกเก็บข้อมูลรายงานและรูปภาพสำหรับกรณีที่ระบบไม่ได้ถูกรบกวนสัญญาณ โดยจะสังเกตได้ในกรอบสี่เหลี่ยมสีเขียว ซึ่งมีทั้งหมด 2 โฟลเดอร์ ได้แก่

1) โฟลเดอร์ Report เป็นโฟลเดอร์ที่เก็บไฟล์ชนิด CSV สำหรับข้อมูลที่รับค่าได้จาก RTL-SDR Dongle และเครื่องรับสัญญาณจีเอ็นเอสเอส 1 ความถี่ NEO-M8T โดยรายละเอียดคอลัมน์ของพารามิเตอร์และข้อมูลที่ถูกเก็บไว้จะมีรูปแบบเหมือนกับรูปที่ 3.34 และ 3.35 ในหัวข้อที่ 3.1.2.1 ออกแบบระบบจัดเก็บฐานข้อมูล Database Server แต่ถ้าหากเป็นของย่าน L2 และ L5 จะเป็นโฟลเดอร์ที่เก็บไฟล์ชนิด CSV สำหรับข้อมูลที่รับค่าได้จาก RTL-SDR Dongle เพียงอย่างเดียว โดยรายละเอียดคอลัมน์ของพารามิเตอร์และข้อมูลที่ถูกเก็บไว้จะมีรูปแบบเหมือนกับรูปที่ 3.36 และ 3.37 ในหัวข้อที่ 3.1.2.1 ออกแบบระบบจัดเก็บฐานข้อมูล Database Server

2) โฟลเดอร์ Spectrum เป็นโฟลเดอร์ที่เก็บรูปภาพสเปกตรัมของกำลังสัญญาณเมื่อระบบไม่ได้ถูกรบกวนสัญญาณ โดยบันทึกเป็นไฟล์ชนิด PNG

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3.47 โฟลเดอร์ย่อยภายในโฟลเดอร์ที่เก็บข้อมูล Jammed ของวันที่ 6 เดือน 12 ปี 2022 ของย่านความถี่ L1

จากรูปที่ 3.47 เป็นโฟลเดอร์ย่อยของ Jammed สร้างไว้เพื่อแยกเก็บข้อมูลรายงานและรูปภาพสำหรับกรณีที่ระบบถูกรบกวนสัญญาณ โดยจะสังเกตได้ในกรอบสี่เหลี่ยมสีเขียว ซึ่งมีทั้งหมด 4 โฟลเดอร์ ได้แก่

1) โฟลเดอร์ Report เป็นโฟลเดอร์ที่เก็บไฟล์ชนิด CSV สำหรับข้อมูลที่รับค่าได้จาก RTL-SDR Dongle และเครื่องรับสัญญาณจีเอ็นเอสเอส 1 ความถี่ โดยรายละเอียดคอลัมน์ของพารามิเตอร์และข้อมูลที่ถูกเก็บไว้จะมีรูปแบบเหมือนกับรูปที่ 3.34 และ 3.35 ในหัวข้อที่ 3.1.2.1 ออกแบบระบบจัดเก็บฐานข้อมูล Database Server แต่ถ้าหากเป็นของย่าน L2 และ L5 จะเป็นโฟลเดอร์ที่เก็บไฟล์ชนิด CSV สำหรับข้อมูลที่รับค่าได้จาก RTL-SDR Dongle เพียงอย่างเดียว โดยรายละเอียดคอลัมน์ของพารามิเตอร์และข้อมูลที่ถูกเก็บไว้จะมีรูปแบบเหมือนกับรูปที่ 3.36 และ 3.37 ในหัวข้อที่ 3.1.2.1 ออกแบบระบบจัดเก็บฐานข้อมูล Database

2) โฟลเดอร์ Spectrum เป็นโฟลเดอร์ที่เก็บรูปภาพสเปกตรัมของกำลังสัญญาณเมื่อระบบถูกรบกวนสัญญาณ โดยบันทึกเป็นไฟล์ชนิด PNG

3) โฟลเดอร์ CCTV เป็นโฟลเดอร์ที่เก็บรูปภาพสภาพแวดล้อมจากกล้องวงจรปิด IP Camera ซึ่งจะถ่ายเมื่อระบบถูกรบกวนสัญญาณ โดยบันทึกเป็นไฟล์ชนิด PNG

4) โฟลเดอร์ SignalBehavior เป็นโฟลเดอร์ที่เก็บไฟล์ชนิด CSV สำหรับเก็บข้อมูลของประเภทการรบกวนสัญญาณ เมื่อมีการตัดสินใจว่าเกิดการถูกรบกวนสัญญาณขึ้น โดยรายละเอียดคอลัมน์ของพารามิเตอร์และข้อมูลที่ถูกเก็บไว้จะมีรูปแบบเหมือนกับรูปที่ 3.38 และ 3.39 ในหัวข้อที่ 3.1.2.1 ออกแบบระบบจัดเก็บฐานข้อมูล Database Server

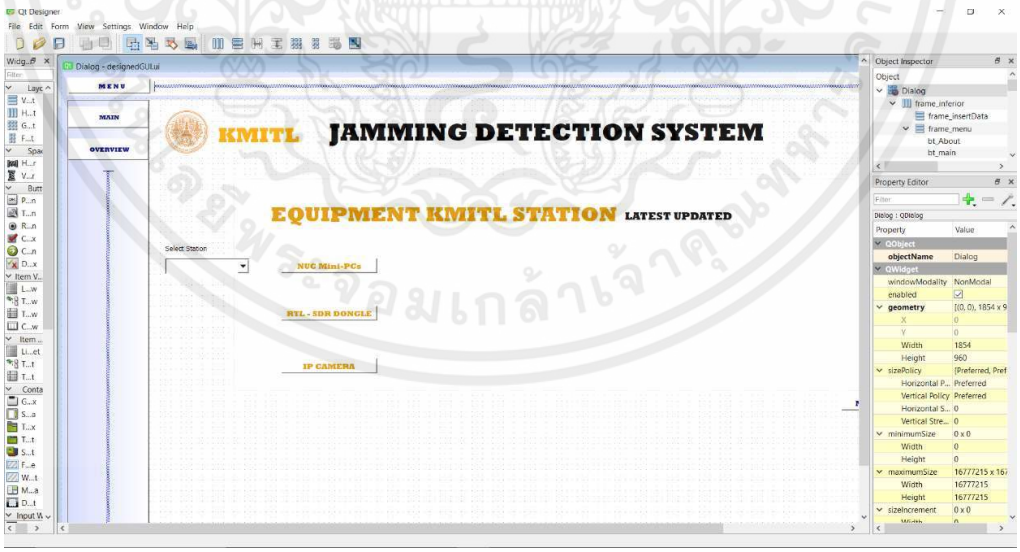
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.1.3 การออกแบบส่วนติดต่อผู้ใช้งานแบบกราฟิกให้รองรับและสอดคล้องกับระบบ

การออกแบบส่วนติดต่อผู้ใช้งานแบบกราฟิกของระบบนั้นจะเน้นการใช้งานให้สอดคล้องระบบตรวจจับสัญญาณรบกวน โดยมีฟังก์ชันดังต่อไปนี้คือ หน้าต่างแสดงผล Main, หน้าต่างแสดงผล Latest Spectrum, หน้าต่างแสดงผล Report, หน้าต่างแสดงผล Power Statistics, หน้าต่างแสดงผล Type of Jamming และ หน้าต่างแสดงผล IP Camera (Latest Footage) โดยในแต่ละหน้านั้นมีการออกแบบที่แตกต่างกันไปสำหรับการใช้งาน

3.1.3.1 การออกแบบหน้าต่างแสดงผล Main

สำหรับหน้าต่างแสดงผล Main จะแสดงสถานะของอุปกรณ์ในแต่ละสถานีว่าอุปกรณ์แต่ละชนิดมีสถานะการใช้งานในขณะนั้นพร้อมใช้งานหรือไม่พร้อมใช้งาน โดยขึ้นสถานะเป็น “ON” และ “OFF” อีกทั้งคณะผู้จัดทำยังออกแบบให้สามารถใช้ Combo box ในการเลือกสถานีได้ และกดปุ่ม “Next” และ “Previous” เพื่อเชื่อมต่อไปยังหน้าต่อไปหรือหน้าก่อนหน้าได้ ดังรูปที่ 3.48 จะแสดงโครงร่างภาพรวมของหน้าต่างแสดงผล Main ไว้ว่ามีฟังก์ชันใดบ้าง ซึ่งจากภาพจะเป็นการออกแบบโดยใช้โปรแกรม Qt Designer ในการออกแบบ



รูปที่ 3.48 การออกแบบหน้าต่างแสดงผล Main ด้วย Qt Designer

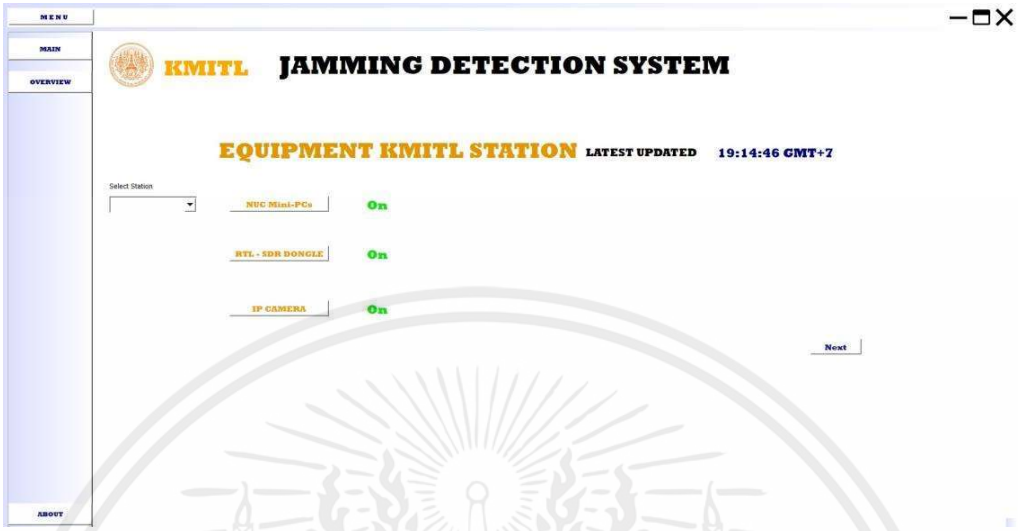
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เมื่อทำการออกแบบหน้าต่างแสดงผล Main ด้วย Qt Designer แล้วนั้นทำการแปลงไฟล์จาก .ui เป็น .py เพื่อนำไปเขียนฟังก์ชันเชื่อมต่อในไพธอนต่อไป โดยจากรูปที่ 3.49 เป็นฟังก์ชันสำหรับตรวจสอบสถานะอุปกรณ์ของสถานี KMITL โดยจากภาพจะมีการใช้ os.system เพื่อทำการดึงข้อมูลสาถานะของแต่ละอุปกรณ์ โดยจะใช้ตัวแปร status_station ในการเรียกใช้งาน จากนั้นกำหนดว่าถ้าอุปกรณ์เปิดทำการอยู่เป็น “ON” ถ้าปิดอยู่เป็น “OFF” โดยชนิดของอุปกรณ์ที่ทำการตรวจสอบสถานะมีดังนี้ คือ คอมพิวเตอร์ PC ขนาดเล็ก, RTL-SDR Dongle และกล้องวงจรปิดไอพี

รูปที่ 3.49 ฟังก์ชันสำหรับตรวจสอบสถานะอุปกรณ์ของสถานี KMITL

แสดงหน้าต่างแสดงผล Main ที่สมบูรณ์พร้อมใช้งานคือสามารถกดปุ่มแต่ละอุปกรณ์เพื่อตรวจสอบสถานะของอุปกรณ์ได้ ดังรูปที่ 3.50

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

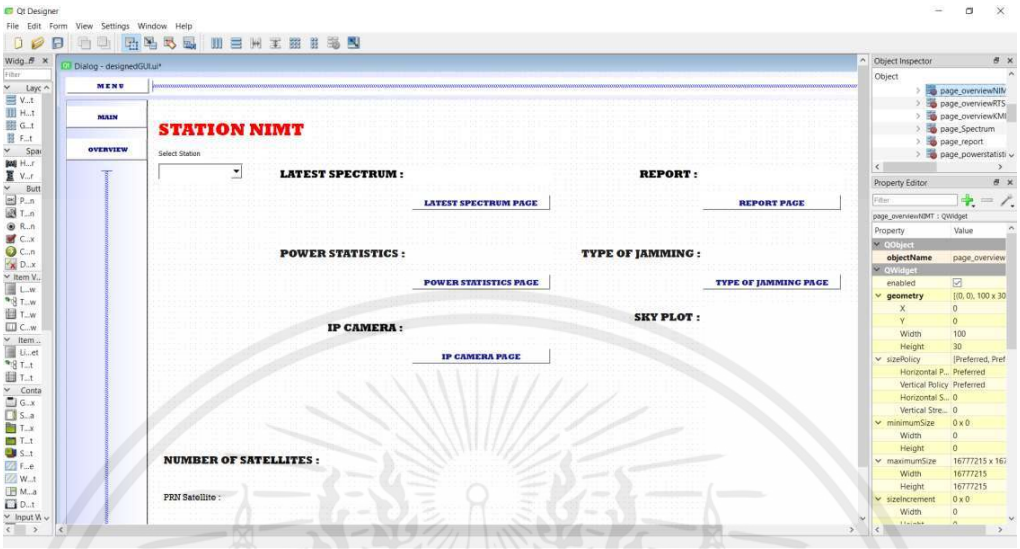


รูปที่ 3.50 หน้าต่างแสดงผล Main ของสถานี KMITL

3.1.3.2 การออกแบบหน้าต่างแสดงผล Overview

สำหรับหน้าต่างแสดงผล Overview จะเป็นหน้าต่างที่แสดงภาพรวมของระบบ โดยจะแสดงสถานะของฟังก์ชันต่าง ๆ ว่าพร้อมให้เข้าใช้งานหรือไม่ อีกทั้งยังแสดงค่าอัตราส่วนของสัญญาณคลื่นพาห์ต่อสัญญาณรบกวน, จำนวนดาวเทียม และ Sky Plot อีกด้วย ซึ่งหน้าต่างแสดงผล Overview นี้จะเป็นหน้าต่างที่จะทำการเชื่อมต่อไปยังหน้าต่างแสดงผลอื่น ๆ ได้เพียงกดปุ่มตามฟังก์ชันที่ต้องการ ซึ่งจากรูปที่ 3.51 จะแสดงการออกแบบหน้าต่างแสดงผล Overview ด้วย Qt Designer

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3.51 การออกแบบหน้าต่างแสดงผล Overview ด้วย Qt Designer

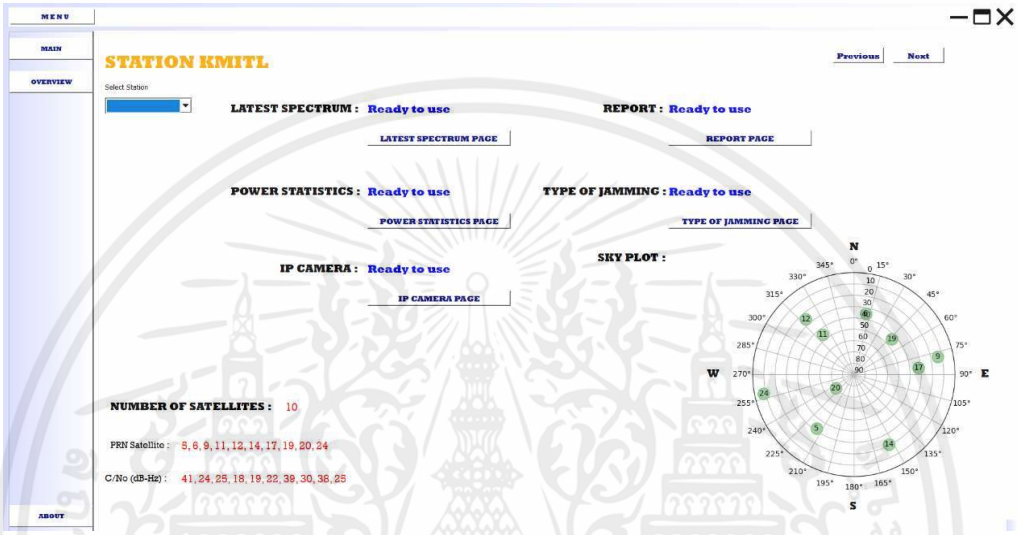
เมื่อออกแบบหน้าต่างแสดงผล Overview เรียบร้อยจากนั้นนำมาเขียนฟังก์ชันเชื่อมต่อ โดยแสดงดังรูปที่ 3.52 เป็นฟังก์ชัน Combo box สำหรับเชื่อมหน้าต่างแสดงผลแต่ละสถานีให้สามารถเชื่อมต่อกันได้ ซึ่งจะใช้ฟังก์ชัน self.ui.page_statusSTATION ในการเชื่อมต่อระหว่างสถานี

```
#function select station connect page with combobox NIMT Overview
def ComboboxSelecstationmainNIMT(self):
    indexselectStationmain = self.ui.comboboxselectequipmentNIMT.currentIndex()
    if(indexselectStationmain== 0):
        self.ui.comboboxselectequipmentNIMT.activated.connect(lambda: self.ui.stackedWidget.setCurrentWidget(self.ui.page_statusRTSD))
    elif(indexselectStationmain == 1):
        self.ui.comboboxselectequipmentNIMT.activated.connect(lambda: self.ui.stackedWidget.setCurrentWidget(self.ui.page_Main))

#function select station connect page with combobox RTSD Overview
def ComboboxSelecstationmainRTSD(self):
    indexselectStationmain = self.ui.comboboxselectequipmentRTSD.currentIndex()
    if(indexselectStationmain == 0):
        self.ui.comboboxselectequipmentRTSD.activated.connect(lambda: self.ui.stackedWidget.setCurrentWidget(self.ui.page_statusNIMT))
    elif(indexselectStationmain == 1):
        self.ui.comboboxselectequipmentRTSD.activated.connect(lambda: self.ui.stackedWidget.setCurrentWidget(self.ui.page_Main))

#function select station connect page with combobox KMITL Overview
def ComboboxSelecstationmainKMITL(self):
    indexselectStationmain = self.ui.comboboxselectequipmentKMITL.currentIndex()
    if(indexselectStationmain == 0):
        self.ui.comboboxselectequipmentKMITL.activated.connect(lambda: self.ui.stackedWidget.setCurrentWidget(self.ui.page_statusNIMT))
    elif(indexselectStationmain == 1):
        self.ui.comboboxselectequipmentKMITL.activated.connect(lambda: self.ui.stackedWidget.setCurrentWidget(self.ui.page_statusRTSD))
```

รูปที่ 3.52 ฟังก์ชันเชื่อมต่อหน้าต่างแสดงผลระหว่างสถานีของหน้าต่างแสดงผล Overview

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หน้าต่างแสดงผล Overview ที่สมบูรณ์พร้อมใช้งานคือสามารถกดปุ่มเชื่อมต่อไปยังหน้าต่างแสดงผลหรือฟังก์ชันอื่นได้ และยังแสดงค่าอัตราส่วน ของสัญญาณคลื่นพาห์ต่อสัญญาณรบกวน, จำนวนดาวเทียม และ Sky plot แสดงดังรูปที่ 3.53

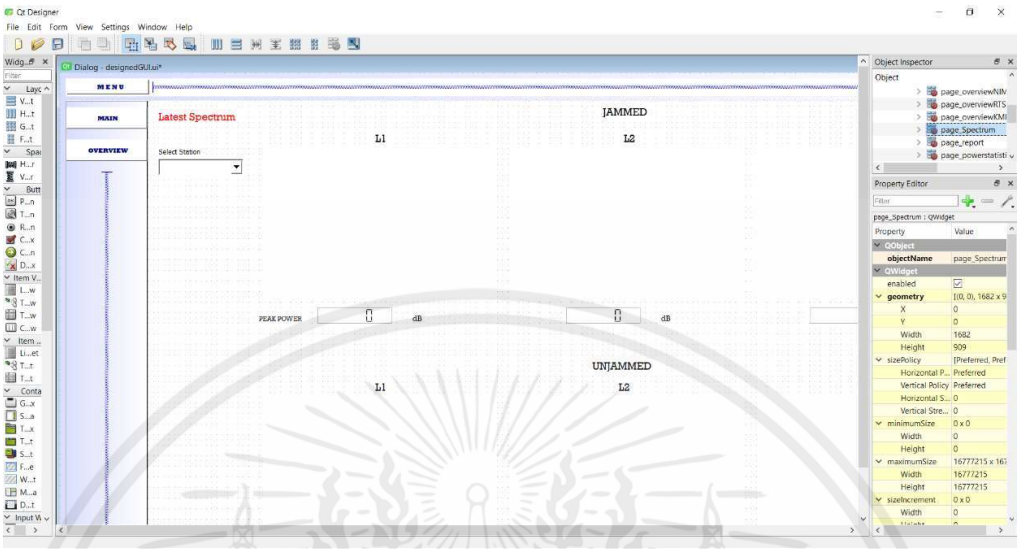


รูปที่ 3.53 หน้าต่างแสดงผล Overview ของสถานี KMITL

3.1.3.3 การออกแบบหน้าต่างแสดงผล Latest Spectrum

สำหรับหน้าต่างแสดงผล Latest Spectrum จะแสดงข้อมูลรูปภาพสเปกตรัมโดยแยกเป็น Jammed และ Unjammed ซึ่งจะแบ่งเป็นย่านความถี่ L1, L2 และ L5 โดยแต่ละสเปกตรัมจะแสดงค่ากำลังสัญญาณเป็นหน่วยเดซิเบล (dB) โดยเมื่อทำการออกแบบด้วย Qt Designer จะแสดงได้ดังภาพที่ 3.54

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3.54 การออกแบบหน้าต่างแสดงผล Latest Spectrum ด้วย Qt Designer

จากนั้นจะมีการดึงรูปภาพของสเปกตรัมของแต่ละย่านความถี่มาแสดงบนหน้าต่างแสดงผล Latest Spectrum ในส่วนติดต่อผู้ใช้งานแบบกราฟิกด้วยโปรแกรมไพธอน ดังรูปที่ 3.55

```
#FUNCTION SPECTRUM
def latestSpectrum(self):
    indexselectStation = self.ui.comboboxselectstationSpectrum.currentIndex()
    #SPECTRUM STATION1 NIMT
    if(indexselectStation == 0):
            try:
                os.system(r                                                    '+years+'/'+months+'/'+days+'/Spectrum/*.png '+x+'\Spectrum')
                folder_Server = x+r'\Spectrum'
                file_type = r'\*.png'
                files = glob.glob(folder_Server + file_type)
                max_file = max(files, key=os.path.getctime)
```

รูปที่ 3.55 ฟังก์ชันดึงรูปภาพสเปกตรัมมาแสดงบน label ของหน้าต่างแสดงผล Latest Spectrum

จากรูปที่ 3.55 โปรแกรมดึงภาพสเปกตรัมของแต่ละย่านความถี่ด้วยคำสั่ง os.system ไปยังตำแหน่งที่เก็บข้อมูลอยู่โดยทำการดึงข้อมูลเป็นไฟล์ชนิด PNG เพื่อมาแสดงบน Label แต่ละย่านความถี่ โดยในกรณีที่ไม่มีการถูกรบกวนสัญญาณระบบจะแสดงว่า “Not Jamming Today” ซึ่งเมื่อทำการออกแบบเรียบร้อยแล้วนั้นจะแสดงหน้าต่างแสดงผล Latest Spectrum ที่สมบูรณ์จะเป็นดังรูปที่ 3.56 ซึ่งจะสามารถแสดงรูปภาพของสเปกตรัมในแต่ละย่านความถี่เมื่อทำการเลือก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

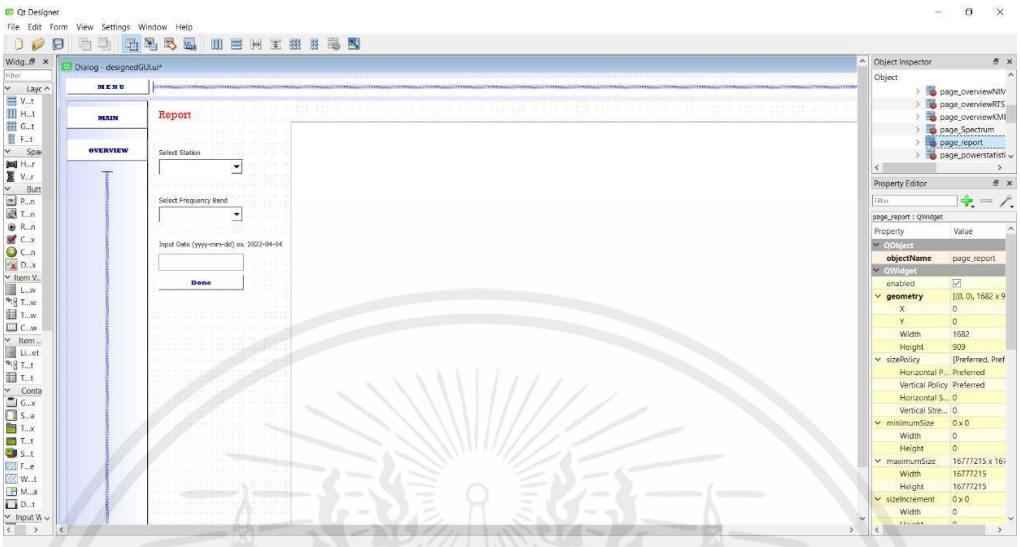
สถานีที่ต้องการ อีกทั้งยังแสดงค่ากำลังสัญญาณเป็นหน่วยเดซิเบล (dB) ใต้รูปภาพสเปกตรัมนั้น ๆ ด้วย

รูปที่ 3.56 หน้าต่างแสดงผล Latest Spectrum ของสถานี NIMT

3.1.3.4 การออกแบบหน้าต่างแสดงผลรายงาน (Report)

สำหรับหน้าต่างแสดงผลรายงานจะเป็นหน้าต่างที่แสดงข้อมูล "Date_Local","Time_Local", "Second_Of_Day", "Frequency_MHz", "Power_Peak_dB", "Power_Average_dB", "Number_Of_Satellite", "Satellite_ID", "CNR_GPS","CNR_Mean" "Elevation_GPS", "Azimuth_GPS", "Status", "Description" ซึ่งจะทำการดึงจากฐานข้อมูลของแต่ละสถานีเพื่อมาแสดงบนตารางที่กำหนดไว้ เมื่อผู้ใช้ต้องการเข้าถึงข้อมูลก็สามารถเลือกสถานี, ย่านความถี่ (L1,L2,L5) และเลือก วัน/เดือน/ปี ที่ต้องการเข้าถึงข้อมูลได้จากฟังก์ชันซ้ายมือ ดังรูปที่ 3.57

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3.57 การออกแบบหน้าต่างแสดงผลรายงานด้วย Qt Designer

