ระบบตรวจสอบการทำงานสำหรับระบบวิทยุเฉพาะกลุ่ม

ALARM MONITOR FOR TRUNKED RADIO SYSTEM

โดย

นางสาวปานทิพย์ นวเกษร

นางสาวอัจฉรี ตั้งสุขเกษมสันต์

ปริญญานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต

สาขาวิศวกรรมโทรคมนาคม

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

ปีการศึกษา 2537

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ระบบตรวจสอบการทำงานสำหรับระบบวิทยุเฉพาะกลุ่ม

ALARM MONITOR FOR TRUNKED RADIO SYSTEM

โดย

นางสาวปานทิพย์ นวเกษร 34104221

นางสาวอัจฉรี ตั้งสุขเกษมสันต์ 34109502

อาจารย์ที่ปรึกษา

รศ.ดร. กอบชัย เดชหาญ

ปริญญานิพนธ์สำหรับปริญญาวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต

สาขาวิศวกรรมโทรคมนาคม

คณะวิศวกรรมศาสตร์

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

ปีการศึกษา 2537

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ปริญญานิพนธ์ปีการศึกษา 2537

ภาควิชาวิศวกรรมโทรคมนาคม

คณะวิศวกรรมศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

เรื่อง ระบบตรวจสอบการทำงานสำหรับระบบวิทยุเฉพาะกลุ่ม

ผู้จัดทำ

1. นางสาวปานทิพย์ นวเกษร
2. นางสาวอัจฉรี ตั้งสุขเกษมสันต์

.....อาจารย์ที่ปรึกษา

(รศ.ดร. กอบชัย เดชชาญ)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ระบบตรวจสอบการทำงานสำหรับระบบวิทยุเฉพาะกลุ่ม

ALARM MONITOR FOR TRUNKED RADIO SYSTEM

โดย นางสาวปานทิพย์ นวเกษร
นางสาวอัจฉรี ตั้งสุขเกษมสันต์

อาจารย์ที่ปรึกษา รศ.ดร. กอบชัย เดชหาญ

บทคัดย่อ

โครงงานนี้เป็นการศึกษาและการประยุกต์ใช้งานกับระบบวิทยุเฉพาะกลุ่ม ซึ่งเป็นระบบที่จะนำมาใช้กันอย่างแพร่หลายในอนาคตสำหรับหน่วยงานต่างๆ เนื่องจากเป็นระบบที่มีประสิทธิภาพในด้านการใช้ช่องสัญญาณ และมีความคล่องตัวเมื่อเปรียบเทียบกับการติดต่อสื่อสารแบบอื่นๆ ในการประยุกต์ใช้งานนี้ เป็นการช่วยแจ้งภาวะการจ่ายไฟให้กับสถานีแม่ข่ายซึ่งได้มีการติดตั้งไว้แล้ว แต่สถานีแม่ข่ายและหน่วยงานที่เป็นเจ้าของระบบมีการติดตั้งอยู่แยกจากกัน ทำให้การดูแลเป็นไปได้ยากหากมีปัญหาขัดข้องเกิดขึ้น จึงได้ทำการออกแบบวงจรสำหรับแจ้งเตือนโดยส่งเป็นคลื่นวิทยุผ่านวิทยุรับส่งระบบวิทยุเฉพาะกลุ่ม เพื่อแจ้งไปยังเจ้าหน้าที่ผู้ควบคุมระบบที่มีวิทยุลูกข่ายใช้ได้ทราบและจะได้แก้ปัญหาได้ทันที เป็นการป้องกันไม่ให้สถานีแม่ข่ายล่ม ซึ่งจะเกิดผลเสียหายอย่างมากถ้ามีการล่มติดต่อกันเป็นเวลานาน จากผลการทดสอบการใช้งานปรากฏว่า ให้ผลการทำงานได้ตามจุดประสงค์และเป็นประโยชน์กับหน่วยงานได้เป็นอย่างดี

Abstract

This thesis is the study and application of trunked radio system, that are widely used in many oganization. According to the performance of using radio channel and flexible when compared with the other communication system. This application is designed the status indication circuit to check power supply to trunked station, but trunked station and system owner areas are separaty. It is difficult to supervise when there has some mistake, so the design of the status of indicating circuit which transmited and received by using radiowave to the supervisor who has portable to maintain immediately. To avoid the system failure when the system takes part for a long time, the system must be effected. The experiment at results are obtainable from the objective and utilized in an oganization.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ

หน้า

บทที่ 1 บทนำ 1

บทที่ 2 ระบบวิทยุเฉพาะกลุ่ม 3

2.1 ความหมาย 3

2.2 การแบ่งประเภท 3

2.3 ส่วนประกอบ 4

2.4 การทำงาน 5

2.5 การจัดกลุ่ม 9

2.6 การเปรียบเทียบข้อแตกต่างระหว่างระบบการสื่อสารแบบต่างๆกับระบบวิทยุเฉพาะกลุ่ม 13

บทที่ 3 ระบบวิทยุเฉพาะกลุ่มของบริษัทโมโตโรล่า 15

3.1 คุณสมบัติทั่วไป 15

3.2 ส่วนประกอบที่สำคัญ 15

3.3 การทำงานของส่วนต่างๆภายในระบบวิทยุเฉพาะกลุ่มและรูปแบบสัญญาณที่ทำการส่ง 26

3.4 ข้อแตกต่างระหว่างรูปแบบสัญญาณของระบบ TYPE I และ TYPE II 37

3.5 ช่วงเวลาในการเข้าถึงระบบ (ACCESS TIME) 39

3.5 ลักษณะเด่นในการใช้งาน 41

3.6 ความเชื่อถือได้ของระบบ 42

บทที่ 4 รายละเอียดของการทำโครงงาน 46

4.1 แนวความคิดในการทำโครงงาน 46

4.2 วัตถุประสงค์ 46

4.3 หลักการและการออกแบบวงจร 46

บทที่ 5 การประยุกต์ใช้งานและผลการทดลอง 53

บทที่ 6 สรุปและวิจารณ์ผลการทดลอง 57

บทที่ 7 แนวทางการพัฒนาต่อไป 59

กิตติกรรมประกาศ

เอกสารอ้างอิง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 1
บทนำ

ในปัจจุบันความต้องการในการติดต่อสื่อสารมีมากขึ้นทั้งในด้านธุรกิจ และส่วนบุคคล กอปร์กับการพัฒนาทางด้านอิเล็กทรอนิกส์ได้เจริญก้าวหน้าสูงขึ้น ทำให้อุปกรณ์ในการติดต่อสื่อสารถูกพัฒนาตามความก้าวหน้าทางด้านอิเล็กทรอนิกส์อย่างต่อเนื่อง แต่เดิมผู้ใช้วิทยุเคลื่อนที่แต่ละราย จะได้รับการจัดสรรความถี่ช่องสัญญาณจากกรมไปรษณีย์โทรเลข และต้องเช่าหรือซื้อเครื่องมือ ตลอดจนอุปกรณ์ต่างๆมาใช้งานในระบบของตนเอง ในขณะที่ความต้องการใช้งานระบบวิทยุเคลื่อนที่เพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็ว จำนวนช่องสัญญาณมีไม่เพียงพอ จำเป็นต้องหาวิธีการใช้งานความถี่ช่องสัญญาณให้มีประสิทธิภาพ ระบบวิทยุเฉพาะกลุ่ม (TRUNKED RADIO SYSTEM) เป็นทางออกของปัญหาดังกล่าว

ระบบวิทยุรับส่ง มีการพัฒนามาจากการใช้วิทยุรับส่งกันโดยตรง (TALK AROUND) ซึ่งมีข้อเสีย คือ ข้อจำกัดด้านระยะทาง ทั้งยังเป็นการติดต่อแบบทางเดียว (Half duplex) ดังนั้นต่อมาจึงมีการนำระบบการรับส่งโดยใช้ตัวทวนสัญญาณ (CONVENTIONAL RADIO SYSTEM) มาใช้ ซึ่งมีข้อจำกัดการใช้งานด้านความถี่ที่ใช้เป็นช่องสัญญาณ กล่าวคือ เมื่อมีจำนวนผู้ใช้งานในกลุ่มเพิ่มมากขึ้น จะทำให้เกิดการแย่งช่องสัญญาณในการใช้งานระหว่างผู้ใช้ภายในกลุ่ม จากข้อจำกัดนี้เองจึงเกิดการนำเอาตัวทวนสัญญาณที่มีอยู่ทั้งหมดในระบบมาต่อกันแบบทรั้งค์ (TRUNK) และนำเอาไมโครโปรเซสเซอร์เข้ามาควบคุมและจัดการการใช้ช่องสัญญาณในระบบ เป็นการเพิ่มประสิทธิภาพในการใช้ช่องสัญญาณขึ้น และการใช้ช่องสัญญาณของผู้ใช้จะเป็นส่วนตัว สามารถเพิ่มจำนวนผู้ใช้งานในระบบขึ้นโดยผู้ใช้รายอื่นไม่รู้สึกว่าเกิดการแย่งชิงช่องสัญญาณกันใช้ ระบบนี้เรียกว่า ระบบวิทยุเฉพาะกลุ่ม

มีหลายหน่วยงานที่นำระบบวิทยุเฉพาะกลุ่มมาใช้แทนระบบเดิม คือระบบวิทยุรับส่งที่ลูกข่ายติดต่อกันโดยตรง ซึ่งระบบนี้จะต้องมีการลงทุนสูงมากพอสมควร แต่มีความคุ้มค่ากับประสิทธิภาพและความเหมาะสมที่จะนำระบบใหม่นี้มาใช้ ดังนั้นในระยะแรกมักจะประสบปัญหาต่างๆกัน เช่น การทำให้วิทยุสื่อสารระบบเดิม (CONVENTIONAL RADIO SYSTEM) ซึ่งใช้ความถี่ย่าน VHF สามารถติดต่อหรือใช้งานร่วมกับระบบใหม่ซึ่งใช้ความถี่ย่าน UHF ได้ เพื่อเป็นการแก้ปัญหาเรื่องงบประมาณ แต่ปัญหาที่น่าสนใจและนำเสนอในโครงงานนี้ ก็คือ การสร้างระบบสัญญาณแจ้งภาวะการจ่ายไฟโดยผ่านวิทยุรับส่งในระบบวิทยุเฉพาะกลุ่ม ทั้งนี้เพื่อเป็นประโยชน์กับหน่วยงานที่มีระบบวิทยุเฉพาะกลุ่ม แต่เจ้าหน้าที่ควบคุมกับสถานที่ติดตั้งสถานีแม่ข่ายอยู่แยกจากกัน หรือกรณีที่เจ้าหน้าที่ควบคุมกำลังปฏิบัติ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาระกิจอื่นอยู่ได้ทราบ เพื่อที่จะได้แก้ปัญหาได้ทันเหตุการณ์ ซึ่งผลเสียจากการแก้ปัญหาระบบการจ่ายไฟให้กับระบบไม่ทันนี้ จะส่งผลให้เกิดการขาดติดต่อกันระหว่างผู้ใช้งานในทันที หรือที่เรียกว่าสถานีแม่ข่ายล่ม สร้างความเสียหายแก่หน่วยงานที่ให้บริการระบบวิทยุเฉพาะกลุ่มได้ ซึ่งรายละเอียดของโครงงานจะได้กล่าวถึงต่อไป

เนื้อหาของแต่ละบท

บทที่ 1 จะกล่าวถึงการพัฒนาของระบบวิทยุรับส่งในแบบต่างๆที่มีใช้งานอยู่ในปัจจุบัน

บทที่ 2 จะกล่าวถึงทฤษฎีเกี่ยวกับระบบวิทยุเฉพาะกลุ่ม ประเภท ส่วนประกอบและการทำงานโดยย่อของระบบ การจัดกลุ่ม และการเปรียบเทียบข้อแตกต่างกับระบบสื่อสารแบบอื่นๆ

บทที่ 3 จะกล่าวถึงระบบวิทยุเฉพาะกลุ่มของโมโตโรล่า (เนื่องจากการศึกษาระบบส่วนใหญ่จะอ้างอิงระบบนี้เป็นหลัก) แสดงรายละเอียดในคุณสมบัติของระบบไว้หลายด้าน เช่น ส่วนประกอบโดยละเอียด การทำงานของส่วนต่างๆภายในระบบ และรูปแบบสัญญาณที่ทำการรับส่ง

บทที่ 4 เป็นรายละเอียดของการทำโครงงาน ได้แก่ แนวความคิด หลักการและการออกแบบวงจร

บทที่ 5 กล่าวถึงการประยุกต์ใช้งานและผลการทดลอง

บทที่ 6 เป็นบทสรุปและวิจารณ์ผลที่ได้จากการทดลอง

บทที่ 7 จะกล่าวถึงแนวทางการพัฒนาต่อไป

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 2

ระบบวิทยุเฉพาะกลุ่ม

2.1 ความหมายของระบบวิทยุเฉพาะกลุ่ม (TRUNKED RADIO SYSTEM)

