รายงานสหกิจศึกษาฉบับสมบูรณ์

การออกแบบและการติดตั้งโครงข่ายสัญญาณโทรศัพท์มือถือคลื่นความถี่ 900/1800MHz ภายในอาคาร กรณีศึกษาของบริษัทรับออกแบบและติดตั้งโครงข่ายโทรศัพท์มือถือให้กับบริษัททรูคอปเปอร์เรชั่น จำกัด

Design and installation cellular network 900/1800 MHz inside the building a case study of a global information communication technology solutions provider

นายจักริน จันทศิริ

ภาควิชาวิศวกรรมโทรคมนาคม
คณะวิศวกรรมศาสตร์
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

ปีการศึกษา 2559

สำนักหอสมุดกลาง พระจอมเกล้าลาดกระบัง

T148489

รายงานสหกิจศึกษาฉบับสมบูรณ์

การออกแบบและการติดตั้งโครงข่ายสัญญาณโทรศัพท์มือถือคลื่นความถี่ 900/1800MHz ภายในอาคาร กรณีศึกษาของบริษัทรับออกแบบและติดตั้งโครงข่ายโทรศัพท์มือถือให้กับบริษัททรูคอปเปอร์เรชั่น จำกัด

Design and installation cellular network 900/1800 MHz inside the building a case study of a global information communication technology solutions provider

นายจักริน จันทศิริ

ตขหมู่ 148489
เลขทะเบียน
วัน.เดือน.ปี 30 ต.ค. 2560

.b 12870791
.l

ภาควิชาวิศวกรรมโทรคมนาคม
คณะวิศวกรรมศาสตร์
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
ปีการศึกษา 2559

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ชื่อโครงงานสหกิจศึกษา การออกแบบและการติดตั้งโครงข่ายสัญญาณโทรศัพท์มือถือคลื่นความถี่ 900/1800MHz ภายในอาคาร กรณีศึกษาของบริษัทรับออกแบบและติดตั้งโครงข่ายโทรศัพท์มือถือให้กับบริษัท ทรูคอปเปอร์เรชั่น จำกัด

ชื่อ – สกุล นักศึกษา นายจักริน จันทศิริ

คณะ วิศวกรรมศาสตร์

ภาควิชา วิศวกรรมโทรคมนาคม

ชื่อ – สกุลอาจารย์นิเทศ ผศ.ดร.มนตรี คำเงิน

ชื่อ – สกุลผู้นิเทศงาน นายนันทรัฐ รักษาชัย

ตำแหน่ง โปรเจคเอ็นจิเนียร์ (ไอบีซี)

สถานประกอบการ บริษัท หัวเว่ย เทคโนโลยี จำกัด(ประเทศไทย)

บทคัดย่อ

เนื่องจากการออกแบบและการติดตั้งโครงข่ายสัญญาณโทรศัพท์มือถือภายในอาคารเป็นองค์ความรู้ที่ไม่สามารถหาได้ในรั้วมหาวิทยาลัย ดังนั้นโครงงานสหกิจศึกษานี้จึงต้องการถ่ายทอดองค์ความรู้ที่ได้จากการปฏิบัติสหกิจศึกษาในครั้งนี้ให้กับนักศึกษาสาขาวิศวกรรมโทรคมนาคมที่ยังไม่มีประสบการณ์ทำงานจริงและผู้สนใจได้เข้าใจถึงวิธีการดำเนินงานของวิศวกรโครงการ ผู้ปฏิบัติงานได้นำวิธีการดำเนินโครงการจากการลงปฏิบัติงานจริงกับวิศวกรโครงการผู้มีประสบการณ์ทำงานกว่า 10 ปี นำมาสรุปและอธิบายอย่างเป็นขั้นตอนเพื่อให้ผู้อ่านเข้าใจลำดับการดำเนินโครงการตั้งแต่เริ่มโครงการจนจบโครงการ เข้าใจภาพรวมการเชื่อมต่ออุปกรณ์โครงข่ายโทรศัพท์มือถือภายในอาคารหน้าที่การทำงานของอุปกรณ์ในโครงข่ายแต่ละตัวและการแก้ไขปัญหาความผิดปกติของระบบเพื่อให้นักศึกษาสาขาวิศวกรรมโทรคมนาคมที่ยังเรียนอยู่ในมหาวิทยาลัยและผู้สนใจ สามารถนำไปใช้เป็นแนวทางปฏิบัติในการฝึกงาน สหกิจศึกษา หรือ การประกอบอาชีพได้ในอนาคต

คำสำคัญ : การติดตั้งโครงข่ายสัญญาณโทรศัพท์มือถือ คลื่นความถี่ 900/1800MHz การติดตั้งสถานีฐานโทรศัพท์มือถือภายในอาคาร บริษัทหัวเว่ยเทคโนโลยี

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Cooperative Title	Design and installation cellular network 900/1800 MHz inside the building a case study of a global information communication technology solutions provider
Student name	Chakkrin Chakkrin
Faculty	Engineering
Department	Telecommunication Engineering
Advisor name	Asst. prof. Dr. Montree Kumngern
Mentor name	Nantarat Ruksachai
Position	Project Engineer (IBC)
Company	Huawei Technology Ltd. (Thailand)

ABSTRACT

Due to the knowledge of design and installation of cellular network inside the buildings cannot be succeeded with the campus, thus the destination of this project is sharing the knowledge of design and installation of cellular network inside the buildings that was studied via cooperative education course to younger generation of telecommunication engineering program and every bodies who are interesting. This project will be explained with step-by-step implementation of the network that has been shared the experience from project engineer who has more than 10 years the experience. The project will be explained the process of mobile network implementation from starting to finishing of the process. Also an overall of mobile network connectivity devices inside the building, functions of each device in the network and troubleshoot the malfunction of the system will be explained. This project can be used as a practical guide to internships cooperative education and career in the future for younger generation of telecommunication engineering and reader who are interesting cellular network design.

Keywords: installation of base station, cellular network 900/1800 MHz, inside building base station cellular network, Huawei technology

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กิตติกรรมประกาศ

รายงานฉบับนี้สำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยการให้ความช่วยเหลือแนะนำของ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.มนตรี คำเงิน อาจารย์ที่ปรึกษาสหกิจศึกษาภาควิชาวิศวกรรมโทรคมนาคม และนายนันทรัฐ รักษาชัย วิศวกรที่ปรึกษาตำแหน่งวิศวกรโครงการ บริษัท หัวเว่ย เทคโนโลยี จำกัดที่ได้กรุณาที่ให้คำแนะนำข้อคิดเห็นตรวจสอบและแก้ไขร่างรายงานสหกิจศึกษามาโดยตลอด ผู้เขียนจึงขอกราบขอบพระคุณไว้ ณ โอกาสนี้

ผู้เขียนขอกราบขอบพระคุณ นายสุเมธา หัสกุลณี ที่ให้คำปรึกษาแนะนำในทุก ๆ ด้าน ตลอดจนวิศวกรโครงการในแผนกไอบีซีทุกท่าน และนางสาวชมพูนุช กุลณา เจ้าหน้าที่ฝ่ายทรัพยากรบุคคลบริษัท หัวเว่ย เทคโนโลยี จำกัด รวมถึงเจ้าหน้าที่ฝ่ายกิจการนักศึกษาแผนกสหกิจศึกษา คณะวิศวกรรมศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง ทุกท่านที่ให้ความสะดวกด้านอำนวยการ และประสานงาน ในการทำรายงานสหกิจศึกษาให้ผู้เขียนตลอดมา ตลอดจนค้นคว้าหาข้อมูลในการจัดทำรายงานของผู้เขียนในครั้งนี้ให้สำเร็จลุล่วงไปด้วยดี

ท้ายนี้ผู้เขียนขอน้อมรำลึกถึงอำนาจบารมีของคุณพระศรีรัตนตรัย และสิ่งศักดิ์สิทธิ์ทั้งหลายที่อยู่ในสากลโลก อันเป็นที่พึ่งให้ผู้เขียนมีสติปัญญาในการจัดทำรายงานสหกิจศึกษาให้สำเร็จลุล่วงไปด้วยดี ผู้เขียนขอให้เป็นกตเวทิตาแด่บิดา มารดา ครอบครัวของผู้เขียน ตลอดจนผู้เขียนหนังสือ และบทความต่าง ๆ ที่ให้ความรู้แก่ผู้เขียนสามารถเขียนรายงานฉบับนี้สำเร็จไปได้ด้วยดี

จักริน จันทศิริ
ผู้จัดทำรายงานสหกิจศึกษา

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ

บท **หน้า**

บทคัดย่อภาษาไทย I

บทคัดย่อภาษาอังกฤษ II

กิตติกรรมประกาศ III

สารบัญ IV

สารบัญตาราง V

สารบัญรูป VI

บทที่ 1 บทนำ 1

1.1 ความเป็นมาและความสำคัญ 1

1.2 วัตถุประสงค์ของการศึกษา 4

1.3 ขอบเขตการศึกษา 4

1.4 วิธีการดำเนินโครงการ 4

1.5 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ 4

บทที่ 2 ทฤษฎีและเอกสารที่เกี่ยวข้อง 5

2.1 อุปกรณ์หลักในระบบเครือข่าย LTE1800 และ GSM/UMTS/LTM900 5

2.2 รูปแบบการติดตั้งสถานีเพิ่มระบบเครือข่าย 900&1800 MHzเข้ากับระบบเดิม 13

2.3 โปรแกรมที่ใช้ในการดำเนินโครงการ 21

2.4 ระบบสายอากาศภายในอาคาร 25

2.5 Voltage Sanding Wave Radio 26

บทที่ 3 วิธีการดำเนินโครงการ 28

3.1 เครื่องมือและอุปกรณ์ในการดำเนินโครงการ 28

3.2 โปรมแกรมที่ใช้ในการดำเนินโครงการ 28

3.3 ขั้นตอนการดำเนินโครงการ 28

3.4 การแก้ไขปัญหาและซ่อมบำรุงระบบ 40

บทที่ 4 ผลการดำเนินโครงการ 43

4.1 ผลการสำรวจอาคาร 43

4.2 ผลการออกแบบการติดตั้งอุปกรณ์ 44

4.3 ผลการรื้อถอนและติดตั้งอุปกรณ์ 47

4.4 ผลการทดสอบคุณภาพสัญญาณและการทำงานของอุปกรณ์ 49

4.5 ผลการการแก้ไขปัญหาและซ่อมบำรุงระบบ 54

บทที่ 5 สรุปผลการดำเนินงานและข้อเสนอแนะ 57

5.1 สรุปผลการดำเนินโครงการ 57

5.2 ข้อเสนอแนะ 58

บรรณานุกรม 59

ภาคผนวก 60

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญตาราง

ตารางที่ **หน้า**

1.1 จำนวนและอัตราการว่างงานรายเดือน เปรียบเทียบปี พ.ศ. 2556 – 2559.....1
2.1 รูปแบบการติดตั้งสถานีเพิ่มระบบเครือข่าย 900&1800 MHzเข้ากับระบบเดิม.....13
4.1 ตารางสรุปผลการทดสอบเครือข่ายสัญญาณโทรศัพท์มือถือ GSM/LTE 900MHz.....53

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญภาพ

ภาพที่ **หน้า**

1.1 อัตราการว่างงานรายเดือน เปรียบเทียบปี พ.ศ. 2556 – 2559....2
1.2 เปรียบเทียบจำนวนผู้ว่างงานจำแนกตามการศึกษา....2
2.1 เบสแบนด์ยูนิต....5
2.2 รีโมทเรดิโอยูนิต....6
2.3 ไอพีแลนด์สวิทช์....6
2.4 อุปกรณ์แปลงไฟฟ้ากระแสสลับเป็นไฟฟ้ากระแสตรง....7
2.5 สายซีพีอาร์ไอ....7
2.6 แพทช์ คอร์ด....8
2.7 สายนำสัญญาณ....9
2.8 ยูบีบีพี บอร์ด....9
2.9 เอสเอฟพี....10
2.10 อุปกรณ์รวมสัญญาณ 2 อินพุต....11
2.11 อุปกรณ์รวมสัญญาณ 3 อินพุต....12
2.12 อุปกรณ์แยกสัญญาณ....12
2.13 โปรแกรมAutoCAD 2015....23
2.14 โปรแกรมAzenqos android application....24
2.15 ระบบสายอากาศภายในอาคาร....25
2.16 แสดงการเกิดคลื่นนิ่ง....26
2.17 ขนาดของคลื่นนิ่ง....27
3.1 บล็อกไดอะแกรมกระบวนการดำเนินโครงการ....29
3.2 รายละเอียดการเข้าปฏิบัติงาน....30
3.3 อาคารแสงทองธาณี ทาวน์เวอร์....30
3.4 ออปติครีพีทเตอร์ที่ต้องถอดออก....31
3.5 ตู้อุปกรณ์ขนาด 12 U....32
3.6 กล่อง Optic Distribute Fiber....32
3.7 ซีพีอีแลนสวิทช์....33
3.8 เบสแบนด์ยูนิต 3900....33
3.9 เอซี/ดีซี คอนเวอร์เตอร์....34
3.10 รีโมทเรดิโอยูนิต 3959....34
3.11 การเชื่อมต่อโน๊ตบุ๊คกับบีบียู....35
3.12 โปรแกรม LMT....36
3.13 โปรแกรม LMT....36
3.14 ตั้งค่าพารามิเตอร์....37
3.15 ตัวอย่างการสร้างชุดคำสั่ง Voice call....38
3.16 ตัวอย่างการสร้างชุดคำสั่ง Voice call....38

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญภาพ(ต่อ)

ภาพที่ **หน้า**

3.17 ตัวอย่างการสร้างชุดคำสั่ง Voice call....39
3.18 การทดสอบสัญญาณ....39
3.19 การทดสอบสัญญาณ....40
3.20 แผนผังการใช้งานคลื่นความถี่ภายในอาคาร....40
3.21 Dummy Load....41
3.22 ใช้ dummy load ต่อเข้ากับ RRU850....41
3.23 ใช้ dummy load ต่อเข้ากับ RRU850....42
4.1 พื้นที่ห้องสถานีฐาน....43
4.2 พื้นที่ห้องสถานีฐาน....44
4.3 แผนผังตำแหน่งห้องสถานีฐานในอาคารชั้น1....44
4.4 แบบการติดตั้งอุปกรณ์ด้านหน้า....45
4.5 แบบการติดตั้งอุปกรณ์ด้านข้าง....45
4.6 แบบการติดตั้งอุปกรณ์ด้านบน....46
4.7 แผนการติดตั้งอุปกรณ์เปรียบเทียบจากภาพหน้าสถานีฐาน....46
4.8 ผลการรื้อถอนและติดตั้งตู้อุปกรณ์....47
4.9 ผลการติดตั้งอุปกรณ์เข้าตู้....47
4.10 ผลการติดตั้งตู้ Optic Distribute Fiber....48
4.11 ผลการติดตั้ง AC/DC converter....48
4.12 ผลการติดตั้งโดยรวมทั้งสถานี....49
4.13 ทดสอบการโทร GSM....49
4.14 ทดสอบการส่ง SMS....50
4.15 ทดสอบความเร็ว GSM....50
4.16 ทดสอบความเร็ว LTE....51
4.17 ทดสอบการโทรบนอินเทอร์เน็ต (VoLTE)....51
4.18 ทดสอบการผลัดเปลี่ยนสัญญาณ....52
4.19 ทดสอบการจับสัญญาณ....52
4.20 ผลเก็บค่าRTWP 850MHz ก่อนทำการแก้ไข....54
4.21 ผลเก็บค่าRTWP 900MHz ก่อนทำการแก้ไข....54
4.22 ผลการเก็บค่าRTWPหลังจากปิดการใช้งาน(Block)คลื่น900MHz (On air 850MHz)....55
4.23 ผลการเก็บค่า RTWP หลังจากปิดการใช้งาน คลื่น 850 MHz (On air 900MHz)....55
4.24 ผลการเก็บค่าRTWPของ850MHzหลังอุปกรณ์รวมสัญญาณ....56
4.25 ผลการเก็บค่า RTWP ของ 900 MHz หลังอุปกรณ์รวมสัญญาณ....56

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่1
บทนำ

1.1 ความเป็นมาและความสำคัญ

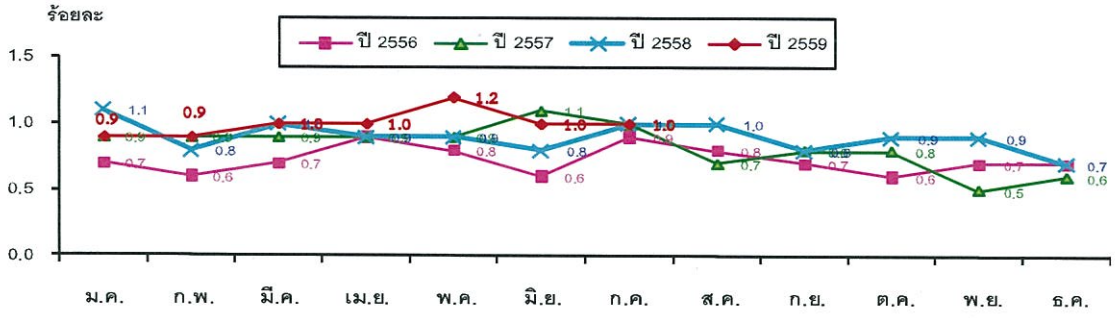
จากข้อมูลการสำรวจสภาวะการว่างงานของประชากรในประเทศไทย โดยสำนักงานสถิติแห่งชาติ ในช่วง 5 ปีที่ผ่านมา (ปี พ.ศ. 2554-2558) พบว่าอัตราการว่างงานมีแนวโน้มเพิ่มสูงขึ้นทุกปี สำหรับเดือนกรกฎาคม 2559 สำนักงานสถิติแห่งชาติรายงานผลการสำรวจสภาวะการทำงานของประชากรภายในประเทศพบว่า อัตราการว่างงานอยู่ที่ร้อยละ 1.01 เท่ากับเดือนที่ผ่านมา แต่อย่างไรก็ตามเมื่อพิจารณาในรายละเอียดของผู้ว่างงานพบว่า ผู้ว่างงานที่มาจากภาคการผลิตเพิ่มขึ้นจากเดือนก่อนมากที่สุด จำนวน 24,530 คน หรือคิดเป็นร้อยละ 38.16 เป็นผลจากการปรับลดกำลังการผลิตของภาคอุตสาหกรรม ประกอบกับการลงทุนของภาคเอกชนยังคงชะลอตัวและการอุปโภคบริโภคของภาคเอกชนยังไม่ฟื้นตัว [1]

ตารางที่ 1.1 จำนวนและอัตราการว่างงานรายเดือน เปรียบเทียบปี พ.ศ. 2556 – 2559 [1]

หน่วย:แสนคน/อัตราร้อยละ

ปี		ม.ค.	ก.พ.	มี.ค.	เม.ย.	พ.ค.	มิ.ย.	ก.ค.	ส.ค.	ก.ย.	ต.ค.	พ.ย.	ธ.ค.	เฉลี่ยทั้งปี
2556	แสนคน	2.8	2.4	2.8	3.3	3.0	2.3	3.6	3.2	2.7	2.4	2.7	2.6	2.8
	ร้อยละ	0.7	0.6	0.7	0.9	0.8	0.6	0.9	0.8	0.7	0.6	0.7	0.7	0.7
2557	แสนคน	3.6	3.3	3.4	3.4	3.6	4.5	3.8	2.9	3.1	2.9	2.1	2.2	3.2
	ร้อยละ	0.9	0.9	0.9	0.9	0.9	1.1	1.0	0.7	0.8	0.8	0.5	0.6	0.8
2558	แสนคน	4.0	3.2	3.8	3.2	3.5	3.2	3.9	3.8	3.0	3.3	3.5	2.6	3.4
	ร้อยละ	1.1	0.8	1.0	0.9	0.9	0.8	1.0	1.0	0.8	0.9	0.9	0.7	0.9
2559	แสนคน	3.4	3.4	4.0	3.9	4.5	3.9	3.9						3.9
	ร้อยละ	0.9	0.9	1.0	1.0	1.2	1.0	1.0						1.0

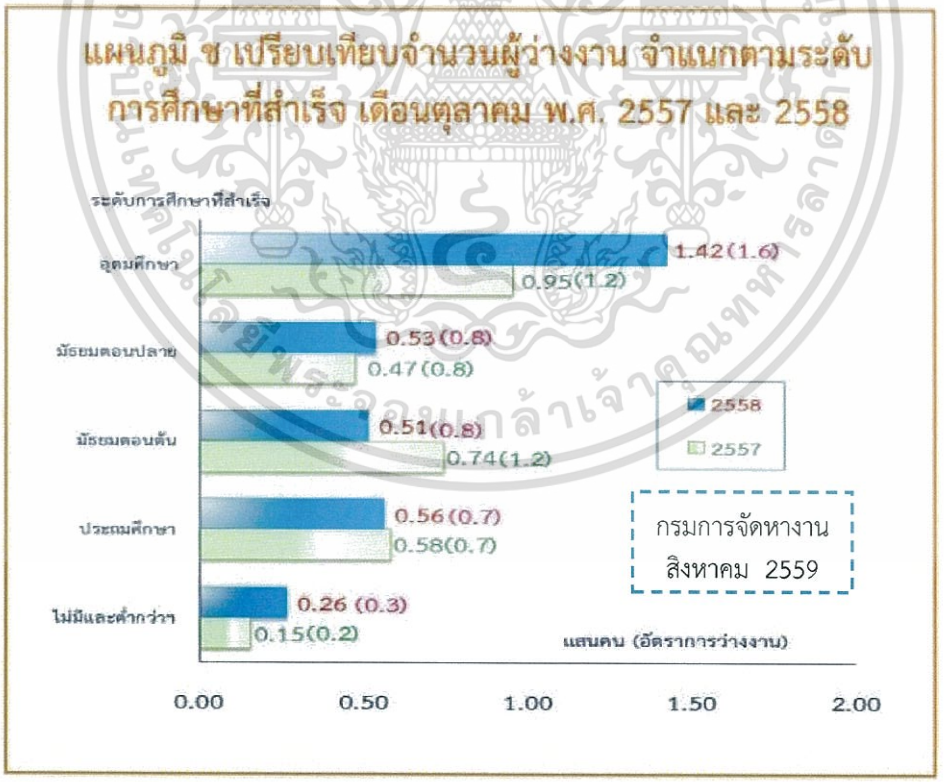
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



กรมการจัดหางาน
สิงหาคม 2559

รูปที่ 1.1 อัตราการว่างงานรายเดือน เปรียบเทียบปี พ.ศ. 2556 – 2559 [1]

นอกจากแนวโน้มการว่างงานโดยรวมระดับประเทศที่สูงขึ้นแล้ว ในส่วนแนวโน้มการว่างงานของปริญญาตรีจบใหม่มีทิศทางที่เพิ่มมากขึ้นเช่นกัน รายงานข่าวจากสำนักงานสถิติแห่งชาติ (สสช.) เปิดเผยผลสำรวจสภาวการณ์ทำงานของประชากร พบว่า เดือน ต.ค. 2558 มีจำนวนผู้ว่างงานอยู่ 328,000 คน หรือคิดเป็นอัตราการว่างงาน 0.9% และเมื่อเปรียบเทียบกับช่วงเวลาเดียวกันปีก่อนเพิ่มขึ้น 39,000 คน จาก 289,000 คน เพิ่มขึ้นจาก 28,000 คนจากเดือน ก.ย. 2558 [1]



รูปที่ 1.2 เปรียบเทียบจำนวนผู้ว่างงานจำแนกตามการศึกษา [1]

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ระดับการศึกษาที่สำเร็จของผู้ว่างงานในเดือนตุลาคม พ.ศ. 2558 พบว่า ผู้ว่างงานที่สำเร็จการศึกษาในระดับอุดมศึกษา 1.42 แสนคน (อัตราการว่างงานร้อยละ 1.6) รองลงมาเป็นระดับประถมศึกษา 5.6 หมื่นคน (ร้อยละ 0.7)ระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย 5.3 หมื่นคน (ร้อยละ 0.8) ระดับมัธยมศึกษาตอนต้น 5.1 หมื่นคน (ร้อยละ 0.8) และผู้ ที่ไม่มีการศึกษาและต่ำกว่าประถมศึกษา 2.6 หมื่นคน (ร้อยละ 0.3)เมื่อเปรียบเทียบกับช่วงเวลาเดียวกันของปี 2557 พบว่าจำนวนผู้ว่างงานในระดับมัธยมศึกษาตอนต้นลดลง 2.3 หมื่นคน และระดับประถมศึกษา 2 พันคน ส่วนที่เพิ่มขึ้นคือระดับอุดมศึกษา 4.7 หมื่นคน ผู้ที่ไม่มีการศึกษาและต่ำกว่าประถมศึกษา 1.1 หมื่นคน และระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย 6 พันคน [1]

การเปลี่ยนแปลงอีกอย่างหนึ่งที่ทำให้นักศึกษาปริญญาตรีจบใหม่มีแนวโน้มว่างงานเพิ่มสูงขึ้นเกิดจากผู้ประกอบการมีความต้องการแรงงานที่มีทักษะการทำงานเพิ่มสูงขึ้น นายพงษ์เดช ศรีวชิรประดิษฐ์ รองประธานสถาบันเสริมสร้างขีดความสามารถมนุษย์ สภาอุตสาหกรรมแห่งประเทศไทย (ส.อ.ท.) เปิดเผยว่าผลสำรวจค่าจ้างและสวัสดิการ ปี 2558/2559 จากจำนวนสถานประกอบการทั้งหมด 110 แห่งใน 11 กลุ่มอุตสาหกรรม พบว่าอัตราการจ่ายค่าจ้างขั้นต้นโดยเฉลี่ยของวุฒิปวช. อยู่ที่ 10,120 บาท ,ปวส. 11,383 บาท ปริญญาตรี 15,491 บาท ปริญญาโท 21,047 บาท และปริญญาเอก 35,985 บาท หากเปรียบเทียบอัตราค่าจ้างขั้นต้น สำหรับผู้ไม่มีประสบการณ์ระหว่างปี 2558 กับปี 2557 จะพบว่า วุฒิปริญญาตรีมีการเปลี่ยนแปลงค่าจ้างเฉลี่ยเพิ่มขึ้นสูงสุดที่ 9.49% แต่ถ้าเปรียบเทียบค่าจ้างเฉลี่ยในระยะเวลา 7 ปีที่ผ่านมา (พ.ศ.2552 -2558) พบว่า วุฒิ ปวช. มีการเปลี่ยนแปลงค่าจ้างเพิ่มขึ้นสูงสุด 57.85% อย่างไรก็ตามจากตัวเลขดังกล่าว แสดงถึงแนวโน้มในอนาคตที่ค่าจ้างในวุฒิ ปวช. และ ปวส. จะอยู่ในระดับที่สูงกว่าวุฒิปริญญาตรี เนื่องจากทิศทางของตลาดแรงงานที่กำลังเปลี่ยนไป ทำให้ความต้องการแรงงานที่มีทักษะและประสบการณ์ในตลาดแรงงานมีสูงกว่า ซึ่งผู้ปรกอบการจะเน้นรับคนเข้าทำงานโดยดูจากทักษะ และความสามารถมากกว่าที่จะดูเพียงแค่ใบปริญญา หรือระดับการศึกษาเพียงอย่างเดียว ทำให้ในอนาคตแรงงานที่จบการศึกษาจากปริญญาตรีอาจประสบปัญหาตกงานได้ [1]

เมื่อมีการเปลี่ยนแปลงความต้องการของผู้ประกอบการ เราจึงต้องเปลี่ยนแปลงตัวเองเพื่อตอบสนองความต้องการของตลาดแรงงาน เนื่องจากวัฒนธรรมการเรียนของบ้านเรา เป็นการเรียนเพื่ออยากเอาวุฒิไปหางานดี เงินเดือนสูง ซึ่งผู้ประกอบการไม่ได้คิดเช่นนั้น หากแต่ต้องการคนที่มีความรู้ความสามารถ มีความรับผิดชอบ ที่สามารถทำงานสร้างมูลค่าให้กับกิจการได้ ดังนั้นความคาดหวังของผู้ประกอบการ คือ ถ้าจบปริญญาตรี ควรจะต้องมีความสามารถพิเศษเพิ่มเติม เช่น สื่อสารภาษาอังกฤษได้ดี สามารถวิเคราะห์วางแผนเชิงระบบและวางกลยุทธได้ สามารถทำงานร่วมกับผู้อื่นได้ดี รวมถึงความสามารถในวิชาชีพที่ตนสำเร็จการศึกษามาได้อย่างดี แต่ถ้าคิดเพียงว่าเรียนเพื่อเอาแค่วุฒิปริญญา ขอแค่ให้จบออกมา แล้วไปหางานทำ ถ้าคิดอย่างนี้ก็สวนทางกับความต้องการของผู้ประกอบการ

โดยหลักสูตรของคณะวิศวกรรมศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบังเปิดโอกาสให้นักศึกษาได้มีทางเลือกในการเรียนรู้และหาประสบการณ์จากการปฏิบัติงานจริงในวิชาสหกิจศึกษา เพื่อนักศึกษามีการพัฒนาตัวเองให้รักการเรียนรู้ สามารถศึกษาค้นคว้าได้ด้วยตัวเอง มีความรับผิดชอบ เข้าใจหน้าที่ของตนเอง ค้นคว้าหาประสบการณ์ในสายงานที่ตัวเองเรียนและที่ตัวเองสนใจ เพื่อให้เกิดทักษะการทำงาน ส่งผลให้มีโอกาสได้ที่ทำงานในอนาคต

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากเหตุผลดังกล่าวข้างต้น ผู้วิจัยจึงจัดทำรายงานเรื่องการออกแบบและติดตั้งโครงข่ายสัญญาณโทรศัพท์มือถือภายในอาคาร โดยนำเอาความรู้จากการปฏิบัติงานจริงมาสรุปและเขียนอธิบายขั้นการดำเนินโครงการ เพื่อให้ผู้สนใจได้นำความรู้เรื่องการออกแบบและติดตั้งโครงข่ายโทรศัพท์ภายในอาคารไปปรับใช้ในการทำงานได้ในอนาคต

1.2 วัตถุประสงค์ของการศึกษา

1.2.1. เพื่อเพิ่มอัตราการได้งานของนักศึกษาปริญญาตรีจบใหม่

1.2.2. เพื่อชี้ให้เห็นถึงความสำคัญของการเรียนรู้ทั้งทางทฤษฎีในสถาบันและการลงปฏิบัติหน้างานจริง

1.2.3. เพื่อกระตุ้นให้นักศึกษาเกิดการเรียนรู้และค้นคว้าด้วยตัวเองมากขึ้น

1.2.4. เพื่อนักศึกษาเข้าใจกระบวนการทำงานของวิศวกรโครงการ

1.3 ขอบเขตของการศึกษา

การศึกษานี้เป็นการศึกษากระบวนการทำงานของวิศวกรโครงการในการออกแบบและติดตั้งโครงข่ายสัญญาณโทรศัพท์มือถือภายในอาคารที่คลื่นความถี่ 900/1800 MHz สำหรับบริษัท ทรูคอร์เปอร์เรชั่น จำกัด (มหาชน) ในกรณีศึกษาของบริษัท หัวเว่ย เทคโนโลยี จำกัด โดยข้อมูลที่ใช้ในการศึกษาจะใช้ตั้งแต่เดือนกรกฎาคม พ.ศ. 2559 ถึง เดือนพฤศจิกายน พ.ศ. 2559

1.4 วิธีการดำเนินโครงการ

ออกปฏิบัติงานนอกสถานที่ที่ได้รับมอบหมายร่วมกับวิศวกรโครงการ ลงมือปฏิบัติงาน เรียนรู้และสอบถามกระบวนทำงานต่างๆ ของโครงการที่ได้รับมอบหมายจากวิศวกร จากนั้นสรุปเป็นภาพรวมและอธิบายเป็นหัวข้อย่อยลงในเนื้องานที่ดำเนินในแต่ละโครงการที่ได้รับมอบหมาย

1.5 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1.5.1. เพิ่มโอกาสการรับเข้าทำงานของนักศึกษาปริญญาตรีจบใหม่

1.5.2. นักศึกษาปริญญาตรีเห็นถึงความสำคัญของการเรียนรู้ทั้งในห้องเรียนและนอกห้องเรียน