จากนั้นจึงดึงข้อมูลจากฐานข้อมูลมาแสดงบนหน้าต่างแสดงผลรายงาน (Report) บนส่วนติดต่อผู้ใช้งานแบบกราฟิกด้วยโปรแกรมไพธอน ดังรูปที่ 3.58

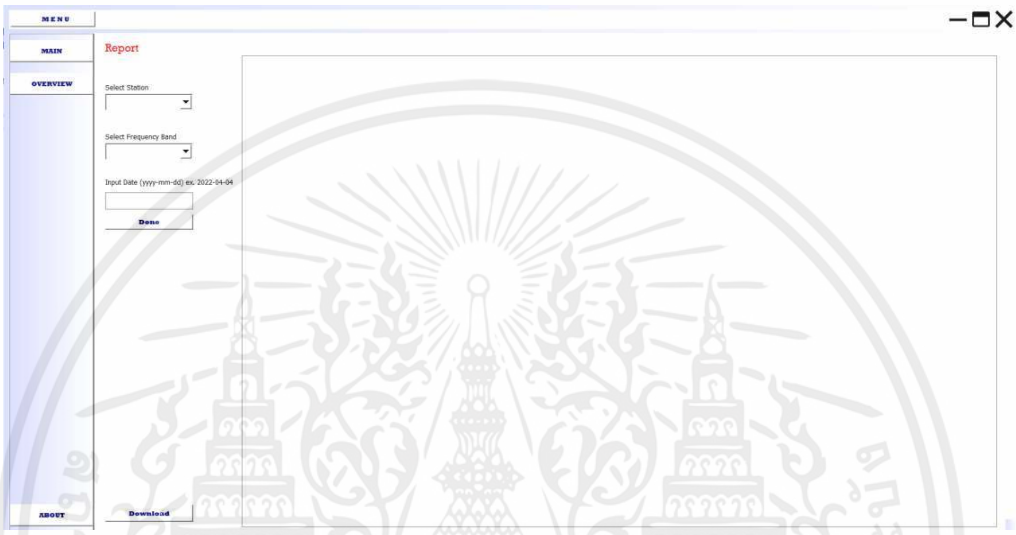
```
#REPORT STATION3 (KMITL)
if(indexselectStation == 2):
    if(index == 0):
        db3.reconnect()
        pull = db3.cursor()
        pull.execute("SELECT * FROM Report_L1_Jammed WHERE Date_Local = '{}'".format(inputDate))
        records = pull.fetchall()

        self.ui.tableWidget.setRowCount(len(records))
        tablerow = 0
        headers = ["Date_Local","Time_Local", "Second_Of_Day", "Frequency_MHz", "Power_Peak_dB", "Power_Average_dB", "Number_Of_Satellite", "Satellite_ID", "CNR_GPS","CNR_M
        for i in range(len(headers)):
            self.ui.tableWidget.insertColumn(i)
            self.ui.tableWidget.setHorizontalHeaderLabels(headers)

        for row in records:
            self.ui.tableWidget.setItem(tablerow, 0, QtWidgets.QTableWidgetItem(str(row[1])))
            self.ui.tableWidget.setItem(tablerow, 1, QtWidgets.QTableWidgetItem(str(row[2])))
            self.ui.tableWidget.setItem(tablerow, 2, QtWidgets.QTableWidgetItem(str(row[3])))
            self.ui.tableWidget.setItem(tablerow, 3, QtWidgets.QTableWidgetItem(str(row[4])))
            self.ui.tableWidget.setItem(tablerow, 4, QtWidgets.QTableWidgetItem(str(row[5])))
            self.ui.tableWidget.setItem(tablerow, 5, QtWidgets.QTableWidgetItem(str(row[6])))
            self.ui.tableWidget.setItem(tablerow, 6, QtWidgets.QTableWidgetItem(str(row[7])))
            self.ui.tableWidget.setItem(tablerow, 7, QtWidgets.QTableWidgetItem(str(row[8])))
            self.ui.tableWidget.setItem(tablerow, 8, QtWidgets.QTableWidgetItem(str(row[9])))
            self.ui.tableWidget.setItem(tablerow, 9, QtWidgets.QTableWidgetItem(str(row[10])))
            self.ui.tableWidget.setItem(tablerow, 10, QtWidgets.QTableWidgetItem(str(row[11])))
            self.ui.tableWidget.setItem(tablerow, 11, QtWidgets.QTableWidgetItem(str(row[12])))
            self.ui.tableWidget.setItem(tablerow, 12, QtWidgets.QTableWidgetItem(str(row[13])))
            self.ui.tableWidget.setItem(tablerow, 13, QtWidgets.QTableWidgetItem(str(row[14])))
            tablerow+=1
```

รูปที่ 3.58 ฟังก์ชันดึงข้อมูลตาม header โดยเป็นการดึงข้อมูลแต่ละย่านความถี่และจัดวางเป็นตารางของหน้าต่างแสดงผล Report

จากรูปที่ 3.58 โปรแกรมในการดึงข้อมูลจากฐานข้อมูลมาแสดงบนตาราง ซึ่งจะทำการสร้างตารางโดยการใช้ฟังก์ชัน self.ui.tableWidgets.setItem ในการสร้างตาราง และกำหนด header ตามที่

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เราต้องการประกาศไว้จากนั้นเรียกใช้ด้วย setHorizontalHeaderLabels (header) และเมื่อทำการเชื่อมต่อข้อมูลเรียบร้อยแล้วจะสามารถสร้างหน้าต่างแสดงผลรายงานที่สมบูรณ์และสามารถดึงข้อมูลมาแสดงได้แสดงดังรูปที่ 3.59

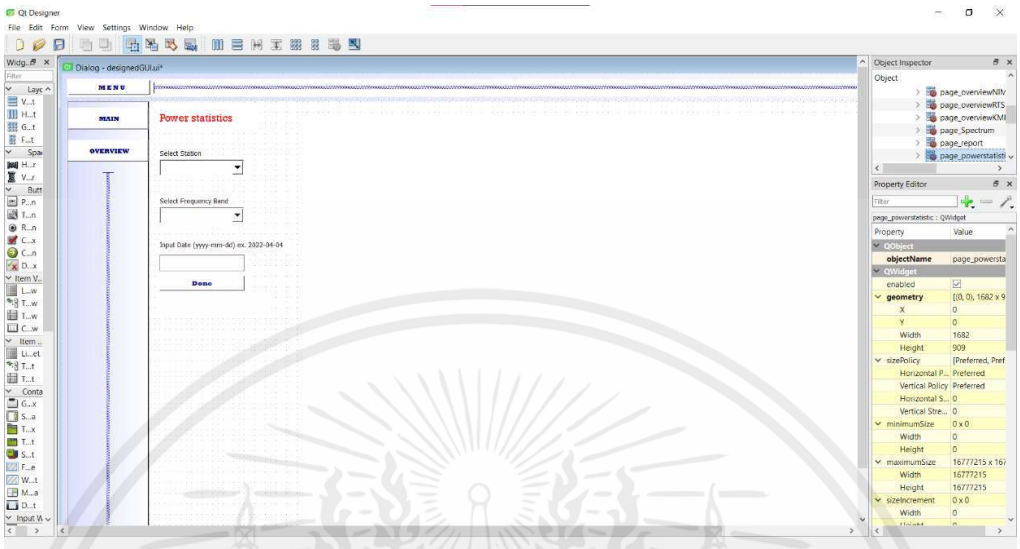


รูปที่ 3.59 หน้าต่างแสดงผล Report

3.1.3.5 การออกแบบหน้าต่างแสดงผล Power Statistics

สำหรับหน้าต่างแสดงผล Power Statistics จะเป็นหน้าต่างแสดงผลที่จะแสดงภาพรวมของค่ากำลังสัญญาณของแต่ละสถานีของย่านความถี่นั้น ๆ ใน 24 ชั่วโมงโดยจะทำการพล็อตเป็นกราฟแสดงเป็นรายชั่วโมง ซึ่งจะให้ข้อมูลที่เป็นภาพรวมของวันที่ผู้ใช้ต้องการทราบว่ามีลักษณะเป็นอย่างไร โดยการออกแบบจะเป็นการสร้าง Combo box สำหรับเลือกสถานี, ย่านความถี่ และบาร์สำหรับใส่ วัน/เดือน/ปี ที่ผู้ใช้ต้องการ โดยจะออกแบบด้วย Qt Designer แสดงดังรูปที่ 3.60

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3.60 การออกแบบหน้าต่างแสดงผล Power Statistics ด้วย Qt Designer

มีการนำรูป power statistics ที่ทำการพล็อตมาแสดงบนหน้าต่างแสดงผล Power Statistics ในส่วนติดต่อผู้ใช้งานแบบกราฟิกด้วยโปรแกรมไพธอน ดังรูปที่ 3.61

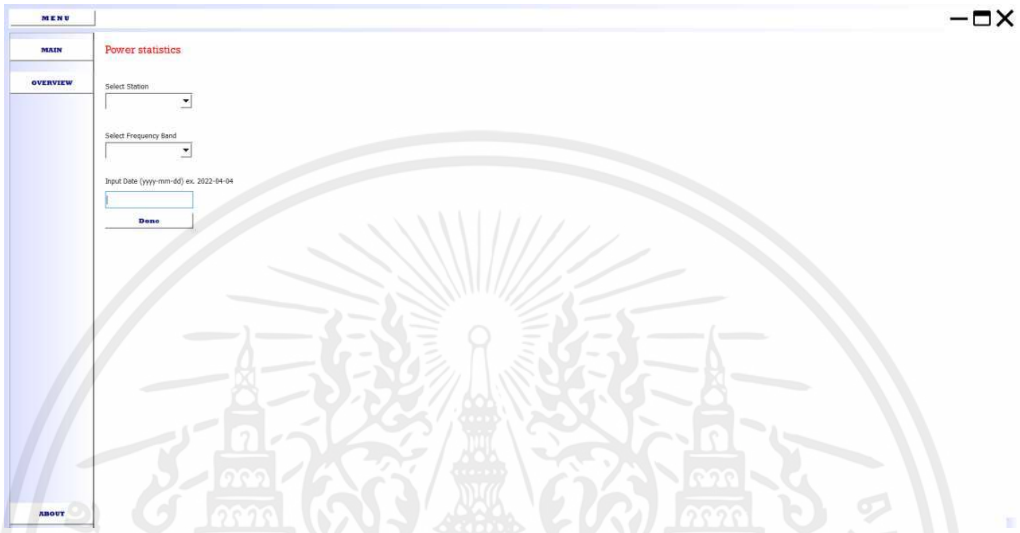
```
#POWER STATION1 NIMT
    if(indexselectStation == 0):
        index = self.ui.comboboxselectfrequencyPowerstatistic.currentIndex()
        if(index == 0):

            target = self.Statistics("L1",db1,inputDate,-33,-42)
            qpixmapL1 = QtGui.QPixmap(target)
            self.ui.label_plot.setPixmap(qpixmapL1)
        elif(index == 1):

            target = self.Statistics("L2",db1,inputDate,-33,-42)
            qpixmapL2 = QtGui.QPixmap(target)
            self.ui.label_plot.setPixmap(qpixmapL2)

        elif(index == 2):

            target = self.Statistics("L5",db1,inputDate,-33,-42)
            qpixmapL5 = QtGui.QPixmap(target)
            self.ui.label_plot.setPixmap(qpixmapL5)
        else:
            self.ui.label_errorPower.setText("")
            self.ui.label_errorPower.setText("Please input all fileds.")
```

รูปที่ 3.61 ฟังก์ชัน Statistics สำหรับการนำรูปที่ระบบทำการพล็อตและค่า threshold มาแสดงบน label

จากรูปที่ 3.61 โปรแกรมในการนำรูป power statistics ที่ระบบได้ทำการพล็อตมาแสดงบน label ซึ่งจะแสดงค่า threshold บนกราฟด้วยกรณีที่ค่ากำลังสัญญาณเกินขึ้นมาแสดงว่าเกิดการถูกรบกวน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สัญญาณขึ้นและเมื่อทำการเขียนฟังก์ชันโดยสมบูรณ์จึงจะสามารถดึงกราฟที่ระบบทำการพล็อตมาแสดงได้ตามที่ผู้ใช้ได้กำหนดสถานี, ย่านความถี่ และ วัน/เดือน/ปี ซึ่งแสดงดังรูปที่ 3.62

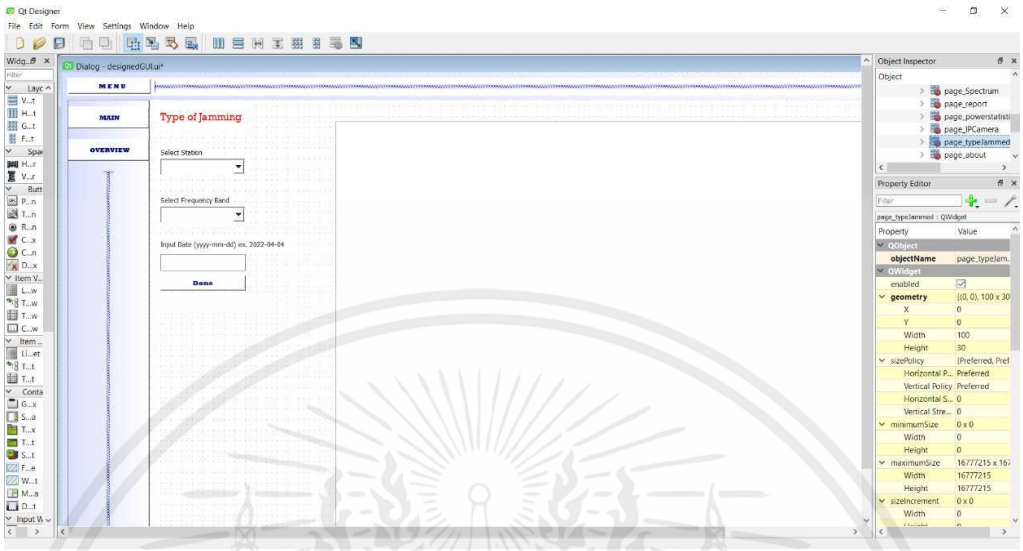


รูปที่ 3.62 หน้าต่างแสดงผล Power Statistics

3.1.3.6 การออกแบบหน้าต่างแสดงผล Type of Jamming

สำหรับหน้าต่างแสดงผล Type of Jamming จะถูกใช้งานเมื่อระบบเกิดการถูกรบกวนสัญญาณขึ้นโดยในหน้าต่างนี้จะทำหน้าที่บอกว่าการรบกวนที่เกิดขึ้นนั้นเป็นการรบกวนแบบเจตนารบกวน หรือไม่เจตนารบกวน โดยในที่นี้จะใช้เวลารวมทั้งหมดที่ระบบถูกรบกวนในหน่วยวินาทีเป็นตัวตัดสินใจ การออกแบบจะออกแบบให้ผู้ใช้เข้ามาป้อนข้อมูลสถานี, ย่านความถี่ และ วัน/เดือน/ปี ที่ต้องการเข้าถึงข้อมูล โดยข้อมูลจะแสดงแบบตารางบน label ที่ได้ทำการสร้างไว้แสดงดังรูปที่ 3.63

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3.63 การออกแบบหน้าต่างแสดงผล Power Statistics ด้วย Qt Designer

จากนั้นจึงดึงข้อมูลจากฐานข้อมูลมาแสดงบนหน้าต่างแสดงผล Type of Jamming ในส่วนติดต่อผู้ใช้งานแบบกราฟิกด้วยโปรแกรมไพธอน ดังรูปที่ 3.64

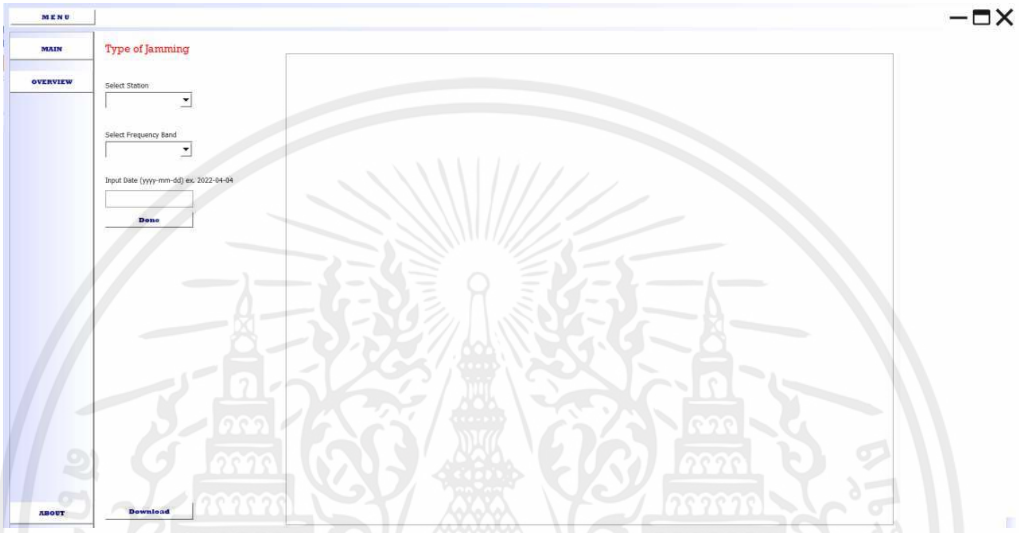
```
#TYPE JAMMED STATION1 MIMT
    if(indexselectStation == 0):
        if(index == 0):
            db1.reconnect()
            pull = db1.cursor()
            pull.execute("SELECT * FROM SignalBehavior_L1 WHERE Date_Local = '{}'".format(inputDate))
            records = pull.fetchall()
            self.ui.tableWidgettypeJammed.setRowCount(len(records))
            tablerow = 0

            headers = ["Date_Local","Frequency_MHz","Start_Time_Local", "End_Time_Local", "Seconds", "Type_Jammed"]
            for i in range(len(headers)):
                self.ui.tableWidgettypeJammed.insertColumn(i)
                self.ui.tableWidgettypeJammed.setHorizontalHeaderLabels(headers)

            for row in records:
                self.ui.tableWidgettypeJammed.setItem(tablerow, 0, QtWidgets.QTableWidgetItem(str(row[1])))
                self.ui.tableWidgettypeJammed.setItem(tablerow, 1, QtWidgets.QTableWidgetItem(str(row[2])))
                self.ui.tableWidgettypeJammed.setItem(tablerow, 2, QtWidgets.QTableWidgetItem(str(row[3])))
                self.ui.tableWidgettypeJammed.setItem(tablerow, 3, QtWidgets.QTableWidgetItem(str(row[4])))
                self.ui.tableWidgettypeJammed.setItem(tablerow, 4, QtWidgets.QTableWidgetItem(str(row[5])))
                self.ui.tableWidgettypeJammed.setItem(tablerow, 5, QtWidgets.QTableWidgetItem(str(row[6])))
                tablerow+=1
```

รูปที่ 3.64 ฟังก์ชันดึงข้อมูลตาม header โดยเป็นการดึงข้อมูลแต่ละย่านความถี่และจัดวางเป็นตารางของหน้าต่างแสดงผล Type of Jamming

จากรูปที่ 3.64 โปรแกรมในการดึงข้อมูลจากฐานข้อมูลมาแสดงบนตาราง โดยจะทำการสร้างตาราง โดยใช้ฟังก์ชัน self.ui.tableWidgets.setItem ในการสร้างตารางและกำหนด header ตามที่เรา

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ต้องการประกาศไว้จากนั้นเรียกใช้ด้วย setHorizontalHeaderLabels(header) โดยเมื่อทำการเชื่อมต่อข้อมูลแล้วจะสามารถสร้างหน้าต่างแสดงผล Type of Jamming ที่สมบูรณ์และสามารถดึงข้อมูลมาแสดงได้แสดงดังรูปที่ 3.65

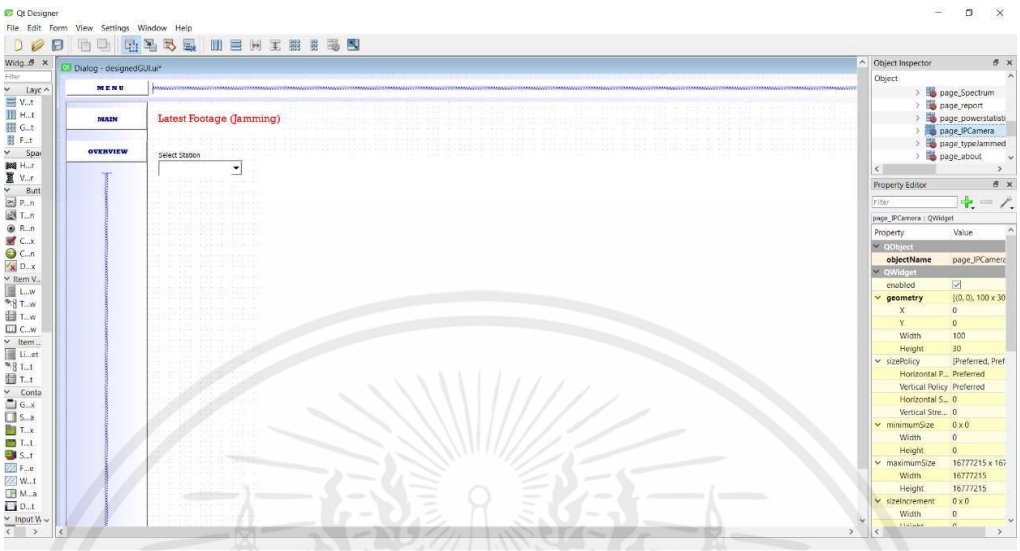


รูปที่ 3.65 หน้าต่างแสดงผล Type of Jamming

3.1.3.7 การออกแบบหน้าต่างแสดงผล IP Camera (Latest Footage)

สำหรับหน้าต่างแสดงผล IP Camera (Latest Footage) จะแสดงข้อมูลรูปภาพล่าสุดที่กล้องวงจรปิดไอพีจะทำการบันทึกได้ โดยหน้าต่างแสดงผลนี้จะทำงานได้ก็ต่อเมื่อระบบเกิดการถูกรบกวนสัญญาณขึ้น โดยในการออกแบบจะทำการสร้าง Combo box สำหรับเลือกสถานี และ label สำหรับแสดงรูปภาพล่าสุดที่กล้องวงจรปิดไอพีบันทึกได้แสดงดังรูปที่ 3.66

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3.66 การออกแบบหน้าต่างแสดงผล IP Camera (Latest Footage) ด้วย Qt Designer

จากนั้นจึงต้องมีการดึงภาพจากกล้องวงจรปิดไอพีมาแสดงบนหน้าต่างแสดงผล IP Camera (Latest Footage) ในส่วนติดต่อผู้ใช้งานแบบกราฟิกด้วยโปรแกรมไพธอน ดังรูปที่ 3.67

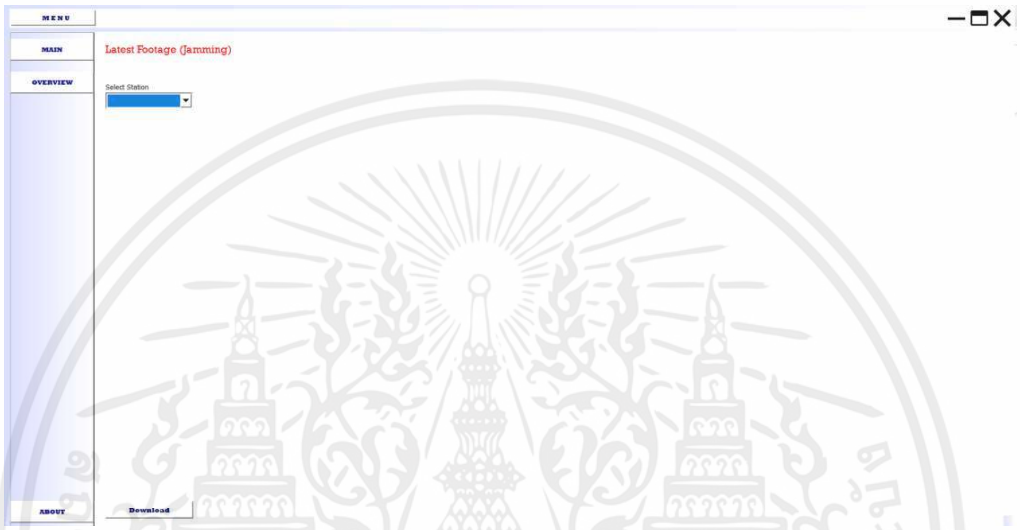
```
#function IPcamera
def IPcamera(self):
    indexselectStation = self.ui.comboboxselectstationIPCamera.currentIndex()
    #IP camera station KMITL
    if(indexselectStation == 0):
            try:
                os.system(r                                                                    +x+'\CCTV')
                folder_Server = x+'\CCTV'
                file_type = r'\*.png'
                files = glob.glob(folder_Server + file_type)
                max_file = max(files, key=os.path.getctime)

                target = x+r'\CCTV\use\L1Jammed.png'
                shutil.copyfile(max_file, target)

                baseheight = 770
                img = Image.open(target)
                hpercent = (baseheight / float(img.size[1]))
                wsize = int((float(img.size[0]) * float(hpercent)))
                img = img.resize((wsize, baseheight), Image.ANTIALIAS)
                img.save(target)
```

รูปที่ 3.67 ฟังก์ชันดึงข้อมูลรูปภาพล่าสุดจากกล้องวงจรปิดไอพีเมื่อระบบถูกรบกวนสัญญาณ

จากรูปที่ 3.67 โปแกรมดึงภาพจากกล้องวงจรปิดไอพีด้วยฟังก์ชัน os.system ไปยังฐานข้อมูลที่ซึ่งเก็บรูปภาพวัตถุต้องสงสัยที่ได้จากกล้องวงจรปิดไอพีโดยโปรแกรมจะนำภาพล่าสุดมาแสดงบน label เมื่อผู้ใช้เลือกสถานีที่ต้องการด้วย Combo box โดยการวางรูปที่ label จะใช้ฟังก์ชัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

QtGui.QPixmap ในการดึงภาพและเมื่อทำการออกแบบได้สมบูรณ์แล้วคือสามารถดึงรูปภาพล่าสุดที่กล้องวงจรปิด IP Camera ถ่ายได้เมื่อระบบเกิดการถูกรบกวนสัญญาณขึ้นมาแสดงได้ ดังรูปที่ 3.68