ระบบวิทยุเฉพาะกลุ่ม หมายถึง ระบบที่รวมเอาความถี่หรือช่องสัญญาณสื่อสารมารวมกันไว้ที่ส่วนกลาง แล้วระบบจะเป็นผู้จัดสรรช่องความถี่ต่างๆ ให้ผู้ใช้บริการผลัดกันเข้ามาใช้ เมื่อใช้เสร็จความถี่ก็จะคืนมาให้กับระบบ เพื่อจัดสรรให้ผู้ใช้บริการรายอื่นๆ ได้ใช้ความถี่ต่อไป ซึ่งนับว่าเป็นการนำความถี่มาใช้ประโยชน์อย่างมีประสิทธิภาพสูงสุด และเป็นที่ยอมรับกันอย่างแพร่หลาย หรือที่เรียกกรรมวิธีนี้ว่า การนำความถี่กลับมาใช้ใหม่ (Frequency reuse)

การที่ระบบวิทยุเฉพาะกลุ่มสามารถรองรับการใช้งานช่องสัญญาณที่มีอยู่จำกัด ในระหว่างผู้ใช้งานจำนวนมากได้นั้น อาศัยหลักการ 2 ประการดังนี้

1. โอกาสที่ผู้ใช้จะเรียกใช้ช่องสัญญาณในเวลาใดเวลาหนึ่งพร้อมกันทุกคนนั้นมีน้อยมาก
2. การสนทนาส่วนใหญ่ในระบบวิทยุเฉพาะกลุ่มจะใช้ช่วงเวลาสั้นๆเท่านั้น

2.2 การแบ่งประเภทของระบบวิทยุเฉพาะกลุ่ม

ระบบวิทยุเฉพาะกลุ่มเป็นระบบหนึ่งในระบบแลนด์โมบาย (LAND MOBILE) ที่ FCC (FEDERAL COMMUNICATION COMMISSION) กำหนดไว้คือ SPECIALIZED MOBILE RADIO SERVICE (SMRS) โดย FCC กำหนดความถี่ในการใช้งานของระบบแลนด์โมบาย ไว้ 4 ช่วง ใน 2 ย่านความถี่ (UHF และ VHF) ดังนี้

แบนด์	ช่วงความถี่ที่ใช้งาน	แบนด์วิดท์ของช่องสัญญาณ (kHz)
LOW BAND	25-50 MHz	20
HIGH BAND	150-174 MHz	30
UHF	450-517 MHz	25
800 MHz	806-947 MHz	25

(เราสามารถนำความถี่ย่านใดย่านหนึ่งใน 4 ย่านมาสร้างเป็นระบบวิทยุเฉพาะกลุ่มก็ได้ เช่น ระบบที่ใช้งานในเมืองไทยมี 2 ระบบ คือ ย่าน 470 MHz ขององค์การโทรศัพท์ และย่าน 800 MHz ของการท่าอากาศยานฯ บ.วิทยุการบิน กองทัพอากาศ การไฟฟ้านครหลวง กรมการปกครอง ฯลฯ)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.3 ส่วนประกอบในระบบวิทยุเฉพาะกลุ่ม มีดังนี้

1. สถานีแม่ข่าย ประกอบด้วย

1. ตัวทวนสัญญาณตั้งแต่ 5 เครื่องขึ้นไป ทำหน้าที่เป็นช่องสัญญาณควบคุม 1 เครื่อง และช่องสัญญาณเสียง 4 เครื่อง

2. CENTRAL CONTROLLER

3. เสาอากาศส่งและรับ

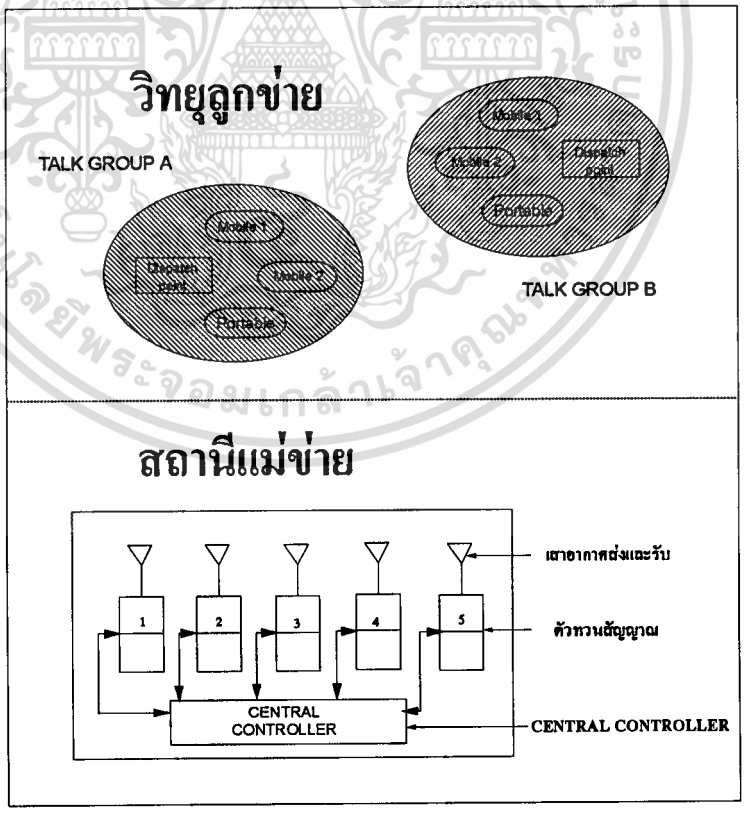
(FCC กำหนดไว้ว่าระบบวิทยุเฉพาะกลุ่มจะต้องประกอบด้วยตัวทวนสัญญาณตั้งแต่ 5 เครื่องขึ้นไป โดยมีตัวทวนสัญญาณที่ทำหน้าที่เป็นช่องสัญญาณควบคุมได้4 เครื่อง โดยทั้ง 4 เครื่องนี้จะผลัดกันทำหน้าที่เป็นช่องควบคุมครั้งละ 1 เครื่องในทุกๆ 24 ชั่วโมง)

2. ผู้ใช้วิทยุลูกข่าย ประกอบด้วย

1. ผู้ใช้วิทยุลูกข่ายทั่วไป ซึ่งใช้วิทยุมือถือ (PORTABLE) และวิทยุติดรถยนต์ (MOBILE)

2. ผู้ใช้วิทยุลูกข่ายที่เป็นผู้ประสานงาน หรือที่เรียกว่า DISPATCHER

ส่วนประกอบในระบบวิทยุเฉพาะกลุ่มแสดงดังรูปที่ 2.1

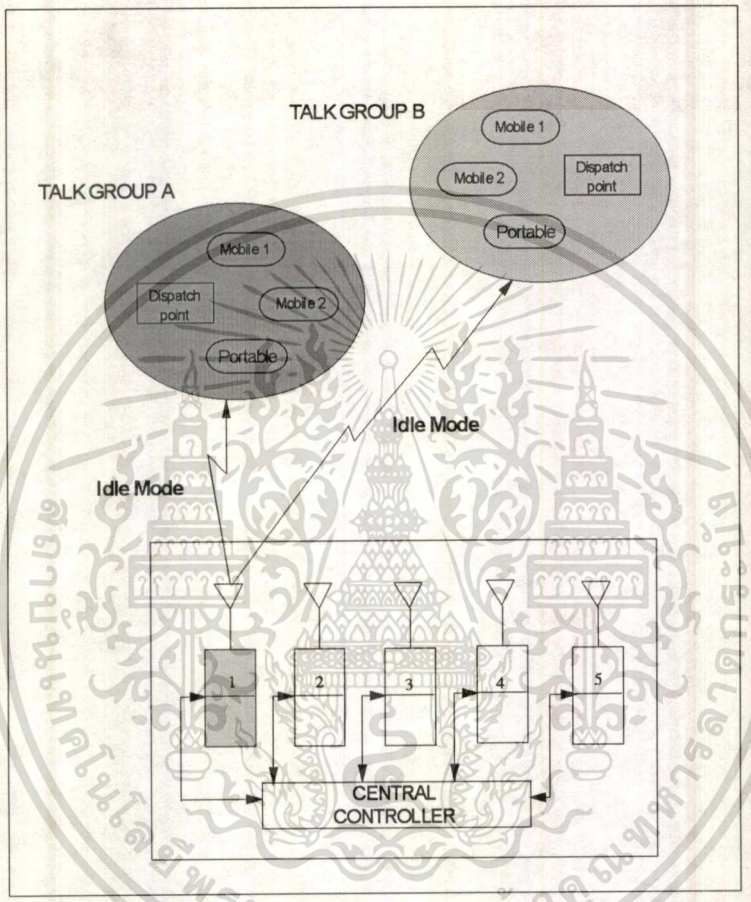


รูปที่ 2.1 แสดงส่วนประกอบของระบบวิทยุเฉพาะกลุ่ม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.4 การทำงาน

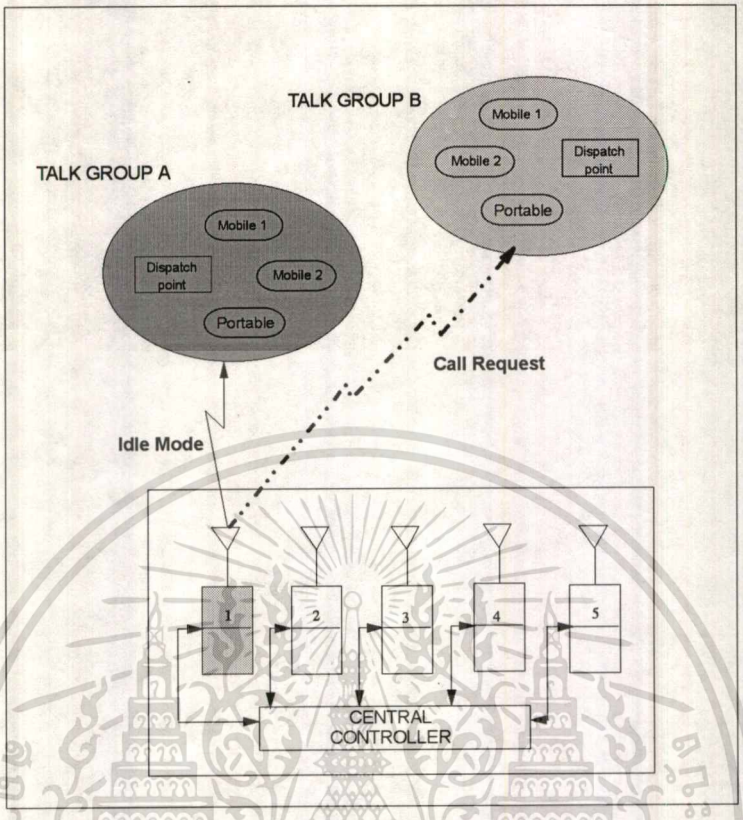
1. ในสภาวะที่ไม่มีการใช้งาน (IDLE MODE) วิทยุรับ-ส่งที่เป็นเครื่องลูกข่ายที่เครื่องจะมอนิเตอร์ตัวเองอยู่ในช่องสัญญาณควบคุม เพื่อรอรับข่าวสารจากสถานีแม่ข่ายสมมุติให้ช่องสัญญาณช่องที่ 1 ทำหน้าที่เป็นช่องสัญญาณควบคุม ดังแสดงดังรูปที่ 2.2



รูปที่ 2.2 แสดงการทำงานในระบบวิทยุเฉพาะกลุ่มในขณะที่ไม่มีการใช้ช่องสัญญาณ

2. เมื่อผู้ใช้ในกลุ่ม B ต้องการใช้ช่องสัญญาณ จะส่งสัญญาณการต้องการใช้ช่องสัญญาณ(CALL REQUEST) ไปให้สถานีแม่ข่ายทางช่องสัญญาณควบคุม (ช่องที่ 1) ดังแสดงดังรูปที่ 2.3

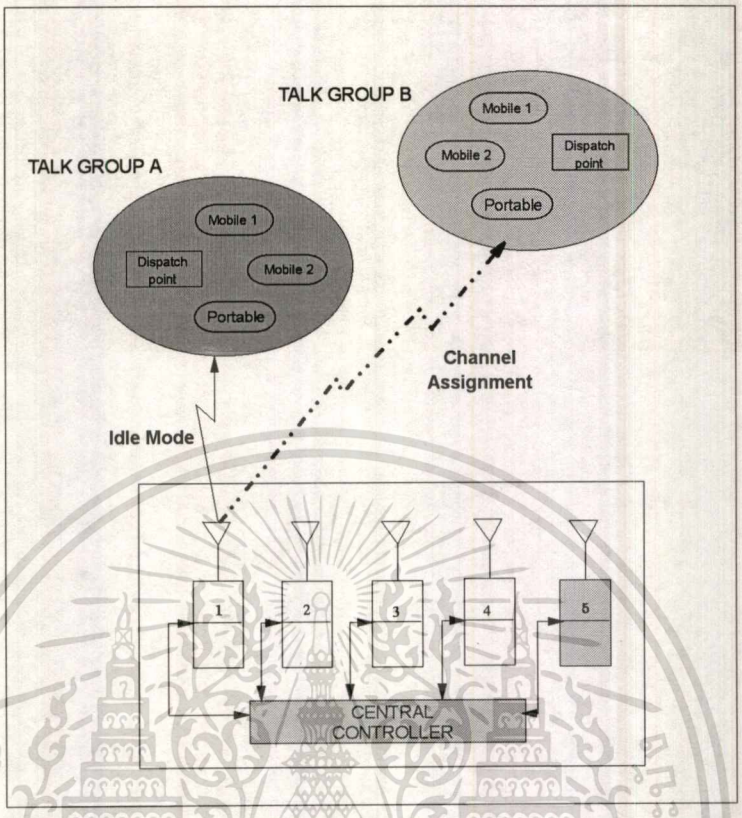
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.3 แสดงการส่งสัญญาณต้องการใช้ช่องสัญญาณ (CALL REQUEST) ของผู้ใช้ในกลุ่ม B ผ่านทางช่องควบคุม ไปยังสถานีแม่ข่าย