1.5.3. เข้าใจกระบวนการทำงานของวิศวกรโครงการ

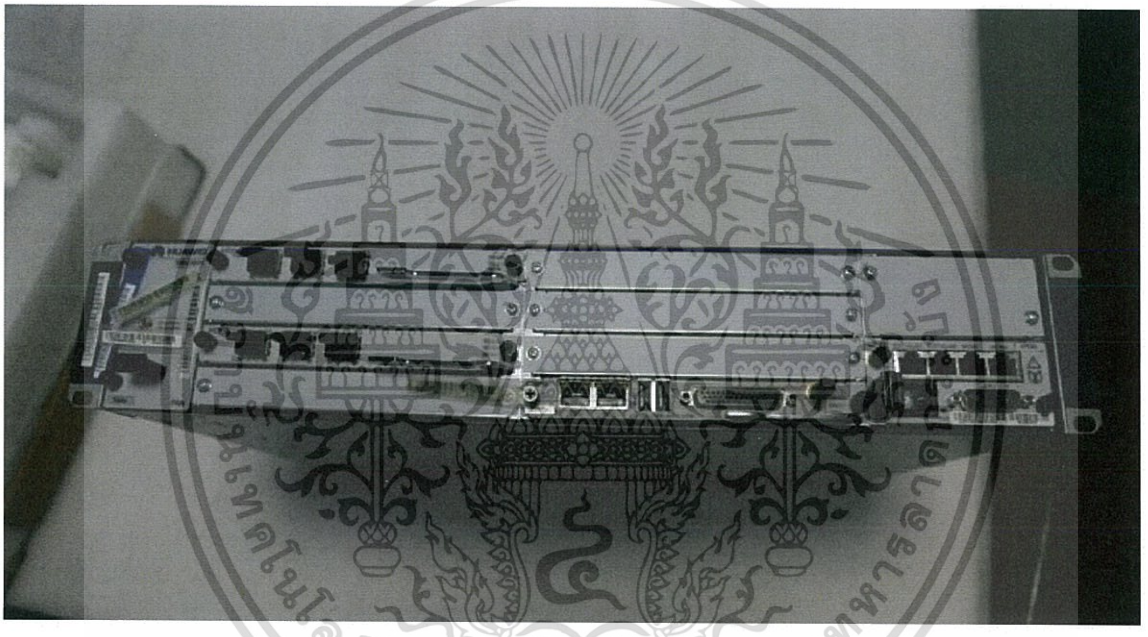
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 2
ทฤษฎีและเอกสารที่เกี่ยวข้อง

2.1 อุปกรณ์หลักในระบบเครือข่าย LTE1800 และ GSM/UMTS/LTM900

2.1.1 เบสแบนด์ยูนิต

เบสแบนด์ยูนิต (Baseband Unit) หรือเรียกสั้นๆว่า BBU ทำหน้าที่ในการประมวลผลการรับ-ส่งสัญญาณและควบคุมการทำงานของรีโมทเรดิโอยูนิต (Remote Radio Unit) และไอพีแลนสวิทช์ (IP LAN Switch) ทำให้การสื่อสารระหว่างผู้ใช้งานกับชุมสายเป็นไปอย่างสมบูรณ์ โดยเบสแบนด์ยูนิตจะอยู่ตรงกลางระหว่างรีโมทเรดิโอยูนิตและไอพีแลนสวิทช์เชื่อมต่อกันผ่านใยแก้วนำแสง และBBU 1 ตัวสามารถควบคุมRRUได้ 6 ตัว

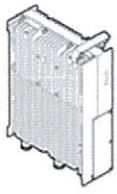
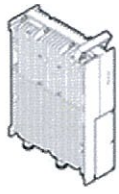


รูปที่ 2.1 เบสแบนด์ยูนิต [3]

2.1.2 รีโมทเรดิโอยูนิต

รีโมทเรดิโอยูนิต (Remote Radio Unit) หรือเรียกสั้นๆว่า RRU มีหน้าที่แปลงสัญญาณแสงจากเบสแบนด์ยูนิตที่ส่งมาทางเส้นใยแก้วนำแสงแปลงเป็นความถี่วิทยุที่ความถี่มือถือ 850MHz หรือ 900MHz หรือ 1800MHz หรือ 2100MHz แล้วส่งสัญญาณผ่านสายอากาศ ไปยังเครื่องโทรศัพท์มือถือผู้ใช้งาน และรับสัญญาณจากเครื่องโทรศัพท์ส่งกลับไปที่เบสแบนด์ยูนิตส่งต่อให้ไอพีแลนสวิทช์กลับไปยังชุมสาย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Band	850	900	1800&2100	2100
Image				
Type	RRU3804	RRU3959	RRU3962	RRU3838
Tx and Rx Channels	1T2R	2T2R	2T2R	2T2R
Output Power	1 x 60W	2 x 60 W	2 x 60 W	2 x 40 W
Config Mode	UO	GUL	UL	UL

รูปที่ 2.2 รีโมทเรดิโอยูนิต [2]

2.1.3 ไอพีแลนด์สวิทช์

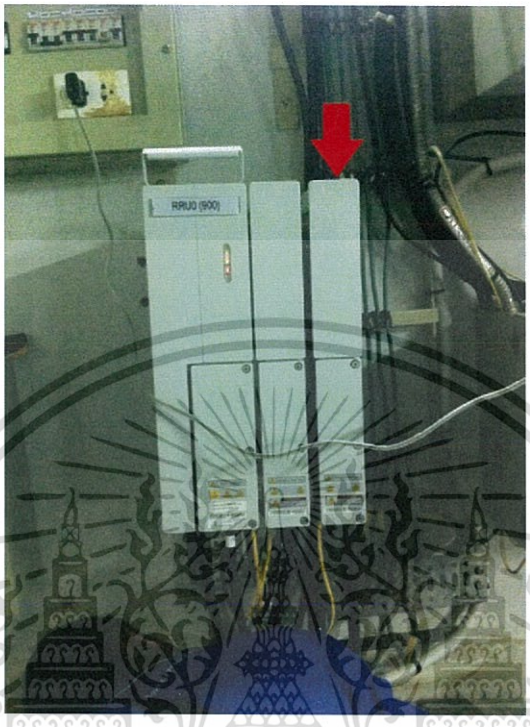
ไอพีแลนด์สวิทช์ (IP LAN Switch) เป็นอุปกรณ์ที่ทำหน้าที่เหมือนกับสวิทช์ในโครงข่ายอินเทอร์เน็ตโดยจะส่งข้อมูลเป็นชุด (Package) จากต้นทางไปยังปลายทางตามหมายเลขไอพีแอดเดรส (IP Address) เมื่อผู้ใช้งานมีการเคลื่อนที่ไปจับกับโครงข่ายใหม่ก็จะมีการขอไอพีแอดเดรสใหม่ตามโปรโตคอล TCP/IP

รูปที่ 2.3 ไอพีแลนด์สวิทช์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.1.4 อุปกรณ์แปลงไฟฟ้ากระแสสลับเป็นไฟฟ้ากระแสตรง

อุปกรณ์แปลงไฟฟ้ากระแสสลับเป็นไฟฟ้ากระแสตรง (AC/DC converter module) เป็นอุปกรณ์แปลงไฟฟ้าจากกระแสสลับเป็นไฟฟ้ากระแสตรง เพราะเนื่องจากอุปกรณ์ในตู้สถานีฐานใช้ไฟฟ้ากระแสตรง



รูปที่ 2.4 อุปกรณ์แปลงไฟฟ้ากระแสสลับเป็นไฟฟ้ากระแสตรง

2.1.5 ซีพีอาร์ไอ

ซีพีอาร์ไอ (Common Public Radio Interface: CPRI) เป็นสายใยแก้วนำแสงที่มีความยืดหยุ่นสูง โค้งงอได้ใช้เชื่อมต่อระหว่างเบสแบนด์ยูนิตกับรีโมทเรดิโอยูนิต

รูปที่ 2.5 สายซีพีอาร์ไอ [4]

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.1.6 แพทช์ คอร์ด

แพทช์ คอร์ด (Patch cord) เป็นแก้วหรือพลาสติกคุณภาพสูง ยืดหยุ่นโค้งงอได้ เส้นผ่านศูนย์กลางเพียง 8-10 ไมครอน (10 ไมครอน = 10 ในล้านส่วนของเมตร =10x10E-6=0.00001 เมตร = 0.01 มม.) เล็กกว่าเส้นผมที่มีขนาด 40-120 ไมครอน, กระดาษ 100 ไมครอน ใยแก้วนำแสงทำหน้าที่เป็นตัวกลางในการส่งแสงจากด้านหนึ่งไปอีกด้านหนึ่ง ด้วยความเร็วเกือบเท่าแสง เมื่อนำมาใช้ในการสื่อสารโทรคมนาคมทำให้สามารถส่ง-รับข้อมูลได้เร็วมาก ได้ระยะทางได้เกิน 100 กม.ในหนึ่งช่วง และเนื่องจากแสงเป็นตัวนำส่งข้อมูล ทำให้สัญญาณแม่เหล็กไฟฟ้าภายนอก ไม่สามารถรบกวนความชัดเจนของข้อมูลได้ ใยแก้วนำแสงจึงถูกนำมาใช้แทนตัวกลางอื่นๆในการส่งข้อมูล อีกทั้งยังเป็นเส้นใยขนาดเล็กที่ทำหน้าที่เป็นตัวนำแสง โครงสร้างของเส้นใยแสงประกอบด้วยส่วนที่แสงเดินทางผ่านเรียกว่า CORE และส่วนที่หุ้มCORE อยู่เรียกว่า CLAD ทั้ง CORE และ CLAD เป็นDIELECTRIC ใส 2 ชนิด (DIELECTRIC หมายถึงสารที่ไม่เป็นตัวนำไฟฟ้า เช่น แก้ว พลาสติก) โดยการทำให้ค่าดัชนีการหักเหของ CLAD มีค่าน้อยกว่าค่าดัชนีการหักเหของCOER เล็กน้อยประมาณ 0.2 ~3% และอาศัยปรากฏการณ์สะท้อนกลับหมดของแสง สามารถทำให้แสงที่ป้อนเข้าไปใน CORE เดินทางไปได้นอกจากนั้นเนื่องกล่าวกันว่าเส้นใยแสงมีขนาดเล็กมากขนาดเท่าเส้นผมนั้นหมายถึง ขนาดของเส้นผ่าศูนย์กลางด้านนอกของ CLAD ซึ่งมีขนาดประมาณ 0.1 ม.ม. ส่วน CORE ที่แสงเดินทางผ่าน นั้นมีขนาดเล็กลงไปอีกคือประมาณหลาย um ~ หลายสิบ um (1 um=10-3mm) ซึ่งมีค่าหลายเท่าของความยาวคลื่นของแสงที่ใช้งาน ค่าต่างๆ เหล่านี้เป็นค่าที่กำหนดขึ้นจากคุณสมบัติการส่งและคุณสมบัติทางเมคานิกส์ที่ต้องการ เส้นใยแสงนอกจากมีคุณสมบัติการส่งดีเยี่ยมแล้วยังมีลักษณะเด่นอย่างอื่นอีกเช่น ขนาดเล็กน้ำหนักเบาอีกด้วย

รูปที่ 2.6 แพทช์ คอร์ด [5]

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

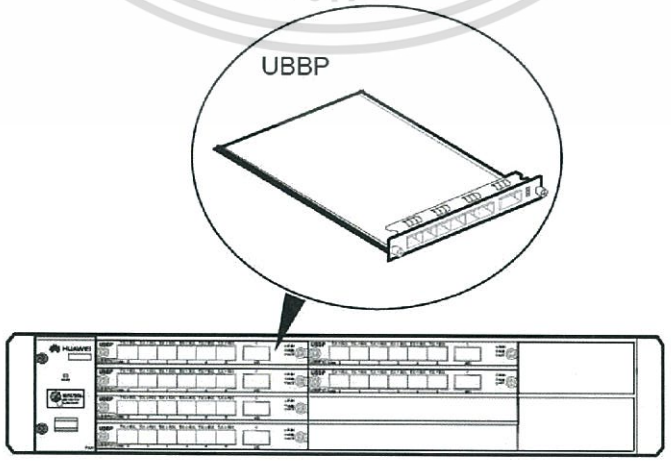
2.1.7 สายนำสัญญาณ

สายนำสัญญาณ (Jumper cable) ในการสื่อสารโทรคมนาคมจะใช้เป็นสายนำสัญญาณคลื่นความถี่วิทยุจากเครื่องรีโมทเรดิโอยูนิตส่งไปยังสายอากาศ

รูปที่ 2.7 สายนำสัญญาณ

2.1.8 ยูบีบีพี บอร์ด

ยูบีบีพี บอร์ด (Universal Baseband Processing (UBBP) board) ยูบีบีพี บอร์ด เป็นบอร์ดที่ใช้ใส่ในเครื่องเบสแบนด์ยูนิต เพื่อเป็นหน่วยประมวลผลการทำงานต่างๆที่ความถี่เบสแบนด์ โดยมีหน้าที่หลักคือทำให้เบสแบนด์ยูนิตสามารถทำงานในโหมดที่แตกต่างกันได้หลายโหมดพร้อมกัน และควบคุมการส่งสัญญาณอัพโหลด ดาวน์โหลด ระหว่างโทรศัพท์มือถือกับชุมสาย ยูบีบีพีบอร์ด สามารถตั้งค่าให้ใช้งานได้ทั้ง BBU3900 และ BBU3910เพื่อความสะดวกเมื่อมีการอัพเดทอุปกรณ์รุ่นใหม่อาจทำการเปลี่ยนเพียงแค่ยูบีบีพีบอร์ด



รูปที่ 2.8 ยูบีบีพี บอร์ด [6]

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.1.9 SFP

ส่วนใหญ่แล้ว Switch รุ่นใหม่ จะใช้ ตัว Module Gigabit แบบนี้เพราะเล็กกว่าและกินไฟน้อยกว่าด้วยพูดง่าย ๆ ต่างกันที่รูปร่างและขนาดซึ่ง SFP (Small Form-factor Pluggable) ก็คือ mini-GBIC นั่นเองลักษณะการทำงานและมาตรฐานเหมือนกันเช่น SFP 1000BASE-SX, SFP 1000BASE-LX, SFP 1000BASE-LH

รูปที่ 2.9 เอสเอฟพี [7]

โดยปกติแล้วสายนำสัญญาณต่างๆ จะต้องมีรูปแบบหรือมาตรฐานการเข้าหัวสาย สาย Fiber Optic ก็เช่นกันจะมีการเข้าหัวหลายรูปแบบ แล้วจึงจะนำมาเสียบต่อเข้ากับ SFP Transceiver จากนั้นค่อยเสียบ SFP เข้ากับ Switch ที่มี Port SFP อีกที ซึ่ง Switch รุ่นใหม่ๆ ปัจจุบันนี้จะใช้ SFP แทน GBIC หมดแล้ว

2.1.9.1 การเข้าหัวสายแบบต่างๆ

การเข้าหัวสายแบบต่างๆ มีดังนี้

1. การเข้าหัวสาย Fiber Optic แบบ FC การเข้าหัวสายแบบนี้นิยมใช้กับงานด้าน การสื่อสารทางโทรคมนาคม เพราะมีการเชื่อมต่อที่แน่นหนา

2. การเข้าหัวสาย Fiber Optic แบบ ST การเข้าหัวสายแบบนี้ได้นำมาใช้ในงานด้านคอมพิวเตอร์อย่างแพร่หลายในช่วงก่อนหน้านี้ ใช้กับการเชื่อมต่อกับ Module แบบ GBIC ซึ่งมีการสูญเสียน้อยปัจจุบันกำลัง นิยมน้อยลง

3. การเข้าหัวสาย Fiber Optic แบบ LC การเข้าหัวสายแบบนี้เป็นที่นิยมมากในปัจจุบันใช้เชื่อมต่อกับ Module แบบ mini-GBIC หรือ SFP (Small form factor pluggable) กำลังจะมาแทนการเข้าหัวสาย Fiber Optic แบบ ST เนื่องจากมีขนาดที่เล็กกว่า ประมาณครึ่งหนึ่งของ GBIC มีการสูญเสียที่น้อยมากและกินไฟน้อยกว่าหัวเชื่อมต่อที่เรียกว่าหัว LC เพื่อเสียบเข้ากับ SFP โดยทั่วไปจะมี 2 หัวคือ TX กับ RX

2.1.9.2 ระยะทางที่ SFP แบบต่างๆ

ระยะทางที่ SFP แบบต่างๆ สามารถเชื่อมต่อได้ สายสัญญาณการเชื่อมต่อแบบ Fiber Optic นั้น ถ้าแบ่งตามการเดินทางของแสงจะแบ่งได้ 2 ชนิด คือ

1. ชนิด Single Mode อันนี้มีแนวของลำแสงอยู่ในแนวเดียว เรียกว่า Single Mode Fiber Optic (SMF) ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางของแกน ประมาณ 5-10 และ Cladding 125 ไมครอน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2. ชนิด Multi-Mode Fiber อันนี้มีแนวของลำแสงอยู่เป็นจำนวนมาก เราเรียกว่า Multi-Mode Fiber Optic (MMF) ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางของแกน ประมาณ 50 และ 62.5 และ Cladding 125 ไมครอน

2.1.9.3 การเลือกใช้ Fiber Optic

การเลือกใช้'ko Fiber Optic ให้เหมาะสมกับชนิดและระยะทางดังต่อไปนี้

1. SFP 1000BASE-SX ใช้ได้กับ Fiber optic ชนิด Multi-mode (GLC-SX-MM) จะใช้งานได้ดีที่ระยะทาง 220-550 เมตร

2. SFP 1000BASE-LX หากใช้กับ Fiber optic ชนิด Multi-mode (GLC-LX-MM) จะใช้งานได้ดีที่ ระยะทาง 550 เมตร

3. SFP 1000BASE-LX หากใช้กับ Fiber optic ชนิด Single mode (GLC-LX-SM) จะใช้งานได้ดีที่ ระยะทาง 5 กิโลเมตร

4. SFP 1000BASE-LH หากใช้กับ Fiber optic ชนิด Single mode (GLC-LH-SM) จะใช้งานได้ดีที่ ระยะทาง 5 กิโลเมตร

5. SFP 1000BASE-LX10 ใช้กับ Fiber optic ชนิด Single mode (GLC-LX10-SM) จะใช้งานได้ดีที่ ระยะทาง 10 กิโลเมตร

6. SFP 1000BASE-ZX ใช้กับ Fiber optic ชนิด Single mode (GLC-ZX-SM) จะใช้งานได้ดีที่ระยะทาง 70 กิโลเมตร

2.1.10 อุปกรณ์รวมสัญญาณ 2 อินพุต

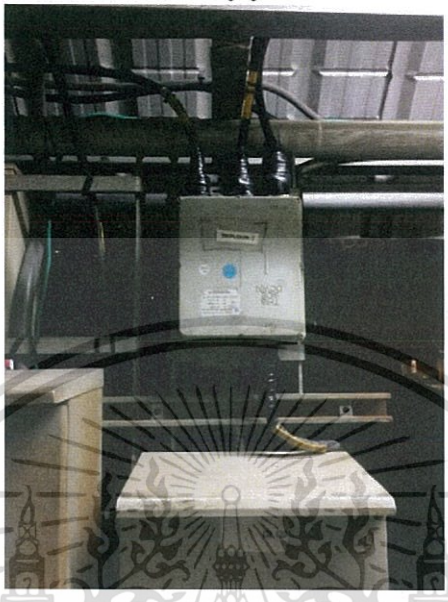
อุปกรณ์รวมสัญญาณ 2 อินพุต (Diplexer) เป็นอุปกรณ์ทำหน้าที่รวมสัญญาณ 2 สัญญาณที่ความถี่แตกต่างกันแล้วส่งสัญญาณออกไปในสายนำสัญญาณเส้นเดียวกัน

รูปที่ 2.10 อุปกรณ์รวมสัญญาณ 2 อินพุต

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.1.11 อุปกรณ์รวมสัญญาณ 3 อินพุต

อุปกรณ์รวมสัญญาณ 3 อินพุต (Triplexer) เป็นอุปกรณ์ทำหน้าที่รวมสัญญาณ 3 สัญญาณที่ความถี่แตกต่างกันแล้วส่งสัญญาณออกไปในสายนำสัญญาณเส้นเดียวกัน



รูปที่ 2.11 อุปกรณ์รวมสัญญาณ 3 อินพุต

2.1.12 อุปกรณ์แยกสัญญาณ (Splitter)

อุปกรณ์แยกสัญญาณ (Splitter) เป็นอุปกรณ์ทำหน้าที่แยกสัญญาณแบ่งออกเป็น 2 ทาง ซึ่งทำหน้าที่ตรงข้ามกับไดเพล็กเซอร์

รูปที่ 2.12 อุปกรณ์แยกสัญญาณ [8]

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.2 รูปแบบการติดตั้งสถานีเพิ่มระบบเครือข่าย 900&1800 MHzเข้ากับระบบเดิม

ตารางที่ 2.1 รูปแบบการติดตั้งสถานีเพิ่มระบบเครือข่าย 900&1800 MHzเข้ากับระบบเดิม [2]

Add	Scenari	Technology
Add 900 MHz	S1	850 >> 850+**900**
	S2	2100 >> 2100+**900**
	S3	850+2100 >> 850+2100+**900**
	S4	G1800+850 >> G1800+850+**900**
	S5	G1800+850+2100 >> G1800+850+2100+**900**
Add 900 & 1800 MHz	S6	2100 >> 2100+**1800+900**
	S7	850+2100 >> 850+2100+**1800+900**
	S8	G1800+850+2100 >> 850+2100+**1800+900**

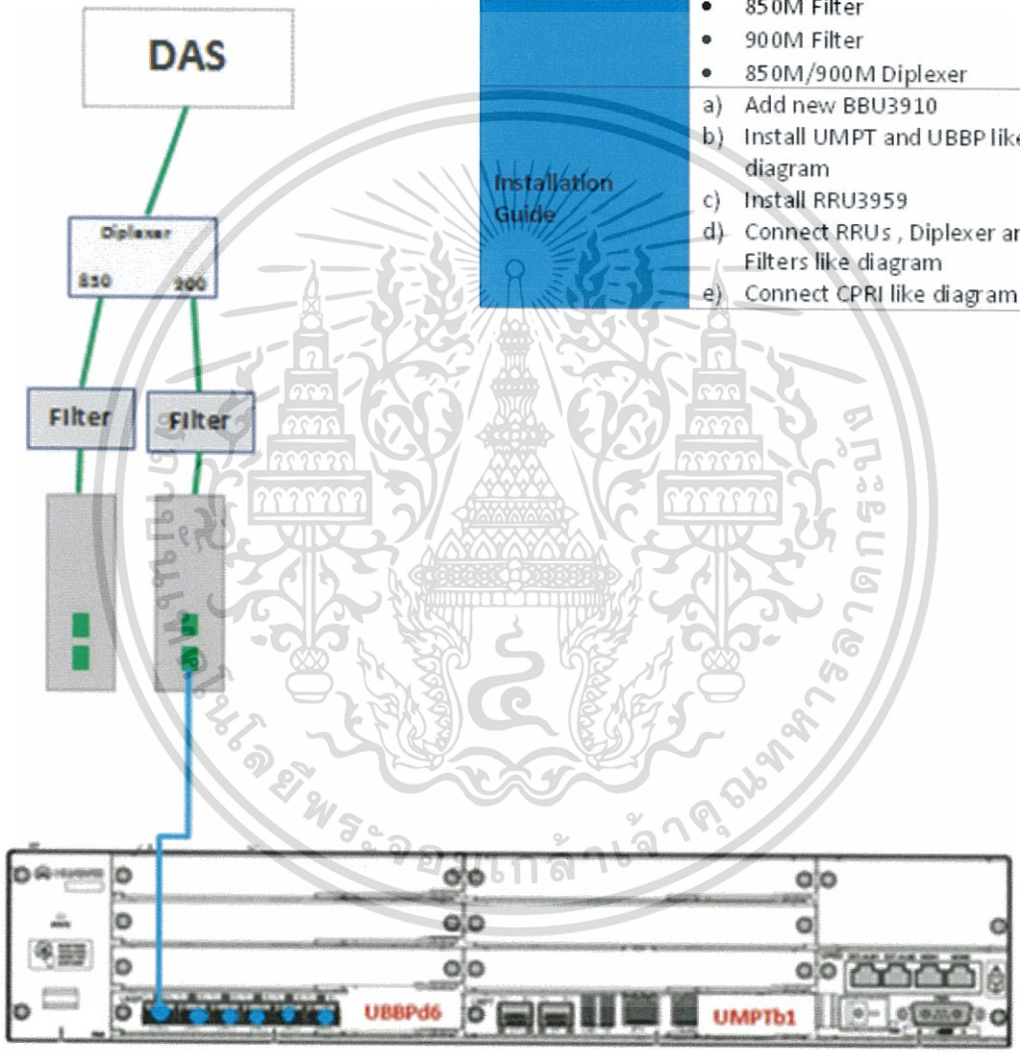
เครือข่ายหลักเดิมคือ 850MHz และ 2100MHz จะแยกตู้สถานีฐานคนละตู้ ดังนั้นในการเพิ่มคลื่นความถี่ 900MHz หรือ 1800MHZ จะเพิ่มลงในตู้สถานีฐานของ 2100MHz ก่อนเสมอ(ถ้ามี) ยกเว้นกรณีที่หน้าสถานีฐานไม่มีตู้สถานีฐาน 2100MHz จึงกำหนดให้เพิ่มอุปกรณ์ลงในตู้ 850MHz ได้เช่น กรณี Scenario1 แต่ในบาง Scenario เมื่อใช้สายอากาศต่างประเภทกันจะทำให้เกิด Scenario ย่อยเนื่องจากความแตกต่างของคลื่นความถี่ทำให้สายอากาศต้องรองรับย่านความถี่ที่ใช้งานต่างกัน [2]

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.2.1 แผนภาพการติดตั้งระบบเครือข่าย

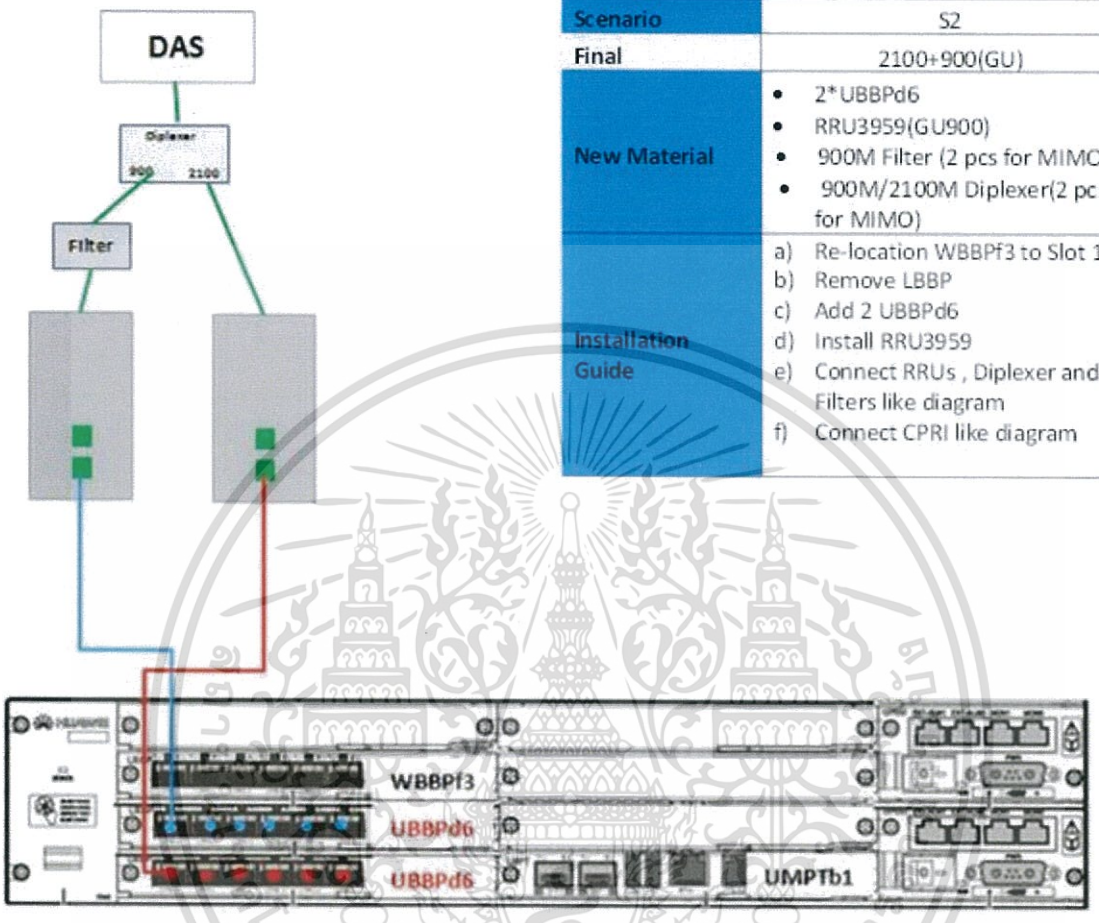
Scenario1 สถานีฐานเดิมมีคลื่นความถี่ 850MHz แต่จะทำการเพิ่มจีเอสเอ็ม (GSM) และยูเอ็มทีเอส (UMTS) ความถี่ 900MHz [2]

Existing	850
Scenario	S1
Final	850+900
New Material	• BBU3910 • 1*UBBPd6 • RRU3959(GU900) • 850M Filter • 900M Filter • 850M/900M Diplexer
Installation Guide	a) Add new BBU3910 b) Install UMPT and UBBP like diagram c) Install RRU3959 d) Connect RRUs , Diplexer and Filters like diagram e) Connect CPRI like diagram



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

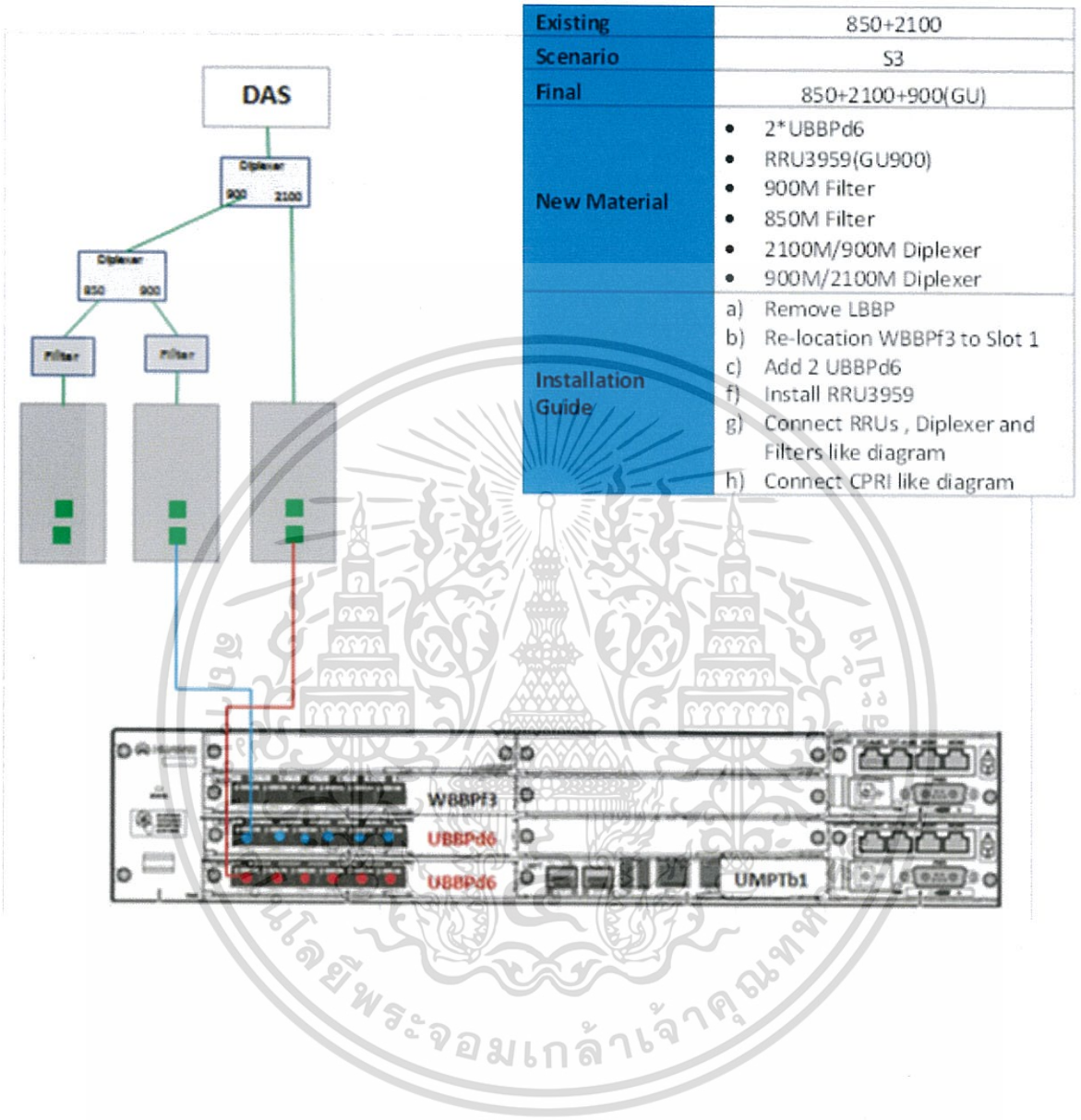
Scenario2 สถานีฐานเดิมมีคลื่นความถี่ 2100MHz แต่จะทำการเพิ่มจีเอสเอ็ม(GSM) ยูเอ็มทีเอส (UMTS) ความถี่ 900MHz [2]