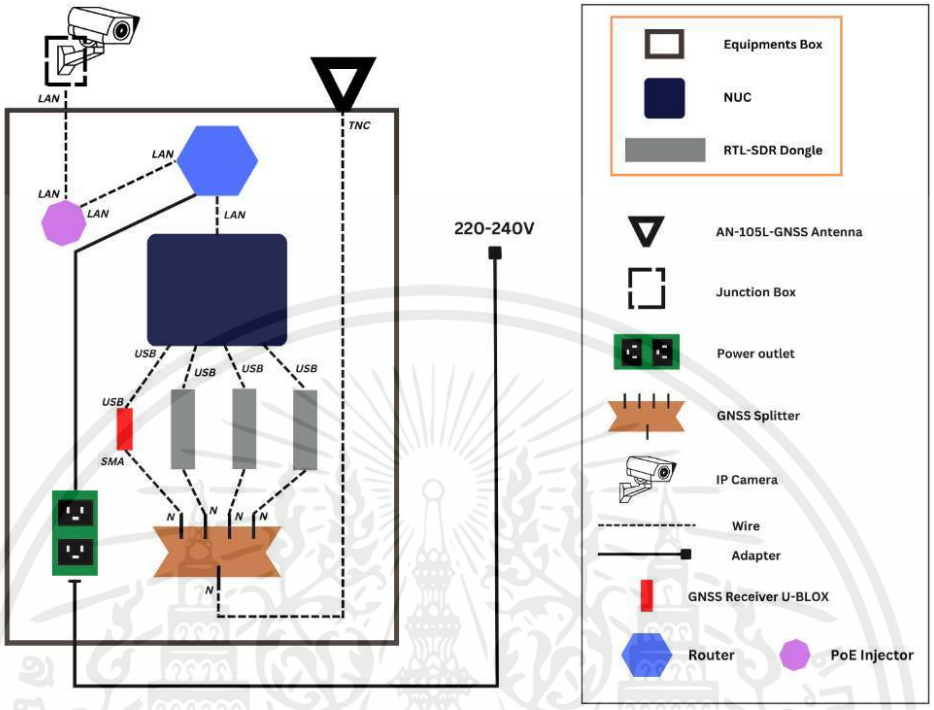


รูปที่ 3.68 หน้าต่างแสดงผล IP Camera (Latest Footage)

3.1.4 การออกแบบโครงสร้างกล่องและการเชื่อมต่ออุปกรณ์ของระบบตรวจจับสัญญาณรบกวน

การออกแบบโครงสร้างกล่องอุปกรณ์ของระบบตรวจจับสัญญาณรบกวนซึ่งจะเป็นการจำลองการวางอุปกรณ์ของระบบทั้งหมดให้มีความเหมาะสมต่อการใช้งาน แสดงดังรูปที่ 3.69 โดยด้านขวาของรูปจะแสดงสัญลักษณ์ของอุปกรณ์และด้านซ้ายจะแสดงภาพรวมของกล่องว่ามีการเชื่อมต่อแบบใด และมีอุปกรณ์ชนิดใด โดยอุปกรณ์ที่ใช้งานหลัก ๆ จะประกอบไปด้วย กล่องสำหรับเก็บอุปกรณ์ (ขนาดใหญ่), คอมพิวเตอร์ PC ขนาดเล็ก, RTL-SDR Dongle, เสาอากาศ AN-105L-GNSS, กล้องวงจรปิดไอพี, GNSS Splitter, เครื่องรับสัญญาณจีเอ็นเอสเอส 1 ความถี่ U-blox รุ่น NEO-M8T ซึ่งการออกแบบจะอ้างอิงจากอุปกรณ์และการเชื่อมต่อที่ได้ทำการทดลองติดตั้งมาแล้วเพื่อการง่ายต่อการติดตั้งจริง

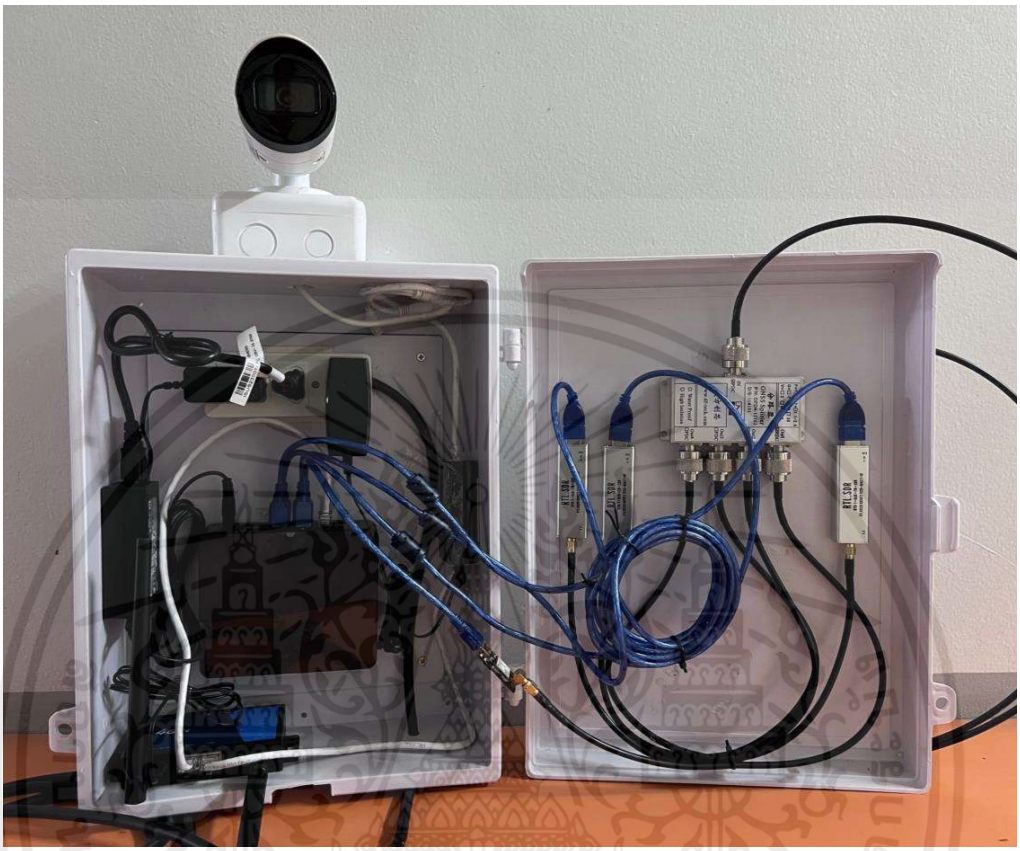
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3.69 การออกแบบโครงสร้างกล่องอุปกรณ์ของระบบตรวจจับสัญญาณรบกวนจีเอ็นเอสเอส

การเชื่อมต่อเครือข่ายให้ตัวกล่องโดย 4G Router จะเชื่อมต่อกับคอมพิวเตอร์ PC ขนาดเล็ก และกล้องวงจรปิดไอพีผ่านสาย Ethernet กำหนด IP Address ของ router เป็น 192.168.188.1/24 กำหนด IP Address คอมพิวเตอร์ PC ขนาดเล็ก เป็น 192.168.188.2/24 ตามลำดับ และกำหนด IP Address ของกล้องวงจรปิดไอพีเป็น 192.168.188.108/24 โดยจะใช้ 4G router เป็นสัญญาณอินเทอร์เน็ตให้กับอุปกรณ์ต่าง ๆ จากนั้นทำการประกอบอุปกรณ์ลงกล่อง ดังรูปที่ 3.70

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3.70 การจัดวางอุปกรณ์ทั้งหมดสำหรับระบบตรวจจับสัญญาณรบกวนจีเอ็นเอสเอส

3.2 เครื่องมือที่ใช้ในการทดลอง

ในการจัดทำปริญญานิพนธ์มีอุปกรณ์และเครื่องมือที่ใช้ในการทดลอง ดังนี้

1) อุปกรณ์รบกวนสัญญาณชนิด SMA-Battery Jammer (L1 Jammer)

2) ซอฟต์แวร์ภาษาไพธอน

3) คอมพิวเตอร์ PC ขนาดเล็ก

4) RTL-SDR dongle

5) เสาอากาศ AN-105L-GNSS

6) กล้องวงจรปิด Dahua รุ่น IPC-HFW2431S-S-S2

7) Sim CARD 4G

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

8) GNSS Splitter

9) เครื่องรับสัญญาณจีเอ็นเอสเอส 1 ความถี่ U-blox รุ่น NEO-M8T

10) N-Type male crimp สำหรับ RG58U

11) TNC male crimp สำหรับ RG58U

12) SMA male crimp สำหรับ RG58U

13) สาย Mini USB

14) สาย RG58U

15) สาย USB to USB

16) Power over Ethernet (PoE) Adapter 48 Volt

17) CAT5E UTP Cable LINK (US-9045-1) Outdoor

18) CAT6 UTP Cable LINK (US-9106A-1)

19) 4G Wireless Router

20) สายไฟบ้าน

21) หัวปลั๊กไฟ

22) เต้ารับปลั๊กไฟ

3.3 การจัดเก็บผลการทดลอง

3.3.1 การทดสอบการทำงานของระบบตรวจจับสัญญาณรบกวนจีเอ็นเอสเอส

3.3.1.1การทดสอบการรับกำลังสัญญาณย่านความถี่ L1, L2 และ L5 ของเสาอากาศ AN-105L-GNSS

3.3.1.2 การทดสอบรับสัญญาณจีเอ็นเอสเอสจากโมดูลเครื่องรับจีเอ็นเอสเอส 1 ความถี่ U-blox รุ่น NEO-M8T

3.3.1.3 การทดสอบระยะการรับสัญญาณรบกวนของเสาอากาศ AN-105L-GNSS

3.3.1.4 การทดสอบการแจ้งเตือนผ่าน LINE Notify

3.3.2 การทดสอบการทำงานของหน้าต่างแสดงผลของส่วนติดต่อผู้ใช้งานแบบกราฟิก

3.3.2.1 การทดสอบการทำงานของหน้าต่างแสดงผล Main

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.3.2.2 การทดสอบการทำงานของหน้าต่างแสดงผล Overview

3.3.2.3 การทดสอบการทำงานของหน้าต่างแสดงผล Latest Spectrum

3.3.2.4 การทดสอบการทำงานของหน้าต่างแสดงผล Report

3.3.2.5 การทดสอบการทำงานของหน้าต่างแสดงผล Power Statistic

3.3.2.6 การทดสอบการทำงานของหน้าต่างแสดงผล IP Camera (Latest Footage)

3.3.2.7 การทดสอบการทำงานของหน้าต่างแสดงผล Type of Jamming

3.3.3 การทดสอบติดตั้งระบบทั้งหมดและหาข้อผิดพลาดของระบบ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 4

ผลการทดลอง

ผู้จัดทำได้ทำการเก็บผลการทำงานของระบบ โดยแบ่งการทดลองและจัดเก็บผลการทดลองเป็นส่วนๆ ดังต่อไปนี้

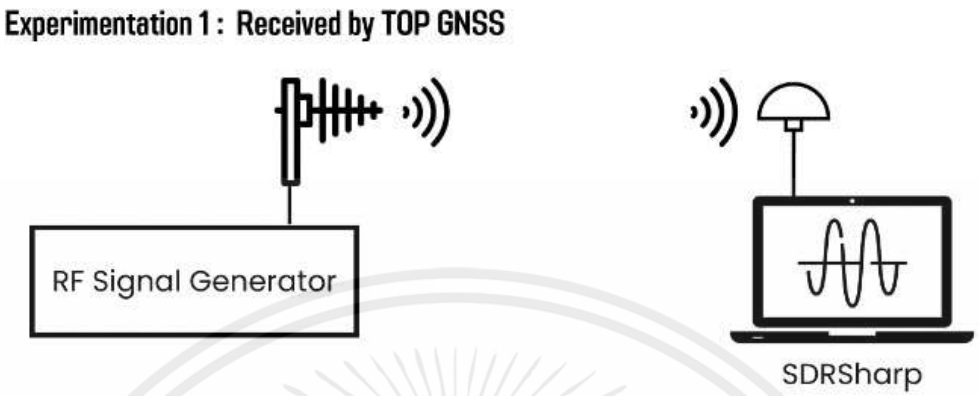
4.1 ผลการทดสอบการทำงานของระบบตรวจจับสัญญาณรบกวนจีเอ็นเอสเอส

4.1.1 ผลการทดสอบการรับกำลังสัญญาณย่านความถี่ L1, L2 และ L5 ของเสาอากาศ AN-105L-GNSS

จากตารางที่ 2.5 ในหัวข้อที่ 2.12 เสาอากาศ AN-105L-GNSS บทที่ 2 เสาอากาศสามารถเกนสัญญาณได้ครอบคลุมเพียงย่าน L1, L2 และ L5 แต่เนื่องจาก คณะผู้จัดทำต้องการความมั่นใจ ว่าเสาอากาศดังกล่าวสามารถรับสัญญาณในย่าน L2 และ L5 หรือไม่ เพราะมีเครื่องรบกวนสัญญาณเฉพาะย่านความถี่ L1 เท่านั้น ทำให้รู้ว่าสามารถรับสัญญาณย่านความถี่ L1 ได้ โดยแผนผังการทดลองจะสามารถแสดงได้ดังรูปที่ 4.1 ซึ่งจะมีอุปกรณ์ที่ใช้ในการทดลองมีดังต่อไปนี้

1) RF Signal Generator
2) เสาอากาศภาคส่ง Directional Antenna
3) เสาอากาศภาครับ AN-105L-GNSS
4) RTL-SDR Dongle
5) คอมพิวเตอร์และโปรแกรม SDRSharp

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

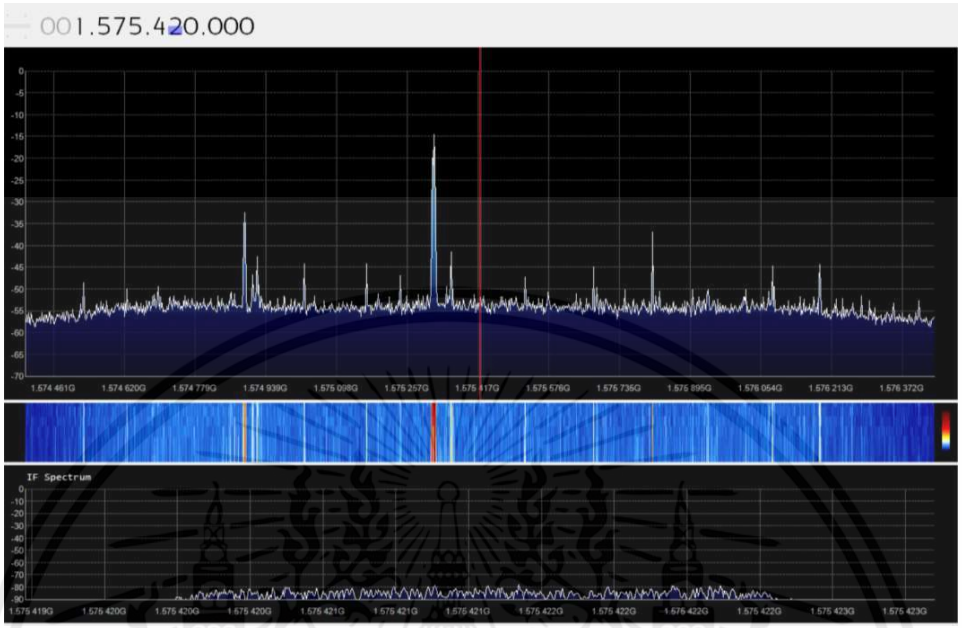


รูปที่ 4.1 การทดสอบรับกำลังสัญญาณย่านความถี่ L1, L2 และ L5 ของเสาอากาศ AN-105L-GNSS

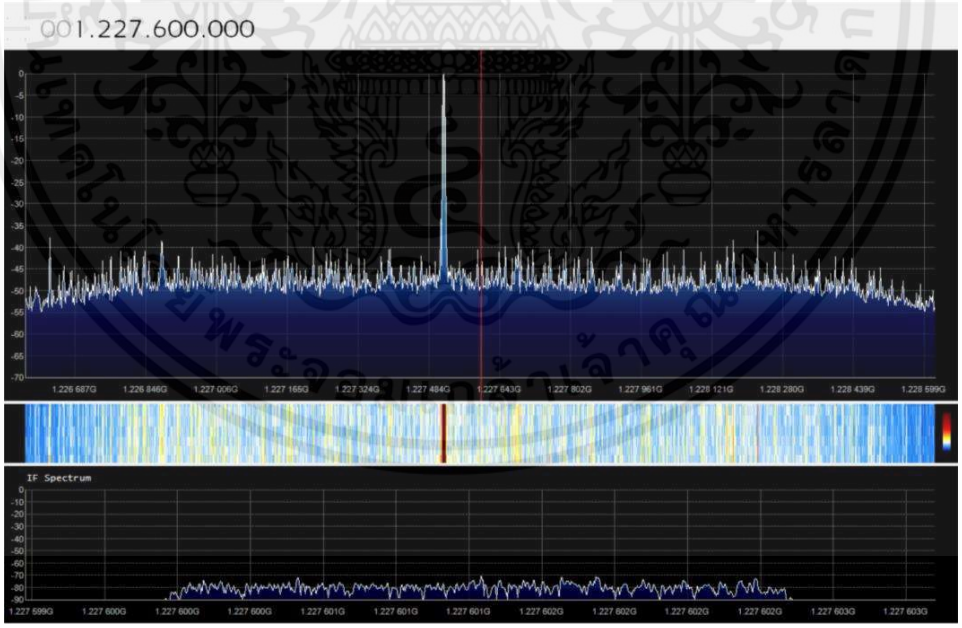
การทดลองนี้จะทำการสร้างพีคของสัญญาณในความถี่ที่กำหนด คือ 1575.42 MHz, 1227.60 MHz และ 1176.45 MHz ตามลำดับ และทำการรับสัญญาณโดยดูสเปกตรัมสัญญาณผ่านโปรแกรม SDRSharp

จากการทดสอบการรับกำลังสัญญาณย่านความถี่ L1, L2 และ L5 ของเสาอากาศ AN-105L-GNSS ซึ่งเสาอากาศ AN-105L-GNSS สามารถรับกำลังสัญญาณทั้งย่านความถี่ L1, L2 และ L5 ได้จริง และสามารถนำมาใช้ในการรับสัญญาณ 3 ย่านความถี่ได้ ซึ่งจะสามารถแสดงรูปผลการทดลองทั้งสามย่านได้ดังรูปที่ 4.2, 4.3 และ 4.4

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

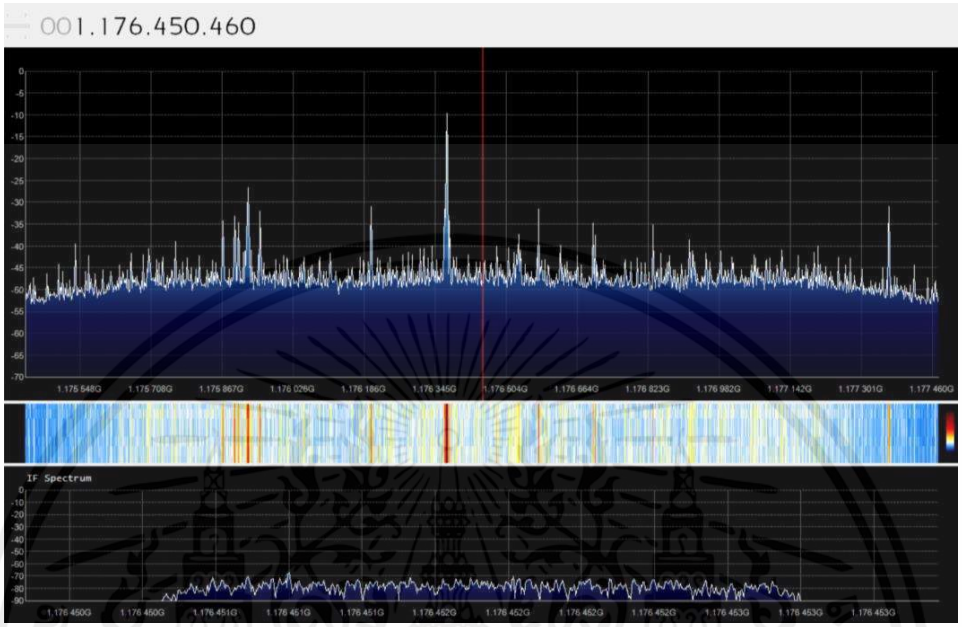


รูปที่ 4.2 ผลการทดลองสเปกตรัมสัญญาณย่าน L1 จากโปรแกรม SDRSharp



รูปที่ 4.3 ผลการทดลองสเปกตรัมสัญญาณย่าน L2 จากโปรแกรม SDRSharp

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.4 ผลการทดลองสเปกตรัมสัญญาณย่าน L5 จากโปรแกรม SDRSharp

จากการผลการทดลองจะเห็นพีคของสัญญาณที่สร้างจาก RF Signal Generator ในกรอบสีแดงของทั้งสามรูป ทำให้สามารถสรุปได้ว่า เสาอากาศ AN-105L-GNSS สามารถรับสัญญาณได้ทั้งสามย่านความถี่

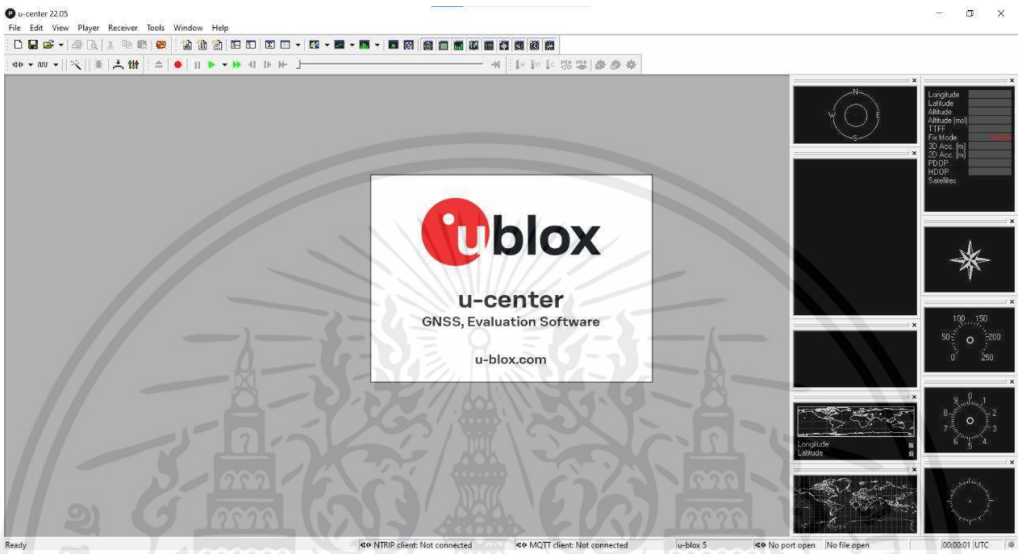
4.1.2 ผลการทดสอบรับสัญญาณจีเอ็นเอสเอสจากโมดูลเครื่องรับจีเอ็นเอสเอส 1 ความถี่ U-blox รุ่น NEO-M8T

4.1.2.1 การทดลองรับข้อมูลดาวเทียมโดยใช้โปรแกรมซอฟต์แวร์ U-center

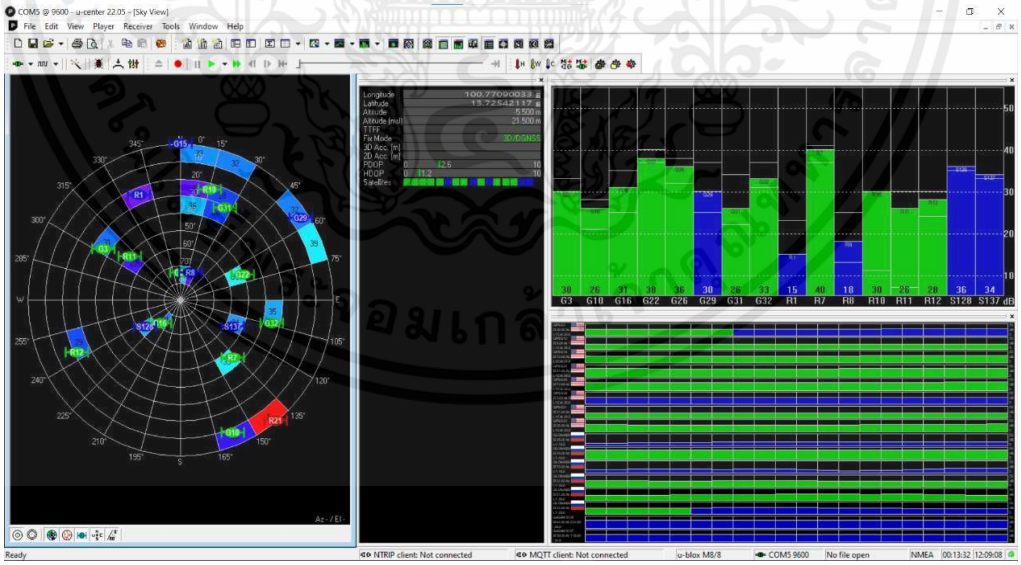
ในขั้นตอนแรกเป็นการศึกษาตัวโมดูลเครื่องรับจีเอ็นเอสเอส 1 ความถี่ U-blox รุ่น NEO-M8T กับโปรแกรมซอฟต์แวร์ U-center ซึ่งโปรแกรมนี้สามารถสื่อสารได้กับเครื่องรับสัญญาณจีเอ็นเอสเอสโดยใช้โปรโตคอล UBX หรือรองรับที่ใช้ String NMEA มาตรฐาน และโปรแกรมนี้ยังสามารถนำเสนอข้อมูลทั้งหมดที่รวบรวมระหว่างการทำงานของอุปกรณ์จีเอ็นเอสเอสทั้งหมด เช่น ตำแหน่ง, ความเร็ว, เวลา, จำนวนดาวเทียม ฯลฯ รวมทั้งมีการตั้งค่ามุมมองการ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เชื่อมต่อ เช่น กลุ่มดาวดาวเทียม, เข็มทิศ, นาฬิกา, เครื่องวัดระยะสูง, มาตรวัดความเร็วจีเอ็นเอสเอส และมุมมองข้อมูลดาวเทียม, ฯลฯ ดังรูปที่ 4.5 และ 4.6



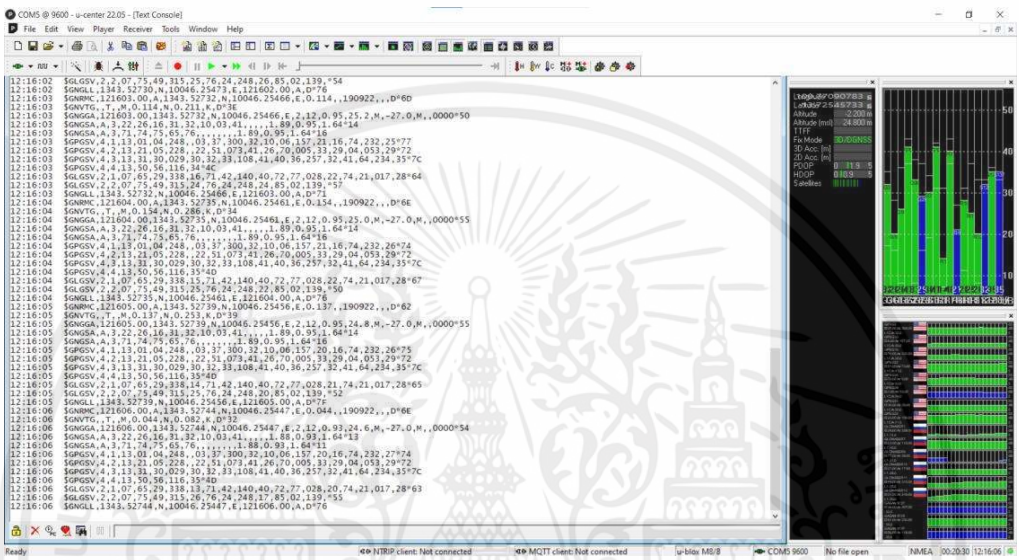
รูปที่ 4.5 โปรแกรมซอฟต์แวร์ U-center version 22.5