3.เมื่อสถานีแม่ข่ายได้รับสัญญาณต้องการใช้ช่องสัญญาณแล้วตัวCENTRAL CONTROLLER จะทำการตรวจสอบดูว่ามีช่องสัญญาณใดว่างบ้าง แล้วทำการกำหนดช่องสัญญาณเสียงให้ผู้ใช้ในกลุ่ม B ใช้ จากนั้นสถานีแม่ข่ายส่งสัญญาณการกำหนดช่องสัญญาณ (CHANNEL ASSIGNMENT) ผ่านทางช่องควบคุมเพื่อบอกให้วิทยุลูกข่ายในกลุ่ม B ทราบว่าสถานีแม่ข่ายอนุญาตให้ใช้งานในช่องสัญญาณเสียงช่องใด ดังแสดงในรูปที่ 2.4

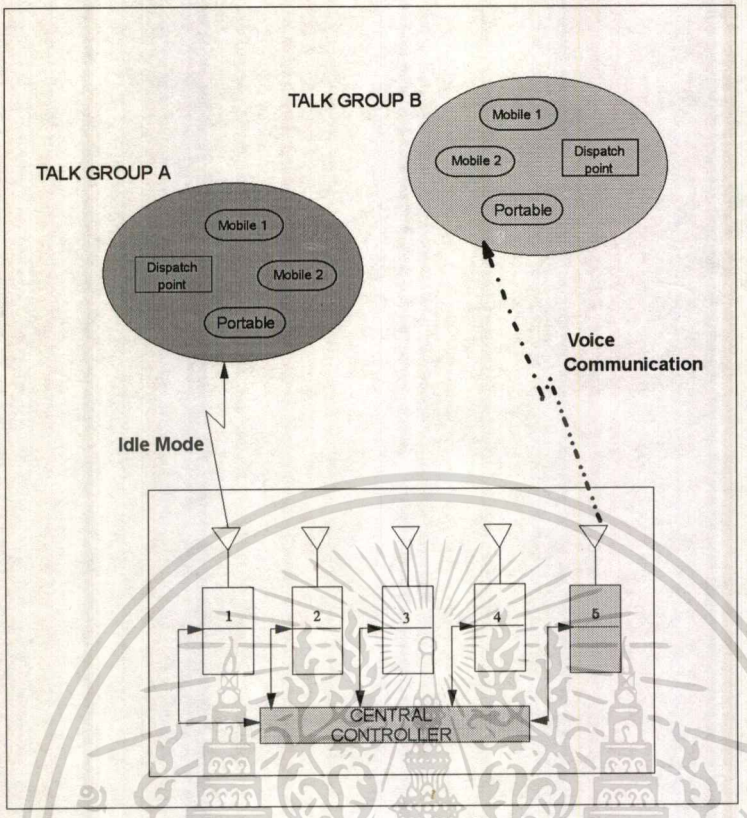
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.4 แสดงการส่งสัญญาณการกำหนดช่องสัญญาณ (CHANNEL ASSIGNMENT) ของสถานีแม่ข่ายผ่านทางช่องควบคุม

4.เมื่อวิทยุลูกข่ายในกลุ่มBได้รับสัญญาณการกำหนดช่องสัญญาณแล้วจะทำการเปลี่ยนความถี่ของเครื่องให้อยู่ในช่องสัญญาณที่กำหนดให้ จากนั้นก็สามารถทำการติดต่อสื่อสารกันภายในกลุ่ม B ได้ ดังแสดงดังรูปที่ 2.5

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

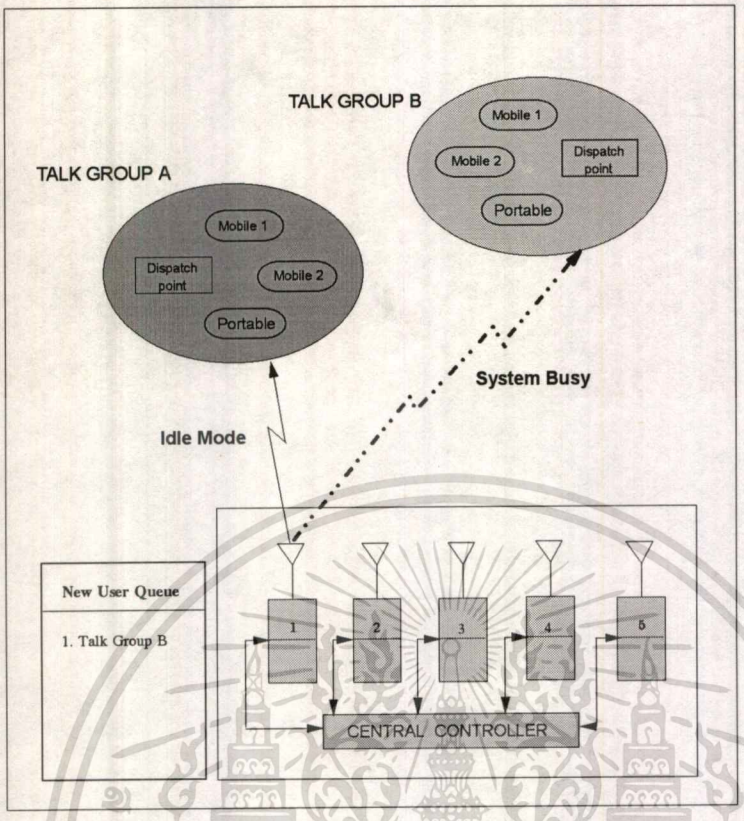


รูปที่ 2.5 แสดงการใช้ช่องสัญญาณเสียงที่ CENTRAL CONTROLLER กำหนด ในกลุ่ม B

5. เมื่อเสร็จสิ้นการใช้งานช่องสัญญาณแล้ว วิทยุลูกข่ายในกลุ่ม B ทุกเครื่องจะทำการเปลี่ยนช่องสัญญาณกลับมายังช่องควบคุมตามเดิม ดังแสดงในรูปที่ 2.1

จากขั้นตอนที่3 ถ้าหากตัว CENTRAL CONTROLLER พบว่าช่องสัญญาณไม่ว่าง จะทำการส่งสัญญาณระบบไม่ว่าง(SYSTEM BUSY) กลับไปบอกผู้ใช้ในกลุ่ม B ว่าระบบไม่ว่าง ในขณะเดียวกันจะใส่ชื่อกลุ่ม B เข้าไว้ในลำดับของผู้ใช้รายใหม่ (NEW USER QUEUE) ดังแสดงในรูปที่ 2.6

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.6 แสดงการทำงานของระบบวิทยุเฉพาะกลุ่มในขณะที่ระบบไม่ว่าง

เมื่อ CENTRAL CONTROLLER ตรวจพบว่าช่องสัญญาณว่างแล้วจะทำการส่งสัญญาณการกำหนดช่องสัญญาณ ไปให้วิทยุลูกข่ายในกลุ่ม B ทางช่องสัญญาณควบคุม และลบชื่อผู้ใช้กลุ่ม B ออกจากลำดับของผู้ใช้รายใหม่ จากนั้นการทำงานก็จะเป็นไปตามขั้นตอนที่ 4 และ 5 ต่อไป

2.5 การจัดกลุ่ม

การที่ระบบวิทยุเฉพาะกลุ่มเป็นระบบที่ใช้ในการติดต่อสื่อสารในระหว่างกลุ่มผู้ใช้ จึงมีการจัดกลุ่มผู้ใช้งาน ออกเป็น 2 แบบ ตามชนิดของระบบที่สร้างขึ้น คือชนิด TYPE I และ TYPE II ดังนี้

การจัดกลุ่มในระบบวิทยุเฉพาะกลุ่มชนิด TYPE I

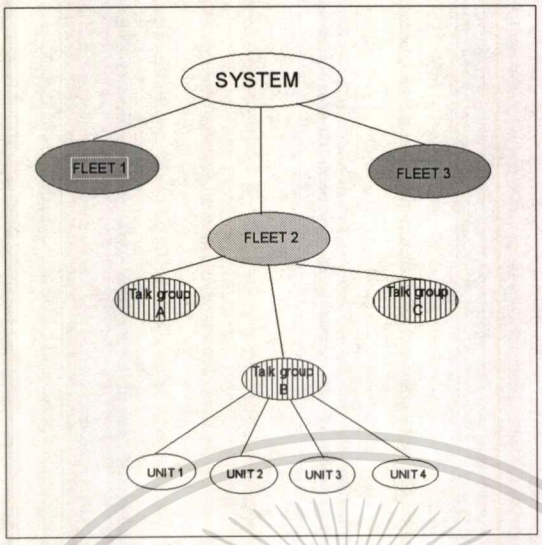
SYSTEM คือ ระบบวิทยุเฉพาะกลุ่ม ซึ่งระบบวิทยุเฉพาะกลุ่มแต่ละระบบจะมีหมายเลขประจำระบบ 1 หมายเลข

FLEET คือ กลุ่มผู้ใช้ภายในระบบวิทยุเฉพาะกลุ่ม

SUBFLEET หรือ TALK GROUP คือ กลุ่มผู้ใช้ย่อยของ FLEET

UNIT คือ วิทยุลูกข่ายที่ใช้ในระบบ ดังแสดงในรูปที่ 2.7

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้
034858



รูปที่ 2.7 แสดงวิธีในการแบ่งกลุ่มผู้ใช้งานในระบบวิทยุเฉพาะกลุ่ม ชนิด TYPE I

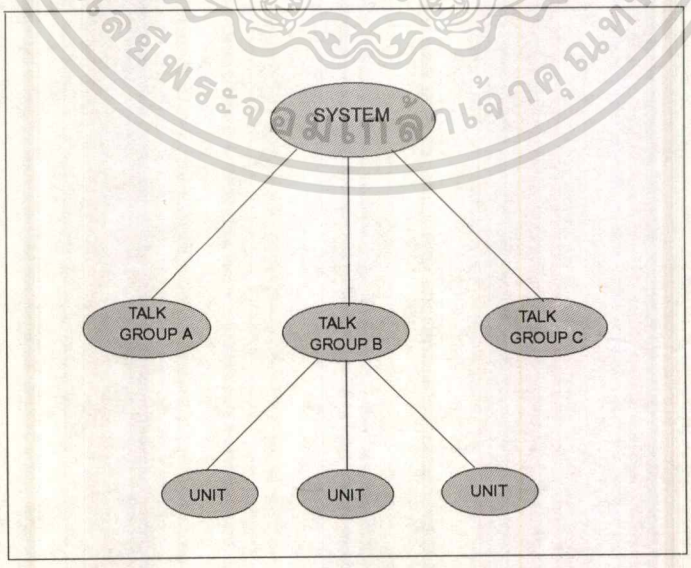
ส่วนระบบวิทยุเฉพาะกลุ่ม TYPE II มีจัดกลุ่มผู้ใช้งานเป็นดังนี้

SYSTEM คือ ระบบวิทยุเฉพาะกลุ่ม ซึ่งระบบวิทยุเฉพาะกลุ่มแต่ละระบบจะมีหมายเลขประจำระบบ 1 หมายเลข เช่นเดียวกับวิทยุเฉพาะกลุ่ม TYPE I

TALK GROUP คือ กลุ่มผู้ใช้ภายในระบบวิทยุเฉพาะกลุ่ม

UNIT คือ วิทยุลูกข่ายที่ใช้ในระบบ

ดังแสดงในรูปที่ 2.8



รูปที่ 2.8 แสดงวิธีในการแบ่งกลุ่มผู้ใช้งานในระบบวิทยุเฉพาะกลุ่มชนิดTYPE II

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.5.1 วิธีสร้างกลุ่ม

กลุ่มของ TYPE I เรียกว่า "Fleet" และ Fleet ยังแบ่งออกเป็น group call ย่อยๆ อีก เรียกว่า "Subfleet" จำนวนสูงสุดของ Subfleet ในแต่ละ fleet มักจะมีการกำหนดตายตัว และมีการกำหนดหมายเลขประจำตายตัวใน fleet

สำหรับแบบ TYPE I ชนิดแรกของ group call เรียกว่า " Subfleet Call" จะได้ยินเฉพาะการสื่อสารที่ใช้คลื่นวิทยุเฉพาะใน fleet นั้นซึ่งมอนิเตอร์ในเฉพาะ Subfleet ชนิดที่สองของ group call เรียกว่า เรียกว่า "Fleetwide call" การเรียกนี้จะได้ยินกันเฉพาะภายใน fleet บรรดา Subfleet ใน fleet นี้ก็จะได้ยินการเรียกด้วย