Existing	2100
Scenario	S2
Final	2100+900(GU)
New Material	• 2*UBBPd6 • RRU3959(GU900) • 900M Filter (2 pcs for MIMO) • 900M/2100M Diplexer(2 pcs for MIMO)
Installation Guide	a) Re-location WBBPf3 to Slot 1 b) Remove LBBP c) Add 2 UBBPd6 d) Install RRU3959 e) Connect RRUs , Diplexer and Filters like diagram f) Connect CPRI like diagram

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Scenario3 สถานีฐานเดิมมีคลื่นความถี่ 2100MHz และ 850MHz แต่จะทำการเพิ่มจีเอสเอ็ม (GSM) ยูเอ็มทีเอส (UMTS) ความถี่ 900MHz [2]

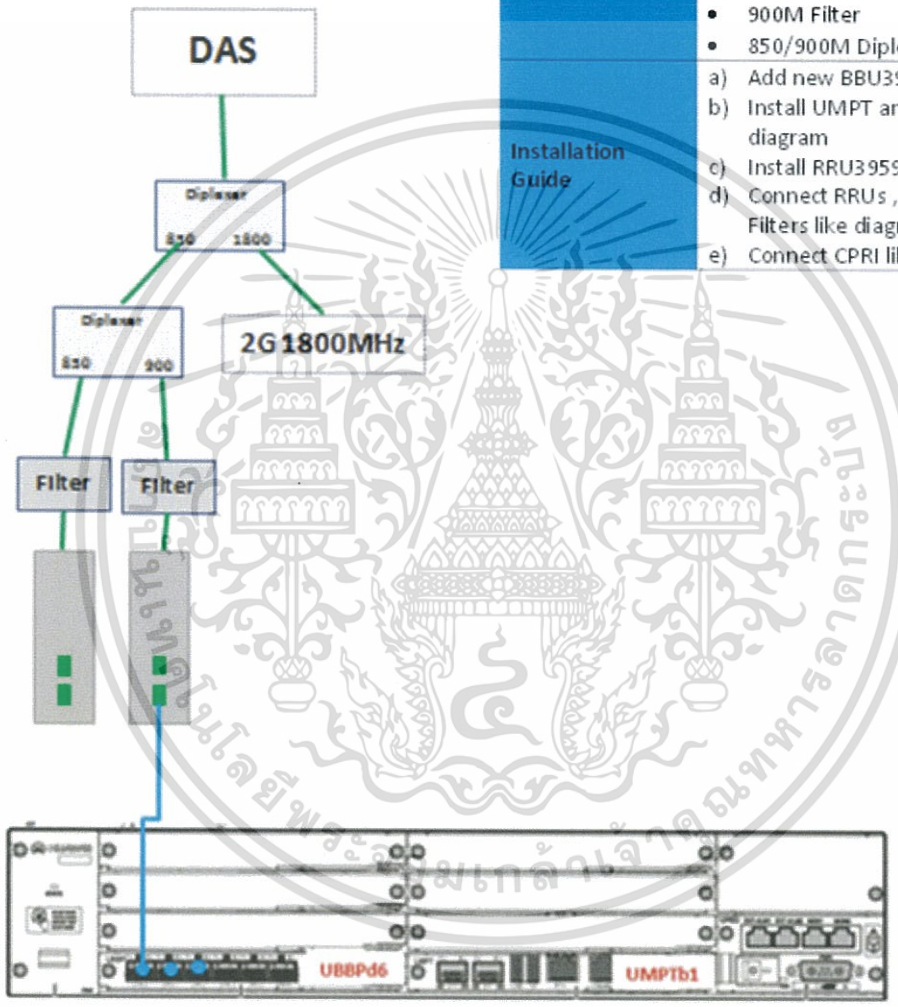


Existing	850+2100
Scenario	S3
Final	850+2100+900(GU)
New Material	• 2*UBBPd6 • RRU3959(GU900) • 900M Filter • 850M Filter • 2100M/900M Diplexer • 900M/2100M Diplexer
Installation Guide	a) Remove LBBP b) Re-location WBBPf3 to Slot 1 c) Add 2 UBBPd6 f) Install RRU3959 g) Connect RRUs , Diplexer and Filters like diagram h) Connect CPRI like diagram

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

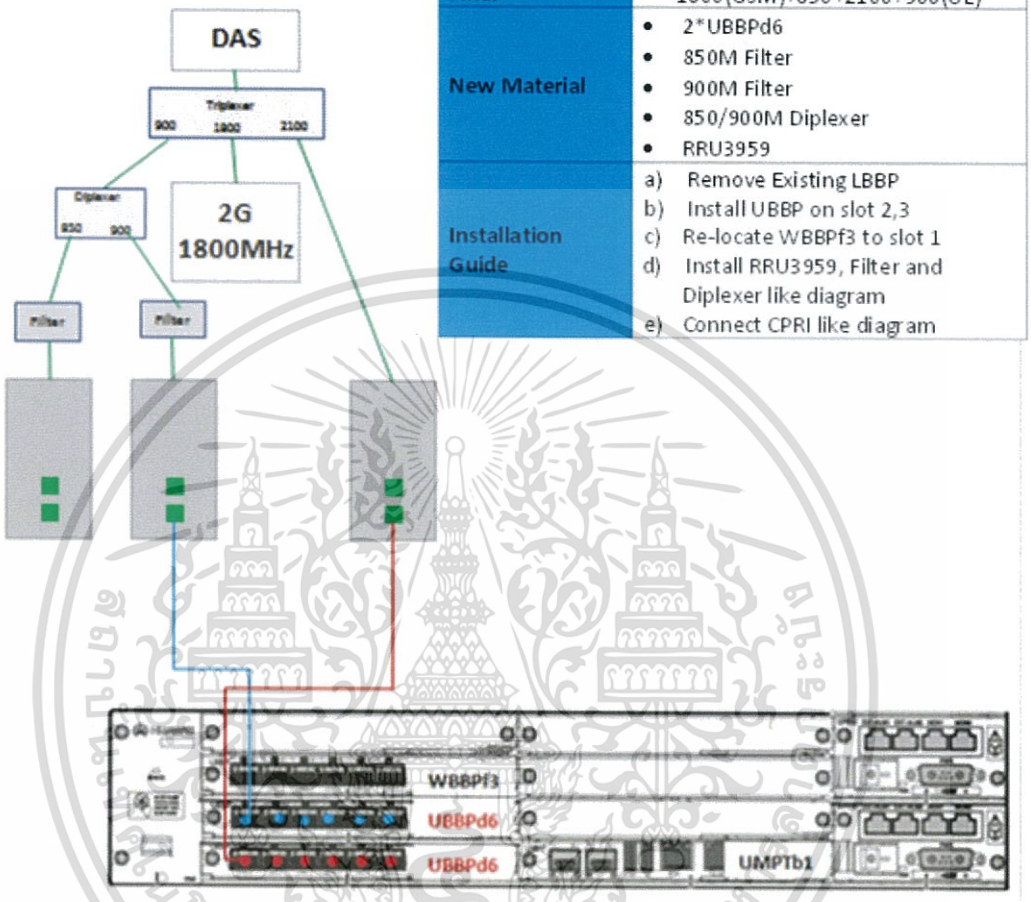
Scenario4 สถานีฐานเดิมมีคลื่นความถี่ GSM1800MHz และ 850MHz แต่จะทำการเพิ่มแอลทีอี (LTE) ยูเอ็มทีเอส (UMTS) ความถี่ 900MHz [2]

Existing	850+1800(GSM)
Scenario	S4
Final	850+2100+900(UL)
New Material	• BBU3910 • 1*UBBPd6 • 1*UMPTb1 • RRU3959(UL900) • 850M Filter • 900M Filter • 850/900M Diplexer
Installation Guide	a) Add new BBU3910 b) Install UMPT and UBBP like diagram c) Install RRU3959 d) Connect RRUs , Diplexer and Filters like diagram e) Connect CPRI like diagram



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้
148489

Scenario5 สถานีฐานเดิมมีคลื่นความถี่ 2100MHz GSM1800MHz และ 850MHz แต่จะทำการเพิ่มแอลทีอี (LTE) ยูเอ็มทีเอส (UMTS) ความถี่ 900MHz [2]

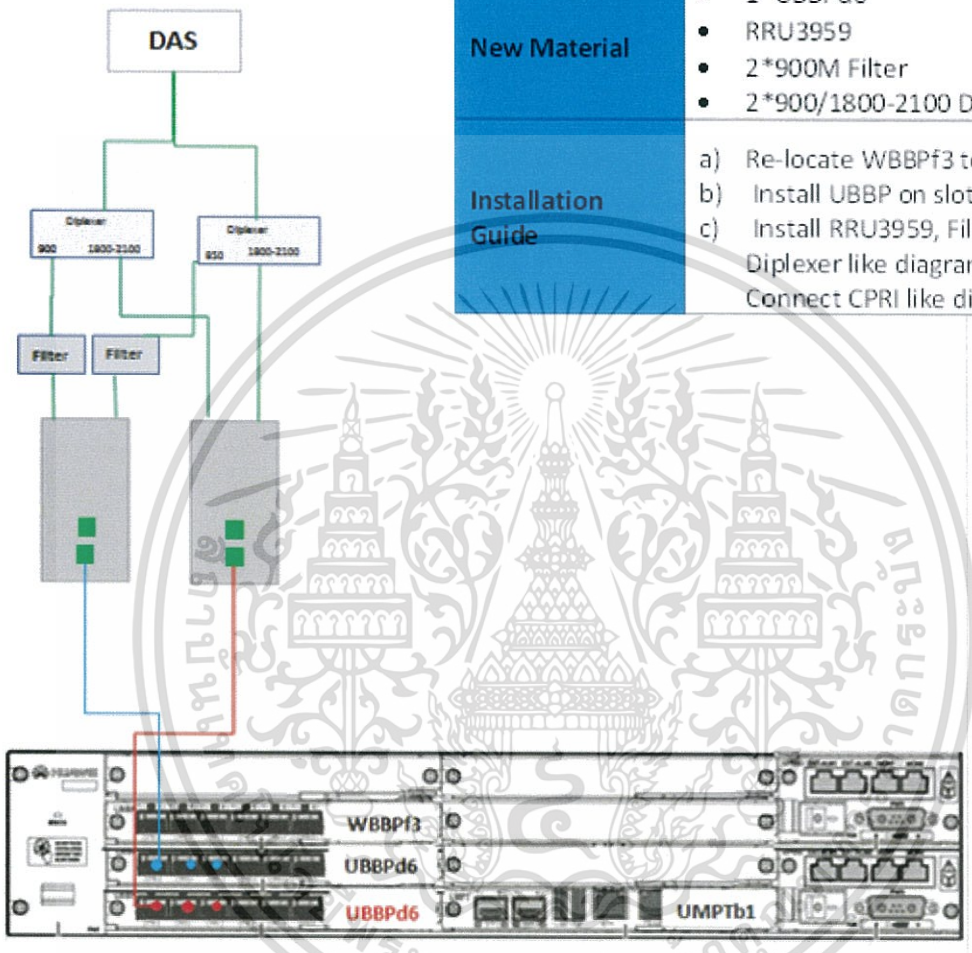


Existing	G1800+850+2100
Scenario	S5
Final	1800(GSM)+850+2100+900(UL)
New Material	• 2*UBBPd6 • 850M Filter • 900M Filter • 850/900M Diplexer • RRU3959
Installation Guide	a) Remove Existing LBBP b) Install UBBP on slot 2,3 c) Re-locate WBBPf3 to slot 1 d) Install RRU3959, Filter and Diplexer like diagram e) Connect CPRI like diagram

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

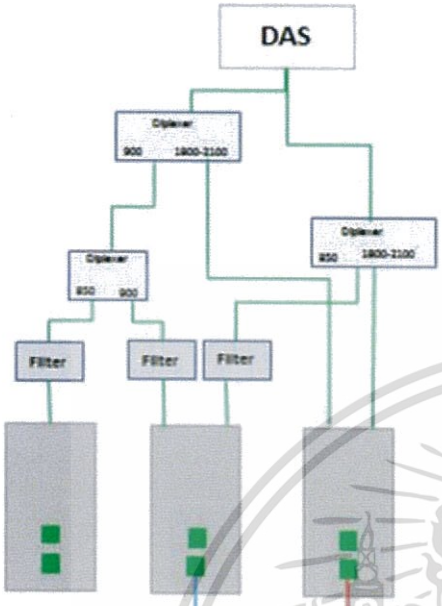
Scenario6 สถานีฐานเดิมมีคลื่นความถี่ 2100MHz และ LTE1800MHz แต่จะทำการเพิ่มจีเอส เอ็ม (GSM) ยูเอ็มทีเอส (UMTS) ความถี่ 900MHz [2]

Existing	2100+L1800
Scenario	S6
Final	2100+L1800+900(GU)
New Material	• 1*UBBPd6 • RRU3959 • 2*900M Filter • 2*900/1800-2100 Diplexer
Installation Guide	a) Re-locate WBBPf3 to slot 1 b) Install UBBP on slot 2,3 c) Install RRU3959, Filter and Diplexer like diagram Connect CPRI like diagram

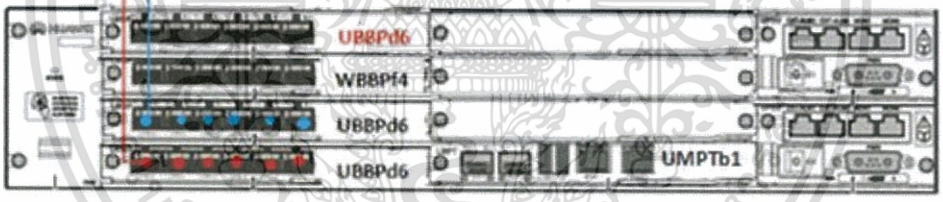


เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Scenario7 สถานีฐานเดิมมีคลื่นความถี่ 2100MHz LTE1800MHz และ 850MHz แต่จะทำการเพิ่มจีเอสเอ็ม (GSM) แอลทีอี (LTE) ความถี่ 900MHz [2]

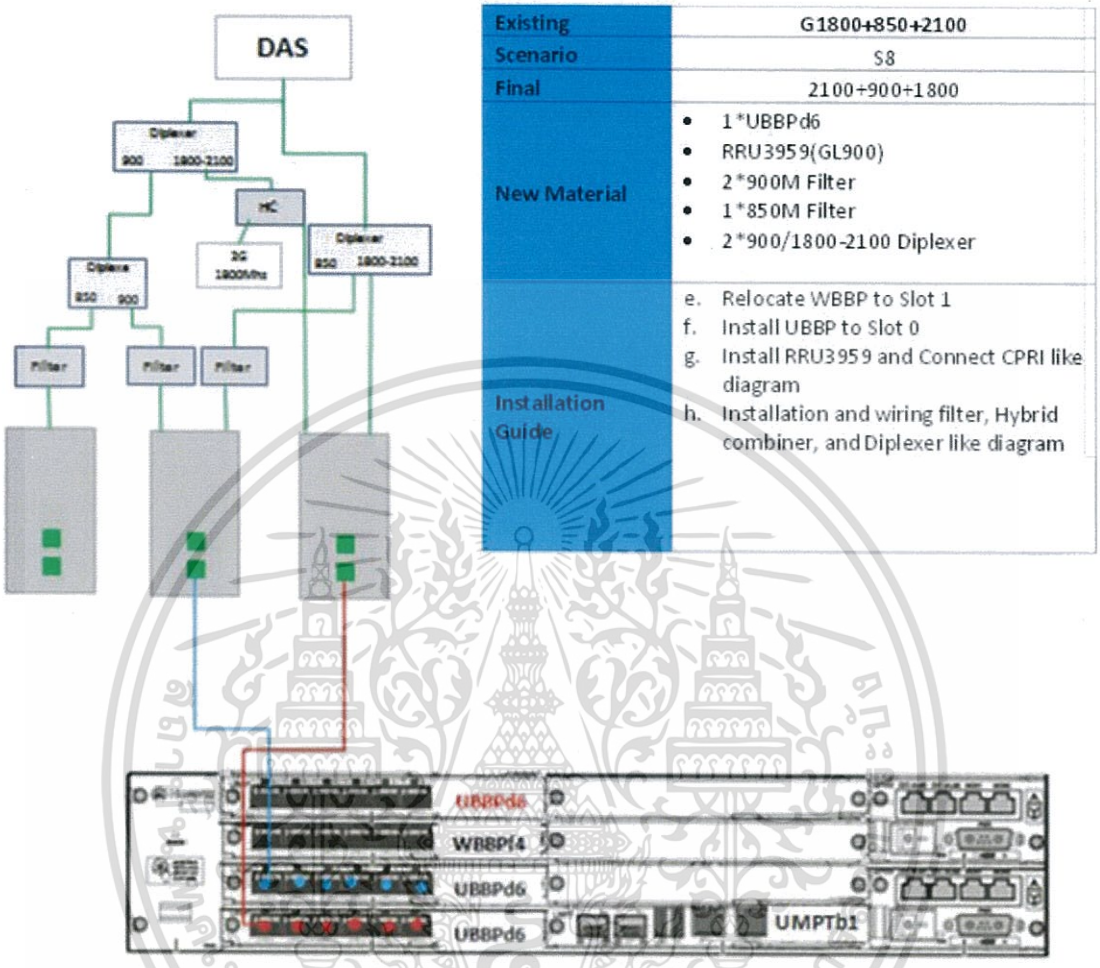


Existing	850+2100+L1800
Scenario	S7
Final	850+2100+L1800+900
New Material	• 1*UBBPd6 • RRU3959(GL900) • 2*900M Filter • 1*850M Filter • 2*900/1800-2100 Diplexer
Installation Guide	a. Relocate WBBP to Slot 1 b. Install UBBP to Slot 0 c. Install RRU3959 and Connect CPRI like diagram d. Installation and wiring filter, Diplexer like diagram



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Scenario8 สถานีฐานเดิมมีคลื่นความถี่ 2100MHz GSM1800MHz และ 850MHz แต่จะทำการเพิ่มจีเอสเอ็ม (GSM) แอลทีอี (LTE) ความถี่ 900MHz [2]



Existing	G1800+850+2100
Scenario	S8
Final	2100+900+1800
New Material	• 1*UBBPd6 • RRU3959(GL900) • 2*900M Filter • 1*850M Filter • 2*900/1800-2100 Diplexer
Installation Guide	e. Relocate WBBP to Slot 1 f. Install UBBP to Slot 0 g. Install RRU3959 and Connect CPRI like diagram h. Installation and wiring filter, Hybrid combiner, and Diplexer like diagram

2.3 โปรแกรมที่ใช้ในการดำเนินโครงการ

2.3.1 โปรแกรม AutoCAD 2015

โปรแกรมAutoCAD เป็นโปรแกรมที่มีชื่อเสียงในระดับโลกในด้านการออกแบบ และเขียนแบบชิ้นงาน ซึ่งสามารถเขียนได้ทั้ง 2 มิติและ 3 มิติ ทั้งนี้ในชิ้นงาน 3 มิติสามารถกำหนดแสงและเงาวัตถุหรือชิ้นงานได้ด้วยซึ่งจะช่วยให้งานมีความสมบูรณ์มากยิ่งขึ้น ในตัวโปรแกรมมีคำสั่งและเครื่องมือต่างๆ ที่ใช้งานมากมาย ซึ่งแยกออกเป็นหลายประเภทยกตัวอย่างเช่น คำสั่งที่ใช้เขียนชิ้นงาน คำสั่งที่ใช้เขียนตัวอักษร คำสั่งที่ใช้ในการแก้ไขตกแต่งชิ้นงานและตัวอักษร คำสั่งทำสำเนาชิ้นงาน เครื่องมือที่ช่วยในการกำหนดตำแหน่งบนพื้นที่วาดภาพ และตำแหน่งบนตัววัตถุแต่ละชิ้น เป็นต้น ด้วยเครื่องมือที่มากมายนี้ทำให้โปรแกรมมีความยืดหยุ่นในการเขียนแบบอย่างมาก และสามารถเขียนได้ดังที่ออกแบบและจินตนาการเอาไว้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.3.1.1 ความได้เปรียบของการใช้คอมพิวเตอร์ช่วยในการออกแบบ

ความจำเป็นที่ต้องการจะใช้คอมพิวเตอร์เข้าช่วยในการออกแบบ (Computer-Aided Design : CAD) นับวันยิ่งเห็นความสำคัญมากขึ้น ความต้องการบุคลากรที่มีความสามารถใช้งานโปรแกรมมีเป็นจำนวนมาก ความนิยมที่จะต้องการใช้โปรแกรมมาทดแทนการทำด้วนมือเพิ่มความต้องการมากขึ้น ซึ่งมีเหตุสนับสนุนอยู่หลายประการด้วยกันคือความได้เปรียบอย่างมากที่การทำแบบด้วยมือมนุษย์ไม่อาจทดแทนได้ ไม่ว่าจะเป็นความแม่นยำที่สูง การมีเครื่องมือ(Tools)ต่างๆ เข้ามาช่วยทำให้การแก้ไขหรือทำซ้ำเป็นไปอย่างง่ายและรวดเร็วมาก ซึ่งเคยมีผู้เปรียบเทียบความรวดเร็วของการทำ Drawing ด้วยมือกับการทำด้วยโปรแกรมAutoCAD ก็พบว่าเมื่อให้งานที่เหมือนกัน โดยโปรแกรมจะใช้เวลาน้อยมากและมีประสิทธิภาพสูงอีกด้วย

2.3.1.2 ประโยชน์และข้อดีของ AutoCAD

- ลดระยะเวลาในการออกแบบและเขียนแบบ
- ช่วยในการแก้ไขและดัดแปลงแบบ Drawing ชิ้นงานเดิมโดยใช้เวลาที่สั้นมาก
- มีความแม่นยำสูง ลดความผิดพลาดในการทำงาน
- สามารถออกแบบได้อย่างอัตโนมัติในทันที
- ลดเวลาในการค้นหาและใช้เนื้อที่ในการจัดเก็บที่น้อยมาก
- สร้างภาพพจน์ที่ดีในการนำเสนอผลงาน
- สามารถใช้เป็นมาตรฐานที่ดีในการทำงานต่อไปได้

2.3.1.3 ความสามารถและจุดเด่นของโปรแกรม AutoCAD

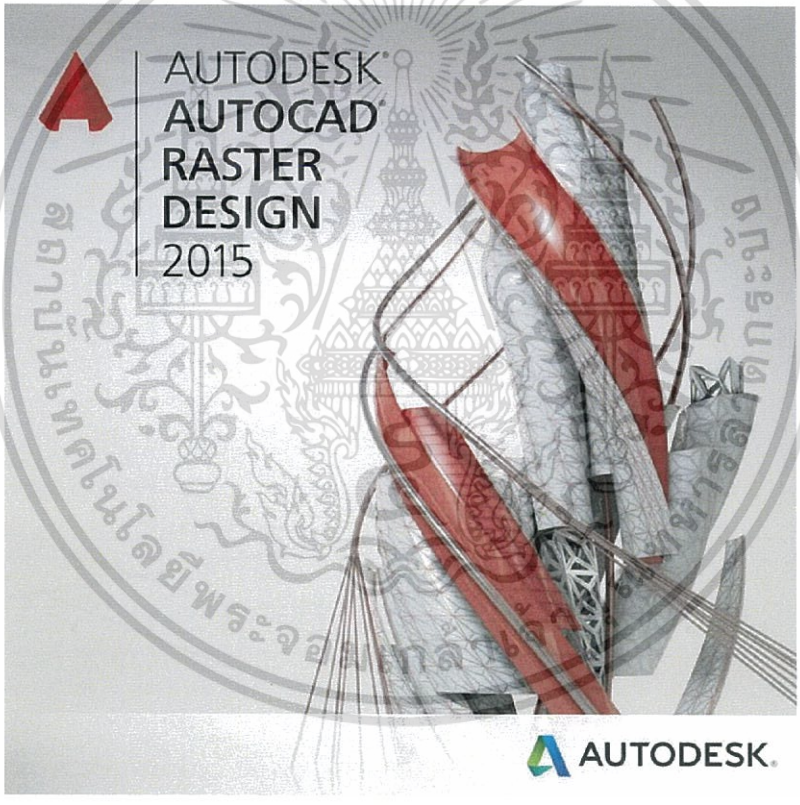
1. ความสามารถในการสร้างชิ้นงานพื้นฐาน ได้แก่
   - คำสั่งที่ใช้เขียนชิ้นงานทั่วไป เช่น เส้นตรง วงกลม วงรี เส้นโค้ง สี่เหลี่ยมมุมฉาก รูปหลายเหลี่ยมด้านเท่า เส้นขนาน รวมทั้งจุดด้วย
   - คำสั่งเขียนตัวอักษร คือ มีคำสั่งสำหรับเขียนตัวอักษรโดยตรง จึงสามารถเขียนตัวอักษรขึ้นมาได้อย่างง่ายดาย สามารถเลือฟอนด์และขนาดตัวอักษร หรือกำหนดตัวหนา ตัวบาง ตัวเขียนเส้นใต้ หรือตัวเอียง ได้ดังต้องการ
   - คำสั่งที่ใช้ในการแก้ไขตกแต่งชิ้นงานและตัวอักษรที่ได้เขียนไปแล้ว เช่น คำสั่งตัดเส้นต่อเส้น ลบทิ้ง ย้ายตำแหน่ง หมุนวัตถุ ยืดหรือหดวัตถุ ตัดเป็นมุมป้าน หรือมุมโค้ง
   - คำสั่งทำสำเนาชิ้นงาน คือ คำสั่งซึ่งสร้างชิ้นงานโดยสำเนาจากชิ้นงานที่มีอยู่แล้วให้เพิ่มขึ้นมาอีก ซึ่งมีอยู่หลายคำสั่งด้วยกัน
   - เครื่องมือที่ช่วยกำหนดตำแหน่งบนพื้นที่วาดภาพ อันนี้จะใช้ร่วมกับคำสั่งอื่นๆ เพื่อช่วยในการกะระยะและกำหนดตำแหน่ง ซึ่งมีเครื่องมือนี้อยู่หลายแบบ เช่น จุด Grid, Snap to Grid, Ortho mode
   - เครื่องมือช่วยในการกำหนดตำแหน่งบนตัววัตถุหรือชิ้นงานแต่ละชิ้น เช่น จุดกึ่งกลาง จุดปลายทั้งสองด้านของเส้นตรง เส้นโค้ง จุดตัดระหว่างเส้นสองเส้น จุดศูนย์กลาง จุดสัมผัสวงกลม เส้นโค้ง เป็นต้น ซึ่งมีประโยชน์ในกรณีเช่น ต้องการเขียนเส้นตรงจากจุดกึ่งกลางของเส้นตรงเส้นหนึ่งไปยังจุดศูนย์กลางของวงกลม เป็นต้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2. ความสามารถในการกำหนดคุณสมบัติต่างๆของวัตถุ
คุณสมบัติเหล่านั้นได้แก่ สี ชนิดของเส้น ความหนาของเส้น เป็นต้น ทั้งนี้การเปลี่ยนแปลงคุณสมบัตินี้ สามารถทำได้โดยไม่จำเป็นต้องเขียนวัตถุขึ้นมาใหม่

3. ความสามารถในการเขียนภาพแบบ Isometric
ภาพแบบ Isometric หมายถึง ภาพซึ่งใช้แสดงภาพชิ้นงานสามมิติ โดยเขียนบนระนาบเดียวแบบภาพ 2 มิติ การที่ไม่ใช้ภาพ 3 มิติจริงๆ เนื่องจากว่าบางครั้งก็ไม่จำเป็น เพราะการเขียนแบบ 2 มิติจะง่ายกว่า และสื่อความหมายได้เหมือนกัน เครื่องมือช่วยเขียนภาพ Isometric นี้จะเป็นในลักษณะเครื่องมือที่ช่วยในการเขียนชิ้นงานในระนาบที่ต่างกัน 3 ระนาบของภาพ Isometric

4. ความสามารถในการเขียนภาพ 3 มิติ และในการให้แสง สี และเงาวัตถุ



รูปที่ 2.13 โปรแกรมAutoCAD 2015 [9]

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.3.2 โปรแกรม Azenqos android application

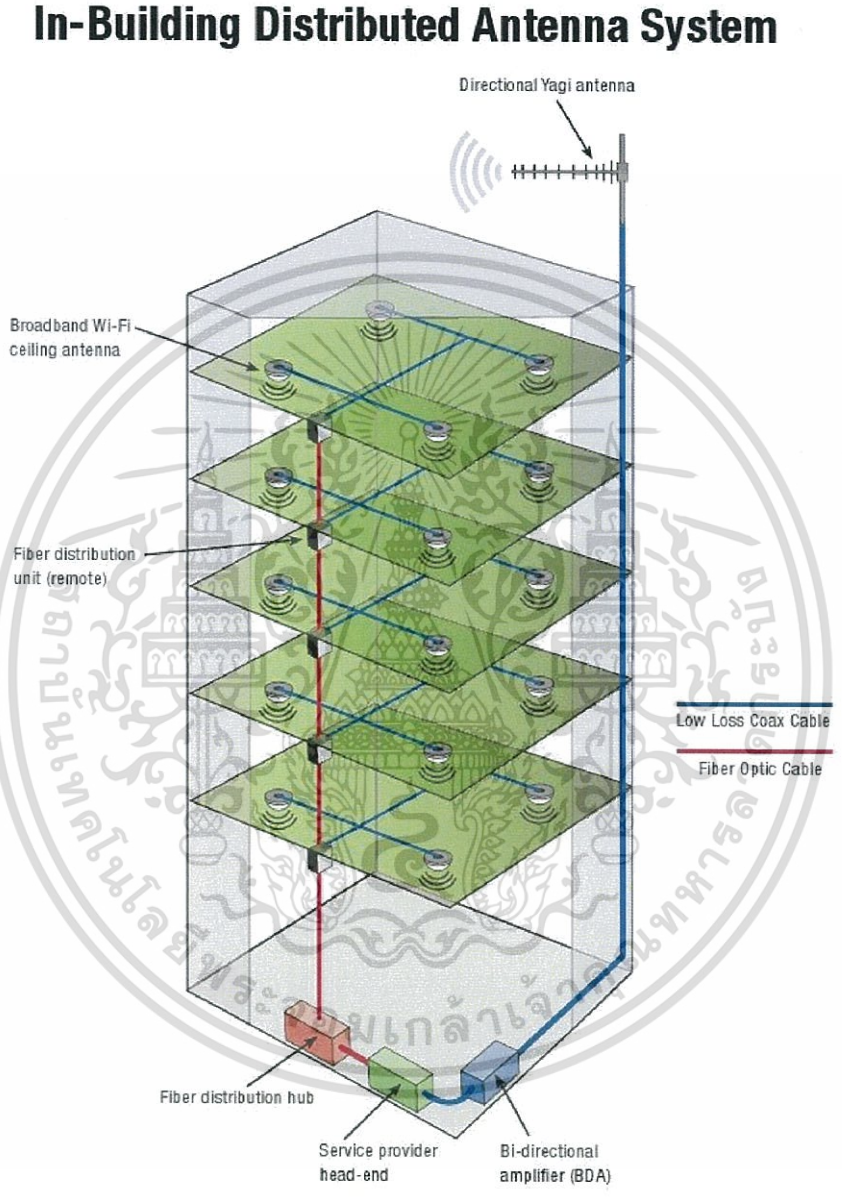
เป็นโปรแกรมทดสอบคุณภาพเครือข่ายสัญญาณโทรศัพท์มือถือ ใช้งานง่ายเพียงดาวน์โหลดและติดตั้งบนโทรศัพท์มือถือทั่วไป จุดเด่นอยู่ที่ตรวจสอบการใช้งานได้แม่นยำถูกต้อง ราคาประหยัดและเพิ่มความสะดวกในการทดสอบคุณภายเครือข่าย ซึ่งต่างจากใน อดีตการใช้อุปกรณ์วัดคุณภาพเครือข่ายเป็นเรื่องยุ่งยาก เนื่องจากต้องมีการติดตั้งอุปกรณ์ขนาดใหญ่และนำขึ้นรถตู้ ขับตระเวนไปตามสถานที่ต่างๆ เพื่อทดสอบสัญญาณและเก็บข้อมูลโดยต้องมีวิศวกรนั่งประจำรถไปด้วย จากนั้นจึงนำกลับมาวิเคราะห์ว่าพื้นที่ไหนมีสัญญาณชัดเจนหรือบกพร่อง หากเจอปัญหาผู้ให้บริการเครือข่ายจึงค่อยเข้าไปแก้ไข ทำให้เกิดความล่าช้าในการให้บริการ [10]