รูปที่ 4.6 แสดงการรับข้อมูลจากเครื่องรับสัญญาณจีเอ็นเอสเอส 1 ความถี่ U-blox รุ่น NEO-M8T

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ในโปรแกรมซอฟต์แวร์ U-center ยังสามารถแสดงหน้าต่าง Text Console ดังรูปที่ 4.7 ซึ่งจะแสดงชุดข้อมูลของประโยค NMEA แต่ละประเภทที่สามารถรับได้

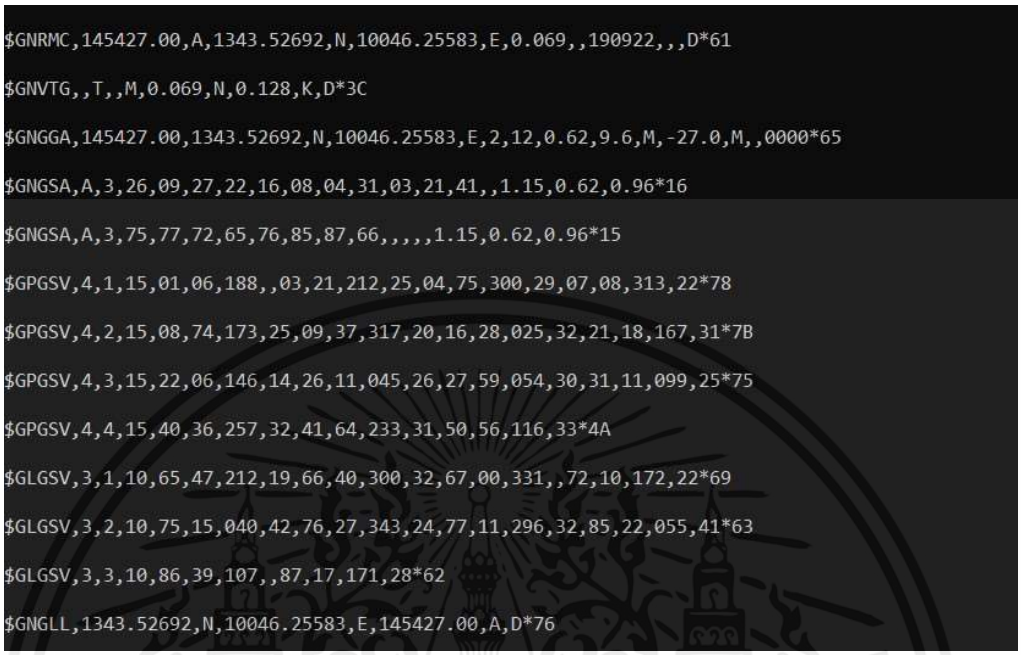


รูปที่ 4.7 หน้าต่าง Text Console โปรแกรมซอฟต์แวร์ U-center

4.1.2.2 การทดสอบรับข้อมูลดาวเทียมร่วมกับอุปกรณ์คอมพิวเตอร์ PC ขนาดเล็ก (NUC)

เนื่องจากระบบตรวจจับสัญญาณรบกวนจีเอ็นเอสเอสนี้ถูกกำหนดให้ใช้งานร่วมกับ คอมพิวเตอร์ PC ขนาดเล็ก จึงได้ทดลองเชื่อมต่อเครื่องรับสัญญาณจีเอ็นเอสเอส 1 ความถี่ รุ่น NEO-M8T กับอุปกรณ์ คอมพิวเตอร์ PC ขนาดเล็ก เพื่อรับชุดข้อมูลของดาวเทียมผ่าน Terminal ดังรูปที่ 4.8

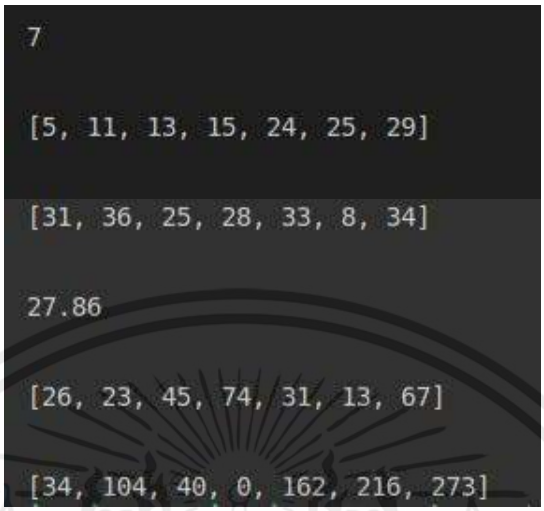
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.8 ชุดข้อมูลจากประโยคของโปรโตคอล NMEA จากหน้า Terminal

เนื่องจากต้องเพิ่มพารามิเตอร์ ซึ่งก็คือข้อมูลดาวเทียมจากเครื่องรับสัญญาณจีเอ็นเอสเอส 1 ความถี่ รุ่น NEO-M8T เพื่อนำไปเป็นตัวช่วยในการตัดสินใจการถูกรบกวนสัญญาณร่วมกับค่ากำลังสัญญาณที่รับจากอุปกรณ์ RTL-SDR Dongle ดังนั้นจึงมีการทดลองรับพารามิเตอร์ซึ่งเป็นข้อมูลดาวเทียมที่ต้องการจากชุดข้อมูลของประโยคย่อย NMEA ทั้ง 2 ประเภท ได้แก่ GNGSA และ GPGSV โดยดำเนินการประมวลผลบนคอมพิวเตอร์ PC ขนาดเล็ก และจากชุดข้อมูลประโยคทั้ง 2 ประเภทจะได้พารามิเตอร์ที่ต้องการ คือ จำนวนดาวเทียมที่ใช้, หมายเลข PRN ของดาวเทียมจีพีเอส, ค่าอัตราส่วนของสัญญาณคลื่นพาห์ต่อสัญญาณรบกวน,ค่าอัตราส่วนของสัญญาณคลื่นพาห์ต่อสัญญาณรบกวนเฉลี่ย, ค่ามุมเงย และค่ามุมกวาด ดังรูปที่ 4.9

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.9 ผลการทดลองรับค่าพารามิเตอร์จากชุดข้อมูลของประโยคย่อย NMEA ทั้ง 2 ประเภท จากเครื่องรับสัญญาณจีเอ็นเอสเอส 1 ความถี่ รุ่น NEO-M8T

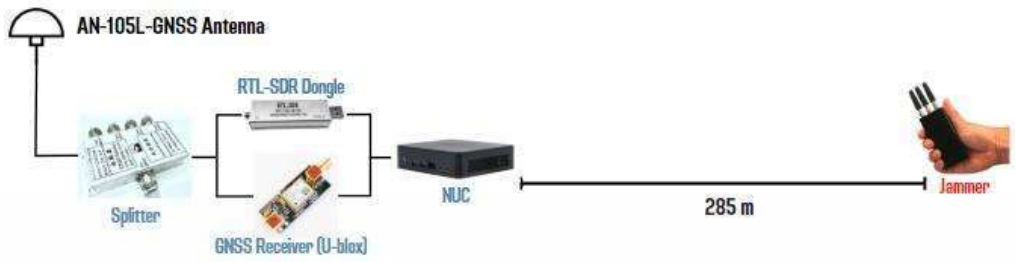
จากรูปที่ 4.9 ผลการทดลองรับค่าพารามิเตอร์แสดงพารามิเตอร์ทั้งหมด 6 ชนิดตามลำดับบรรทัดดังนี้

1) จำนวนดาวเทียมจีพีเอสที่ใช้
2) หมายเลข PRN ของดาวเทียม
3) ค่าอัตราส่วนของสัญญาณคลื่นพาห์ต่อสัญญาณรบกวน
4) ค่าอัตราส่วนของสัญญาณคลื่นพาห์ต่อสัญญาณรบกวนเฉลี่ย
5) ค่ามุมเงย
6) ค่ามุมกวาด

4.1.3 ผลการทดสอบระยะรับสัญญาณรบกวนของเสาอากาศ AN-105L-GNSS

การทดสอบระยะการรับสัญญาณรบกวนของเสาอากาศ AN-105L-GNSS เพื่อนำข้อมูลมาวิเคราะห์ พิจารณาเกณฑ์การตัดสินใจการรบกวนสัญญาณ โดยเทียบเคียงผล สองพารามิเตอร์ คือ กำลังสัญญาณ และ ค่าอัตราส่วนของสัญญาณคลื่นพาห์ต่อสัญญาณรบกวนเฉลี่ยตามการใช้งานได้ของผู้ใช้ ซึ่งจะมีแผนภาพการทดสอบระยะการรับสัญญาณรบกวนของเสาอากาศ AN-105L-GNSS แสดงดังรูปที่ 4.10

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.10 แผนภาพการทดสอบระยะการรับสัญญาณรบกวนของเสาอากาศ AN-105L-GNSS

จากรูปที่ 4.10 เสาอากาศ AN-105L-GNSS ทำการเชื่อมต่อกับ GNSS Splitter เพื่อทำการแยกเชื่อมต่อกับ RTL-SDR Dongle เพื่อรับค่ากำลังสัญญาณ และโมดูลเครื่องรับจีเอ็นเอสเอส 1 ความถี่ U-box รุ่น NEO-M8T เพื่อรับข้อมูล เช่น จำนวนดาวเทียม, หมายเลขดาวเทียม และค่าอัตราส่วนของสัญญาณคลื่นพาห์ต่อสัญญาณรบกวน เป็นต้น

ทำการทดลอง ณ บริเวณหน้าอาคาร A วิศวกรรมศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง โดยจะทำการทดลองในระยะ 285 เมตร ห่างจากเสาอากาศ ซึ่งจะวัดที่ระยะทางทุก ๆ 10 เมตร ในช่วงระหว่าง 85-285 เมตร และวัดที่ระยะทางทุก ๆ 5 เมตร ในช่วงระหว่าง 0-85 เมตร เพื่อดูความละเอียดในการตรวจจับสัญญาณรบกวนของระบบ จากนั้นทำการรบกวนสัญญาณในระยะทางที่วัด โดยจะรบกวนสัญญาณจำนวน 50 ครั้งหรือ 50 แซมเปิลต่อหนึ่งระยะทาง เพื่อเก็บผลการทดลอง และนำค่าที่เก็บได้หาผลเฉลี่ยในแต่ละระยะทาง ซึ่งสามารถแสดงภาพการทดสอบได้ดังรูปที่ 4.11, 4.12

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

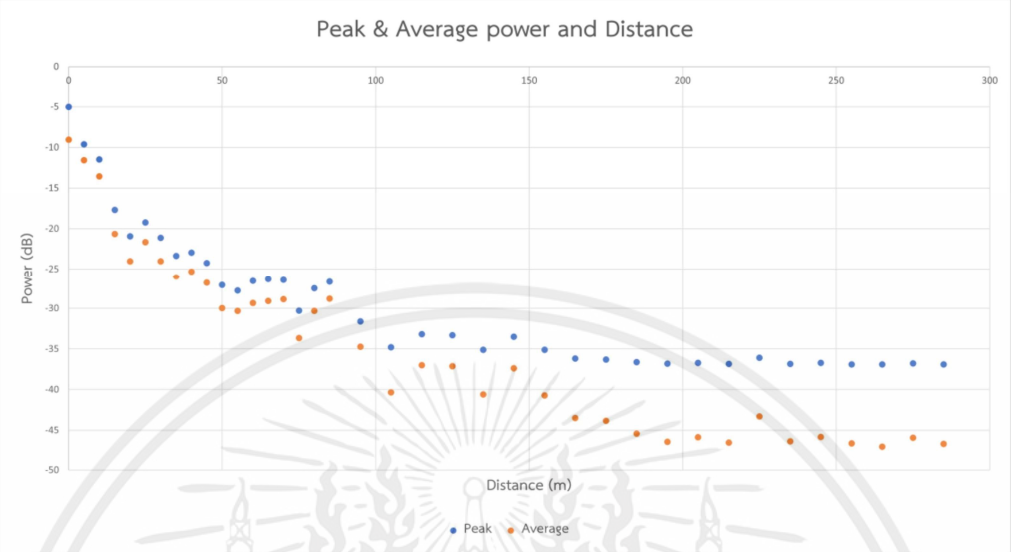
รูปที่ 4.11 การทดสอบระยะการรับสัญญาณรบกวนของเสาอากาศ AN-105L-GNSS (1)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รูปที่ 4.12 การทดสอบระยะการรับสัญญาณรบกวนของเสาอากาศ AN-105L-GNSS (2)

ผลการทดลองรับสัญญาณของเสาอากาศ AN-105L-GNSS ปรากฏว่าระยะทางที่กำลังสัญญาณเริ่มจะถูกรบกวน (ค่ากำลังสัญญาณเพิ่มสูงขึ้น) คือ ที่ระยะทาง 195 เมตร สำหรับกำลังสัญญาณเฉลี่ย (Average Power) และที่ระยะทาง 155 เมตร สำหรับค่ากำลังสัญญาณสูงสุด (Peak Power) และค่ากำลังสัญญาณทั้งสองจะมีค่าสูงเพิ่มขึ้น เมื่อระยะการรบกวนสัญญาณมีค่าน้อยลงเมื่อเทียบห่างจากเสาอากาศ สามารถแสดงผลการทดลองเป็นกราฟความสัมพันธ์ระหว่างกำลังสัญญาณและระยะห่างได้ดังรูปที่ 4.13

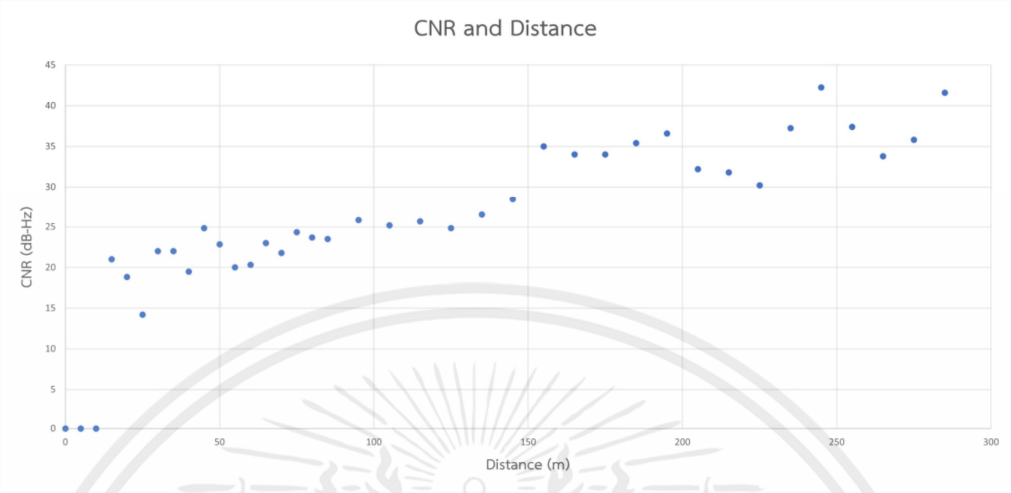
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.13 ความสัมพันธ์ระหว่างกำลังสัญญาณและระยะห่างระหว่างเสาอากาศและ Jammer

ผลการทดลองรับสัญญาณของเสาอากาศ AN-105L-GNSS ในส่วนของค่าอัตราส่วนของสัญญาณคลื่นพาห์ต่อสัญญาณรบกวนเฉลี่ยมีค่าน้อยลงเมื่อระยะการรบกวนมีค่าน้อยลงเมื่อเทียบห่างจากเสาอากาศ ซึ่งค่าอัตราส่วนของสัญญาณคลื่นพาห์ต่อสัญญาณรบกวนเริ่มน้อยลง คือ ที่ระยะทาง 275 เมตร ทำให้ระยะครอบคลุมของเสาอากาศนี้จะอยู่ที่ประมาณ 275 เมตร สามารถแสดงผลการทดลองเป็นกราฟความสัมพันธ์ระหว่างค่าอัตราส่วนของสัญญาณคลื่นพาห์ต่อสัญญาณรบกวนเฉลี่ยและระยะห่างได้ดังรูปที่ 4.14

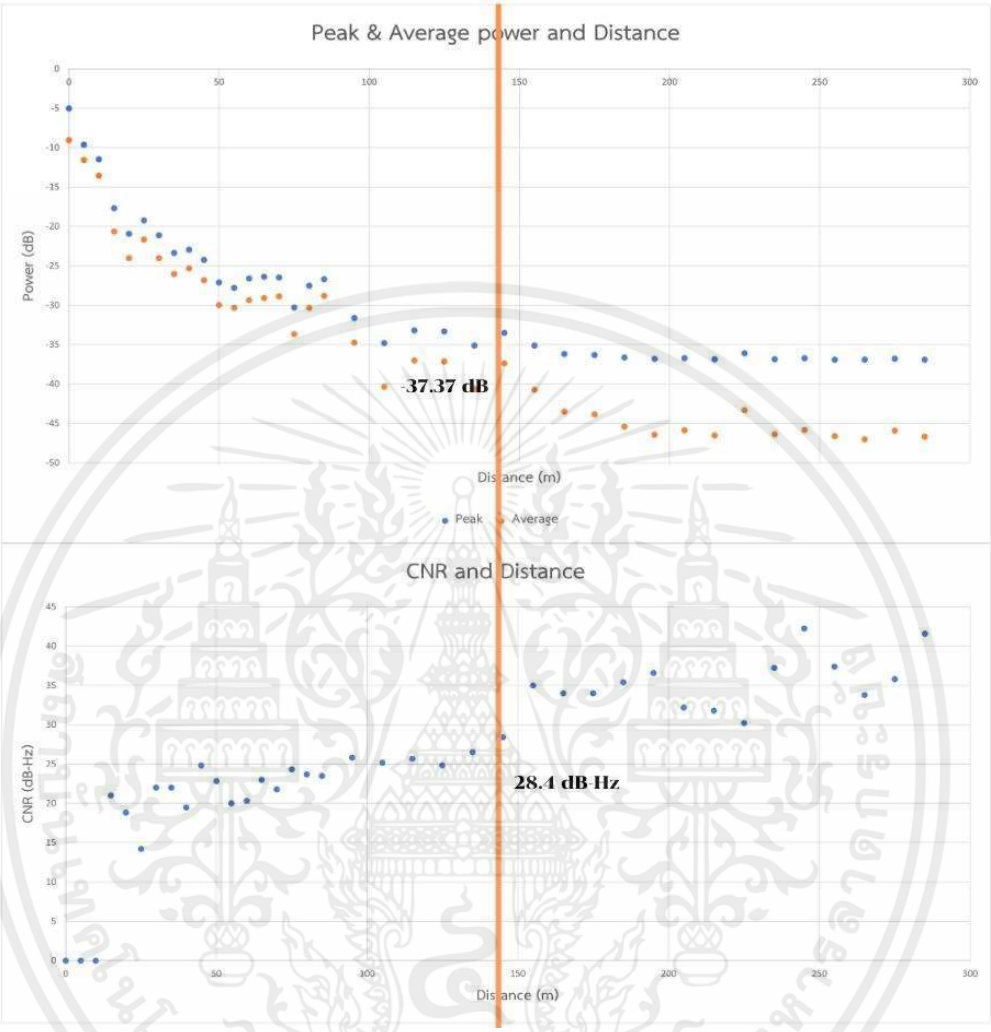
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.14 ความสัมพันธ์ระหว่างค่าอัตราส่วนของสัญญาณคลื่นพาห์ต่อสัญญาณรบกวนเฉลี่ยและระยะห่างระหว่างเสาอากาศและ Jammer

จากหัวข้อที่ 3.1.1.1 จะใช้ค่า RFI Level เป็นการตัดสินใจจากค่ากำลังของสัญญาณในการตรวจจับการรบกวนสัญญาณก่อน เนื่องจากเมื่อทำการทดสอบแล้วนั้น การที่เปิดเครื่องรบกวนสัญญาณค่ากำลังสัญญาณ จาก RTL-SDR Dongle จะมีการเปลี่ยนแปลงทันที แต่ข้อมูลที่ได้รับจากโมดูลเครื่องรับจีเอ็นเอสเอส 1 ความถี่ U-blox รุ่น NEO-M8T มีจะเกิดการดีเลย์ ค่าไม่ได้เปลี่ยนแปลงทันทีเมื่อรบกวนสัญญาณ และจากการทดสอบค่ากำลังสัญญาณเฉลี่ย ณ ขณะที่ยังไม่เปิดเครื่องรบกวนสัญญาณจะอยู่ที่ -48 dB และเมื่อเปิดเครื่องรบกวนสัญญาณ เมื่อค่ากำลังสัญญาณเพิ่มขึ้นไปถึง -37.37 dB หรือคิดเป็นเพิ่มขึ้นประมาณ 20% จะเริ่มมีผลต่อค่าอัตราส่วนของสัญญาณคลื่นพาห์ต่อสัญญาณรบกวน ซึ่งต่ำกว่า 30 dB-Hz จึงใช้เกณฑ์ว่า เมื่อกำลังสัญญาณเพิ่มขึ้นจากเดิม 20% จะตัดสินใจว่ามีการรบกวนสัญญาณ แต่ความรุนแรงของการรบกวนสัญญาณจะใช้ค่าอัตราส่วนของสัญญาณคลื่นพาห์ต่อสัญญาณรบกวนเฉลี่ย และจำนวนดาวเทียม ในการกำหนดเกณฑ์ดังหัวข้อที่ 3.1.1.1 ซึ่งกราฟแสดงเส้นแบ่งเขตค่ากำลังสัญญาณเพิ่มขึ้น 20% ที่เริ่มมีผลต่อค่าอัตราส่วนของสัญญาณคลื่นพาห์ต่อสัญญาณรบกวนและส่งผลให้ค่าแย่ลง ซึ่งแสดงได้ดังรูปที่ 4.15

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.15 ค่ากำลังสัญญาณเพิ่มขึ้น 20 % ที่เริ่มมีผลต่อค่าอัตราส่วนของสัญญาณคลื่นพาห์ต่อสัญญาณรบกวน และส่งผลให้ค่าแย่ลง

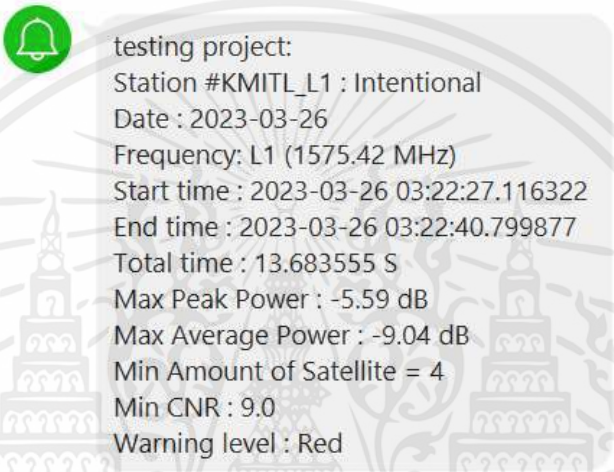
4.1.4 ผลการทดสอบการแจ้งเตือนผ่าน Line Notify

การทดสอบการแจ้งเตือนผ่านไลน์ จะแบ่งผลการทดสอบออกเป็น 2 ส่วน ดังนี้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.1.4.1 ผลการทดสอบการแจ้งเตือนการรบกวนสัญญาณ

การแจ้งเตือนการรบกวนสัญญาณจะส่งการแจ้งเตือนตามแต่ละสถานีและย่านความถี่ โดยจะมีรายละเอียดข้อความการแจ้งเตือน และผลการทดสอบการแจ้งเตือนการรบกวนสัญญาณจะแสดงดังรูปที่ 4.16



รูปที่ 4.16 ผลการทดสอบการแจ้งเตือนการรบกวนสัญญาณ

4.1.4.2 ผลการทดสอบการแจ้งเตือนสถานะของอุปกรณ์

การแจ้งเตือนสถานะของอุปกรณ์จะทำการส่งการแจ้งเตือนของแต่ละสถานีและย่านความถี่ โดยจะมีรายละเอียดข้อความการแจ้งเตือน และผลการทดสอบการแจ้งเตือนการรบกวนสัญญาณจะแสดงดังรูปที่ 4.17

รูปที่ 4.17 ผลการทดสอบการแจ้งเตือนสถานะของอุปกรณ์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.1.5 ผลการวิเคราะห์ข้อมูลจากสถานีที่ได้ไปติดตั้ง

จากการนำระบบตรวจจับสัญญาณรบกวนไปติดตั้งให้แก่สถานี 2 แห่ง ได้แก่ สถาบันมาตรวิทยาแห่งชาติ (National Institute of Metrology) และกรมแผนที่ทหาร (Royal Thai Survey Department) ตลอดระยะเวลา 7 เดือนตั้งแต่เดือนพฤษภาคมผ่านมา รายงานผลการถูกรบกวนสัญญาณของสถานีสถาบันมาตรวิทยาแห่งชาติพบว่า “ไม่มี” การแจ้งเตือนการรบกวนสัญญาณเกิดขึ้น โดยจะแสดงกำลังสัญญาณสูงสุดและกำลังสัญญาณเฉลี่ยในแต่ละวันของสถานีสถาบันมาตรวิทยาแห่งชาติ ดังรูปที่ 4.18

	A	B	C	D	E	F
1	Date	Power_Peak (mean)	Power_Average (mean)	Power_Peak (max)	Power_Average (max)	
2						
3	5/5/2022	-36.06	-48.78	-35.81	-48.74	dB
4						
5	5/6/2022	-36.05	-48.78	-35.79	-48.74	dB
6						
7	5/7/2022	-36.04	-48.78	-35.78	-48.73	dB
8						
9	5/8/2022	-36.03	-48.79	-35.79	-48.74	dB
10						
11	5/9/2022	-36.02	-48.79	-35.77	-48.75	dB
12						
13	5/10/2022	-36.02	-48.8	-35.75	-48.76	dB
14						
15	5/11/2022	-36.02	-48.8	-35.77	-48.76	dB
16						
17	5/12/2022	-36.01	-48.8	-35.72	-48.74	dB
18						
19	5/13/2022	-36	-48.8	-35.76	-48.76	dB
20						
21	5/14/2022	-36	-48.81	-35.76	-48.77	dB
22						
23	5/15/2022	-36	-48.8	-35.75	-48.76	dB
24						
25	5/16/2022	-36	-48.8	-35.76	-48.76	dB
26						
27	5/17/2022	-36.01	-48.8	-35.76	-48.75	dB
28						
29	5/18/2022	-36.01	-48.8	-35.75	-48.74	dB