สำหรับแบบ TYPE II ชนิดแรกของ group call เรียกว่า "Talk group call" ซึ่งจะได้ยินกันเฉพาะใน Talk group การเรียกนี้จะคล้ายๆกับการเรียก subfleet call ของ TYPE I ชนิดที่สองของ group call เรียกว่า "Multi group call" การเรียกนี้จะได้ยินเฉพาะวิทยุที่มอนิเตอร์อยู่ใน Talk group การเรียกชนิดนี้จะคล้ายคลึงกับ fleetwide call ใน TYPE I

2.5.2 การคิดค่าบริการการเรียก (BILLING)

การคิดค่าบริการการเรียก มี 2 แบบได้แก่

1) การคิดค่าบริการหรือแอร์ไทม์ (AIRTIME BILLING)

การคิดค่าบริการแบบนี้ สามารถทำได้ 2 วิธี คือ เจ้าของระบบสามารถเลือกได้ระหว่างวิธีราบ (FLAT) และวิธีเปลี่ยนแปลงตามเวลา (VARIABLE) ตัวอย่างการคิดเงินแบบแอร์ไทม์ เช่น การโทรเฉพาะบุคคล เมื่อสิ้นสุดการเรียก คำนวณการคิดค่าบริการ(เป็นวินาที) ได้เป็น

อัตราการคิดค่าบริการ (Airtime Charge) = เวลาระหว่างการเรียก x อัตราค่าบริการ (Airtime Rate)

2) การคิดค่าบริการการเรียกเข้าโครงข่ายโทรศัพท์ หรือ เทลโก (TALCO BILLING) การคิดค่าบริการสามารถเลือกได้ 3 วิธี ได้แก่

- วิธีราบ (FLAT METHOD) จะคิดค่าธรรมเนียมเป็นรายเดือน โดยไม่มีการจำกัดการเรียก

- วิธีมิเตอร์ (METER METHOD) เป็นการคิดค่าธรรมเนียมรายเดือนและคิดเป็นค่าตายตัวไม่มีผลกับเวลาในการเรียก และจะคิดที่อัตราการหมุนหมายเลขโทรศัพท์และเวลาใน 1 วัน

- วิธีเปลี่ยนแปลงตามเวลา (VARIABLE METHOD) การคิดแบบนี้มีการเก็บค่าธรรมเนียมเป็นรายเดือน และคิดในแต่ละการเรียกเพื่อเลือกชุมสายต่อผ่าน โดยมีข้อกำหนดว่า เป็น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ชุมสายใด และใช้เวลาในการเรียกเท่าใด ระบบจัดการจะต้องพิจารณาอัตราของแต่ละชุมสายสำหรับการคิดวิธีนี้

การคิดค่าบริการแบบเทลโกมีความซับซ้อนกว่าแอร์ไทม์ การคิดเงินแบบเทลโกจะมีการประมาณเวลาเริ่มต้นและสิ้นสุด เมื่อยังไม่ได้รับการตอบรับการเรียกการคิดเงินแบบเทลโกก็จะยังไม่เริ่มขึ้น เวลาสิ้นสุดนี้ก็คือเวลาที่ฝ่ายใดฝ่ายหนึ่งวางหูลง

2.5.3 การจัดการระบบ (SYSTEM MANAGER)

ระบบวิทยุเฉพาะกลุ่มจะมีอุปกรณ์จัดการระบบ(SYSTEM MANAGER TERMINAL : SMT) ซึ่งเป็นคอมพิวเตอร์ชุดหนึ่ง มีโปรแกรมที่เราสามารถสั่งเพื่อเปลี่ยนแปลงหรือแก้ไขการทำงานบางส่วนของระบบ รวมทั้งอาจมีส่วนที่เราต้องการเพิ่มเติมขึ้นมาก็สามารถทำได้โดยผ่านชุดการจัดการระบบนี้ เช่น

- ต้องการให้อุปกรณ์ทวนสัญญาณเครื่องใดทำงาน
- ต้องการให้อุปกรณ์ทวนสัญญาณเครื่องใดเชื่อมต่อกับระบบโทรศัพท์
- สามารถกำหนดให้ลูกข่ายแต่ละเครื่องสามารถใช้กับระบบได้ และไม่ให้ใช้กับระบบก็ได้เช่นกัน
- สามารถกำหนดการสร้างกลุ่มชั่วคราวขึ้นมาสำหรับผู้ที่ต้องการติดต่อให้สามารถรับฟังกันได้เป็นบางเครื่องหรือกลุ่มเล็กๆ
- กำหนดให้มีการบันทึกจำนวนการใช้งานของวิทยุลูกข่ายแต่ละเครื่อง เพื่อประโยชน์กรณีที่มีการให้บริการหรือเช่าใช้ คือ สามารถนำไปเป็นหลักฐานในการเก็บค่าบริการจากผู้ใช้ได้ (เมื่อมีการติดต่อกับระบบโทรศัพท์)

SYSTEMWATCH เป็นคอมพิวเตอร์อีกชุดหนึ่ง ทำหน้าที่บันทึกการใช้งานของวิทยุลูกข่ายทุกเครื่องว่าวิทยุลูกข่ายติดต่อกับใคร เวลาใด กลุ่มใด ใช้เวลาเท่าใด และใช้ตัวทวนสัญญาณเครื่องใดทำหน้าที่เชื่อมต่อให้ ซึ่งข้อมูลเหล่านี้จะถูกบันทึกไว้ระยะเวลาหนึ่งและระยะเวลานี้เราสามารถกำหนดได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.6 การเปรียบเทียบข้อแตกต่างระหว่างระบบการสื่อสารแบบต่างๆ กับระบบวิทยุเฉพาะกลุ่ม

ระบบการติดต่อสื่อสารโดยใช้ตัวทวนสัญญาณแบบธรรมดา	ระบบวิทยุเฉพาะกิจ
- มีช่องสัญญาณเพียงช่องสัญญาณเดียวในการใช้งาน	- มีหลายช่องสัญญาณให้เลือกใช้งาน
- มีการแข่งขันเพื่อแย่งกันใช้ช่องสัญญาณในระหว่างผู้ใช้งาน	- มีการใช้ช่องสัญญาณร่วมกันในระหว่างผู้ใช้ในลักษณะ FIRST-COME FIRST-SERVICE
- สัญญาณที่รับได้มักไม่ชัดเจน เนื่องจากเกิดการรบกวนและการก่อกวน	- สัญญาณที่รับได้มีความชัดเจน
- การใช้ช่องสัญญาณไม่เป็นส่วนตัว เนื่องจากต้องใช้ช่องสัญญาณร่วมกับผู้ใช้รายรายอื่น	- การใช้ช่องสัญญาณมีความเป็นส่วนตัว
- ขาดความยืดหยุ่นในการเพิ่มจำนวนผู้ใช้งานในระบบเนื่องจากเมื่อผู้ใช้งานเพิ่มมากขึ้น จะทำให้เกิดการแย่งกันใช้ช่องสัญญาณเพิ่มขึ้นด้วย	- เป็นระบบที่มีความคล่องตัว ในการขยายการทำงานเพิ่มขึ้น
- จำนวนผู้ใช้งานประมาณ 60 คน ต่อ 1 ช่องสัญญาณ	- จำนวนผู้ใช้งานประมาณ 120 คน ต่อ 1 ช่องสัญญาณในระบบ 20 ช่องสัญญาณ
- เป็นบริการแบบต้องขออนุญาต	- เป็นการบริการแบบสาธารณะ ไม่มีปัญหาในเรื่องการขออนุญาต

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ระบบโทรศัพท์สาธารณะ (PSTN)	ระบบวิทยุเฉพาะกลุ่ม
- ใช้เป็นคู่สายโทรศัพท์ (Phone Subscriber) -ติดต่อกันโดยใช้สาย (Trunked Line) - โครงข่ายเป็นโครงข่ายโทรศัพท์ (Telephone Network)	- คู่สายเป็นคลื่นวิทยุ (Radio Subscriber) - ใช้ช่องสัญญาณเป็นช่องสัญญาณวิทยุ (Trunked Radio Channels) - โครงข่ายเป็น Central Controller

ระบบโทรศัพท์เคลื่อนที่แบบเซลลูลาร์	ระบบวิทยุเฉพาะกลุ่ม
- การเรียกแต่ละครั้งจะถูกเก็บค่าบริการเป็นนาที - ต้องมีการกดเลขหมายก่อน - ไม่มีคิวในการเรียก - มีการแย่งชิงการเรียกในแต่ละครั้ง - มีเฉพาะการเรียกไปคู่สายปลายทางเท่านั้น (One-to-One Call) - มีการขัดจังหวะเมื่อระบบกำลังไม่ว่างในขณะที่เคลื่อนที่จากเซลหนึ่งไปอีกเซลหนึ่ง - มีความเหมาะสมในการใช้งานเฉพาะบุคคล	- ราคาประหยัด(ราคากำหนดตายตัว) - มีการใช้คิวและการเรียกกลับอัตโนมัติ - มีความหนาแน่น แออัดกันน้อยที่สุด - ความสามารถในการใช้งานมีมากกว่า - ความสามารถในการใช้งานมีมากกว่า เช่น Group Call,Multi-Group Call,Individual Call และ call Alert - ไม่มีการขัดจังหวะในระหว่างสนทนา - มีความเหมาะสมกับการใช้งานทางธุรกิจ (เช่น ขนส่ง งานบำรุงรักษา โรงพยาบาล โรงงานอุตสาหกรรม ฯลฯ)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 3

ระบบวิทยุเฉพาะกลุ่มของบริษัทโมโตโรล่า

3.1 คุณสมบัติทั่วไป มีดังนี้

ใช้ความถี่ในย่าน 800 MHz ใช้ความถี่ในการส่งสัญญาณในช่วง 806-825 MHz และความถี่ในการรับสัญญาณในช่วง 851-870 MHz

จำนวนช่องสัญญาณที่ใช้งานในระบบตั้งแต่ 5 ช่องสัญญาณ ถึง 28 ช่องสัญญาณ สามารถรองรับการใช้งานของวิทยุลูกข่ายได้ 48,000 หมายเลข และจำนวน TALK GROUP 4,000 กลุ่ม

แบนด์วิดท์ของช่องสัญญาณเท่ากับ 25 kHz

การโมดูเลทสัญญาณในการส่งแบบเอฟเอ็ม การเบี่ยงเบนความถี่เท่ากับ 5 kHz

ความถี่ของตัวทวนสัญญาณในการส่งและรับของช่องสัญญาณหนึ่งๆห่างกัน 45 MHz

ชนิด TYPE II

3.2 ส่วนประกอบที่สำคัญของระบบวิทยุเฉพาะกลุ่มของโมโตโรล่า มีดังนี้คือ

- วิทยุลูกข่าย
- ช่องสัญญาณควบคุม (CONTROL CHANNEL)
- ช่องสัญญาณเสียง (VOICE CHANNEL)
- CENTRAL CONTROLLER
- SYSTEM MANAGER TERMINAL
- ระบบสายส่ง สายอากาศ

รายละเอียดของแต่ละส่วนมีดังนี้

วิทยุลูกข่าย

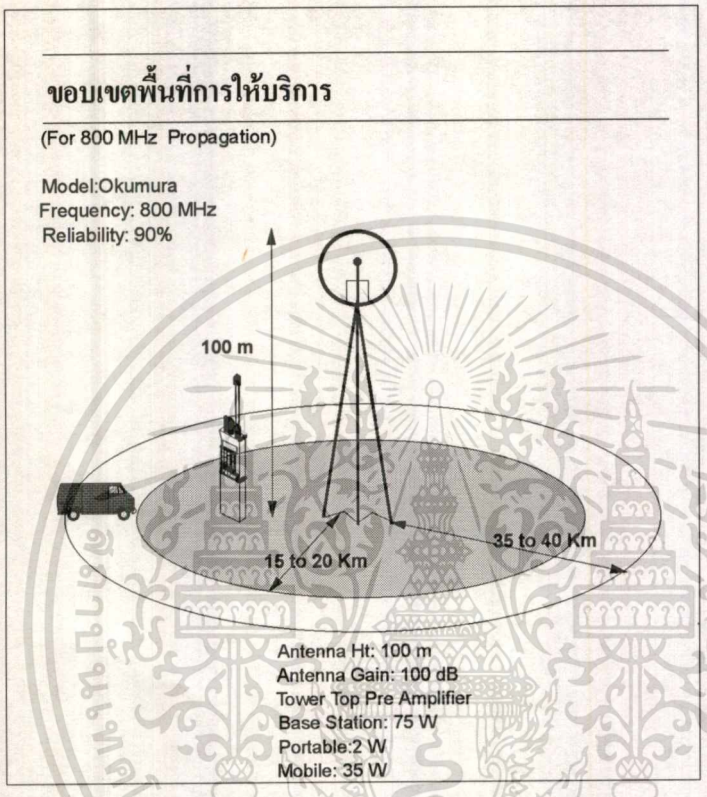
วิทยุลูกข่ายประกอบด้วย

- วิทยุมือถือ (PORTABLE)
- วิทยุติดรถยนต์ (MOBILE)
- วิทยุประจำที่ (BASE STATION)