รูปที่ 2.14 โปรแกรมAzenqos android application [10]

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.4 ระบบสายอากาศภายในอาคาร (Distributed Antenna System)

ระบบสายอากาศภายในอาคาร (Distributed Antenna System) หรือ DAS เป็นโครงข่ายสายอากาศที่แยกกระจายตามพื้นที่ ซึ่งเชื่อมต่ออยู่กับรีโมทเรดิยูนิตเพื่อกระจายคลื่นความถี่วิทยุให้สามารถใช้บริการโทรศัพท์มือถือแบบไร้สายได้

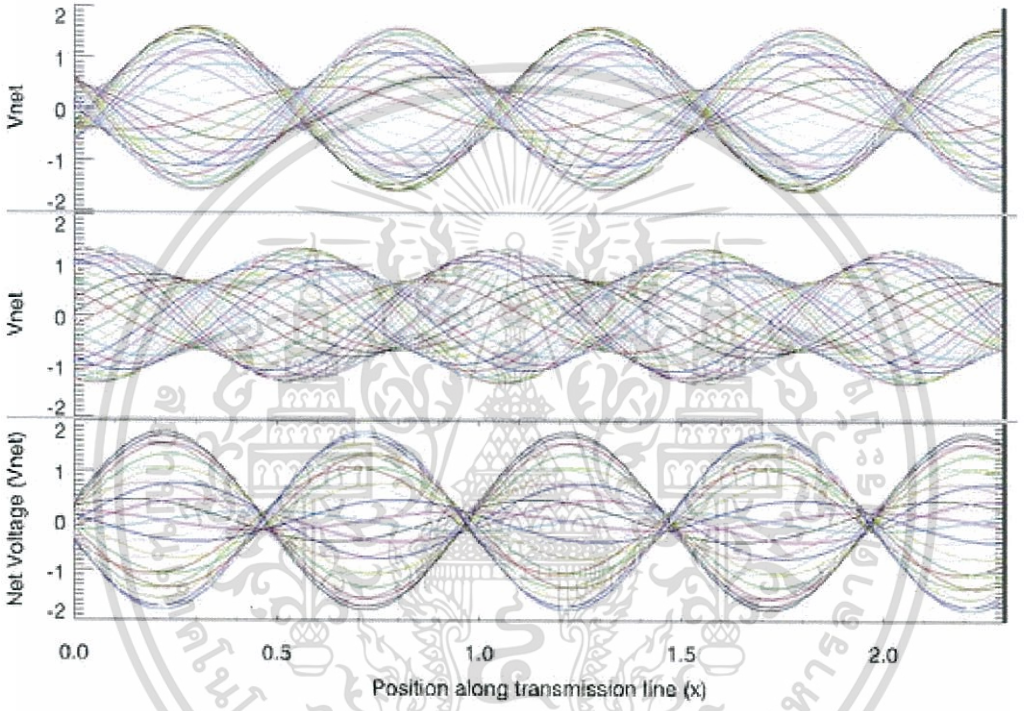


รูปที่ 2.15 ระบบสายอากาศภายในอาคาร [11]

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.5 Voltage Sanding Wave Radio

Voltage Sanding Wave Radio (VSWR) เป็นค่าที่แสดงถึงการแมตช์ชิ่งอิมพีแดนซ์(Matching Impedance) ระหว่างสายนำสัญญาณและสายอากาศ ซึ่งในอุดมคติค่าอิมพีแดนซ์ระหว่างสายนำสัญญาณและสายอากาศของเครื่องวิทยุสื่อสารทั่วไปจะแมตช์ชิ่งอิมพีแดนซ์ที่ค่า 50 โอห์ม ทำให้สัญญาณถูกส่งออกไปในอากาศได้ทั้งหมด หากค่าอิมพีแดนซ์ระหว่างสายส่งสัญญาณสายอากาศมิสแมตช์(Mismatch)สัญญาณจะส่งออกไปในอากาศได้เพียงบางส่วน และที่เหลือจะเกิดการสะท้อน(Reflection)กลับไปที่เครื่องส่ง เกิดเป็นคลื่นนิ่งในสายนำสัญญาณ ซึ่งค่าVSWRทำให้เราทราบว่ากำลังของสัญญาณที่ส่งออกจากเครื่องส่งมีการสูญเสียไปเท่าไหร่เมื่อถูกส่งออกไปในอากาศ



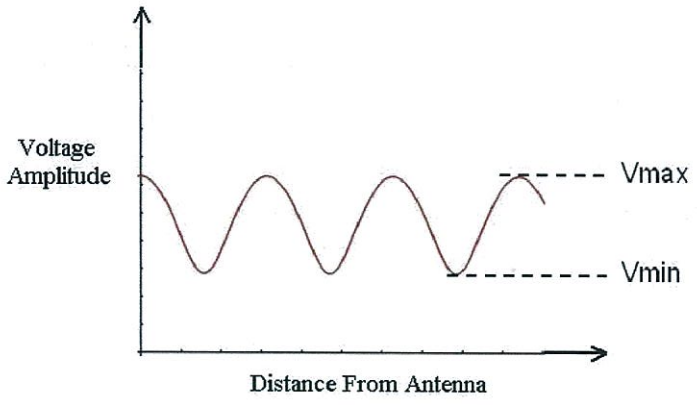
รูปที่ 2.16 แสดงการเกิดคลื่นนิ่ง [12]

สูตรการคำนวณ VSWR

$$VSWR = \frac{V_{\max}}{V_{\min}} = \frac{1+|\Gamma|}{1-|\Gamma|} \qquad (1.1)$$

จากสูตรที่ (1.1) ค่าVSWR คือ อัตราส่วนของขนาดคลื่นนิ่งที่ค่าสูงสุด(max)ต่อค่าต่ำสุด(min) ดังรูปที่ 2.17

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.17 ขนาดของคลื่นนิ่ง [12]

$$\Gamma = \frac{Z_L - Z_S}{Z_L + Z_S} \quad \textbf{(1.2)}$$

จากสูตรที่ (1.2)

ค่าสัมประสิทธิ์การสะท้อน (Reflection coefficient : Γ)
ค่าอิมพีแดนซ์ของสายนำสัญญาณ (characteristic impedance : Z_S)
ค่าอิมพีแดนซ์ของโหลด (Load impedance : Z_L)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 3
วิธีการดำเนินโครงการ

โครงการติดตั้งโครงข่ายสัญญาณโทรศัพท์มือถือ GSM/LTE คลื่นความถี่ 900 MHz ภายในอาคารแสงทองธาณี รหัสสถานี BKC9817 และ รื้อถอนโครงข่าย GSM1800 MHz เนื่องจากบริษัท ทรูคอร์เปอร์เรชั่น จำกัด (มหาชน) หมดสัญญาสัมปทานคลื่นความถี่ GSM1800 MHz จึงทำการรื้อถอนตู้อุปกรณ์เก่าออกและติดตั้งอุปกรณ์ใหม่ GSM/LTE คลื่นความถี่ 900 MHz ที่เพิ่งประมูลความถี่ได้มาเข้าไป

3.1 เครื่องมือและอุปกรณ์ในการดำเนินโครงการ

- Baseband Unit (BBU)
- Remote Radio Unit 900 MHz (RRU)
- CPE switch
- AC module
- CPRI
- Patch cord
- Jumper
- UBBP card
- SFP 6 GB

3.2 โปรมแกรมที่ใช้ในการดำเนินโครงการ

- AutoCAD 2015
- LMT Website local maintenance
- Azenqos android application

3.3 ขั้นตอนการดำเนินโครงการ

กระบวนการดำเนินโครงการแต่ละโครงการจะมีกระบวนการดำเนินงานเหมือนกัน โดยแผนผังกระบวนการดำเนินงานแสดงได้ดังรูปที่ 3.1 แต่จะมีความแตกต่างกันในเรื่องของรายละเอียดภายในเนื้องานว่ามีวิธีการแก้ปัญหาที่แตกต่างกัน โดยวิธีการแก้ปัญหาแต่ละปัญหาจะขึ้นอยู่กับความต้องการของลูกค้าว่าลูกค้าต้องการให้โครงข่ายมีการใช้งานอย่างไร อีกทั้งขึ้นอยู่กับจำนวนผู้ใช้งาน หากสถานที่นั้นมีผู้ใช้งานโทรศัพท์หนาแน่นมากน้อยเพียงใด หากเป็นสถานที่ชุมชน ห้างสรรพสินค้า หรือโรงพยาบาล ที่มีผู้ใช้งานจำนวนมากก็ต้องออกแบบให้โครงข่ายสัญญาณมีหลายกลุ่ม (sector) หลายย่านความถี่เพื่อรองรับจำนวนการใช้งานที่เยอะ และลักษณะของอาคารสถานที่ หากอาคารสถานที่นั้นเป็นเพดาน 2.5 - 3 เมตร เหมือนอาคารทั่วไป ก็ใช้สายอากาศแบบโอมนิ (Omni antenna) แต่หากเป็นหอประชุมขนาดใหญ่ เป็นคอนเวนชั่น ฮอล์ ที่มีเพดานห้องสูงก็จะใช้สายอากาศแบบพาแนล (Panel antenna) ซึ่งมีทิศทางการกระจายคลื่นแบบเจาะจงทิศทาง (Directional) ซึ่งแสงทองธาณี BKC 9817 มีรายละเอียดการดำเนินโครงการดังนี้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รูปที่ 3.1 บล็อกไดอะแกรมกระบวนการดำเนินโครงการ

3.3.1 ทำแผนขออนุญาตเข้าอาคาร

ก่อนที่จะเข้าสำรวจหน้างานและปฏิบัติงานจะต้องเขียนหนังสือขออนุญาตเข้าปฏิบัติงาน โดยแจ้งรายละเอียดวันที่เริ่มทำงาน วันสิ้นสุดการทำงาน เวลาเข้าปฏิบัติงาน รายชื่อผู้เข้าปฏิบัติงาน และรายละเอียดการทำงานดังนี้

- เข้าปฏิบัติงานตังแต่วันที่ 19 – 25 สิงหาคม พ.ศ. 2559 เวลา 10:00 – 17:00 น.
- รื้อถอนอุปกรณ์ 2G1800MHz และดำเนินการติดตั้งอุปกรณ์รับส่งสัญญาณโทรศัพท์มือถือคลื่นความถี่ 900 MHz
- เดินสายออปติกตอนนอกเข้าอาคาร
- รายชื่อผู้เข้าปฏิบัติงาน

นายสุเมธา หัสกุลณี	Site Supervisor
นายพิภูษณ หนูเทพย์	Installer
นายเอเชีย รากะริรทร์	Installer
นายอรรถชัย ต้นประเสริฐชัย	Installer
นายเปรมศักดิ์ ศรีนวลจันทร์	Software Engineer
นางสาวภิญญา ปิยนิรามัย	Software Engineer
นายจักริน จันทศิริ	Project Engineer Internship

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

BKC9817 Repeater_Seang Thong Thani & Citi Bank HQ (BKS_Region Zone)

Item	Work Detail	Day	Time work	Progress	Area	Remark
1	install Enclosure Rack 12"=59 x 60 x 60 ติดตั้งอุปกรณ์ Combine (Diplexer) จำนวน 1 ตัว ติดตั้งอุปกรณ์ Filter จำนวน 1 ตัว Commissioning Software	3	9.00 - 17:00	19-21 Aug 2016	ห้อง BTS Room ชั้น B,1	ใช้สว่านเจาะหนัง จอมเสียงดัง 19-20-Aug-16
2	เดินทดสอบสัญญาณ เก็บรายละเอียดงานติดตั้ง ถ่ายรูปทำเอกสารส่งงาน	2	10.00 - 17.00	23,25 Aug- 2016	พื้นที่ส่วนกลาง ทุกชั้นทุกพื้นที่ (บริเวณหน้าลิฟท์)	
	Total	5				

รายชื่อพนักงานที่เข้าปฏิบัติการ			Id. Card	Mobile No.	Remark
Team1	นายพีรพล หนูเทพย์	Installer	3 1102 00106 23 0	086-496-5520	
	นายเอเชีย รากะธิรทร์	Installer	1 6599 00008 94 7		
	นายอรรถชัย ดันประเสริฐชัย	Installer	3 1009 01758 67 5		
	นายเปรมศักดิ์ ศรีนวลจันทร์	Engineer Software	3 3605 00626 75 0	097-157-6996	
	นางสาวกัญญา ปิยนิรามัย	Engineer Software	1 1037 00375 62 3	092-375-4455	

รถยี่ห้อ	สี	ทะเบียนรถ
Isusu	แดง	7ฬ9934
honda	ดำ	3กต7987
honda	เทา	1กษ5143

รูปที่ 3.2 รายละเอียดการเข้าปฏิบัติงาน

3.3.2 สำรวจอาคาร

อาคารแสงทองธาณี ที่อยู่ 82 สาทรเหนือ แขวงสีลม เขตบางรัก กรุงเทพ 10500 หลังจากทำหนังสือขอเข้าอาคารแล้ว จึงเข้าสำรวจอาคาร เข้าไปสำรวจอาคารเพื่อดูว่าห้องติดตั้งอุปกรณ์อยู่ชั้นไหนของอาคาร และมีพื้นที่เพียงพอติดตั้งอุปกรณ์หรือไม่ เพื่อเป็นข้อมูลในการออกแบบ

รูปที่ 3.3 อาคารแสงทองธาณี ทาวน์เวอร์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.3.3 ออกแบบการติดตั้ง

การออกแบบโครงข่ายสัญญาณฝ่ายดีไซด์จะคุยกับลูกค้า ถามความต้องการของลูกค้า และจะออกแบบตามที่ลูกค้าต้องการ หลังจากนั้นจึงลงสำรวจพื้นที่สถานีฐาน โดยนำข้อมูลทั้งสองส่วนมาพิจารณาร่วมกันเพื่อออกแบบให้ได้ตามที่ลูกค้าต้องการและให้สอดคล้องกับพื้นที่หน้างานที่มีอยู่อย่างจำกัด โดยแบบที่เขียนขึ้นจะมีการการันตีการคลอบคลุมของสัญญาณ โดยมีมาตรฐานคิดเป็นเปอร์เซ็นว่าสัญญาณจะต้องครอบคลุมพื้นที่มากกว่า 95% ของพื้นที่ทั้งหมด เมื่อลูกค้าตรวจแบบและยินยอม (Approve) จึงดำเนินการสั่งอุปกรณ์

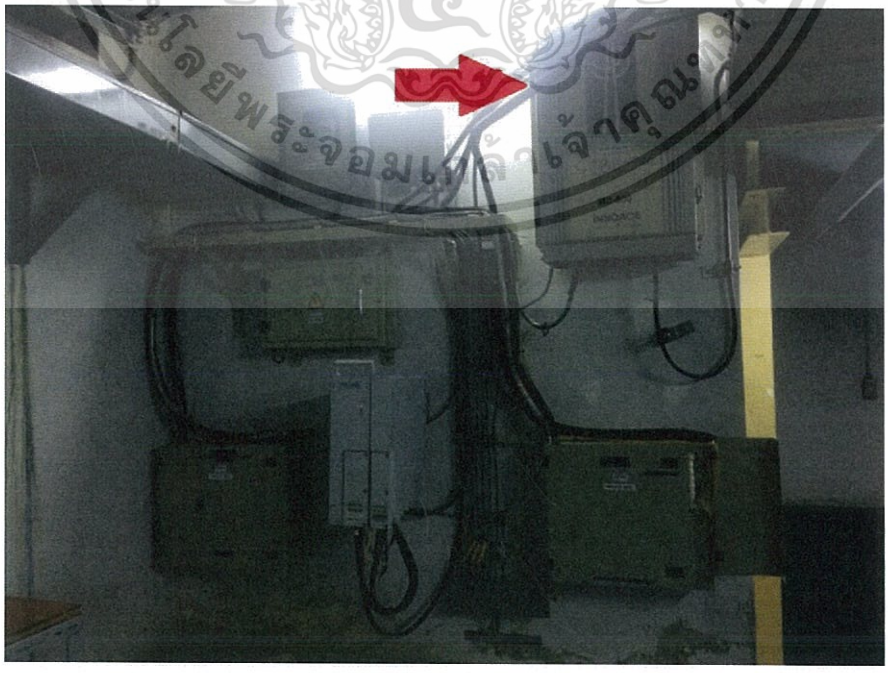
3.3.4 สั่งอุปกรณ์ที่จะใช้ดำเนินโครงการ

นำแบบที่ลูกค้ายอมรับ (Approve) แล้วมาถอดอุปกรณ์ตามแบบที่เขียนว่าใช้อุปกรณ์อะไรบ้าง แล้วจึงสั่งอุปกรณ์หัวเว่ยผ่านอีเมลให้มาส่งอุปกรณ์ที่สถานีฐานในวันที่เข้างาน 19 สิงหาคม พ.ศ. 2559 หลังจากรับของหน้างานก็ต้องทำไซต์ซายน์ (Site sign) โดยการสแกนบาร์โค้ดด้วยแอปพลิเคชั่นแอนดรอยน์ของเท่านั้นเพื่อเป็นการยืนยันลงในระบบว่าได้รับอุปกรณ์ครบ และทำไซต์เวอร์ริไฟล์ (Site verify) เพื่อให้ทราบว่าใช้อุปกรณ์ที่รับมาไปจำนวนเท่าไร และเซ็นใบรายการส่งของที่คนส่งของเป็นขั้นตอนสุดท้าย

3.3.5 รื้อถอนและติดตั้งอุปกรณ์

เมื่อถึงหน้าสถานีฐานก่อนเข้าปฏิบัติงานจะต้องติดต่อฝ่ายอาคารเพื่อเขียนแบบบันทึกการเข้าปฏิบัติงานและแลกบัตรประชาชนแล้วติดบัตรผู้รับเหมา หลังจากนั้นล็อกอินเข้าระบบทรูมูฟเพื่อเช็คอินเข้าสถานีฐาน แล้วเริ่มเข้ารื้อถอนและติดตั้งอุปกรณ์ตามแผนการดำเนินโครงการที่วางไว้ดังนี้

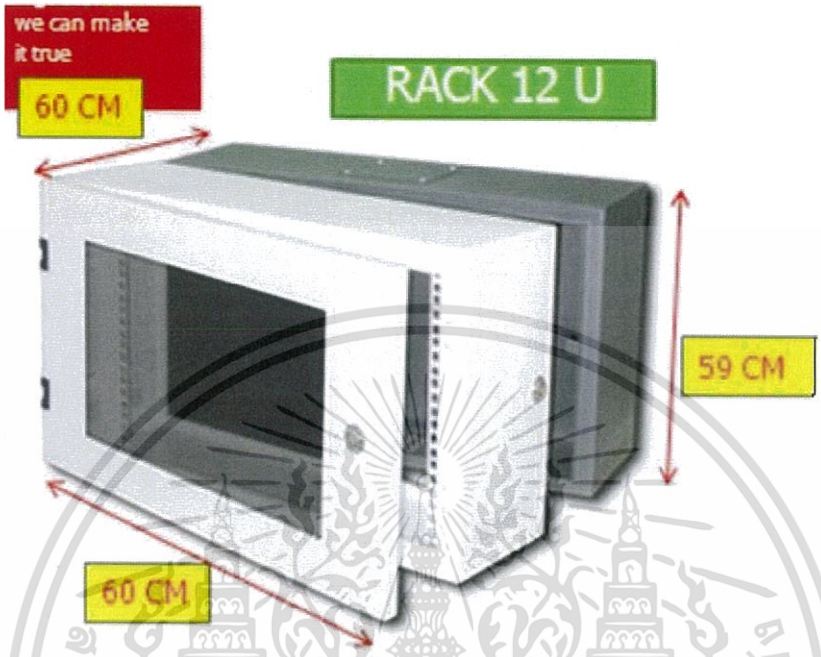
- รื้อถอนออปติค-รีพีทเตอร์ (Optic repeater) เพราะออปติค-รีพีทเตอร์GSM1800หมดสัมปทานคลื่นความถี่จึงถอดส่งอุปกรณ์คืนให้ทางบริษัท ทรู คอมเปอร์เรชั่น แล้วติดตู้แลคเข้าไปแทน



รูปที่ 3.4 ออปติครีพีทเตอร์ที่ต้องถอดออก

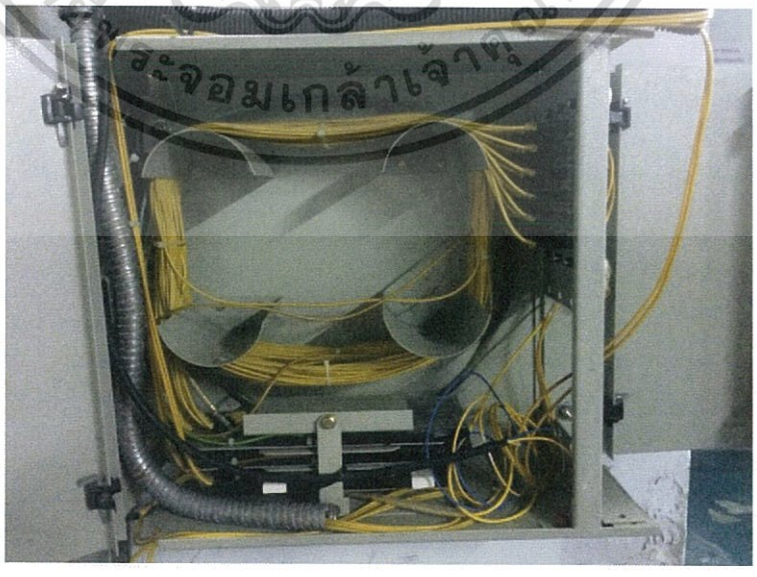
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- ติดตู้อุปกรณ์ขนาดลึก 0.6 เมตร หน้ากว้าง 0.6 เมตร สูง 0.59 เมตร ติดเข้าไปแทนตรงตำแหน่งออปติค-รีพีทเตอร์ ตู้แลคเอาไว้ใส่เบสแบนด์ยูนิต (Base Band Unit) และ CPE switch



รูปที่ 3.5 ตู้อุปกรณ์ขนาด 12 U

- เดินสายไฟเบอร์ออปติคตอนนอกเข้าภายในอาคาร โดยเดินสายไฟเบอร์ออปติกของทรูจากเสาไฟฟ้าต่อเข้ากับกล่องโอดีเอฟ (Optic Distribute Fiber box) เพื่อให้โครงข่ายภายในอาคารสามารถสื่อสารกับโครงข่ายภายนอกได้ทั่วประเทศ



รูปที่ 3.6 กล่อง Optic Distribute Fiber

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

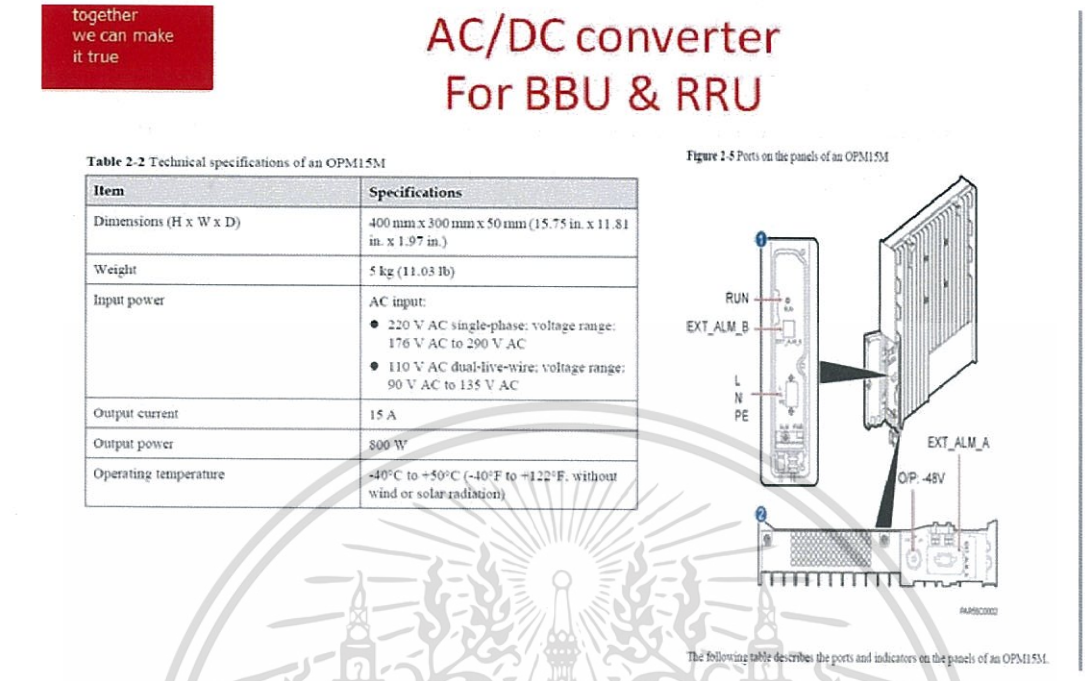
- ติดตั้งเบสแบนยูนิตและซีพีอีแลนสวิทช์เข้าในตู้อุปกรณ์โดยทีมผู้รับเหมารายย่อยเป็นผู้ติดตั้ง

รูปที่ 3.7 ซีพีอีแลนสวิทช์

รูปที่ 3.8 เบสแบนด์ยูนิต 3900

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- ติดตั้งรีโมทเรดิโอยูนิต (Remote Radio Unit) และเอซี/ดีซีคอนเวอร์เตอร์



together
we can make
it true

AC/DC converter
For BBU & RRU

Table 2-2 Technical specifications of an OPM15M

Item	Specifications
Dimensions (H x W x D)	400 mm x 300 mm x 50 mm (15.75 in. x 11.81 in. x 1.97 in.)
Weight	5 kg (11.03 lb)
Input power	AC input: • 220 V AC single-phase: voltage range: 176 V AC to 290 V AC • 110 V AC dual-live-wire: voltage range: 90 V AC to 135 V AC
Output current	15 A
Output power	800 W
Operating temperature	-40°C to +50°C (-40°F to +122°F, without wind or solar radiation)

Figure 2-5 Ports on the panels of an OPM15M

The following table describes the ports and indicators on the panels of an OPM15M.

รูปที่ 3.9 เอซี/ดีซี คอนเวอร์เตอร์

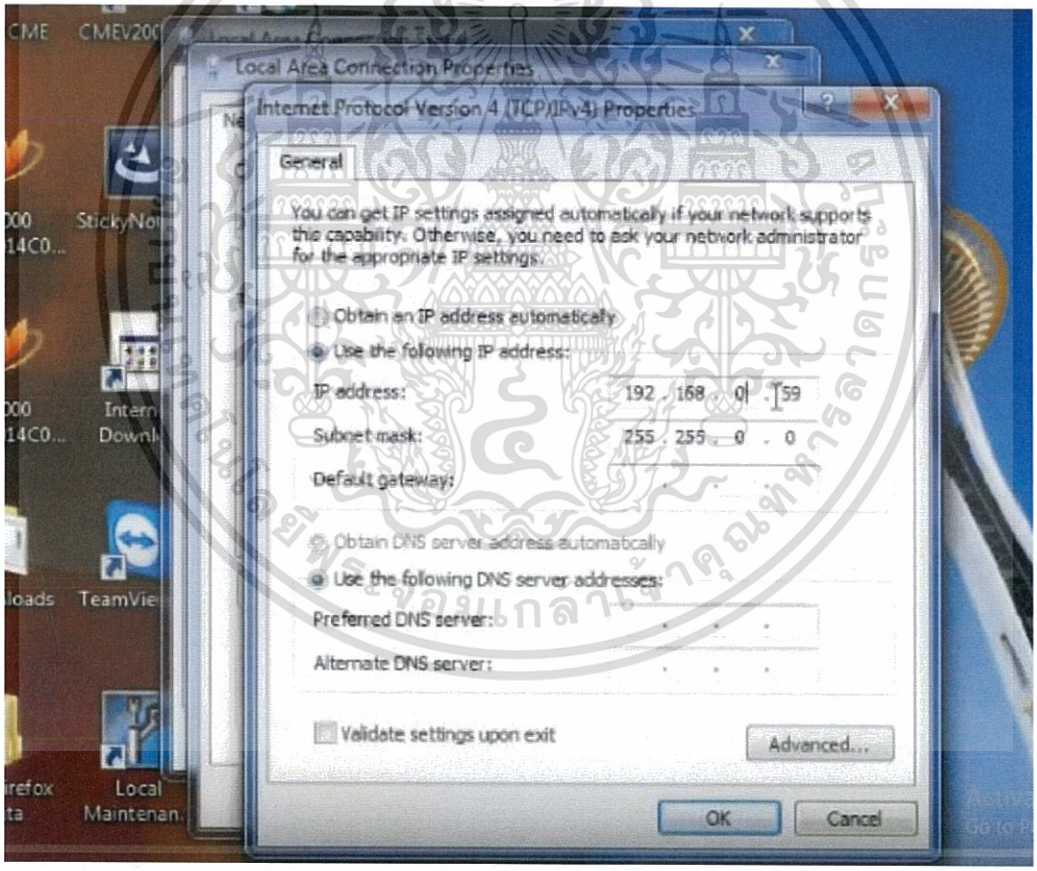
รูปที่ 3.10 รีโมทเรดิโอยูนิต 3959

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.3.6 คอมมิสชั่นนิ่ง ซอฟแวร์

คอมมิสชั่นนิ่ง ซอฟแวร์ (Commissioning software) ขั้นตอนการคอมมิสชั่นนิ่งซอฟแวร์มี 3 ขั้นตอนดังนี้

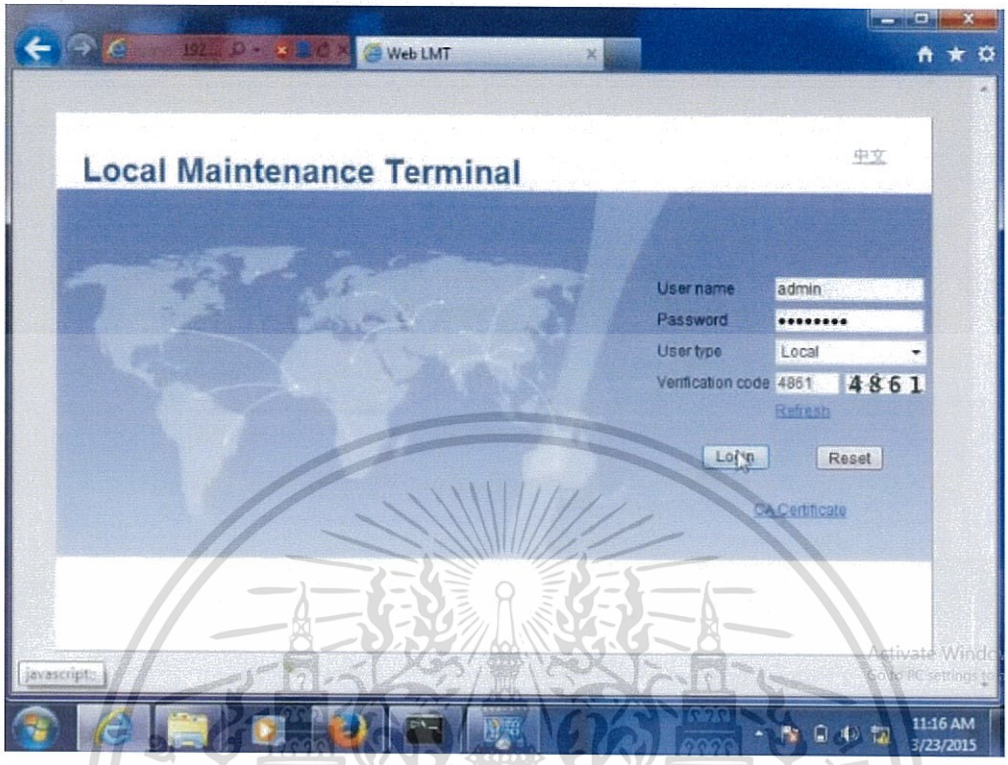
- เชื่อมต่อโน๊ตบุ๊คเข้ากับบีบียูที่เพิ่งติดตั้งใหม่ผ่านสายแลนด์ ตั้งค่าlocal Area connection status -> properties -> internet protocol version4 ->use the follow IP address แล้วใส่ IP Address 17.21.2.xx



