รายงานสหกิจศึกษาฉบับสมบูรณ์

การศึกษาระบบการมอนิเตอร์ของการแพร่ภาพโทรทัศน์ระบบดิจิทัล ภาคพื้นดินยุคที่สอง สำหรับบริษัท อสมท จำกัด (มหาชน)

A Study of DVB-T2 monitoring system for MCOT Public Company Limited

นางสาวภัณฑิรา สุตัณฑวิบูลย์

ภาควิชาวิศวกรรมโทรคมนาคม
คณะวิศวกรรมศาสตร์
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

ปีการศึกษา 2560

รายงานสหกิจศึกษาฉบับสมบูรณ์

การศึกษาระบบการมอนิเตอร์ของการแพร่ภาพโทรทัศน์ระบบดิจิทัล ภาคพื้นดินยุคที่สอง สำหรับบริษัท อสมท จำกัด (มหาชน)

A Study of DVB-T2 monitoring system for MCOT Public Company Limited

นางสาวภัณฑิรา สุตัณฑวิบูลย์

ภาควิชาวิศวกรรมโทรคมนาคม

คณะวิศวกรรมศาสตร์

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

ปีการศึกษา 2560

ชื่อโครงงานสหกิจศึกษา การศึกษาระบบการมอนิเตอร์ของการแพร่ภาพโทรทัศน์ระบบดิจิทัลภาคพื้นดินยุคที่สอง สำหรับบริษัท อสมท จำกัด (มหาชน)

ชื่อ-สกุล นักศึกษา ภัณฑิรา สุตัณฑวิบูลย์

คณะ วิศวกรรมศาสตร์ **ภาควิชา** วิศวกรรมโทรคมนาคม

ชื่อ-สกุล อาจารย์นิเทศ ดร. สถาพร พรหมวงศ์ และ ผศ. มนต์ชัย แช่มช้อย

ชื่อ-สกุล ผู้นิเทศงาน บัณฑิต รักวีรธรรม

ชื่อสถานประกอบการ บริษัท อสมท จำกัด (มหาชน)

บทคัดย่อ

รายงานฉบับนี้ได้ศึกษาเกี่ยวกับการมอนิเตอร์ของการแพร่ภาพโทรทัศน์ระบบดิจิทัลภาคพื้นดินยุคที่สอง สำหรับบริษัท อสมท จำกัด (มหาชน) เนื่องจากประเทศไทยได้มีการออกอากาศของสัญญาณโทรทัศน์เป็นแบบการแพร่ภาพโทรทัศน์ระบบดิจิทัลภาคพื้นดินยุคที่สอง ดังนั้นการมอนิเตอร์จึงมีบทบาทสำคัญขึ้นเพื่อทำการตรวจดูอุปกรณ์ของสถานีหลักที่มีผลต่อการส่งสัญญาณออกอากาศของโทรทัศน์ รวมถึงการสังเกตของสัญญาณโทรทัศน์ที่ทำการออกอากาศอยู่ตลอดเวลา เพราะเมื่อเกิดปัญหาทำให้การออกอากาศเกิดการขัดข้องแล้วจะมีการแจ้งเตือนมายังผู้ดูแลระบบโดยทันที เมื่อรู้จุดของปัญหาและทำให้สามารถดำเนินการแก้ไขปัญหาได้อย่างรวดเร็วที่สุด และได้มีการจัดทำเป็นข้อมูลสรุปรายงานต่อผู้ใช้บริการโครงข่าย และรายงานต่อสำนักงานคณะกรรมการกิจการกระจายเสียง กิจการโทรทัศน์ และ กิจการโทรคมนาคมแห่งชาติ หรือ กสทช. ให้ทราบว่าการออกอากาศประสบความสำเร็จหรือไม่ ดังนั้นในการศึกษาระบบมอนิเตอร์สัญญาณดิจิทัลภาคพื้นดินนี้ได้ศึกษาตั้งแต่การเข้ารหัสและรวมสัญญาณดิจิทัลโทรทัศน์จนถึงการส่งของกระแสข้อมูลขนส่งเอ็มเพ็ก 2 ไปสู่สถานีหลัก การออกแบบระบบมอนิเตอร์ระบบมอนิเตอร์ให้มีขนาดเล็กลงและมีประสิทธิภาพได้ การวัดกระแสข้อมูลขนส่งเอ็มเพ็ก 2 การเก็บผลมอนิเตอร์จากอุปกรณ์การตรวจจับของ 10 สถานีหลัก โดยใช้การแจ้งเตือนแบบตัดเกณฑ์แบบละเอียด และแบบจำเป็นต่อการออกอากาศ ศึกษา วิเคราะห์พารามิเตอร์ที่สำคัญ และแนวทางพัฒนาระบบการมอนิเตอร์

คำสำคัญ : การมอนิเตอร์, มอนิเตอร์ของระบบ DVB-T2, อุปกรณ์การตรวจจับ, สถานีหลัก, การแจ้งเตือน

Co-operative Title:	A Study of DVB-T2 monitoring system for MCOT Public Company Limited
Student Intern Name:	Pantera Sutanthavibul
Faculty: Engineering	Department: Telecommunication
Advisor Name:	Dr. Sathaporn Promwong and Asst. Prof. Monchai Chamchoy
Mentor Name:	Bundit Ruckveratham
Company:	MCOT Public Company Limited

ABSTRACT

This report is study of DVB-T2 monitoring system. Thailand using broadcast transmission of Digital Video Broadcasting – Second Generation Terrestrial. Therefore, monitor will play a major role which detect devices in main station and broadcast signal. When their problem occur, they are notified by alarm and then operators will have known their problem occur immediately and will have known their cause of problem to can fix that rapidly. Furthermore preparation of summary reports to customer and National Broadcasting and Telecommunication Commission (NBTC). This project has purpose about study of encoding and multiplexing digital television, transmission in MPEG-2 transport stream to main station, design of monitoring system, measurement on the MPEG-2 Transport Stream, example results of probe from 10 stations for advance filter and basic filter, analyze parameter for monitoring and approach to the development of DVB-T2 monitoring system.

Keywords : monitoring, DVB-T2 monitoring system, probe, main station, alarm

กิตติกรรมประกาศ

การศึกษาและพัฒนาเรื่องระบบการมอนิเตอร์ของการแพร่ภาพโทรทัศน์ระบบดิจิทัลภาคพื้นดินยุคที่สอง สำหรับบริษัท อสมท จำกัด (มหาชน) ต้องขอขอบคุณเป็นอย่างสูงที่สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง คณะวิศกรรมศาสตร์ที่ได้กรุณาจัดโครงการสหกิจศึกษา และไม่อาจสำเร็จได้หากไม่ได้รับความกรุณาจาก ดร. สถาพร พรหมวงศ์ ซึ่งเป็นอาจารย์นิเทศผู้ที่ได้ให้คำปรึกษา และชี้แนะแนวทางในการทำงาน คอยสนับสนุนและช่วยเหลือเมื่อมีปญหาตลอดการทำโครงการนี้

ขอกราบขอบพระคุณคณาจารย์ภาควิชาวิศวกรรมโทรคมนาคมที่เป็นกรรมการสอบสหกิจศึกษาทุกท่าน ที่ได้ชี้แนะให้รายงานฉบับนี้มีความสมบูรณ์ และขอขอบคุณเป็นอย่างสูงที่ทางบริษัท อสมท จำกัด (มหาชน) ได้มอบโอกาสให้นักศึกษาเข้าร่วมโครงการสหกิจศึกษา และมอบความรู้ การใช้เครื่องมืออุปกรณ์ทางวิศวกรรม และประสบการณ์ในการทำงานต่าง ๆ รวมถึงการให้ปรึกษาจากพี่ ๆ ทีมงานที่ดูแลตลอดโครงการสหกิจนี้ ได้แก่ คุณบัณฑิต รักวีรธรรม, คุณสุธี สุวรรณประภา, คุณไกรสีห์ เปี่ยมสง่า และพี่ ๆ ในบริษัท อสมท จำกัด (มหาชน) ทุกท่าน ต้องขอกราบขอบพระคุณเป็นอย่างสูง ณ โอกาสนี้

ขอขอบคุณ เพื่อน ๆ พี่ ๆ ที่ให้ความช่วยเหลือ และให้คำปรึกษา ชี้แนะแนวทางในการทำรายงานตลอดการทำโครงการสหกิจศึกษา

สุดท้ายนี้ขอขอบพระคุณ บิดา มารดา และครอบครัว ที่คอยส่งเสริมและสนับสนุน คอยให้กำลังใจในการทำโครงการสหกิจศึกษานี้

ภัณฑิรา สุตัณฑวิบูลย์

ผู้จัดทำ

สารบัญ

หน้า

บทคัดย่อ I

ABSTRACT II

กิตติกรรมประกาศ III

สารบัญ IV

สารบัญตาราง VI

สารบัญรูป VIII

บทที่ 1 บทนำ 1

1.1 ความเป็นมาและความสำคัญ 1

1.2 วัตถุประสงค์ของการศึกษาและพัฒนา 1

1.3 ขอบเขตของการศึกษาและพัฒนาระบบมอนิเตอร์ริ่ง 2

1.4. ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ 3

บทที่ 2 ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง 4

2.1 มาตรฐานโทรทัศน์ระบบของประเทศไทย 4

2.2 กระแสข้อมูลขนส่ง (Transport Stream) 5

2.3 ความสอดคล้องของเอ็มเพ็ก 8

2.4 ข้อมูลเฉพาะรายการ 8

2.5 ข้อมูลบริการ 9

2.6 ระบบการมอนิเตอร์ 9

2.7 รูปแบบของการนำเสนอ (Dashboard) 10

2.8 ข้อตกลงระดับการให้บริการ (SLA) 11

2.9 คุณภาพของการให้บริการ และ คุณภาพจากมุมมองผู้ใช้บริการ (QOS & QOE) 12

2.9 ศูนย์ปฏิบัติการด้านโครงข่าย (NOC) 12

2.10 อุปกรณ์เข้ารหัสและรวมสัญญาณดิจิทัลโทรทัศน์ 14

สารบัญ (ต่อ)

หน้า

2.11 การส่งสัญญาณจาก Head End ไปยังสถานีหลัก 19
2.12 การส่งสัญญาณของสถานีเสริม 21
2.13 จำนวนเขตบริการและจำนวนสถานีในประเทศไทย 21
2.14 พื้นที่ครอบคลุมของเขตบริการของประเทศไทย 22
2.15 การวัดกระแสข้อมูลขนส่งของเอ็มเพ็ก 2 24
2.16 สรุปทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องในการมอนิเตอร์ริ่ง 33
บทที่ 3 การออกแบบ และวิธีการบันทึกผล 34
3.1 การออกแบบระบบการมอนิเตอร์ 34
3.2 การตั้งระบบการมอนิเตอร์ที่แต่ละสถานีส่ง 36
3.3 การใช้งานวิดีโอไอพาท 37
3.4 การใช้งานอุปกรณ์ตรวจจับ 53
3.5 มาตรการป้องกัน/แก้ไขเมื่อได้รับการแจ้งเตือน 54
3.6 วิธีการเก็บผลการทดลอง 55
3.7 สรุปการออกแบบ และวิธีการบันทึกผล 57
บทที่ 4 ผลการทดสอบระบบการมอนิเตอร์ 58
4.1 ผลการมอนิเตอร์ใช้การปรับเกณฑ์ในการแจ้ง alarm โดยตัดเกณฑ์แบบละเอียด 58
4.2 ผลการมอนิเตอร์ใช้การปรับเกณฑ์ในการแจ้ง alarm โดยตัดเกณฑ์แบบจำเป็น 61
4.3 สรุปการทดสอบระบบการมอนิเตอร์ 63
บทที่ 5 สรุปผลและข้อเสนอแนะ 64
5.1 กล่าวนำ 64
5.2 สรุปผลที่ได้จากการมอนิเตอร์ 64
5.3 ข้อเสนอแนะ 66
เอกสารอ้างอิง 67

สารบัญตาราง

หน้า

ตารางที่ 2.1 ค่าพารามิเตอร์และรายละเอียดทางเทคนิคสำหรับ DVB-T2 5
ตารางที่ 2.2 การจัดทำแผนความถี่วิทยุสำหรับกิจการโทรทัศน์ 22
ตารางที่ 2.3 ลำดับความสำคัญของการวัดเอ็มเพ็ก 2 ตามมาตรฐาน ETR 101-290..... 24
ตารางที่ 2.4 ช่วงของคาบเอสไอ 32
ตารางที่ 3.1 ค่าที่กำหนดของระดับความรุนแรง..... 45
ตารางที่ 3.2 การแจ้งเตือนของ Antenna off Air..... 56
ตารางที่ 3.3 การแจ้งเตือนของ Antenna SLA..... 57
ตารางที่ 4.1 ผลการมอนิเตอร์จากสถานีหลักตึกใบหยก โดยตัดเกณฑ์แบบละเอียด 58
ตารางที่ 4.2 ผลการมอนิเตอร์จากสถานีหลักเชียงใหม่ โดยตัดเกณฑ์แบบละเอียด 58
ตารางที่ 4.3 ผลการมอนิเตอร์จากสถานีหลักขอนแก่น โดยตัดเกณฑ์แบบละเอียด..... 59
ตารางที่ 4.4 ผลการมอนิเตอร์สถานีหลักนครราชสีมา โดยตัดเกณฑ์แบบละเอียด 59
ตารางที่ 4.5 ผลการมอนิเตอร์จากสถานีหลักระยอง โดยตัดเกณฑ์แบบละเอียด..... 59
ตารางที่ 4.6 ผลการมอนิเตอร์จากสถานีหลักสิงห์บุรี โดยตัดเกณฑ์แบบละเอียด 59
ตารางที่ 4.7 ผลการมอนิเตอร์จากสถานีหลักสงขลา โดยตัดเกณฑ์แบบละเอียด..... 60
ตารางที่ 4.8 ผลการมอนิเตอร์จากสถานีหลักสุโขทัย โดยตัดเกณฑ์แบบละเอียด 60
ตารางที่ 4.9 ผลการมอนิเตอร์จากสถานีหลักสุราษฎร์ธานี โดยตัดเกณฑ์แบบละเอียด 60
ตารางที่ 4.10 ผลการมอนิเตอร์จากสถานีหลักอุบลราชธานี โดยตัดเกณฑ์แบบละเอียด 60
ตารางที่ 4.11 ผลการมอนิเตอร์จากตึกใบหยก โดยตัดเกณฑ์แบบจำเป็น..... 61
ตารางที่ 4.12 ผลการมอนิเตอร์จากสถานีหลักเชียงใหม่ โดยตัดเกณฑ์แบบจำเป็น 61
ตารางที่ 4.13 ผลการมอนิเตอร์จากสถานีหลักขอนแก่น โดยตัดเกณฑ์แบบจำเป็น 61
ตารางที่ 4.14 ผลการมอนิเตอร์จากสถานีหลักนครราชสีมา โดยตัดเกณฑ์แบบจำเป็น..... 61
ตารางที่ 4.15 ผลการมอนิเตอร์จากสถานีหลักระยอง โดยตัดเกณฑ์แบบจำเป็น..... 62
ตารางที่ 4.16 ผลการมอนิเตอร์จากสถานีหลักสิงห์บุรี โดยตัดเกณฑ์แบบจำเป็น 62
ตารางที่ 4.17 ผลการมอนิเตอร์จากสถานีหลักสงขลา โดยตัดเกณฑ์แบบจำเป็น..... 62
ตารางที่ 4.18 ผลการมอนิเตอร์จากสถานีหลักสุโขทัย โดยตัดเกณฑ์แบบจำเป็น 62
ตารางที่ 4.19 ผลการมอนิเตอร์จากสถานีหลักสุราษฎร์ธานี โดยตัดเกณฑ์แบบจำเป็น 63

สารบัญตาราง (ต่อ)

หน้า

ตารางที่ 4.20 ผลการมอนิเตอร์จากสถานีหลักอุบลราชธานี โดยตัดเกณฑ์แบบจำเป็น 63

สารบัญรูป

หน้า

รูปที่ 1.1 บล็อกไดอะแกรมของการศึกษาระบบมอนิเตอร์ การแพร่ภาพโทรทัศน์ระบบดิจิทัลภาคพื้นดินยุคที่สอง 3
รูปที่ 2.1 การเลือกใช้มาตรฐานของระบบโทรทัศน์ของแต่ละประเทศในภูมิภาคต่าง ๆ 4
รูปที่ 2.2 โครงสร้างกระแสข้อมูลขนส่ง 6
รูปที่ 2.3 โครงสร้างและความสัมพันธ์ขององค์ประกอบต่าง ๆ ของเอ็มเพ็ก 7
รูปที่ 2.4 เฟรมของแพ็คเกตพีอีเอส 8
รูปที่ 2.5 ตัวอย่างการแสดงสถิติของข้อตกลงระดับการให้บริการ 11
รูปที่ 2.6 รายการของช่องทีวีดิจิทัลที่ใช้บริการโครงข่ายฯ บริษัท อสมท จำกัด (มหาชน) 12
รูปที่ 2.7 ศูนย์ปฏิบัติการโครงข่ายของบริษัท อสมท จำกัด (มหาชน) 13
รูปที่ 2. 8 อุปกรณ์เข้ารหัสและรวมสัญญาณดิจิทัลโทรทัศน์ในศูนย์ปฏิบัติการโครงข่าย 14
รูปที่ 2.9 ส่วนของอินพุตของการเข้ารหัสและรวมสัญญาณดิจิทัลโทรทัศน์ 15
รูปที่ 2.10 ส่วนของการบีบอัดของสัญญาณ 17
รูปที่ 2.11 ส่วนของสัญญาณระบบดิจิทัลโทรทัศน์ 18
รูปที่ 2.12 ระบบการส่งสัญญาณจาก Head End ไปยังสถานีหลัก 19
รูปที่ 2.13 อุปกรณ์ที่สถานีหลักใบหยก 20
รูปที่ 2.14 ระบบการรับและส่งสัญญาณของสถานีเสริม 21
รูปที่ 2.15 พื้นที่ครอบคลุมของเขตบริการของประเทศไทยภายหลังการติดตั้ง 39 สถานีหลัก และ 129 สถานีเสริม 23
รูปที่ 2.16 ตำแหน่งของซิงไบต์ในแพ็คเกตกระแสข้อมูลขนส่ง 25
รูปที่ 2.17 บล็อกแผนภาพของพีเอที 26
รูปที่ 2.18 ลักษณะของการชี้ตำแหน่งของพีเอ็มที 26
รูปที่ 2.19 ตำแหน่งของพีไอดีในแพ็คเกตกระแสข้อมูลขนส่ง 27
รูปที่ 2.20 ตำแหน่งของการนับอย่างต่อเนื่องในแพ็คเกตกระแสข้อมูลขนส่ง 28
รูปที่ 2.21 ตำแหน่งของตัวบ่งชี้การขนส่งมีความผิดพลาดในแพ็คเกตกระแสข้อมูลขนส่ง 28
รูปที่ 2.22 การพิจารณาความผิดพลาดของซีอาร์ซี 29
รูปที่ 2.23 ตำแหน่งของพีซีอาร์ในแพ็คเกตกระแสข้อมูลขนส่ง 29

สารบัญรูป (ต่อ)

หน้า

รูปที่ 2.24 ตำแหน่งของพีทีเอสในกระแสข้อมูลขนส่ง 30
รูปที่ 2.25 ตำแหน่งของซีเอทีในกระแสข้อมูลขนส่ง 31
รูปที่ 3.1 ระบบการมอนิเตอร์ของสถานีโทรทัศน์ดิจิทัลสำหรับสถานีหลักทั่วไป 34
รูปที่ 3.2 ระบบการมอนิเตอร์ของสถานีโทรทัศน์ดิจิทัลสำหรับสถานีหลักใบหยก 35
รูปที่ 3.3 การเชื่อมต่ออุปกรณ์ระหว่างสถานีหลักและระบบมอนิเตอร์ 36
รูปที่ 3.4 การประยุกต์การใช้งานในวิดีโอไอพาท 38
รูปที่ 3.5 ลักษณะหน้าต่างของประวัติผู้ใช้งาน 39
รูปที่ 3.6 หน้าต่างของระบบพรีเฟอร์เรนซ์ ในส่วนวันที่และเวลา 40
รูปที่ 3.7 ลักษณะของระบบพรีเฟอร์เรนซ์ในส่วนโครงข่าย 40
รูปที่ 3.8 ลักษณะของระบบพรีเฟอร์เรนซ์ในส่วนแพ็คเกจ 41
รูปที่ 3.9 ลักษณะของระบบพรีเฟอร์เรนซ์ ส่วนการจัดการความที่ได้รับอนุญาต 41
รูปที่ 3.10 ลักษณะการประยุกต์ใช้งานของระบบความปลอดภัย ในหน้าที่ 1 42
รูปที่ 3.11 ลักษณะการประยุกต์ใช้งานของระบบความปลอดภัย ในหน้าที่ 2 42
รูปที่ 3.12 ขั้นตอนการเข้ากำหนดส่งอีเมลล์ 44
รูปที่ 3.13 การกำหนดส่งอีเมลล์ 45
รูปที่ 3.14 การใส่หมายเลข IP ของอุปกรณ์แต่ละภูมิภาค 46
รูปที่ 3.15 ลักษณะของการประยุกต์ใช้งานของรายการอุปกรณ์ 46
รูปที่ 3.16 หน้าต่างของการประยุกต์ใช้งานของรายการอุปกรณ์ ในส่วนการเพิ่มอุปกรณ์เข้ามาในวิดีโอไอพาท 47
รูปที่ 3.17 หน้าต่างของการประยุกต์ใช้งานในส่วนของโทโพโลยี 48
รูปที่ 3.18 หน้าต่างของการประยุกต์ใช้งานของแผนที่ 49
รูปที่ 3.19 การประยุกต์ใช้งานของแผนที่ ในส่วนของการแสดงรายการอุปกรณ์ 49
รูปที่ 3.20 หน้าต่างของการประยุกต์ใช้งานของการแจ้งเตือน 50
รูปที่ 3.21 หน้าต่างของการประยุกต์ใช้งานของรูปแบบของการนำเสนอ แสดงในรูปแบบของรายการ 51

สารบัญรูป (ต่อ)

หน้า

รูปที่ 3.22 หน้าต่างของการประยุกต์ใช้งานของรูปแบบของการนำเสนอ แสดงในรูปแบบของโมดูล 51
รูปที่ 3.23 หน้าต่างของการประยุกต์ใช้งานของรูปแบบของการนำเสนอ การจัดหน้าแบบสมบูรณ์.. 52
รูปที่ 3.24 หน้าต่างของการประยุกต์ใช้งานของรูปแบบของการนำเสนอ การจัดหน้าแบบชิดซ้าย ... 53
รูปที่ 3.25 หน้าต่างของอุปกรณ์ตรวจจับ แสดงบันทึกการแจ้งเตือน 54
รูปที่ 3.26 บล็อกไดอะแกรมแสดงขั้นตอนการป้องกัน/แก้ไขเมื่อได้รับการแจ้งเตือน 55
รูปที่ 3.27 การเข้าถึงอุปกรณ์ตรวจจับ 56
รูปที่ 5.1 การมอนิเตอร์ของสถานีเสริม 66

บทที่ 1
บทนำ

1.1 ความเป็นมาและความสำคัญ

เนื่องในปัจจุบันนี้ ประเทศไทยได้มีการเปลี่ยนแปลงเทคโนโลยีระบบการกระจายเสียงและการแพร่ภาพโทรทัศน์จากสัญญาณแอนะล็อกกลายป็นสัญญาณดิจิทัล โดยใช้ระบบ DVB-T2 (Digital Video Broadcasting–Second Generation Terrestrial) หรือ การแพร่ภาพโทรทัศน์ระบบดิจิทัลภาคพื้นดินยุคที่สอง เป็นมาตรฐานการส่งโทรทัศน์ดิจิทัลภาคพื้นดิน ดังนั้นเพื่อมีความต้องการให้สัญญาณภาพและเสียงที่ใช้ออกสัญญาณแพร่กระจายทางโทรทัศน์นั้นมีคุณภาพตลอดทุกช่วงเวลาการออกอากาศ การมอนิเตอร์จึงมีบทบาทที่จะช่วยในการควบคุมคุณภาพของสัญญาณ ทั้งแบบคุณภาพของการให้บริการ หรือ QOS (Quality of service) และ คุณภาพจากมุมมองผู้ใช้บริการ หรือ QOE (Quality of experience) โดยการมอนิเตอร์นั้นสามารถแจ้งปัญหาของอุปกรณ์ และช่วยตรวจหาสาเหตุของข้อผิดพลาดที่เกิดขึ้นระหว่างการออกอากาศ ทำให้เจ้าหน้าที่สามารถเข้าไปแก้ไขปัญหาได้อย่างรวดเร็ว และนอกเหนือจากการบอกคุณภาพของสัญญาณในการออกอากาศแล้ว ระบบมอนิเตอร์ยังสามารถเก็บค่าพารามิเตอร์ต่าง ๆ ตามระยะเวลาที่ต้องการ ซึ่งสามารถนำสถิตินั้นนำมาวิเคราะห์ศึกษาหาแนวทางในการพัฒนาและปรับปรุงคุณภาพของสัญญาณได้

โดยบริษัท อสมท จำกัด (มหาชน) ได้ให้บริการในด้านของโทรทัศน์ดิจิทัล ซึ่งต้องออกอากาศตลอด 24 ชั่วโมง ดังนั้นการมอนิเตอร์จึงมีบทบาทที่สำคัญยิ่ง เพื่อป้องกันการล่มของสัญญาณรวมถึงการแก้ไขปัญหาของความขัดข้องของสัญญาณการแพร่ภาพและเสียงทางโทรทัศน์ที่ไม่สามารถออกอากาศได้อย่างรวดเร็ว

1.2 วัตถุประสงค์ของการศึกษาและพัฒนา

1.2.1 เพื่อศึกษามาตรฐานการส่งโทรทัศน์ดิจิทัลภาคพื้นดินในการแพร่ภาพโทรทัศน์ระบบดิจิทัลภาคพื้นดินยุคที่สอง

1.2.2 เพื่อศึกษาอุปกรณ์ และหลักการส่งสัญญาณของ Head End การรับและการกระจายสัญญาณของสถานีหลักในการแพร่ภาพโทรทัศน์ระบบดิจิทัลภาคพื้นดินยุคที่สอง

1.2.3 เพื่อศึกษาอุปกรณ์ และหลักการทำงานในระบบการมอนิเตอร์การแพร่ภาพโทรทัศน์ระบบดิจิทัลภาคพื้นดินยุคที่สอง

1.2.4 เพื่อศึกษาและวิเคราะห์ค่าพารามิเตอร์ของการมอนิเตอร์การแพร่ภาพโทรทัศน์ระบบดิจิทัลภาคพื้นดินยุคที่สอง

1.2.5 เพื่อศึกษาปัญหาในระบบการมอนิเตอร์การแพร่ภาพโทรทัศน์ระบบดิจิทัลภาคพื้นดินยุคที่สอง

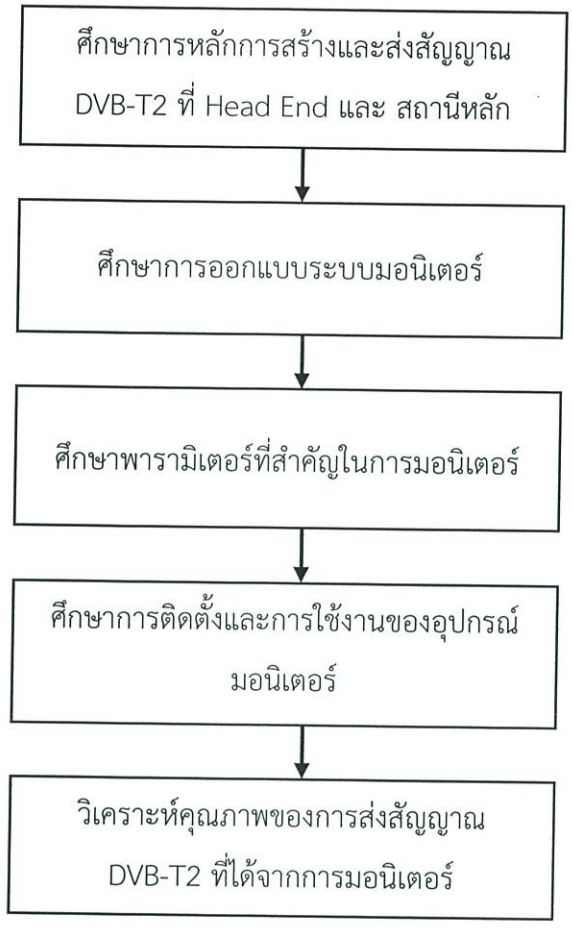
1.2.6 เพื่อหาแนวทางการเพิ่มประสิทธิภาพของระบบการมอนิเตอร์ระบบการแพร่ภาพโทรทัศน์ระบบดิจิทัลภาคพื้นดินยุคที่สอง