ซึ่งวิทยุลูกข่ายทั้ง 3 ประเภทนี้จะใช้ทำงานในระบบวิทยุเฉพาะกลุ่มเหมือนกัน แตกต่างกันเฉพาะรูปร่างลักษณะ ขนาด ลักษณะการติดตั้ง ความสามารถในการใช้บริการ และ กำลังใน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การส่งสัญญาณ ทำให้ระยะทางในการติดต่อระหว่างวิทยุลูกข่ายกับสถานีแม่ข่ายมีระยะไม่เท่ากัน ขึ้นอยู่กับชนิดของวิทยุลูกข่าย ดังแสดงในรูปที่ 3.1



รูปที่ 3.1 แสดงระยะในการติดต่อสื่อสารของวิทยุแต่ละประเภท

ความสามารถในการให้บริการวิทยุลูกข่ายในระบบวิทยุเฉพาะกลุ่ม มีดังนี้

1. การเรียกในลักษณะเป็นกลุ่ม (TALK GROUP CALL)

   ผู้ใช้กดหมายเลขปุ่ม ก็จะสามารถคุยกันได้หมดทั้งกลุ่ม

2. การส่งสัญญาณกระตุ้น (CALL ALERT)

   เป็นการส่งสัญญาณเตือนที่เข้าใจกันเฉพาะภายในกลุ่ม

3. การเรียกเฉพาะตัว (INDIVIDUAL CALL)

   ผู้ใช้ภายในกลุ่มเดียวกันสามารถติดต่อกันได้ โดยกดเพียงเลขหมายผู้ใช้ปลายทาง

4. การเรียกโทรศัพท์ (TELEPHONE INTERCONNECT CALL)

   เป็นบริการเสริมแก่ผู้ใช้ที่ต้องการโทรเข้าหาโทรศัพท์ตามบ้าน หรือโทรศัพท์เคลื่อนที่ทุกระบบ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

5. การเรียกแบบฉุกเฉิน (EMERGENCY CALL)

-จากการที่ระบบจะจัดคิวการใช้งานสำหรับผู้ที่ใช้บริการก่อนหลัง แต่สำหรับผู้ที่ใช้บริการเรียกด่วนระบบจะทำการลัดคิวให้เป็นรายแรก

6. ANNOUNCEMENT GROUP CALL

7. MULTI-GROUP ANNOUNCEMENT CALL

8. SYSTEM WIDE CALL

(หมายเหตุ* 6,7,8 ไม่ค่อยมีการใช้)

ซึ่งวิทยุลูกข่ายที่บริษัทผู้ผลิตผลิตออกมาในแต่ละรุ่น อาจมีความสามารถในการใช้บริการไม่ครบทั้ง 8 ประเภทดังที่กล่าวมาแล้วข้างต้น ขึ้นอยู่กับวัตถุประสงค์ในการใช้งานของผู้ใช้

ช่องสัญญาณควบคุม (CONTROL CHANNEL)

การติดต่อระหว่างสถานีแม่ข่ายกับวิทยุลูกข่ายนั้น จะอาศัยการส่งสัญญาณผ่านทางช่องสัญญาณควบคุม โดยสัญญาณที่ใช้ในการติดต่อกันนั้นเป็นสัญญาณดิจิตอล สัญญาณที่ใช้ส่งในช่องควบคุมจากสถานีแม่ข่ายเรียกว่าสัญญาณ OUT BOUND SIGNAL WORD (OSW) ซึ่ง OSW ประกอบด้วย

1. BACKGROUND DATA WORD (BDW)

เป็นสัญญาณที่ใช้เพื่อการซิงโครไนซ์กับวิทยุลูกข่าย ส่งด้วยความเร็ว 3,600 โบด์(BAUD) โดยปกติจะบรรจุค่า 0B19DF00 ซึ่งเป็นเลขฐานสิบหก เพื่อบอกวิทยุลูกข่ายทราบว่าเป็นระบบของโมโตโรล่า และใช้เป็น BIT SYNC เท่านั้นไม่ได้ใช้ในการส่งข้อมูล

2. SYNC FRAME CONTENTS อื่นๆ

- สัญญาณ SYSTEM ID OSW ประกอบด้วย SYSTEM ID และข่าวสารของช่องสัญญาณควบคุม (CONTROL CHANNEL INFORMATION) ส่งด้วยอัตราเร็ว 3,600 โบด์ โดยส่งแทรกไปกับสัญญาณ BDW ทุกๆ 3 วินาที

- GRANT/BUSY OSW สถานีแม่ข่ายส่งสัญญาณ GRANT OSW เพื่อบอกให้วิทยุลูกข่ายทราบว่าช่องสัญญาณเสียงที่อนุญาตให้ใช้นั้นคือช่องสัญญาณใด ส่วนสัญญาณ BUSY OSW นั้นสถานีแม่ข่ายส่งไปเพื่อบอกให้วิทยุลูกข่ายทราบว่าขณะนี้ช่องสัญญาณยังไม่ว่างให้ใช้งาน

รูปแบบของสัญญาณ GRANT/BUSY OSW มีดังนี้

มีจำนวนบิทที่ใช้ในการส่ง 84 บิท ประกอบด้วย

1. บิทข้อมูล 27 บิท

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2. SYNC BIT 8 บิท และ

3. ERROR CORRECTION BIT อีก 49 บิท

ส่งด้วยอัตราเร็ว 3,600 โบด์ เป็นเวลา 23.3 มิลลิวินาที

1. บิทข้อมูลทั้ง 27 บิท ประกอบด้วย

ในระบบชนิด **TYPE I**

- ADDRESS BIT 16 บิท ซึ่งข้อมูลใน ADDRESS BIT แบ่งเป็น PREFIX , FLEET ID, SUBFLEET ID และ INDIVIDUAL ID
- ชนิดของการเรียก (CALL TYPE) 1 บิท

0= การเรียกทั่วไป (GENERAL)

1= การเรียกแบบส่วนตัว (PRIVATE)

- บิทแสดงสถานะหรือช่องสัญญาณ (STATUS OR CHANNEL BITS) 10 บิท

ค่า 0-759 หมายถึงช่องสัญญาณ

ค่า 760-1,024 คือ STATUS WORD

บิทข้อมูลทั้ง 27 บิทแสดงการจัดเรียงดังรูป

B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	CT	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S
15	14	13	12	11	10	9	8	7	6	5	4	3	2	1	0		9	8	7	6	5	4	3	2	1	0

ในระบบชนิด **TYPE II**

ในระบบวิทยุเฉพาะกลุ่มชนิด TYPE II นี้จะใช้สัญญาณ OSW จำนวน 2 เวิร์ด (WORD) ดังนี้

OSW เวิร์ดที่ 1

- ADDRESS BIT ทั้ง 16 บิทจะใช้แสดง INDIVIDUAL ID ของวิทยุลูกข่าย
- INDIVIDUAL BIT 1 บิท ใช้แสดงชนิดของการเรียก

0= การเรียกทั่วไป (GENERAL)

1= การเรียกแบบส่วนตัว (INDIVIDUAL)

- บิทแสดงสถานะหรือช่องสัญญาณ (STATUS OR CHANNEL BITS) 10 บิท

ค่า 0-759 หมายถึงช่องสัญญาณ

ค่า 760-1,024 คือ STATUS WORD

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บิทข้อมูลทั้ง 27 บิทแสดงการจัดเรียงดังรูป

TYPE II OSW 1st WORD

INDIVIDUAL	I	1st WORD

<---------16 บิท------->1บิท< ------10 บิท----->

OSW เวิร์ดที่ 2

- ADDRESS BIT ทั้ง16 บิท จะใช้แสดง TALK GROUP ID ของวิทยุลูกข่าย 12 บิท และอีก 4 บิทแสดงชนิดของการเรียก (OP)
- INDIVIDUAL BIT 1 บิท ใช้แสดงชนิดของการเรียก
  0= การเรียกทั่วไป (GENERAL)
  1= การเรียกแบบส่วนตัว (INDIVIDUAL)
- บิทแสดงสถานะหรือช่องสัญญาณ (STATUS OR CHANNEL BITS) 10 บิท
  ค่า 0-759 หมายถึงช่องสัญญาณ
  ค่า 760-1,024 คือ STATUS WORD

บิทข้อมูลทั้ง 27 บิทแสดงการจัดเรียงดังรูป

2nd WORD AFFILATION

GROUP	OP	I	aff1.ACK

<----------12 บิท----------><--4 บิท-->1บิท<----------10 บิท------->

สัญญาณที่ใช้ส่งในช่องสัญญาณควบคุมจากวิทยุลูกข่ายไปยังสถานีแม่ข่าย เรียกว่า INBOUND SIGNALING WORD (ISW)

สัญญาณ ISW มีจำนวน 78 บิท ประกอบด้วย

1. บิทข้อมูล 21 บิท และ
2. ERROR CORRECTION BIT 57 บิท

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ส่งด้วยความเร็ว 3,600 โบด์ เป็นเวลา 21.67 มิลลิวินาที ซึ่งสัญญาณ ISW จะถูกส่งให้ซิงโครไนซ์กับการส่งสัญญาณ ISW จากสถานีแม่ข่าย

บิทข้อมูลทั้ง 21 บิท ประกอบด้วย

ในระบบชนิด TYPE I

- ADDRESS BIT 16 บิท ซึ่งข้อมูลใน ADDRESS BIT จะบรรจุค่า PREFIX , FLEET ID, SUBFLEET ID และ INDIVIDUAL ID ตามชนิดของการเรียก

- บิทแสดงสถานะ 5 บิท

บิทข้อมูลทั้ง 21 บิทแสดงการจัดเรียงดังรูป

B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	S	S	S	S	S
15	14	13	12	11	10	9	8	7	6	5	4	3	2	1	0	4	3	2	1	0

ในระบบชนิด TYPE II

ในระบบวิทยุเฉพาะกลุ่มชนิด TYPE II นี้จะใช้สัญญาณ ISW จำนวน 2 เวิร์ด (WORD) เช่นเดียวกันกับสัญญาณ OSW

ISW เวิร์ดที่ 1 ประกอบด้วย

1. ADDRESS BIT 16 บิทใช้แสดง INDIVIDUAL ID ของวิทยุลูกข่าย

2. บิทแสดงสถานะ 5 บิท

บิทข้อมูลทั้ง 21 บิทแสดงการจัดเรียงดังรูป

TYPE II ISW 1st WORD

INDIVIDUAL	1st WORD

<----------16 บิท----------><----------5 บิท---------->

ISW เวิร์ดที่ 2 ประกอบด้วย

1. ADDRESS BIT 16 บิท ใช้แสดง TALK GRUOP ID ของวิทยุลูกข่าย จำนวน 12 บิท และชนิดของการเรียกอีก 4 บิท

2. บิทแสดงสถานะ 5 บิท

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1. ACKNOWLEDGE TONE ส่งที่ความถี่ 1,800 Hz เป็นเวลา 80 มิลลิวินาที ใช้ในระบบชนิด TYPE I เท่านั้น

2. CONNECT TONE ส่งที่ความถี่ 105.88 Hz (มาตรฐาน) ตลอดระยะเวลาที่ทำการใช้ช่องสัญญาณเสียง

สัญญาณ CONNECT TONE ที่สามารถเลือกใช้ได้มีทั้งหมด 8 โทน (TONE) ดังนี้

TONE	ความถี่ (Hz)	หมายเหตุ
TONE 0	105.88	มาตรฐาน
TONE 1	76.60	-
TONE 2	83.72	-
TONE 3	90.30	-
TONE 4	97.30	-
TONE 5	116.13	-
TONE 6	128.57	-
TONE 7	138.46	-

3. DISCONNECT TONE ที่ความถี่ 163.64 Hz เป็นเวลา 200 มิลลิวินาที

4. สัญญาณเสียงที่ใช้ในการติดต่อสื่อสาร

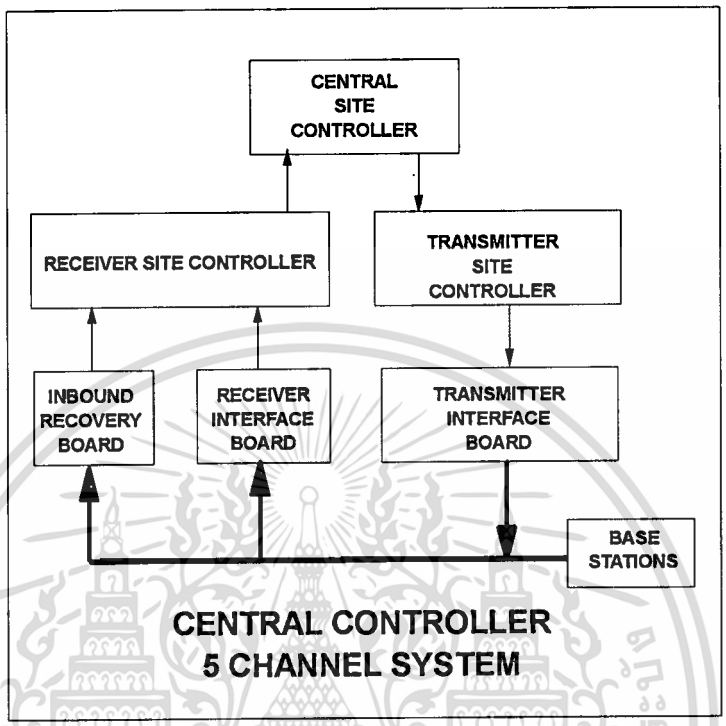
CENTRAL CONTROLLER

เป็นหัวใจของระบบวิทยุเฉพาะกลุ่ม ให้ควบคุมและจัดการการทำงานภายในระบบวิทยุเฉพาะกลุ่ม ประกอบด้วยส่วนสำคัญ 2 ส่วนดังนี้