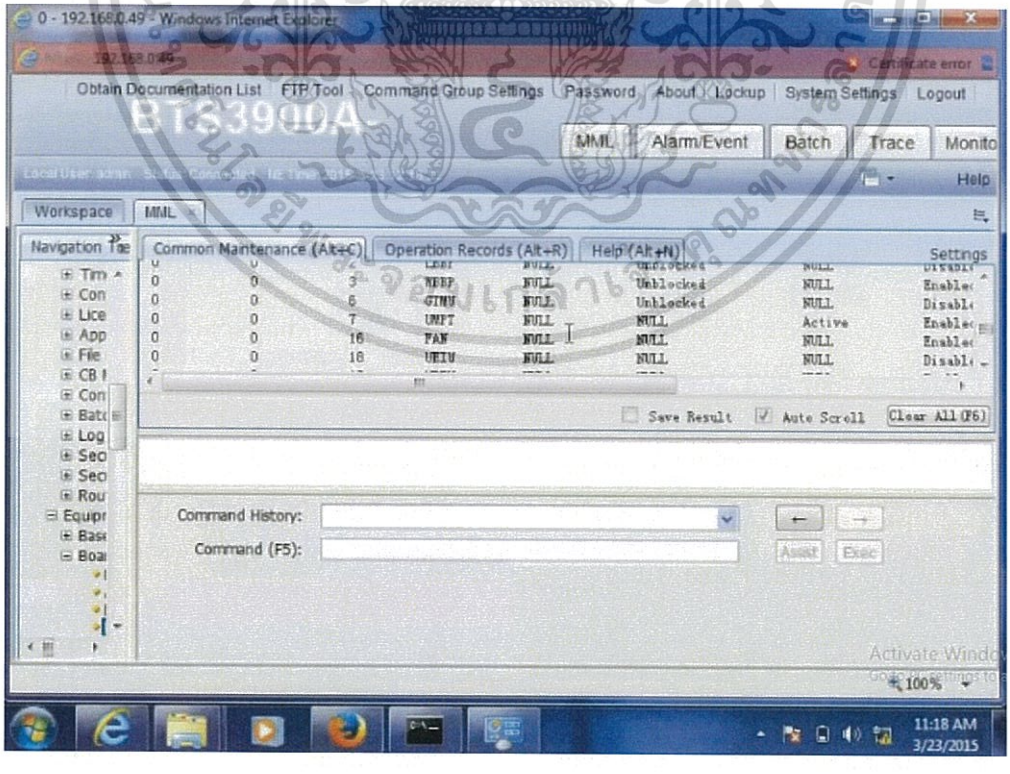
รูปที่ 3.11 การเชื่อมต่อโน๊ตบุ๊คกับบีบียู

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- ดาวน์โหลดและเปิดใช้งานโปรแกรมให้กับเครื่องบีบียู



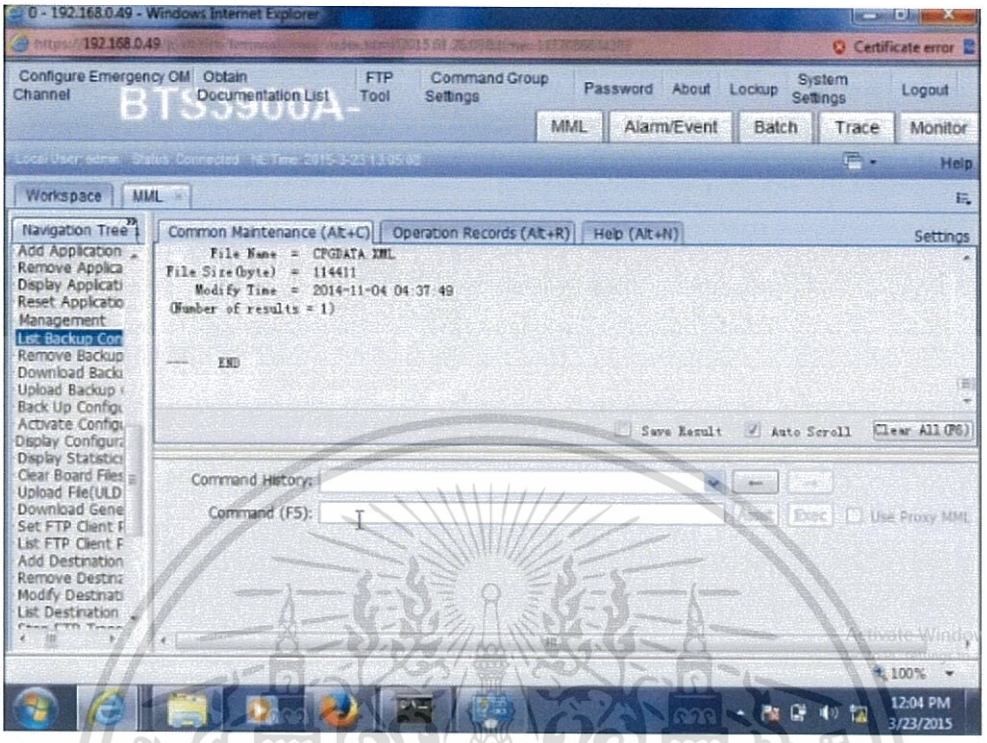
รูป 3.12 โปรแกรม LMT



รูปที่ 3.13 โปรแกรม LMT

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- ตั้งค่าพารามิเตอร์



รูปที่ 3.14 ตั้งค่าพารามิเตอร์

3.3.7 อินทิเกรทโครงข่าย

โทรติดต่อหาแผนกADA ของทรูมูฟที่เบอร์โทร 02-699-5909 เพื่อให้ทำการเปิดพอร์ตให้ หลังจากนั้นโทรหาOMCให้ทำการอินทีเกรทโครงข่าย

3.3.8 ตรวจสอบคุณภาพสัญญาณและการทำงานของอุปกรณ์ในโครงข่าย

ตรวจสอบสัญญาณและการทำงานของระบบโครงข่ายสัญญาณด้วยแอปพลิเคชั่นอาเซนควอซ (Azenqos) เป็นแอปพลิเคชั่นทดสอบสัญญาณโทรศัพท์ให้เราเขียนชุดคำสั่งฟังก์ชั่นการใช้งานขึ้นมา ในการทดสอบสัญญาณจะแบ่งการทดสอบออกเป็นทดสอบสัญญาณจีเอสเอ็ม900 (GSM900) และทดสอบแอลทีอี900 (LTE900) มีรายละเอียดในการทดสอบดังนี้

3.3.8.1 การทดสอบ GSM 900

- ทดสอบการโทร (Voice GSM900)
- ทดสอบการส่งข้อความ (Message test)
- ทดสอบความเร็วดาวน์โหลด/อัพโหลด (Speed test)

3.3.8.2 การทดสอบ LTE 900

- ทดสอบความเร็วดาวน์โหลด/อัพโหลด (Speed test)
- Voice over IP (VoLTE900)
- ทดสอบการผลัดเปลี่ยนสัญญาณ (Cell select for back)
- ทดสอบการจับสัญญาณ (Cell re-selection)

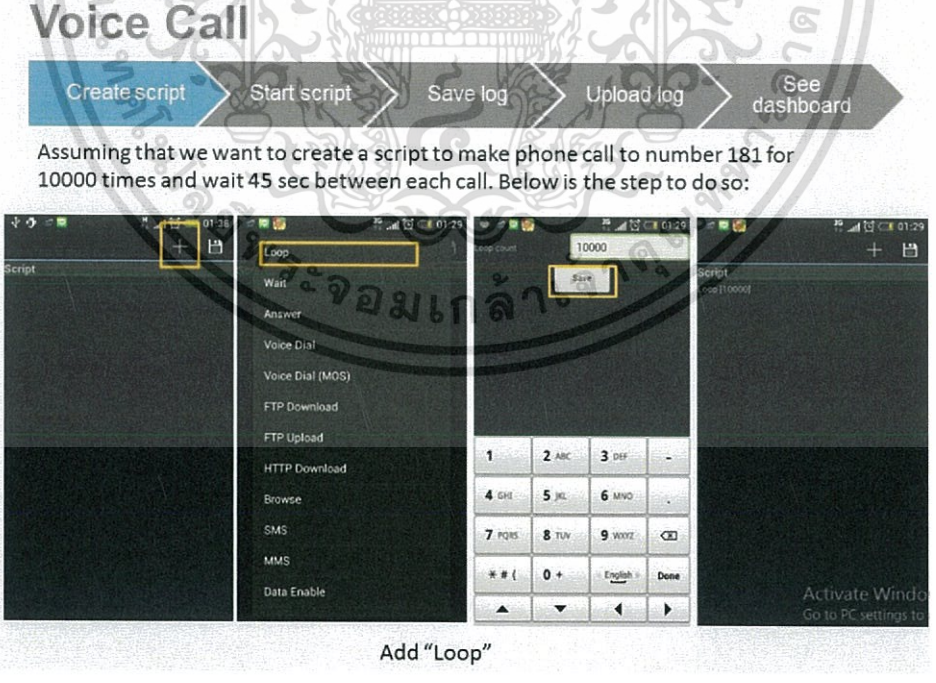
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.3.8.3 วิธีการเขียนชุดคำสั่งการทดสอบสัญญาณ

- กด “New script” จากนั้นกดปุ่ม + เพื่อเพิ่มชุดคำสั่ง แล้วบันทึกโดยการกด 💾

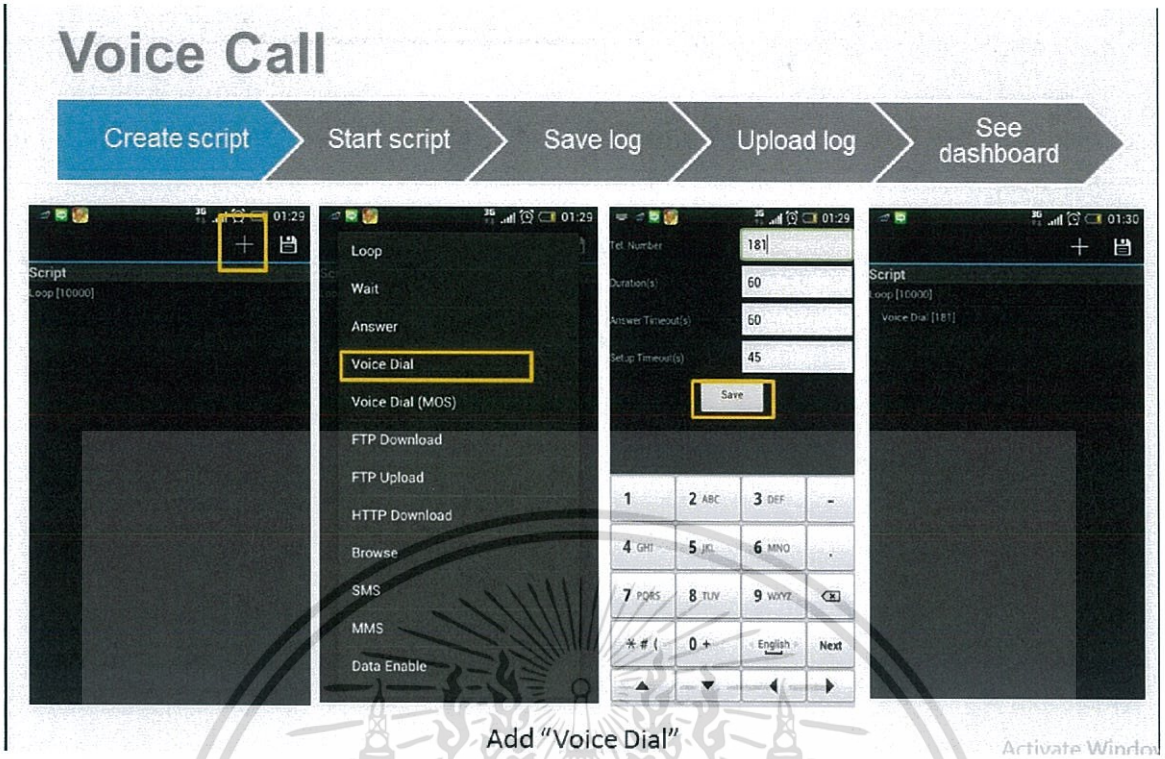
รูปที่ 3.15 ตัวอย่างการสร้างชุดคำสั่ง Voice call

- สมมุติหากต้องการจะโทรไปที่เบอร์ 1678 จำนวน 10,000 ครั้ง ครั้งละ 45 วินาทีสามารถทำตามรูปที่ 3.16



รูปที่ 3.16 ตัวอย่างการสร้างชุดคำสั่ง Voice call

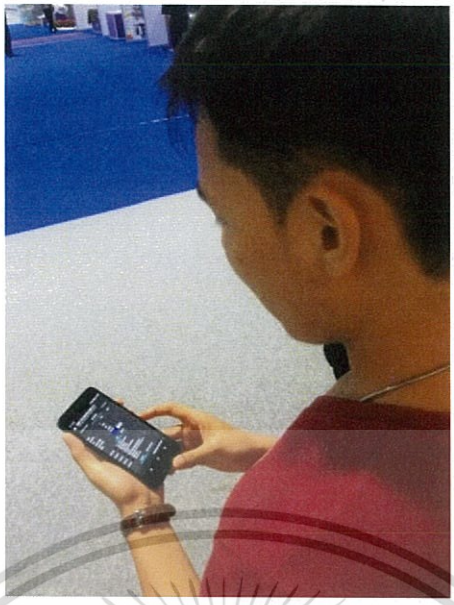
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3.17 ตัวอย่างการสร้างชุดคำสั่ง Voice call

รูปที่ 3.18 การทดสอบสัญญาณ

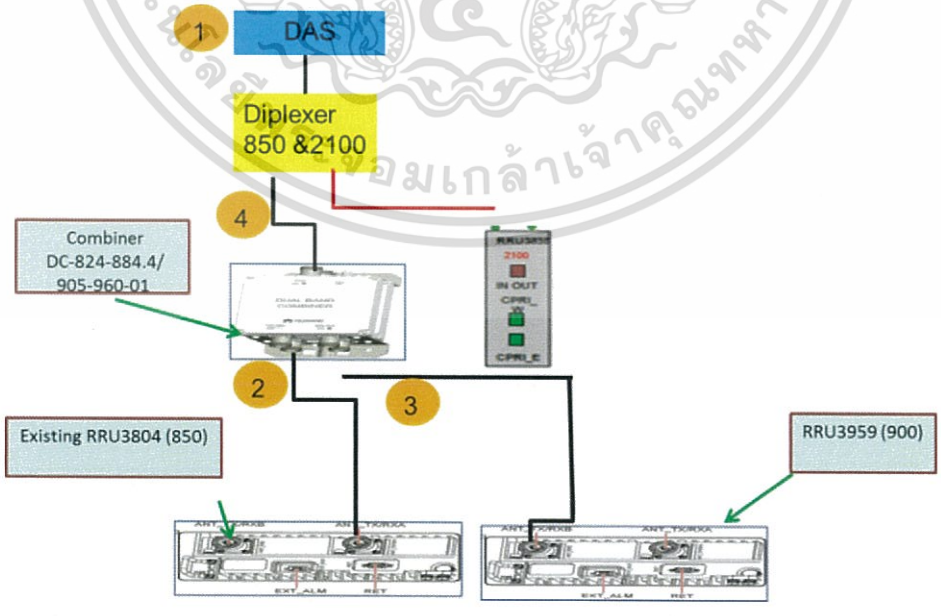
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3.19 การทดสอบสัญญาณ

3.4 การแก้ไขปัญหาและซ่อมบำรุงระบบ

นอกจากงานติดตั้งอุปกรณ์โครงข่ายสัญญาณโทรศัพท์มือถือภายในอาคาร ในกรณีที่ระบบมีปัญหาจะมีทีมงานที่เฝ้าดูแล (Monitor) สัญญาณการแจ้งเตือน (Alarm) จะทำให้ทราบว่าระบบมีปัญหาอะไร เพื่อเข้าแก้ไขปัญหาอย่างรวดเร็วและตรงจุด การแจ้งเตือนมีหลายรูปแบบเช่น VSWR RTWP High temp Door alarm Smoke alarm Battery stolen alarm Capacity alarm เป็นต้น โดยปัญหาที่ผู้ฝึกสหกิจศึกษาได้ติดตามวิศวกรโครงการ (Project Engineer) เข้าไปแก้ไขคือ RTWP alarm สถานีฐานที่เข้าแก้ไขคือ อาคารรสาทาวน์เวอร์ รหัสสถานี BKC9087 มีขั้นตอนการวิเคราะห์และแก้ไขปัญหาดังนี้



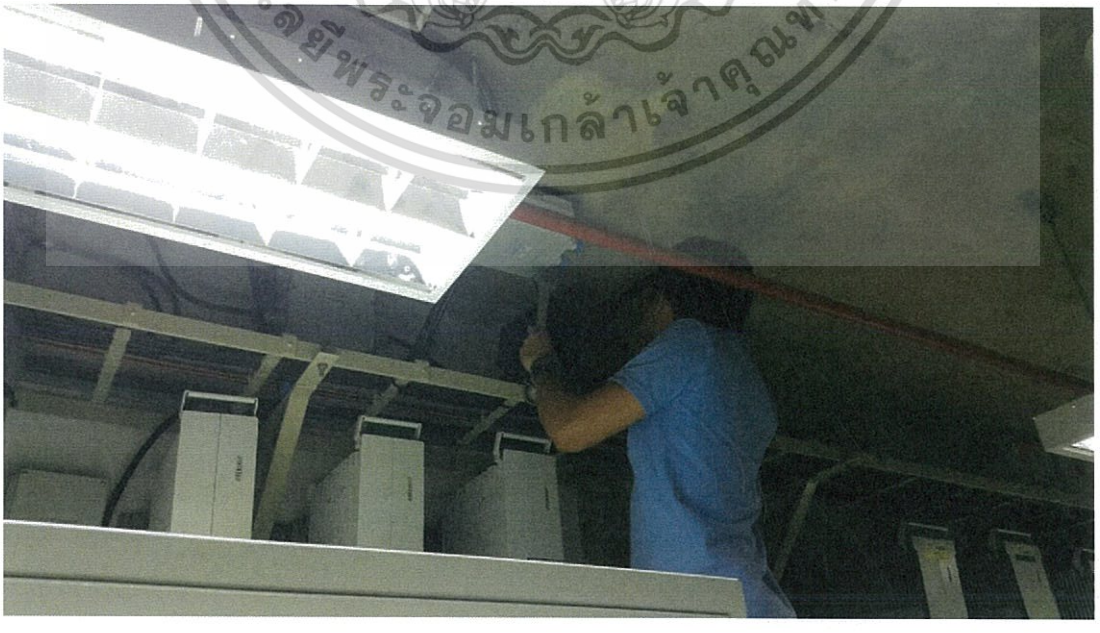
รูปที่ 3.20 แผนผังการใช้งานคลื่นความถี่ภายในอาคาร

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ขั้นตอนการวิเคราะห์ปัญหา RTWP alarm มี 4 ขั้นตอนดังนี้

- ให้แผนก OMC เก็บค่าRTWPก่อนทำการแก้ไข
- จากนั้นให้แผนก OMC ปิดการใช้งาน(Block)คลื่น900MHz เพื่อทดสอบว่าถ้าใช้งานคลื่น 850MHzความถี่เดียวจะมีปัญหาRTWPหรือไม่ แล้วเก็บค่าไว้
- ต่อมาให้เปิดใช้งานคลื่น900MHz แล้วปิดการใช้งาน850MHzโดยใช้dummy load ต่อเข้ากับสัญญาณขาออกของRRU850MHz เพื่อทดสอบว่าถ้าใช้งาน900MHzความถี่เดียวจะมีปัญหาRTWPหรือไม่ แล้วเก็บค่าไว้
- ขั้นตอนสุดท้ายใช้dummy load ต่อเข้ากับสัญญาณขาออกของอุปกรณ์รวมสัญญาณ (Combiner) เพื่อทดสอบว่าระบบสายอากาศภายในอาคาร(DAS)หรือตัวส่งสัญญาณคลื่นความถี่วิทยุ(RRU)มีปัญหา หากต่อdummy load หลังอุปกรณ์รวมสัญญาณแล้วไม่มีปัญหา RTWP แสดงว่าระบบสายอากาศภายในอาคารไม่รองรับการใช้งานคลื่นความถี่900MHz

รูปที่ 3.21 Dummy Load



รูปที่ 3.22 ใช้ dummy load ต่อเข้ากับ RRU850

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รูปที่ 3.23 ใช้ dummy load ต่อเข้ากับ RRU850

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 4
ผลการดำเนินโครงการ

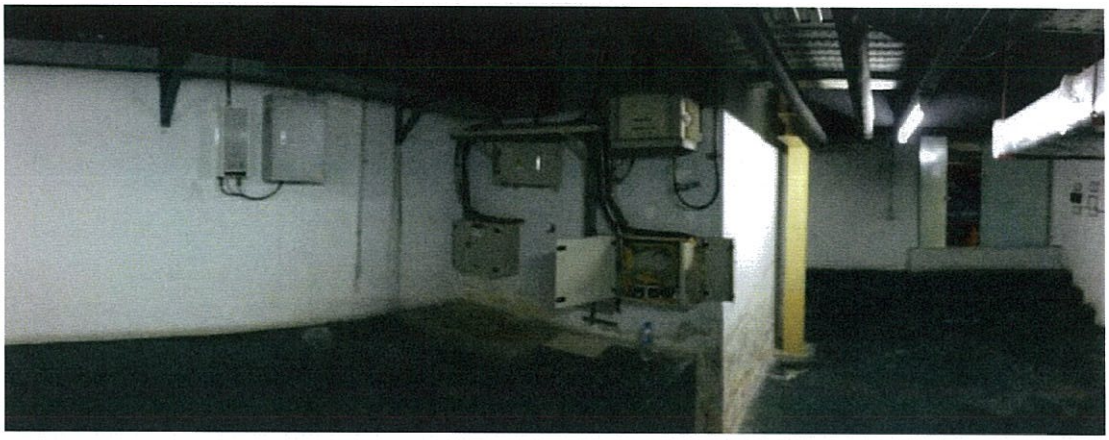
โครงการติดตั้งโครงข่ายสัญญาณโทรศัพท์มือถือGSM/LTEคลื่นความถี่900MHz ภายในอาคารแสงทองธาณีรหัสสถานี BKC9817 และรื้อถอนโครงข่ายGSM1800 เนื่องจากบริษัท ทรูคอมเปอร์เรชั่น จำกัด (มหาชน) หมดสัญญาสัมปทานคลื่นความถี่GSM1800 จึงทำการรื้อถอนตู้อุปกรณ์เก่าออกและติดตั้งตู้อุปกรณ์ใหม่GSM/LTEคลื่นความถี่900MHz ที่เพิ่งประมูลความถี่ได้ มีผลการดำเนินโครงการแต่ละขั้นตอนดังนี้

4.1 ผลการสำรวจอาคาร

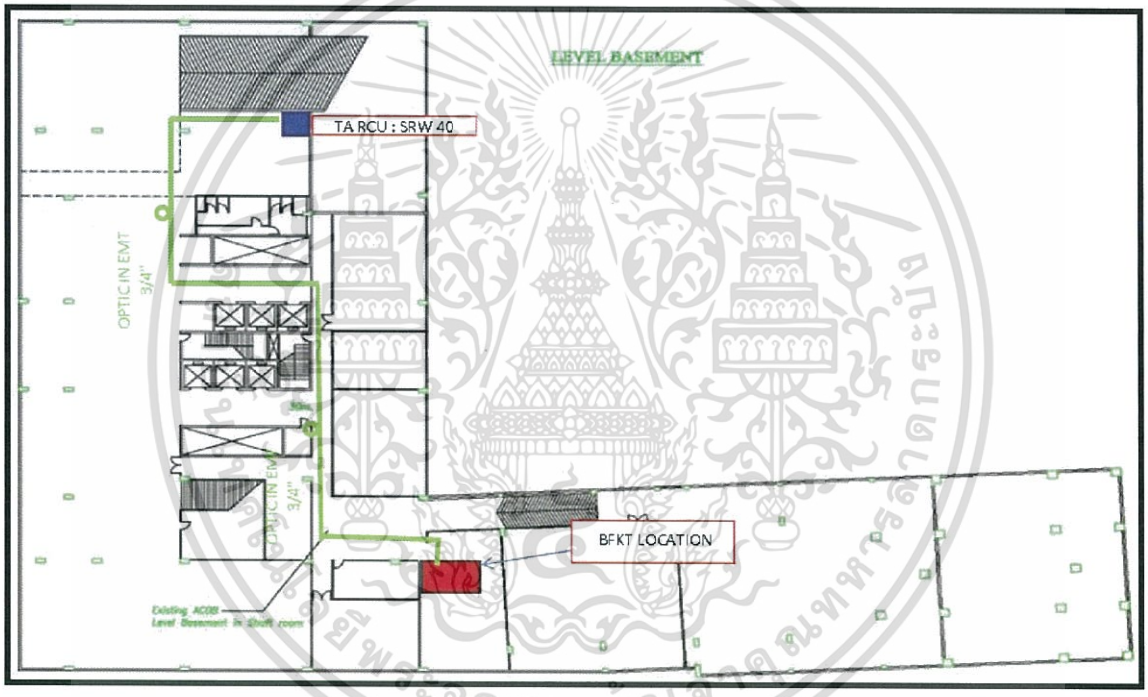
ผลการเข้าสำรวจอาคารเข้าไปสำรวจ พบว่าห้องติดตั้งอยู่ชั้น 1 ของอาคาร และมีพื้นที่ติดตั้งไม่เพียงพอที่จะวางตู้แปลงไฟกระแสสลับเป็นไฟกระแสตรง จึงออกแบบวิธีแก้ไขปัญหาโดยใช้อุปกรณ์ AC/DC converter แปลงกระแสเป็นไฟเลี้ยงให้เบสแบนด์ยูนิตและรีโมทเรดิโอยูนิต และติดตั้งตู้อุปกรณ์ขนาดเล็กใส่อุปกรณ์แลนด์สวิทช์และเบสแบนด์ยูนิตโดยไม่มีแบตเตอรี่สำรองไฟ

รูปที่ 4.1 พื้นที่ห้องสถานีฐาน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.2 พื้นที่ห้องสถานีฐาน

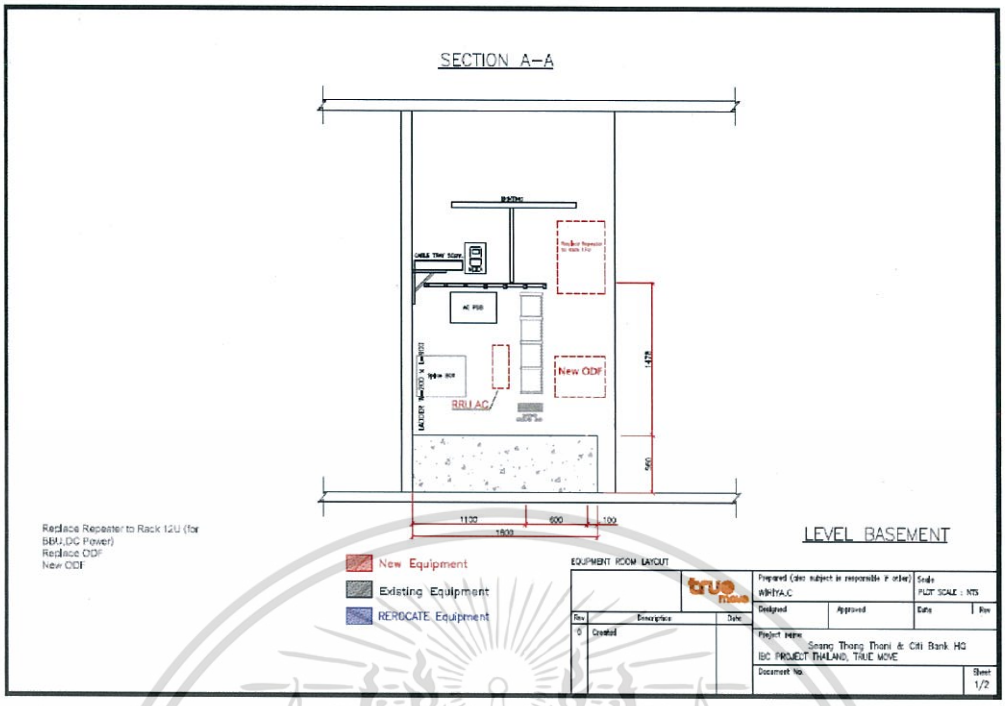


รูปที่ 4.3 แผนผังตำแหน่งห้องสถานีฐานในอาคารชั้น1

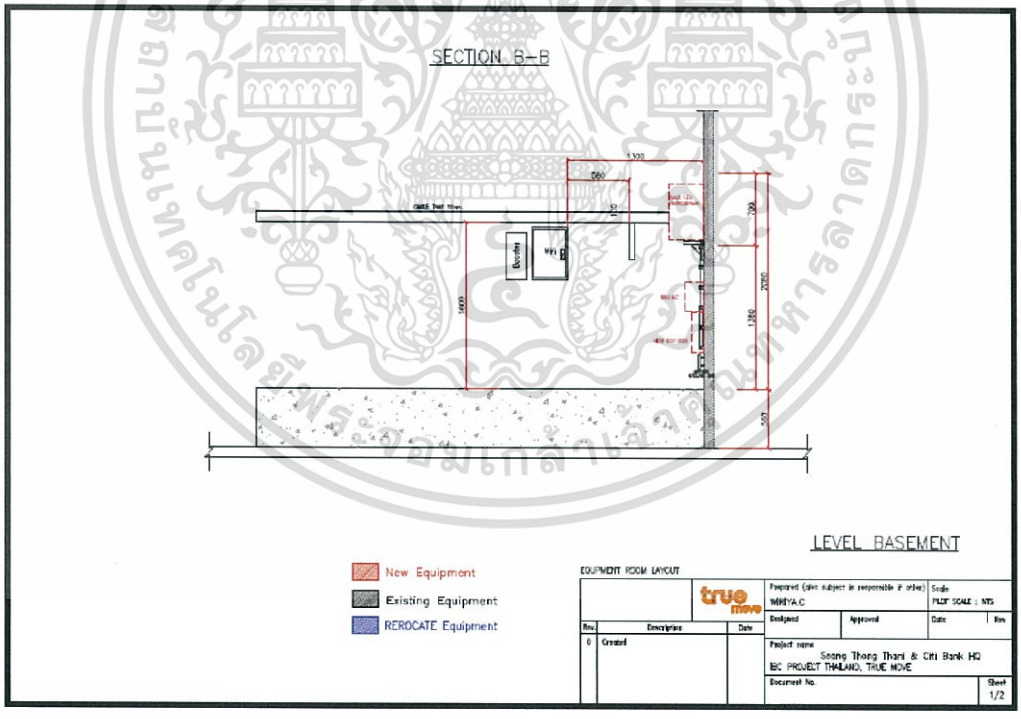
4.2 ผลการออกแบบการติดตั้งอุปกรณ์

จากผลการสำรวจพื้นที่ติดตั้งอุปกรณ์ในห้องสถานีฐานพบว่าห้องสถานีฐานมีพื้นที่จำกัด ทำให้ไม่สามารถติดตั้งตู้แปลงไฟกระแสสลับเป็นไฟกระแสตรง จึงออกแบบวิธีแก้ปัญหาขึ้นมาเพื่อรองรับพื้นที่ใช้งานที่มีอยู่อย่างจำกัดโดยติดตั้งตู้อุปกรณ์ขนาด12U สำหรับใส่เบสแบนด์ยูนิตและอุปกรณ์แลนสวิทช์และติดตั้งอุปกรณ์แปลงไฟฟ้า (AC/DC converter) แปลงไฟฟ้ากระแสสลับเป็นไฟฟ้ากระแสตรงเพื่อเป็นไฟเลี้ยงให้กับเบสแบนด์ยูนิตและรีโมทเรดิโอยูนิต แทนตู้แปลงไฟกระแสสลับเป็นไฟกระแสตรง (Rectiflier) และไม่มีแบตเตอรี่สำรองใช้หากเกิดกรณีไฟฟ้าดับจะทำให้โครงข่ายภายในอาคารไม่สามารถใช้งานได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