1.3 ขอบเขตของการศึกษาและพัฒนาระบบมอนิเตอร์ริ่ง

1.3.1 เพื่อศึกษาอุปกรณ์ และหลักการส่งสัญญาณ Head End และการกระจายสัญญาณของสถานีหลักในการแพร่ภาพโทรทัศน์ระบบดิจิทัลภาคพื้นดินยุคที่สอง

1.3.2 ศึกษาอุปกรณ์และหลักการที่ใช้ในระบบการมอนิเตอร์การแพร่ภาพโทรทัศน์ระบบดิจิทัลภาคพื้นดินยุคที่สอง

1.3.3 วิเคราะห์ค่าพารามิเตอร์จากการมอนิเตอร์ที่ได้จากสายอากาศ Off-air ของสถานีหลักการศึกษาของระบบมอนิเตอร์การแพร่ภาพโทรทัศน์ระบบดิจิทัลภาคพื้นดินยุคที่สอง เป็นไปตามบล็อกไดอะแกรมดังรูปที่ 1.1



รูปที่ 1.1 บล็อกไดอะแกรมของการศึกษาระบบมอนิเตอร์การแพร่ภาพโทรทัศน์ระบบดิจิทัลภาคพื้นดินยุคที่สอง

1.4. ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1.4.1 ได้รู้ถึงหลักการของการทำงานในระบบมอนิเตอร์การแพร่ภาพโทรทัศน์ระบบดิจิทัลภาคพื้นดินยุคที่สองในประเทศไทยที่ใช้งานในปัจจุบัน

1.4.2 ได้วิเคราะห์คุณภาพของสัญญาณ และสามารถสรุปคุณภาพของสัญญาณการแพร่ภาพโทรทัศน์ระบบดิจิทัลภาคพื้นดินยุคที่สองที่ใช้ในการออกอากาศในประเทศไทยได้

1.4.3 สามารถหาแนวทางในการเพิ่มประสิทธิภาพของระบบมอนิเตอร์การแพร่ภาพโทรทัศน์ระบบดิจิทัลภาคพื้นดินยุคที่สองได้

บทที่ 2
ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ในหัวข้อนี้จะกล่าวถึงทฤษฎีและงานวิจัยต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องกับระบบการมอนิเตอร์การแพร่ภาพโทรทัศน์ระบบดิจิทัลภาคพื้นดินยุคที่สอง สำหรับบริษัท อสมท จำกัด (มหาชน) ซึ่งมีดังต่อไปนี้

2.1 มาตรฐานโทรทัศน์ระบบของประเทศไทย

ปัจจัยสำคัญที่จะทำการเปลี่ยนผ่านไปสู่โทรทัศน์ระบบดิจิทัลให้ประสบความสำเร็จ คือการกำหนดมาตรฐานโทรทัศน์ระบบดิจิทัล [1] เพื่อให้สถานีวิทยุโทรทัศน์ทุกแห่งใช้เป็นมาตรฐานในการส่งสัญญาณออกอากาศ และภาคอุตสาหกรรมใช้เป็นมาตรฐานสำหรับการผลิตอุปกรณ์เครื่องรับโทรทัศน์สำหรับผู้ชมโทรทัศน์ ปัจจุบันมาตรฐานโทรทัศน์ระบบดิจิทัลที่สหภาพโทรคมนาคมระหว่างประเทศ (ITU) ให้การรับรองมี 5 ระบบ คือ ระบบ ATSC ในทวีปอเมริกาเหนือ, ISDB-T ในทวีปอเมริกาใต้, DTMB ในประเทศจีน , DVB-T และ DVB-T2 ในทวีปเอเชีย โดยการเลือกใช้มาตรฐานของระบบโทรทัศน์ของแต่ละประเทศในภูมิภาคต่าง ๆ เป็นดังรูปที่ 2.1

รูปที่ 2.1 การเลือกใช้มาตรฐานของระบบโทรทัศน์ของแต่ละประเทศในภูมิภาคต่าง ๆ [1]

ทั้งนี้เมื่อวันที่ 24 พ.ค. 2555 ที่ผ่านมา คณะกรรมการกิจการกระจายเสียง กิจการโทรทัศน์และกิจการโทรคมนาคมแห่งชาติ (กสทช.) ได้กำหนดให้มาตรฐาน DVB-T2 เป็นมาตรฐานระบบโทรทัศน์ Digital ภาคพื้นดินของประเทศไทย

DVB-T2 ย่อมาจาก Digital Video Broadcasting – Second Generation Terrestrial เป็นมาตรฐานที่พัฒนามาจากมาตรฐาน DVB-T โดยนำเทคนิคการมอดูเลตและการเข้ารหัสแบบใหม่มาใช้เพื่อให้การใช้สเปกตรัมในการส่งสัญญาณประเภทเสียง วิดีโอและข้อมูลมีประสิทธิภาพมากขึ้น สำหรับหลักการทำงานนั้น DVB-T2 ใช้การมอดูเลชันแบบ OFDM (orthogonal frequency division multiplex) เช่นเดียวกับมาตรฐาน DVB-T สำหรับการแก้ไขข้อมูลผิดพลาดนั้น DVB-T2 ใช้วิธีการเข้ารหัสแบบที่ใช้กับมาตรฐาน DVB-S2 ได้แก่การเข้ารหัสแบบ LDPC (Low Density Parity Check) ซึ่งใช้ร่วมกับการเข้ารหัสแบบ BCH (Bose-Chaudhuri-Hocquengham) ทำให้สัญญาณที่ถูกเข้ารหัสทนทานต่อสัญญาณแทรกสอด (Interference) และสัญญาณรบกวนที่มีระดับสูงได้ดี

โดยค่าพารามิเตอร์และรายละเอียดทางเทคนิคสำหรับ DVB-T2 ดังตารางที่ 2.1

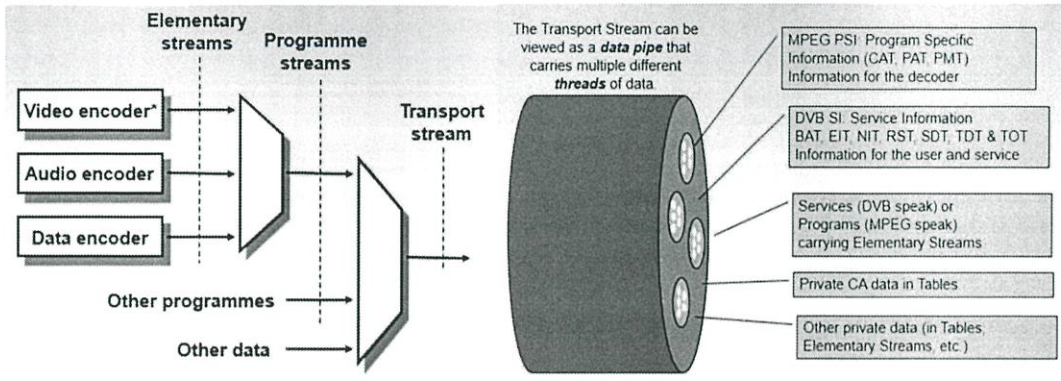
ตารางที่ 2.1 ค่าพารามิเตอร์และรายละเอียดทางเทคนิคสำหรับ DVB-T2 [1]

พารามิเตอร์	ค่าของพารามิเตอร์
ขนาดของ FFT (FFT Size)	16k extended
สัดส่วนช่วงเวลาป้องกัน (Guard Interval Fraction)	19/128
การมอดูเลตสัญญาณ (Modulation)	64-QAM
อัตราการเข้ารหัส (Code Rate)	3/5
แบบรูปสัญญาณไพลอต (Pilot Pattern)	PP2 หรือ PP3
การเข้ารหัส L1 Post (L1 Post Scrambling)	ไม่ใช้งาน
เฟรมส่วนขยายในอนาคต (Future Extension Frame: FEF)	ไม่ใช้งาน
ผลที่ได้จากการกำหนดพารามิเตอร์	
อัตราบิตสูงสุดโดยประมาณ (Maximum bit rate)	21.86 Mbit/s
ระยะห่างสูงสุดของสถานีส่ง ในกรณีโครงข่ายแบบความถี่เดียว (SFN)	79.74 กิโลเมตร

2.2 กระแสข้อมูลขนส่ง (Transport Stream)

กระแสข้อมูลขนส่ง [2] มีความสำคัญต่อการกระจายเสียงโทรทัศน์ในระบบ DVB เพราะเป็นพื้นฐานในการส่งภาพและเสียง สำหรับมาตรฐาน DVB และ DVB-T2 นั้นใช้มาตรฐาน เอ็มเพ็ก 2 ในการส่งกระแสข้อมูลขนส่ง กระแสข้อมูลขนส่งที่กล่าวมานี้ประกอบไปด้วยกระแสข้อมูลย่อยคือ กระแสข้อมูลรายการ (Programme Stream) หลายสาย ซึ่งแต่ละสายก็ประกอบไปด้วยกระแสข้อมูล

พื้นฐาน (Elementary Stream) ที่ยังมีส่วนประกอบย่อยไปอีกคือ Video Encoder, Audio Encoder และ Data Encoder กระแสข้อมูลขนส่งนี้สามารถเปรียบเทียบได้กับท่อส่งข้อมูลที่ภายในประกอบด้วยสายข้อมูลหลายสายดังรูปที่ 2.2



รูปที่ 2.2 โครงสร้างกระแสข้อมูลขนส่ง [2]

ในอีกมุมหนึ่งกระแสข้อมูลขนส่งที่จะถูกส่งต่อไปออกอากาศนั้นสามารถมองได้ว่าประกอบไปด้วยสองส่วนใหญ่ ๆ ได้แก่

ในส่วนของตารางเอ็มเพ็ก ซึ่งประกอบไปตารางอ้างอิงต่าง ๆ ที่ในการที่จะส่งสัญญาณออกไป

แพ็คเกตพีอีเอส ซึ่งประกอบไปด้วยข้อมูลหลักคือภาพและเสียง และข้อมูลรอง เช่น ซิงไบต์ (Sync Byte), ตัวบ่งชี้ความผิดพลาดการขนส่ง (Transport Error Indicator) และ ลำดับความสำคัญการขนส่ง (Transport Priority) เป็นต้น

2.2.1 ตารางเอ็มเพ็ก

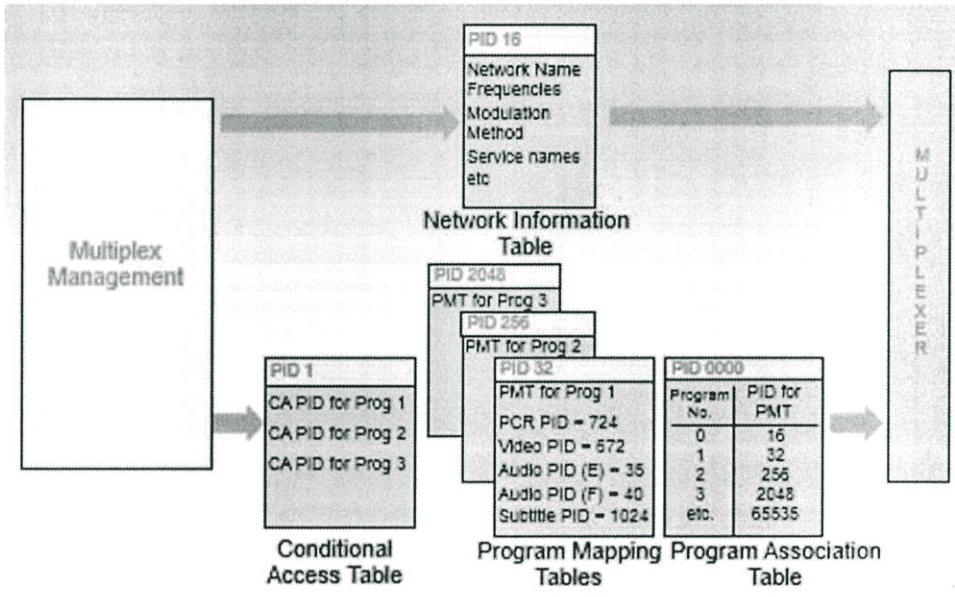
ตารางเอ็มเพ็ก ประกอบไปด้วยข้อมูลอ้างอิงต่าง ๆ ที่สำคัญต่อการส่งและรับสัญญาณภาพ ข้อมูลอ้างอิงที่ สำคัญนี้ได้แก่

ตารางพีเอ็มที หรือ PMT (Program Map Table) แต่ละโปรแกรมในกระแสข้อมูลขนส่งมีตารางนี้เป็นของตัวเอง ซึ่งตารางนี้อธิบาย ส่วนประกอบของโปรแกรมรายการและกระแสข้อมูลพื้นฐานของแต่ละโปรแกรมด้วย ตารางนี้ยังสามารถจัดเก็บข้อมูลอื่น ที่ต้องการ เช่น พารามิเตอร์ของภาพและเสียงสำหรับการเข้ารหัส, ข้อมูล pan & scan และข้อมูลเกี่ยวกับลิขสิทธิ์ของรายการ

ตารางพีเอที หรือ PAT (Program Association Table) มีค่าพีไอดี ที่ 0 ซึ่งค่านี้ถูกนำไปใช้ในการชี้ไปยังพีเอ็มที สำหรับแต่ละโปรแกรมหรือบริการ

ตารางเอ็นไอที หรือ NIT (Network Information Table) ให้ข้อมูลเกี่ยวกับการจูนคลื่นสำหรับแต่ละบริการ เช่น ชื่อโครงข่าย เป็นต้น ข้อมูลโครงข่ายในตารางนี้ใช้โดยกล่องแปลงสัญญาณโทรทัศน์ (Set top box) ในการสแกนหาช่องใหม่โดยอัตโนมัติ

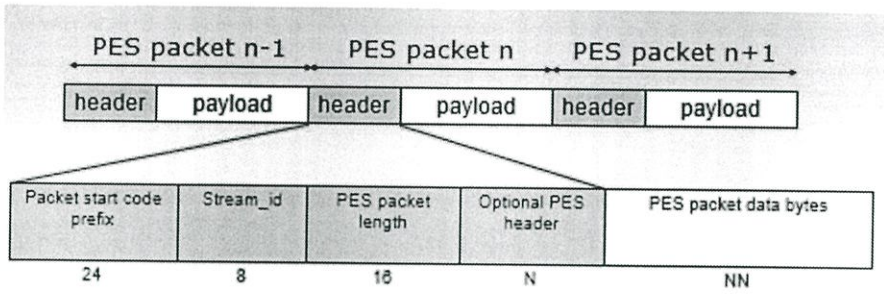
โดยโครงสร้างและความสัมพันธ์ขององค์ประกอบต่าง ๆ ของเอ็มเพ็ก ดังรูปที่ 2.3



รูปที่ 2.3 โครงสร้างและความสัมพันธ์ขององค์ประกอบต่าง ๆ ของเอ็มเพ็ก [2]

2.2.2 แพ็คเกตพีอีเอส

แพ็คเกตพีอีเอส ประกอบไปด้วยข้อมูลหลักคือภาพและเสียง (Payload) และข้อมูลรอง (Header) ในส่วนของข้อมูลรองนั้น ประกอบไปด้วยข้อมูลย่อยต่าง ๆ อันเป็นสิ่งสำคัญต่อการอธิบายการส่งข้อมูล เช่น จุดเริ่มต้นของแพ็คเกต (Start Code Prefix packet), รหัสกระแส (Stream ID), ความยาวของข้อมูล (packet length) เป็นต้น โดยโครงสร้างของแพ็คเกตพีอีเอส เป็นดังรูปที่ 2.4



รูปที่ 2.4 เฟรมของแพ็คเกตพีอีเอส [2]

2.3 ความสอดคล้องของเอ็มเพ็ก

แต่ละกระแสข้อมูลขนส่งที่มีการส่งแบบเอ็มเพ็ก 2 สามารถบรรจุโปรแกรมรายการได้เป็นจำนวนมาก ดังนั้นเพื่อให้การส่งสัญญาณเป็นไปโดยดีและไม่เกิดการสับสนในการแยกสัญญาณที่ปลายทาง แต่ละโปรแกรมรายการ จำเป็นต้องมีนาฬิกาของโปรแกรม (Programme Clock) ที่เป็นอิสระของตัวเอง จำนวนกลุ่มตัวอย่างของนาฬิกาของโปรแกรมหลายอันรวมกันนี้เรียกโดยรวมว่า การอ้างอิงนาฬิกาของโปรแกรม (Programme Clock Reference) ซึ่งการสุ่มตัวอย่างนี้ต้องเกิดขึ้นอย่างน้อย ทุก ๆ 0.1 วินาที และถูกลำเลียงไปในกระแสข้อมูลขนส่งด้วย นอกจากนั้นแล้วเพื่อให้ข้อมูลเป็นไปในทางเดียวกัน กระแสข้อมูลขนส่งที่ขนส่งด้วยเอ็มเพ็ก 2 ยังสามารถมี Presentation Time Stamp ซึ่งเป็นข้อมูลที่มีค่า 33 bit binary และแสดงในหน่วย 90 KHz. ตัวข้อมูลนี้ทำหน้าที่ระบุเวลาที่ตัว Access Unit ควรถูกนำออกมาจาก Decoder Buffer และนำเสนอต่อผู้ชม

2.4 ข้อมูลเฉพาะรายการ

ข้อมูลเฉพาะรายการ หรือ Program Specific Information (PSI) เป็นส่วนหนึ่งของกระแสข้อมูลขนส่งซึ่งให้ข้อมูลเกี่ยวกับโครงสร้างพื้นฐานในการเข้าถึงรายการหรือบริการ สิ่งแรกที่เครื่องรับสัญญาณทำคือดึงข้อมูลตาราง Program Association (PAT) มา ซึ่งตารางนี้จะให้รายชื่อบริการที่มีอยู่ในแต่ละกระแสข้อมูลขนส่งนั้น ๆ และจะบอกเครื่องรับสัญญาณว่าตาราง Program Map (PMT) สามารถหาได้ที่ไหน ซึ่งตัว PMT นี้เองที่ทำหน้าที่ในการบอกเครื่องรับสัญญาณว่าจะทำการแปลงรหัสสัญญาณได้อย่างไร

2.5 ข้อมูลบริการ

เนื่องจากข้อมูล Program Specific Information (PSI) เป็นข้อมูลที่ไม่สามารถเข้าใจได้โดยผู้ชมรายการเพราะเป็นข้อมูลที่อ่านออกโดยระบบเท่านั้น ดังนั้นเพื่อให้ผู้ชมรายการได้รับข้อมูลการให้บริการของรายการทีวีนั้น ๆ DVB จึงได้มีการให้ข้อมูลบริการ หรือ Service Information (SI) ที่คนทั่วไปสามารถเข้าใจได้ ซึ่งได้แก่ชื่อรายการและหมายเลขรายการ

2.6 ระบบการมอนิเตอร์

การมอนิเตอร์ [3] คือ การตรวจสอบหรือการสังเกตการณ์ของระบบที่เราสนใจอย่างต่อเนื่องและการบันทึกเหตุกาณ์ต่าง ๆ ที่เกิดขึ้นเป็นประจำ ซึ่งมุ่งหวังให้ทราบถึงความคืบหน้า, ความล่าช้าหรือปัญหาของระบบโดยผลที่ได้จากการมอนิเตอร์นั้นช่วยให้สามารถรวบรวมข้อมูลในเชิงคุณภาพและเชิงปริมาณ ที่จะใช้ในการตัดสินใจสำหรับการปรับปรุงพัฒนา และแก้ไขปัญหาต่าง ๆ ของในระบบได้

2.6.1 วัตถุประสงค์ของการมอนิเตอร์

วัตถุประสงค์ของการมอนิเตอร์ระบบนั้นมีดังต่อไปนี้

1. อุปกรณ์ในระบบที่ต้องการตรวจสอบมีจำนวนมาก ทำให้มีความยุ่งยากในการติดตามข้อมูลในเชิงคุณภาพและเชิงปริมาณ

2. การมอนิเตอร์นั้นทำให้สามารถรับรู้ปัญหาได้อย่างรวดเร็ว จึงทำให้สามารถเข้าไปแก้ไขปัญหานั้นได้อย่างรวดเร็วด้วย

3. เพื่อนำข้อมูลที่ได้มาจากการมอนิเตอร์ นำมาวิเคราะห์และนำไปพัฒนาระบบให้มีประสิทธิภาพดียิ่งขึ้นได้

2.6.2 ลักษณะของระบบการมอนิเตอร์ที่มีประสิทธิภาพที่ดี

ลักษณะของระบบการมอนิเตอร์ที่มีประสิทธิภาพที่ดี [4] ประกอบด้วย

1. ใช้อุปกรณ์มอนิเตอร์ที่มีความเที่ยงตรง และทำการบันทึกข้อมูลที่สามารถเชื่อถือได้

2. ข้อมูลที่ได้จากการมอนิเตอร์ ตรงตามกับความต้องการของผู้ใช้ระบบ

3. ราคาของอุปกรณ์มอนิเตอร์นั้น มีความสมเหตุสมผลกับข้อมูลที่ได้รับ

4. ข้อมูลที่ได้จากการมอนิเตอร์สามารถจัดทำเป็นรายงาน และนำไปวิเคราะห์ได้

5. ข้อมูลที่ได้จากการมอนิเตอร์นั้น ถูกนำไปใช้ในการพัฒนาระบบ

2.7 รูปแบบของการนำเสนอ (Dashboard)

รูปแบบของการนำเสนอ หรือ Dashboard [5] คือ สิ่งที่แสดงข้อมูลในลักษณะกราฟ ตัวเลข สี เพื่อสรุปข้อมูลต่าง ๆ ให้ผู้ใช้งานสามารถดูข้อมูลในภาพรวมได้ในทันที โดย จะแบ่งออกเป็น 3 ประเภทใหญ่ คือ

1. Strategic dashboard จะเป็นข้อมูลที่ใช้สำหรับประกอบการวางแผนด้านกลยุทธ์

2. Analytical dashboard จะเป็นข้อมูลที่ใช้สำหรับประกอบการวิเคราะห์

3. Operational dashboard จะเป็นข้อมูลที่ใช้สำหรับประกอบการปฏิบัติงาน

ดังนั้นก่อนที่จะจัดการข้อมูลเพื่อนำไปทำรูปแบบของการนำเสนอ สำหรับการนำเสนอนั้น จะต้องทราบก่อนว่าข้อมูลส่วนนี้จะนำเสนอให้ใคร และจุดประสงค์ของการนำข้อมูลนี้จะนำไปใช้ โดยสามารถแบ่งออกเป็นหลัก ๆ ดังนี้

2.7.1 ผู้บริหาร

ผู้บริหารระดับสูง [6] เช่น ประธาน รองประธาน หัวหน้า กรรมการผู้จัดการใหญ่ กรรมการอำนวยการ ผู้จัดการอาวุโส ซึ่งมีความต้องการนำข้อมูลไปใช้ในการตัดสินใจแผนการระยะยาวที่เกี่ยวกับทิศทางโดยรวมขององค์การ กำหนดวัตถุประสงค์ นโยบายและกลยุทธ์ จึงเหมาะที่จะใช้รูปแบบของการนำเสนอแบบ strategic dashboard

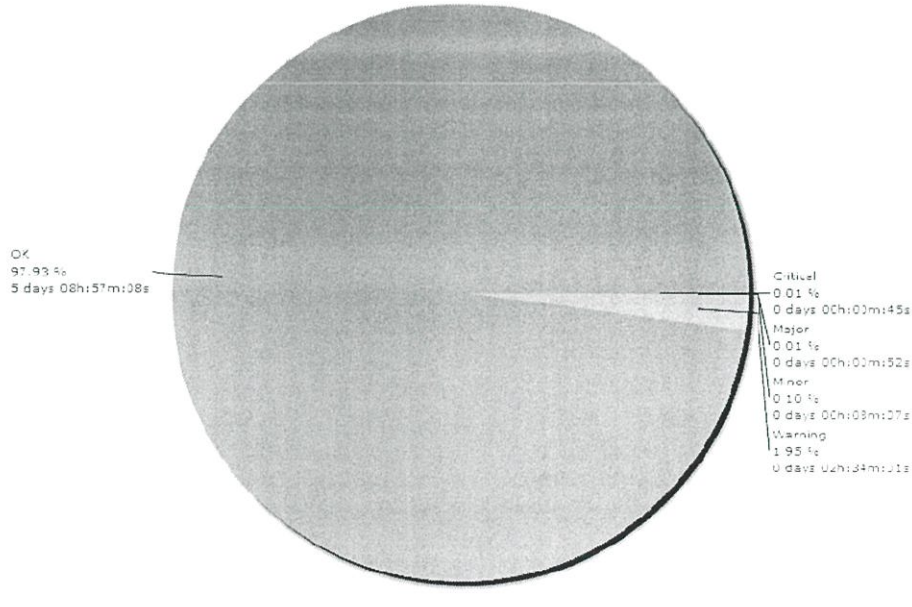
2.7.2 ผู้ดำเนินงาน

ผู้ดำเนินการ เช่น ฝ่ายบำรุงรักษาระบบ มีความต้องการนำข้อมูลไปใช้ในการแก้ไขปัญหาหรือพัฒนาระบบให้ดียิ่งขึ้น จึงเหมาะที่จะใช้รูปแบบของการนำเสนอ แบบ analytical dashboard และ operational dashboards

2.8 ข้อตกลงระดับการให้บริการ (SLA)

ข้อตกลงระดับการให้บริการ หรือ SLA (Service Level Agreement) [7] เป็นข้อตกลงหรือสัญญาการให้บริการระหว่างผู้ให้บริการ และผู้รับบริการ เพื่อให้บริการในระดับที่ทั้ง 2 ฝ่ายตกลงกัน โดยจัดทำขึ้นเป็นลายลักษณ์อักษรและมีผลบังคับใช้ภายในเวลาและเงื่อนไขที่กำหนด ซึ่งในกรณีนี้กสทช. กำหนดให้ผู้ให้บริการโครงข่ายดิจิทัลโทรทัศน์ต้องมีระยะเวลาที่สามารถให้บริการโครงข่ายโทรทัศน์แก่ผู้ใช้หรือเชื่อมต่อโครงข่ายโทรทัศน์แต่ละรายไม่น้อยกว่า ร้อยละ 99.98 ของเวลาออกอากาศทั้งหมดต่อปีต่อสถานีหลัก โดยเมื่อคำนวณระยะเวลาการให้บริการโครงข่ายโทรทัศน์ตลอด 24 ชั่วโมง แล้วจะสามารถยอมรับการเกิดเหตุขัดข้องที่ไม่สามารถให้บริการโครงข่ายได้ในแต่ละสถานีหลักไม่เกิน 1 ชั่วโมง 45 นาที ต่อปี ซึ่งข้อขัดข้องที่เกิดขึ้นจากการให้บริการโครงข่าย

โดยการวัดระดับของข้อตกลงระดับการให้บริการของผู้ให้บริการโครงข่ายโทรทัศน์นั้นสามารถทำได้จากการมอนิเตอร์ระบบดิจิทัลโทรทัศน์ ซึ่งผ่านอุปกรณ์ตรวจจับในการตรวจวัดคุณภาพการแพร่ออกอากาศของดิจิทัลโทรทัศน์จากสถานีหลัก และทำการวิเคราะห์ว่าทางผู้ให้บริการโครงข่ายโทรทัศน์นั้นสามารถสามารถทำการออกอากาศได้เวลานานเท่าใด และเกิดปัญหาที่ทำให้การออกกาศขัดข้องเป็นเวลานานเท่าใด โดยจะนำข้อมูลนี้แสดงเป็นสถิติเทียบกับเวลาการออกอากาศทั้งหมดต่อปี ตามดังรูปที่ 2.5

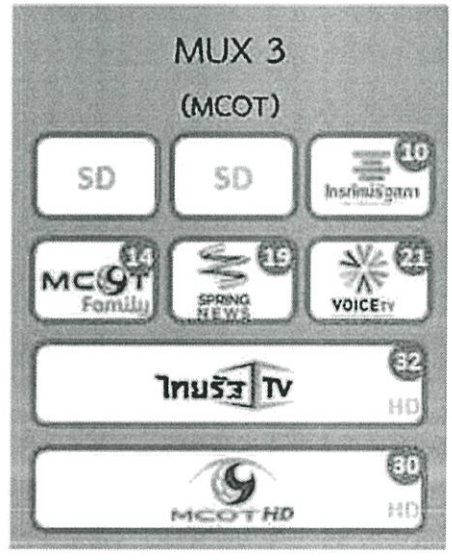


รูปที่ 2.5 ตัวอย่างการแสดงสถิติของข้อตกลงระดับการให้บริการ [7]

2.9 คุณภาพของการให้บริการ และ คุณภาพจากมุมมองผู้ใช้บริการ (QOS & QOE)

2.9.1 คุณภาพของการให้บริการ หรือ QOS (Quality of service) คือ คุณภาพของการให้บริการของผู้ให้บริการ เช่น คุณภาพของโครงข่ายดิจิทัลโทรทัศน์ของบริษัท อสมท จำกัด (มหาชน)