1. ส่วนไมโครโปรเซสเซอร์ (MICROPROCESSOR) ประกอบด้วย
   - 1.1 CENTRAL SITE CONTROLLER (CSC)
   - 1.2 RECEIVER SITE CONTROLLER (RSC)
   - 1.3 TRANSMITTER SITE CONTROLLER (TSC)
2. ส่วนเชื่อมต่อ (INTERFACE) ประกอบด้วย
   - 2.1 INBOUND RECOVERY BOARD (IRB)
   - 2.2 RECEIVER INTERFACE BOARD (RIB)
   - 2.3 TRANSMITTER INTERFACE BOARD (TIB)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ส่วนประกอบของ CENTRAL CONTROLLER แสดงดังรูปที่ 3.2



รูปที่ 3.2 แสดงส่วนประกอบของ CENTRAL CONTROLLER

การทำงานของส่วนต่างๆภายใน CENTRAL CONTROLLER

CENTRAL SITE CONTROLLER (CSC) เป็นส่วนที่เชื่อมต่ออยู่กับ RSC และ TSC ทำหน้าที่ในการควบคุมการทำงานของส่วนประกอบต่างๆภายในระบบ ซึ่ง CSC จะรับข้อมูลจาก RSC และ TSC แล้วนำมาวิเคราะห์ เพื่อเลือกการทำงานในลำดับต่อไป

หน้าที่ของ CSC มีดังนี้

1. ทำกระบวนการเรียก (CALL PROCESSING) เมื่อ CSC ได้รับสัญญาณ ISW จากวิทยุลูกข่าย CSC จะทราบว่าผู้ใช้คนใดต้องการใช้ช่องสัญญาณ และชนิดของการเรียกใช้ CSC จะทำการตรวจสอบว่ามีช่องสัญญาณว่างหรือไม่ถ้า มีช่องสัญญาณว่าง CSC จะสั่งงานให้อุปกรณ์ต่างๆทำงานเพื่อให้บริการผู้ใช้รายนั้น

2. จัดลำดับการเรียก (CALL QUEUING) จากข้อ 1 ในกรณีที่ CSC ตรวจสอบพบว่าช่องสัญญาณไม่ว่าง จะนำชื่อผู้ใช้ใส่ไว้ในลำดับของผู้ใช้รายใหม่ เมื่อช่องสัญญาณว่างและถึงคิวของผู้ใช้รายนั้น CSC จะสั่งให้ TSC ส่งสัญญาณ OSW ไปบอกผู้ใช้ว่าสามารถใช้ช่องสัญญาณในการติดต่อได้แล้วในเวลาต่อไป

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การเตรียมการบริการรายต่อไป (RESOURCE ALLOCATION) เมื่อวิทยุลูกข่ายใช้ช่องสัญญาณในการติดต่อสื่อสารเสร็จเรียบร้อยแล้ว CSC จะทำให้ช่องสัญญาณนั้นว่าง เพื่อพร้อมในการให้บริการผู้ใช้รายอื่นต่อไป

4. ทำการวินิจฉัยระบบ (DIAGNOSTICS)

5. เก็บข้อมูลของวิทยุลูกข่ายทุกเครื่องในระบบ ว่าเป็นรุ่นใด หมายเลข ID คืออะไร อยู่ในกลุ่มใด สามารถเรียกใช้บริการของระบบได้กี่ประเภท

6. บันทึกการใช้งานของวิทยุลูกข่ายแต่ละเครื่อง

7. ทำการติดต่อกับระบบในโซน (ZONE) อื่น ในกรณีที่ระบบมีหลายโซน

RECEIVER SITE CONTROLLER (RSC) เป็นส่วนที่เชื่อมต่ออยู่ระหว่าง RIB กับ CSC และ IRB กับ CSC ทำหน้าที่ดังนี้

1. ตรวจดูสถานะการรับสัญญาณจาก RIB และ IRB เพื่อรายงานผลให้ CSC ทราบ

2. มอนิเตอร์ช่องสัญญาณเสียง เพื่อตรวจดูการใช้งานของช่องสัญญาณ

TRANSMITTER SITE CONTROLLER (TSC) เป็นส่วนที่เชื่อมต่ออยู่ระหว่าง TIB และ CSC ทำหน้าที่ดังนี้

1. ตรวจดูสถานะการส่งสัญญาณ

2. สร้างสัญญาณ OSW ตามคำสั่งของ CSC

3. สร้างสัญญาณ HANDSHAKES ระหว่างสถานีแม่ข่ายและวิทยุลูกข่าย คือ HIGH SPEED HAND SHAKES และ LOW SPEED HAND SHAKES

4. สร้างสัญญาณ DISCONNECT WORD

5. มอนิเตอร์กำลังการส่งสัญญาณของตัวทวนสัญญาณแต่ละตัว

6. ควบคุมตัวทวนสัญญาณโดยผ่านทาง TIB

7. นับสัญญาณนาฬิกา TIME-OUT TIMER (TOT) ของระบบ

INBOUND RECOVERY BOARD (IRB) ส่วนนี้เชื่อมต่ออยู่ระหว่าง RSC กับตัวทวนสัญญาณที่ทำหน้าที่เป็นช่องสัญญาณควบคุมในขณะเวลานั้น ทำหน้าที่ดังนี้

1. กรองสัญญาณที่ ISW ที่ส่งมาจากวิทยุลูกข่าย

2. ทำการดีเทกสัญญาณ ISW ที่ได้รับเข้ามา

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3. ตรวจสอบสัญญาณ ISW ที่รับเข้ามาว่า ซิงโครไนซ์กับสัญญาณ OSW ของระบบหรือไม่ ถ้าไม่ซิงโครไนซ์แสดงว่าวิทยุลูกข่ายเครื่องนั้นไม่ได้อยู่ในระบบ จะทำการตัดสัญญาณนั้นออกไป ถ้าซิงโครไนซ์จะส่งสัญญาณ ISW นั้นไปให้ RSC ต่อไป

RECEIVER INTERFACE BOARD (RIB) ส่วนนี้เชื่อมต่ออยู่ระหว่าง RSC กับตัวทวนสัญญาณที่ทำหน้าที่เป็นช่องสัญญาณเสียง ทำหน้าที่ดังนี้

1. ทำการตรวจจับสัญญาณ CONNECTTONE ที่ส่งมาจากวิทยุลูกข่ายเพื่อบอกให้สถานีแม่ข่ายทราบว่ายังใช้ช่องสัญญาณอยู่

2. ทำการตรวจจับสัญญาณ DISCONNECT TONE ที่ส่งมาจากวิทยุลูกข่ายเพื่อบอกให้สถานีแม่ข่ายทราบว่าการใช้ช่องสัญญาณเสร็จเรียบร้อยแล้ว

3. ทำการตรวจจับสัญญาณ ACKNOWLEDGE TONE ที่ส่งมาจากวิทยุลูกข่าย เพื่อบอกให้สถานีแม่ข่ายทราบวิทยุลูกข่ายได้ทำการเปลี่ยนความถี่ไปยังช่องสัญญาณที่CSC อนุญาตให้ใช้เสร็จเรียบร้อยแล้ว

1 BOARD สามารถควบคุมตัวทวนสัญญาณได้ 7 เครื่อง

TRANSMITTER INTERFACE BOARD (TIB) ส่วนนี้เชื่อมต่ออยู่ระหว่าง TSC กับตัวทวนสัญญาณที่ทำหน้าที่เป็นช่องสัญญาณเสียง และช่องสัญญาณควบคุม ทำหน้าที่ดังนี้

นำสัญญาณที่ TSC สร้างมาจัดให้อยู่ในรูปแบบที่สามารถส่งผ่านตัวทวนสัญญาณได้

1 BOARD สามารถควบคุมตัวทวนสัญญาณได้ 7 เครื่อง

SYSTEM MANAGER TERMINAL (SMT)

เป็นคอมพิวเตอร์ที่ใช้ในการจัดการระบบ เนื่องจาก CENTRAL CONTROLLER สามารถเชื่อมต่อกับคอมพิวเตอร์ภายนอกได้ โดยใช้มาตรฐาน RS 232-C ในการเชื่อมต่อ เพื่อความสะดวกในการควบคุมระบบ การดัดแปลงแก้ไขการทำงานภายในระบบ และแสดงผลการทำงานของระบบตลอดจนสัญญาณเตือน (ALARM) ที่เกิดขึ้นต่างๆได้

ระบบสายส่ง สายอากาศ ประกอบด้วย

1.สายอากาศทางด้านส่งในย่าน 851-870 MHz เป็นสายอากาศ OMNIDIRECTIONAL เกน 10 dB แบบ COLLINEAR สัญญาณจากตัวทวนสัญญาณแต่ละเครื่อง จะทำการรวมและขยายสัญญาณที่ COMBINER โดย COMBINER 1 ชุด สามารถต่อเข้ากับตัวทวนสัญญาณได้ 5 เครื่อง และความถี่ของช่องสัญญาณที่นำมารวมที่ COMBINER ควรห่างกัน ช่องสัญญาณละ 1 MHz เพื่อป้องกันการรบกวนซึ่งกันและกัน

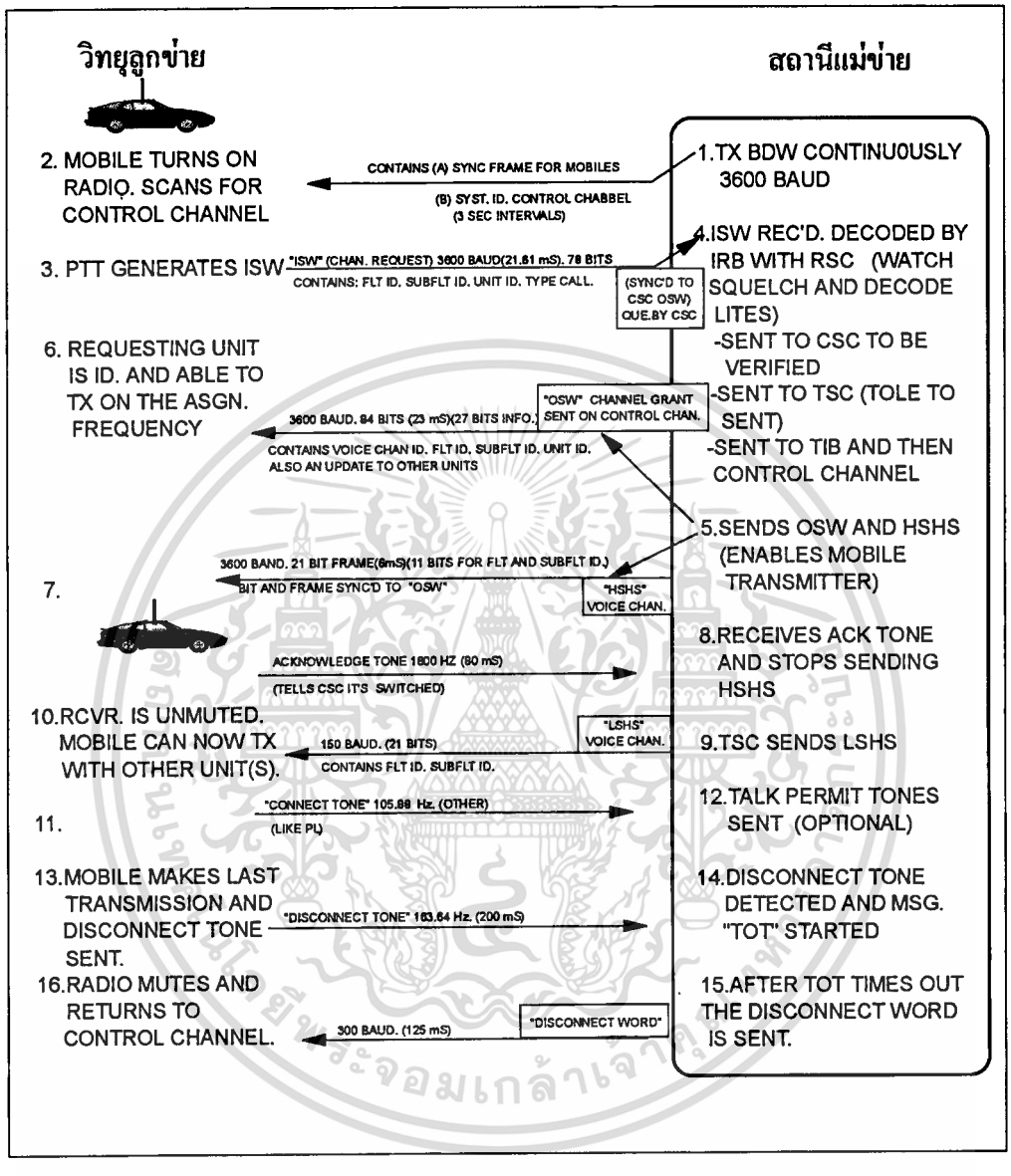
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.สายอากาศทางด้านรับทำการรับสัญญาณในย่าน806-825MHzเป็นสายอากาศ OMNIDIRECTIONAL เกน 10 dB แบบ COLLINEAR เช่นเดียวกับทางด้านส่ง เมื่อสัญญาณผ่านสายอากาศมาแล้วจะเข้าภาค MULTICOUPLER เพื่อขยายและแยกสัญญาณแต่ละช่องออกจากกัน เพื่อส่งสัญญาณให้ตัวทวนสัญญาณแต่ละตัว โดยที่ MULTICOUPLER 1 ชุดสามารถต่อกับตัวทวนสัญญาณที่ทำหน้าที่เป็นช่องสัญญาณรับได้ 12 เครื่อง โดยมีเกนขยายแต่ละช่องเท่ากับ 19 dB