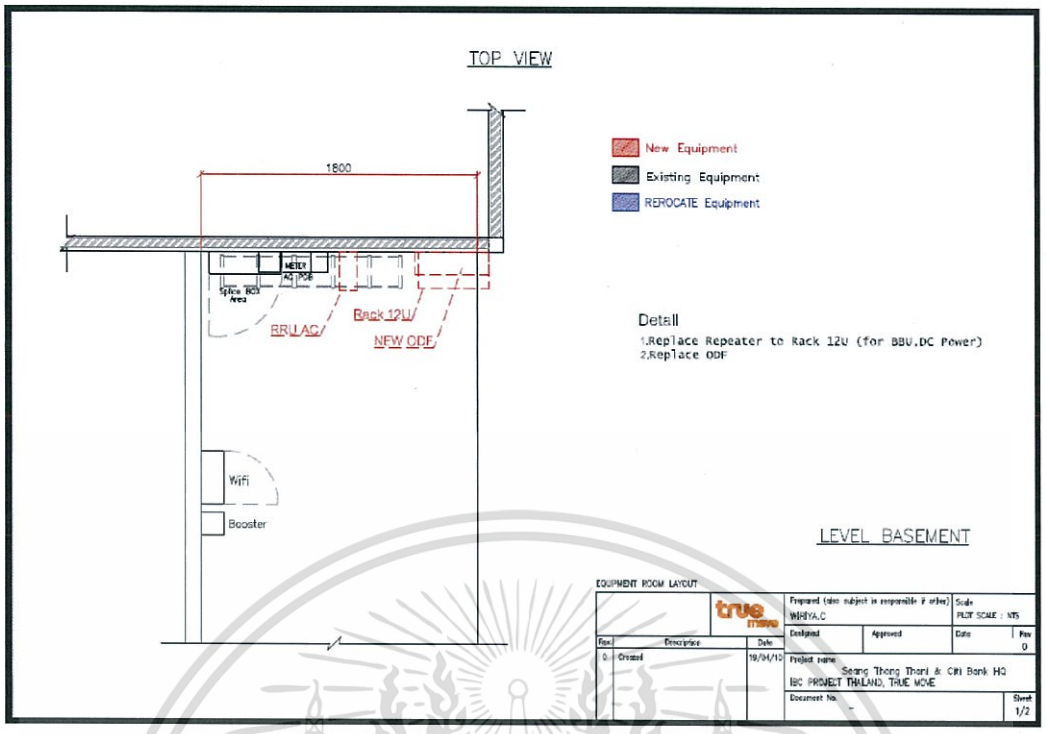


รูปที่ 4.4 แบบการติดตั้งอุปกรณ์ด้านหน้า

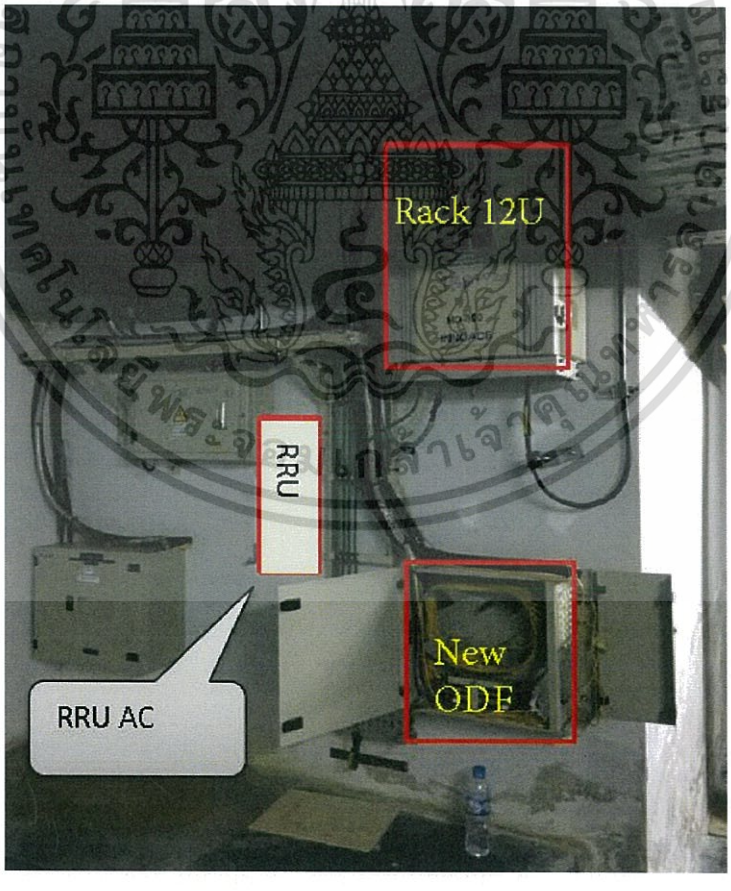


รูปที่ 4.5 แบบการติดตั้งอุปกรณ์ด้านข้าง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.6 แบบการติดตั้งอุปกรณ์ด้านบน



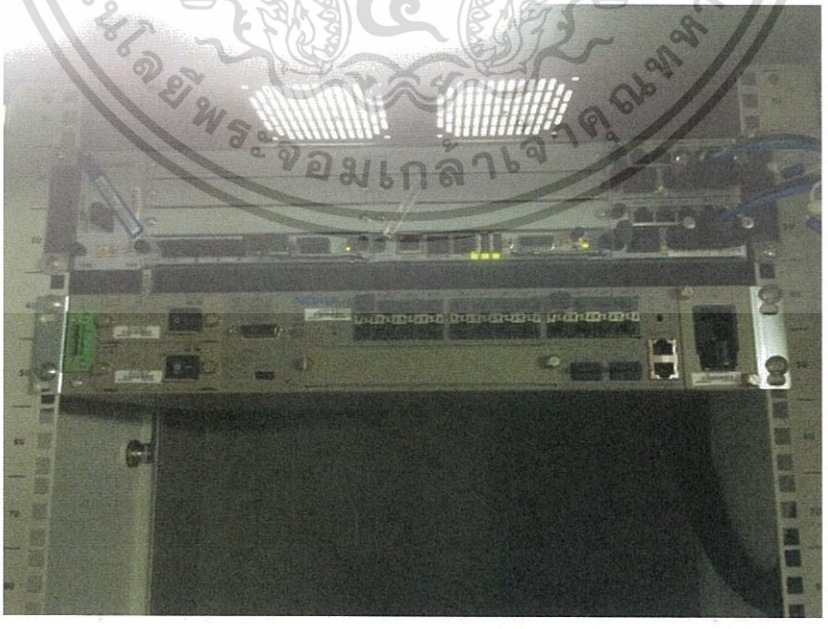
รูปที่ 4.7 แผนการติดตั้งอุปกรณ์เปรียบเทียบจากภาพหน้าสถานีฐาน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.3 ผลการรื้อถอนและติดตั้งอุปกรณ์

รื้อถอนออปติคคอร์ รีพีทเทอร์(Optical repeater) จากนั้นติดตั้งตู้ใส่อุปกรณ์12U พร้อมทั้งติดตั้งเบสแบนด์ยูนิตและไอพีแลนสวิทช์ภายในตู้อุปกรณ์12U

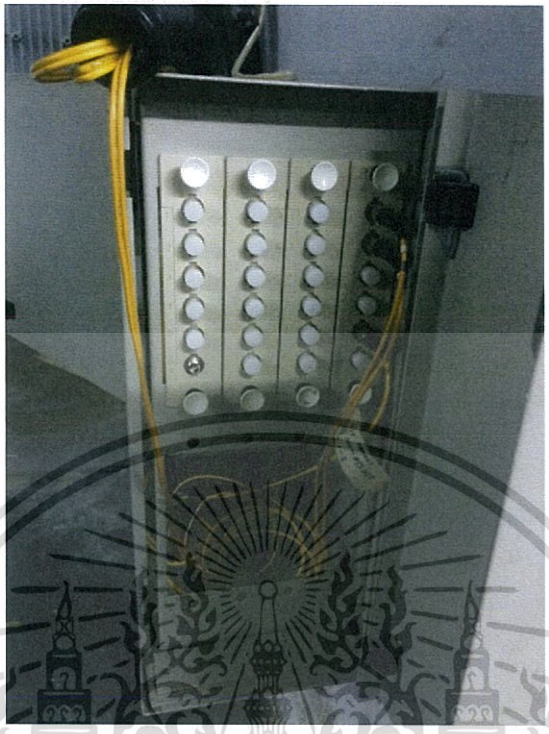
รูปที่ 4.8 ผลการรื้อถอนและติดตั้งตู้อุปกรณ์



รูปที่ 4.9 ผลการติดตั้งอุปกรณ์เข้าตู้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เดินสายไฟเบอร์ออปติคจากเสาไฟฟ้าเข้าภายในอาคารเชื่อมต่อเข้ากับกล่องโอดีเอฟ(ODF Box)



รูปที่ 4.10 ผลการติดตั้งตู้ Optic Distribute Fiber

ติดตั้งรีโมทเรดิโอยูนิตและอุปกรณ์แปลงไฟฟ้ากระแสสลับเป็นไฟฟ้ากระแสตรง(AC/DC module)

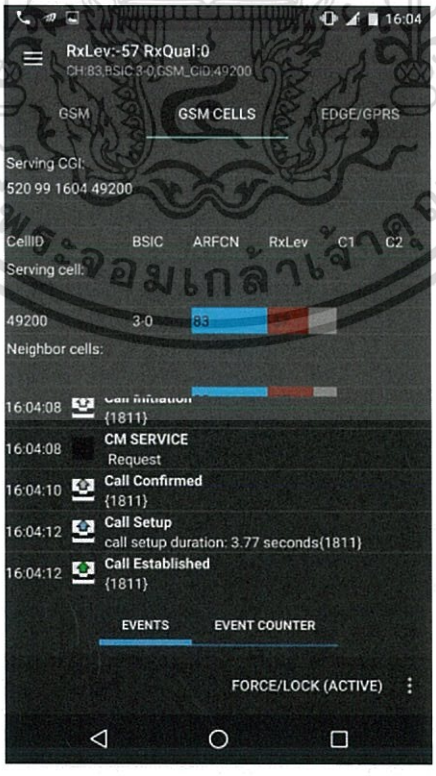
รูปที่ 4.11 ผลการติดตั้ง AC/DC converter

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รูปที่ 4.12 ผลการติดตั้งโดยรวมทั้งสถานี

4.4 ผลการทดสอบคุณภาพสัญญาณและการทำงานของอุปกรณ์

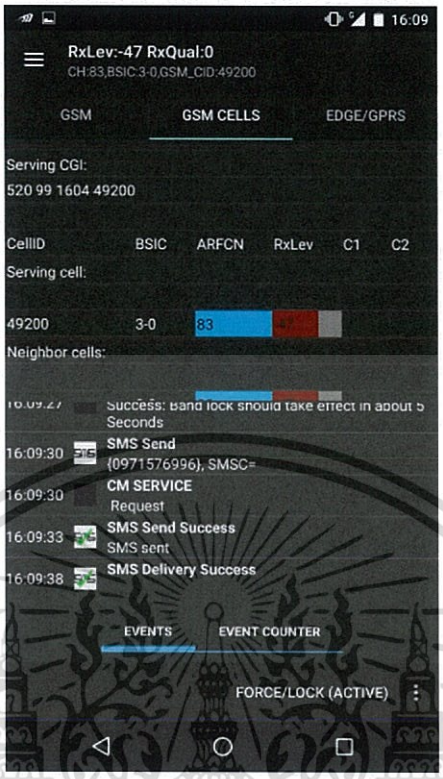
- ทดสอบการโทร (Voice GSM900) ผลการทดสอบการโทรสามารถใช้งานได้



รูปที่ 4.13 ทดสอบการโทร GSM

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- ทดสอบการส่งข้อความ (Message test) ผลการทดสอบสามารถส่งข้อความได้



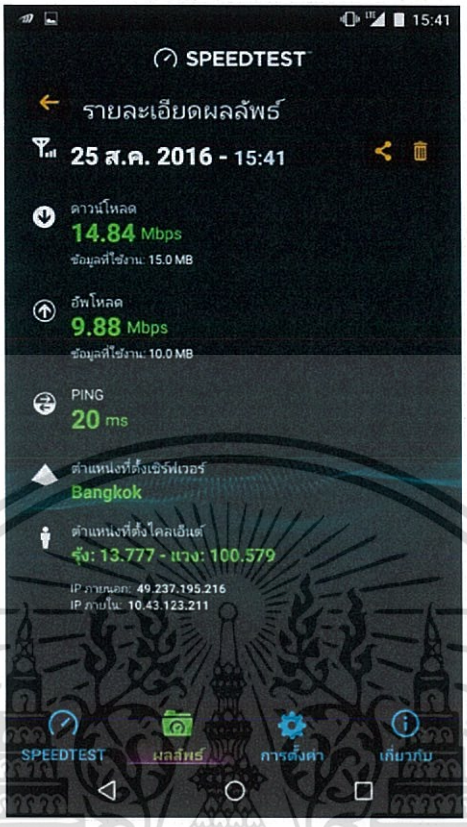
รูปที่ 4.14 ทดสอบการส่ง SMS

- ทดสอบความเร็วดาวน์โหลด/อัพโหลด (Speed test)

รูปที่ 4.15 ทดสอบความเร็ว GSM

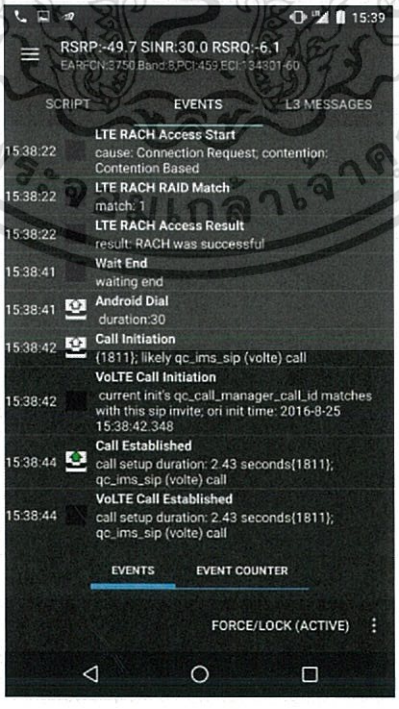
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- ทดสอบความเร็วดาวน์โหลด/อัพโหลด (Speed test LTE)



รูปที่ 4.16 ทดสอบความเร็ว LTE

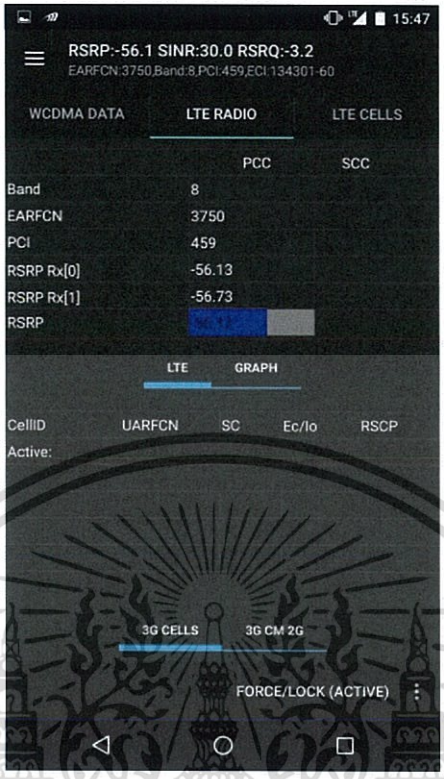
- Voice over IP (VoLTE900) ผลทดสอบการโทรบนอินเทอร์เน็ตสามารถใช้งานได้



รูปที่ 4.17 ทดสอบการโทรบนอินเทอร์เน็ต (VoLTE)

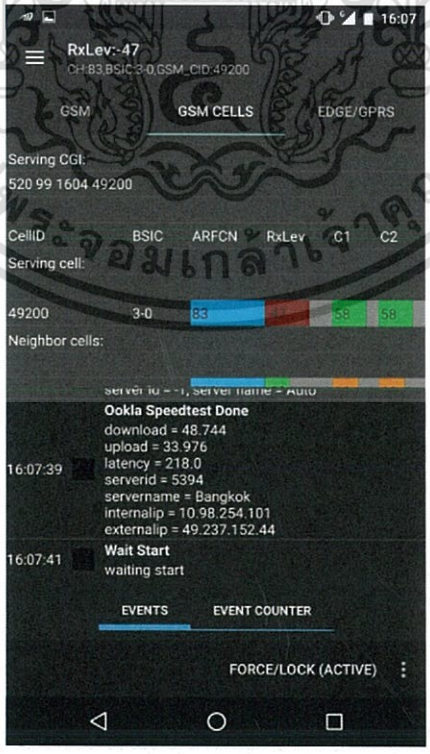
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- ทดสอบการผลัดเปลี่ยนสัญญาณ (Cell select for back : CSFB)



รูปที่ 4.18 ทดสอบการผลัดเปลี่ยนสัญญาณ

- ทดสอบการจับสัญญาณ (Cell re-selection)



รูปที่ 4.19 ทดสอบการจับสัญญาณ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.1 ตารางสรุปผลการทดสอบเครือข่ายสัญญาณโทรศัพท์มือถือ GSM/LTE 900MHz

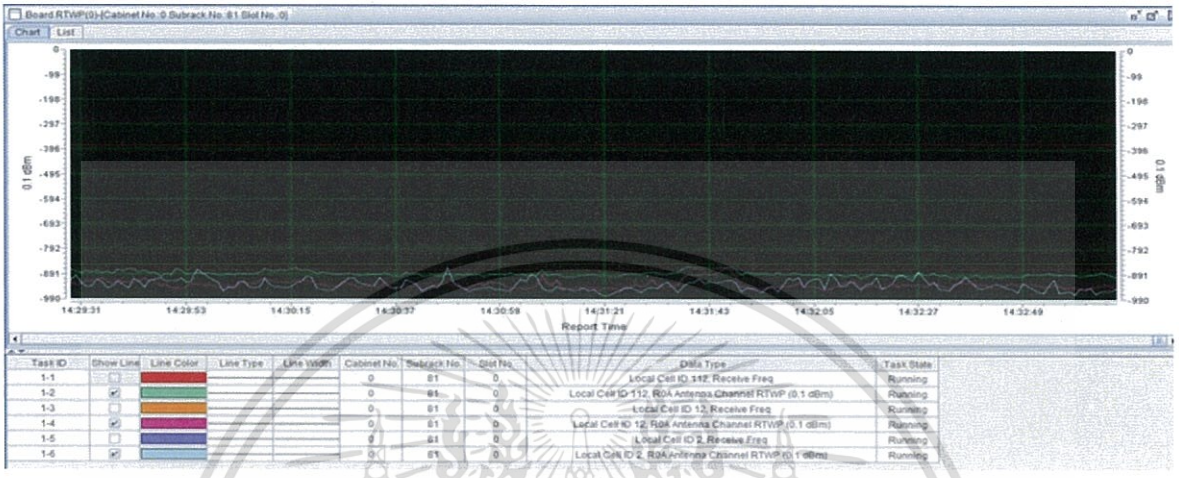
Floor.	L900 UL Result Mbps	L900DL Result Mbps	VOLTE L900	CSFB	Cell reselection	GSM900 UL/DL Kpbs	Voice GSM 900	SMS GSM900
34								
33	9.88	14.48	Pass	Pass	Pass	63.4/198.3	Pass	Pass
32								
31								
30								
29								
28								
27								
26								
25								
24								
23								
22								
21								
20								
19								
18	10.14	15.42	Pass	Pass	Pass	63.9/232.4	Pass	Pass
17								
16								
15								
14								
12A								
12								
11								
10								
9	9.78	15.29	Pass	Pass	Pass	54.54/226.2	Pass	Pass
8								
7								
6								
5								
4								
3								
2								
1								

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

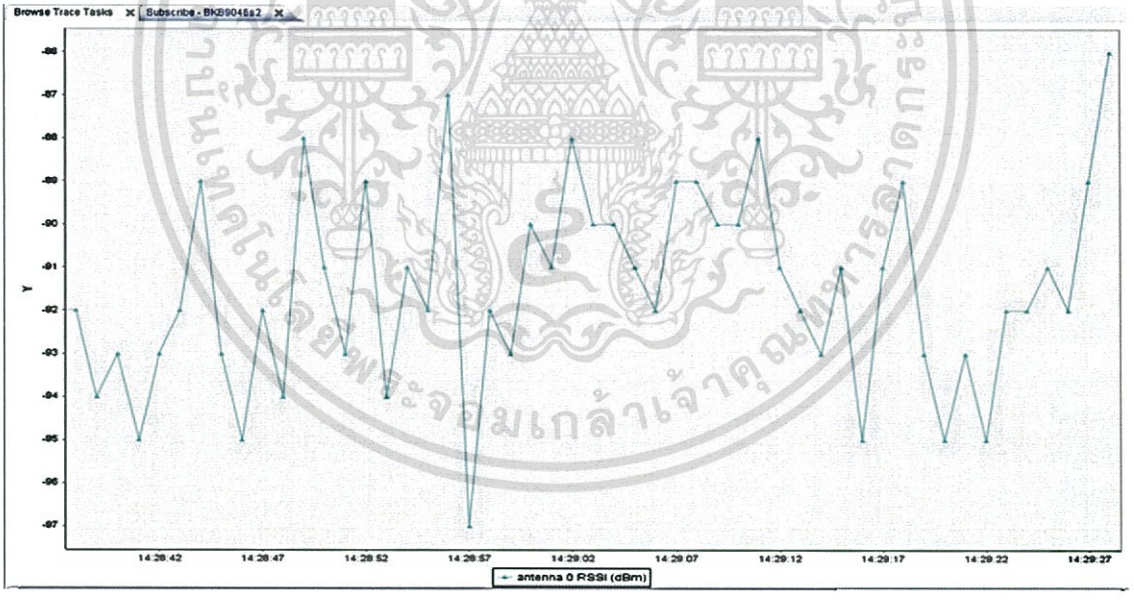
4.5 ผลการการแก้ไขปัญหาและซ่อมบำรุงระบบ

ผลการแก้ไขคือ RTWP alarm ที่อาคาร รสาทาวน์เวอร์ รหัสสถานี BKC9087 มีผลการแก้ไขแต่ละขั้นตอนดังนี้

- ผลเก็บค่าRTWPก่อนทำการแก้ไข ค่าRTWP 850MHz มีค่าอยู่ที่ -89.1 dBm และ 900MHz มีค่าอยู่ในช่วง -96 ถึง -86 dBm ซึ่งค่าRTWPที่เหมาะสมควรจะอยู่ในช่วง -102 ถึง -105 dBm



รูปที่ 4.20 ผลเก็บค่าRTWP 850MHz ก่อนทำการแก้ไข



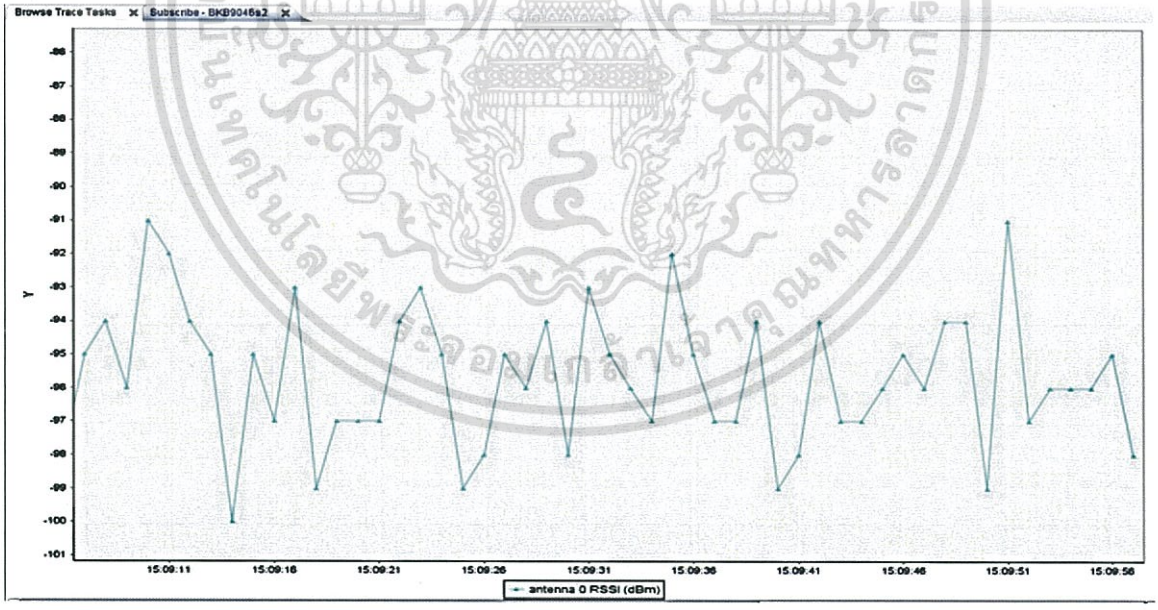
รูปที่ 4.21 ผลเก็บค่าRTWP 900MHz ก่อนทำการแก้ไข

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- ผลการเก็บค่าRTWPหลังจากปิดการใช้งาน(Block)คลื่น900MHz จากกราฟเห็นได้ว่าค่าRTWPของ 850MHz อยู่ในช่วง -75.2 ถึง -93 dBm ซึ่งไม่ได้ดีขึ้นจากตอนก่อนปิดการใช้งานคลื่น900MHz

รูปที่ 4.22 ผลการเก็บค่าRTWPหลังจากปิดการใช้งาน(Block)คลื่น900MHz (On air 850MHz)

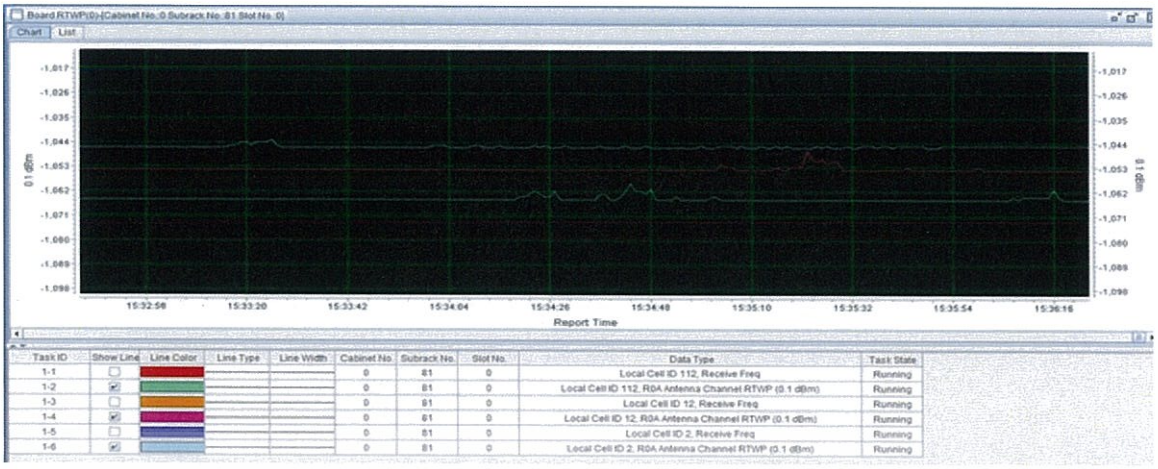
- ผลการเก็บค่าRTWPหลังจากปิดการใช้งาน850MHzโดยใช้dummy load ต่อเข้ากับสัญญาณขาออกของRRU850MHz จากกราฟเห็นได้ว่าค่าRTWPของ900MHz อยู่ในช่วง -92 ถึง -97 dBm ซึ่งไม่ได้ดีขึ้นจากตอนก่อนปิดการใช้งานคลื่น850MHz



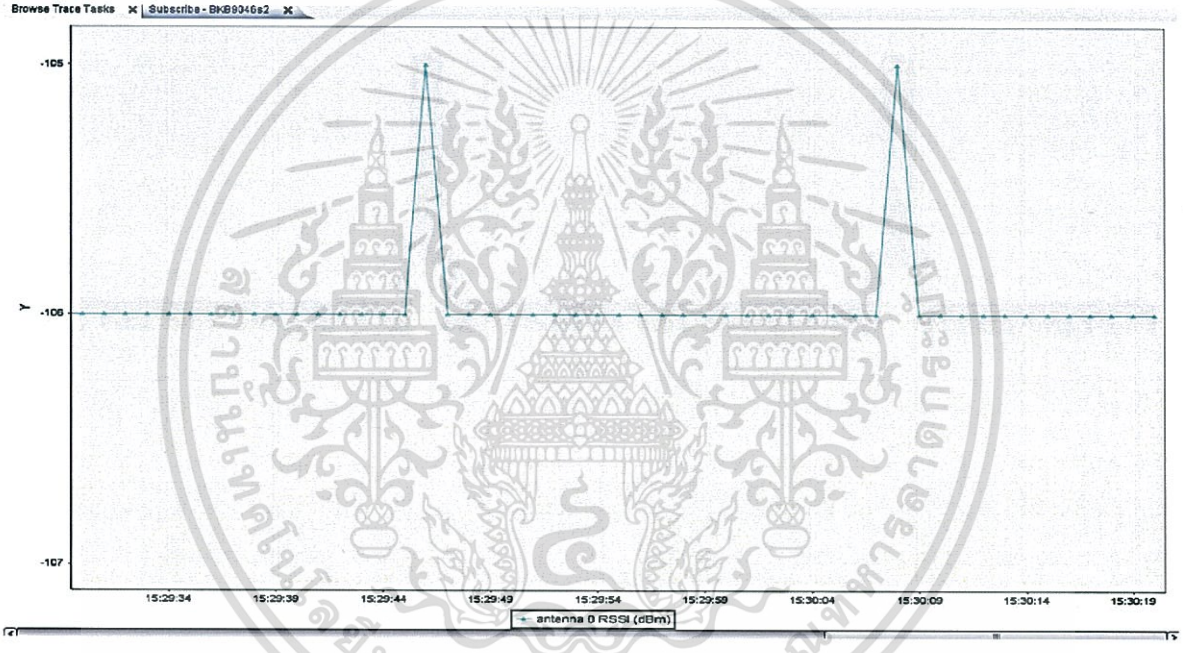
รูปที่ 4.23 ผลการเก็บค่า RTWP หลังจากปิดการใช้งาน คลื่น 850 MHz (On air 900MHz)

- ขั้นตอนสุดท้ายใช้dummy load ต่อเข้ากับสัญญาณขาออกของอุปกรณ์รวมสัญญาณ (Combiner) ปรากฏว่าทั้งคลื่น850MHzและ900MHzมีค่าที่ดีขึ้น ซึ่งอยู่ในช่วง -104.4 ถึง -106 เป็นค่าRTWPที่เหมาะสม จึงสรุปได้ว่าระบบสายอากาศภายในอาคาร(DAS)อาจไม่รองรับการใช้งานเทคโนโลยี GSM/LTE900MHz และUMTS850MHz

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.24 ผลการเก็บค่าRTWPของ850MHzหลังอุปกรณ์รวมสัญญาณ



รูปที่ 4.25 ผลการเก็บค่า RTWP ของ 900 MHz หลังอุปกรณ์รวมสัญญาณ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 5
สรุปผลการดำเนินงานและข้อเสนอแนะ

5.1 สรุปผลการดำเนินโครงการ

รายงานการปฏิบัติสหกิจศึกษาฉบับนี้ข้าพเจ้าศึกษาเกี่ยวกับการออกแบบและการติดตั้งโครงข่ายสัญญาณโทรศัพท์มือถือคลื่นความถี่ 900/1800 MHz ภายในอาคาร กรณีศึกษาของบริษัทรับออกแบบและติดตั้งโครงข่ายโทรศัพท์มือถือให้กับ บริษัท ทรูคอร์เปอร์เรชั่น จำกัด โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อเพิ่มประสบการณ์ทักษะในการทำงานและเพิ่มอัตราการได้งานของนักศึกษาปริญญาตรีจบใหม่และเพื่อชี้ให้เห็นถึงความสำคัญของการเรียนรู้ทั้งทางทฤษฎีในสถาบันและการลงปฏิบัติหน้างานจริง ด้วยหลักสูตรคณะวิศวกรรมศาสตร์สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบังร่วมมือกับสถานประกอบการต่างๆทั้งภาครัฐและเอกชลเปิดโอกาสให้นักศึกษามีทางเลือกลงวิชาสหกิจศึกษา โดยเป็นการศึกษาและเรียนรู้จากการปฏิบัติงานจริงในสายงานที่ข้าพเจ้าสนใจ อีกทั้งได้นำความรู้จากการศึกษาในสถาบันไปปรับใช้กับการปฏิบัติงานจริง และเรียนรู้ทักษะการทำงานอื่นๆเพิ่มเติม