2.9.2 คุณภาพจากมุมมองผู้ใช้บริการ หรือ QOE (Quality of Experience) [8] เป็นแนวทางการจัดการอีกอย่างหนึ่งของคุณภาพการให้บริการของผู้ให้บริการ ซึ่งเป็นคุณภาพโดยรวมของระบบจากมุมมองของผู้ใช้ เช่น ผู้ชมสามารถดูรายการของช่องทีวีดิจิตอลที่ใช้บริการโครงข่ายฯ บริษัท อสมท จำกัด (มหาชน) ซึ่งประกอบด้วย ช่อง 10 (ทีวีรัฐสภา) ช่อง 14 (MCOT Family) ช่อง 19 (Spring News) ช่อง 21 (Voice TV) ช่อง 30 (MCOT HD) และช่อง 32 (Thairath TV) ดังรูปที่ 2.6

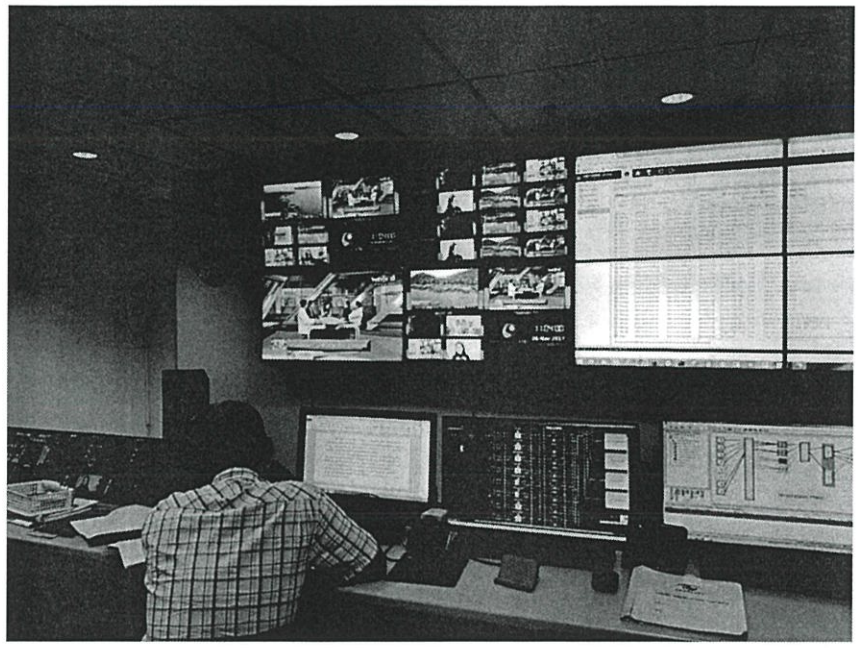


รูปที่ 2.6 รายการของช่องทีวีดิจิทัลที่ใช้บริการโครงข่ายฯ บริษัท อสมท จำกัด (มหาชน) [9]

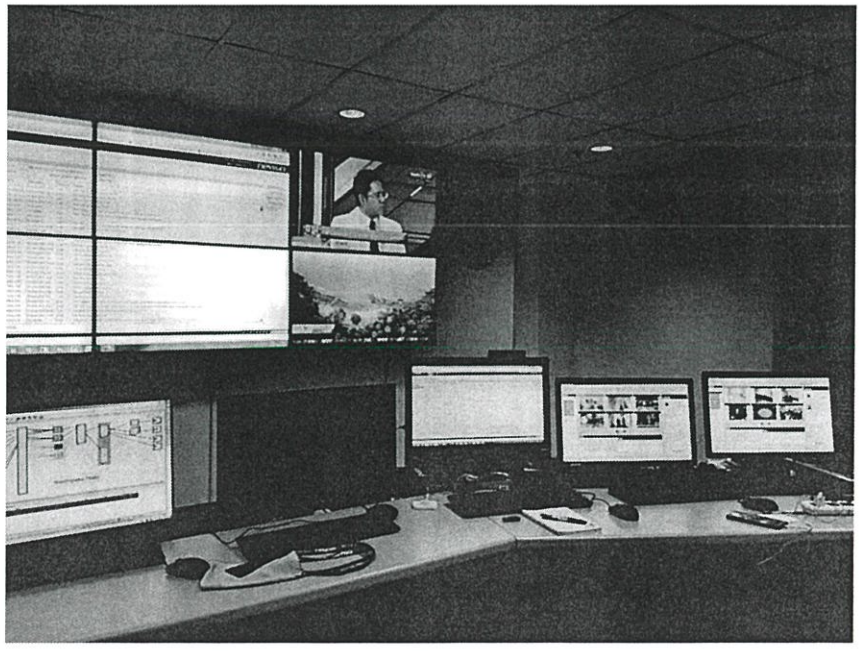
2.9 ศูนย์ปฏิบัติการด้านโครงข่าย (NOC)

ศูนย์ปฏิบัติการโครงข่าย หรือ NOC (Network Operation Center) [10] มีหน้าที่ในการตรวจสอบเครือข่ายโทรคมนาคม เพื่อทำการแจ้งเตือน หรือสังเกตการณ์เพื่อหลีกเลี่ยง ป้องกันหรือแก้ไขสิ่งที่จะส่งผลกระทบต่อประสิทธิภาพของเครือข่าย วิศวกรประจำการที่ศูนย์ปฏิบัติการโครงข่ายจะทำการวิเคราะห์ปัญหา แล้วจะแจ้งปัญหาให้กับวิศวกรเทคนิคให้ทำการซ่อมบำรุงเพื่อทำการแก้ไข จากนั้นวิศวกรประจำการที่ศูนย์ปฏิบัติการโครงข่าย จะติดตามผลจนกว่าปัญหาจะได้รับการแก้ไขแล้ว โดยที่บริษัท อสมท จำกัด (มหาชน) จะทำการมอนิเตอร์การออกอากาศของดิจิทัลโทรทัศน์ของสถานี

หลัก 39 สถานี โดยลักษณะศูนย์ปฏิบัติการโครงข่าย ของบริษัท อสมท จำกัด (มหาชน) เป็นดังรูปที่ 2.7



(ก.)

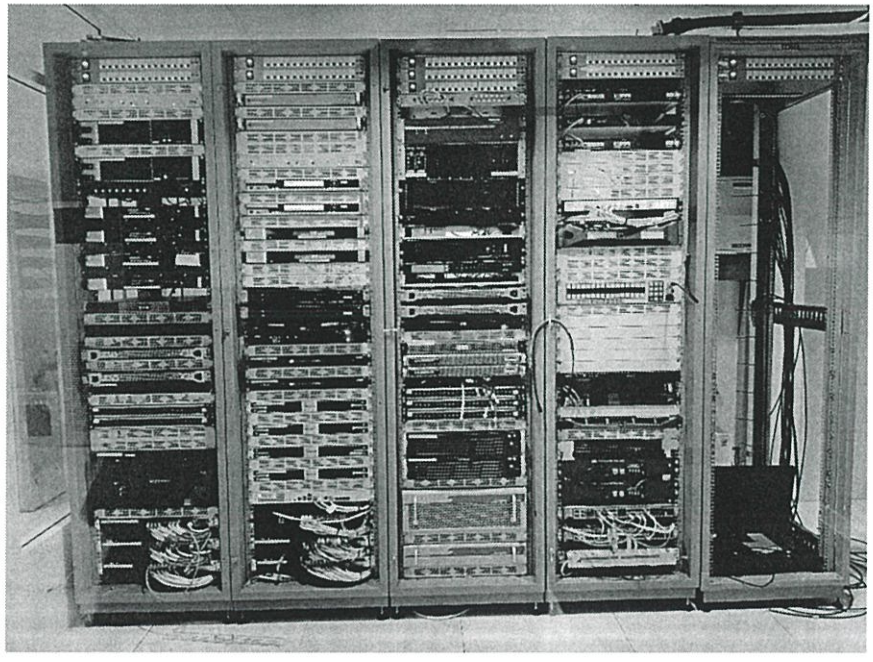


(ข.)

รูปที่ 2.7 ศูนย์ปฏิบัติการโครงข่ายของบริษัท อสมท จำกัด (มหาชน)

2.10 อุปกรณ์เข้ารหัสและรวมสัญญาณดิจิทัลโทรทัศน์

นอกจากการมอนิเตอร์สัญญาณแล้วในศูนย์ปฏิบัติการโครงข่าย จะมีส่วนที่ไว้ใช้ติดตั้งอุปกรณ์ในการเข้ารหัสและรวมสัญญาณดิจิทัลโทรทัศน์ที่เรียกว่า Head End [11] เพื่อส่งต่อไปออกอากาศยังสถานีส่งต่าง ๆ ที่กระจายอยู่ทั่วประเทศ โดยอุปกรณ์เข้ารหัสและรวมสัญญาณดิจิทัลโทรทัศน์ในศูนย์ปฏิบัติการโครงข่าย ดังรูปที่ 2.8



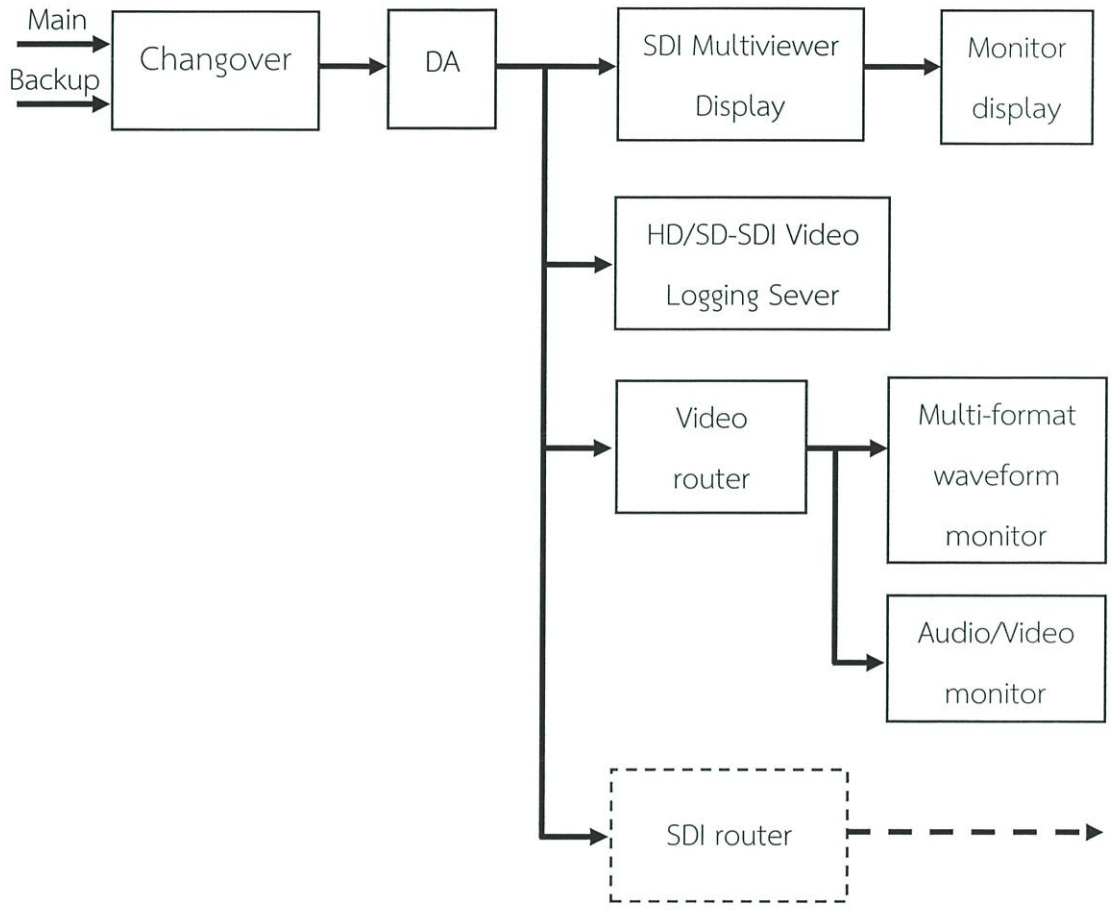
รูปที่ 2. 8 อุปกรณ์เข้ารหัสและรวมสัญญาณดิจิทัลโทรทัศน์ในศูนย์ปฏิบัติการโครงข่าย

โดยกระบวนการเข้ารหัสและรวมสัญญาณดิจิทัลโทรทัศน์มีดังนี้

2.10.1 ส่วนของอินพุตของการเข้ารหัสและรวมสัญญาณดิจิทัลโทรทัศน์

สัญญาณแรกเริ่มที่เข้าระบบนั้นมีอยู่ 2 สัญญาณ คือ สัญญาณหลักและสัญญาณสำรอง ซึ่ง Changeover เป็นอุปกรณ์ที่มีหน้าที่ในการตรวจสอบและเลือกสัญญาณเข้าระบบ เมื่อมีสัญญาณระหว่างสัญญาณหลักและสัญญาณสำรอง สัญญาณใดสัญญาณหนึ่งหาย จากนั้นสัญญาณจะเข้าอุปกรณ์ DA (Distribution Amplifier) อุปกรณ์ตัวนี้จะทำหน้าที่ขยายสัญญาณและกระจายสัญญาณไปส่วนต่าง ๆ ของระบบ ได้แก่ SDI Multiviewer Display, HD/SD-SDI Video Logging Sever, video router และ SDI router ซึ่ง SDI Multiviewer Display จะต่ออยู่กับหน้าจอมอนิเตอร์เพื่อดูภาพและเสียงของอินพุต ส่วน HD/SD-SDI Video Logging Server เป็นอุปกรณ์ที่สามารถเก็บ

Logging เป็นระยะเวลา 30 วัน ส่วน video router จะต่ออยู่กับ Multi-format waveform monitor และ Audio/Video monitor เพื่อทำการตรวจสอบสัญญาณหลัง Changeover และ DA เพื่อตรวจสอบสัญญาณภาพและเสียงก่อนเข้าระบบ โดยระบบส่วนของ input เป็นไปตามดังรูปที่ 2.9



รูปที่ 2.9 ส่วนของอินพุตของการเข้ารหัสและรวมสัญญาณดิจิทัลโทรทัศน์

2.10.2 ส่วนของการบีบอัดของสัญญาณ (Compression)

สัญญาณส่วนหนึ่งจาก DA จะผ่าน SDI router เพื่อทำการจัดเส้นทางของสัญญาณ input ว่าจะเข้าเครื่องเข้ารหัสเครื่องไหน โดยเครื่องเข้ารหัส 1 เครื่องสามารถรองรับความคมชัดแบบมาตราฐานของเอ็มเพ็ก 2 และ เอ็มเพ็ก 4 จำนวน 4 ช่องรายการ หรือ ความคมชัดแบบสูงของเอ็มเพ็ก 2 และ เอ็มเพ็ก 4 จำนวน 2 ช่องรายการ ต่อ 1 เครื่อง ซึ่งทางบริษัท อสมท จำกัด (มหาชน) ได้มีเครื่องเข้ารหัสที่เป็นเครื่องหลักทั้งหมด 2 เครื่อง และ เครื่องสำรองทั้งหมด 2 เครื่อง ซึ่งการ

ทำงานคือ 1 การ์ด จะทำงานทั้งหมด 1 ช่องรายการ และในแต่ละการ์ดจะบรรจุรายละเอียดต่าง ๆ เช่น รูปแบบการบีบอัดสัญญาณว่าเป็นแบบความคมชัดแบบมาตราฐาน หรือความคมชัดแบบสูง, ชื่อช่องรายการ และ ขนาดของแบนด์วิดท์ โดยเครื่องเข้ารหัสในส่วนของอินพุตสามารถรองรับอินพุต SDI และอินพุต IP ได้ แต่ทางบริษัท อสมท จำกัด (มหาชน) ยังไม่มีซอร์ฟแวร์การได้รับความอนุญาต (licenses) ในส่วนของการทำ demux และ transcode ที่รองรับอินพุต IP จึงใช้ได้เพียงอินพุต SDI เพียงอย่างเดียว ส่วนเอาต์พุตของเครื่องเข้ารหัสเป็นรูปแบบของ IP 2 พอร์ตสำหรับเครื่องหลักและเครื่องสำรอง โดยสามารถทำงานเป็นแบบ redundant กันได้ ซึ่งทำการเลือกโดย MUX (Multiplexer) คือ กรณีที่ตัวเครื่องหลักดับลงไปจะสลับพอร์ตของเครื่องสำรองเพื่อใช้ออกอากาศได้ทันที โดยการทำงาน redundant ของเครื่องเข้ารหัส คือในกรณีที่มีปัญหาทั้งหมด 2 การ์ด ระบบจะสลับ 2 การ์ดนี้ไปใช้งานตรงส่วน 2 การ์ดในเครื่องสำรองเพื่อออกอากาศ แต่ถ้ากรณีที่มีปัญหาทั้งหมด 3 การ์ดขึ้นไป จะสลับทั้งเครื่องมาใช้งานที่เครื่องสำรอง ส่วนโหมดการทำงานของเครื่องเข้ารหัสของพอร์ตในการทำ redundant นั้น มีอยู่ 2 โหมดคือ

1. Active – Active คือ ทั้งพอร์ตของเครื่องหลัก และพอร์ตของเครื่องสำรอง จะปล่อยสัญญาณไว้ทั้ง 2 พอร์ต ทำให้การสลับจะไม่มีภาพที่กระตุกมาก ทำให้มองไม่เห็นว่ามีการสลับของสัญญาณ ซึ่งทางบริษัท อสมท จำกัด (มหาชน) ได้ใช้แบบโหมดนี้

2. Active – Standby คือ จะปล่อยสัญญาณไว้ที่พอร์ตของเครื่องหลักเพียงอย่างเดียว ส่วนพอร์ตของเครื่องสำรองจะทำการ Standby ไว้ ซึ่งโหมดนี้เหมาะสำหรับต้องการขนาดแบนด์วิดท์น้อย แต่จะทำให้มองเห็นภาพว่ามีการกระตุกของสัญญาณ

จากนั้นสัญญาณจะเข้าไปในส่วน MUX ซึ่งอุปกรณ์นี้ทำหน้าที่รวมสัญญาณภาพและเสียงจากเครื่องเข้ารหัส และรวมสัญญาณจากข้อมูลบริการ หรือ SI (Service Information) ได้แก่ EPG (Electronic Program Guide) และ Sub-title System เพื่อรวมเข้ามาส่วนของกระแสข้อมูลให้เป็นสัญญาณเดียวออกอากาศ โดยอินพุตของ MUX จะเป็นรูปแบบของอินพุต IP

- EPG จะมีการกำหนดการจัดเรียงช่องว่าจะปรากฏช่องใดของกล่องแปลงสัญญาณโทรทัศน์ และการใส่ชื่อของช่องรายการ
- Sub-title System ทำหน้าที่ในการรับสัญญาณจากลูกค้ามาในรูปแบบของ DVB-SUB เข้ามาแล้วทำการจัดเรียงเวลาของแต่ละช่องให้ตรงกันแล้วถึงรวมไปที่ MUX

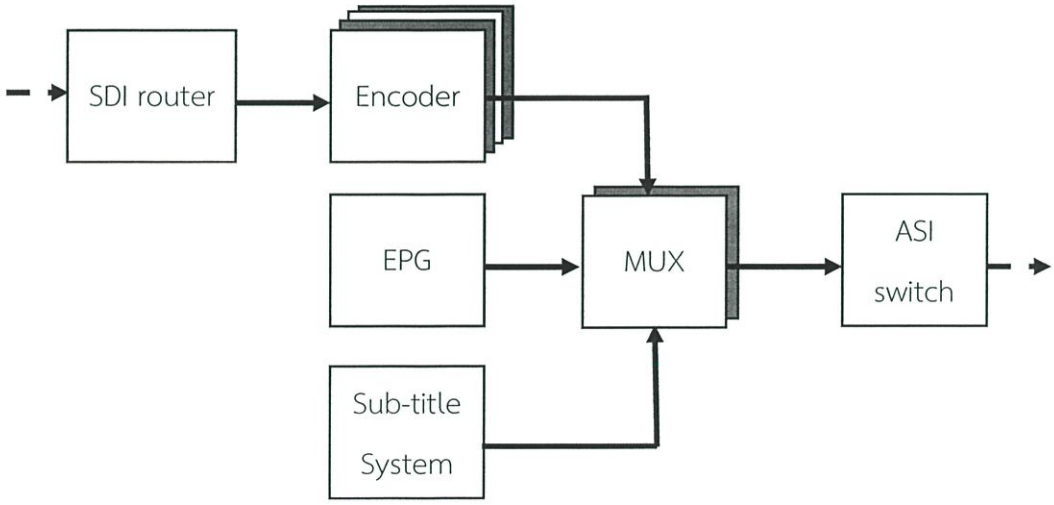
ในส่วนของ MUX สามารถรองรับได้ทั้ง ASI (Asynchronous Serial Interface) และ IP โดยที่อินพุต ASI มี 2 พอร์ตและเอาต์พุต ASI 4 พอร์ต ส่วนอินพุต IP มี 2 พอร์ตและเอาต์พุต IP 2 พอร์ต

ส่วนการ redundant ของ MUX จะเริ่มจากการสลับพอร์ต แต่ถ้า ทุกพอร์ตมีปัญหาจะสลับ MUX ของเครื่องหลัก เป็น MUX เครื่องสำรองแทน นอกจากนี้ MUX ยังเป็นตัวตรวจสอบเครื่องเข้ารหัสว่ามีกระแสข้อมูลครบทุกช่องหรือไม่ ช่องไหนมีปัญหา จะทำการแจ้งเตือนไปที่ ncompass ให้ทำการสั่งสลับอีกครั้ง

หลังสัญญาณออกจาก MUX แล้วสัญญาณไปที่ ASI switch ทำหน้าที่สลับระหว่าง MUX ของเครื่องหลักกับ MUX เครื่องสำรองเมื่อตัวใดตัวหนึ่งมีปัญหา โดยสามารถทำงานได้ในรูปแบบรีโมท คือ ทำงานผ่าน ncompass control ว่า ncompass สั่งการให้ MUX ตัวไหนใช้งานอยู่แล้วให้ MUX ตัวนั้นใช้ในการออกอากาศไป

Ncompass control หรือ network management system สามารถควบคุมตัวอุปกรณ์ต่าง ๆ ในส่วนของ compression ได้ และสามารถเก็บ logging อุปกรณ์ต่าง ๆ ในส่วน compression ได้

โดยส่วนของการบีบอัดของสัญญาณเป็นไปตามดังรูปที่ 2.10



รูปที่ 2.10 ส่วนของการบีบอัดของสัญญาณ

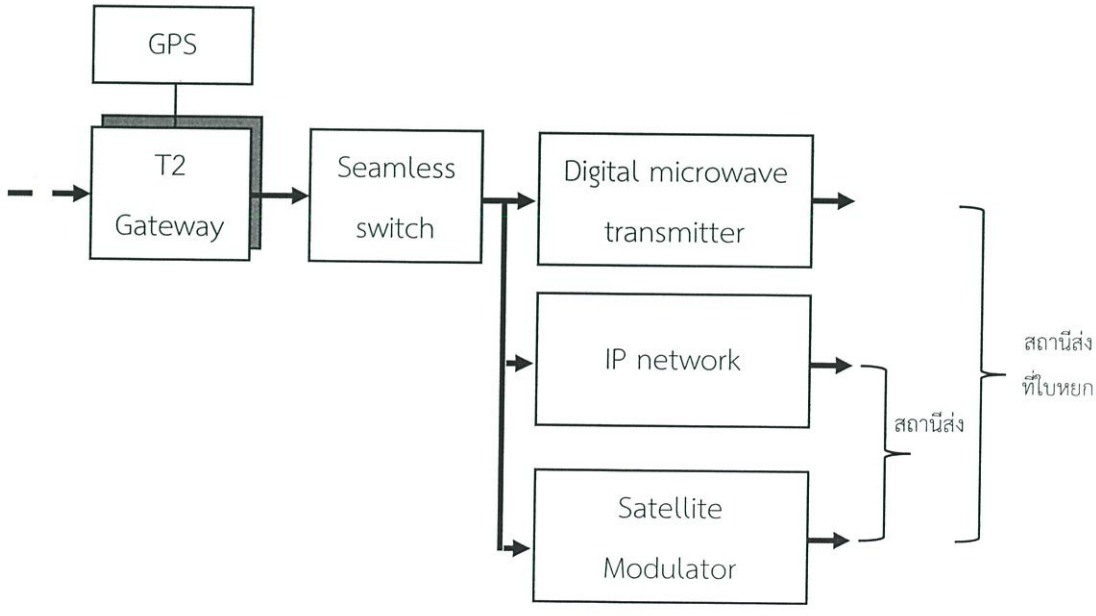
2.10.3 ส่วนของสัญญาณระบบดิจิทัลโทรทัศน์

เมื่อสัญญาณจะเข้าสู่ T2 Gateway ทำหน้าที่ในการมอดูเลตแบบดิจิทัลโทรทัศน์เพื่อเปลี่ยนแพ็คเกต รูปแบบกระแสข้อมูลเป็นรูปแบบของแพ็คเกตกระแสข้อมูล T2-MI ซึ่งแพ็คเกต T2-MI คือ สัญญาณที่ผ่านการมอดูเลตรูปแบบของดิจิทัลโทรทัศน์ หรือการใส่แพ็คเกตของดิจิทัลโทรทัศน์เข้ามา

ในกระแสข้อมูลตัวนี้มีการ Time Stamp สัญญาณของข้อมูลด้วย เพื่อให้เวลาที่ออกอากาศจากเครื่องส่งตรงกัน เช่นการ Time stamp ของ SFN (Single Frequency Network) โดยมี SFN เป็นตัว sync สัญญาณเครื่องส่งหนึ่งกับอีกเครื่องส่งหนึ่ง จะมีการหักล้างกันระหว่างการเดินทางของ SFN แต่เนื่องจาก T2 Gateway ของเครื่องหลัก กับ T2 Gateway ของเครื่องสำรองไม่มีระบบ redundant ของตัวมันเองเลยต้องมีอุปกรณ์ ASI seamless switch มาทำการสลับสัญญาณหลังอุปกรณ์ T2 Gateway เพื่อทำหน้าที่ในการสลับจาก T2 Gateway ของเครื่องหลักไป T2 Gateway ของเครื่องสำรอง หรือ T2 Gateway เครื่องสำรองสลับกลับมาเป็น T2 Gateway เครื่องหลักซึ่งการสลับสัญญาณโดย ASI seamless switch ทำให้แทบจะไม่มีรอยต่อของสัญญาณ หรือจะกล่าวได้ว่าไม่มีภาพกระตุกหรือภาพหายไป

จีพีเอส (GPS) ใช้ในระบบ Head End ทำหน้าที่แจกจ่ายเวลา หรือ Time server ให้ทุกอุปกรณ์ที่อยู่ในระบบ Head End เช่น Chang over, DA โดยทุกอุปกรณ์ที่อยู่ในระบบ จะเอา Time server จากตัวนี้มาใช้งาน เพื่อเป็นสัญญาณ Time sync ของระบบ

จากนั้นสัญญาณจะกระจายส่งไปยังสถานีต่าง ๆ เพื่อทำการออกอากาศ โดยใช้ 2 เส้นทั้งทางในการส่งคือทางดาวเทียมและ Ethernet ยกเว้นที่สถานีส่งบนดึกใบหยกจะมีการส่งสัญญาณทั้งแบบระบบไมโครเวฟ ดาวเทียม และ Ethernet โดยส่วนของดิจิทัลโทรทัศน์เป็นไปตามดังรูปที่ 2.11



รูปที่ 2.11 ส่วนของสัญญาณระบบดิจิทัลโทรทัศน์

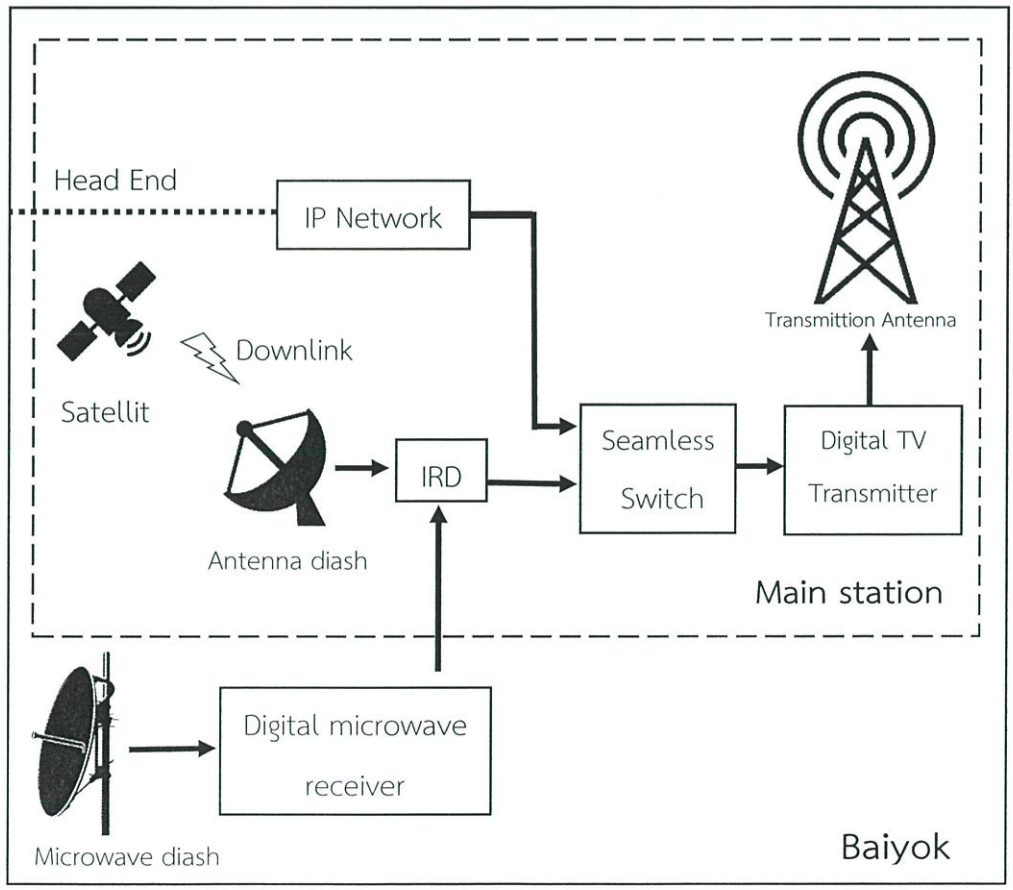
2.11 การส่งสัญญาณจาก Head End ไปยังสถานีหลัก