Summary_L1

รูปที่ 4.18 กำลังสัญญาณสูงสุดและกำลังสัญญาณเฉลี่ยในแต่ละวันของสถานีสถาบันมาตรวิทยาแห่งชาติ ย่าน L1

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

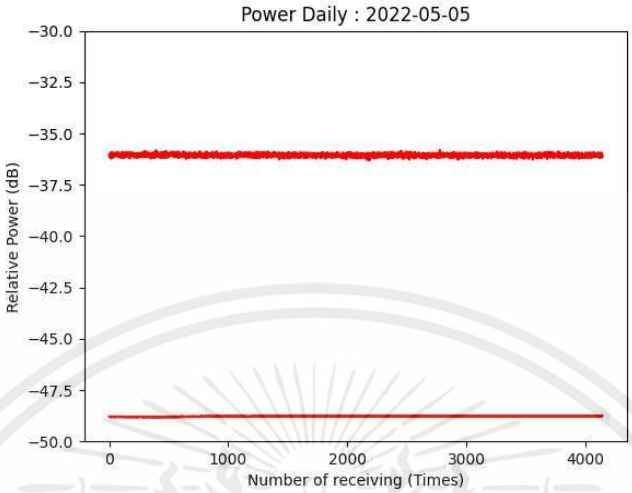
ข้อมูลดิบ (Raw Data) ประจำวันของแต่ละย่าน ซึ่งยกตัวอย่างข้อมูลดิบของสถานีสถาบันมาตรวิทยาแห่งชาติย่านความถี่ L1 โดยจะเก็บข้อมูลลงในคอลัมน์ต่าง ๆ ซึ่งได้แก่ Date_Local, Time_Local, Date_UTC, Time_UTC, Second_Of_Day, Frequency_MHz, Power_Peak_dB, Power_Average_dB และ Status โดยจะแสดงดังรูปที่ 4.19

	A	B	C	D	E	F	G	H	I
1	Date_Local	Time_Local	Date_UTC	Time_UTC	Second_Of_Day	Frequency_MHz	Power_Peak_dB	Power_Average_dB	Status
2	5/5/2022	16h12m11s	5/5/2022	09:12:11	33131	1575.42	-36.06	-48.8	0
3	5/5/2022	16h12m16s	5/5/2022	09:12:16	33136	1575.42	-36.02	-48.81	0
4	5/5/2022	16h12m22s	5/5/2022	09:12:22	33142	1575.42	-36.02	-48.8	0
5	5/5/2022	16h12m27s	5/5/2022	09:12:27	33147	1575.42	-36.03	-48.8	0
6	5/5/2022	16h12m32s	5/5/2022	09:12:32	33152	1575.42	-36.11	-48.79	0
7	5/5/2022	16h12m38s	5/5/2022	09:12:38	33158	1575.42	-35.99	-48.81	0
8	5/5/2022	16h12m43s	5/5/2022	09:12:43	33163	1575.42	-36.04	-48.8	0
9	5/5/2022	16h12m48s	5/5/2022	09:12:48	33168	1575.42	-36.07	-48.81	0
10	5/5/2022	16h12m53s	5/5/2022	09:12:53	33173	1575.42	-36.16	-48.8	0
11	5/5/2022	16h12m59s	5/5/2022	09:12:59	33179	1575.42	-36.01	-48.8	0
12	5/5/2022	16h13m04s	5/5/2022	09:13:04	33184	1575.42	-36.09	-48.8	0
13	5/5/2022	16h13m09s	5/5/2022	09:13:09	33189	1575.42	-36.06	-48.81	0
14	5/5/2022	16h13m14s	5/5/2022	09:13:14	33194	1575.42	-36.03	-48.82	0
15	5/5/2022	16h13m19s	5/5/2022	09:13:19	33199	1575.42	-35.96	-48.81	0
16	5/5/2022	16h13m25s	5/5/2022	09:13:25	33205	1575.42	-36.12	-48.8	0
17	5/5/2022	16h13m30s	5/5/2022	09:13:30	33210	1575.42	-36.1	-48.8	0
18	5/5/2022	16h13m35s	5/5/2022	09:13:35	33215	1575.42	-36.23	-48.8	0
19	5/5/2022	16h13m40s	5/5/2022	09:13:40	33220	1575.42	-36.13	-48.79	0
20	5/5/2022	16h13m46s	5/5/2022	09:13:46	33226	1575.42	-35.92	-48.82	0
21	5/5/2022	16h13m51s	5/5/2022	09:13:51	33231	1575.42	-36.12	-48.81	0
22	5/5/2022	16h13m56s	5/5/2022	09:13:56	33236	1575.42	-36.04	-48.8	0
23	5/5/2022	16h14m02s	5/5/2022	09:14:02	33242	1575.42	-36.06	-48.81	0
24	5/5/2022	16h14m07s	5/5/2022	09:14:07	33247	1575.42	-35.92	-48.81	0
25	5/5/2022	16h14m12s	5/5/2022	09:14:12	33252	1575.42	-36.02	-48.8	0
26	5/5/2022	16h14m17s	5/5/2022	09:14:17	33257	1575.42	-36.09	-48.8	0
27	5/5/2022	16h14m22s	5/5/2022	09:14:22	33262	1575.42	-36.08	-48.8	0
28	5/5/2022	16h14m28s	5/5/2022	09:14:28	33268	1575.42	-36.03	-48.81	0
29	5/5/2022	16h14m33s	5/5/2022	09:14:33	33273	1575.42	-36.12	-48.8	0

รูปที่ 4.19 ข้อมูลดิบประจำวันของสถานีสถาบันมาตรวิทยาแห่งชาติ

จากนั้นจะเป็นการนำข้อมูลในแต่ละวันซึ่งเป็นค่าเฉลี่ยของสัญญาณ ณ ที่ไลบรารีของไพธอนรับสัญญาณตามแบนด์วิดท์ของสเปกตรัม มาทำการพล็อตกราฟแสดงค่ากำลังสัญญาณสูงสุดและกำลังสัญญาณเฉลี่ยประจำวันของสถานีสถาบันมาตรวิทยาแห่งชาติ ดังรูปที่ 4.20

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.20 ค่ากำลังสัญญาณสูงสุดและกำลังสัญญาณเฉลี่ยประจำวันของสถานีสถาบันมาตรวิทยาแห่งชาติ

รายงานผลการถูกรบกวนสัญญาณของสถานีสถานีกรมแผนที่ทหารพบว่า “ไม่มี” การแจ้งเตือนการรบกวนสัญญาณเกิดขึ้น ตลอดเวลาตั้งแต่เริ่มนำไปติดตั้ง โดยจะแสดงกำลังสัญญาณสูงสุดและกำลังสัญญาณเฉลี่ยในแต่ละวันของสถานีกรมแผนที่ทหาร ดังรูปที่ 4.21

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

	A	B	C	D	E	F
1	Date	Power_Peak (mean)	Power_Average (mean)	Power_Peak (max)	Power_Average (max)	
2						
3	5/27/2022	-35.87	-48.9	-35.62	-48.87	dB
4						
5	5/28/2022	-35.87	-48.9	-35.62	-48.86	dB
6						
7	5/29/2022	-35.87	-48.9	-35.63	-48.87	dB
8						
9	5/30/2022	-35.87	-48.9	-35.62	-48.87	dB
10						
11	5/31/2022	-35.87	-48.9	-35.62	-48.87	dB
12						
13	6/1/2022	-35.87	-48.9	-35.64	-48.87	dB
14						
15	6/2/2022	-35.87	-48.9	-35.61	-48.87	dB
16						
17	6/3/2022	-35.87	-48.9	-35.6	-48.87	dB
18						
19	6/4/2022	-35.87	-48.9	-35.61	-48.87	dB
20						
21	6/5/2022	-35.87	-48.9	-35.6	-48.87	dB
22						
23	6/6/2022	-35.87	-48.9	-35.63	-48.86	dB
24						
25	6/7/2022	-35.87	-48.9	-35.6	-48.87	dB
26						
27	6/8/2022	-35.87	-48.9	-35.63	-48.86	dB
28						
29	6/10/2022	-35.87	-48.9	-35.65	-48.87	dB

Summary_L1

รูปที่ 4.21 กำลังสัญญาณสูงสุดและกำลังสัญญาณเฉลี่ยในแต่ละวันของสถานีกรมแผนที่ทหาร

ตัวอย่างข้อมูลดิบประจำวันของแต่ละย่านความถี่ โดยจะยกตัวอย่างข้อมูลดิบของสถานีกรมแผนที่ทหารย่านความถี่ L1 โดยจะเก็บข้อมูลลงในคอลัมน์ ได้แก่ Date_Local, Time_Local, Date_UTC, Time_UTC, Second_Of_Day, Frequency_MHz, Power_Peak_dB, Power_Average_dB และ Status แสดงดังรูปที่ 4.22

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

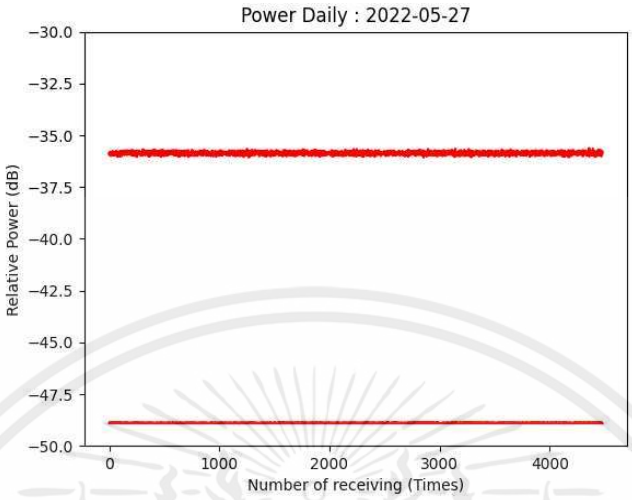
	A	B	C	D	E	F	G	H	I
1	Date_Loca	Time_Loca	Date_UTC	Time_UTC	Second_O	Frequency	Power_Pe	Power_Av	Status
2	6/6/2022	00h00m12	6/5/2022	17:00:12	61212	1575.42	-35.87	-48.89	0
3	6/6/2022	00h00m18	6/5/2022	17:00:18	61218	1575.42	-35.87	-48.89	0
4	6/6/2022	00h00m24	6/5/2022	17:00:24	61224	1575.42	-35.92	-48.88	0
5	6/6/2022	00h00m30	6/5/2022	17:00:30	61230	1575.42	-35.91	-48.89	0
6	6/6/2022	00h00m36	6/5/2022	17:00:36	61236	1575.42	-35.94	-48.89	0
7	6/6/2022	00h00m41	6/5/2022	17:00:41	61241	1575.42	-35.74	-48.9	0
8	6/6/2022	00h00m47	6/5/2022	17:00:47	61247	1575.42	-35.91	-48.89	0
9	6/6/2022	00h00m53	6/5/2022	17:00:53	61253	1575.42	-35.96	-48.9	0
10	6/6/2022	00h00m59	6/5/2022	17:00:59	61259	1575.42	-35.89	-48.9	0
11	6/6/2022	00h01m05	6/5/2022	17:01:05	61265	1575.42	-35.78	-48.9	0
12	6/6/2022	00h01m10	6/5/2022	17:01:10	61270	1575.42	-36.06	-48.9	0
13	6/6/2022	00h01m16	6/5/2022	17:01:16	61276	1575.42	-35.8	-48.89	0
14	6/6/2022	00h01m22	6/5/2022	17:01:22	61282	1575.42	-35.9	-48.89	0
15	6/6/2022	00h01m28	6/5/2022	17:01:28	61288	1575.42	-35.86	-48.89	0
16	6/6/2022	00h01m34	6/5/2022	17:01:34	61294	1575.42	-35.88	-48.89	0
17	6/6/2022	00h01m40	6/5/2022	17:01:40	61300	1575.42	-35.98	-48.88	0
18	6/6/2022	00h01m46	6/5/2022	17:01:46	61306	1575.42	-35.95	-48.89	0
19	6/6/2022	00h01m51	6/5/2022	17:01:51	61311	1575.42	-35.95	-48.89	0
20	6/6/2022	00h01m57	6/5/2022	17:01:57	61317	1575.42	-35.77	-48.89	0
21	6/6/2022	00h02m03	6/5/2022	17:02:03	61323	1575.42	-35.98	-48.88	0
22	6/6/2022	00h02m09	6/5/2022	17:02:09	61329	1575.42	-35.84	-48.89	0
23	6/6/2022	00h02m15	6/5/2022	17:02:15	61335	1575.42	-35.88	-48.9	0
24	6/6/2022	00h02m20	6/5/2022	17:02:20	61340	1575.42	-35.79	-48.9	0
25	6/6/2022	00h02m26	6/5/2022	17:02:26	61346	1575.42	-35.99	-48.89	0
26	6/6/2022	00h02m32	6/5/2022	17:02:32	61352	1575.42	-35.95	-48.89	0
27	6/6/2022	00h02m38	6/5/2022	17:02:38	61358	1575.42	-35.97	-48.9	0
28	6/6/2022	00h02m44	6/5/2022	17:02:44	61364	1575.42	-35.85	-48.89	0
29	6/6/2022	00h02m50	6/5/2022	17:02:50	61370	1575.42	-35.89	-48.89	0

Report_L1_2022-06-06

รูปที่ 4.22 ข้อมูลดิบประจำวันของสถานีกรมแผนที่ทหาร

จากนั้นจะเป็นการนำข้อมูลในแต่ละวันซึ่งเป็นค่าเฉลี่ยของสัญญาณ ณ ที่ไลบรารีของไพธอนรับสัญญาณตามแบนด์วิดท์ของสเปกตรัม มาทำการพล็อตกราฟแสดงค่ากำลังสัญญาณสูงสุดและกำลังสัญญาณเฉลี่ยประจำวันของสถานีของสถานีกรมแผนที่ทหาร ดังรูปที่ 4.23

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.23 ค่ากำลังสัญญาณสูงสุดและกำลังสัญญาณเฉลี่ยประจำวันของสถานีกรมแผนที่ทหาร

4.2 ผลการทดสอบการทำงานของหน้าต่างแสดงผลส่วนติดต่อผู้ใช้งานแบบกราฟิก

การทดสอบการทำงานของหน้าต่างแสดงผลของส่วนติดต่อผู้ใช้งานแบบกราฟิกจะแบ่งการทดสอบการทำงานออกเป็นหน้าต่างแสดงผล Main, Overview, Report, Power Statistics, Type of Jamming และ IP Camera (Latest Footage) และได้ผลการทดสอบ ดังนี้

4.2.1 ผลการทดสอบการทำงานของหน้าต่างแสดงผล Main

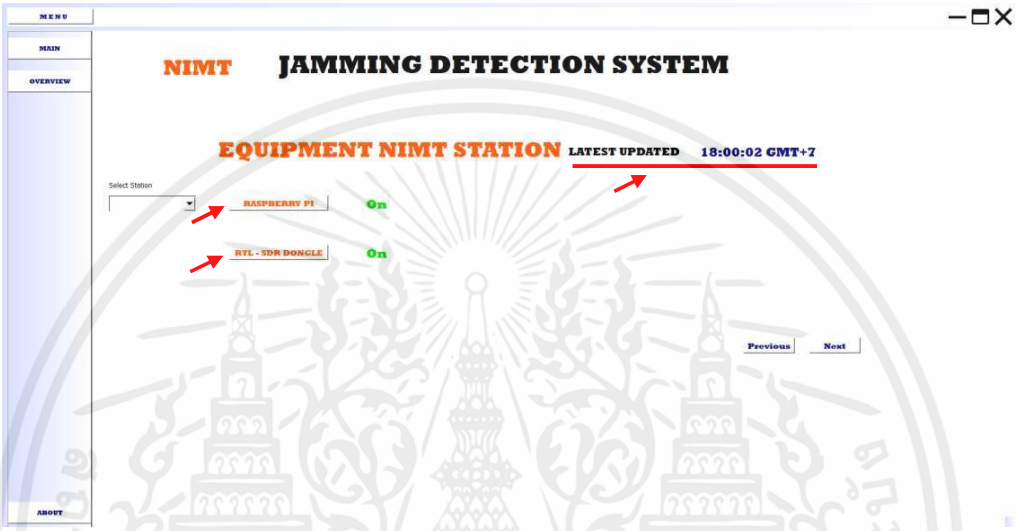
เมื่อทำการเปิดใช้งานระบบ โปรแกรมจะแสดงหน้าต่างแสดงผล Main เป็นหน้าหลัก โดยการทดสอบจะแบ่งออกเป็น 3 สถานี ได้แก่ สถานีสถาบันมาตรวิทยาแห่งชาติ, สถานีกรมแผนที่ทหาร และสถานีสถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

4.2.1.1 ผลการทดสอบการเช็คสถานะอุปกรณ์ของสถานีสถาบันมาตรวิทยาแห่งชาติ

ผลการทดสอบสถานะอุปกรณ์ของสถานีสถาบันมาตรวิทยาแห่งชาติ เมื่อทำการกดปุ่ม “RASPBERRY PI” เพื่อตรวจสอบสถานะของอุปกรณ์ Raspberry Pi และกดปุ่ม “RTL-SDR DONGLE” เพื่อตรวจสอบสถานะของ RTL-SDR Dongle โดยถ้าขึ้นสถานะ “On” คือ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

อุปกรณ์นั้นเปิดใช้งานอยู่ แต่ถ้าขึ้นสถานะ “Off” หมายความว่าอุปกรณ์นั้นไม่ได้เปิดใช้งาน และ LATEST UPDATED คือเวลาที่ทำการตรวจสอบสถานะล่าสุดของสถานีนี้ โดยจะแสดงเป็นเวลาในทามโซน GMT+7 ดังรูปที่ 4.24

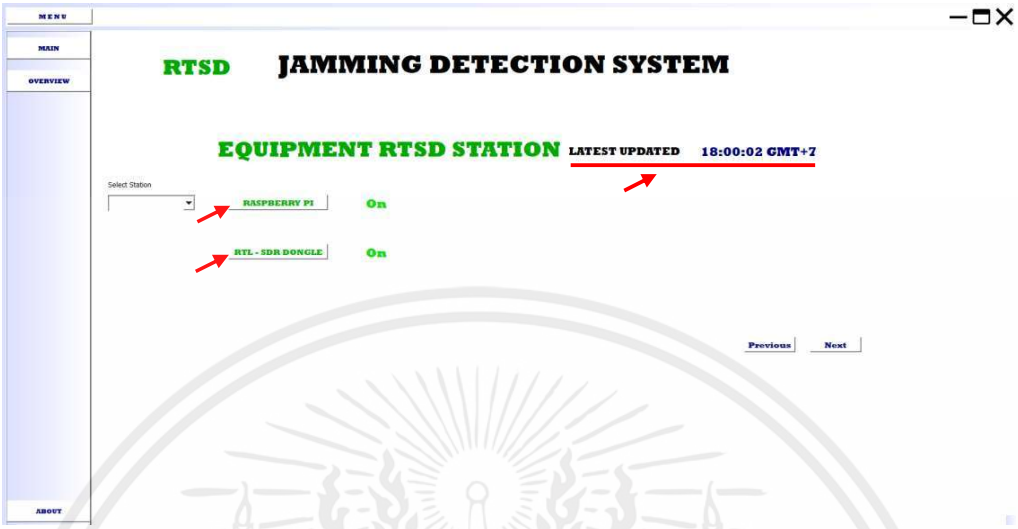


รูปที่ 4.24 ผลการทดสอบสถานะอุปกรณ์ของสถานีสถาบันมาตรวิทยาแห่งชาติ (NIMT)

4.2.1.2 ผลการทดสอบการเช็คสถานะอุปกรณ์ของสถานีกรมแผนที่ทหาร

ผลการทดสอบสถานะอุปกรณ์ของสถานีกรมแผนที่ทหาร เมื่อทำการกดปุ่ม “RASPBERRY PI” เพื่อตรวจสอบสถานะของอุปกรณ์ Raspberry Pi และกดปุ่ม “RTL-SDR DONGLE” เพื่อตรวจสอบสถานะ RTL-SDR Dongle โดยถ้าขึ้นสถานะ “On” คืออุปกรณ์นั้นเปิดใช้งานอยู่ แต่ถ้าขึ้นสถานะ “Off” หมายความว่าอุปกรณ์นั้นไม่ได้เปิดใช้งาน และ LATEST UPDATED คือเวลาที่ทำการตรวจสอบสถานะล่าสุดของสถานีนี้ โดยจะแสดงเป็นเวลาในทามโซน GMT+7 ดังรูปที่ 4.25

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

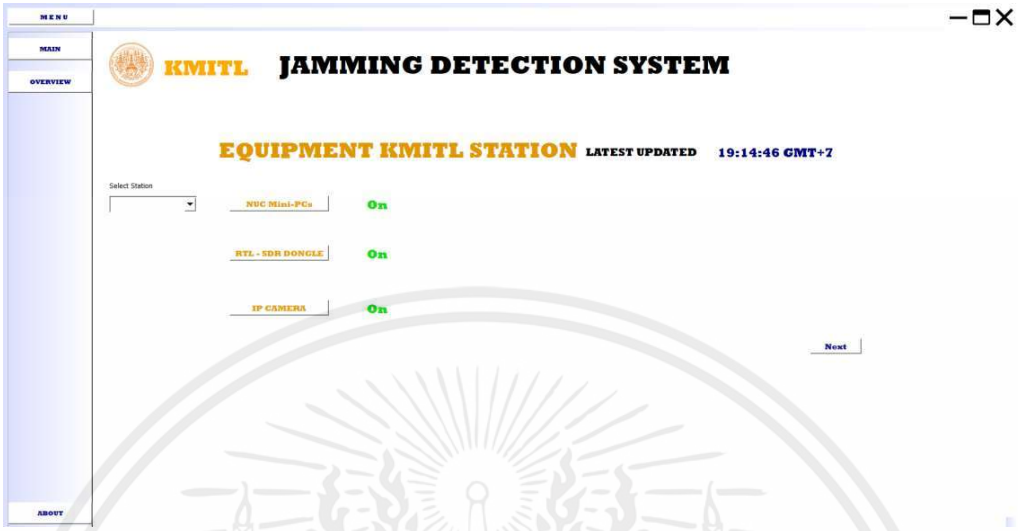


รูปที่ 4.25 ผลการทดสอบสถานะอุปกรณ์ของสถานีกรมแผนที่ทหาร (RTSD)

4.2.1.3 ผลการทดสอบการเช็คสถานะอุปกรณ์ของสถานีสถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

ผลการทดสอบสถานะอุปกรณ์ของสถานีสถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง เมื่อทำการกดปุ่ม “NUC Mini-PCs” เพื่อตรวจสอบสถานะของอุปกรณ์ NUC Mini-PCs, กดปุ่ม “RTL-SDR DONGLE” เพื่อตรวจสอบสถานะ RTL-SDR Dongle และ กดปุ่ม “IP CAMERA” เพื่อตรวจสอบสถานะของกล้องวงจรปิดไอพี โดยถ้าขึ้นสถานะ “On” คืออุปกรณ์นั้นเปิดใช้งานอยู่ แต่ถ้าขึ้นสถานะ “Off” หมายความว่าอุปกรณ์นั้นไม่ได้เปิดใช้งาน และ LATEST UPDATED คือเวลาที่ทำการตรวจสอบสถานะล่าสุดของสถานีนี้ โดยจะแสดงเป็นเวลาในทามโซน GMT+7 ดังรูปที่ 4.26

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



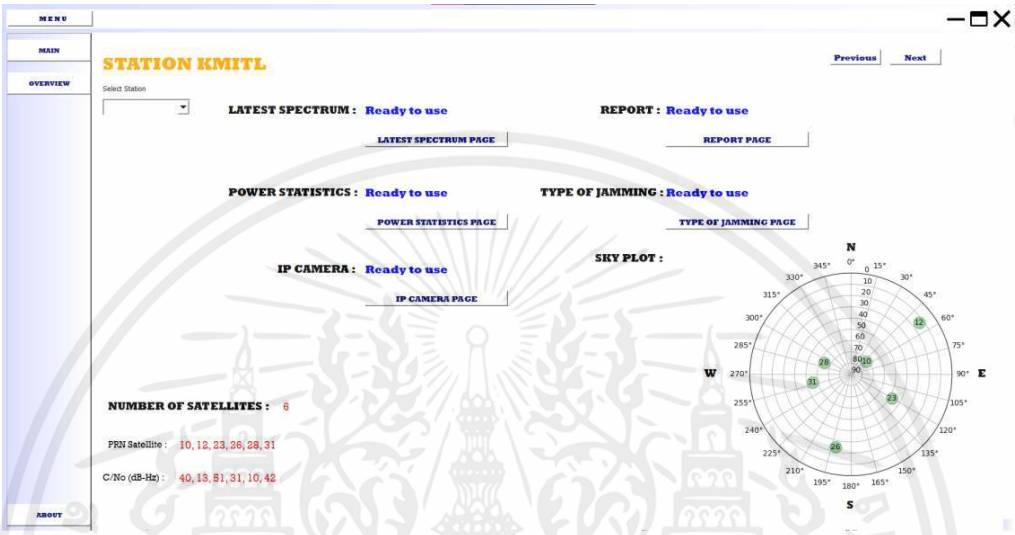
รูปที่ 4.26 ผลการทดสอบสถานะอุปกรณ์ของสถานีสถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

4.2.2 ผลการทดสอบการทำงานของหน้าต่างแสดงผล Overview

เมื่อทำการกดปุ่ม “OVERVIEW” ของแถบเมนูจะเชื่อมต่อมายังหน้าต่างแสดงผล Overview โดยในหน้านี้จะแสดงสถานะภาพรวมฟังก์ชันในระบบทั้งหมดโดยกรณีฟังก์ชันพร้อมใช้งานจะแสดงข้อความ “Ready to Use” และกรณีไม่พร้อมใช้งานจะแสดงข้อความ “Not Ready to Use” หลังจากชื่อของฟังก์ชันนั้น ซึ่งในหน้านี้ยังมีฟังก์ชัน NUMBER OF SATELLITES แสดงจำนวนดาวเทียมที่ยังสามารถใช้งานอยู่, แสดงหมายเลข PRN ของดาวดทียม ซึ่งเป็นหมายเลขของดาวเทียมที่สามารถใช้งานได้อยู่, แสดงค่าอัตราส่วนของสัญญาณคลื่นพาห์ต่อสัญญาณรบกวนของดาวเทียมแต่ละดวง และแสดง Sky Plot คือตำแหน่งของดาวเทียมในรูปแบบการพล็อตกราฟชนิด Sky Plot โดยจุดประสงค์ในการสร้างหน้าต่างแสดงผลนี้ขึ้นมาคือเป็นศูนย์กลางของระบบที่สามารถเชื่อมต่อไปยังหน้าต่างแสดงผลอื่น ๆ ได้ เช่น เมื่อกดปุ่ม “LASTEST SPECTRUM PAGE” จะทำการเชื่อมต่อไปยังหน้าต่างแสดงผลของฟังก์ชัน Latest Spectrum กดปุ่ม “REPORT PAGE” จะทำการเชื่อมต่อไปยังหน้าต่างแสดงผลของฟังก์ชัน Report, กดปุ่ม “POWER STATISTICS PAGE” จะทำการเชื่อมต่อไปยังหน้าต่างแสดงผลของฟังก์ชัน Power Statistics เป็นต้น ซึ่งหน้าต่าง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