จากการปฏิบัติสหกิจศึกษาในตำแหน่งโปรเจคเอ็นจิเนียร์ (Project Engineer) ที่บริษัท หัวเว่ย เทคโนโลยี จำกัด ตั้งแต่วันที่ 1 สิงหาคม – 30 พฤศจิกายน 2559 สรุปได้ว่า บริษัท หัวเว่ย เทคโนโลยี จำกัด รับออกแบบและติดตั้งโครงข่ายสัญญาณโทรศัพท์มือถือทั้งภายนอกและภายในอาคารคลื่นความถี่ 850/900/1800และ2100MHz ด้วยเทคโนโลยี GSM UMTS และ LTE ให้กับบริษัท ทรูคอร์เปอร์เรชั่น จำกัด

จากการออกติดตามการปฏิบัติงานของโปรเจ็คเอ็นจิเนียร์นอกพื้นที่ โดยออกสำรวจสถานที่ ติดต่อประสานงาน กำกับดูแลการทำงานของผู้รับเหมารายย่อย และแก้ไขปัญหาระบบโครงข่าย ตั้งแต่เดือนสิงหาคม – พฤศจิกายน 2559 ทำให้ข้าพเจ้าเข้าใจกระบวนการดำเนินงานตั้งแต่เริ่มต้น โดยจัดประชุมแผนกเพื่อแบ่งติดตามผู้รับเหมารายย่อยแต่ละรายให้ทำงานสำเร็จตามแผนการดำเนินโครงการ จากนั้นทำหนังสือขออนุญาตเข้าอาคาร เพื่อแจ้งรายละเอียดการปฏิบัติงานและระยะเวลาการดำเนินโครงการ เมื่อฝ่ายอาคารสถานที่อนุมัติให้เข้าปฏิบัติงาน จึงขอรหัสเข้าทำงาน(plan work number) แล้วเข้าสำรวจสถานที่ให้เห็นลักษณะหน้างานเป็นอย่างไรเพื่อกลับไปออกแบบการติดตั้งโครงข่ายสัญญาณตามความต้องการของลูกค้า หลังจากสำรวจสถานที่เรียบร้อยแล้วจึงกลับมาเขียนแบบระบบโครงข่ายสัญญาณโทรศัพท์มือถือด้วยโปรแกรมออโตแคด (AutoCad 2015) เมื่อเขียนแบบเสร็จแล้วจึงส่งแบบให้บริษัท ทรูคอร์เปอร์เรชั่น จำกัด (มหาชน) ตรวจสอบและเซ็นอนุมัติแบบ เมื่อแบบผ่านการอนุมัติขั้นตอนต่อมาดำเนินการสั่งอุปกรณ์ที่จะใช้ติดตั้งพร้อมทั้งกำหนดสถานที่รับอุปกรณ์ จากนั้นดำเนินการติดตั้งระบบโครงข่ายตามแบบ หลังจากติดตั้งเสร็จยื่นคำขอเลขไอพีแอดเดรส (IP address) ของระบบโครงข่ายที่ติดตั้งใหม่จากบริษัท ทรู คอร์เปอร์เรชั่น จำกัด (มหาชน) เพื่อนำไปเขียนโปรแกรมการทำงานให้อุปกรณ์ แล้วนำโปรแกรม (Commissioning software) มาลงให้อุปกรณ์สามารถทำงานได้ ต่อไปเป็นขั้นตอนการรวมโครงข่ายระหว่างโครงข่ายใหม่ที่เพิ่งติดตั้งกับโครงเดิม เรียกขั้นตอนนี้ว่า อินทีเกรทโครงข่าย (Integrate Network) เพื่อให้โครงข่ายเชื่อมต่อสื่อสารกันได้ทั่วประเทศเกิดเป็นโครงข่ายขนาดใหญ่เรียกว่า WAN ย่อมาจาก (Wide Area Network) ขั้นตอนต่อมาเป็นขั้นตอนตรวจสอบการทำงานของระบบโดยใช้แอปพลิเคชั่นที่ชื่อว่า อะเซนควอซ (Azenqos application) เป็นแอปพลิเคชั่นที่ใช้เดินทดสอบคุณภาพและทดสอบการทำงานของโครงข่าย โดยทดสอบการโทร (Call test) ทดสอบส่งข้อความ (SMS test) ทดสอบความเร็ว3G/4G (speed test) ทดสอบการจับสัญญาณ (Cell reselection) ทดสอบซีเอสเอฟบี

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

(Circuit switch for back) เมื่อระบบโครงข่ายผ่านการทดสอบทั้งหมด ขั้นตอนสุดท้ายเป็นการส่งมอบงานโดยบริษัท ทรูคอร์เปอร์เรชั่น จำกัด (มหาชน) เป็นผู้ตรวจ

5.2 ข้อเสนอแนะ

จากการประเมินความคุ้มค่าของการเข้าร่วมโครงการสหกิจศึกษากับบริษัท หัวเว่ย เทคโนโลยี จำกัด ซึ่งข้าพเจ้าให้เรียนรู้ประสบการณ์ในการทำงานเป็นผู้ช่วยวิศวกรโครงการ (Project engineer) โดยตลอดระยะเวลาที่ทำสหกิจศึกษาข้าพเจ้าภาคภูมิใจเป็นอย่างยิ่งที่ได้มีโอกาสร่วมงานกับบริษัทหัวเว่ย ซึ่งเป็นบริษัทผู้นำด้านโครงข่ายโทรคมนาคมขนาดใหญ่ระดับโลก พี่พนักงานวิศวกรทุกคนสอนงานและคำแนะนำทั้งเรื่องการทำงานและการดำเนินชีวิตเป็นอย่างดี การได้ออกไปทำสหกิจศึกษาในครั้งนี้เป็นเหมือนการจำลองให้เราได้เห็นภาพการทำงานจริงในอนาคต เป็นเหมือนสนามซ้อมให้เราได้เตรียมความพร้อมก่อนที่จะออกไปเจอการทำงานจริง แบกรับหน้าที่รับผิดชอบและแรงกดดัน ให้เราได้รู้จักปรับตัวเข้ากับผู้อื่น ทำงานเป็นทีมและอื่นๆอีกมากมาย ซึ่งในอนาคตหากรุ่นน้องวิศวกรรมโทรคมนาคมได้มีโอกาสเข้าร่วมโครงการสหกิจศึกษาถือว่าเป็นโอกาสที่ดีสำหรับน้องที่น้องจะได้เรียนรู้และพัฒนาทักษะในการทำงานเพื่อจบออกไปเป็นบัณฑิตที่ดีและมีคุณภาพ นำมาซึ่งชื่อเสียงที่ดีแก่สถาบันสืบไป

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บรรณานุกรม

[1] สำนักงานสถิติแห่งชาติ. **"สภาวะการว่างงานของประชากรในประเทศไทย."** [Online]. เข้าถึงถึงได้จาก : http://service.nso.go.th/nso/web/statseries/statseries04.html. 2558.

[2] บริษัท หัวเว่ย เทคโนโลยี จำกัด. **"เอกสารการติดตั้งอุปกรณ์ Huawei DBS3900 สำหรับงานติดตั้งและตรวจจับโครงการ True Move H Universal Communication L1800MHz & GL900MHz Project Phase1.0 version1.0."** เอกสารการติดตั้งอุปกรณ์ hardware installation guideline for DBS3900. 2558.

[3] บริษัท เอ็กโฟ จำกัด. **"Baseband Unit."** [Online]. เข้าถึงจาก : http://www.exfo.com/glossary/baseband-unit. 2558.

[4] **"Common Public Radio Interface."** [Online]. เข้าถึงจาก : http://www.fiber-ptictransceiver.com/photo/pl11221232armored_cpri_cable_steel_tape_fiber_patch_cord_2_fibers_single_mode.jpg . 2558.

[5] **"Patch cord."** [Online]. เข้าถึงจาก : http://dp.lnwfile.com/bixmtr.jpg. 2558.

[6] บริษัท หัวเว่ย เทคโนโลยี จำกัด. **"Universal Baseband Processing board."** [Online]. เข้าถึงจาก : http://forum.huawei.com/ thread-71213-1-1. 2558.

[7] คำศัพท์โทรคมนาคม. **"SFP"** [Online]. เข้าถึงจาก : http://telecom10.blogspot.com/2015/03/sfp.html. 2558.

[8] **"Radio Frequency Splitter 2way."** [Online]. เข้าถึงจาก : http://img2.everychina.com/img/76/ce/e60a5859c24a2b7b2a6badd678e8-250x250c1-f106/2_way_3_way_4_way_rf_power_splitter_divider.jpg. 2558.

[9] ภาณุพงษ์ ปัตติสิงห์. **"คู่มือการใช้โปรแกรม AutoCAD 2015."** กรุงเทพมหานคร : สำนักพิมพ์ ซีซีนี อินเตอร์เนชั่นแนล. 2558.

[10] **"Azenqos Android drive test solution for LTE,WCDMA & GSM."** [Online]. เข้าถึงได้จาก : http://www.azenqos.com/

[11] **"In Building Distribute Antenna System."** [Online]. เข้าถึงได้จาก : http://www.l-com.com/what-is-a-distributed-antenna-system-das

[12] **"Voltage Standing Wave Ratio."** [Online]. เข้าถึงได้จาก : https://en.wikipedia.org/wiki/Standing_wave_ratio

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

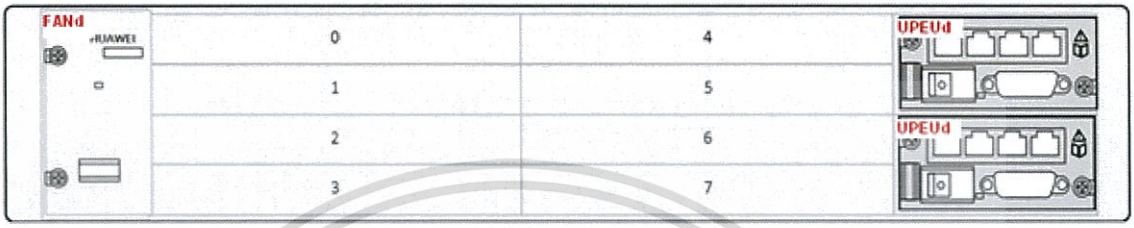
ภาคผนวก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3) อุปกรณ์หลัก ในระบบเครือข่าย L1800 & GUL900

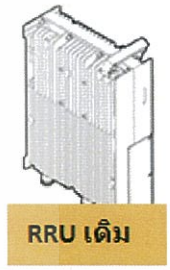
BBU3910 (Base Band Unit)

ในกรณี ติดตั้งในตู้ 850 และ กรณีไม่มีระบบเดิมอยู่เลย ให้เพิ่ม BBU ใหม่ BBU3910 แต่หากเป็น BBU เดิมที่อยู่ในระบบให้ทำการเพิ่ม Board ตามรายละเอียดด้านล่างนี้



ภาพที่ 3.1 รูป BBU3910

RRU (Remote Radio Unit)

Band	850	900	1800&2100	2100
Image				
Type	RRU3804	RRU3959	RRU3962	RRU3838
Tx and Rx Channels	1T2R	2T2R	2T2R	2T2R
Output Power	1 x 60W	2 x 60 W	2 x 60 W	2 x 40 W
Config Mode	UO	GUL	UL	UL

ภาพที่ 3.2 รูป RRU ที่ใช้งานในแต่ละระบบ

Name	Department	Signature	Date
Komsun Bunchasak	RRM		
Amnaj Sawangsri	RSO		
Pichit Ekthanong	HUAWEI PD		

เอกสารนี้จัดทำขึ้นไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น พร้อมทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4) รูปแบบ Scenario การเพิ่ม ระบบเครือข่าย 900 & 1800 MHz เข้ากับระบบเดิม

Add	Scenario	Technology
Add 900 MHz	S1	850 >> 850+**900**
	S2	2100 >> 2100+**900**
	S3	850+2100 >> 850+2100+**900**
	S4	G1800+850 >> G1800+850++**900**
	S5	G1800+850+2100 >> G1800+850+2100+**900**
Add 900 & 1800 MHz	S6	2100 >> 2100+**1800+900**
	S7	850+2100 >> 850+2100+**1800+900**
	S8	G1800+850+2100 >> 850+2100+**1800+900**

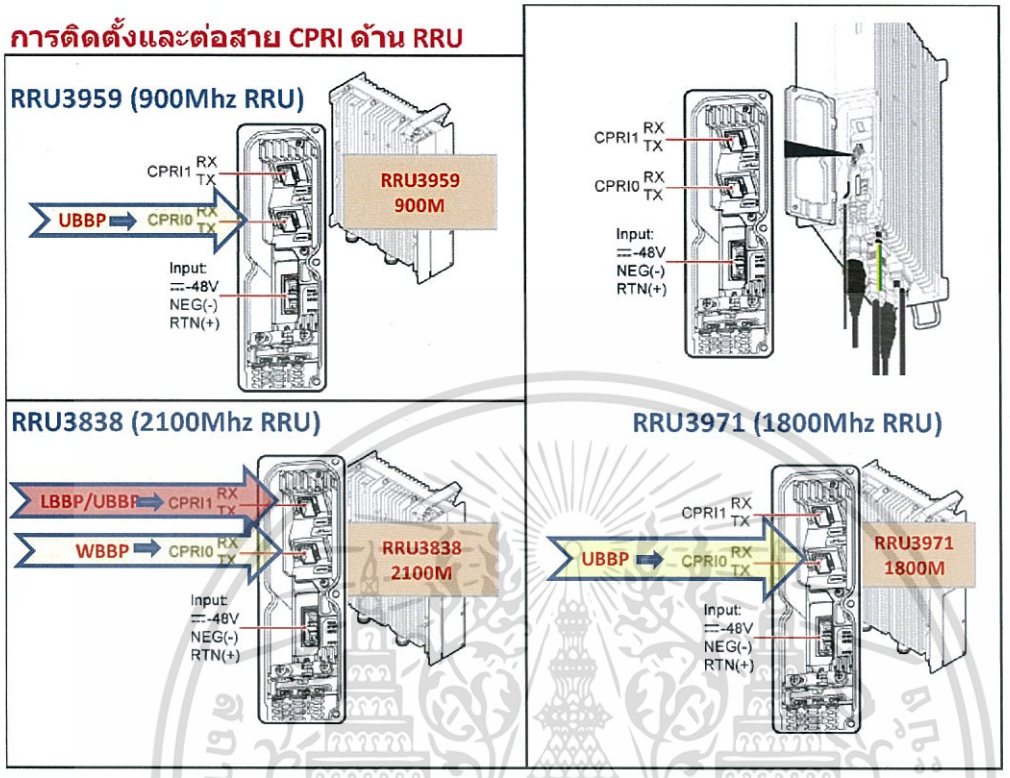
เครือข่ายหลักเดิมคือ 850MHz และ 2100MHz จะมีแยกตู้ Rectifier กัน ดังนั้นในการเพิ่ม Technology 900 และ/หรือ 1800 ให้เพิ่มลงในตู้ Rectifier ของ 2100MHz ก่อนเสมอ (ถ้ามี) ยกเว้นกรณีที่หน้างานไม่มีตู้ 2100 จึงกำหนดให้เพิ่มอุปกรณ์ลงในตู้ของ 850MHz ได้ เช่น กรณี Scenario 1

ในบาง Scenario เมื่อใช้ สายอากาศต่างประเภทกันจะทำให้เกิด Scenario ย่อยเนื่องจากความแตกต่างของสายอากาศ

Name	Department	Signature	Date
Komsun Bunchasak	RRM		
Amnaj Sawangsri	RSO		
Pichit Ekthanong	HUAWEI PD		

เอกสารนี้จัดทำขึ้นสำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รูปแบบการเชื่อมต่อ CPRI Link (Between BBU & RRU) กำหนดให้ใช้ port ในการเชื่อมต่อดังนี้



ระบบสายอากาศ: ในการเพิ่ม ระบบเครือข่ายใหม่ 900 (Low Band) & 1800 (High Band) MHz เข้ากับระบบเครือข่ายเดิมที่มีทั้งแบบ เครือข่าย 850 (Low Band) และ 2100 (High Band) เดิม สามารถแบ่งออกเป็นกลุ่ม Category และประเภทของ สายอากาศที่จะใช้ ได้ดังนี้

ภาพที่ 4.1 รูปแบบการอัพเกรดระบบสายอากาศ

หมายเหตุ

ในกรณีเพิ่ม ระบบ 1800 กำหนดให้ Upgrade Antenna ตามรายละเอียดข้างต้น

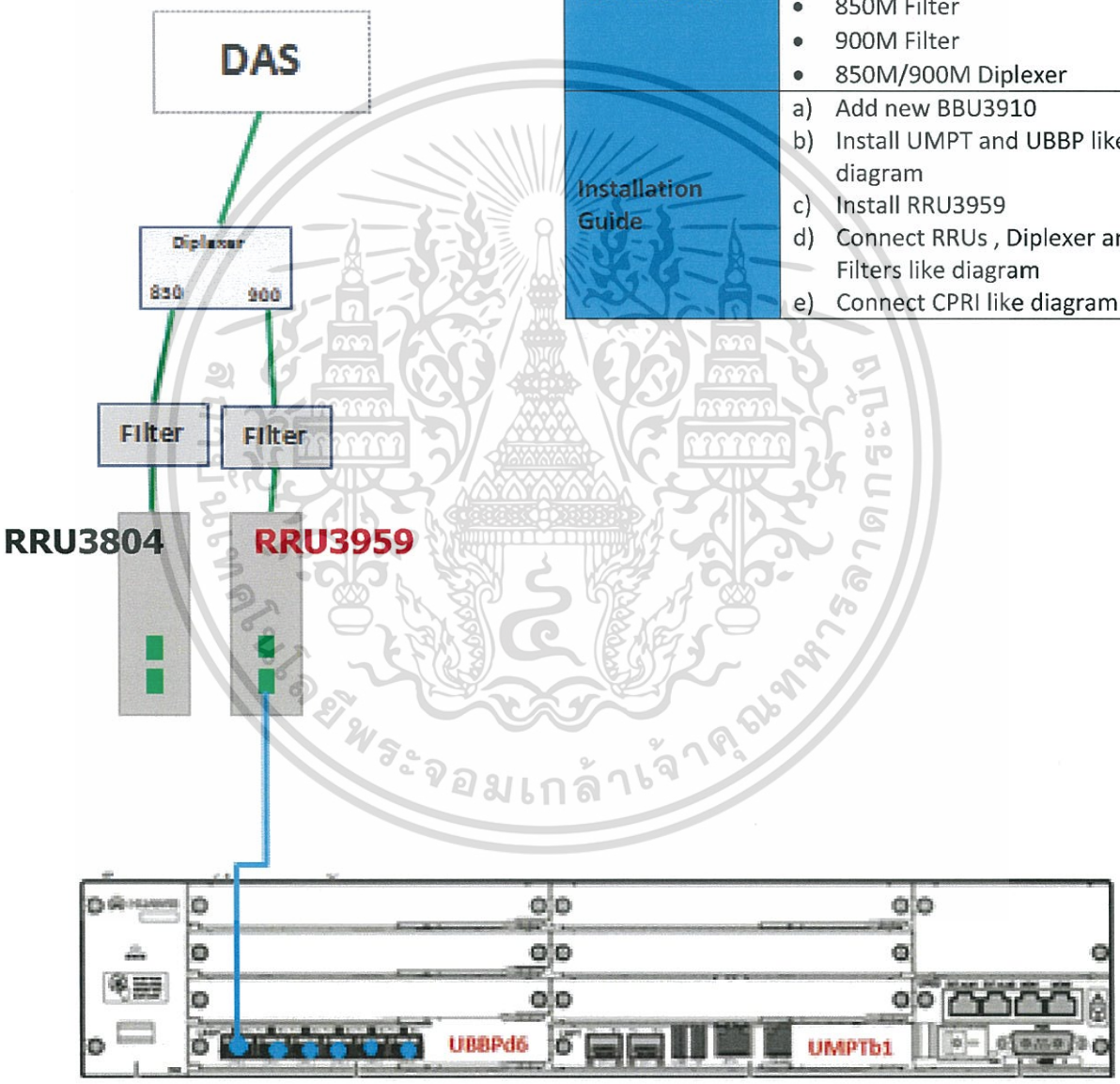
แต่หากเป็นการเพิ่ม ระบบ 900 ให้ทำการรวมเข้ากับ 850 เดิม โดยใช้ Diplexer

Name	Department	Signature	Date
Komsun Bunchasak	RRM		
Amnaj Sawangsri	RSO		
Pichit Ekthanong	HUAWEI PD		

เอกสารนี้จัดทำขึ้นไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น ห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

S1: 850 >> 850 + 900(GU)

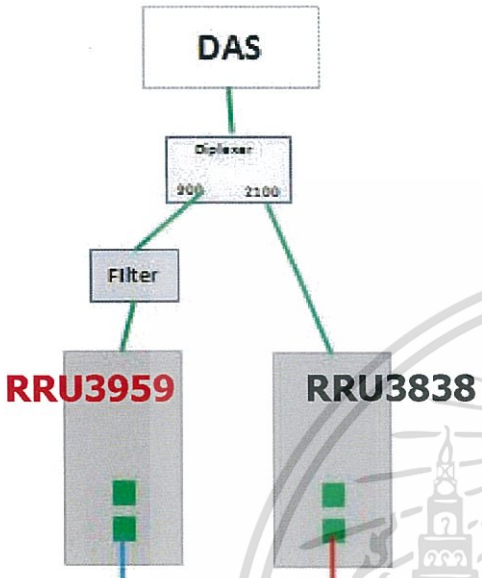
Existing	850
Scenario	S1
Final	850+900
New Material	• BBU3910 • 1*UBBPd6 • RRU3959(GU900) • 850M Filter • 900M Filter • 850M/900M Diplexer
Installation Guide	a) Add new BBU3910 b) Install UMPT and UBBP like diagram c) Install RRU3959 d) Connect RRUs , Diplexer and Filters like diagram e) Connect CPRI like diagram



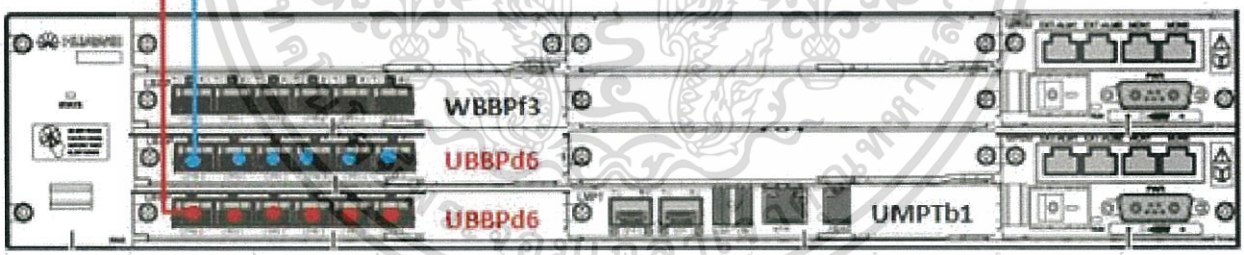
Name	Department	Signature	Date
Komsun Bunchasak	RRM		
Amnaj Sawangsri	RSO		
Pichit Ekthanong	HUAWEI PD		

เอกสารนี้จัดทำขึ้นสำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

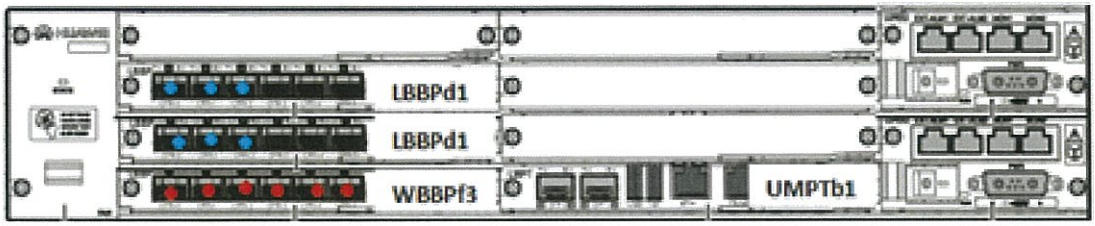
S2: 2100 >> 2100 + 900(GU)



Existing	2100
Scenario	S2
Final	2100+900(GU)
New Material	• 2*UBBPd6 • RRU3959(GU900) • 900M Filter (2 pcs for MIMO) • 900M/2100M Diplexer(2 pcs for MIMO)
Installation Guide	a) Re-location WBBPf3 to Slot 1 b) Remove LBBP c) Add 2 UBBPd6 d) Install RRU3959 e) Connect RRUs , Diplexer and Filters like diagram f) Connect CPRI like diagram



Existing BBUConfiguration

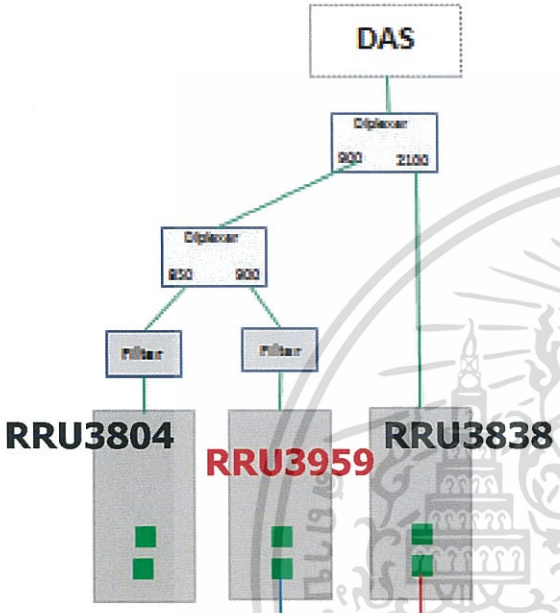


Name	Department	Signature	Date
Komsun Bunchasak	RRM		
Amnaj Sawangsri	RSO		
Pichit Ekthanong	HUAWEI PD		

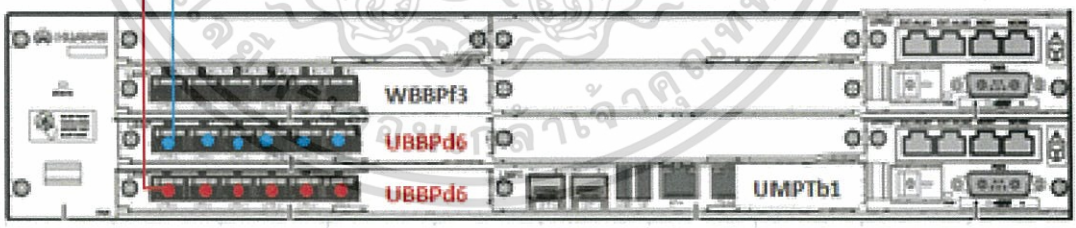
เอกสารนี้จัดทำขึ้นสำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น ไม่อนุญาตให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

S3: 850+2100 >> 850+2100+900(GU)

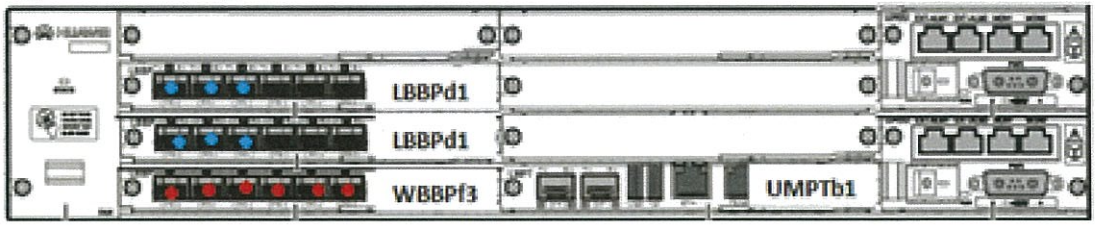
(Share DAS 850&2100)



Existing	850+2100
Scenario	S3
Final	850+2100+900(GU)
New Material	• 2*UBBPd6 • RRU3959(GU900) • 900M Filter • 850M Filter • 2100M/900M Diplexer • 900M/2100M Diplexer
Installation Guide	a) Remove LBBP b) Re-location WBBPf3 to Slot 1 c) Add 2 UBBPd6 f) Install RRU3959 g) Connect RRUs , Diplexer and Filters like diagram h) Connect CPRI like diagram



Existing BBUConfiguration



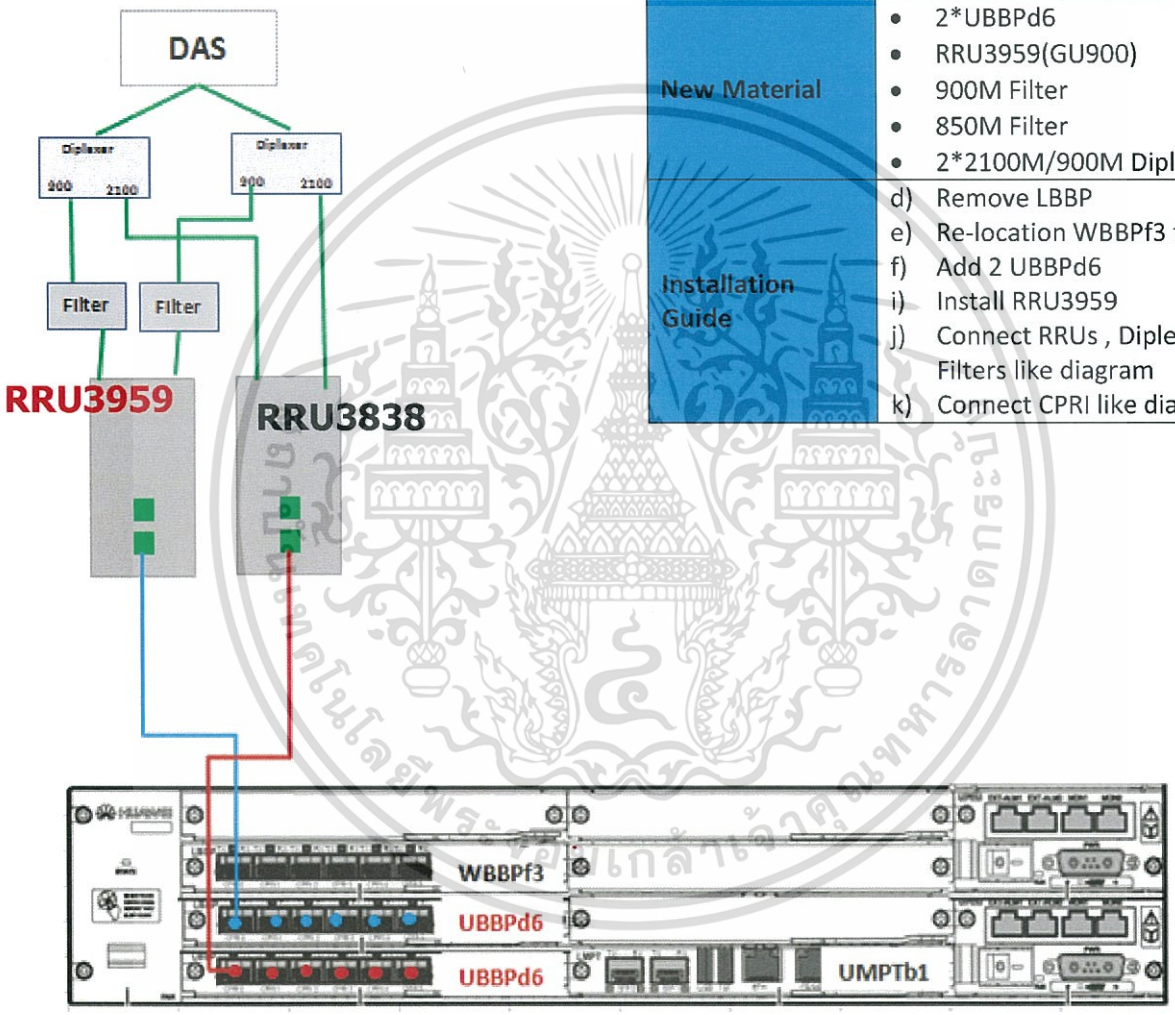
Name	Department	Signature	Date
Komsun Bunchasak	RRM		
Amnaj Sawangsri	RSO		
Pichit Ekthanong	HUAWEI PD		

เอกสารนี้จัดทำขึ้นไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น ห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

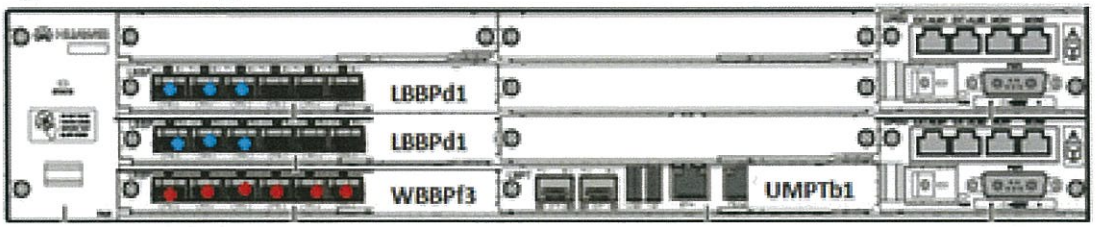
S3a: 850+2100 >> 850+2100+GU900

(New DAS 2100 MIMO)