การส่งสัญญาณจาก Head End ไปยังสถานีหลัก สามารถส่งได้ 2 เส้นทางคือ

1. ส่งผ่านดาวเทียม เป็นสัญญาณหลักที่ใช้ในการออกอากาศ

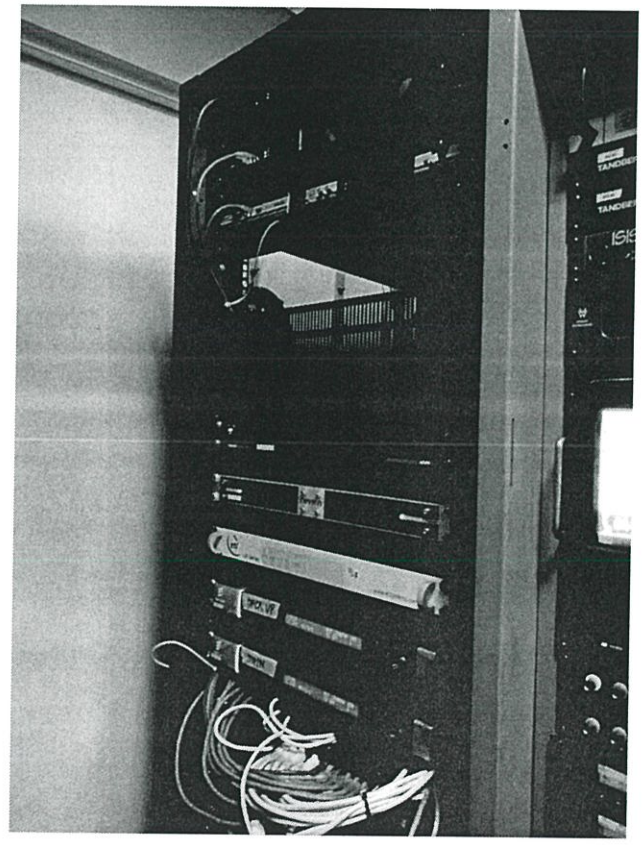
2. ส่งผ่านอินเทอร์เน็ต โดยเป็นการส่งผ่านโครงข่ายอินเทอร์เน็ตผ่านสายไฟเบอร์ออปติกในบริษัท อสมท จำกัด (มหาชน) จะใช้เช่าโครงข่ายของบริษัท TOT เป็นสัญญาณสำรองที่ใช้ในการออกอากาศ

แต่การส่งสัญญาณจาก Head End ไปยังสถานีหลักที่ใบหยก สามารถส่งได้ 3 เส้นทางคือ จะใช้เส้นทางไมโครเวฟเป็นสัญญาณหลักที่ใช้ในการออกอากาศส่วนการส่งผ่านดาวเทียมและส่งผ่านอินเทอร์เน็ตนั้นเป็นสัญญาณสำรองที่ใช้ในการออกอากาศ โดยกระบวนการส่งสัญญาณจาก Head End ไปยังสถานีหลัก เป็นไปตามดังรูปที่ 2.12



รูปที่ 2.12 ระบบการส่งสัญญาณจาก Head End ไปยังสถานีหลัก

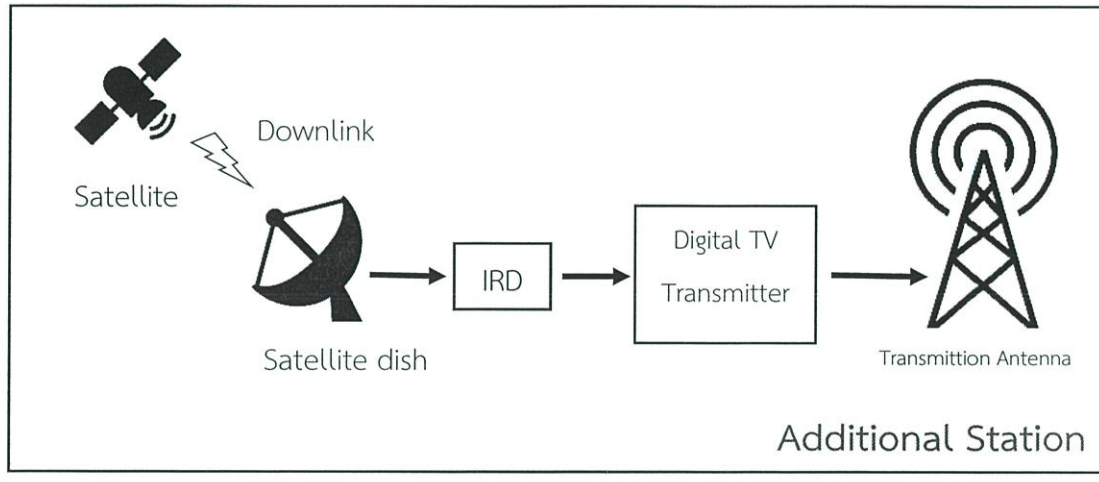
โดยการรับกระแสข้อมูลขนส่งผ่านระบบไมโครเวฟนั้น จะรับผ่านทางสายอากาศและเครื่อง Digital microwave receiver หลังจากนั้นเข้า IRD (Integrated Receiver Decoder) เพื่อจะทำการถอดรหัสออกมาให้ข้อมูลเป็นกระแสข้อมูลขนส่ง ส่วนการรับผ่านระบบดาวเทียมนั้น เมื่อจานดาวเทียมรับสัญญาณเข้ามาแล้ว IRD จะทำการถอดรหัสออกมาให้ข้อมูลเป็นกระแสข้อมูลขนส่งเช่นกัน ส่วนการรับกระแสข้อมูลขนส่ง ระบบโครงข่ายอินเทอร์เน็ตนั้น จะทำการส่งกระแสข้อมูลขนส่ง ผ่านสายไฟเบอร์ออปติกโดยการรับอินพุตทั้ง 3 เส้นทางนี้จะผ่านเข้าสู่เครื่อง Seamless Switch ซึ่งมีหน้าที่ปรับเวลาโดยการทำหน่วงเวลา เพื่อให้การสลับของอินพุตในการออกอากาศนั้นไม่มีการขาดหายของสัญญาณ จากนั้นสัญญาณจะเข้าสู่เครื่องส่งดิจิทัลโทรทัศน์ ซึ่งมีหน้าที่ในการแปลงสัญญาณกระแสข้อมูลขนส่งที่ได้รับ ให้กลายเป็นสัญญาณวิทยุที่ใช้ในการออกอากาศ โดยอุปกรณ์ที่สถานีหลักใบหยก เป็นดังรูปที่ 2.13



รูปที่ 2.13 อุปกรณ์ที่สถานีหลักใบหยก

2.12 การส่งสัญญาณของสถานีเสริม

เนื่องจากการให้บริการโครงข่ายโทรทัศน์ในระบบดิจิทัลของสถานีหลักนั้นไม่ทั่วถึงทั้งประเทศ จึงต้องมีการตั้งสถานีเสริมเพื่อทำให้ประสิทธิภาพของการรับสัญญาณโทรทัศน์ดีขึ้น และการให้บริการโครงข่ายโทรทัศน์ในระบบดิจิทัลทั่วถึงทุกพื้นที่ได้ โดยการรับกระแสข้อมูลขนส่ง จะผ่านระบบดาวเทียมเพียงอย่างเดียว โดยกระบวนการรับและส่งสัญญาณของสถานีเสริมดังรูปที่ 2.14



รูปที่ 2.14 ระบบการรับและส่งสัญญาณของสถานีเสริม

2.13 จำนวนเขตบริการและจำนวนสถานีในประเทศไทย

จำนวนเขตบริการและจำนวนสถานีในประเทศไทย [12] ทางกสทช. กำหนดให้มีเขตบริการจำนวน 39 เขตบริการ ซึ่งการแบ่งเขตบริการคำนึงถึงข้อจำกัดทางเทคนิคเป็นหลัก รวมทั้งคำนึงถึงระยะห่างจากสถานีหลักตลอดจนลักษณะทางสังคมและวัฒนธรรมด้วย โดยแต่ละเขตบริการประกอบไปด้วย 1 สถานีหลัก และสถานีเสริมอีกจำนวนหนึ่ง รวมทั้งสิ้นจาก 39 เขตบริการ ซึ่งจะมี 39 สถานีหลัก และ 129 สถานีเสริม

ทั้งนี้ อาจกำหนดสถานีเสริมเป็นการเพิ่มเติมในภายหลัง เพื่อแก้ไขปัญหาการรับสัญญาณหรือเพื่อปรับปรุงการรับสัญญาณแบบพกพาภายในอาคาร (Portable Indoor Reception)

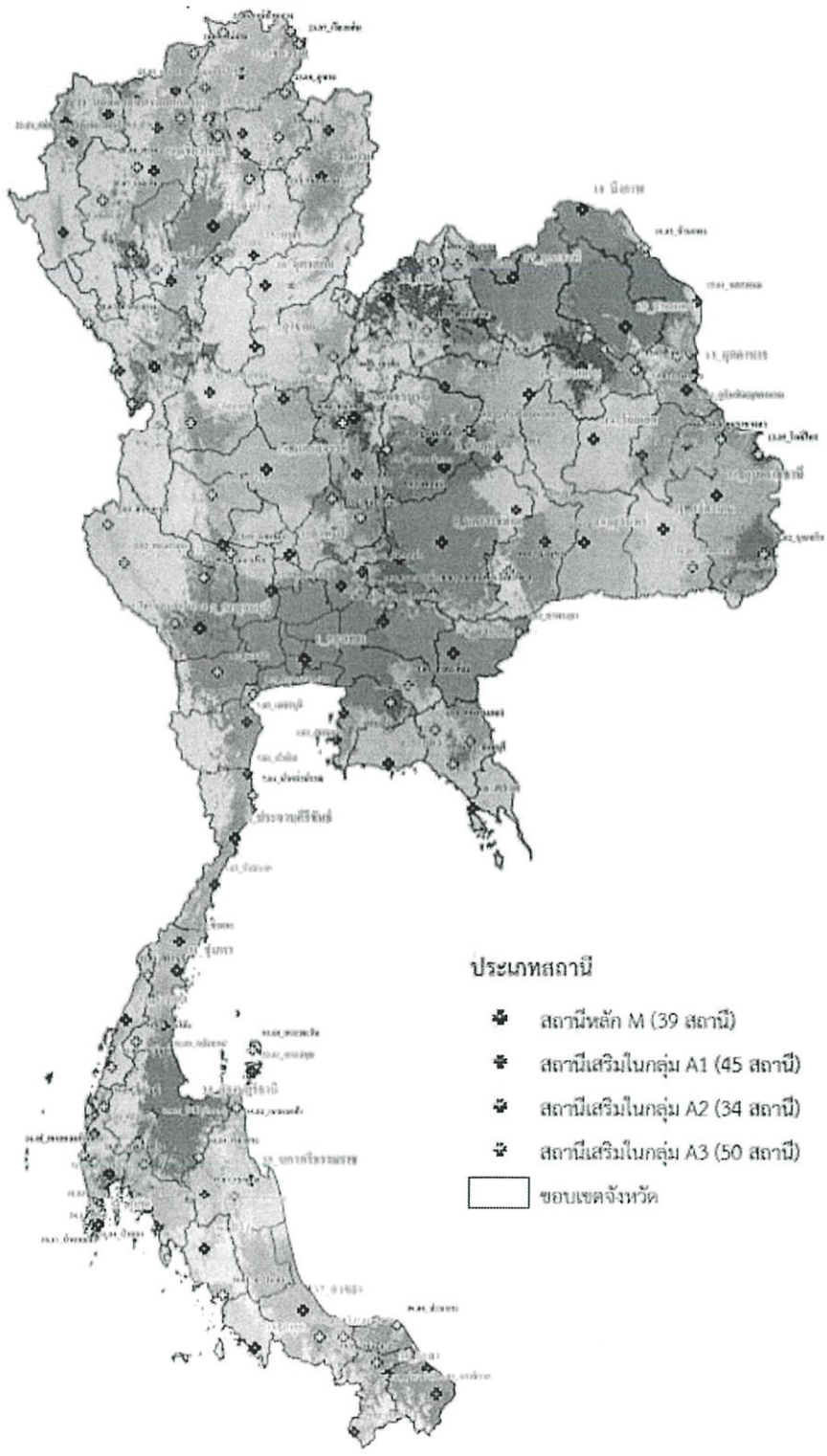
ในการจัดทำแผนความถี่วิทยุสำหรับกิจการโทรทัศน์แบ่งประเภทของสถานีเป็นดังตารางที่ 2.2

ตารางที่ 2.2 การจัดทำแผนความถี่วิทยุสำหรับกิจการโทรทัศน์ [12]

อักษรย่อ	ประเภทสถานี	จำนวนสถานี	คำอธิบาย
M	สถานีหลัก	39	สถานีหลักตามแผนการขยายโครงข่ายโทรทัศน์ภาคพื้นดินในระบบดิจิตอลในปีที่ 1 และ 2 โดยเป็นสถานีซึ่งมีสถานที่ตั้งอยู่เดิม และสถานที่ตั้งนี้ได้รับความเห็นชอบร่วมกันระหว่างผู้ได้รับอนุญาตประกอบกิจการโทรทัศน์สำหรับการให้บริการโครงข่ายโทรทัศน์ในระบบดิจิตอลทุกราย
A1	สถานีเสริมกลุ่ม A1	45	เป็นสถานีซึ่งมีสถานที่ตั้งอยู่เดิม และสถานที่ตั้งนี้ได้รับความเห็นชอบร่วมกันระหว่างผู้ได้รับอนุญาตประกอบกิจการโทรทัศน์สำหรับการให้บริการโครงข่ายโทรทัศน์ในระบบดิจิตอลทุกราย โดยสถานีเสริมกลุ่ม A1 เป็นการติดตั้งสถานีเสริมเพื่อให้ได้พื้นที่ครอบคลุมร้อยละ 90 ของจำนวนครัวเรือนทั้งประเทศ
A2	สถานีเสริมกลุ่ม A2	34	เป็นสถานีที่ติดตั้งเพิ่มเติม ซึ่งสถานที่ตั้งได้รับความเห็นชอบร่วมกันระหว่างผู้ได้รับอนุญาตประกอบกิจการโทรทัศน์สำหรับการให้บริการโครงข่ายโทรทัศน์ในระบบดิจิตอลทุกราย เพื่อการขยายโครงข่ายให้ได้พื้นที่ครอบคลุมร้อยละ 95 ของจำนวนครัวเรือนทั้งประเทศ
A3	สถานีเสริมกลุ่ม A3	50	

2.14 พื้นที่ครอบคลุมของเขตบริการของประเทศไทย

พื้นที่ครอบคลุมของเขตบริการของประเทศไทย [12] ภายหลังการติดตั้ง 39 สถานีหลัก และ 129 สถานีเสริม จากผลการวิเคราะห์คำนวณโดยอาศัยซอฟต์แวร์สร้างแบบจำลองการแพร่กระจายคลื่น (Wave Propagation Model) โดยอาศัยคุณลักษณะทางเทคนิคของสถานีวิทยุคมนาคมสำหรับกิจการโทรทัศน์ภาคพื้นดินในระบบดิจิตอลและตั้งสมมติฐานของการรับสัญญาณแบบอยู่กับที่ มีลักษณะดังรูปที่ 2.15



รูปที่ 2.15 พื้นที่ครอบคลุมของเขตบริการของประเทศไทยภายหลังการติดตั้ง 39 สถานีหลัก และ 129 สถานีเสริม [12]

2.15 การวัดกระแสข้อมูลขนส่งของเอ็มเพ็ก 2

การวัดกระแสข้อมูลขนส่งของเอ็มเพ็ก 2 [13,14] นั้นตามกำหนดของ ETR 101-290 ซึ่งจะมีการแบ่งระดับของความผิดพลาด เป็นลำดับความสำคัญ หรือ Priority ดังตารางที่ 2.3

ตารางที่ 2.3 ลำดับความสำคัญของการวัดเอ็มเพ็ก 2 ตามมาตรฐาน ETR 101-290 [13]

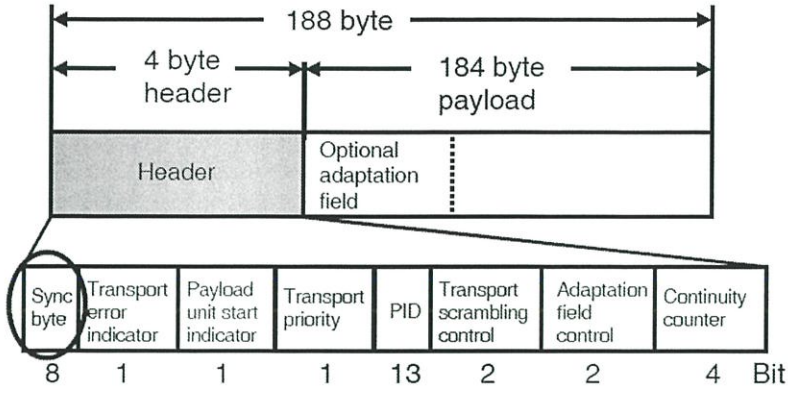
Measurement	Priority
TS_sync_loss	1
Sync_byte_error	1
PAT_error	1
PMT_error	1
Continuity_count_error	1
PID_error	1
Transport_error	2
CRC_error	2
PCR_error	2
PCR_accuracy_error	2
PTS_error	2
CAT_error	2
SI_repetition_error	3
NIT_error	3
SDT_error	3
EIT_error	3
RST_error	3
TDT_error	3
Undefined_PID	3

2.15.1 ลำดับความสำคัญที่ 1

ซึ่งลำดับความสำคัญที่ 1 นั้นเป็นลำดับความสำคัญที่ไม่สามารถถอดรหัสภาพได้เมื่อเกิดเหตุการณ์ดังต่อไปนี้

2.15.1.1 การพิจารณาการสูญหายของการซิงโครไนซ์

กระแสข้อมูลขนส่งของเอ็มเพ็ก มีแพ็คเกตขนาด 188 ไบต์ ประกอบด้วยข้อมูลรอง 4 ไบต์ และข้อมูลหลัก 184 ไบต์โดยไบต์แรกของข้อมูลรอง คือการซิงโครไนซ์ หรือซิงไบต์ ดังรูปที่ 2.16 ซึ่งจะมีค่าเท่ากับ 0×47 และจะมีระยะห่างระหว่างซิงไบต์ถัดไป 188 ไบต์ และ กระแสข้อมูลการขนส่งซิงโครไนซ์ (Synchronize Transport stream) นั้นมีความจำเป็นสำหรับอุปกรณ์ที่มีการซิงโครไนซ์ซึ่งจะขึ้นอยู่กับจำนวนซิงไบต์ที่ถูกต้อง โดยควรมี 5 ซิงไบต์ที่ถูกต้องติดต่อกัน จึงจะเพียงพอสำหรับการซิงโครไนซ์ และถ้าหากมี 2 ซิงไบต์หรือมากกว่านั้นที่ผิดพลาดติดต่อกันจะหมายถึงการเกิดการสูญหายของการซิงโครไนซ์ (TS sync loss)



รูปที่ 2.16 ตำแหน่งของซิงไบต์ในแพ็คเกตกระแสข้อมูลขนส่ง [13]

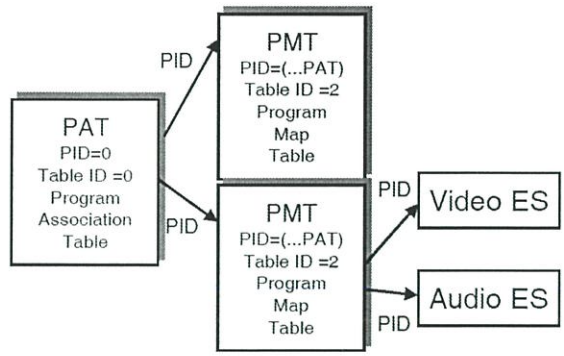
2.15.1.2 การพิจารณาความผิดพลาดของซิงไบต์

เมื่อเกิดเหตุการณ์ซิงไบต์ที่ถูกต้องไม่ปรากฏหลัง 188 ไบต์ ซึ่งซิงไบต์มีความจำเป็นอย่างมาก เพราะเครื่องเข้ารหัสบางรุ่นนั้นไม่สามารถตรวจสอบการหายของซิงไบต์ก่อนการใช้งาน

2.15.1.3 การพิจารณาความผิดพลาดของพีเอที

พีเอที (PAT) มีหน้าที่บอกให้อุปกรณ์รับสัญญาณ เช่น กล่องแปลงสัญญาณโทรทัศน์ทราบว่ามีจำนวนรายการกี่รายการที่ผสมกันมาใน พีอีเอส หรือ PES (Packetized Elementary Stream) และอุปกรณ์รับสัญญาณจะทราบว่า กระแสข้อมูลขนส่งใดทำหน้าที่เป็นพีเอทีได้จากค่าพีไอดี หรือ PID (Packet Identifier) ในส่วนของกระแสข้อมูลขนส่งข้อมูลรองโดยค่า พีไอดีต้องมีค่าเท่ากับ 0×00 เมื่ออุปกรณ์รับสัญญาณตรวจพบค่าพีไอดีมีค่าเท่ากับ 0×00 ทำให้เข้าใจในทันทีว่าส่วนข้อมูลหลักที่ติดตามมาเป็นพีเอที ดังรูปที่ 2.17

การเกิดเหตุการณ์พีเอที ไม่ปรากฏอย่างน้อยทุก ๆ 5 มิลลิวินาที หรือตาราง ID ไม่เท่ากับ 0 ทำให้อุปกรณ์รับสัญญาณ ไม่สามารถถอดรหัสรายการได้ เรียกเหตุการณ์นี้ว่าความผิดพลาดของพีเอที หรือ PAT error (Missing or Errored Program Association Table)

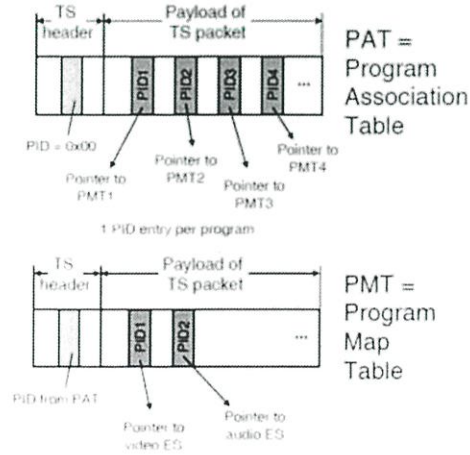


รูปที่ 2.17 บล็อกแผนภาพของพีเอที [13]

2.15.1.4 การพิจารณาความผิดพลาดของพีเอ็มที

ในส่วนข้อมูลหลัก ซึ่งทำหน้าที่เป็นพีเอทีนั้นจะถูกบรรจุค่าตัวชี้ที่เรียกว่า ตัวชี้ตำแหน่งพีเอ็มที หรือ PMT (Program Map Table) pointer โดยแต่ละค่าตัวชี้ตำแหน่งพีเอ็มทีนั้นจะเป็นตัวชี้ไปยังกระแสข้อมูลขนส่งเฉพาะ ดังรูปที่ 2.18 ซึ่งพีเอ็มทีเป็นกระแสข้อมูลขนส่งเฉพาะส่วนข้อมูลหลัก โดยตารางนี้ จะเก็บค่าพีไอดีชี้ไปยังที่ Video Elementary Stream, Audio Elementary Stream และ Data Elementary Stream ของช่องรายการที่ได้มาจากพีเอที

การเกิดเหตุการณ์พีเอ็มทีไม่ปรากฏในพีเอที หรือ ไม่มีตาราง ID เท่ากับ 2 หรือพีเอ็มทีไม่ปรากฏอย่างน้อยทุก ๆ 5 มิลลิวินาที จะเกิดเหตุการณ์ที่เรียกว่าความผิดพลาดของพีเอ็มที หรือ PMT error (Missing or Errored Program Map Table) ซึ่งทำให้ไม่สามารถถอดรหัสรายการได้

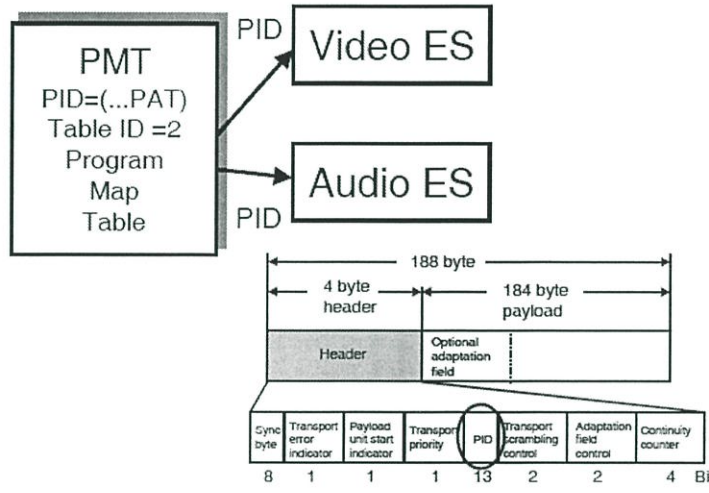


รูปที่ 2.18 ลักษณะของการชี้ตำแหน่งของพีเอ็มที [13]

2.15.1.5 การพิจารณาความผิดพลาดของพีไอดี

พีไอดี (PID) ใช้ในการบอกว่าข้อมูลในส่วนข้อมูลหลักนั้นเป็นภาพและเสียงของรายการใด หรือเป็นตัวแยกว่ากระแสข้อมูลขนส่งนั้น ทำหน้าที่อะไร ดังรูปที่ 2.19

ซึ่งความผิดพลาดของพีไอดี (PID error) นี้เกิดขึ้นเมื่อกระแสข้อมูลขนส่งมีการ multiplex หรือ demultipex แล้วมีการ multiplex ซ้ำอีกครั้ง หรือ ไม่พบพีไอดีที่ถูกอ้างอิงในตารางพีเอสไอ

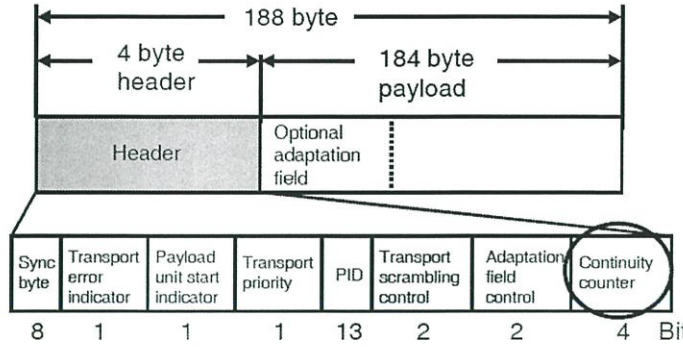


รูปที่ 2.19 ตำแหน่งของพีไอดีในแพ็คเกตกระแสข้อมูลขนส่ง [13]

2.15.1.6 การพิจารณาความผิดพลาดการนับอย่างต่อเนื่อง

การนับอย่างต่อเนื่อง (Continuity Counter) จะมีการนับตั้งแต่ 0 ถึง 15 และกลับมาเริ่มนับ 0 อีกครั้งหลังจาก overflow ดังรูปที่ 2.20 ซึ่งแต่ละแพ็คเกตของแต่ละพีไอดีมีการนับอย่างต่อเนื่องของตัวมันเองที่แตกต่างกัน จึงทำให้สามารถรับรู้ปัญหาของ 3 เรื่องด้วยกัน ได้แก่ ลำดับของแพ็คเกตไม่ถูกต้อง, การหายของแพ็คเกต และการส่งแพ็คเกตซ้ำ ซึ่งปัญหาของลำดับของแพ็คเกตไม่ถูกต้องและการหายของแพ็คเกตนั้นจะเป็นปัญหาให้กับเครื่อง IRD ที่ไม่มีการเพิ่ม buffer ส่วนปัญหาการส่งแพ็คเกตซ้ำ จะทำให้เป็นปัญหาเบื้องลึกซึ่งผู้ให้บริการต้องทำการสังเกตการณ์