3.3 การทำงานของส่วนต่างๆภายในระบบวิทยุเฉพาะกลุ่มและรูปแบบสัญญาณที่ทำการรับส่ง

การทำงานของระบบวิทยุเฉพาะกลุ่ม จะอาศัยการทำงานที่สัมพันธ์กันระหว่างสถานีแม่ข่ายและวิทยุลูกข่าย ซึ่งการทำงานในระบบชนิด TYPE I แสดงดังรูป 3.3 มีรายละเอียดดังนี้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3.3 แสดงการทำงานและการส่งสัญญาณในระบบวิทยุเฉพาะกลุ่มชนิด TYPE I

1. CSC สั่งให้ TSC สร้างสัญญาณ BDW ส่งไปให้วิทยุลูกข่ายเพื่อใช้ในการซิงโคไนซ์ ระหว่างวิทยุลูกข่ายกับสถานีแม่ข่าย และบอกให้วิทยุลูกข่ายทราบว่าอยู่ในระบบใดโดยส่งสัญญาณ BDW ไปอย่างต่อเนื่อง ที่อัตราเร็ว 3,600โบด์ และแทรก SYSTEM ID ส่งไปด้วยทุกๆ 3 วินาที

2. เมื่อวิทยุลูกข่ายเปิดเครื่องจะทำการค้นหาช่องสัญญาณควบคุม โดยภายในตัววิทยุลูกข่ายจะถูกโปรแกรมช่องสัญญาณที่ทำหน้าที่เป็นช่องควบคุม (4ช่อง) ไว้เรียบร้อยแล้ว การค้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หาช่องสัญญาณควบคุมวิทยุลูกข่ายจะทำการปรับความถี่ ไปยังช่องสัญญาณที่คาดว่าเป็นช่องควบคุม(1ใน4ช่องสัญญาณที่โปรแกรมไว้) แล้วค้นหาสัญญาณ BDW ว่าได้รับหรือไม่ ถ้าไม่ได้รับภายในเวลาที่กำหนดจะทำการเปลี่ยนความถี่ไปยังช่องสัญญาณที่คาดว่าจะเป็นช่องสัญญาณควบคุมอื่นต่อไป ถ้าหากว่าทำการเปลี่ยนช่องสัญญาณไป ครบทั้ง 4 ช่องแล้วยังไม่สามารถรับสัญญาณ BDW ได้วิทยุลูกข่ายจะทำการรับ FAILSOFT DATA-WORD ต่อไปถ้าหากว่าวิทยุลูกข่ายรับสัญญาณ BDW ได้ในช่องสัญญาณใด แสดงว่าช่องสัญญาณนั้นเป็นช่องสัญญาณควบคุมวิทยุลูกข่ายจะทำการล็อกความถี่อยู่ที่ช่องสัญญาณนั้น เพื่อรอรับข่าวสารจากสถานีแม่ข่าย

3. เมื่อผู้ใช้วิทยุลูกข่ายต้องการเรียกใช้ช่องสัญญาณจะทำการกดปุ่ม PTT (PUSH-TO-TALK) ตัว วิทยุลูกข่ายจะส่งสัญญาณ ISW ผ่านช่องสัญญาณควบคุมไปยังสถานีแม่ข่าย เพื่อบอกให้ทราบว่าต้องการใช้ช่องสัญญาณ ซึ่งสัญญาณ ISW ที่ส่งไปนั้นจะบอกชนิดของการเรียกใช้บริการ หมายเลขของวิทยุลูกข่ายที่ต้องการใช้บริการ

4. เมื่อ IRB รับสัญญาณ ISW ได้จะทำการดีเทกสัญญาณ ISW เพื่อส่งไปให้ RSC RSC เมื่อได้รับสัญญาณจาก IRB แล้วจะทำการส่งสัญญาณต่อไปยัง

1. CSC
2. TSC เพื่อบอกให้พร้อมที่จะทำการส่งสัญญาณ
3. TIB ที่ทำหน้าที่ควบคุมช่องสัญญาณควบคุม

5.CSCทราบว่ามีผู้ใช้ต้องการใช้งานช่องสัญญาณจะทำการตรวจสอบว่ามีช่องสัญญาณว่างหรือไม่ ถ้าพบว่า

1. ช่องสัญญาณว่าง CSC จะสั่งให้ TSC สร้างสัญญาณ GRANT OSW เพื่อส่งไปยังวิทยุลูกข่ายทางช่องสัญญาณควบคุม บอกให้วิทยุลูกข่ายทราบว่า สามารถใช้ช่องสัญญาณเสียงช่องใด ในขณะที่ TIB เริ่มส่งสัญญาณ GRANT OSW ทางช่องสัญญาณควบคุมนั้น CSC จะสั่งให้ TSC สร้างสัญญาณ HIGH SPEED HANDSHAKE เพื่อส่งไปยังวิทยุลูกข่าย
ทางช่องสัญญาณเสียงที่กำหนดให้ใช้ เพื่อตรวจสอบว่าวิทยุลูกข่าย ทำการเปลี่ยนความถี่ไปยังช่องสัญญาณที่กำหนดให้ใช้เรียบร้อยแล้วหรือยัง

2. ไม่ว่าง CSC จะสั่งให้ TSC สร้างสัญญาณ BUSY OSW เพื่อส่งไปยังวิทยุลูกข่ายทางช่องสัญญาณควบคุม บอกให้วิทยุลูกข่ายทราบว่าขณะนี้ระบบยังไม่สามารถให้บริการได้ ในขณะเดียวกันจะนำรายชื่อผู้ใช้ใส่ในลำดับของผู้ใช้รายใหม่

6. เมื่อวิทยุลูกข่ายที่กดปุ่ม PTT ได้รับสัญญาณ OSW ในช่องสัญญาณควบคุมแล้วจะทำดังนี้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

6.1 ในกรณีที่รับสัญญาณ GRANT OSW วิทยุลูกข่ายจะทำการเปลี่ยนความถี่ ไปยังช่องสัญญาณเสียงที่กำหนด ส่วนวิทยุลูกข่ายที่อยู่ในกลุ่มเดียวกับวิทยุลูกข่ายที่ทำการกดปุ่มPTT จะทำการเปลี่ยนความถี่ไปยังช่องสัญญาณเสียงที่กำหนดด้วย ในกรณีที่เป็นการเรียกแบบเป็นกลุ่ม

6.2 ในกรณีที่รับสัญญาณ BUSY OSW วิทยุลูกข่ายจะผลิตสัญญาณเสียงขึ้น เพื่อบอกให้ผู้ใช้ทราบว่าขณะนี้ระบบยังไม่พร้อมที่จะให้บริการ ให้ผู้ใช้รอเวลาที่ระบบสามารถให้บริการได้ โดยระบบจะส่งสัญญาณ GRANT OSW มาบอกให้วิทยุลูกข่ายทราบเมื่อระบบพร้อมที่จะให้บริการ

7. หลังจากที่วิทยุลูกข่ายได้รับสัญญาณ HIGH SPEED HANDSHAKE จากช่องสัญญาณเสียงที่ CSC กำหนดให้ใช้แล้ว จะส่งสัญญาณ ACKNOWLEDGE TONE ความถี่ 1800 Hz กลับไปให้สถานีแม่ข่าย เพื่อบอกให้สถานีแม่ข่ายทราบว่า วิทยุลูกข่ายเปลี่ยนความถี่ไปยังช่องสัญญาณเสียงที่กำหนดให้ใช้เรียบร้อยแล้ว

8. เมื่อ RIB ได้รับสัญญาณ ACKNOWLEDGE TONE จากวิทยุลูกข่ายแล้ว จะส่งสัญญาณไปบอกให้ CSC ทราบ CSC จะสั่งให้ TIB หยุดส่ง HIGH SPEED HANDSHAKE

9. จากนั้น CSC สั่งให้ TSC สร้างสัญญาณ LOW SPEED HANDSHAKEส่งไปกับช่องสัญญาณเสียงที่อนุญาตให้ใช้ เพื่อทำการ UNMUTE วิทยุลูกข่ายที่ผู้ใช้ต้องการจะติดต่อด้วย

10.เมื่อวิทยุลูกข่ายที่ผู้ใช้ต้องการติดต่อด้วยได้รับสัญญาณ LOW SPEED HANDSHAKE จะ UNMUTE และสามารถรับสัญญาณได้

11.ในระหว่างที่ทำการสนทนากันอยู่นั้น ผู้พูดจะต้องกดปุ่ม PTT ตลอดเวลาเพื่อส่งสัญญาณเสียงและสัญญาณ CONNECT TONE ความถี่ 105.88 Hz ไปบอกให้ CSC ทราบว่ายังใช้ช่องสัญญาณอยู่

12. เมื่อ CSC ได้รับสัญญาณ CONNECT TONE จาก RIB โดยผ่าน RSC จะอนุญาตให้วิทยุลูกข่ายใช้ช่องสัญญาณเสียงที่กำหนดให้นั้นต่อไป

13. หลังจากที่ผู้พูดปล่อยมือจากปุ่ม PTT วิทยุลูกข่ายจะสร้างสัญญาณ DISCONNECT TONE ความถี่ 163.64 Hz ผ่านทางช่องสัญญาณเสียงไปให้สถานีแม่ข่าย เพื่อบอกยกเลิกการใช้ช่องสัญญาณเป็นเวลา 200 มิลลิวินาที

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

14. หลังจากที่ CSC ได้รับสัญญาณ DISCONNECT TONE จาก RIB โดยผ่านทาง RSC แล้ว CSC จะสั่งให้ TSC เริ่มนับเวลา TIME-OUT TIMER (TOT)(เวลา TOT ที่ตั้งไว้ สามารถตั้งได้ 0-6วินาที DEFAULT ที่ 1.2 วินาที)

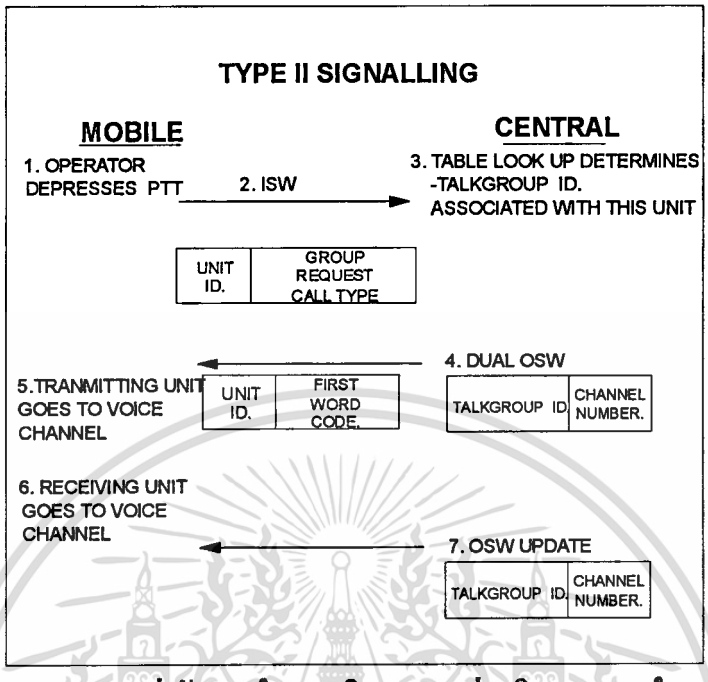
15. ในระหว่างที่ TSC ยังนับเวลา TOT ไม่ครบถ้ามีวิทยุลูกข่ายในกลุ่มรายอื่นกดปุ่ม PTT วิทยุลูกข่ายจะส่งสัญญาณ CONNECT TONE ไปให้สถานีแม่ข่ายเมื่อ CSC ได้รับสัญญาณ CONNECT TONE จะทำการรีเซตเวลาใน TOT แล้ว อนุญาตให้ผู้ใช้ใช้งานช่องสัญญาณได้ต่อไป ถ้าหาก TSC นับเวลาจนครบเวลา TOT แล้ว CSC ยังไม่ได้รับสัญญาณ CONNECT TONE CSC จะสั่งให้ TSC สร้างสัญญาณ DISCONNECT WORD ส่งไปยังวิทยุลูกข่ายทางช่องสัญญาณเสียงที่กำหนดให้ใช้ เพื่อบอกให้วิทยุลูกข่ายกลุ่มนั้นเปลี่ยนความถี่กลับไปยังช่องสัญญาณควบคุมดังเดิม