Existing	850+2100
Scenario	S3a
Final	850+2100+900(GU)
New Material	• 2*UBBPd6 • RRU3959(GU900) • 900M Filter • 850M Filter • 2*2100M/900M Diplexer
Installation Guide	d) Remove LBBP e) Re-location WBBPf3 to Slot 1 f) Add 2 UBBPd6 i) Install RRU3959 j) Connect RRUs , Diplexer and Filters like diagram k) Connect CPRI like diagram



Existing BBUConfiguration

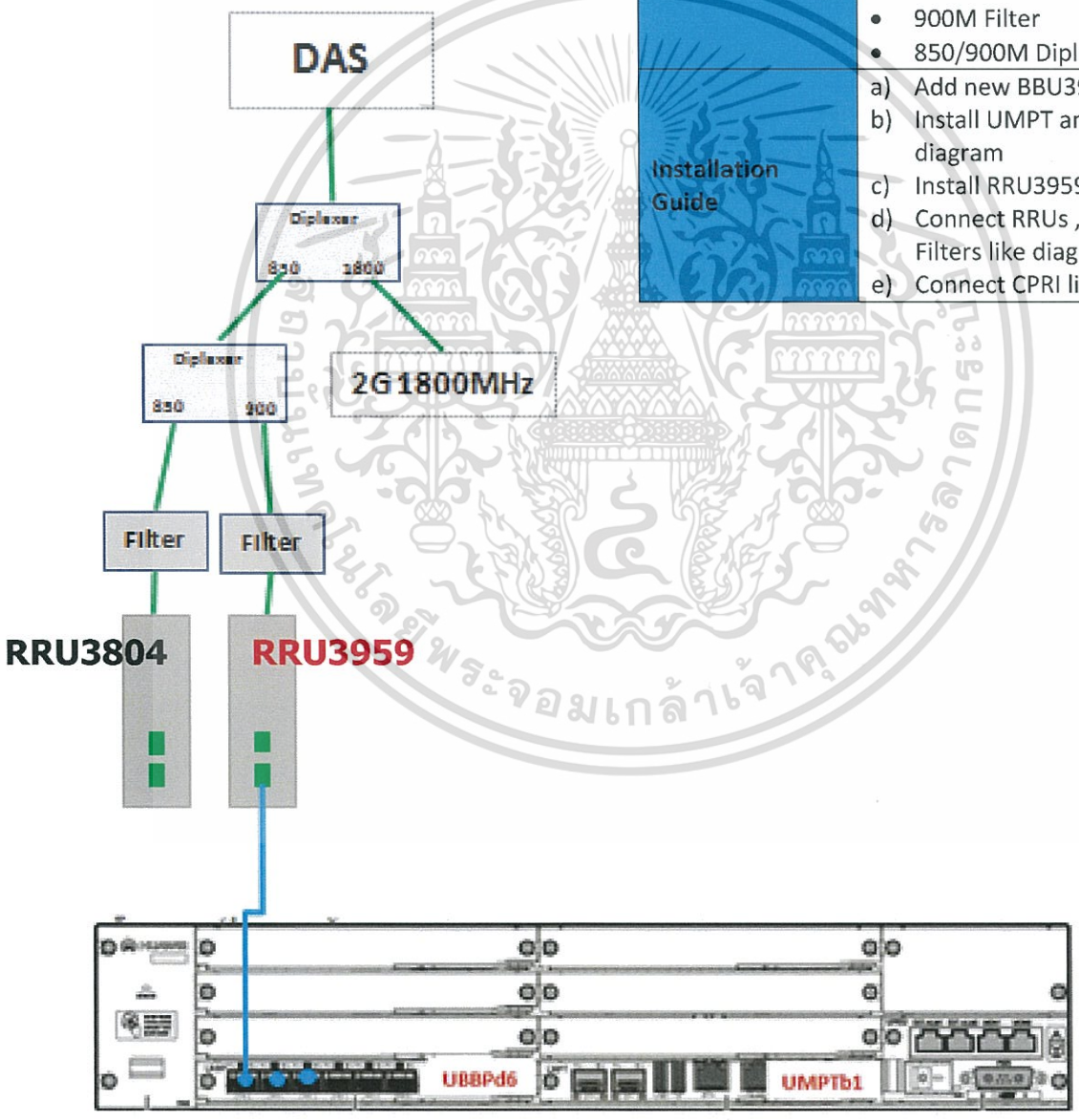


Name	Department	Signature	Date
Komsun Bunchasak	RRM		
Amnaj Sawangsri	RSO		
Pichit Ekthanong	HUAWEI PD		

เอกสารนี้จัดทำขึ้นไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น ห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

S4) 850+G1800> 850+G1800+900(UL)

Existing	850+1800(GSM)
Scenario	S4
Final	850+2100+900(UL)
New Material	• BBU3910 • 1*UBBPd6 • 1*UMPTb1 • RRU3959(UL900) • 850M Filter • 900M Filter • 850/900M Diplexer
Installation Guide	a) Add new BBU3910 b) Install UMPT and UBBP like diagram c) Install RRU3959 d) Connect RRUs , Diplexer and Filters like diagram e) Connect CPRI like diagram

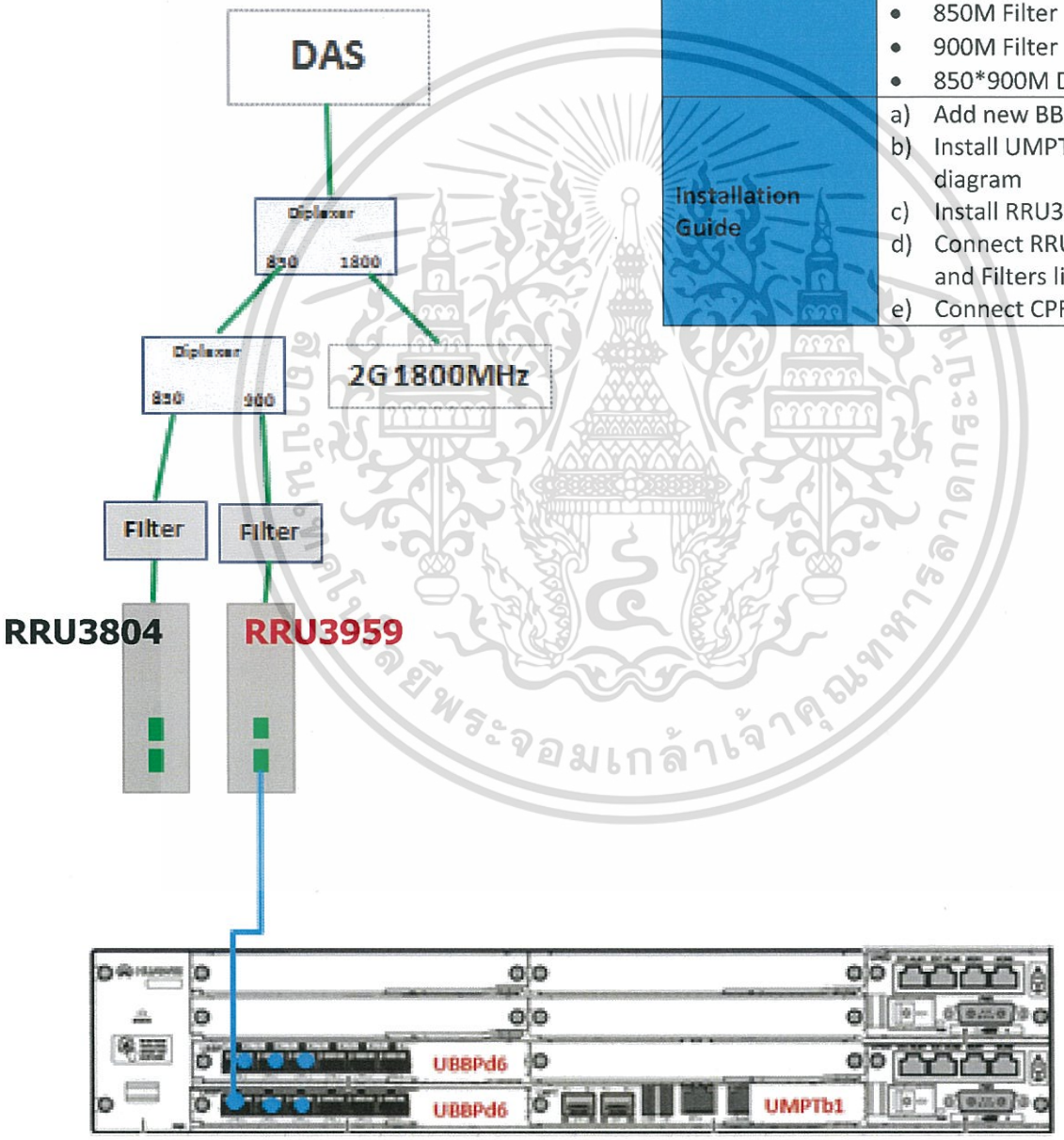


Name	Department	Signature	Date
Komsun Bunchasak	RRM		
Amnaj Sawangsri	RSO		
Pichit Ekthanong	HUAWEI PD		

เอกสารนี้จัดทำขึ้นไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น ห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

S4a) U850+G1800> U850+G1800+UL900(6 Sector)

Existing	850+1800(GSM)
Scenario	S4a
Final	850+G1800+900(UL)
New Material	• BBU3910 • 2*UBBPd6 • 1*UMPTb1 • RRU3959(GL900) • 850M Filter • 900M Filter • 850*900M Diplexer
Installation Guide	a) Add new BBU3910 b) Install UMPT and UBBP like diagram c) Install RRU3959 d) Connect RRUs , Diplexer and Filters like diagram e) Connect CPRI like diagram

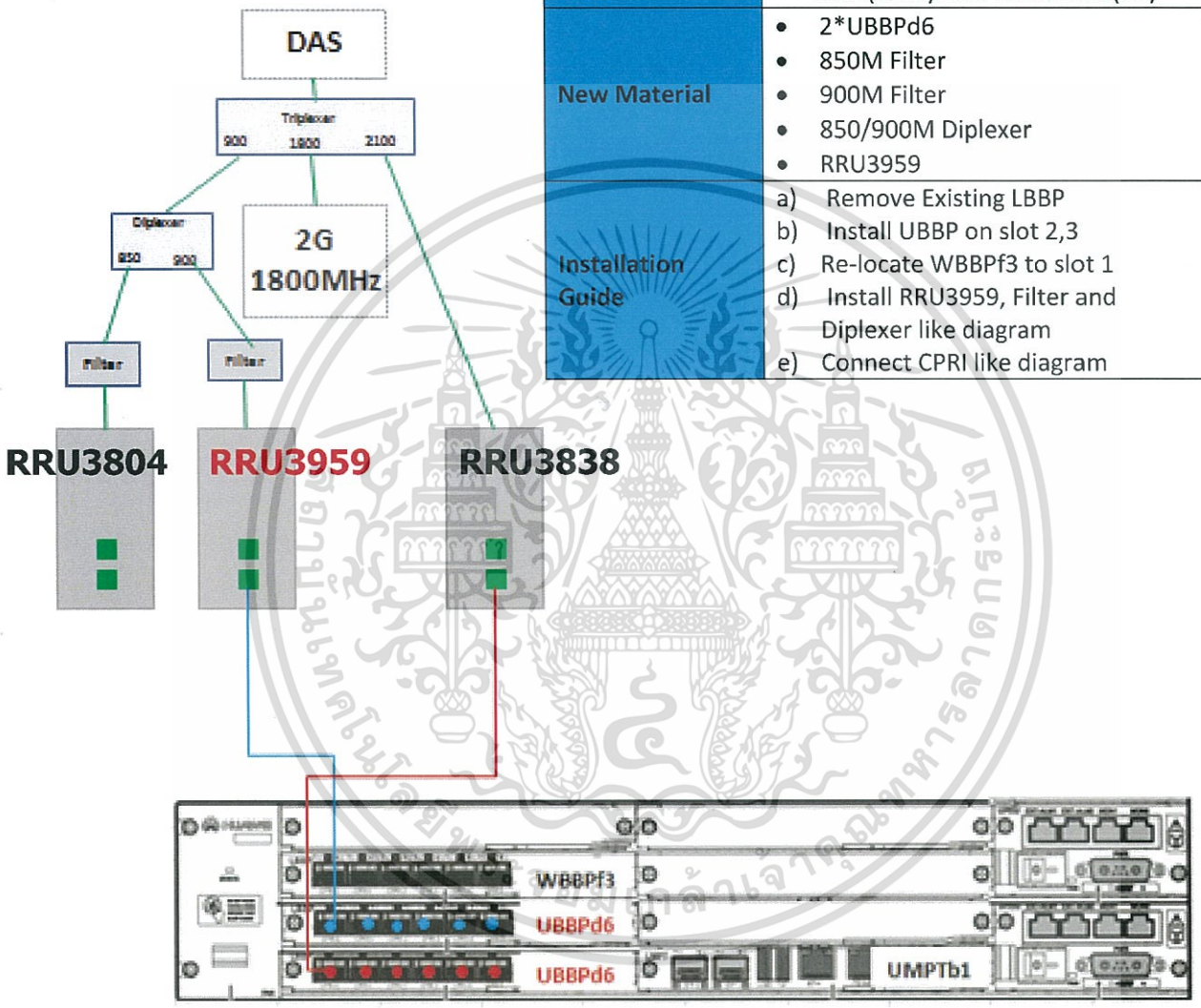


Name	Department	Signature	Date
Komsun Bunchasak	RRM		
Amnaj Sawangsri	RSO		
Pichit Ekthanong	HUAWEI PD		

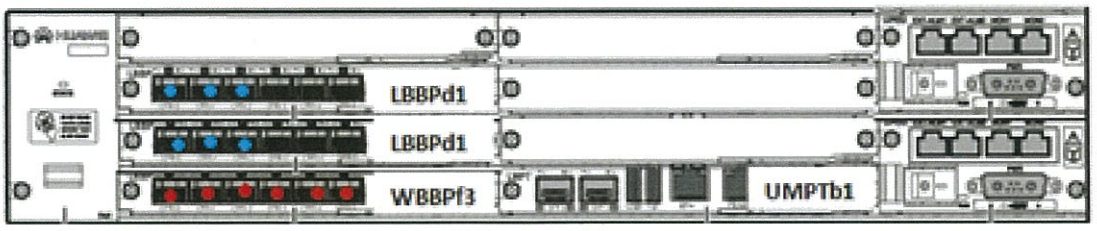
เอกสารนี้จัดทำขึ้นไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น ห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

S5) G1800+850+2100>G1800+850+2100+900(UL)

Existing	G1800+850+2100
Scenario	S5
Final	1800(GSM)+850+2100+900(UL)
New Material	• 2*UBBPd6 • 850M Filter • 900M Filter • 850/900M Diplexer • RRU3959
Installation Guide	a) Remove Existing LBBP b) Install UBBP on slot 2,3 c) Re-locate WBBPf3 to slot 1 d) Install RRU3959, Filter and Diplexer like diagram e) Connect CPRI like diagram



Existing BBUConfiguration

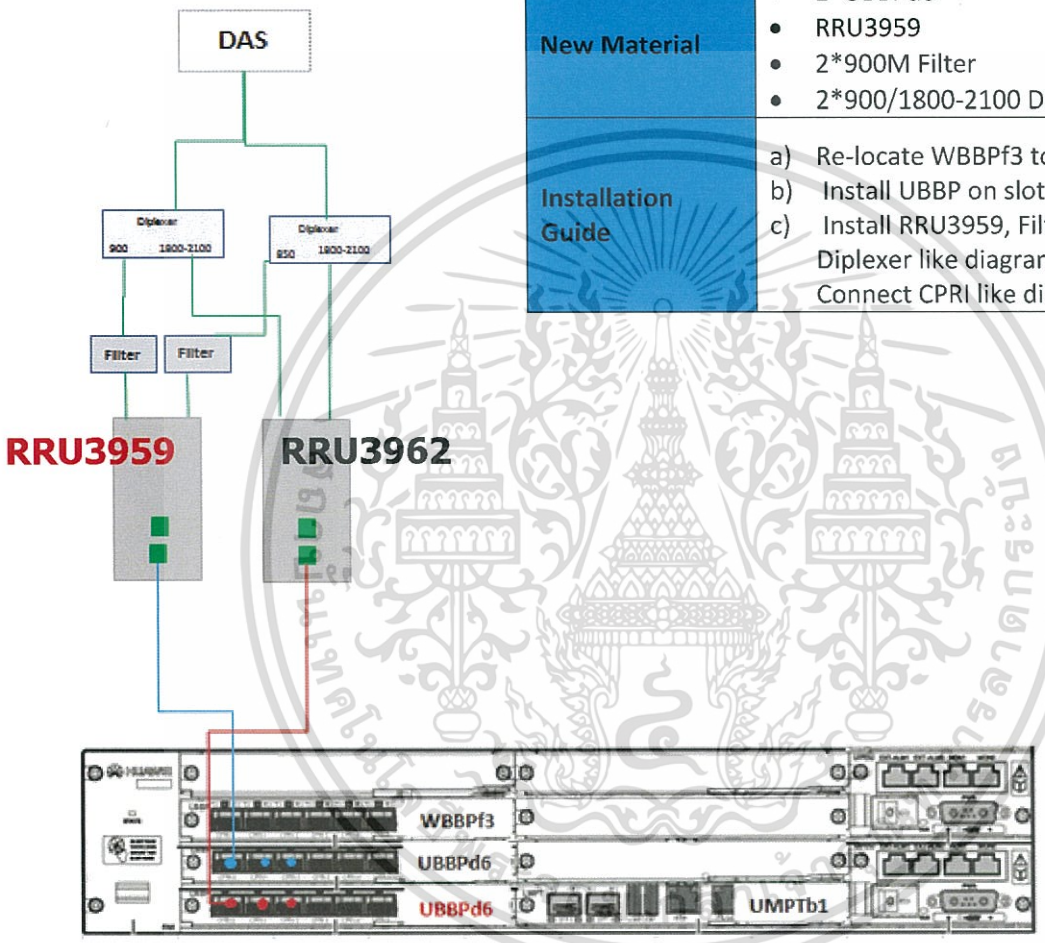


Name	Department	Signature	Date
Komsun Bunchasak	RRM		
Amnaj Sawangsri	RSO		
Pichit Ekthanong	HUAWEI PD		

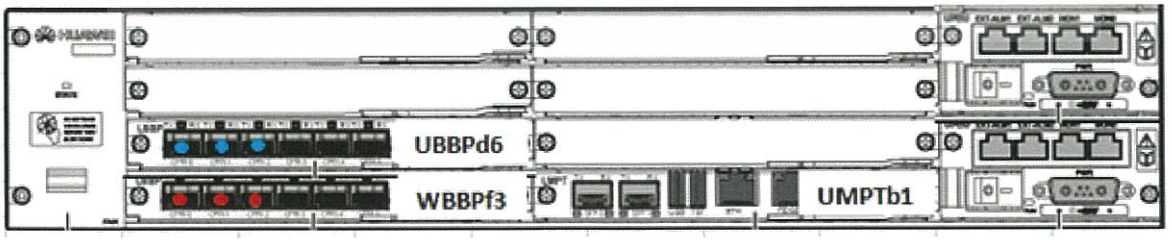
เอกสารนี้จัดทำขึ้นสำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น ไม่ว่าจะเป็นการดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

S6) 2100+L1800 >>2100+L1800+900(GU)

Existing	2100+L1800
Scenario	S6
Final	**2100+L1800+900(GU)**
New Material	• 1*UBBPd6 • RRU3959 • 2*900M Filter • 2*900/1800-2100 Diplexer
Installation Guide	a) Re-locate WBBPf3 to slot 1 b) Install UBBP on slot 2,3 c) Install RRU3959, Filter and Diplexer like diagram Connect CPRI like diagram



Existing BBUConfiguration

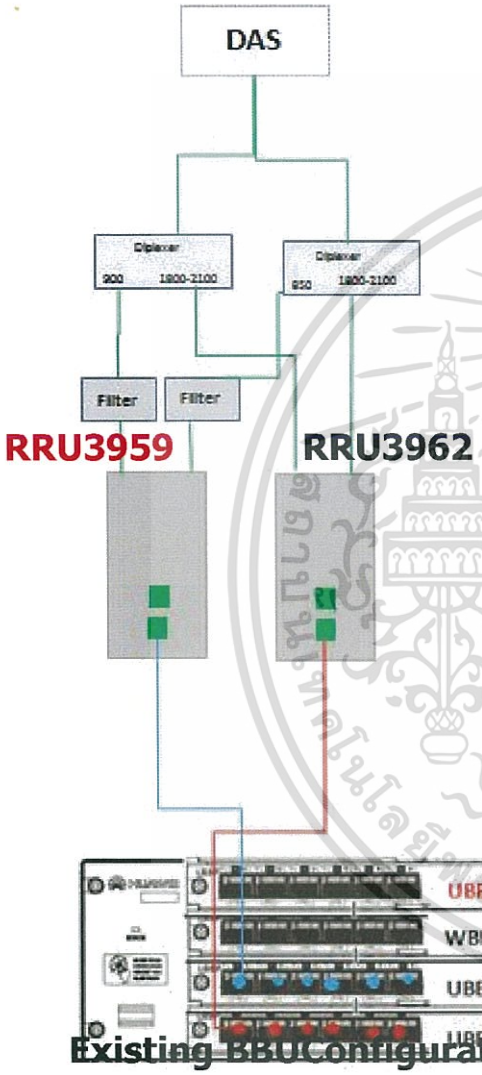


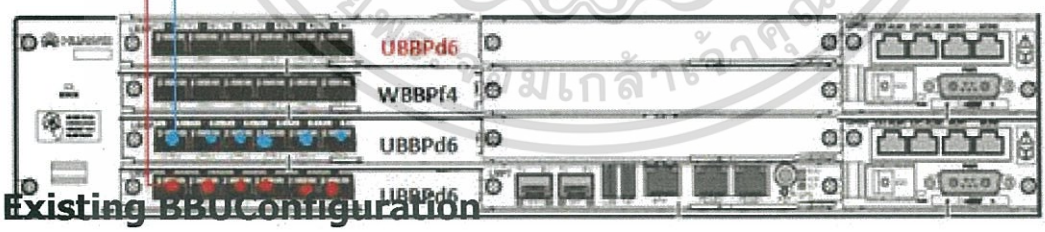
Name	Department	Signature	Date
Komsun Bunchasak	RRM		
Amnaj Sawangsri	RSO		
Pichit Ekthanong	HUAWEI PD		

เอกสารนี้จัดทำขึ้นไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น ไม่ทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

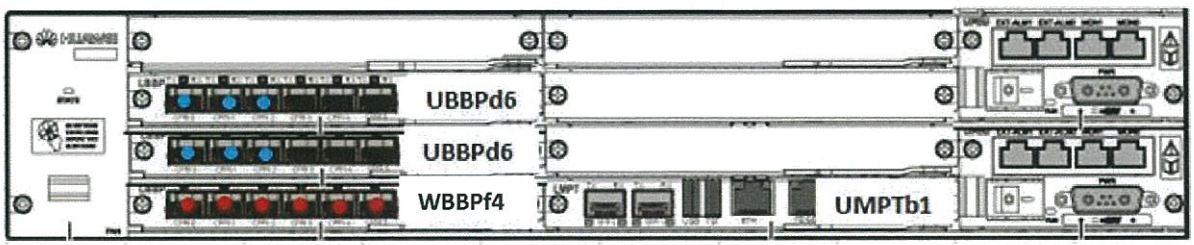
S6a) 2100+L1800 >>2100+L1800+900GU (6 Sector)

Existing	2100+L1800
Scenario	S6a
Final	2100+L1800+900(GU)
New Material	• 1*UBBPd6 • RRU3959 • 2*900M Filter • 2*900/1800-2100 Diplexer
Installation Guide	d) Re-locate WBBP to slot 1 e) Install UBBP on slot 0 f) Install RRU3959, Filter and Diplexer like diagram a) Connect CPRI like diagram





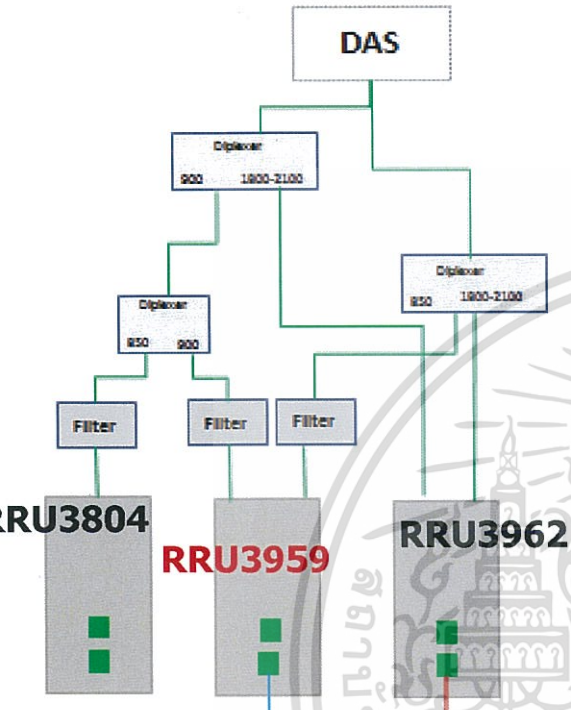
Existing BBUConfiguration



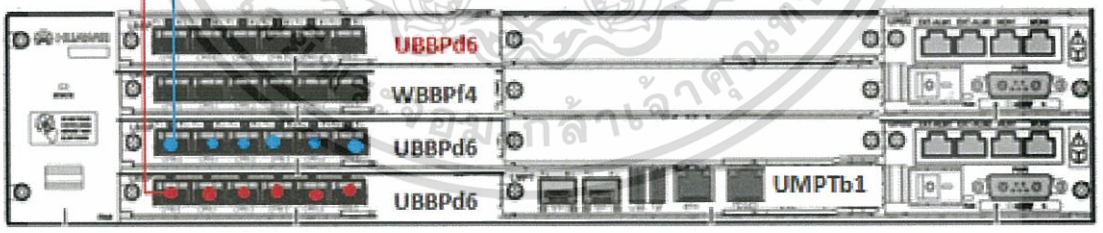
Name	Department	Signature	Date
Komsun Bunchasak	RRM		
Amnaj Sawangsri	RSO		
Pichit Ekthanong	HUAWEI PD		

เอกสารนี้ใช้สำหรับการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น ห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

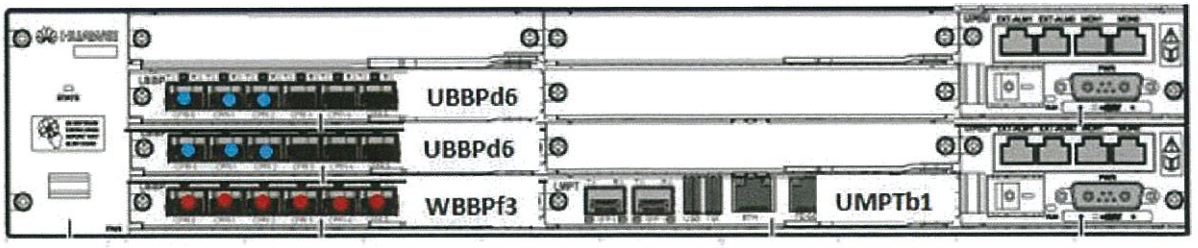
S7) 850+2100+L1800>>850+2100+L1800+900



Existing	850+2100+L1800
Scenario	S7
Final	850+2100+L1800+900
New Material	• 1*UBBPd6 • RRU3959(GL900) • 2*900M Filter • 1*850M Filter • 2*900/1800-2100 Diplexer
Installation Guide	a. Relocate WBBP to Slot 1 b. Install UBBP to Slot 0 c. Install RRU3959 and Connect CPRI like diagram d. Installation and wiring filter, Diplexer like diagram



Existing BBUConfiguration

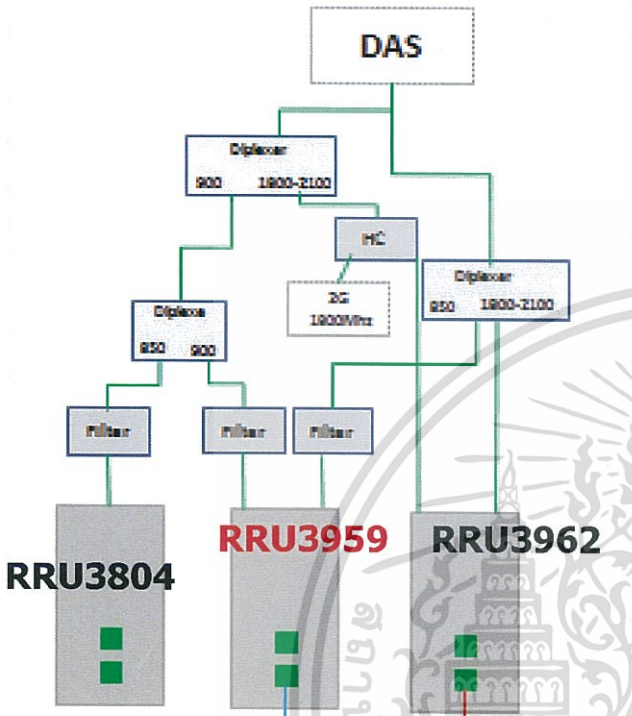


WBBPf4

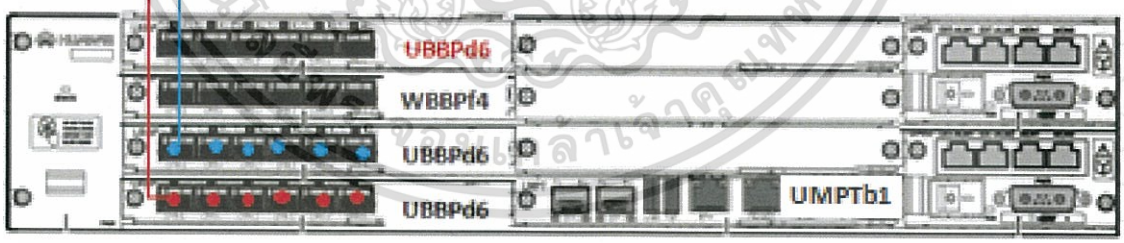
Name	Department	Signature	Date
Komsun Bunchasak	RRM		
Amnaj Sawangsri	RSO		
Pichit Ekthanong	HUAWEI PD		

เอกสารนี้จัดทำขึ้นสำหรับการใช้งานในเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น การใช้งานต้องห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

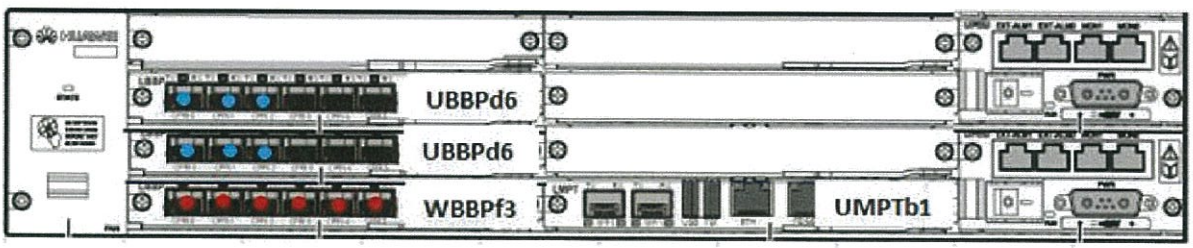
S8) G1800+850+2100 >> 850+2100+1800+900(GU)



Existing	G1800+850+2100
Scenario	S8
Final	2100+900+1800
New Material	• 1*UBBPd6 • RRU3959(GL900) • 2*900M Filter • 1*850M Filter • 2*900/1800-2100 Diplexer
Installation Guide	e. Relocate WBBP to Slot 1 f. Install UBBP to Slot 0 g. Install RRU3959 and Connect CPRI like diagram h. Installation and wiring filter, Hybrid combiner, and Diplexer like diagram



Existing BBUConfiguration



Name	Department	Signature	Date
Komsun Bunchasak	RRM		
Amnaj Sawangsri	RSO		
Pichit Ekthanong	HUAWEI PD		

เอกสารนี้จัดทำขึ้นไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น ห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้