ซึ่งความผิดพลาดของการนับอย่างต่อเนื่อง หรือ CC error (Continuity Counter error) เกิดได้จาก ลำดับแพ็คเกตผิดพลาด, การได้รับแพ็คเกตซ้ำ หรือแพ็คเกตสูญหาย



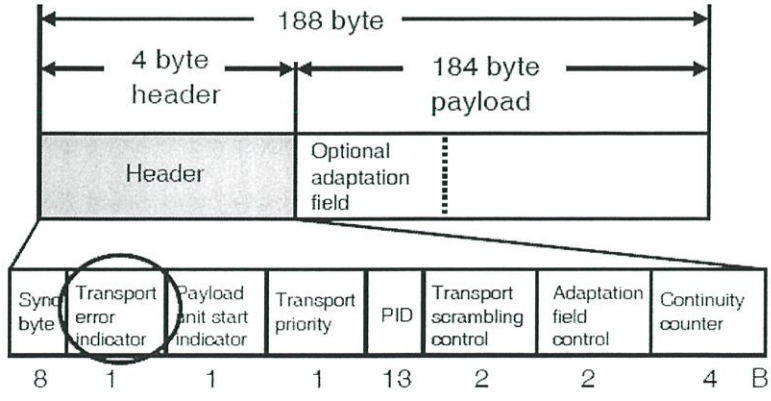
รูปที่ 2.20 ตำแหน่งของการนับอย่างต่อเนื่องในแพ็คเกตกระแสข้อมูลขนส่ง [13]

2.15.2 ลำดับความสำคัญที่ 2

ลำดับความสำคัญที่ 2 เป็นลำดับความสำคัญที่ไม่สามารถถอดรหัสภาพได้บางส่วน เมื่อเกิดเหตุการณ์ดังต่อไปนี้

2.15.2.1 การพิจารณาการขนส่งมีความผิดพลาด

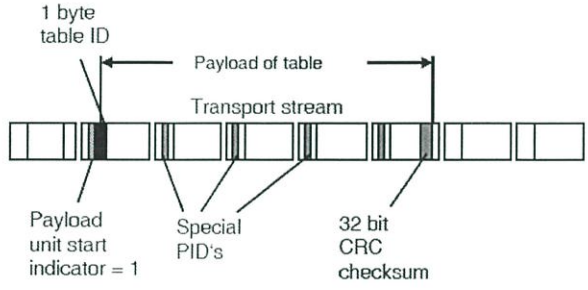
ในขั้นพื้นฐานของตัวบ่งชี้การขนส่งมีความผิดพลาด (Transport error indicator) เป็น Boolean มีหน้าที่ทำการนับความผิดพลาดของกระแสข้อมูลขนส่งที่เกิดขึ้น ดังรูปที่ 2.21 หากเกิดความผิดพลาดขึ้นตัวบ่งชี้การขนส่งมีความผิดพลาด จะถูกตั้งค่าเป็น 1



รูปที่ 2.21 ตำแหน่งของตัวบ่งชี้การขนส่งมีความผิดพลาดในแพ็คเกตกระแสข้อมูลขนส่ง [13]

2.15.2.2 การพิจารณาความผิดพลาดของซีอาร์ซี

ความผิดพลาดของซีอาร์ซี หรือ CRC error (Cyclic Redundancy Check Error) ดังรูปที่ 2.22 จะบอกตารางของ ซีเอที หรือ CAT (Conditional Access Table), พีเอที หรือ PAT (Program Association Table), พีเอ็มที หรือ PMT (Program Map Table), เอ็นไอที หรือ NIT (Network Information), อีไอที หรือ EIT (Event Information Table), บีเอที หรือ BAT (Bonquet Association Table), เอสดีที หรือ SDT (Service Descriptor Table) และ ทีโอที หรือ TOT (Time Offset Table) มีความผิดพลาด

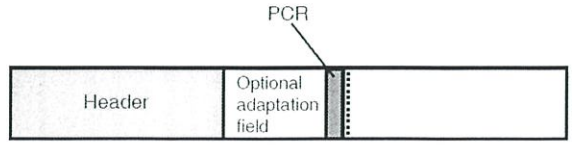


รูปที่ 2.22 การพิจารณาความผิดพลาดของซีอาร์ซี [13]

2.15.2.3 การพิจารณาความผิดพลาดของพีซีอาร์

พีซีอาร์ (PCR) นำไปใช้ในการสร้างสัญญาณ 27 MHz ของระบบนาฬิกาถ้าการรับ พีซีอาร์ไม่มีประสิทธิภาพที่ดีพอ จะทำให้ระบบนาฬิกาผิดพลาด เช่นการเกิดจิตเตอร์ (jitter) หรือ ดริฟท์ (drift) ซึ่งในระบบ DVB-T2 การส่งพีซีอาร์จะมีคาบอยู่ที่ 40 มิลลิวินาที ดังรูปที่ 2.23

การเกิดเหตุการณ์ความผิดพลาดของพีซีอาร์ หรือ PCR error (Program Clock Reference Error) ได้นั้น เกิดเมื่อคาบเวลาระหว่าง 2 พีซีอาร์มากกว่า 40 มิลลิวินาที หรือ ค่าความแตกต่างระหว่างพีซีอาร์ 2 ตัวที่อยู่ติดกันมีค่ามากกว่า 100 มิลลิวินาที



รูปที่ 2.23 ตำแหน่งของพีซีอาร์ในแพ็คเกตกระแสข้อมูลขนส่ง

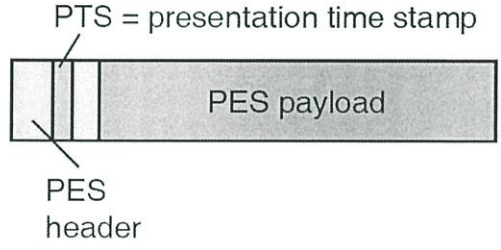
2.11.2.4 การพิจารณาความผิดพลาดของความแม่นยำของพีซีอาร์

เหตุการณ์ความผิดพลาดของความแม่นยำของพีซีอาร์ หรือ PCR Accuracy Error (Program Clock Reference Accuracy Error) เกิดขึ้นเมื่อความแตกต่างระหว่างค่าพีซีอาร์มีมากกว่า 500 นาโนวินาที ซึ่งเรียกว่า พีซีอาร์ จิตเตอร์

2.15.2.5 การพิจารณาความผิดพลาดของพีทีเอส

พีทีเอส (PTS) ดังรูปที่ 2.24 จะเกิดขึ้นอย่างน้อยทุก ๆ 700 มิลลิวินาที และ พารามิเตอร์นี้จะเข้าถึงได้ในกรณีที่กระแสข้อมูลขนส่งไม่มีการรบกวนเท่านั้น

เหตุการณ์ความผิดพลาดของพีทีเอส หรือ PTS error (Presentation Time Stamp Error) เกิดขึ้นเมื่อระหว่าง 2 พีทีเอสมากกว่า 700 มิลลิวินาที

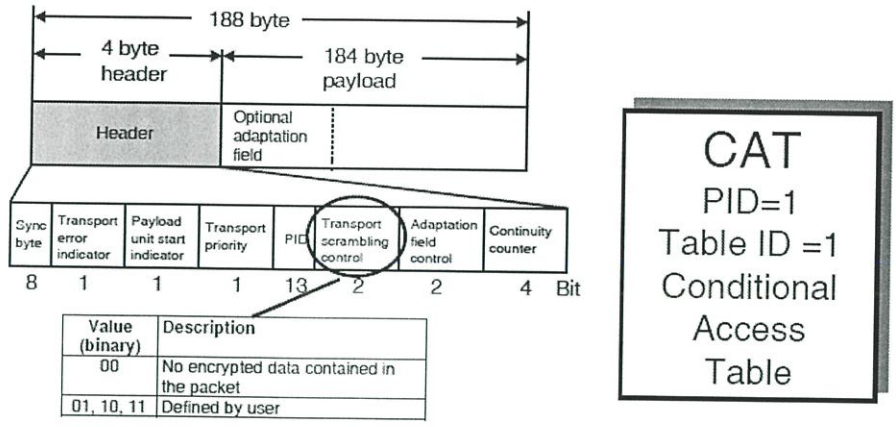


รูปที่ 2.24 ตำแหน่งของพีทีเอสในกระแสข้อมูลขนส่ง [13]

2.15.2.6 การพิจารณาความผิดพลาดของซีเอที

ใน Transport scrambling control บิต ถ้าบิต 00 หมายถึงส่วนหนึ่งของข้อมูลหลักไม่ถูกรบกวน แต่ถ้าบิตใดบิตหนึ่งไม่เป็น 0 หมายถึงส่วนหนึ่งของข้อมูลหลักถูกรบกวน ดังนั้นซีเอที (CAT) จึงมีหน้าที่ในการ descramble โดย จะมี พีไอดีมีค่าเท่ากับ 1 และ ตาราง ID มีค่าเท่ากับ 1 ดังรูปที่ 2.25 นอกจากนี้ ซีเอทียังมีหน้าที่เป็นตัวชี้ตำแหน่ง IRD ในการหา อีเอ็มเอ็ม หรือ EMM (Entitlement Management Message) ถ้าไม่มีซีเอทีเครื่องรับจะไม่สามารถรับ management message ได้

เหตุการณ์ความผิดพลาดของซีเอที หรือ CAT Error (Conditional Access Table Error) เกิดขึ้นเมื่อถูกรบกวนแต่ไม่พบซีเอทีหรือ พบซีเอทีซึ่งมีพีไอทีเท่ากับ 1 แต่ ตาราง ID ไม่เท่ากับ 1



รูปที่ 2.25 ตำแหน่งของซีเอทีในกระแสข้อมูลขนส่ง [13]

2.15.3 ลำดับความสำคัญที่ 3

ลำดับความสำคัญที่ 3 เป็นลำดับความสำคัญที่มีผิดพลาดในส่วนเสริม (Supplementary ของ SI) เมื่อเกิดเหตุการณ์ดังต่อไปนี้

2.15.3.1 การพิจารณาความผิดพลาดของการส่งซ้ำของเอสไอ

ความผิดพลาดของการส่งซ้ำของเอสไอ หรือ SI Repetition Error (Service Information Repetition Rate Error) คือ การส่งซ้ำของแพ็คเกตต่าง ๆ นั้นจะมีอัตราของคาบการส่งเป็นไปตามช่วง ดังตารางที่ 2.4

เหตุการณ์ความผิดพลาดของการส่งซ้ำของเอสไอ เกิดเมื่อคาบเวลาการส่งมากหรือน้อยกว่าดังตารางดังนี้

ตารางที่ 2.4 ช่วงของคาบเอสไอ [13]

Service information	Max. interval (complete table)	Min. intervall (single sections)
PAT	0.5 s	25 ms
CAT	0.5 s	25 ms
PMT	0.5 s	25 ms
NIT	10 s	25 ms
SDT	2 s	25 ms
BAT	10 s	25 ms
EIT	2 s	25 ms
RST	-	25 ms
TDT	30 s	25 ms
TOT	30 s	25 ms

2.15.3.2 การพิจารณาความผิดพลาดของเอ็นไอที

เอ็นไอที หรือ NIT (Network Information Table) ประกอบด้วยข้อมูลของความถี่, code rates, การมอดูเลต และอื่น ๆ ของรายการต่าง ๆ ซึ่งการเข้ารหัสสามารถนำไปใช้งานได้ และจะมีการตรวจสอบว่ามีเอ็นไอทีในกระแสข้อมูลขนส่งหรือไม่ รวมถึงเอ็นไอทีมีพีไอดีที่ถูกต้องหรือไม่

2.15.3.3 การพิจารณาความผิดพลาดของเอสดีที

เอสดีที หรือ SDT (Service Description Table) จะบอกรายละเอียดของแต่ละรายการให้แก่ผู้ชม ซึ่งแบ่งเป็นตารางย่อย ๆ ที่บรรจุด้วยรายละเอียดของกระแสข้อมูลขนส่งหลัก และกระแสข้อมูลขนส่งอื่น ๆ ถ้าไม่มีเอสดีทีแล้ว IRD จะไม่สามารถบอกมีรายการใดบ้างให้แก่ผู้ชม

2.15.3.4 การพิจารณาความผิดพลาดของอีไอที

อีไอที หรือ EIT (Even Information Table) จะเป็นตัวที่บอกว่าปัจจุบันคือรายการอะไร และรายการถัดไปเป็นรายการอะไร นอกจากนี้ยังสามารถคำนวณเวลาของรายการได้ อีไอทีจะแบ่งออกเป็นตารางย่อย ๆ ที่บรรจุข้อมูลของกระแสข้อมูลขนส่งหลักปัจจุบันและถัดไป โดยข้อมูลของอีไอที จะสามารถเข้าถึงได้เฉพาะกระแสข้อมูลขนส่งไม่ถูกรบกวน

2.15.3.5 การพิจารณาความผิดพลาดของอาร์เอสที

อาร์เอสที หรือ RST (Running Status Table) มีหน้าที่อัพเดตข้อมูลในอีไอที

2.15.3.6 การพิจารณาความผิดพลาดของทีดีที

ทีดีที หรือ TDT (Time and Date Table) จะส่งข้อมูลเวลาและวันที่ของ UTC ในปัจจุบัน นอกเหนือจากนี้ทีดีที และทีโอที สามารถส่งข้อมูลซึ่งให้ข้อมูลเวลาท้องถิ่น ที่จะ offset พื้นที่ที่กำหนด

2.15.3.7 การพิจารณาความผิดพลาดในการไม่สามารถระบุพีไอดี

พีไอดีทั้งหมดถูกบรรจุในกระแสข้อมูลขนส่งลำเลียงไปเอ็มเพ็กผ่านพีเอที และพีเอ็มที นอกจากนี้จะมีตารางข้อมูลเฉพาะรายการ อย่างไรก็ตามพีไอดีที่ถูกระบุด้วยกลไก จะถูกเรียกว่า การไม่สามารถระบุพีไอดี (Undefined PID)

2.16 สรุปทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องในการมอนิเตอร์ริ่ง

ดังนั้นระบบมอนิเตอร์จึงมีความจำเป็นที่ต้องรู้ถึงอุปกรณ์ที่ใช้ในการส่งสัญญาณโทรทัศน์ดิจิทัล, กระแสข้อมูลขนส่งและจำนวนการให้บริการของสถานีหลักและเสริมก่อน เพื่อให้สามารถออกแบบได้ว่าระบบโครงข่ายดิจิทัลโทรทัศน์ภาคพื้นดินยุคที่สองนั้น ควรที่จะมอนิเตอร์ในส่วนใดบ้าง และผลที่ได้จากการมอนิเตอร์เป็นอย่างไร เพื่อที่จะสามารถนำไปวิเคราะห์และพัฒนาต่อได้

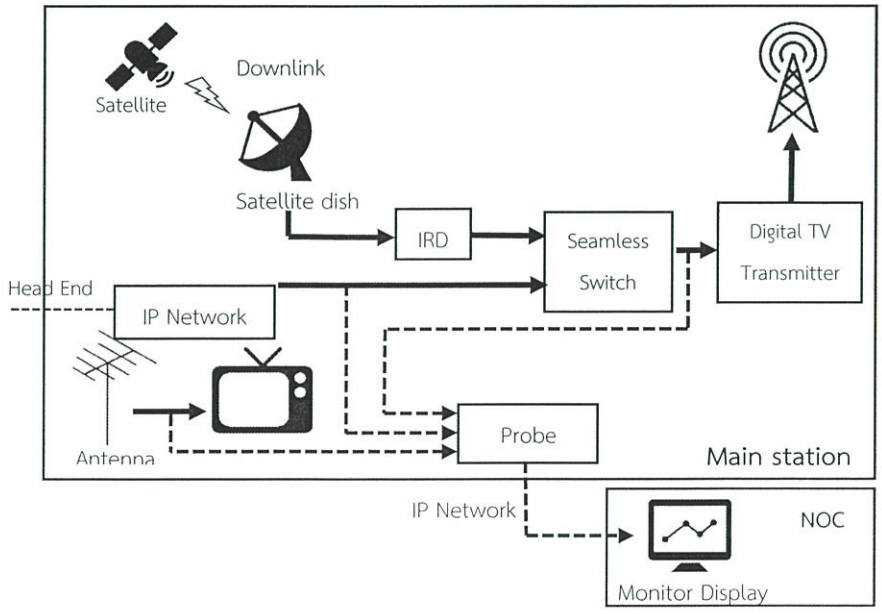
บทที่ 3
การออกแบบ และวิธีการบันทึกผล

เมื่อทราบถึงภาพรวมของระบบโครงข่ายดิจิทัลโทรทัศน์แล้ว ทำให้สามารถออกแบบระบบการมอนิเตอร์ วิธีการติดตั้ง อุปกรณ์ที่ใช้ และวิธีเก็บผลลัพธ์จากการมอนิเตอร์ เป็นไปตามดังนี้

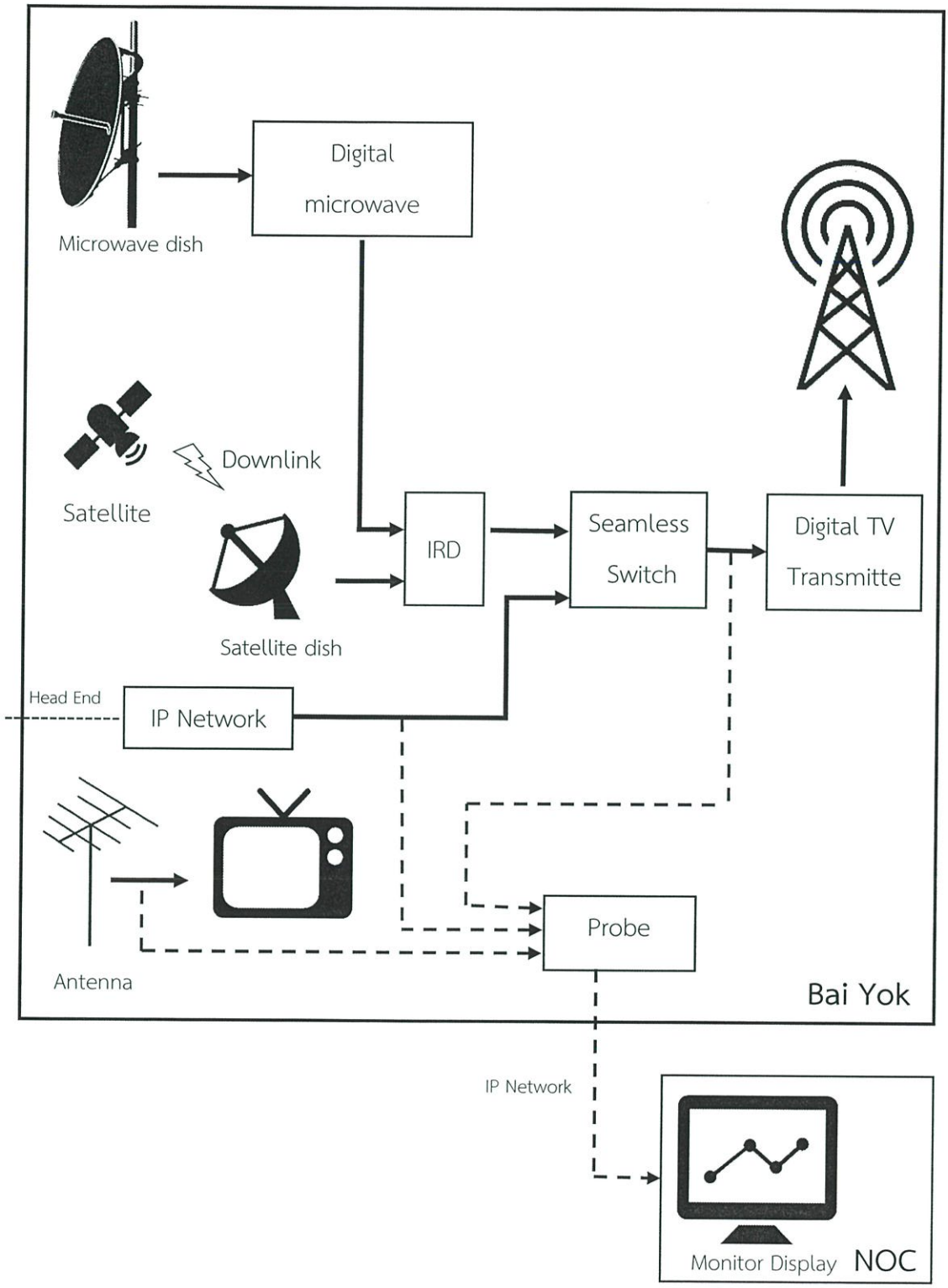
3.1 การออกแบบระบบการมอนิเตอร์

3.1.1 การตรวจสอบกระแสข้อมูลขนส่งและสัญญาณในระบบดิจิทัลโทรทัศน์

เมื่อต้องการตรวจสอบกระแสข้อมูลขนส่งว่าเข้ามายังระบบหรือไม่ จึงต้องให้อุปกรณ์ตรวจจับสัญญาณทำการตรวจจับ ซึ่งเป็นการตรวจสอบการส่งกระแสข้อมูลขนส่งของสถานีหลักทั่วไปนั้นจะมี 2 เส้นทางคือ ระบบดาวเทียม และระบบ IP Ethernet ดังรูปที่ 3.1 ยกเว้นสถานีหลักที่ใบหยกที่จะประกอบด้วย 3 เส้นทาง คือ ระบบไมโครเวฟ ระบบดาวเทียม และระบบ IP Ethernet ดังรูปที่ 3.2 ว่ามีการเข้าระบบหรือไม่ ซึ่งลักษณะนี้เป็นการตรวจสอบแบบคุณภาพของการให้บริการ ส่วนการตรวจสอบแบบคุณภาพจากมุมมองผู้ใช้บริการว่าผู้ชมสามารถรับภาพได้หรือไม่นั้น สามารถทำโดยการตรวจจับสัญญาณ RF จากสายอากาศ Off-air



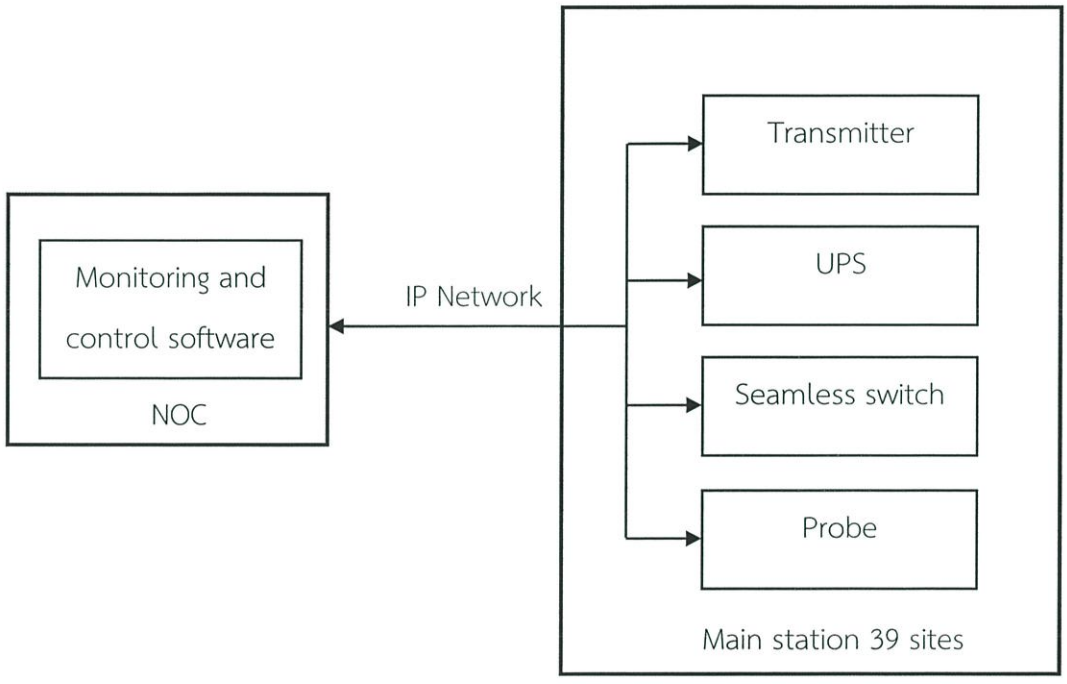
รูปที่ 3.1 ระบบการมอนิเตอร์ของสถานีโทรทัศน์ดิจิทัลสำหรับสถานีหลักทั่วไป



รูปที่ 3.2 ระบบการมอนิเตอร์ของสถานีโทรทัศน์ดิจิทัลสำหรับสถานีหลักใบหยก

3.1.2 การตรวจสอบสถานะของอุปกรณ์

เมื่อต้องการตรวจสอบสถานะของอุปกรณ์ สามารถทำได้โดยใช้โปรแกรมวิดีโอไอพาท (VideoIPath) ที่ใช้ในการมอนิเตอร์ และควบคุมอุปกรณ์ โดยให้ตรวจจับอุปกรณ์ที่ส่งผลต่อการออกอากาศ ได้แก่ เครื่องส่ง (Transmitter), UPS และ seamless switch รวมถึงอุปกรณ์ตรวจจับ โดยการเชื่อมต่ออุปกรณ์ต่าง ๆดังรูปที่ 3.3



รูปที่ 3.3 การเชื่อมต่ออุปกรณ์ระหว่างสถานีหลักและระบบมอนิเตอร์

3.2 การตั้งระบบการมอนิเตอร์ที่แต่ละสถานีส่ง

การติดตั้งระบบมอนิเตอร์อุปกรณ์และสัญญาณของสถานีส่ง ต้องทำการเชื่อมต่ออุปกรณ์แต่ละตัวเข้ากับโครงข่ายเพื่อให้สามารถเข้าถึงการแจ้งเตือนและควบคุมอุปกรณ์ได้จากระยะไกล ซึ่งสามารถทำได้ดังนี้

1. ทำการเช่าโครงข่ายจากผู้ให้บริการ Internet ซึ่งทางบริษัท อสมท จำกัด (มหาชน) ได้เช่าโครงข่ายของ TOT ในการใช้งาน จากนั้นทำการเชื่อมต่ออุปกรณ์ทุกตัวที่ต้องการมอนิเตอร์ในแต่ละสถานีส่งเข้ากับ โครงข่ายนั้น ๆ

2. ในโครงข่ายระบบโทรทัศน์ที่มีอุปกรณ์และสถานีจำนวนมากจึงต้องมีการใช้ซอร์ฟแวร์จากภายนอกมาช่วยในการจัดการข้อมูลจากอุปกรณ์แต่ละตัว ซอร์ฟแวร์จะทำหน้าที่รวบรวมการแจ้งเตือนจากอุปกรณ์แต่ละตัวมาไว้ในที่เดียวซึ่งจะทำให้การมอนิเตอร์อุปกรณ์จำนวนมากพร้อมกันเป็นไปได้ ซึ่งการตั้งค่าและการใช้งานนั้นจะขึ้นกับซอร์ฟแวร์ที่ใช้งาน โดยที่บริษัท อสมท จำกัด (มหาชน) นั้นจะใช้ซอร์ฟแวร์ที่ชื่อว่าวิดีโอไอพาทจากบริษัท Nevion ซึ่งจะทำการรวบรวมการแจ้งเตือนจากอุปกรณ์แต่ละตัว

3. นอกเหนือจากใช้ซอร์ฟแวร์เพื่อดูสถานะของอุปกรณ์แล้ว การดูในเรื่องของรายละเอียดการส่งของกระแสข้อมูลขนส่งต้องทำการดูผ่านอุปกรณ์ตรวจจับ จากการเข้าผ่านทางที่อยู่ของ IP ของอุปกรณ์นั้น ๆ ซึ่งบริษัท อสมท จำกัด (มหาชน) นั้นได้ใช้ อุปกรณ์ตรวจจับจากบริษัท Nevion รุ่น TNS4200 เป็นหลัก

3.3 การใช้งานวิดีโอไอพาท

วิดิโอไอพาท (VideoIPath) เป็นซอร์ฟแวร์ที่ใช้ในการแสดงการแจ้งเตือนของเหตุการณ์หรือแสดงรูปแบบของการนำเสนอ จากอุปกรณ์ต่าง ๆ ของสถานีหลัก

วิดิโอไอพาท จะประกอบด้วยการประยุกต์ใช้งานต่าง ๆ ดังรูปที่ 3.4 ซึ่งประกอบด้วย

1. การประยุกต์ใช้งานของประวัติผู้ใช้งาน (User Profile) ใช้กำหนดค่าผู้ใช้และโปรไฟล์ของผู้ใช้

2. การประยุกต์ใช้งานของคู่มือการใช้งานสำหรับผู้ใช้ (User Guide) ใช้สำหรับเป็นคู่มือการใช้งานของผู้ใช้