แสดงผล OVERVIEW ของแต่ละสถานีสามารถเชื่อมต่อกันได้ผ่านปุ่ม “Next” และ “Previous” หรือ Combo box Select Station ได้เช่นกัน แสดงได้ดังรูปที่ 4.27

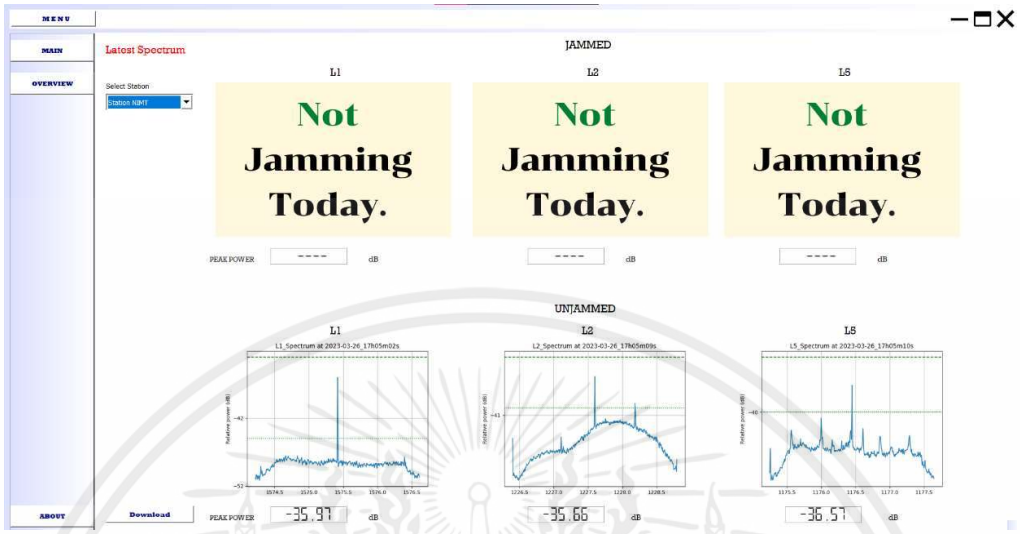


รูปที่ 4.27 ผลการทดสอบหน้าต่างแสดงผล Overview

4.2.3 ผลการทดสอบการทำงานของหน้าต่างแสดงผล Latest Spectrum

เมื่อทำการกดปุ่ม “LATEST SPECTRUM PAGE” จากหน้าต่างแสดงผล Overview โปรแกรมจะทำการเชื่อมต่อมายังหน้าต่างแสดงผล Latest Spectrum ดังรูปที่ 4.28

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



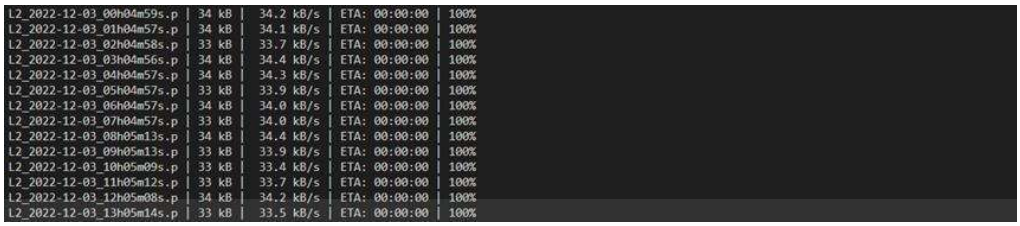
รูปที่ 4.28 ผลการทดสอบหน้าต่างแสดงผล Latest Spectrum

จากรูปที่ 4.28 หน้าต่างแสดงผลนี้ยังแสดงค่ากำลังของสัญญาณ หรือ Peak Power (dB) ของรูปภาพสเปกตรัมแต่ละรูปด้วย LCD ในกรณีที่ไม่มีสัญญาณรบกวนเข้ามาในระบบ ดังนั้นในฟังก์ชันของ JAMMED จะแสดงรูปภาพ Not Jamming Today.ซึ่งเป็นข้อมูลการทดสอบของวันที่ 3 เดือนธันวาคม พ.ศ. 2565 เมื่อผู้ใช้ทำการเลือกสถานีที่ต้องการดูข้อมูลรูปภาพสเปกตรัม ด้วย Combo box Select Station โดยระบบจะทำการดึงข้อมูลจากเซิร์ฟเวอร์มาแสดงบน Label ที่ได้กำหนดไว้ ซึ่งการดึงข้อมูลรูปภาพสเปกตรัมของย่านความถี่ L1, L2 และ L5 จะแสดงดังรูปที่ 4.29, 4.30 และ 4.31 ตามลำดับ

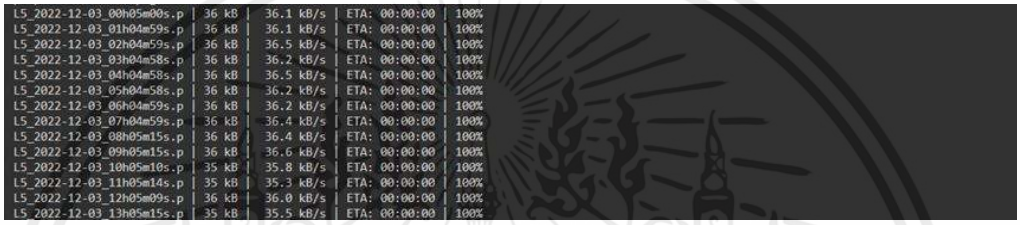
```
L1_2022-12-03_00h04m57s.p | 32 kB |  32.6 kB/s | ETA: 00:00:00 | 100%
L1_2022-12-03_01h04m56s.p | 32 kB |  32.9 kB/s | ETA: 00:00:00 | 100%
L1_2022-12-03_02h04m56s.p | 33 kB |  33.4 kB/s | ETA: 00:00:00 | 100%
L1_2022-12-03_03h04m55s.p | 32 kB |  32.8 kB/s | ETA: 00:00:00 | 100%
L1_2022-12-03_04h04m55s.p | 32 kB |  32.6 kB/s | ETA: 00:00:00 | 100%
L1_2022-12-03_05h04m55s.p | 32 kB |  32.6 kB/s | ETA: 00:00:00 | 100%
L1_2022-12-03_06h04m56s.p | 32 kB |  32.9 kB/s | ETA: 00:00:00 | 100%
L1_2022-12-03_07h04m56s.p | 32 kB |  32.8 kB/s | ETA: 00:00:00 | 100%
L1_2022-12-03_08h05m01s.p | 32 kB |  32.9 kB/s | ETA: 00:00:00 | 100%
L1_2022-12-03_09h05m01s.p | 32 kB |  32.4 kB/s | ETA: 00:00:00 | 100%
L1_2022-12-03_10h05m02s.p | 32 kB |  32.4 kB/s | ETA: 00:00:00 | 100%
L1_2022-12-03_11h05m00s.p | 32 kB |  32.4 kB/s | ETA: 00:00:00 | 100%
L1_2022-12-03_12h05m01s.p | 32 kB |  32.6 kB/s | ETA: 00:00:00 | 100%
L1_2022-12-03_13h05m01s.p | 32 kB |  32.9 kB/s | ETA: 00:00:00 | 100%
L1_2022-12-03_14h05m02s.p | 33 kB |  33.0 kB/s | ETA: 00:00:00 | 100%
```

รูปที่ 4.29 ผลการทดสอบการดึงข้อมูลรูปภาพสเปกตรัมของย่านความถี่ L1

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.30 ผลการทดสอบการดึงข้อมูลรูปภาพสเปกตรัมของย่านความถี่ L2



รูปที่ 4.31 ผลการทดสอบการดึงข้อมูลรูปภาพสเปกตรัมของย่านความถี่ L5

4.2.4 ผลการทดสอบการทำงานของหน้าต่างแสดงผล Report

เมื่อทำการกดปุ่ม “REPORT PAGE” จากหน้าต่างแสดงผล Overview โปรแกรมจะทำการเชื่อมต่อมายังหน้าต่างแสดงผลรายงาน โดยการใช้งานจะต้องทำการป้อนข้อมูลที่ผู้ใช้ต้องการให้ครบถ้วน 3 ส่วนดังนี้

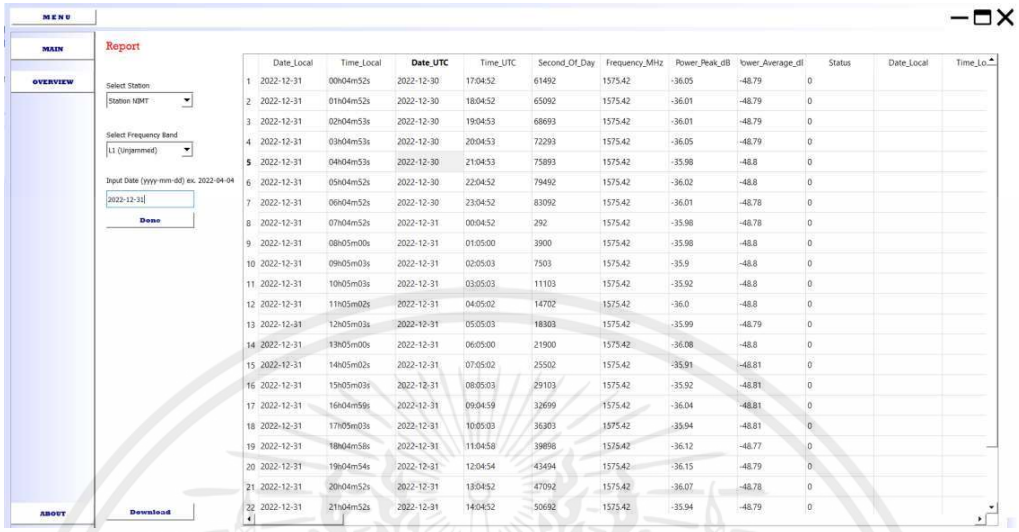
1) Select Station (ex. NIMT)

2) Select Frequency Band (ex. L1 (Unjammed))

3) Input Date (ex. 2022-12-31)

เมื่อทำการป้อนข้อมูลครบถ้วนแล้วทำการกดปุ่ม “Done” เพื่อให้โปรแกรมดำเนินการดึงข้อมูลรายงานจากฐานข้อมูลมาแสดงในตารางโดยจะมีคอลัมน์ต่าง ๆ ได้แก่ Date_Local, Time_Local, Date_UTC, Time_UTC, Second_Of_Day เป็นต้น โดยการเข้าถึงข้อมูลรายงาน (Report) นั้นสามารถดูข้อมูลย้อนหลังได้เพียงแค่ใส่ Input Date ที่ต้องการเข้าไปให้ตรงกับแบบฟอร์มที่โปรแกรมตั้งไว้ ดังรูปที่ 4.32

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



	Date_Local	Time_Local	Date_UTC	Time_UTC	Second_Of_Day	Frequency_MHz	Power_Peak_dB	Power_Average_dB	Status	Date_Local	Time_Lo...
1	2022-12-31	00h04m52s	2022-12-30	17:04:52	61492	1575.42	-36.05	-48.79	0		
2	2022-12-31	01h04m52s	2022-12-30	18:04:52	65092	1575.42	-36.01	-48.79	0		
3	2022-12-31	02h04m53s	2022-12-30	19:04:53	68693	1575.42	-36.01	-48.79	0		
4	2022-12-31	03h04m53s	2022-12-30	20:04:53	72293	1575.42	-36.05	-48.79	0		
5	2022-12-31	04h04m53s	2022-12-30	21:04:53	75893	1575.42	-35.98	-48.8	0		
6	2022-12-31	05h04m52s	2022-12-30	22:04:52	79492	1575.42	-36.02	-48.8	0		
7	2022-12-31	06h04m52s	2022-12-30	23:04:52	83092	1575.42	-36.01	-48.78	0		
8	2022-12-31	07h04m52s	2022-12-31	00:04:52	292	1575.42	-35.98	-48.78	0		
9	2022-12-31	08h05m00s	2022-12-31	01:05:00	3900	1575.42	-35.98	-48.8	0		
10	2022-12-31	09h05m03s	2022-12-31	02:05:03	7503	1575.42	-35.9	-48.8	0		
11	2022-12-31	10h05m03s	2022-12-31	03:05:03	11103	1575.42	-35.92	-48.8	0		
12	2022-12-31	11h05m02s	2022-12-31	04:05:02	14702	1575.42	-36.0	-48.8	0		
13	2022-12-31	12h05m03s	2022-12-31	05:05:03	18303	1575.42	-35.99	-48.79	0		
14	2022-12-31	13h05m00s	2022-12-31	06:05:00	21900	1575.42	-36.08	-48.8	0		
15	2022-12-31	14h05m02s	2022-12-31	07:05:02	25502	1575.42	-35.91	-48.81	0		
16	2022-12-31	15h05m03s	2022-12-31	08:05:03	29103	1575.42	-35.92	-48.81	0		
17	2022-12-31	16h04m59s	2022-12-31	09:04:59	32699	1575.42	-36.04	-48.81	0		
18	2022-12-31	17h05m03s	2022-12-31	10:05:03	36303	1575.42	-35.94	-48.81	0		
19	2022-12-31	18h04m58s	2022-12-31	11:04:58	39898	1575.42	-36.12	-48.77	0		
20	2022-12-31	19h04m54s	2022-12-31	12:04:54	43494	1575.42	-36.15	-48.79	0		
21	2022-12-31	20h04m52s	2022-12-31	13:04:52	47092	1575.42	-36.07	-48.78	0		
22	2022-12-31	21h04m52s	2022-12-31	14:04:52	50692	1575.42	-35.94	-48.79	0		

รูปที่ 4.32 ผลการทดสอบหน้าต่างแสดงผล Report

4.2.5 ผลการทดสอบการทำงานของหน้าต่างแสดงผล Power Statistics

เมื่อทำการกดปุ่ม “POWER STATISTICS PAGE” จากหน้าต่างแสดงผล Overview โปรแกรมจะทำการเชื่อมต่อมายังหน้าต่างแสดงผล Power Statistics โดยการใช้งานจะต้องทำการป้อนข้อมูลที่ผู้ใช้ต้องการให้ครบถ้วน 3 ส่วนดังนี้

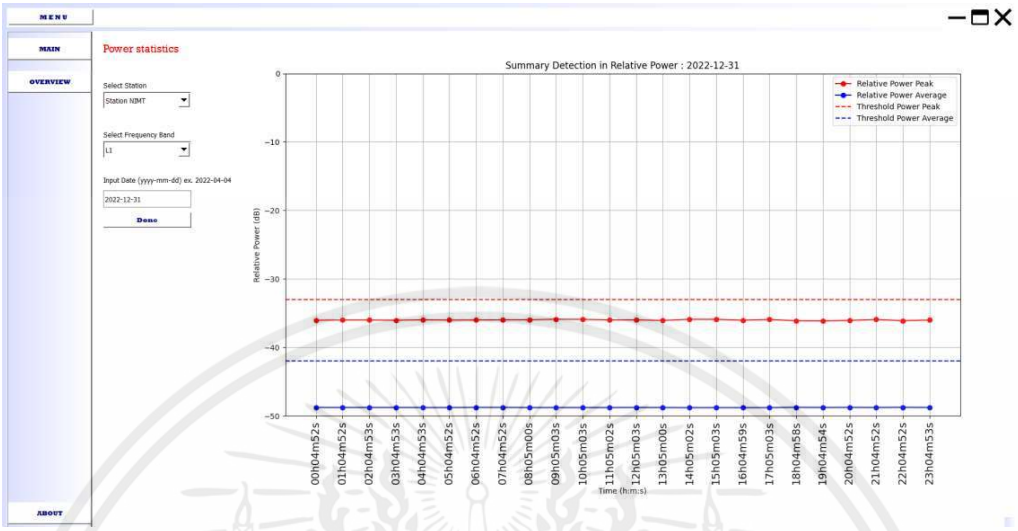
1) Select Station (ex. NIMT)

2) Select Frequency Band (ex. L1)

3) Input Date (ex. 2022-12-31)

เมื่อทำการป้อนข้อมูลครบถ้วนแล้วทำการกดปุ่ม “Done” เพื่อให้โปรแกรมดำเนินการนำข้อมูลที่ Summary Detection in Relative Power : Input Date มาแสดงตามค่าที่ผู้ใช้ป้อนในระบบตามข้อ 1), 2) และ 3) โดยกราฟที่แสดงนั้นจะเป็นกราฟที่พลอตระหว่าง Relative Power (dB) และ Time (hour : min : sec) โดยความถี่ในการพลอตของกราฟแต่ละจุดจะพลอตทุก ๆ 1 ชั่วโมงจนครบ 24 ชั่วโมง ดังรูปที่ 4.33 และ 4.34

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



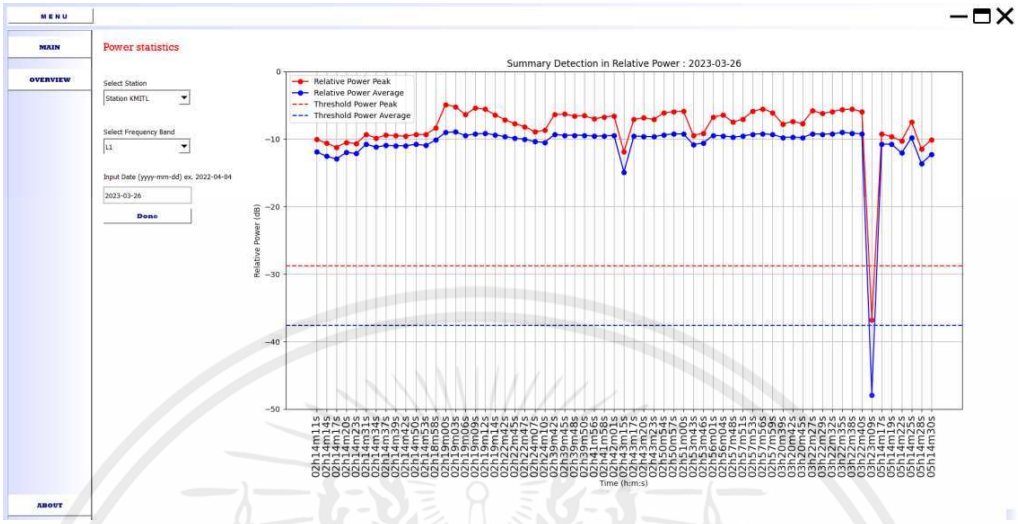
รูปที่ 4.33 ผลการทดสอบหน้าต่างแสดงผล Power Statistics กรณีระบบไม่ถูกรบกวนสัญญาณ

จากรูปที่ 4.33 เป็นผลการทดสอบการทำงานของหน้าต่างแสดงผล Power Statistics กรณีในวันดังกล่าวไม่มีสัญญาณรบกวนเข้ามาในระบบ ของสถานี KMITL

- เส้นประสีแดง คือ Threshold Power Peak -28.8 dB (20 % ของกำลังสัญญาณที่เพิ่มขึ้น)
- เส้นทึบสีแดง คือ Relative Power Peak
- เส้นประสีน้ำเงิน คือ Threshold Power Average -37.6 dB (20 % ของกำลังสัญญาณที่เพิ่มขึ้น)
- เส้นทึบสีน้ำเงิน คือ Relative Power Average

โดยกรณีที่ระบบจะนับว่าสัญญาณนั้นเป็นสัญญาณรบกวน คือ ค่า Relative Power Peak ซึ่งต้องมากกว่าหรือเท่ากับ ค่า Threshold Power Peak และ ค่า Relative Power Average ต้องมากกว่าหรือเท่ากับ ค่า Threshold Power Average ถ้าทั้งสองกรณีไม่เกิดขึ้นแสดงว่าไม่มีการรบกวนของสัญญาณเกิดขึ้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.34 ผลการทดสอบหน้าต่างแสดงผล Power Statistics กรณีระบบถูกรบกวนสัญญาณ

จากรูปที่ 4.34 ในกรณีเดียวกันกับรูปที่ 4.33 ผลการทดสอบการทำงานของหน้าต่างแสดงผล Power Statistics กรณีที่ในวันดังกล่าวมีสัญญาณรบกวนเข้ามาในระบบ ซึ่งก็คือค่า Relative Power Peak จะมากกว่า ค่า Threshold Power Peak ซึ่งมีค่าเท่ากับ -28.8 dB และ ค่า Relative Power Average จะมากกว่า ค่า Threshold Power Average ซึ่งมีค่าเท่ากับ 37.6 dB ซึ่งคือค่ากำลังสัญญาณที่เพิ่มขึ้น 20 % ของย่านความถี่ L1

4.2.6 ผลการทดสอบการทำงานของหน้าต่างแสดงผล Type of Jamming

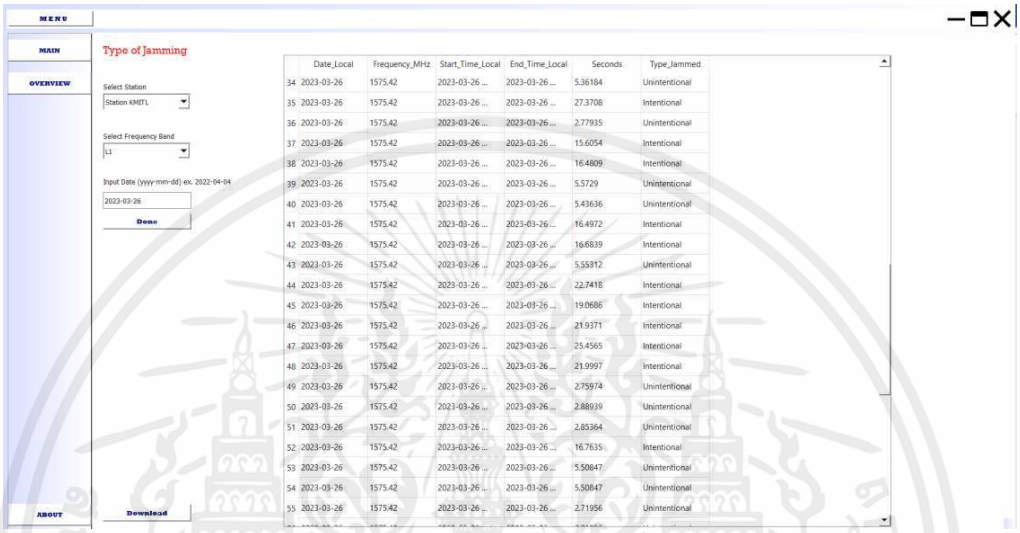
เมื่อทำการกดปุ่ม “TYPE OF JAMMING PAGE” จากหน้าต่างแสดงผล Overview โปรแกรมจะทำการเชื่อมต่อมายังหน้าต่างแสดงผลรายงาน (Report) โดยการใช้งานจะต้องทำการป้อนข้อมูลที่ผู้ใช้ต้องการให้ครบถ้วน 3 ส่วนดังนี้

1) Select Station (ex. NIMT)
2) Select Frequency Band (ex. L1)
3) Input Date (ex. 2022-12-01)

เมื่อทำการป้อนข้อมูลครบถ้วนแล้วทำการกดปุ่ม “Done” เพื่อให้โปรแกรมดำเนินการดึงข้อมูลรายงาน (Report) จากฐานข้อมูลมาแสดงในตารางโดยจะมีคอลัมน์ต่าง ๆ ได้แก่ Date_Local, Frequency_MHz, Start_Time_Local, End_Time_Local, Seconds และ Type_Jammed

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เป็นต้น โดยการเข้าถึงข้อมูล Type of Jamming จะสามารถดูข้อมูลย้อนหลังได้เพียงแค่ใส่ Input Date ที่ต้องการเข้าไปให้ตรงกับแบบฟอร์มที่โปรแกรมตั้งไว้ ดังรูปที่ 4.35

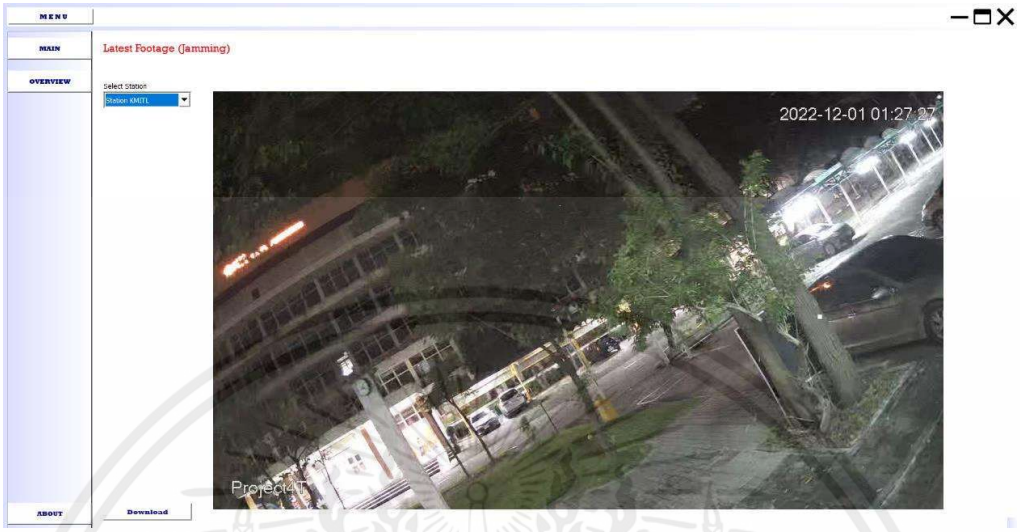


รูปที่ 4.35 ผลการทดสอบหน้าต่างแสดงผล Type of Jamming

4.2.7 ผลการทดสอบการทำงานของหน้าต่างแสดงผล IP Camera (Latest Footage)

เมื่อทำการกดปุ่ม “IP CAMERA PAGE” จากหน้าต่างแสดงผล Overview โปรแกรมจะทำการเชื่อมต่อมายังหน้าต่างแสดงผล IP Camera (Latest Footage) ซึ่งเมื่อระบบเกิดการถูกรบกวนสัญญาณขึ้น กล้องวงจรปิดไอพีจะทำการถ่ายภาพสภาพแวดล้อมไว้ทุก 3 วินาที ซึ่งหน้าต่างแสดงผลนี้จะนำข้อมูลรูปภาพล่าสุดที่กล้องวงจรปิดไอพีถ่ายได้มาแสดงบน label ที่กำหนดไว้ โดยจะแสดงวันเดือนปีและเวลาที่ทำการถ่ายไว้ในภาพด้วย ดังรูปที่ 4.36