3. การประยุกต์ใช้งานของโทโพโลยี (Topology) ใช้กำหนดจุด และโครงข่ายโทโพโลยี (network topology)

4. การประยุกต์ใช้งานของระบบพรีเฟอร์เรนซ์ (Systems Preferences) ใช้สำหรับกำหนดการตั้งค่าของระบบ

5. การประยุกต์ใช้งานของระบบความปลอดภัย (Security) ใช้สำหรับการกำหนดค่าผู้ใช้กลุ่มผู้ใช้และสิทธิการเข้าถึง

6. การประยุกต์ใช้งานของประวัติ (Profile) ใช้ในการกำหนดค่าในการจัดการของการเชื่อมต่อ

7. การประยุกต์ใช้งานของพาแนล (Panel) ใช้ในการออกแบบ soft-button

8. การประยุกต์ใช้งานของเมทริกซ์ (Matrix) ใช้ในการออกแบบหน้าแสดงผลของเมทริกซ์

9. การประยุกต์ใช้งานของแผนที่ (Maps) ใช้ในการแสดงการเชื่อมต่ออุปกรณ์ในรูปแบบของแผนที่

10. การประยุกต์ใช้งานของรายการอุปกรณ์ (Inventory) ใช้ในการจัดการอุปกรณ์ เช่นการเพิ่มอุปกรณ์เข้าระบบ

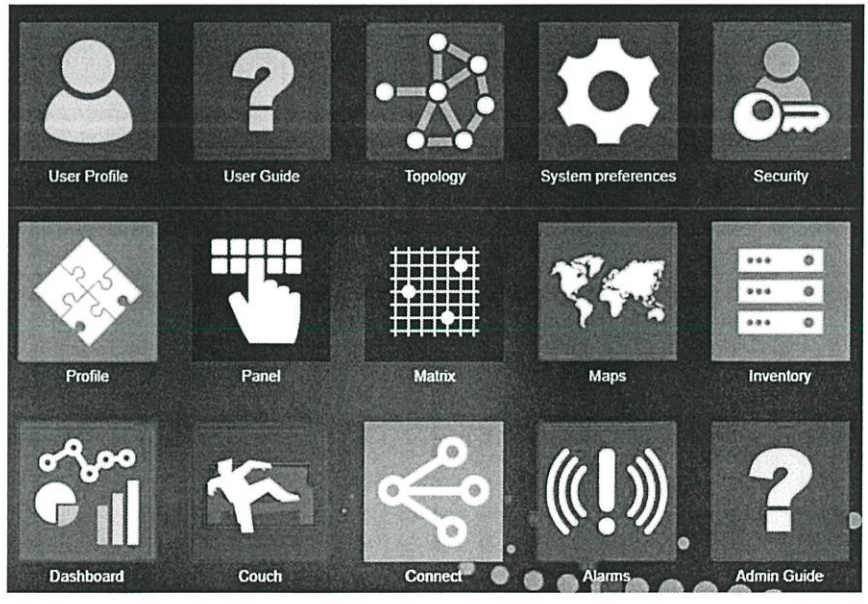
11. การประยุกต์ใช้งานของรูปแบบของการนำเสนอ (Dashboard) แสดงสถานะของอุปกรณ์

12. การประยุกต์ใช้งานของเคาช์ (Couch) ใช้ในการจัดส่งการแจ้งเตือนให้ผู้ใช้งาน

13. การประยุกต์ใช้งานของการเชื่อมต่อ (Connect) ใช้ในการออกแบบรายการของ แหล่งที่มา และจุดปลายทาง

14. การประยุกต์ใช้งานของการแจ้งเตือน (Alarm) ใช้ในการแสดงเหตุการณ์ที่เกิดขึ้นในระบบ

15. การประยุกต์ใช้งานของคู่มือการใช้งานสำหรับแอดมิน (Admin Guide) ใช้สำหรับเป็นคู่มือการใช้งานของแอดมิน



รูปที่ 3.4 การประยุกต์การใช้งานในวิดิโอไอพาท

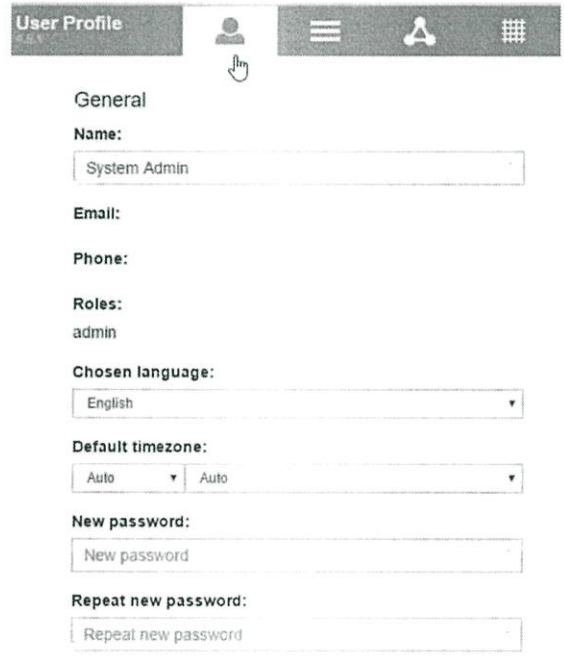
แต่ในระบบการมอนิเตอร์ของระบบ DVB-T2 นั้น ไม่ได้ใช้การประยุกต์ใช้งานของพาแนล, การประยุกต์ใช้งานของประวัติ, การประยุกต์ใช้งานของเมทริกซ์ และ การประยุกต์ใช้งานของการ

เชื่อมต่อ เนื่องจากเป็นส่วนสำหรับการสลับของสัญญาณของระบบส่วนโครงข่ายของ Nevion ไว้สลับเปลี่ยนสายไฟเบอร์หรืออินพุต ได้เช่น อินพุตลิ้งค์ของสายหลักและสายสำรอง, สายของไฟเบอร์ซึ่งไม่ได้ใช้สำหรับการมอนิเตอร์

3.3.1 การประยุกต์การใช้งาน สำหรับการจัดการและตั้งค่าในระบบ

3.3.1.1 การประยุกต์ใช้งานของประวัติผู้ใช้งาน

ใช้ในการสร้างประวัติของผู้ใช้ในการเข้าระบบโดยสร้างชื่อ และรหัสผ่านในการเข้าระบบวิดีโอไอพาท และกรอกรายละเอียดต่าง ๆ ดังรูปที่ 3.5

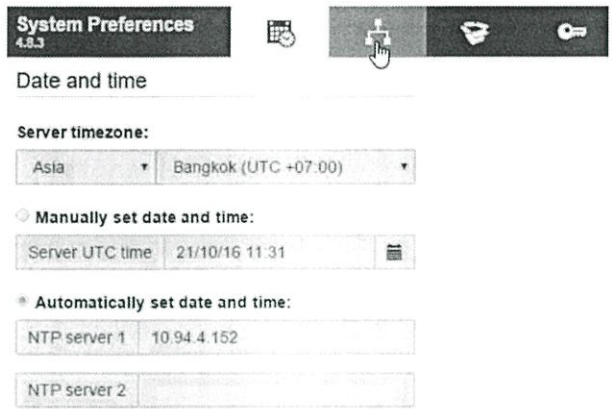


รูปที่ 3.5 ลักษณะหน้าต่างของประวัติผู้ใช้งาน

3.3.1.2 การประยุกต์ใช้งานของระบบพรีเฟอร์เรนซ์

เป็นส่วนของรายละเอียดของระบบ ได้แก่

- วันและเวลา เป็นการกำหนดเวลาของ sever timezone หรือวันที่ของระบบดังรูปที่ 3.6



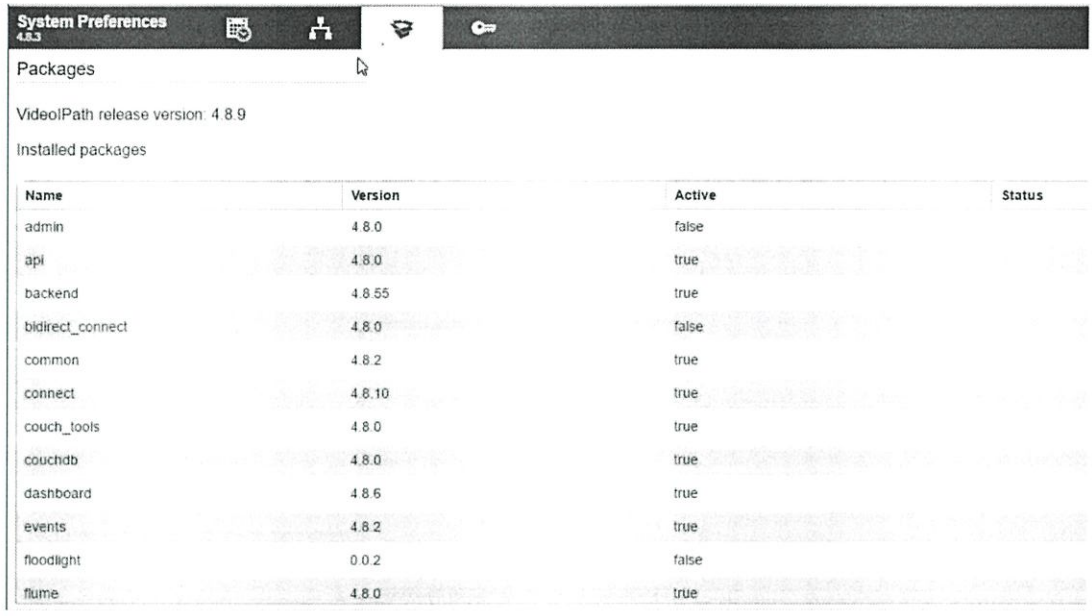
รูปที่ 3.6 หน้าต่างของระบบพรีเฟอร์เรนซ์ ในส่วนวันที่และเวลา

- โครงข่าย (Network)

ในปัจจุบัน มีเซิร์ฟเวอร์ของวิดีโอไอพาททั้งหมด 2 เครื่อง โดยจะใช้ IP Virtual ในการเข้ามาของระบบ คือ 10.94.4.111 ส่วน IP ของเครื่อง ดังรูปที่ 3.7 คือ 10.94.4.112 เป็น IP ของเครื่องหลัก และ 10.94.4.113 เป็น IP ของเครื่องสำรอง การดู IP นี้ทำให้สามารถทราบว่า ตอนนี้กำลังใช้งานเครื่องไหน

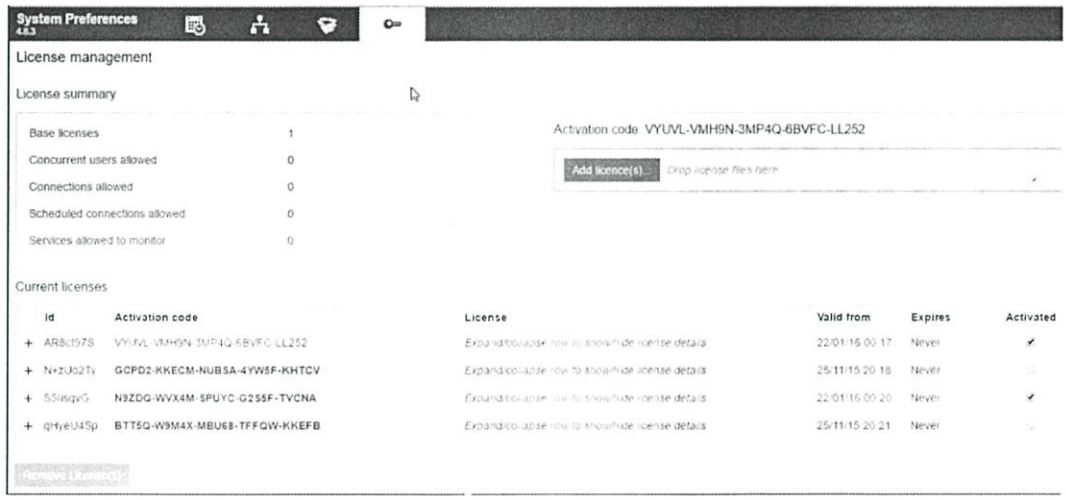
รูปที่ 3.7 ลักษณะของระบบพรีเฟอร์เรนซ์ในส่วนโครงข่าย

- แพ็คเกจ (Packages) จะบอกถึงเวอร์ชั่นล่าสุดของตัวซอร์ฟแวร์วิดีโอไอพาทว่าปัจจุบันมีเวอร์ชั่นของซอร์ฟแวร์ใดซึ่งในแต่ละการประยุกต์ใช้จะแตกต่างเรื่องซอร์ฟแวร์เช่นกัน ดังรูปที่ 3.8



รูปที่ 3.8 ลักษณะของระบบพรีเฟอร์เรนซ์ในส่วนแพ็คเกจ

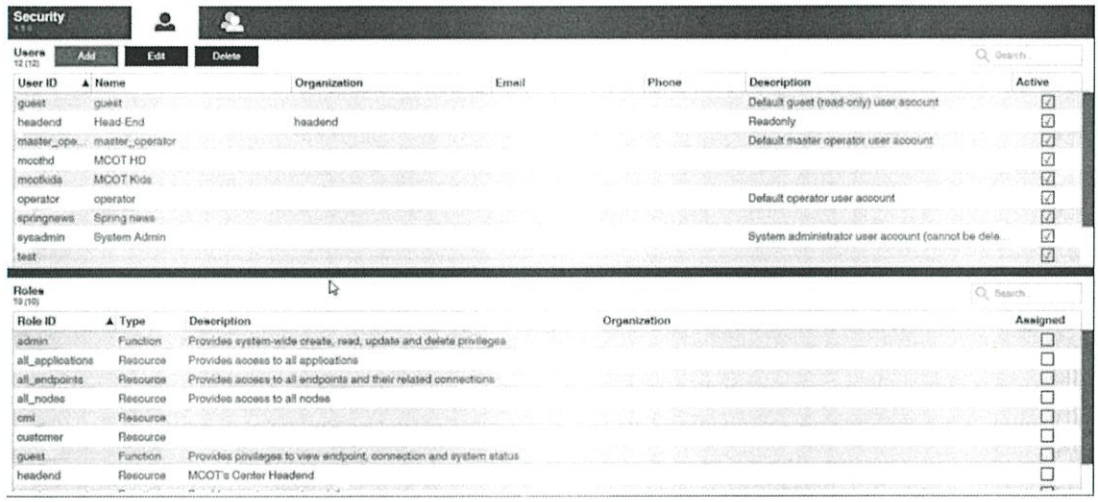
- การจัดการความที่ได้รับอนุญาต (License management) เป็นส่วนของการจัดการความที่ได้รับอนุญาต (license) ของตัวเครื่อง เช่น การเพิ่ม license การสั่งให้เปิดการใช้งาน (activated) ดังรูปที่ 3.9



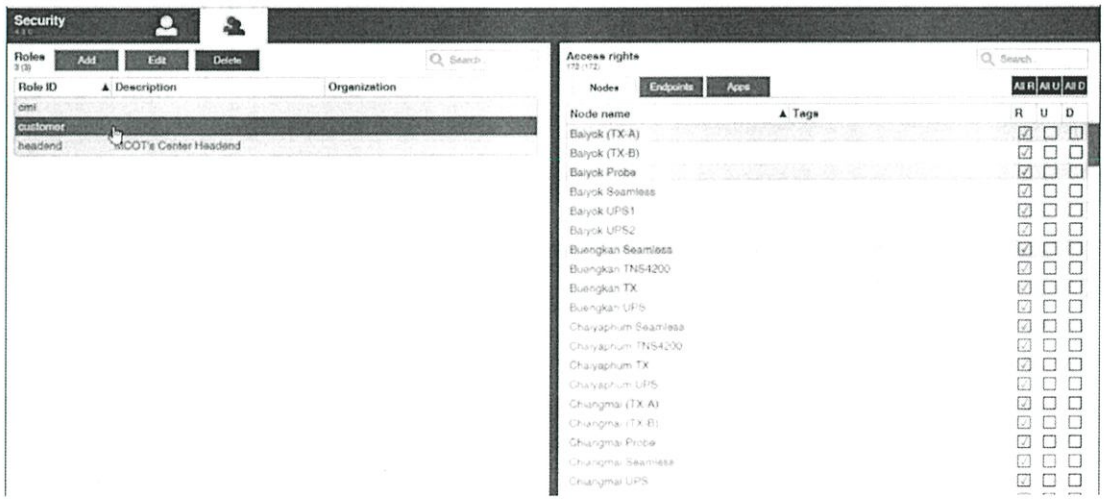
รูปที่ 3.9 ลักษณะของระบบพรีเฟอร์เรนซ์ ส่วนการจัดการความที่ได้รับอนุญาต

3.3.1.3 การประยุกต์ใช้งานของระบบความปลอดภัย

ใช้ในการกำหนดสิทธิของแต่ละผู้ใช้งาน โดยหน้าที่ 1 ดังรูปที่ 3.10 จะกำหนดว่าแต่ละผู้ใช้งานอยู่ในกลุ่มใด (Roles) ซึ่งแต่ละกลุ่มนั้นจะถูกจำกัดสิทธิ์ในการเข้าถึงในระบบมอนิเตอร์ของบริษัท อสมท จำกัด (มหาชน) ซึ่ง แอดมินของผู้ดูแลระบบสามารถกำหนดได้ ในหน้าที่ 2 ของ ระบบความปลอดภัย ดังรูปที่ 3.11



รูปที่ 3.10 ลักษณะการประยุกต์ใช้งานของระบบความปลอดภัย ในหน้าที่ 1



รูปที่ 3.11 ลักษณะการประยุกต์ใช้งานของระบบความปลอดภัย ในหน้าที่ 2

โดยการประยุกต์ใช้งานในส่วนนี้ประกอบด้วย

โหนด (Nodes) คือ การกำหนดความสามารถของผู้ใช้งาน ว่าจะสามารถเข้าถึงตัวอุปกรณ์ใดได้บ้าง เช่น อุปกรณ์ตรวจจับ, เครื่องสำรองไฟ และ seamless switch

จุดสิ้นสุด (Endpoints) คือ การกำหนดความสามารถของผู้ใช้งานในการเข้าถึงของแต่ละโมดูล

แอฟ (Apps) คือ การกำหนดความสามารถของผู้ใช้งาน ว่าจะสามารถเข้าถึงการประยุกต์ใช้งานใดได้บ้าง

R : Read access คือ สามารถเข้าไปดูการมอนิเตอร์ได้เพียงอย่างเดียว

U : Update access คือ สามารถทำการอัพเกรดของซอร์ฟแวร์ได้

D : Delete access คือ จะสามารถลบข้อมูลได้ เช่น ลบอุปกรณ์ที่แสดงอยู่ในแผนที่ได้

ตัวอย่างการกำหนดระบบความปลอดภัย

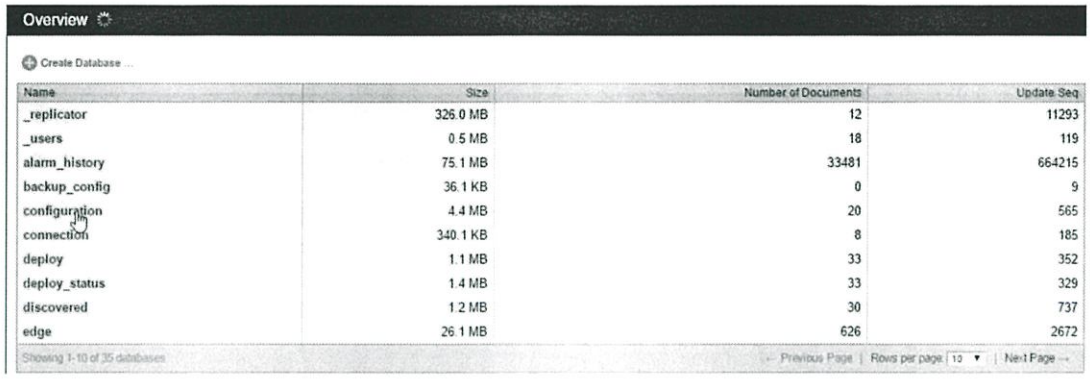
User ID : sysadmin

Role ID : admin

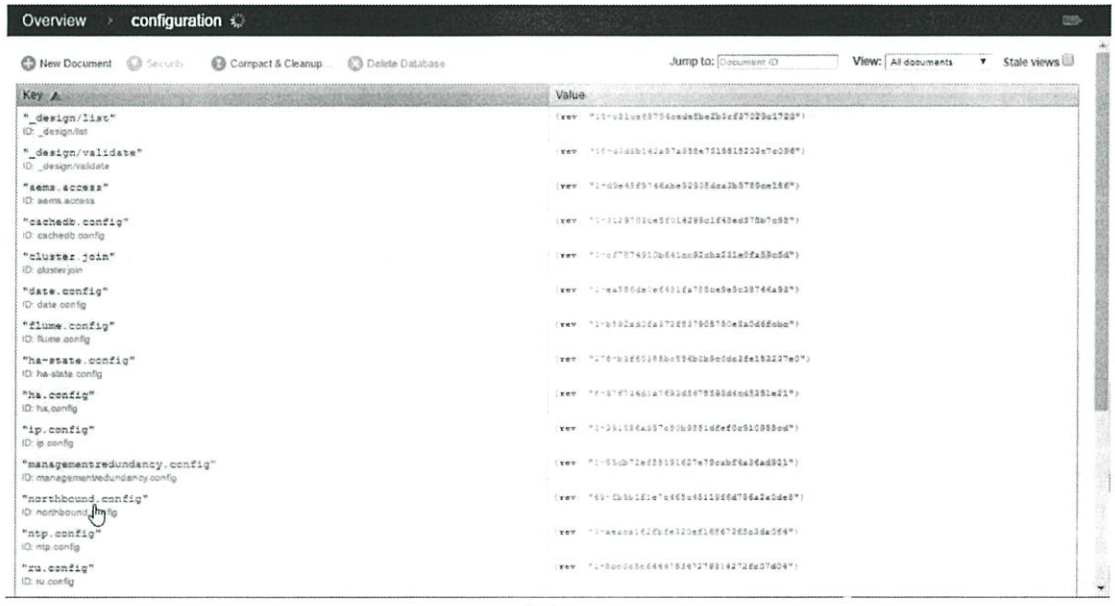
คือ สามารถทำการอ่าน, อัพเกรด และ ลบทุกอย่างในระบบได้

3.3.1.4 การประยุกต์ใช้งานของเคาซ์

เป็นส่วนของการกำหนดส่งอีเมลล์ โดยการเลือกที่ configuration > northbound.config ดังรูปที่ 3.12



(ก.)



(ข.)

รูปที่ 3.12 ขั้นตอนการเข้ากำหนดส่งอีเมลล์

โดยการกำหนดว่าจะทำการส่งอีเมลล์ถึงใคร และกำหนดสิทธิ์ของแต่ละอีเมลล์ว่าจะได้รับข้อมูลอะไรบ้าง ดังรูปที่ 3.13 โดย

- ฟิลเตอร์ (filter) เป็นการกำหนดว่าความรุนแรงระดับไหนถึงทำการส่งออกไป โดยระดับความรุนแรงเป็นไปตามตารางที่ 3.1

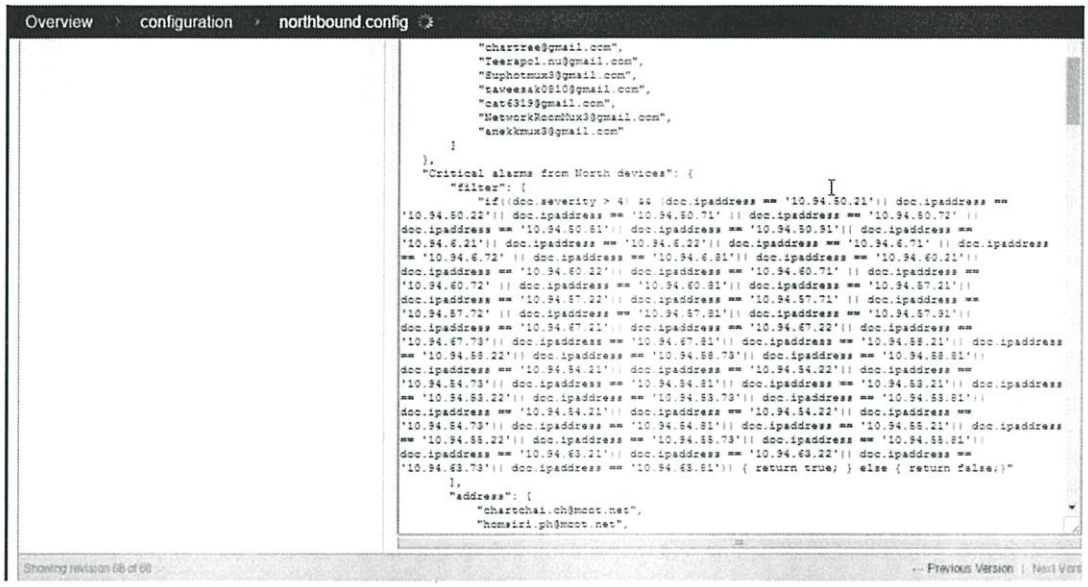
ตารางที่ 3.1 ค่าที่กำหนดของระดับความรุนแรง

ระดับความรุนแรง	ค่าที่กำหนด
Unknown	-1
Normal	0
Information	1
Warning	2
Minor	3
Major	4
Critical	5
Device Loss	6

- ที่อยู่ (address) เป็นการกำหนดอีเมลล์ที่จะทำการส่งไป โดย smsmcot@dnszoo.com เป็นอีเมลล์ของการบริการส่งข้อความสั้น หรือ sms (Short Message Service) ที่วิดีโอไอพาทจะทำการส่งหาที่อยู่ของอีเมลล์นี้ไปแล้วจะทำการแปลงส่งข้อความมาเป็นบริการส่งข้อความสั้นผ่านโทรศัพท์มือถือ

- คำสั่ง Critical alarms from จะเป็นการแบ่งของภูมิภาค ซึ่งแต่ละภูมิภาคจะมีการใส่ของ IP ของอุปกรณ์แต่ละภูมิภาค ดังรูปที่ 3.14

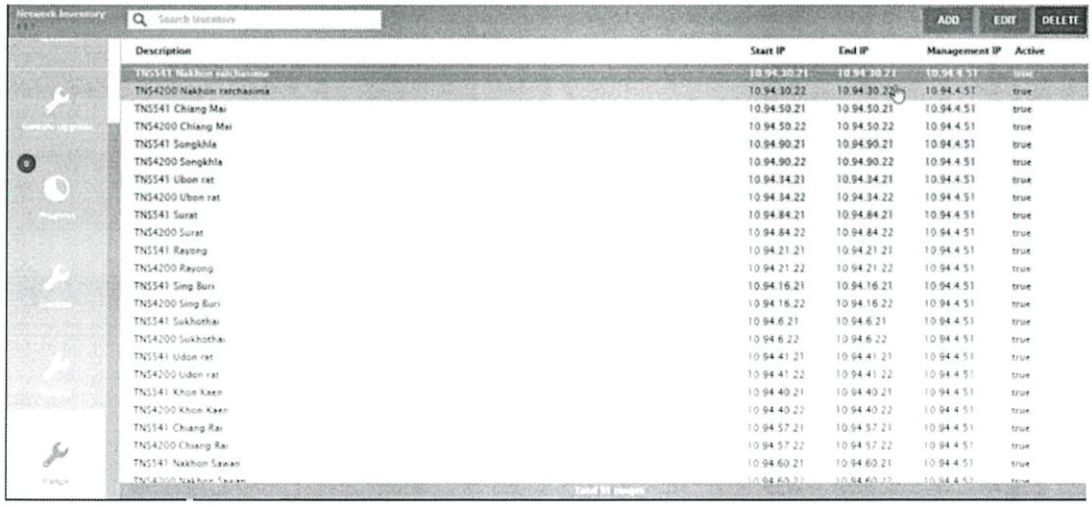
รูปที่ 3.13 การกำหนดส่งอีเมลล์



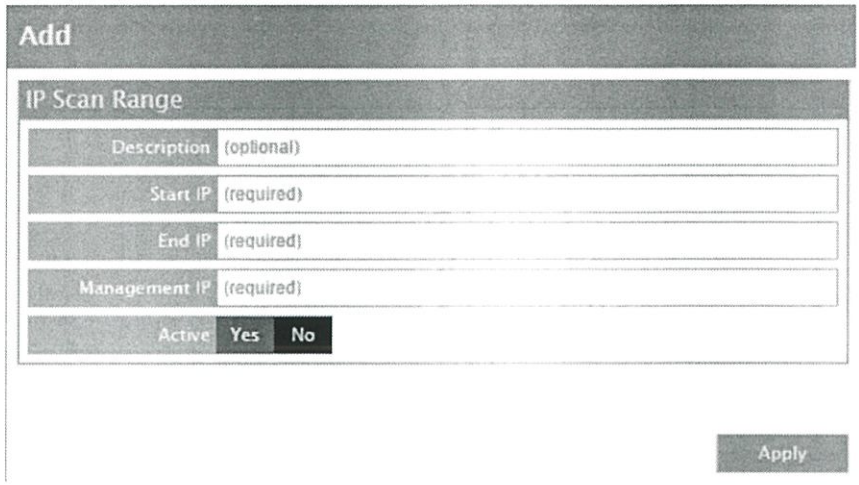
รูปที่ 3.14 การใส่หมายเลข IP ของอุปกรณ์แต่ละภูมิภาค

3.1.3.5 การประยุกต์ใช้งานของรายการอุปกรณ์

เป็นส่วนของการดึงอุปกรณ์เข้ามาในระบบ ดังรูปที่ 3.15 โดยการแสกนหารูปแบบของ IP ซึ่งการเพิ่มอุปกรณ์นั้นสามารถทำได้โดยคลิกที่ Range > ADD ดังรูปที่ 3.16



รูปที่ 3.15 ลักษณะของการประยุกต์ใช้งานของรายการอุปกรณ์



รูปที่ 3.16 หน้าต่างของการประยุกต์ใช้งานของรายการอุปกรณ์ ในส่วนการเพิ่มอุปกรณ์เข้ามาในวิดีโอไอพาท

โดย คำบรรยาย (Description) คือการใส่ชื่อหรือรายละเอียดของอุปกรณ์

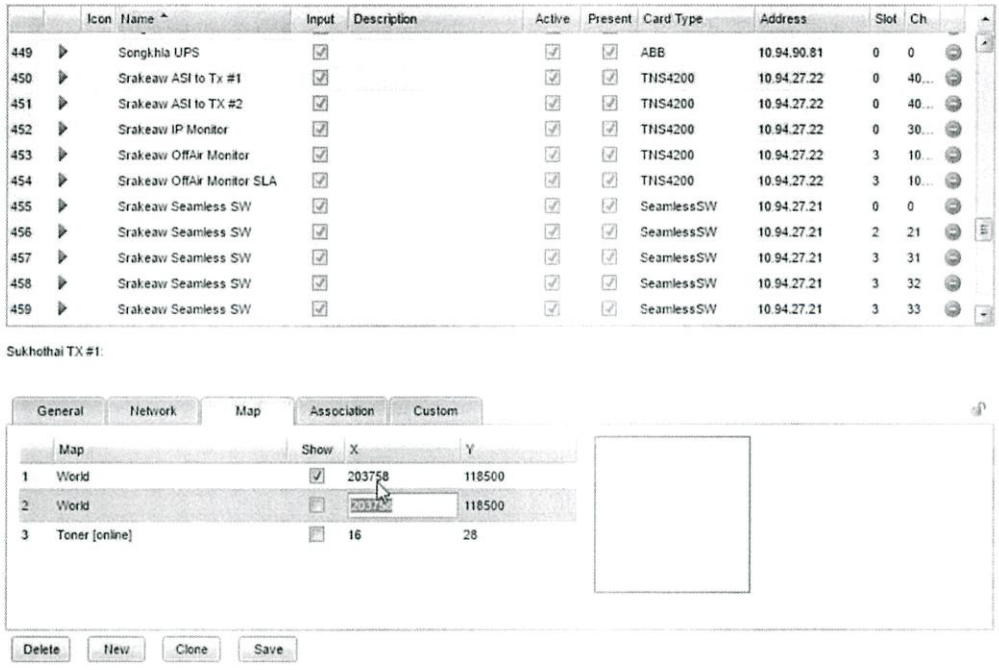
Start IP, End IP คือ ช่วงที่เราต้องการแสกนหมายเลข IP

Management IP คือ 10.94.4.51 (พอร์ต IP ของเซิร์ฟเวอร์วิดีโอไอพาท)

Active คือ จะเปิดการใช้งานหรือไม่

3.1.3.6 การประยุกต์ใช้งานของโทโพโลยี

ส่วนที่เพิ่งตำแหน่งของจุดสิ้นสุดลงบนแผนที่ ว่าจะให้อุปกรณ์แสดงอยู่ส่วนไหนของแผนที่ ดังรูปที่ 3.17

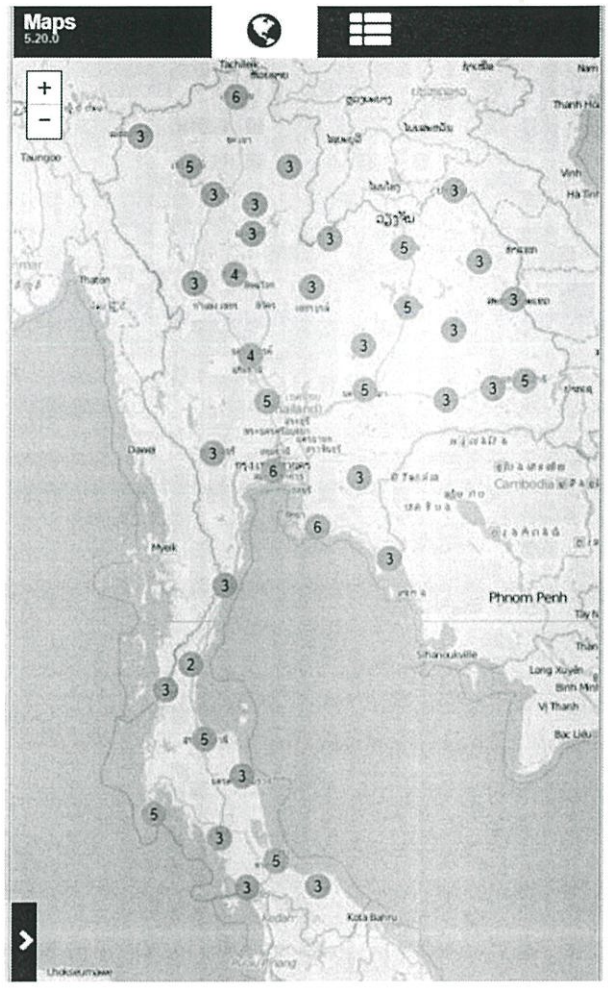


รูปที่ 3.17 หน้าต่างของการประยุกต์ใช้งานในส่วนของโทโพโลยี

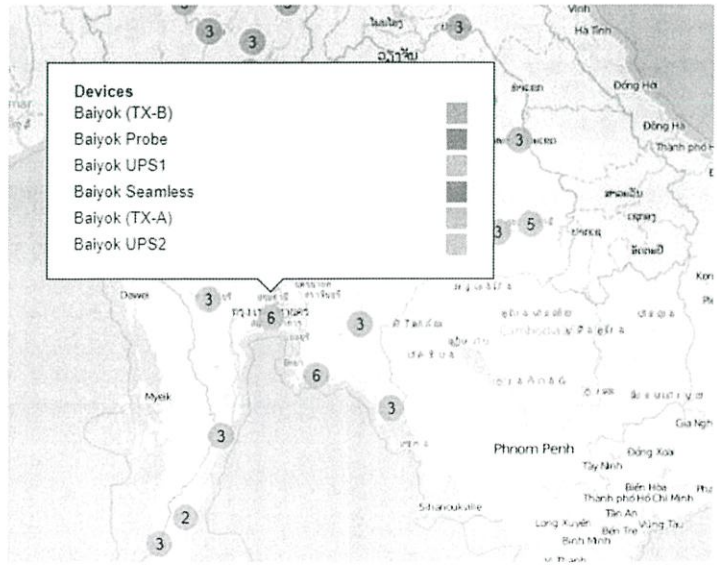
3.3.2 การประยุกต์ใช้งาน ที่ใช้ในแสดงผลของการมอนิเตอร์

3.3.2.1 การประยุกต์ใช้งานของแผนที่

เป็นส่วนที่แสดงมอนิเตอร์ตามที่เรากำหนดตำแหน่งของจุดสิ้นสุด โดยจะแสดงในรูปแบบของแผนที่ประเทศไทย และจุดของสถานีโทรทัศน์สถานีหลัก ดังรูปที่ 3.18 และสามารถแสดงรายชื่ออุปกรณ์ ดังรูปที่ 3.19



รูปที่ 3.18 หน้าต่างของการประยุกต์ใช้งานของแผนที่



รูปที่ 3.19 การประยุกต์ใช้งานของแผนที่ ในส่วนของการแสดงรายการอุปกรณ์

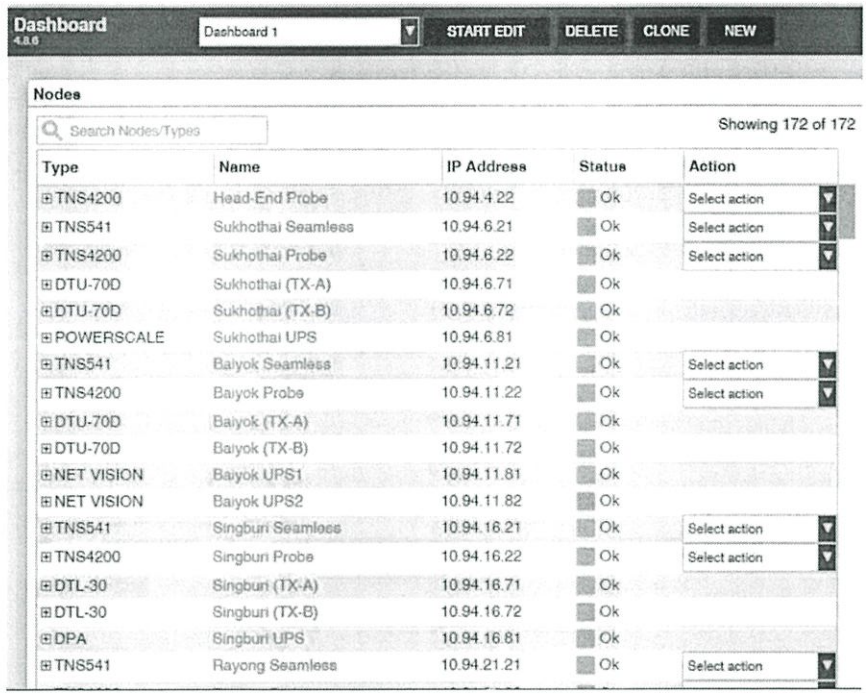
3.3.2.2 การประยุกต์ใช้งานของการแจ้งเตือน

เป็นส่วนที่แสดงสถานะเหตุการณ์ต่าง ๆ ตั้งแต่การเกิดการแจ้งเตือน และสถานะได้รับการแก้ไขแล้ว ดังรูปที่ 3.20

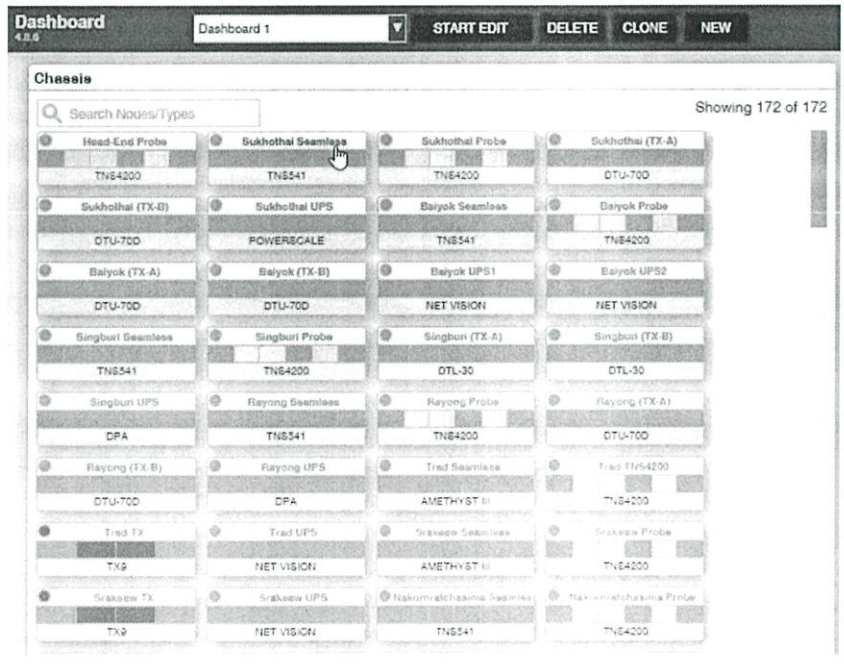
รูปที่ 3.20 หน้าต่างของการประยุกต์ใช้งานของการแจ้งเตือน

3.3.2.3 การประยุกต์ใช้งานของรูปแบบของการนำเสนอ

หน้าที่แสดงสถานะของอุปกรณ์ในรูปแบบของรายการ (list) ดังรูปที่ 3.21 หรือ รูปแบบของโมดูล ดังรูปที่ 3.22



รูปที่ 3.21 หน้าต่างของการประยุกต์ใช้งานของรูปแบบของการนำเสนอ แสดงในรูปแบบของรายการ



รูปที่ 3.22 หน้าต่างของการประยุกต์ใช้งานของรูปแบบของการนำเสนอ แสดงในรูปแบบของโมดูล

โดยคำสั่ง

1. Start Edit คือ การแก้ไขการแสดงผล หรือการจัดเรียงของรูปแบบของการนำเสนอ

2. Delete คือการลบรูปแบบของการนำเสนอ

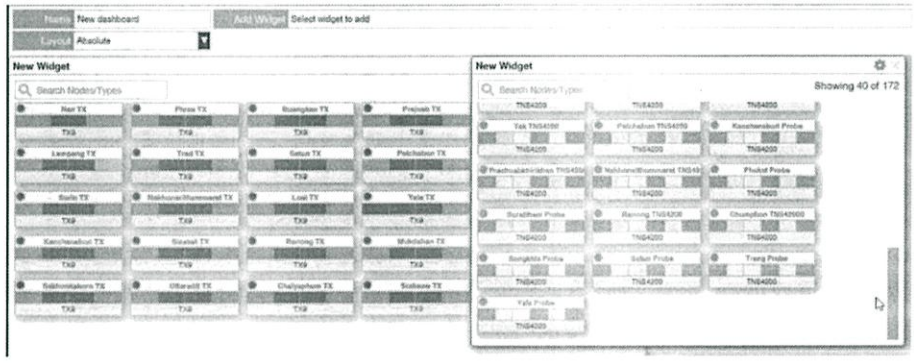
3. Clone คือ การคัดลอกรูปแบบของการนำเสนออีกชุดหนึ่ง

4. New คือ การสร้างรูปแบบของการนำเสนอใหม่โดย

4.1 ชื่อ (Name) คือชื่อของรูปแบบของการนำเสนอ

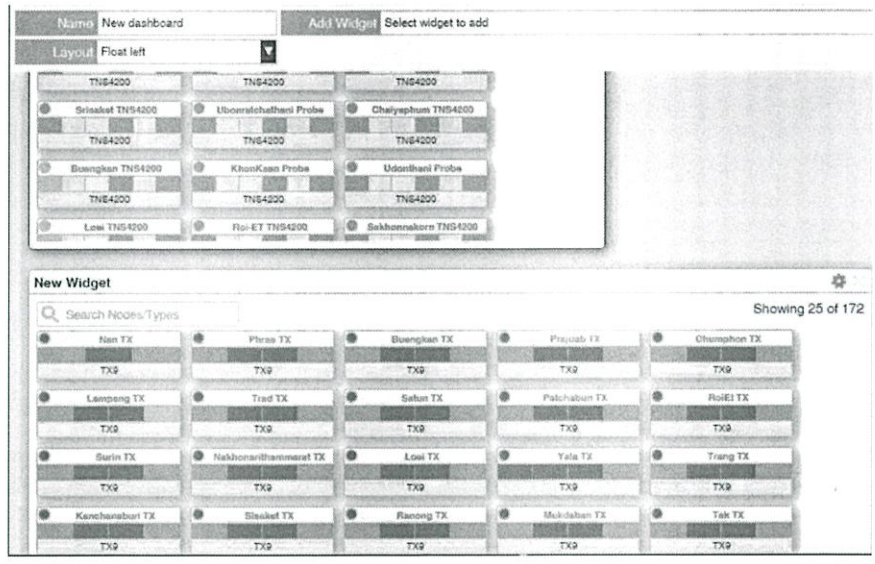
4.2 แบบการจัดหน้า (Layout) คือรูปแบบการจัดวางของหน้าแสดงผล

- แบบสมบูรณ์ (absolute) คือ เราสามารถกำหนดการจัดวางได้ตามที่เราต้องการ ดังรูปที่ 3.23



รูปที่ 3.23 หน้าต่างของการประยุกต์ใช้งานของรูปแบบของการนำเสนอ การจัดหน้าแบบสมบูรณ์

- แบบชิดซ้าย (float left) คือ การจัดวางให้อยู่ด้านซ้ายทั้งหมด ดังรูปที่ 3.24



รูปที่ 3.24 หน้าต่างของการประยุกต์ใช้งานของรูปแบบของการนำเสนอ การจัดหน้าแบบชิดซ้าย

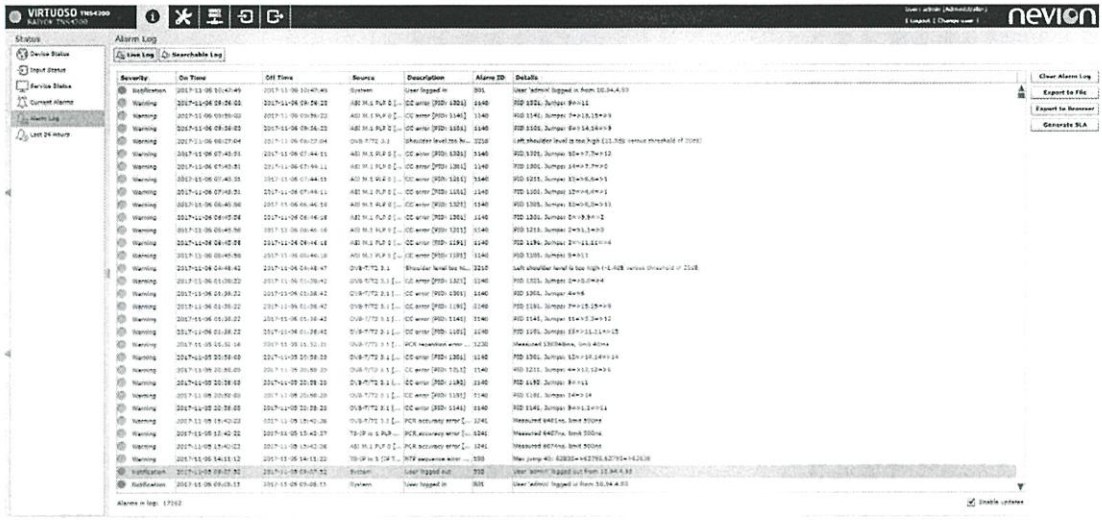
4.3. การเพิ่มอุปกรณ์ (Add Widget) คือจะให้หน้ารูปแบบของการนำเสนอแสดงอะไรบ้าง เช่น

- โหนด คือแสดงตัวอุปกรณ์

- เวลาของระบบ (System time) คือแสดงเวลาของระบบ

3.4 การใช้งานอุปกรณ์ตรวจจับ

ในการมอนิเตอร์นั้น จะสนใจเพียงบันทึกการแจ้งเตือน (Alarm Log) ที่แสดงปัญหาที่เกิดขึ้นของกระแสข้อมูลขนส่ง ซึ่งสามารถดูรายละเอียดแต่ละการแจ้งเตือนหมายถึงอะไร ช่วงเวลาที่เกิดปัญหาขึ้น นอกจากนี้ยังสามารถนำค่าบันทึก ดึงออกมาเป็นไฟล์ในรูปแบบ comma-separated value (.CSV) และสามารถสร้างแผนภูมิแสดงข้อตกลงระดับการให้บริการ ได้ ดังรูปที่ 3.25



รูปที่ 3.25 หน้าต่างของอุปกรณ์ตรวจจับ แสดงบันทึกการแจ้งเตือน

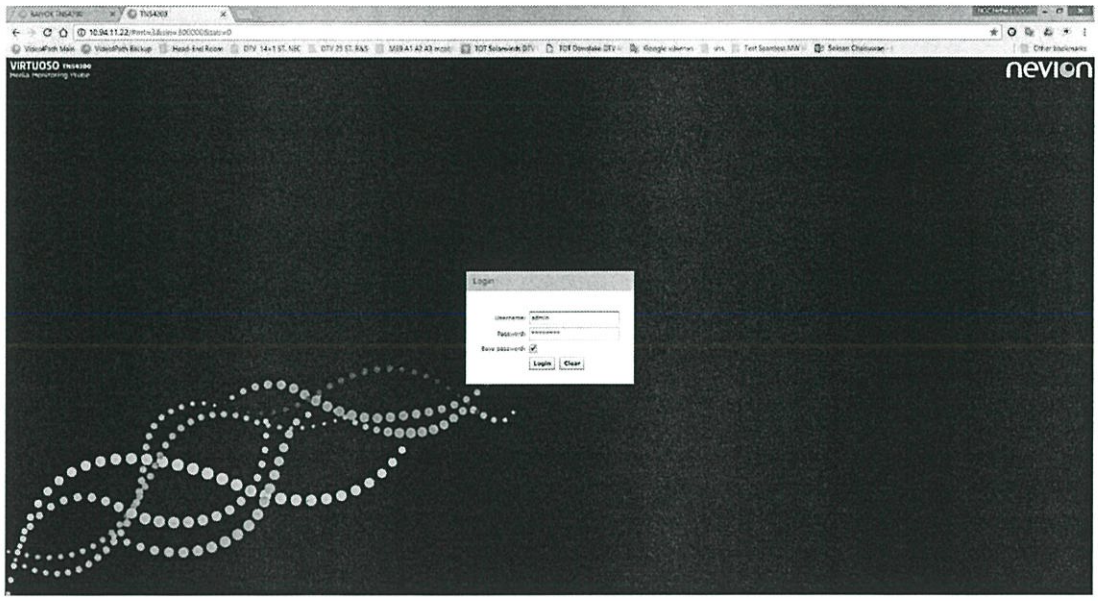
3.5 มาตรการป้องกัน/แก้ไขเมื่อได้รับการแจ้งเตือน

สำหรับระบบการมอนิตอร์ นอกจากจะมีการแจ้งเตือนเมื่อเกิดความผิดพลาดในระบบแล้วยังต้องมีมาตรการในการตอบสนองต่อปัญหาที่เกิดขึ้น โดยที่บริษัท อสมท จำกัด (มหาชน) ระบบการแจ้งเตือนจะแจ้งมาที่ศูนย์ปฏิบัติการโครงข่าย โดยจะมีวิศวกรที่คอยดูหน้าจอผลของการมอนิเตอร์อยู่ตลอด เมื่อเกิดการแจ้งเตือนขึ้นวิศวกรประจำห้องศูนย์ปฏิบัติการโครงข่ายจะทำการแจ้งการแจ้งเตือนที่เกิดว่าเกิดที่จุดไหนของระบบ และรายละเอียดของการแจ้งเตือน ไปยังวิศวกรเทคนิคที่ประจำอยู่ที่แต่ละสถานี ซึ่งวิศวกรจะทำการพิจารณาว่าปัญหาที่เกิดนั้นจำเป็นต้องเข้าไปแก้ไขหรือไม่ เช่นถ้าหากมีการแจ้งเตือนการสลับเปลี่ยนเครื่องส่ง ระหว่างเครื่องส่งหลักและเครื่องส่งสำรอง ที่ใช้ออกอากาศซึ่งอาจจะเกิดจากการที่มีอุปกรณ์ส่วนใดส่วนหนึ่งในเครื่องส่งเสียหาย จะต้องส่งวิศวกรเข้าตรวจสอบและทำการแก้ไข แต่ถ้าหากเกิดจาการที่กระแสข้อมูลขนส่ง เครื่องส่งจะสามารถตรวจสอบและแก้ไขเองที่จะทำสัญญาณกลับมาเป็นปกติในเวลาไม่นาน อาจจะไม่ต้องส่งวิศวกรเข้าไป โดยสามารถแสดงขั้นตอนการทำงานได้ตามรูปที่ 3.26

รูปที่ 3.26 บล็อกไดอะแกรมแสดงขั้นตอนการป้องกัน/แก้ไขเมื่อได้รับการแจ้งเตือน

3.6 วิธีการเก็บผลการทดลอง

1. เปิดเว็บเบราว์เซอร์เพื่อทำการเชื่อมต่ออุปกรณ์ตรวจจับรุ่น TNS4200 ของสถานีหลัก 10 สถานี เช่น สถานีใบหยก ใส่ค่าที่อยู่ของ IP คือ 10.94.11.22 จะปรากฏดังรูปที่ 3.26



รูปที่ 3.27 การเข้าถึงอุปกรณ์ตรวจจับ

2. ใส่ Username และ Password เพื่อเข้าอุปกรณ์ตรวจจับ

3. เมื่อเข้าระบบแล้ว ให้เลือกที่บันทึกการแจ้งเตือนของ Antenna off Air และ Antenna SLA แล้วทำการดึงข้อมูลออกมาเป็นไฟล์ .csv โดยการเลือกคำสั่ง Export to File

3.1 โดยกำหนดการตั้งค่าของการแจ้งเตือน ดังนี้

3.1.1 Antenna off Air

จะเป็นการตั้งค่าของการแจ้งเตือน โดยตัดเกณฑ์แบบละเอียด เพื่อดูทั้งความสามารถในการรับชม และความผิดพลาดในกระแสข้อมูลขนส่ง ดังตารางที่ 3.2

ตารางที่ 3.2 การแจ้งเตือนของ Antenna off Air

ระดับความรุนแรง	ปัญหา	รายละเอียดของปัญหา
Critical	No lock	ไม่สามารถรับกระแสข้อมูลขนส่งได้
	Signal power very low	(off-time 10s, Minpower -70 dBm)
	No sync	ไม่พบอินพุต ASI
Major	Sync unstable	ช่วงการหายของ sync bte มากกว่า 10 s
Warning	CC error	Continuity Counter ไม่ได้นับเพิ่มทีละ 1
	PCR accuracy error	PCR stamp มีค่ามากกว่า 500 ns
	PCR repetition error	ความแตกต่างระหว่าง PCR ก่อนหน้ามากกว่า 40 ms

ระดับความรุนแรง	ปัญหา	รายละเอียดของปัญหา
Warning	PID error	ไม่พบ PID ถูกอ้างอิงในตาราง PSI
	PMT missing	PMT ไม่ปรากฏอย่างน้อยทุก ๆ 5 ms
	CAT missing	พบ CAT ซึ่งมี PID = 1 แต่ Table ID ไม่เท่ากับ 1
	Sync byte error	ขนาดของ sync byte ไม่เท่ากับ Ox47
	EIT error	TS ถูกรบกวนจึงไม่สามารถเข้าถึง EIT ได้
	NIT error	ไม่พบรายละเอียดของรายการใน packet

3.1.2 Antenna SLA

จะเป็นการตั้งค่าของการแจ้งเตือน โดยตัดเกณฑ์แบบจำเป็นที่ใช้ในการออกอากาศจริง เพื่อดูความสามารถในการรับชมเพียงอย่างเดียว ดังตารางที่ 3.3

ตารางที่ 3.3 การแจ้งเตือนของ Antenna SLA

ระดับความรุนแรง	ปัญหา	รายละเอียดของปัญหา
Critical	No lock	ไม่สามารถรับกระแสข้อมูลขนส่งได้
	Signal power very low	(Minpower -70 dBm)
Warning	CC error	Continuity Counter ไม่ได้นับเพิ่มทีละ 1

4. นำข้อมูลที่ได้มาวิเคราะห์เหตุการณ์ที่เกิดขึ้นต่าง ๆ

3.7 สรุปการออกแบบ และวิธีการบันทึกผล

ดังนั้นการออกแบบ และวิธีการเก็บผลมอนิเตอร์ จะใช้วิดีโอไอพาทในการตรวจสอบสถานะของอุปกรณ์ในสถานีหลัก ส่วนการตรวจสอบในเรื่องของกระแสข้อมูลขนส่งและสัญญาณในระบบนั้นทำได้จากการมอนิเตอร์ผ่านอุปกรณ์ตรวจจับ เมื่อมีการแจ้งเตือนแล้วระบบจะส่งข้อมูลผ่านมายังศูนย์ปฏิบัติการโครงข่าย และวิศวกรประจำห้องจะทำการพิจารณาว่า การแจ้งเตือนเป็นของส่วนสถานะของอุปกรณ์ หรือ กระแสข้อมูลขนส่ง ถ้าเป็นปัญหาของอุปกรณ์ จะทำการแจ้งเตือนไปยังวิศวกรประจำสถานีส่ง แต่ถ้าเป็นกระแสข้อมูลขนส่งจะเป็นการจดบันทึก โดยผลการทดลอง จะเป็นการนำผลมาจากอุปกรณ์ตรวจจับ ซึ่งจะเน้นไปเรื่องของการให้บริการผู้ชมว่าสามารถรับชมได้หรือไม่