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

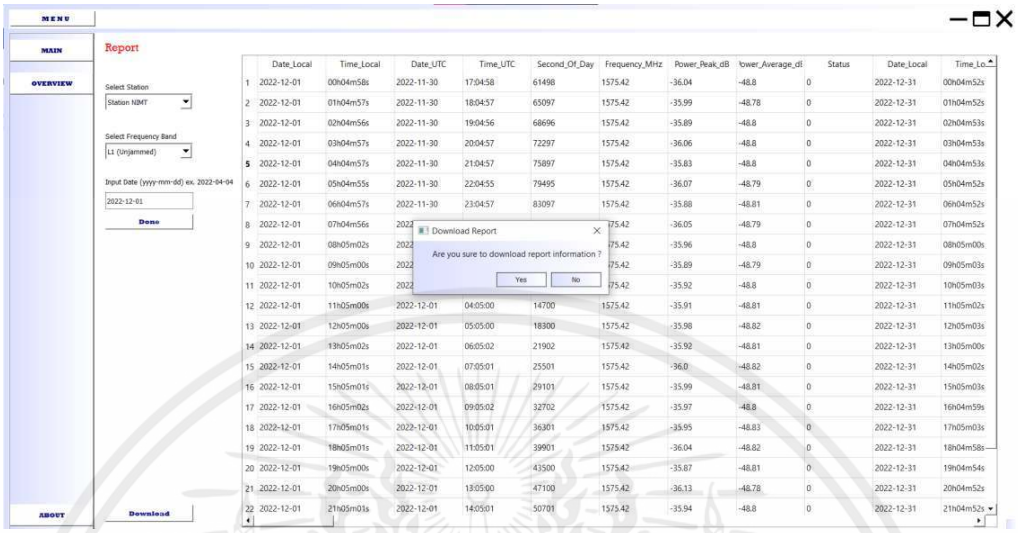


รูปที่ 4.36 ผลการทดสอบหน้าต่างแสดงผล IP Camera (Latest Footage)

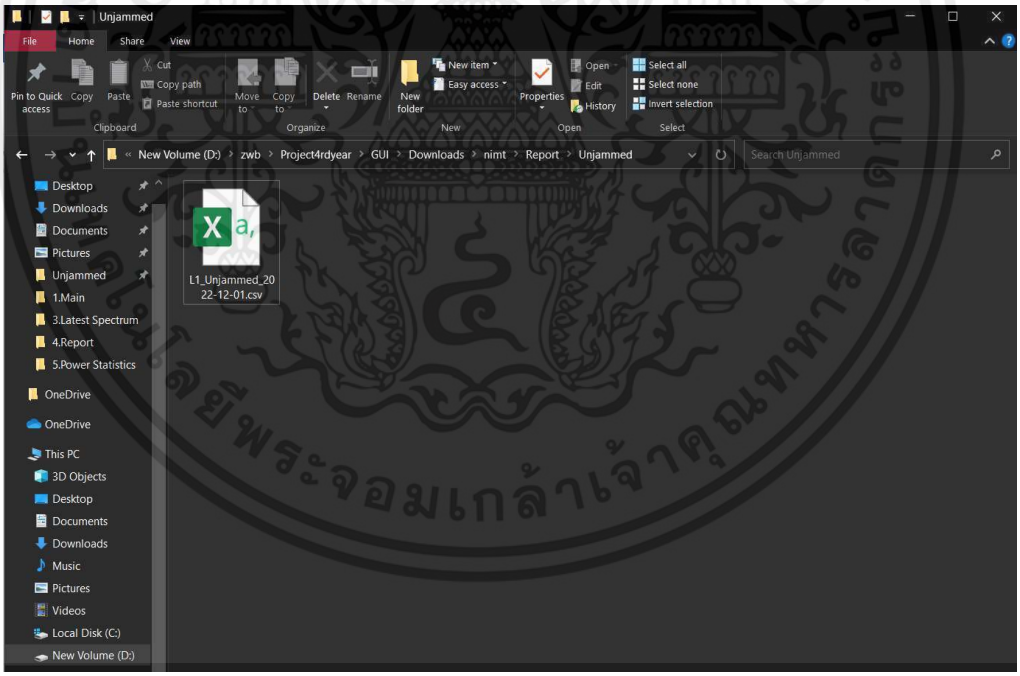
4.2.8 ผลการทดสอบดาวน์โหลดข้อมูลด้วยส่วนติดต่อผู้ใช้งานแบบกราฟิกของผู้ใช้งาน

ในกรณีที่ผู้ใช้ต้องการดาวน์โหลดข้อมูลไปใช้งานต่อนั้นสามารถกดปุ่ม “Download” ระบบจะแสดงข้อความแจ้งเตือนผู้ใช้ “Are you sure to download report information ?” แสดงดังรูปที่ 4.37 กรณีที่ผู้ใช้กดปุ่ม “Yes” ระบบจะทำการดาวน์โหลดข้อมูลไปยังเครื่องของผู้ใช้ แสดงดังรูปที่ 4.38 ในทางเดียวกันถ้าผู้ใช้กดปุ่ม “No” ระบบจะทำการยกเลิกและกลับไปยังหน้าต่างแสดงผลรายงาน (Report) ดังเดิม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



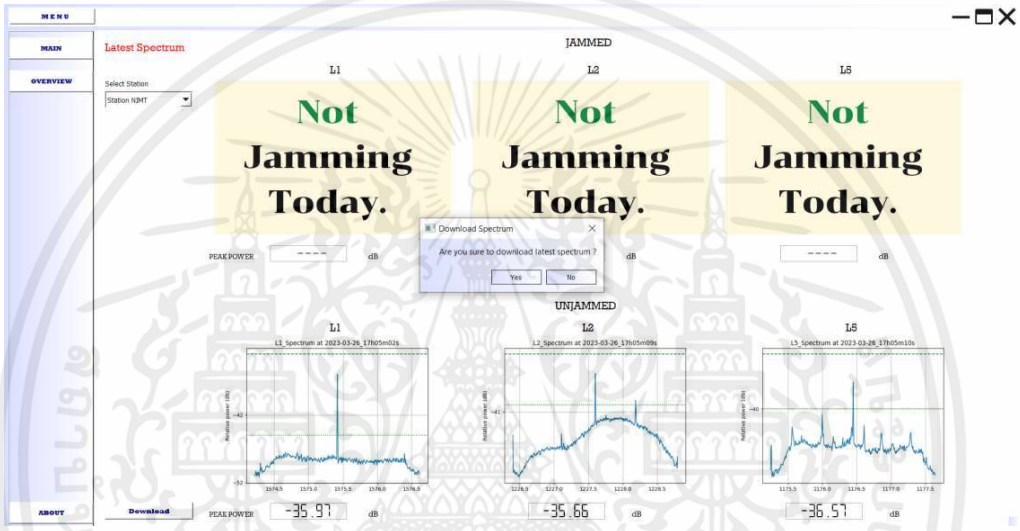
รูปที่ 4.37 ผลการทดสอบกดปุ่ม “Download” เพื่อดาวน์โหลดข้อมูล Report



รูปที่ 4.38 การดาวน์โหลดข้อมูลรายงานชนิด CSV ของระบบไปยังเครื่องของผู้ใช้เมื่อผู้ใช้ยืนยันในการดาวน์โหลด

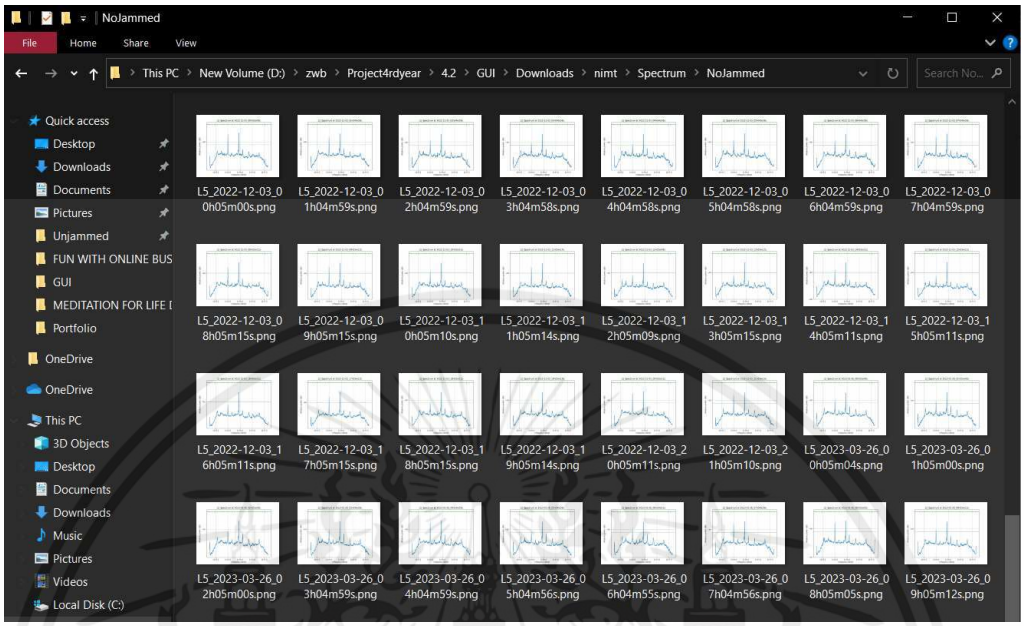
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ในกรณีที่เป็นข้อมูลรูปภาพเมื่อทำการกดปุ่ม “Download” ระบบจะแสดงข้อความแจ้งเตือนผู้ใช้ “Are you sure to download latest spectrum ?” แสดงดังรูปที่ 4.39 กรณีที่ผู้ใช้กดปุ่ม “Yes” ระบบจะทำการดาวน์โหลดข้อมูลไปยังเครื่องของผู้ใช้ แสดงดังรูปที่ 4.40 ในทางเดียวกันถ้าผู้ใช้กดปุ่ม “No” ระบบจะทำการยกเลิกและกลับไปยังหน้าต่างแสดงผลรายงานดังเดิม



รูปที่ 4.39 ผลการทดสอบกดปุ่ม “Download” เพื่อดาวน์โหลดข้อมูลรูปภาพ Latest Spectrum

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.40 ระบบทำการดาวน์โหลดข้อมูลรูปภาพ Latest Spectrum ชนิด .png ไปยังเครื่องของผู้ใช้เมื่อผู้ใช้ยืนยันในการดาวน์โหลด

4.3 ผลการติดตั้งกล่องอุปกรณ์ของระบบตรวจจับสัญญาณรบกวน

ณ ปัจจุบัน คณะผู้จัดทำได้มีการนำกล่องอุปกรณ์ของระบบตรวจจับสัญญาณรบกวนไปติดตั้งให้กับหน่วยงานรัฐ 3 หน่วยงาน ได้แก่ สถาบันมาตรวิทยาแห่งชาติ, กรมแผนที่ทหาร และ NEC Corporation (Thailand) สำหรับนำไปติดตั้งเพื่อตรวจจับสัญญาณรบกวนที่เข้ามาในระบบ GBAS (Ground-based augmentation system) ของสนามบินสุวรรณภูมิ ซึ่งการติดตั้งที่สถาบันมาตรวิทยาแห่งชาติ และกรมแผนที่ทหาร จะสามารถรับสัญญาณได้แค่กำลังของสัญญาณเท่านั้น ส่วน NEC Corporation (Thailand) จะเป็นอุปกรณ์แบบในปัจจุบัน โดยลักษณะการติดตั้งของสถาบันมาตรวิทยาแห่งชาติจะแสดงดังรูปที่ 4.41 กรมแผนที่ทหารจะแสดงดังรูปที่ 4.42 และ NEC Corporation (Thailand) ที่สนามบินสุวรรณภูมิจะแสดงดังรูปที่ 4.43

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รูปที่ 4.41 ผลการติดตั้งกล่องอุปกรณ์ของระบบ ณ สถานีสถาบันมาตรวิทยาแห่งชาติ

รูปที่ 4.42 ผลการติดตั้งกล่องอุปกรณ์ของระบบ ณ สถานีกรมแผนที่ทหาร

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รูปที่ 4.43 การทดสอบการติดตั้งก่อนติดตั้งจริง ณ สนามบินสุวรรณภูมิ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 5

สรุปผลและข้อเสนอแนะ

5.1 สรุปผล

ปริญญานิพนธ์นี้มีวัตถุประสงค์เพื่อตรวจจับสัญญาณรบกวนต่อเครื่องรับจีเอ็นเอสเอสและมอนิเตอร์ตามแต่ละสถานีฐาน พัฒนาและต่อยอดระบบตรวจจับสัญญาณรบกวนจีเอ็นเอสเอสจากระบบเดิม โดยจะแบ่งการทำงานของระบบเป็น 3 ส่วนหลัก คือ ระบบตรวจจับสัญญาณรบกวนจีเอ็นเอสเอส, ระบบจัดเก็บฐานข้อมูล และส่วนติดต่อผู้ใช้งานแบบกราฟิก ซึ่งส่วนของระบบตรวจจับสัญญาณรบกวนจีเอ็นเอสเอส โดยระบบจะสามารถตรวจจับสัญญาณรบกวนได้ 3 ย่านความถี่ของจีพีเอส และจะใช้คอมพิวเตอร์ PC ขนาดเล็กในการประมวลผลแต่ละย่านความถี่ และเมื่อระบบถูกรบกวนสัญญาณขึ้น ระบบจะทำการตรวจจับสัญญาณตามเกณฑ์ที่กำหนด จากนั้นจึงทำการบันทึกค่าต่าง ๆ เช่น ค่ากำลังสัญญาณ, จำนวนดาวเทียมที่ใช้งาน รวมถึงรูปภาพสเปกตรัมเป็นต้น และยังทำการบันทึกภาพสภาพแวดล้อมบริเวณรอบ ๆ จากนั้นนำส่งเข้าระบบจัดเก็บฐานข้อมูล และแจ้งเตือนผ่านไลน์ในระบบตรวจจับสัญญาณรบกวนจีเอ็นเอสเอสนี้ยังสามารถมอนิเตอร์ผ่านส่วนติดต่อผู้ใช้แบบกราฟิก โดยจะแสดงข้อมูลของแต่ละสถานีที่มาจากการดึงข้อมูลจากระบบจัดเก็บฐานข้อมูล

5.2 ข้อเสนอแนะ

1) เสาอากาศสำหรับจีเอ็นเอสเอสบางรุ่น มีข้อมูลจำเพาะไม่ตรงกับที่ระบุ เช่น เสาอากาศรุ่นหนึ่งรับสัญญาณได้ย่านความถี่เฉพาะ L1 และ L2 แต่เมื่อลองนำมาใช้ สามารถรับย่านความถี่ L5 ได้ ดังนั้นควรที่จะทดสอบเสาอากาศว่าสามารถรับสัญญาณย่านความถี่ที่ต้องการได้หรือไม่

2) เสาอากาศ AN-105L-GNSS มีข้อจำกัดตรงที่เสาอากาศต้องอยู่ภายนอกอากาศเท่านั้น จึงจะสามารถรับข้อมูลดาวเทียมได้อย่างมีประสิทธิภาพสูง เมื่ออยู่ภายในอาคารจะไม่มีประสิทธิภาพหรืออาจจะไม่สามารถรับข้อมูลได้เลย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บรรณานุกรม

[1] ศูนย์ข้อมูลค่าอ้างอิงพิกัดแบบต่อเนื่องแห่งชาติ. “ศูนย์ข้อมูลค่าอ้างอิงพิกัดแบบต่อเนื่องแห่งชาติ.” https://ncdc.in.th/portal/apps/sites/#/ncdc.

[2] Simone McCarthy and others. “HK$1 million in damage caused by GPS jamming that caused 46 drones to plummet during Hong Kong show.” https://www.scmp.com/news/hong-kong/law-and-crime/article/2170669/hk13-million-damage-caused-gps-jamming-caused-46-drones.

[3] Chris Matyszczyk. “Truck driver has GPS jammer, accidentally jams Newark airport.” https://www.cnet.com/culture/truck-driver-has-gps-jammer-accidentally-jams-newark-airport/.

[4] Dana Goward. “Ukraine attacks changed Russian GPS jamming.” https://www.gpsworld.com/ukraine-attacks-changed-russian-gps-jamming/.

[5] Universal Corp. “GNSS คืออะไร.” https://www.universalcorp.co.th/component/k2/item/ 2-gnss-คืออะไร.

[6] gssc.esa. “GPS Signal Plan.” https://gssc.esa.int/navipedia/index.php/GPS_Signal_Plan

[7] Geotab Team. “What are GPS jammers and how do you combat them?.” https://www.geotab.com/blog/combating-gps-jammers/.

[8] RTL-SDR.COM. “RTL-SDR DONGLES (RTL2832U).” https://www.rtl-sdr.com/buy-rtl-sdr-dvb-t-dongles/.

[9] Advice. “KIT Mini PC Intel NUC_Celeron N5105.” https://www.advice.co.th/product/mini-pc/mini-pc-intel/kit-mini-pc-intel-nuc-celeron-n5105-bnuc11atkc40000- .

[10] ถิรวัฒน์ วงค์อดทำ. “ภาษา Python.” https://pubhtml5.com/xbek/dlxh/basic.

[11] Tutorials point. “Graphic User Interface (GUI).” https://www.tutorialspoint.com/graphical-user-interface-gui.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

[12] phyblas. “pyqt เบื้องต้น บทที่ ๑: ทำความเข้าใจภาพรวมการใช้งาน.”
https://phyblas.hinaboshi.com/piq01.

[13] iBuddyWeb. “Line notify ตัวช่วยใหม่ให้คุณไม่พลาดข่าวสารสำคัญทางธุรกิจ.”
https://www.ibuddyweb.com/news/line-notify/.

[14] Techvision. “Line Token.”
https://techvision.co.th/uncategorized/Line-token.

[15] Dahua. “IP CAMERA DAHUA (IPC-HFW2431S-S-S2).”
https://www.dahuasecurity.com/products/All-Products/Network-Cameras/Lite-Series/4-MP/IPC-HFW2431S-S-S2.

[16] Bangkokgis. “IP Camera กล้องวงจรปิดอัจฉริยะ.”
http://www.bangkokgis.com/bangkokgis_2008//system_file/-t1550456794.pdf.

[17] CCTV. “ระบบกล้องวงจรปิดแบบ IP Camera.”
https://www.pi-tech.biz/17175295/ระบบกล้องวงจรปิดแบบ-ip-camera.

[18] Gpssource. “GPS/GNSS Splitters”
https://www.gpssource.com/collections/splitters.

[19] Terrisgps. “HOW GNSS RECEIVERS WORK.”
http://www.terrisgps.com/how-gnss-receivers-work/.

[20] rtklibexplorer. “Selecting a GPS receiver (M8N vs M8T).”
https://rtklibexplorer.wordpress.com/2016/11/25/selecting-a-gps-receiver-m8n-vs-m8t/.

[21] ublox. “NEO-M8T series.”
https://content.u-blox.com/sites/default/files/products/documents/NEO-LEA-M8T_ProductSummary_%28UBX-16000801%29.pdf.

[22] ublox. “U-center.”
https://content.u-blox.com/sites/default/files/u-center_Userguide_UBX-13005250.pdf.

[23] Wichet Darakai. “GPS : โปรโตคอล NMEA ของ GPS.”
https://darakai.blogspot.com/2011/11/nmea-gps.html?m=0.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

[24] Zixzax. “MySQL Database คืออะไร.”
https://zixzax.net/database/mysql-database-คืออะไร/.

[25] TopGNSS. “TopGNSS AN-105L.”
https://th.aliexpress.com/item/1005003095272512.html?gatewayAdapt=glo2tha.

[26] phpMyAdmin. “phpMyAdmin คืออะไร.”
https://www.mindphp.com/คู่มือ/73-คืออะไร/2285-phpmyadmin-คืออะไร.html.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก

คำสั่งหลักของระบบตรวจจับสัญญาณรบกวนจีเอ็นเอสเอส

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

คำสั่งระบบตรวจจับสัญญาณรบกวนจีเอ็นเอสเอสย่านความถี่ L1

```
import rtlsdr
import matplotlib.pyplot as plt
import numpy as np
import datetime
import csv
import mysql.connector
import os
import requests
import serial

def lineNotify(message):
    payload = {'message':message}
    return _lineNotify(payload)

def _lineNotify(payload,file=None):
    import requests
    url = 'https://notify-api.line.me/api/notify'
    token = ''
    headers = {'Authorization':'Bearer '+token}
    return requests.post(url, headers=headers , data = payload, files=file)

def linenotify_Image(message,date_image):
  url = 'https://notify-api.line.me/api/notify'
  token = '' # Line Notify Token

  img = {'imageFile':
open('/home/jamming2022/Desktop/Jamming/RawData/L1/Jammed/CCTV/'+date_ima
ge+'.png','rb')} #Local picture File
  data = {'message': message}
  headers = {'Authorization':'Bearer ' + token}
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
  session = requests.Session()
  session_post = session.post(url, headers=headers, files=img, data =data)
  print(session_post.text)

time_now = datetime.datetime.now()
days = str(time_now.day)
months = str(time_now.month)
years = str(time_now.year)

#Database Part
db = mysql.connector.connect(
    host = '',
    port = ,
    user = '',
    password = '',
    database = 'Report_Telecom'
)

#For Debug one of Jamming time
count_bug_L1 = 0
count_debug_L1 = 0

i = 0

#Threshold Yellow Zone
P_L1_1 = -36
A_L1_1 = -48

#RFI Level
_20_Percent_P = abs(P_L1_1)*20/100 + P_L1_1
_20_Percent_A = abs(A_L1_1)*20/100 + A_L1_1
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
_40_Percent_P = abs(P_L1_1)*40/100 + P_L1_1
_40_Percent_A = abs(A_L1_1)*40/100 + A_L1_1

_60_Percent_P = abs(P_L1_1)*60/100 + P_L1_1
_60_Percent_A = abs(A_L1_1)*60/100 + A_L1_1

Keep_Time_Jammed_L1 = []
Keep_Peak_L1 = []

Keep_Average_L1 = []
Keep_CNR_L1 = []
Keep_PRN_L1 = []
Keep_day_receive = []
Keep_time_receive_local_ui = []

gps = serial.Serial("/dev/ttyACM0")

info1 = "$GNGSA"
info2 = "$GPGSV"

status = 0

receiver_count = 0
count_gsa = 0

sat_gnss_num = []
sat_gps_num = []
snr_gps_num = []
snr_gps = []
snr_gps_real = []
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
snr_gps_num_real = []
el_gps = []
el_gps_real = []
az_gps = []
az_gps_real = []

while True:

    try:
        #now use for Daily report
        day_receive = datetime.datetime.now().strftime('%Y-%m-%d')

        sdr = rtlsdr.RtlSdr(0)
        sdr.sample_rate = 2.4e6
        #now use for time receive
        time_receive_local = datetime.datetime.now()
        time_receive_utc = time_receive_local - datetime.timedelta(hours=7)

        time_receive_local_ui =
'{0}h{1}m{2}s'.format(time_receive_local.strftime("%H"),time_receive_local.strftime("%M
"),time_receive_local.strftime("%S"))
        #time_receive_utc_ui =
'{0}:{1}:{2}'.format(time_receive_utc.strftime("%H"),time_receive_utc.strftime("%M"),time
_receive_utc.strftime("%S"))

        #day_receive_utc = '{0}-{1}-
{2}'.format(time_receive_utc.strftime("%Y"),time_receive_utc.strftime("%m"),time_receiv
e_utc.strftime("%d"))
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
        second_of_day_utc =
int((3600*time_receive_utc.hour)+(60*time_receive_utc.minute)+(time_receive_utc.sec
ond))
        time_to_calculate = datetime.datetime.today()

        sdr.center_freq = 1575.42e6
        sdr.gain = 20

        samples = sdr.read_samples(256*1024)

        power = plt.psd(samples, NFFT=512, Fs=sdr.sample_rate/1e6,
Fc=sdr.center_freq/1e6)

        power_db = 10*np.log10(power[0])

        power_max = np.max(power_db)
        float_Power_Max = float("{:.2f}".format(power_max))

        power_mean = np.mean(power_db)
        float_Power_Mean = float("{:.2f}".format(power_mean))

        sdr.close()

        if(i==0):  #For Error Received
            plt.cla()
            #continue #go to i=1

        else:

            while True:
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
#python read gps receiver nmea messages line by line
nmea = gps.readline()
#Decode from bytes type to string type
de_nmea = nmea.decode()

#Getiing only GNRMC GNGSA and GPGSV mesages
if(de_nmea[0:6] == info1 or de_nmea[0:6] == info2):
    print(de_nmea)

    #GNGSA message
    if(de_nmea[0:6] == info1):

        #seperate data to group by comma
        data = de_nmea.split(",")
        #keep only prn number (satellite id) and drop null value and change
to int type
        sat_gnss_num = data[3:15]
        sat_gnss_num = list(filter(None, sat_gnss_num))
        sat_gnss_num = list(map(int, sat_gnss_num))

        #arranging
        sat_gnss_num.sort()

        #keep only gps satellite id
        for gsa in sat_gnss_num:
            if(gsa >= 1 and gsa <=32):

                sat_gps_num.append(gsa)

    #GPGSV message
    if(de_nmea[0:6] == info2):
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
                #seperate data to group by comma
                data = de_nmea.split(",")
                #drop unimportant information
                data = data[4:]
                data[len(data)-1] = data[len(data)-1][0:2]

                #keep only satellite id , Elevation angle , Azimuth angle , SNR
                for c in range(len(data)):

                    if(c == 0 or c % 4 ==0):
                        snr_gps_num.append(data[c])
                    elif(c == 1 or c % 4 == 1):
                        el_gps.append(data[c])
                    elif(c == 2 or c % 4 == 2):
                        az_gps.append(data[c])
                    elif(c == 3 or c % 4 == 3):
                        snr_gps.append(data[c])

            #We only keep set of data in one loop of jamming detection system so
this is code to out of loop in receiver gps module
            if(de_nmea[0:6] == info2):
                receiver_count = 1
            if(receiver_count == 1 and de_nmea[0:6] != info2):
                break

        #keep only gps satellite id and drop the null value
        for c in range(len(snr_gps)):

            try:
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
                if(int(snr_gps_num[c]) > 32 or snr_gps[c] == '' or snr_gps[c][0] == '*' or
el_gps[c] == '' or az_gps[c] == ''):
                    pass
                else:
                    snr_gps_real.append(int(snr_gps[c]))
                    snr_gps_num_real.append(int(snr_gps_num[c]))
                    el_gps_real.append(int(el_gps[c]))
                    az_gps_real.append(int(az_gps[c]))
            except:
                pass

        sat_gps_num_use = []
        snr_gps_use = []
        el_gps_use = []
        az_gps_use = []

        sat_gps_num = list(dict.fromkeys(sat_gps_num))

        print(snr_gps)
        print(snr_gps_num)
        print(el_gps)
        print(az_gps)

        print("Status = ",status)
        print("Peak Power = ",float_Power_Max)
        print("Average Power = ",float_Power_Mean)
        print("Number of Satellite = ",len(sat_gps_num))

        #compare satellite id between GNGSA and GPGSV that GNGSA more sure
        for num in sat_gps_num:
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
            for c in range(len(snr_gps_num_real)):

                if(num == snr_gps_num_real[c]):
                    sat_gps_num_use.append(num)
                    snr_gps_use.append(snr_gps_real[c])
                    az_gps_use.append(az_gps_real[c])
                    el_gps_use.append(el_gps_real[c])

        #Calculate Average of CNR
        mean_snr_gps = round(np.mean(snr_gps_use),2)

        if(snr_gps_use == []):
            Line_CNR = 0
        else:
            Line_CNR = mean_snr_gps

        print("CNR = ",snr_gps_use)
        print("CNR Mean = ",mean_snr_gps)

        if(count_bug_L1 > 0):
            count_debug_L1 += 1 #use for if during jammed (Checking continuously
for bugging of start jammed and end jammed {if next array not jammed , it will reset
of array})

            ######################################Intentional and
Unintentional#########################################################
        if(Keep_Time_Jammed_L1 != [] and count_bug_L1 != count_debug_L1):
#Behavior_L1

            if(len(Keep_Time_Jammed_L1) < 2): #for debug when has only one time
(cannot subtact time)
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
                Seconds_1_ago = Keep_Time_Jammed_L1[0]-
datetime.timedelta(seconds=1) #Find time 1 seconds ago
                Keep_Time_Jammed_L1.append(Seconds_1_ago) #Keep time

                    #Swap time array arrange : ascending (less to more)
                swap_array = Keep_Time_Jammed_L1[0]
                Keep_Time_Jammed_L1[0] = Keep_Time_Jammed_L1[1]
                Keep_Time_Jammed_L1[1] = swap_array

            Total_Time_L1 = Keep_Time_Jammed_L1[len(Keep_Time_Jammed_L1)-1]
- Keep_Time_Jammed_L1[0]
            Seconds_L1 = Total_Time_L1.total_seconds()


            for i in Keep_CNR_L1 :
                if(i == 0):
                    CNR = '-'
                else:
                    CNR = min(Keep_CNR_L1)
            if(min(Keep_PRN_L1) < 4 or min(Keep_CNR_L1) < 15 or mean_snr_gps ==
'nan'):
                status_line = 'Red'
            elif(min(Keep_PRN_L1)  > 3 and min(Keep_CNR_L1) < 30):
                status_line = 'Orange'
            else:
                status_line = 'Yellow'

            if(Seconds_L1 > 12): #Intentional
                with
open(r'/home/jamming2022/Desktop/Jamming/RawData/L1/Jammed/SignalBehavior/B
ehavior_L1_'+day_receive+'.csv', 'a',newline='\n') as f:
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
                writer = csv.writer(f)
                writer.writerow([day_receive, 1575.42, Keep_Time_Jammed_L1[0],
Keep_Time_Jammed_L1[len(Keep_Time_Jammed_L1)-1], Seconds_L1,"Intentional"])

            with
open(r'/home/jamming2022/Desktop/Jamming/RawData/L1/Jammed/SignalBehavior/d
b/Behavior_L1_'+day_receive+'.csv', 'a',newline='\n') as f:
                writer = csv.writer(f)
                writer.writerow([day_receive, 1575.42, Keep_Time_Jammed_L1[0],
Keep_Time_Jammed_L1[len(Keep_Time_Jammed_L1)-1], Seconds_L1,"Intentional"])

            lineNotify("\nStation #KMITL_L1 : Intentional\nDate : {}\nFrequency: L1
({} MHz)\nStart time : {}\nEnd time : {}\nTotal time : {} S\nMax Peak Power : {} dB\nMax
Average Power : {} dB\nMin Amount of Satellite : {}\nMin CNR : {} dB-Hz\nWarning
level : {}".format(day_receive, 1575.42, Keep_Time_Jammed_L1[0],
Keep_Time_Jammed_L1[len(Keep_Time_Jammed_L1)-1],
Seconds_L1,max(Keep_Peak_L1),max(Keep_Average_L1),min(Keep_PRN_L1),CNR,status
_line))

        else: #Unintentional
            with
open(r'/home/jamming2022/Desktop/Jamming/RawData/L1/Jammed/SignalBehavior/B
ehavior_L1_'+day_receive+'.csv', 'a',newline='\n') as f:
                writer = csv.writer(f)
                writer.writerow([day_receive, 1575.42, Keep_Time_Jammed_L1[0],
Keep_Time_Jammed_L1[len(Keep_Time_Jammed_L1)-1], Seconds_L1,"Unintentional"])

            with
open(r'/home/jamming2022/Desktop/Jamming/RawData/L1/Jammed/SignalBehavior/d
b/Behavior_L1_'+day_receive+'.csv', 'a',newline='\n') as f:
                writer = csv.writer(f)
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
                writer.writerow([day_receive, 1575.42, Keep_Time_Jammed_L1[0],
Keep_Time_Jammed_L1[len(Keep_Time_Jammed_L1)-1], Seconds_L1,"Unintentional"])

                lineNotify("\nStation #KMITL_L1 : Unintentional\nDate : {}\nFrequency:
L1 ({} MHz)\nStart time : {}\nEnd time : {}\nTotal time : {} S\nMax Peak Power : {}
dB\nMax Average Power : {} dB\nMin Amount of Satellite : {}\nMin CNR : {} dB-
Hz\nWarning level : {}".format(day_receive, 1575.42, Keep_Time_Jammed_L1[0],
Keep_Time_Jammed_L1[len(Keep_Time_Jammed_L1)-1],
Seconds_L1,max(Keep_Peak_L1),max(Keep_Average_L1),min(Keep_PRN_L1),CNR,status
_line))
                linenotify_Image('\nStation :
KMITL_L1',Keep_day_receive[len(Keep_day_receive)-
1]+'_'+Keep_time_receive_local_ui[len(Keep_time_receive_local_ui)-1])

                Keep_Time_Jammed_L1 = []
                Keep_Peak_L1 = []
                Keep_Average_L1 = []
                Keep_CNR_L1 = []
                Keep_PRN_L1 = []
                Keep_day_receive = []
                Keep_time_receive_local_ui = []
                count_bug_L1 = 0
                count_debug_L1 = 0

            plt.title('L1_Spectrum at '+day_receive+'_'+time_receive_local_ui)
            plt.xlabel('Frequency (MHz)')
            plt.ylabel('Relative power (dB)')

            if(float_Power_Max  < _20_Percent_P or float_Power_Mean <
_20_Percent_A):
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
            with
open(r'/home/jamming2022/Desktop/Jamming/RawData/L1/NoJammed/Report/Report
_L1_'+day_receive+'.csv', 'a',newline='\n') as f:
                writer = csv.writer(f)
                writer.writerow([day_receive,time_receive_local_ui,second_of_day_utc,
1575.42,
float_Power_Max,float_Power_Mean,len(sat_gps_num_use),sat_gps_num_use,snr_gps_
use,mean_snr_gps ,el_gps_use,az_gps_use,'Clear'])



plt.savefig('/home/jamming2022/Desktop/Jamming/RawData/L1/NoJammed/Spectrum
/L1_'+day_receive+'_'+time_receive_local_ui)

        else:

            if(float_Power_Max  > _60_Percent_P or float_Power_Mean >
_60_Percent_A):
                power_status = 'Power Signal over 60 Percent of Noise floor'
            elif(float_Power_Max  > _40_Percent_P or float_Power_Mean >
_40_Percent_A):
                power_status = 'Power Signal over 40 Percent of Noise floor'
            else:
                power_status = 'Power Signal over 20 Percent of Noise floor'


            if(len(sat_gps_num) > 6):
                prn_status = 'Amount of satellite over 6'
            elif(len(sat_gps_num) > 3):
                prn_status = 'Amount of satellite over 3'
            else:
                prn_status = 'Amount of satellite under 3'
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
                if(mean_snr_gps > 30):
                    cnr_status = 'C/N0 over 30'
                elif(mean_snr_gps > 15):
                    cnr_status = 'C/N0 over 15 (bad)'
                else:
                    cnr_status = 'C/N0 under 15 (outage)'



                if(len(sat_gps_num) < 4 or mean_snr_gps < 15 or mean_snr_gps == 'nan'):
                    status = 'Red'
                elif(len(sat_gps_num) > 3 and mean_snr_gps < 30):
                    status = 'Orange'
                else:
                    status = 'Yellow'

                Keep_Time_Jammed_L1.append(time_to_calculate) #keep Power Jammed
Signal
                Keep_Peak_L1.append(float(float_Power_Max))
                Keep_Average_L1.append(float(float_Power_Mean))
                Keep_CNR_L1.append(Line_CNR)
                Keep_PRN_L1.append(len(sat_gps_num_use))
                Keep_day_receive.append(day_receive)
                Keep_time_receive_local_ui.append(time_receive_local_ui)
                count_bug_L1 +=1

                with
open(r'/home/jamming2022/Desktop/Jamming/RawData/L1/Jammed/Report/Report_L
1_'+day_receive+'.csv', 'a',newline='\n') as f:
                    writer = csv.writer(f)
                    writer.writerow([day_receive,time_receive_local_ui,second_of_day_utc,
1575.42,
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
float_Power_Max,float_Power_Mean,len(sat_gps_num_use),sat_gps_num_use,snr_gps_
use,str(mean_snr_gps),el_gps_use,az_gps_use,status,prn_status+', '+cnr_status+',
'+power_status])

            with
open(r'/home/jamming2022/Desktop/Jamming/RawData/L1/Jammed/Report/db/Repor
t_L1_'+day_receive+'.csv', 'a',newline='\n') as f:
                writer = csv.writer(f)
                writer.writerow([day_receive,time_receive_local_ui,second_of_day_utc,
1575.42,
float_Power_Max,float_Power_Mean,len(sat_gps_num_use),sat_gps_num_use,snr_gps_
use,str(mean_snr_gps),el_gps_use,az_gps_use,status,prn_status+', '+cnr_status+',
'+power_status])


plt.savefig('/home/jamming2022/Desktop/Jamming/RawData/L1/Jammed/Spectrum/L1
_'+day_receive+'_'+time_receive_local_ui)

            os.system('ffmpeg -loglevel 0 -rtsp_transport tcp -i
"rtsp://user:password@ip:port/cam/realmonitor?channel=1&subtype=0" -vframes 1 -r 1
/home/jamming2022/Desktop/Jamming/RawData/L1/Jammed/CCTV/'+day_receive+'_'
+time_receive_local_ui+'.png')

        plt.cla()

        receiver_count = 0
        count_gsa = 0

        sat_gnss_num = []
        sat_gps_num = []
        snr_gps_num = []
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
            snr_gps = []
            snr_gps_real = []
            snr_gps_num_real = []
            el_gps = []
            el_gps_real = []
            az_gps = []
            az_gps_real = []

        i += 1
        if(i >=60):
            i=1

            values = []

            try:

                with
open(r'/home/jamming2022/Desktop/Jamming/RawData/L1/Jammed/Report/db/Repor
t_L1_'+day_receive+'.csv') as f:
                    csv_file = csv.reader(f,delimiter=',')
                    #next(csv_file)
                    for row in csv_file:
                        value =
(row[0],row[1],row[2],row[3],row[4],row[5],row[6],row[7],row[8],row[9],row[10],row[11],ro
w[12],row[13])
                        values.append(value)

                cursor = db.cursor()
                sqL2 = '''
                    INSERT INTO Report_L1_Jammed
(Date_Local,Time_Local,Second_Of_Day,Frequency_MHz,Power_Peak_dB,Power_Avera
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
ge_dB,Number_Of_Satellite,Satellite_ID,CNR_GPS,CNR_Mean,Elevation_GPS,Azimuth_G
PS,Status,Description)
                    VALUES (%s, %s, %s, %s, %s, %s, %s, %s, %s, %s, %s, %s, %s, %s);
                '''
                cursor.executemany(sqL2,values)
                db.commit()

            except:
                pass

            os.system('rm -rf
/home/jamming2022/Desktop/Jamming/RawData/L1/Jammed/Report/db/*')

            values = []

            try:

                with
open(r'/home/jamming2022/Desktop/Jamming/RawData/L1/Jammed/SignalBehavior/d
b/Behavior_L1_'+day_receive+'.csv') as f:
                    csv_file = csv.reader(f,delimiter=',')
                    #next(csv_file)
                    for row in csv_file:
                        value = (row[0],row[1],row[2],row[3],row[4],row[5])
                        values.append(value)

                cursor = db.cursor()
                sqL2 = '''
                    INSERT INTO SignalBehavior_L1
(Date_Local,Frequency_MHz,Start_Time_Local,End_Time_Local,Seconds,Type_Jamme
d)
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
            VALUES (%s, %s, %s, %s, %s ,%s);
        '''
        cursor.executemany(sqL2,values)
        db.commit()

    except:
        pass

    os.system('rm -rf
/home/jamming2022/Desktop/Jamming/RawData/L1/Jammed/SignalBehavior/db/*')
    os.system('rm -rf
/home/jamming2022/Desktop/Jamming/RawData/L1/NoJammed/Spectrum/*')

    values = []

except:
    continue
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

คำสั่งระบบตรวจจับสัญญาณรบกวนจีเอ็นเอสเอสย่านความถี่ L2 และ L5

```
import rtlsdr
import matplotlib.pyplot as plt
import numpy as np
import datetime
import csv
import mysql.connector
import os
import requests

def lineNotify(message):
    payload = {'message':message}
    return _lineNotify(payload)

def _lineNotify(payload,file=None):
    import requests
    url = 'https://notify-ajamming2022.line.me/ajamming2022/notify'
    token = ''
    headers = {'Authorization':'Bearer '+token}
    return requests.post(url, headers=headers , data = payload, files=file)

def linenotify_Image(message,date_image):
  url = 'https://notify-ajamming2022.line.me/ajamming2022/notify'
  token = '' # Line Notify Token
  img = {'imageFile':
open('/home/jamming2022/Desktop/Jamming/RawData/L2/Jammed/CCTV/'+date_ima
ge+'.png','rb')} #Local jamming2022cture File
  data = {'message': message}
  headers = {'Authorization':'Bearer ' + token}
  session = requests.Session()
  session_post = session.post(url, headers=headers, files=img, data =data)
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
  print(session_post.text)


time_now = datetime.datetime.now()
days = str(time_now.day)
months = str(time_now.month)
years = str(time_now.year)

#lineNotify('\njamming2022 @KMITL_L2 Station starts')

#Database Part
db = mysql.connector.connect(
    host = '',
    port = ,
    user = '',
    password = '',
    database = 'Report_Telecom'
)

#For Debug one of Jamming time
count_bug_L2 = 0
count_debug_L2 = 0

i = 0

Keep_Time_Jammed_L2 = []
Keep_Peak_L2 = []
Keep_Average_L2 = []

Keep_day_receive = []
Keep_time_receive_local_ui = []
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
#Threshold Yellow Zone
P_L2_1 = -36
A_L2_1 = -44

_20_Percent_P = abs(P_L2_1)*20/100 + P_L2_1
_20_Percent_A = abs(A_L2_1)*20/100 + A_L2_1

_40_Percent_P = abs(P_L2_1)*40/100 + P_L2_1
_40_Percent_A = abs(A_L2_1)*40/100 + A_L2_1

_60_Percent_P = abs(P_L2_1)*60/100 + P_L2_1
_60_Percent_A = abs(A_L2_1)*60/100 + A_L2_1

while True:
    try:
        #now use for Daily report
        day_receive = datetime.datetime.now().strftime('%Y-%m-%d')

        sdr = rtlsdr.RtlSdr(1)
        sdr.sample_rate = 2.4e6
        #now use for time receive
        time_receive_local = datetime.datetime.now()
        time_receive_utc = time_receive_local - datetime.timedelta(hours=7)

        time_receive_local_ui =
'{0}h{1}m{2}s'.format(time_receive_local.strftime("%H"),time_receive_local.strftime("%M
"),time_receive_local.strftime("%S"))
        time_receive_utc_ui =
'{0}:{1}:{2}'.format(time_receive_utc.strftime("%H"),time_receive_utc.strftime("%M"),time
_receive_utc.strftime("%S"))
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
        day_receive_utc = '{0}-{1}-
{2}'.format(time_receive_utc.strftime("%Y"),time_receive_utc.strftime("%m"),time_receiv
e_utc.strftime("%d"))

        second_of_day_utc =
int((3600*time_receive_utc.hour)+(60*time_receive_utc.minute)+(time_receive_utc.sec
ond))
        time_to_calculate = datetime.datetime.today()



        sdr.center_freq = 1227.6e6
        sdr.gain = 20

        samples = sdr.read_samples(256*1024)

        power = plt.psd(samples, NFFT=512, Fs=sdr.sample_rate/1e6,
Fc=sdr.center_freq/1e6)

        power_db = 10*np.log10(power[0])

        power_max = np.max(power_db)
        float_Power_Max = float("{:.2f}".format(power_max))

        power_mean = np.mean(power_db)
        float_Power_Mean = float("{:.2f}".format(power_mean))

        print("Peak Power = "+str(float_Power_Max)+" dB")
        print("Average Power = "+str(float_Power_Mean)+" dB")

        sdr.close()
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
        if(i==0):  #For Error Received
            plt.cla()
            #continue #go to i=1

        else:

            if(count_bug_L2 > 0):
                count_debug_L2 += 1 #use for if during jammed (Checking continuously for bugging of start jammed and end jammed {if next array not jammed , it will reset of array})

                ########################################Intentional and Unintentional#########################################################
                if(Keep_Time_Jammed_L2 != [] and count_bug_L2 != count_debug_L2): #Behavior_L2

                    if(len(Keep_Time_Jammed_L2) < 2): #for debug when has only one time (cannot subtact time)
                        Seconds_4_ago = Keep_Time_Jammed_L2[0]-datetime.timedelta(seconds=4) #Find time 4 seconds ago
                        Keep_Time_Jammed_L2.append(Seconds_4_ago) #Keep time

                            #Swap time array arrange : ascending (less to more)
                        swap_array = Keep_Time_Jammed_L2[0]
                        Keep_Time_Jammed_L2[0] = Keep_Time_Jammed_L2[1]
                        Keep_Time_Jammed_L2[1] = swap_array

                    Total_Time_L2 = Keep_Time_Jammed_L2[len(Keep_Time_Jammed_L2)-1] - Keep_Time_Jammed_L2[0]
                    Seconds_L2 = Total_Time_L2.total_seconds()
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
            if(max(Keep_Peak_L2) > _60_Percent_P or max(Keep_Average_L2) >
_60_Percent_A):

                status_line = 'Red'
            elif(max(Keep_Peak_L2)  > _40_Percent_P or max(Keep_Average_L2)  >
_40_Percent_A):

                status_line = 'Orange'
            else:

                status_line = 'Yellow'

            if(Seconds_L2 > 12): #Intentional
                with
open(r'/home/jamming2022/Desktop/Jamming/RawData/L2/Jammed/SignalBehavior/B
ehavior_L2_'+day_receive+'.csv', 'a',newline='\n') as f:
                    writer = csv.writer(f)
                    writer.writerow([day_receive, 1227.6, Keep_Time_Jammed_L2[0],
Keep_Time_Jammed_L2[len(Keep_Time_Jammed_L2)-1], Seconds_L2,"Intentional"])

                with
open(r'/home/jamming2022/Desktop/Jamming/RawData/L2/Jammed/SignalBehavior/d
b/Behavior_L2_'+day_receive+'.csv', 'a',newline='\n') as f:
                    writer = csv.writer(f)
                    writer.writerow([day_receive, 1227.6, Keep_Time_Jammed_L2[0],
Keep_Time_Jammed_L2[len(Keep_Time_Jammed_L2)-1], Seconds_L2,"Intentional"])

                lineNotify("\nStation #KMITL_L2 : Intentional\nDate : {}\nFrequency: L2
({} MHz)\nStart time : {}\nEnd time : {}\nTotal time : {} S\nMax Peak Power : {} dB\nMax
Average Power : {} dB\nWarning level : {}".format(day_receive, 1227.6,
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
Keep_Time_Jammed_L2[0], Keep_Time_Jammed_L2[len(Keep_Time_Jammed_L2)-1],
Seconds_L2,max(Keep_Peak_L2),max(Keep_Average_L2),status_line))

            else: #Unintentional
                with
open(r'/home/jamming2022/Desktop/Jamming/RawData/L2/Jammed/SignalBehavior/B
ehavior_L2_'+day_receive+'.csv', 'a',newline='\n') as f:
                    writer = csv.writer(f)
                    writer.writerow([day_receive, 1227.6, Keep_Time_Jammed_L2[0],
Keep_Time_Jammed_L2[len(Keep_Time_Jammed_L2)-1], Seconds_L2,"Unintentional"])

                with
open(r'/home/jamming2022/Desktop/Jamming/RawData/L2/Jammed/SignalBehavior/d
b/Behavior_L2_'+day_receive+'.csv', 'a',newline='\n') as f:
                    writer = csv.writer(f)
                    writer.writerow([day_receive, 1227.6, Keep_Time_Jammed_L2[0],
Keep_Time_Jammed_L2[len(Keep_Time_Jammed_L2)-1], Seconds_L2,"Unintentional"])

                lineNotify("\nStation #KMITL_L2 : Unintentional\nDate : {}\nFrequency:
L2 ({} MHz)\nStart time : {}\nEnd time : {}\nTotal time : {} S\nMax Peak Power : {}
dB\nMax Average Power : {} dB\nWarning level : {}".format(day_receive, 1227.6,
Keep_Time_Jammed_L2[0], Keep_Time_Jammed_L2[len(Keep_Time_Jammed_L2)-1],
Seconds_L2,max(Keep_Peak_L2),max(Keep_Average_L2),status_line))

                linenotify_Image('\nStation :
KMITL_L2',Keep_day_receive[len(Keep_day_receive)-
1]+'_'+Keep_time_receive_local_ui[len(Keep_time_receive_local_ui)-1])

                Keep_Time_Jammed_L2 = []
                Keep_Peak_L2 = []
                Keep_Average_L2 = []
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
            Keep_day_receive = []
            Keep_time_receive_local_ui = []
            count_bug_L2 = 0
            count_debug_L2 = 0

##################################################################
#####################################################

            plt.title('L2_Spectrum at '+day_receive+'_'+time_receive_local_ui)
            plt.xlabel('Frequency (MHz)')
            plt.ylabel('Relative power (dB)')
            #plt.axhline(y= P_L2_1 ,color='green',linestyle='--',label = 'Power Peak (Yellow
Zone)')
            #plt.axhline(y= A_L2_1 ,color='red',linestyle=':',label = 'Power Average (Yellow
Zone)')
            #plt.legend()

            if(float_Power_Max  < _20_Percent_P or float_Power_Mean <
_20_Percent_A): #Unjammed

                with
open(r'/home/jamming2022/Desktop/Jamming/RawData/L2/NoJammed/Report/Report
_L2_'+day_receive+'.csv', 'a',newline='\n') as f:
                    writer = csv.writer(f)
                    writer.writerow([day_receive,time_receive_local_ui,second_of_day_utc,
1227.6, float_Power_Max,float_Power_Mean,'Green'])


plt.savefig('/home/jamming2022/Desktop/Jamming/RawData/L2/NoJammed/Spectrum
/L2_'+day_receive+'_'+time_receive_local_ui)
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
        else: #Jammed

            if(float_Power_Max  > _60_Percent_P or float_Power_Mean >
_60_Percent_A):
                power_status = 'Power Signal Over 60 Percent of Noise floor'
                status = 'Yellow'
            elif(float_Power_Max  > _40_Percent_P or float_Power_Mean >
_40_Percent_A):
                power_status = 'Power Signal Over 40 Percent of Noise floor'
                status = 'Orange'
            else:
                power_status = 'Power Signal Over 20 Percent of Noise floor'
                status = 'Red'


            Keep_Time_Jammed_L2.append(time_to_calculate) #keep Power Jammed
Signal
            Keep_Peak_L2.append(float(float_Power_Max))
            Keep_Average_L2.append(float(float_Power_Mean))
            Keep_day_receive.append(day_receive)
            Keep_time_receive_local_ui.append(time_receive_local_ui)
            count_bug_L2 +=1


            with
open(r'/home/jamming2022/Desktop/Jamming/RawData/L2/Jammed/Report/Report_L
2_'+day_receive+'.csv', 'a',newline='\n') as f:
                writer = csv.writer(f)
                writer.writerow([day_receive,time_receive_local_ui,second_of_day_utc,
1227.6, float_Power_Max,float_Power_Mean,status,power_status])
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
            with
open(r'/home/jamming2022/Desktop/Jamming/RawData/L2/Jammed/Report/db/Repor
t_L2_'+day_receive+'.csv', 'a',newline='\n') as f:
                writer = csv.writer(f)
                writer.writerow([day_receive,time_receive_local_ui,second_of_day_utc,
1227.6, float_Power_Max,float_Power_Mean,status,power_status])


plt.savefig('/home/jamming2022/Desktop/Jamming/RawData/L2/Jammed/Spectrum/L2
_'+day_receive+'_'+time_receive_local_ui)
            os.system('ffmpeg -loglevel 0 -rtsp_transport tcp -i
"rtsp://user:password@ip:port/cam/realmonitor?channel=1&subtype=0" -vframes 1 -r 1
/home/jamming2022/Desktop/Jamming/RawData/L2/Jammed/CCTV/'+day_receive+'_'
+time_receive_local_ui+'.png')

        plt.cla() #Clear plot

      #a += 1
      i += 1
      if(i >= 60):
        i=1

        values = []

        try:
            with
open(r'/home/jamming2022/Desktop/Jamming/RawData/L2/Jammed/Report/db/Repor
t_L2_'+day_receive+'.csv') as f:
                csv_file = csv.reader(f,delimiter=',')
                #next(csv_file)
                for row in csv_file:
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
                value = (row[0],row[1],row[2],row[3],row[4],row[5],row[6],row[7])
                values.append(value)

            cursor = db.cursor()
            sqL2 = '''
                INSERT INTO Report_L2_Jammed
(Date_Local,Time_Local,Second_Of_Day,Frequency_MHz,Power_Peak_dB,Power_Avera
ge_dB,Status,Description)
                VALUES (%s, %s, %s, %s, %s, %s, %s, %s);
            '''
            cursor.executemany(sqL2,values)
            db.commit()

        except:
            pass

        os.system('rm -rf
/home/jamming2022/Desktop/Jamming/RawData/L2/Jammed/Report/db/*')

        values = []

        try:

            with
open(r'/home/jamming2022/Desktop/Jamming/RawData/L2/Jammed/SignalBehavior/d
b/Behavior_L2_'+day_receive+'.csv') as f:
                csv_file = csv.reader(f,delimiter=',')
                #next(csv_file)
                for row in csv_file:
                    value = (row[0],row[1],row[2],row[3],row[4],row[5])
                    values.append(value)
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
            cursor = db.cursor()
            sqL2 = '''
                INSERT INTO SignalBehavior_L2
(Date_Local,Frequency_MHz,Start_Time_Local,End_Time_Local,Seconds,Type_Jamme
d)
                VALUES (%s, %s, %s, %s, %s ,%s);
            '''
            cursor.executemany(sqL2,values)
            db.commit()

        except:
            pass

        os.system('rm -rf
/home/jamming2022/Desktop/Jamming/RawData/L2/NoJammed/Spectrum/*')
        os.system('rm -rf
/home/jamming2022/Desktop/Jamming/RawData/L2/Jammed/SignalBehavior/db/*')

        values = []

    except:
        continue
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้