บทที่ 4
ผลการทดสอบระบบการมอนิเตอร์

ในการตรวจสอบโครงข่ายโทรทัศน์ระบบดิจิทัลภาคพื้นดินยุคที่สองนั้น ว่าผู้ใช้บริการสามารถรับชมได้หรือไม่ ซึ่งเป็นการตรวจสอบโดยเน้นการตรวจสอบแบบคุณภาพจากมุมมองผู้ใช้บริการ เป็นหลัก จึงต้องใช้การมอนิเตอร์จากสายอากาศ Off-Air เนื่องจากตรงกับสัญญาณของผู้รับชม โดยผลมอนิเตอร์นำมาจากการมอนิเตอร์ของ 10 สถานีหลัก ได้แก่ สถานีหลักตึกใบหยก สถานีหลักเชียงใหม่ สถานีหลักขอนแก่น สถานีหลักนครราชสีมา สถานีหลักระยอง สถานีหลักสิงห์บุรี สถานีหลักสงขลา สถานีหลักสุโขทัย สถานีหลัก สุราษฎร์ธานี และสถานีหลักอุบลราชธานี ในช่วง 1 สิงหาคม 2560 ถึง 31 ตุลาคม 2560 และเกณฑ์ในการแจ้งเตือน แบ่งเป็น 2 แบบ คือ ตัดเกณฑ์แบบละเอียด และ ตัดเกณฑ์แบบจำเป็นที่ใช้ในการออกอากาศจริง ซึ่งผลที่ได้เป็นไปตามดังนี้

4.1 ผลการมอนิเตอร์ใช้การปรับเกณฑ์ในการแจ้ง alarm โดยตัดเกณฑ์แบบละเอียด

ผลการมอนิเตอร์สัญญาณที่ออกอากาศจาก 10 สถานีหลักโดยใช้การปรับเกณฑ์ในการแจ้งเตือน โดยตัดเกณฑ์แบบละเอียด

ตารางที่ 4.1 ผลการมอนิเตอร์จากสถานีหลักตึกใบหยก โดยตัดเกณฑ์แบบละเอียด

สถานะ	ระยะเวลาโดยตัดเกณฑ์แบบละเอียด	คิดเป็นเปอร์เซ็นต์
OK	91 วัน 22 ชั่วโมง 23 นาที 3 วินาที	99.9268%
Warning	1 ชั่วโมง 36 นาที 15 วินาที	0.0727%
Major	42 วินาที	0.0005%
Critical	0 วินาที	0.0000%

ตารางที่ 4.2 ผลการมอนิเตอร์จากสถานีหลักเชียงใหม่ โดยตัดเกณฑ์แบบละเอียด

สถานะ	ระยะเวลาโดยตัดเกณฑ์แบบละเอียด	คิดเป็นเปอร์เซ็นต์
OK	91 วัน 22 ชั่วโมง 27 นาที 50 วินาที	99.9304%
Warning	1 ชั่วโมง 31 นาที 32 วินาที	0.0691%
Major	12 วินาที	0.0002%
Critical	26 วินาที	0.0003%

ตารางที่ 4.3 ผลการมอนิเตอร์จากสถานีหลักขอนแก่น โดยตัดเกณฑ์แบบละเอียด

สถานะ	ระยะเวลาโดยตัดเกณฑ์แบบละเอียด	คิดเป็นเปอร์เซ็นต์
OK	91 วัน 20 ชั่วโมง 17 นาที 42 วินาที	99.8322%
Warning	3 ชั่วโมง 41 นาที 3 วินาที	0.1669%
Major	0 วินาที	0.0000%
Critical	1 นาที 15 วินาที	0.0009%

ตารางที่ 4.4 ผลการมอนิเตอร์สถานีหลักนครราชสีมา โดยตัดเกณฑ์แบบละเอียด

สถานะ	ระยะเวลาโดยตัดเกณฑ์แบบละเอียด	คิดเป็นเปอร์เซ็นต์
OK	91 วัน 21 ชั่วโมง 57 นาที 47 วินาที	99.9078%
Warning	2 ชั่วโมง 29 วินาที	0.0909%
Major	50 วินาที	0.0006%
Critical	54 วินาที	0.0007%

ตารางที่ 4.5 ผลการมอนิเตอร์จากสถานีหลักระยอง โดยตัดเกณฑ์แบบละเอียด

สถานะ	ระยะเวลาโดยตัดเกณฑ์แบบละเอียด	คิดเป็นเปอร์เซ็นต์
OK	91 วัน 18 ชั่วโมง 19 นาที 35 วินาที	99.7430%
Warning	4 ชั่วโมง 51 นาที 29 วินาที	0.2200%
Major	0 วินาที	0.0000%
Critical	48 นาที 56 วินาที	0.0370%

ตารางที่ 4.6 ผลการมอนิเตอร์จากสถานีหลักสิงห์บุรี โดยตัดเกณฑ์แบบละเอียด

สถานะ	ระยะเวลาโดยตัดเกณฑ์แบบละเอียด	คิดเป็นเปอร์เซ็นต์
OK	91 วัน 22 ชั่วโมง 12 นาที 33 วินาที	99.9189%
Warning	1 ชั่วโมง 46 นาที 46 วินาที	0.0806%
Major	20 วินาที	0.0003%
Critical	21 วินาที	0.0003%

ตารางที่ 4.7 ผลการมอนิเตอร์จากสถานีหลักสงขลา โดยตัดเกณฑ์แบบละเอียด

สถานะ	ระยะเวลาโดยตัดเกณฑ์แบบละเอียด	คิดเป็นเปอร์เซ็นต์
OK	91 วัน 22 ชั่วโมง 14 นาที 15 วินาที	99.9202%
Warning	1 ชั่วโมง 45 นาที 23 วินาที	0.0795%
Major	0 วินาที	0.0000%
Critical	22 วินาที	0.0003%

ตารางที่ 4.8 ผลการมอนิเตอร์จากสถานีหลักสุโขทัย โดยตัดเกณฑ์แบบละเอียด

สถานะ	ระยะเวลาโดยตัดเกณฑ์แบบละเอียด	คิดเป็นเปอร์เซ็นต์
OK	91 วัน 21 ชั่วโมง 54 นาที 23 วินาที	99.9052%
Warning	2 ชั่วโมง 4 นาที 2 วินาที	0.0936%
Major	0 วินาที	0.0000%
Critical	1 นาที 35 วินาที	0.0010%

ตารางที่ 4.9 ผลการมอนิเตอร์จากสถานีหลักสุราษฎร์ธานี โดยตัดเกณฑ์แบบละเอียด

สถานะ	ระยะเวลาโดยตัดเกณฑ์แบบละเอียด	คิดเป็นเปอร์เซ็นต์
OK	91 วัน 20 ชั่วโมง 59 นาที 5 วินาที	99.8634%
Warning	2 ชั่วโมง 58 นาที 42 วินาที	0.1349%
Major	45 วินาที	0.0006%
Critical	1 นาที 28 วินาที	0.0011%

ตารางที่ 4.10 ผลการมอนิเตอร์จากสถานีหลักอุบลราชธานี โดยตัดเกณฑ์แบบละเอียด

สถานะ	ระยะเวลาโดยตัดเกณฑ์แบบละเอียด	คิดเป็นเปอร์เซ็นต์
OK	91วัน 22 ชั่วโมง 18 นาที 51 วินาที	99.9236%
Warning	1 ชั่วโมง 40 นาที 59 วินาที	0.0762%
Major	0 วินาที	0.0000%
Critical	10 วินาที	0.0001%

4.2 ผลการมอนิเตอร์ใช้การปรับเกณฑ์ในการแจ้ง alarm โดยตัดเกณฑ์แบบจำเป็น

ผลการมอนิเตอร์สัญญาณที่ออกอากาศจาก 10 สถานีหลักโดยใช้การปรับเกณฑ์ในการแจ้งเตือน โดยตัดเกณฑ์แบบจำเป็นที่ใช้ในการออกอากาศจริง

ตารางที่ 4.11 ผลการมอนิเตอร์จากตึกใบหยก โดยตัดเกณฑ์แบบจำเป็น

สถานะ	ระยะเวลาโดยตัดเกณฑ์แบบจำเป็น	คิดเป็นเปอร์เซ็นต์
OK	91 วัน 23 ชั่วโมง 49 นาที 46 วินาที	99.9923%
Warning	10 นาที 14 วินาที	0.0077%
Major	-	-
Critical	0 วินาที	0.00%

ตารางที่ 4.12 ผลการมอนิเตอร์จากสถานีหลักเชียงใหม่ โดยตัดเกณฑ์แบบจำเป็น

สถานะ	ระยะเวลาโดยตัดเกณฑ์แบบจำเป็น	คิดเป็นเปอร์เซ็นต์
OK	91 วัน 23 ชั่วโมง 48 นาที 11 วินาที	99.9911%
Warning	11 นาที 49 วินาที	0.0089%
Major	-	-
Critical	18 วินาที	0.0002%

ตารางที่ 4.13 ผลการมอนิเตอร์จากสถานีหลักขอนแก่น โดยตัดเกณฑ์แบบจำเป็น

สถานะ	ระยะเวลาโดยตัดเกณฑ์แบบจำเป็น	คิดเป็นเปอร์เซ็นต์
OK	91 วัน 23 ชั่วโมง 48 นาที 7 วินาที	99.9910%
Warning	11 นาที 53 วินาที	0.0090%
Major	-	-
Critical	0 วินาที	0.0000%

ตารางที่ 4.14 ผลการมอนิเตอร์จากสถานีหลักนครราชสีมา โดยตัดเกณฑ์แบบจำเป็น

สถานะ	ระยะเวลาโดยตัดเกณฑ์แบบจำเป็น	คิดเป็นเปอร์เซ็นต์
OK	91 วัน 23 ชั่วโมง 33 นาที 56 วินาที	99.9803%
Warning	26 นาที 4 วินาที	0.0197%
Major	-	-
Critical	0 วินาที	0.0000%

ตารางที่ 4.15 ผลการมอนิเตอร์จากสถานีหลักระยอง โดยตัดเกณฑ์แบบจำเป็น

สถานะ	ระยะเวลาโดยตัดเกณฑ์แบบจำเป็น	คิดเป็นเปอร์เซ็นต์
OK	91 วัน 23 ชั่วโมง 1 นาที 33 วินาที	99.9559%
Warning	11 นาที 4 วินาที	0.0084%
Major	-	-
Critical	47 นาที 23 วินาที	0.0358%

ตารางที่ 4.16 ผลการมอนิเตอร์จากสถานีหลักสิงห์บุรี โดยตัดเกณฑ์แบบจำเป็น

สถานะ	ระยะเวลาโดยตัดเกณฑ์แบบจำเป็น	คิดเป็นเปอร์เซ็นต์
OK	91 วัน 23 ชั่วโมง 48 นาที 11 วินาที	99.9911%
Warning	11 นาที 34 วินาที	0.0087%
Major	-	-
Critical	15 วินาที	0.0002%

ตารางที่ 4.17 ผลการมอนิเตอร์จากสถานีหลักสงขลา โดยตัดเกณฑ์แบบจำเป็น

สถานะ	ระยะเวลาโดยตัดเกณฑ์แบบจำเป็น	คิดเป็นเปอร์เซ็นต์
OK	91 วัน 23 ชั่วโมง 48 นาที 16 วินาที	99.9911%
Warning	11 นาที 44 วินาที	0.0089%
Major	-	-
Critical	0 วินาที	0.0000%

ตารางที่ 4.18 ผลการมอนิเตอร์จากสถานีหลักสุโขทัย โดยตัดเกณฑ์แบบจำเป็น

สถานะ	ระยะเวลาโดยตัดเกณฑ์แบบจำเป็น	คิดเป็นเปอร์เซ็นต์
OK	91 วัน 23 ชั่วโมง 48 นาที 56 วินาที	99.9916%
Warning	10 นาที 46 วินาที	0.0081%
Major	-	-
Critical	0 วินาที	0.0000%

ตารางที่ 4.19 ผลการมอนิเตอร์จากสถานีหลักสุราษฎร์ธานี โดยตัดเกณฑ์แบบจำเป็น

สถานะ	ระยะเวลาโดยตัดเกณฑ์แบบจำเป็น	คิดเป็นเปอร์เซ็นต์
OK	91 วัน 23 ชั่วโมง 46 นาที 17 วินาที	99.9896%
Warning	13 นาที 43 วินาที	0.0104%
Major	-	-
Critical	0 วินาที	0.0000%

ตารางที่ 4.20 ผลการมอนิเตอร์จากสถานีหลักอุบลราชธานี โดยตัดเกณฑ์แบบจำเป็น

สถานะ	ระยะเวลาโดยตัดเกณฑ์แบบจำเป็น	คิดเป็นเปอร์เซ็นต์
OK	91 วัน 23 ชั่วโมง 48 นาที 12 วินาที	99.9911%
Warning	11 นาที 48 วินาที	0.0089%
Major	-	-
Critical	0 วินาที	0.0000%

4.3 สรุปการทดสอบระบบการมอนิเตอร์

เป็นการเก็บผลตัวอย่างจากการมอนิเตอร์ของ 10 สถานีหลักได้แก่ สถานีหลักตึกใบหยก สถานีหลักเชียงใหม่ สถานีหลักขอนแก่น สถานีหลักนครราชสีมา สถานีหลักระยอง สถานีหลักสิงห์บุรี สถานีหลักสงขลา สถานีหลักสุโขทัย สถานีหลักสุราษฎร์ธานี และสถานีหลักอุบลราชธานี ช่วง 1 สิงหาคม 2560 ถึง 31 ตุลาคม 2560 ซึ่งจากการเปรียบเทียบระหว่างเกณฑ์ในการแจ้งเตือน ตัดเกณฑ์แบบละเอียด และ ตัดเกณฑ์แบบจำเป็นที่ใช้ในการออกอากาศจริง โดยใช้วิธีการวิเคราะห์ความสามารถในการออกอากาศที่ผู้ชมรับได้ ซึ่งแบ่งสถานะออกเป็น 4 สถานะ คือ

1. Ok คือ การกระจายภาพและเสียงของโครงข่ายดิจิทัลโทรทัศน์ได้ปกติ

2. Warning คือ การกระจายภาพและเสียงของโครงข่ายดิจิทัลโทรทัศน์ ระบบมีความไม่เสถียร จึงทำให้เกิดภาพกระตุก

3. Major คือ การกระจายภาพและเสียงของโครงข่ายดิจิทัลโทรทัศน์ ออกอากาศไม่ได้บางช่อง เช่น สัญญาณภาพและเสียงของบางช่องขาดหาย หรือ เกิดการดับของภาพชั่วขณะ

4. Critical คือ การกระจายภาพและเสียงของโครงข่ายดิจิทัลโทรทัศน์กระแสข้อมูลของสัญญาณหายไป จึงทำให้ไม่สามารถออกอากาศได้

บทที่ 5
สรุปผลและข้อเสนอแนะ

5.1 กล่าวนำ

ในการทำวิจัยครั้งนี้ ได้ทำการศึกษาระบบการมอนิเตอร์โครงข่ายการออกอากาศโทรทัศน์ระบบดิจิตอลภาคพื้นดินยุคที่สอง สำหรับบริษัท อสมท จำกัด (มหาชน) ซึ่งเป็นหนึ่งในผู้ให้บริการโครงข่ายที่หน้าที่ในการสร้างโครงข่ายที่ใช้ในการออกอากาศสัญญาณโทรทัศน์ รวมไปถึงการดูแลรักษาและตรวจสอบการทำงานของโครงข่าย จึงต้องมีการมอนิเตอร์เพื่อให้สามารถควบคุมคุณภาพของโครงข่ายและตรวจสอบเมื่อเกิดเหตุผิดปกติในโครงข่าย

ผู้วิจัยได้ทำการศึกษาข้อมูลเกี่ยวกับระบบโทรทัศน์ภาคพื้นดินในระบบดิจิตอล โดยเฉพาะที่เกี่ยวข้องกับระบบมอนิเตอร์ เช่น โครงสร้างของโครงข่ายในการออกอากาศโทรทัศน์ การใช้งานอุปกรณ์ทั้งในการออกอากาศและการมอนิเตอร์โครงข่าย และแนวทางในการออกแบบและติดตั้งระบบการมอนิเตอร์ รวมถึงได้ทำการศึกษาถึงปัญหาที่เกิดในโครงข่าย

5.2 สรุปผลที่ได้จากการมอนิเตอร์

สิ่งที่เราสนใจในการมอนิเตอร์มากที่สุดนั้น เป็นเรื่องของโครงข่ายที่เราทำการออกอากาศนั้นมีคุณภาพที่ทำให้ผู้ใช้บริการสามารถรับชมภาพ และเสียงเพื่อรับชมได้หรือไม่ จึงต้องอาศัยการมอนิเตอร์จากสายอากาศ off-air เนื่องจากเป็นการรับสัญญาณแบบเดียวกับผู้ชม

โดยการออกแบบการแจ้งเตือนของมอนิเตอร์นั้น ได้ออกแบบเป็น 2 รูปแบบ คือ

1. การมอนิเตอร์สัญญาณที่ออกอากาศ โดยตัดเกณฑ์แบบละเอียด ซึ่งเหมาะสมสำหรับผู้ให้บริการโครงข่าย สามารถนำข้อมูลนี้ไปใช้ในการปรับปรุงให้โครงข่ายมีประสิทธิภาพที่ดียิ่งขึ้น
2. การมอนิเตอร์สัญญาณที่ออกอากาศ โดยตัดเกณฑ์แบบจำเป็นที่ใช้ในการออกอากาศจริง ซึ่งเหมาะสมสำหรับผู้บริหารระดับสูง และลูกค้าหรือผู้ชม ที่จะทราบว่าบริษัทสามารถให้บริการโครงข่ายได้มากน้อยเพียงใด

จากการเก็บผลพบว่า การตัดเกณฑ์แบบจำเป็นที่ใช้ในการออกอากาศจริง จะมีชั่วโมงของสถานะ OK มากกว่าแบบตัดเกณฑ์แบบละเอียด เพราะการตัดเกณฑ์แบบจำเป็นที่ใช้ในการ

ออกอากาศจริงนั้นจะตัดเกณฑ์ตามความสามารถของผู้ชมที่สามารถรับชมได้จริง เพราะบางกรณีที่เครื่องไม่สามารถรับภาพได้ในเสี้ยววินาทีนั้น ตาของคนเรามองถึงความผิดพลาดนั้นไม่ทัน จึงรับชมภาพได้ปกติโดยไม่มีความรู้สึกถึงความผิดพลาดนั้น ส่วนการตัดเกณฑ์แบบละเอียดนั้น จะสนใจในเรื่องของความผิดพลาดในกระแสข้อมูลขนส่ง และสถานีที่สามารถออกอากาศได้ดีที่สุดคือ สถานีหลักใบหยก เนื่องจากการรับกระแสข้อมูลขนส่ง มีการรับ 3 เส้นทาง ทำให้มีการเลือกอินพุตที่ดีที่สุด ส่วนสถานีหลักที่สามารถออกอากาศได้ไม่ดีที่สุดคือ สถานีหลักระยอง เนื่องจากเกิดปัญหาเครื่องส่งเสียหายไปชั่วขณะ

โดยปัญหาผลจากการมอนิเตอร์ที่เกิดขึ้นบ่อย หรือที่สำคัญ มีดังนี้

- No lock การไม่พบกระแสข้อมูลขนส่ง แสดงว่าอาจมีปัญหากระบวนการส่งสัญญาณ จึงจัดระดับอยู่ใน critical

- Signal power very low ระดับพลังงานต่ำ ซึ่งอาจเกิดจากการไม่ทำงานของเครื่อง power amplifier ในเครื่องส่ง ทำให้ไม่สามารถรับชมได้ จึงจัดอยู่ในระดับ critical

- CC error พบเมื่อแพ็คเกตสูญหายหรือมาถึงผิดลำดับ โดยที่ปัญหานี้จะไม่ส่งผลต่อการรับชมหากเครื่องรับนั้นมี Buffer มากเพียงพอ จึงจัดระดับอยู่ใน warning

- EIT Error เป็นสิ่งที่ส่งผลต่อรายละเอียดของข้อมูลตารางเวลาของแต่ละรายการบนแต่ละช่องที่ผู้ชมอาจจะต้องการรู้ แต่ไม่ได้ส่งผลต่อการออกอากาศโดยตรง จึงจัดระดับอยู่ใน warning

ส่วนปัญหาที่พบระหว่างการศึกษาและพัฒนา

1. ระหว่างการดำเนินงาน เช่นการเก็บผลมอนิเตอร์ การเก็บรูปภาพต่าง ๆ ของอุปกรณ์มอนิเตอร์ต้องรบกวนการทำงานของพี่ ๆ ในห้องศูนย์ปฏิบัติการโครงข่าย

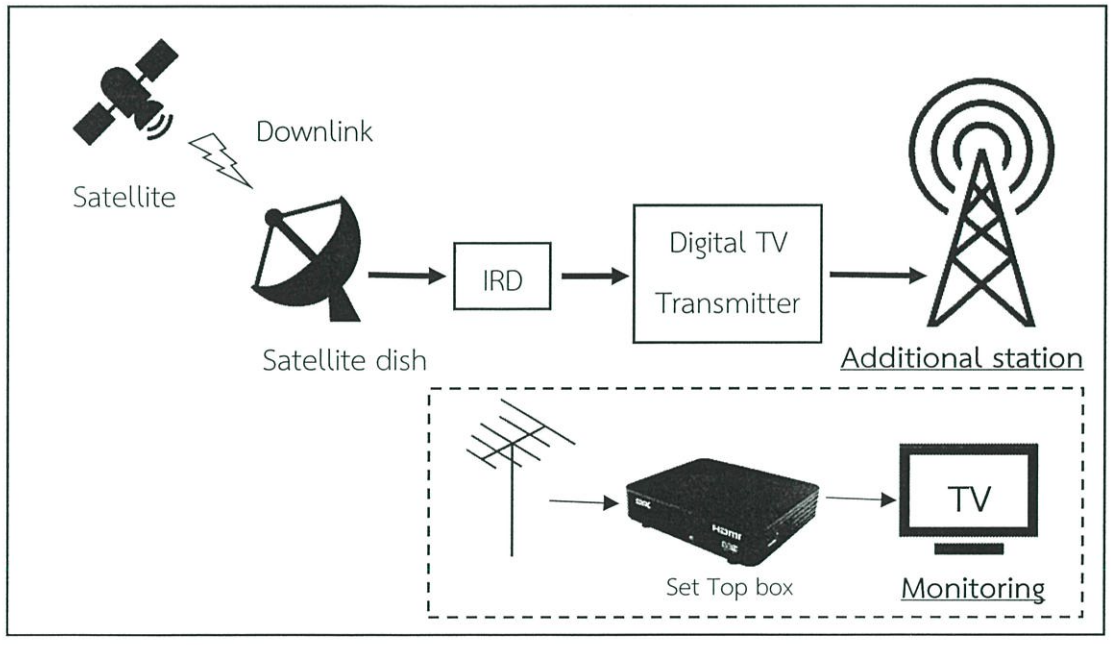
2. วิดีโอไอพาทไม่สามารถดึงค่าบันทึกออกมาได้ จึงไม่สามารถวิเคราะห์ผลของการมอนิเตอร์จากวิดีโอไอพาท ทำได้เพียงแค่รับรู้ปัญหาที่เกิดขึ้นในขณะนั้น

3. ในระบบการมอนิเตอร์จำเป็นที่จะต้องใช้โครงข่ายจากผู้ให้บริการโครงข่าย ซึ่งถ้าเกิดปัญหาด้านความเสถียรของโครงข่าย จะทำให้ไม่สามารถใช้ระบบมอนิเตอร์ได้

4. ระบบการมอนิเตอร์ที่ใช้ในปัจจุบันนี้ เป็นเพียงแค่การมอนิเตอร์สถานีหลักเท่านั้น จึงไม่ทราบประสิทธิภาพของโครงข่ายของการให้บริการทั้งหมด

5.3 ข้อเสนอแนะ

ในการทำวิจัยนี้เป็นเพียงแค่การมอนิเตอร์ของสถานีหลักเท่านั้น ทำให้การควบคุมประสิทธิภาพของโครงข่ายของการให้บริการนั้นยังมีประสิทธิภาพที่ดีไม่เพียงพอ จึงควรมีการทำระบบมอนิเตอร์ของสถานีเสริมด้วย แต่เนื่องจากสถานีเสริมมีจำนวน 129 สถานี อุปกรณ์ตรวจจับรุ่น TNS2400 มีราคาที่สูง อาจจะต้องนำอุปกรณ์ที่มีความละเอียดในการวัดน้อยลงในเรื่องของกระแสข้อมูลขนส่ง เหลือเพียงแค่ตรวจสอบของสถานะอุปกรณ์ ของเครื่องสำรองไฟ, IRD, เครื่องส่ง และเซนเซอร์จับอุณหภูมิภายในสถานีเสริม และดัดแปลงอุปกรณ์ที่ใช้ในการรับชมสัญญาณดิจิทัลโทรทัศน์ เช่น การติดตั้งกล่องแปลงสัญญาณโทรทัศน์ เพื่อมาใช้งานแทนอุปกรณ์การวัดสัญญาณโดยตรง เช่น อุปกรณ์ตรวจจับ



รูปที่ 5.1 การมอนิเตอร์ของสถานีเสริม

นอกจากนี้ถ้าวิดีโอไอพาทสามารถดึงไฟล์ค่าบันทึกของการแจ้งเตือนออกมาเป็นไฟล์ .CSV ได้จะสามารถช่วยให้นำมาวิเคราะห์ประสิทธิภาพของระบบ เพื่อนำไปพัฒนาประสิทธิภาพของระบบได้ดียิ่งขึ้นได้

เอกสารอ้างอิง

[1] คณะอนุกรรมการเฉพาะกิจศึกษาและจัดทำมาตรฐานทางเทคนิค สำนักงานคณะกรรมการกิจการโทรคมนาคมแห่งชาติ. *รายงานผลการศึกษาและจัดทำมาตรฐานทางเทคนิคสำหรับโทรทัศน์ระบบดิจิทัล.* กรุเทพมหานคร : กสทช., 2552

[2] สำนักงานคณะกรรมการกิจการกระจายเสียง กิจการโทรทัศน์และ กิจการโทรคมนาคมแห่งชาติ (กสทช.). *สรุปรายงาน การเข้าฝึกอบรม Digital Transmission Training Course ณ กรุงลอนดอน ประเทศอังกฤษ ระหว่างวันที่ 18 – 22 สิงหาคม 2557.* กรุงเทพมหานคร : กสทช., 2552

[3] Ibrahim Osman. *Monitoring System and Evaluation Division.* 1st edition. Geneva, Switzerland : international Federation of Red Cross and Red Crescent Societies, 2002

[4] Kersty Hobson. *A step by step guide to Monitoring and Evaluation.* Oxford : Catalyst Campaigns, 2014

[5] MicroStrategy. *Dashboards and Widgets Creation Guide.* 1st edition. Hewlett-Packard Company, 2012

[6] คม สุวรรณพิมล. *ผู้บริหาร.* ประชาชาติธุรกิจ คอลัมน์ EXECUTIVE COACH. 29 เมษายน 2553

[7] สำนักงานคณะกรรมการกิจการกระจายเสียง กิจการโทรทัศน์และ กิจการโทรคมนาคมแห่งชาติ (กสทช.). *สำนักงาน กสทช. เตรียมเสนอบอร์ด กสท. กรณีโครงข่ายดิจิตอลทีวีในเขตกรุงเทพและปริมณฑลล่ม.* กรุงเทพมหานคร : กสทช., 2558

[8] คณะกรรมการกิจการกระจายเสียง กิจการโทรทัศน์ และกิจการโทรคมนาคมแห่งชาติ. *รายงานการอบรม ITU CoE-ASP Training Workshop on Broadband QoS: Technical Standards and Measurements ณ สาธารณรัฐเกาหลี.* กรุงเทพมหานคร : กสทช., 2555

[9] จากสำนักวิศวกรรมและเทคโนโลยีกระจายเสียงและโทรทัศน์ (ทส.). *ออกแบบโครงข่ายโทรทัศน์ภาคพื้นดินในระบบดิจิตอลและความสัมพันธ์กับผลการวัดสัญญาณ* กรุงเทพมหานคร : ทส., 2560

[10] Fujitsu Network Communications Inc. *Network Operation Center.* Richardson : Fujitsu Limited., 2005

เอกสารอ้างอิง (ต่อ)

[11] Bojan Nedelcev. *Cisco Digital Headend Solution.* Barselona : Cisco Systems Inc., 2009

[12] คณะกรรมการกิจการกระจายเสียง กิจการโทรทัศน์และกิจการโทรคมนาคมแห่งชาติ. *ประกาศคณะกรรมการกิจการกระจายเสียง กิจการโทรทัศน์และกิจการโทรคมนาคมแห่งชาติ เรื่อง แผนความถี่วิทยุสำหรับกิจการโทรทัศน์ภาคพื้นดินในระบบดิจิตอล.* กรุงเทพมหานคร : กสทช., 2555

[13] W.Fischer. *Digital Video amd Audio Broadcasting Technology.* 2nd edition. München : Springer. 2008

[14] European Broadcasting Union. *ETSI TR 101 290 V1.2.1, Measurement guidelines for DVB systems.* 2001