16. เมื่อวิทยุลูกข่ายได้รับสัญญาณ DISCONNECT WORD แล้ววิทยุลูกข่ายจะเปลี่ยนความถี่กลับไปยังช่องสัญญาณควบคุมดังเดิม

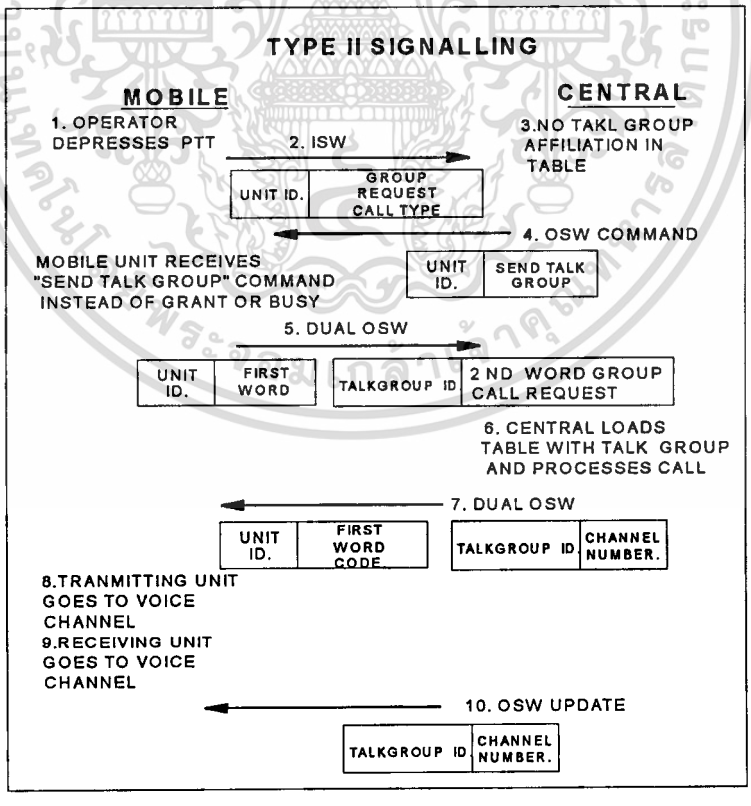
ส่วนการทำงานและการส่งสัญญาณในระบบวิทยุเฉพาะกลุ่มชนิด TYPE II จะคล้ายชนิด TYPE I เพียงแต่ตัดสัญญาณ HIGH SPEED HANDSHAKE และACKNOWLEDGE TONE ออกเท่านั้น และการส่งสัญญาณ OSW และ ISW แตกต่างกันคือ เมื่อผู้ใช้กดปุ่ม PTT วิทยุลูกข่ายจะส่งสัญญาณ ISW เวิร์ดที่ 1 ไปให้สถานีแม่ข่ายเท่านั้น CSC จะทำการเปรียบหมายเลขประจำตัวเฉพาะราย (INDIVIDUAL ID) ที่รับได้กับที่บันทึกไว้ในหน่วยความจำ ถ้าหมายเลขตรงกัน CSC จะตรวจดูช่องสัญญาณว่าว่างหรือไม่เพื่อส่งสัญญาณ GRANT/BUSY OSW (ส่งทั้ง 2 เวิร์ด) กลับไปบอกวิทยุลูกข่าย ส่วนสัญญาณที่ส่งไปเพื่อปรับ (UPDATE) วิทยุลูกข่ายจะส่งสัญญาณไปเฉพาะเวิร์ดที่ 2 ดังแสดงในรูปที่ 3.4

ในกรณีที่หมายเลขประจำตัวเฉพาะราย ที่สถานีแม่ข่ายรับไม่ได้ตรงกับหมายเลขในหน่วยความจำเนื่องจากวิทยุลูกข่ายเครื่องนั้นทำการเปลี่ยน TALK GROUP ใหม่ ซึ่งข้อมูลในหน่วยความจำยังไม่ได้ทำการ ปรับใหม่ ในกรณีนี้สถานีแม่ข่ายจะทำการส่งสัญญาณ OSW COMMAND กลับไปบอกวิทยุลูกข่ายเพื่อให้วิทยุลูกข่ายทำการส่งสัญญาณ ISW ใหม่ โดยจะต้องส่งทั้ง 2 เวิร์ดไปให้สถานีแม่ข่าย เพื่อให้ CSC ทำการ ปรับข้อมูลในหน่วยความจำ ดังแสดงในรูปที่ 3.5

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3.4 แสดงการส่งสัญญาณในระบบวิทยุเฉพาะกลุ่มชนิด TYPE II ในกรณีที่หมายเลขประจำตัวเฉพาะรายที่สถานีแม่ข่ายรับได้ตรงกับหมายเลขในหน่วยความจำ



รูปที่ 3.5 แสดงการส่งสัญญาณในระบบวิทยุเฉพาะกลุ่มชนิด TYPE II ในกรณีที่หมายเลขประจำตัวเฉพาะรายที่สถานีแม่ข่ายรับไม่ได้ตรงกับหมายเลขในหน่วยความจำ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากการที่ระบบวิทยุเฉพาะกลุ่มสามารถให้บริการในการเรียกโทรศัพท์ได้ ดังนั้นในสถานีแม่ข่ายจึงต้องมีอุปกรณ์ในการทำหน้าที่นี้ คือ CENTRAL INTERCONNEC TERMINAL (CIT)

CIT เป็นส่วนที่มาเพิ่มความสามารถในการให้บริการของระบบ กับวิทยุมือถือ (PORTABLE) และวิทยุติดรถยนต์ (MOBILE) รุ่นที่มีแผ่นคีย์ (KEYPAD) สำหรับเรียกโทรศัพท์ได้ ทำให้วิทยุลูกข่ายสามารถโทรศัพท์ติดต่อกับผู้ใช้ในระบบโทรศัพท์ภายนอกได้ และผู้ใช้ในระบบโทรศัพท์ภายนอกก็สามารถโทรศัพท์ติดต่อกับผู้ใช้ในระบบวิทยุเฉพาะกลุ่มได้เช่นเดียวกัน โดยในการติดต่อกันนั้นเป็นไปอย่างอัตโนมัติ ไม่ต้องผ่านผู้ประสานงาน (DISPATHER)

CIT สามารถใช้ติดต่อกับโทรศัพท์ทั้งกดบปุ่ม และแบบหมุน ซึ่งโทรศัพท์กดปุ่มสามารถต่อเข้ายัง CIT ได้ตรงเลย ส่วนโทรศัพท์แบบหมุนนั้นจะต้องต่อกับ EXTERNAL DTMF DIALING DEVICE ก่อนจึงสามารถต่อเข้ากับ CIT ได้

ในระหว่างการสนทนาตัวทวนสัญญาณจะทำงานแบบสองทาง (FULL DUPLEX) ส่วนวิทยุลูกข่ายจะทำงานแบบ ทางเดียว (HALF DUPLEX)

ส่วนประกอบต่างๆของ CIT มีดังนี้

1. MASTER CONTROL BOARD (MCB)
2. MATRIX BOARD (MB)
3. PHONE LINE INTERFACE BOARD (PLIB)
4. TELEPHONE REPEATER INTERFACE BOARD (TRIB)

1. MASTER CONTROL BOARD (MCB)

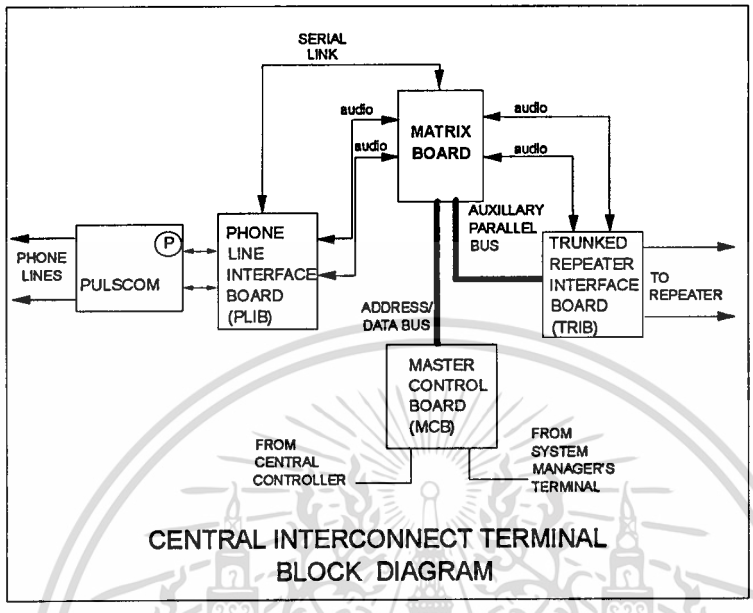
MCB เป็นส่วนควบคุมการทำงานภายใน CIT โดยซอฟแวร์ของ MCB ทำหน้าที่

1. ดำเนินงานในการเรียกโทรศัพท์ โดยการส่งคำสั่งที่เหมาะสมไปยังส่วนต่างๆต่อไปนี้
   - PLIB โดยผ่านทางสาย SERIAL LINK จากส่วน ACIA ใน MATRIX BOARD
   - ควบคุมเส้นทางของเสียงผ่านทาง MATRIX BOARD
   - ติดต่อกับ TRIB
   - ติดต่อกับ CENTRAL CONTROLLER โดยผ่านทาง RS 232-C
   - ติดต่อกับเทอร์มินัล (TERMINAL) ภายนอก เพื่อแสดงผลการทำงานออกทางจอภาพ
2. ทำการติดต่อสื่อสารสำหรับการเรียกแบบโมบาย (DIALING AUTHORIZATION FOR MOBILE ORIGINATED CALL)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3. ทำการวินิจฉัยตัว CIT เอง

4. คำนวนเวลาที่ใช้ในการสนทนา เพื่อเก็บเงินค่าบริการ



รูปที่ 3.6 แสดงส่วนประกอบต่างๆของ CIT

2. MATRIX BOARD (MB)

การทำงานของ MATRIX BOARD จะถูกควบคุมโดย MCB เพื่อเชื่อมเส้นทางของสัญญาณเสียงระหว่างสายโทรศัพท์ กับตัวทวนสัญญาณ

3. PHONE LINE INTERFACE BOARD (PLIB)

PLIB เป็นส่วนที่เชื่อมต่อระหว่าง CIT กับระบบโทรศัพท์ ดังนั้นในส่วนนี้จะต่อกับสายขององค์การโทรศัพท์ 3 สายในแต่ละ BOARD สายที่ต่อมาจากองค์การโทรศัพท์เรียกว่าเทลโก

ส่วนประกอบของส่วนที่เชื่อมต่อกับสาย TELCO มีดังนี้

-หม้อแปลง 1 อันใช้สำหรับการเปลี่ยนจากสาย BALANCED เป็น UNBALANCED

-ไมโครโปรเซสเซอร์ 2 ตัว ใช้ในการควบคุมการติดต่อ เช่น การยกเลิกการติดต่อ (DISCONNECT) การผลิตสัญญาณกระดิ่ง (RINGING)

4. TELEPHONE REPEATER INTERFACE BOARD (TRIB)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

TRIB เป็นส่วนที่ใช้เชื่อมต่อระหว่างตัวทวนสัญญาณ กับ CIT ซึ่ง TRIB 1 BOARD ใช้เชื่อมต่อกับตัวทวนสัญญาณได้ 3 เครื่อง จึงประกอบไปด้วยส่วนในการเชื่อมต่อสัญญาณเสียง 3 ส่วน และดิจิตอลลอจิก (DIGITAL LOGIC) 1 ส่วน ส่วนดิจิตอลลอจิกจะถูกควบคุมโดย MASTER CONTROL BOARD เพื่อส่งคำสั่งไปยังตัวทวนสัญญาณให้ MUTE หรือ รับ-ส่งแบบ ดูเพล็กซ์

ในแต่ละส่วนที่เป็นการเชื่อมต่อกับสัญญาณเสียง (AUDIO INTERFACE) นั้น จะมีการแปลงสัญญาณเสียงจาก 2-WIRE UNBALANCED จาก MATRIX BOARD ให้เป็น 4-WIRE BALANCED เพื่อส่งไปยังตัวทวนสัญญาณ

ขั้นตอนการทำงานของระบบวิทยุเฉพาะกลุ่มในการเรียกโทรศัพท์ แบ่งเป็น 2 กรณีดังนี้

1.วิทยุลูกข่ายเรียกโทรศัพท์ติดต่อกับผู้ใช้โทรศัพท์ภายนอกระบบวิทยุเฉพาะกลุ่ม มีลำดับขั้นตอนการทำงานดังนี้

1.1 เมื่อวิทยุลูกข่ายกดปุ่มสวิตช์ต่อภายนอก (INTERCONNECT SWITCH) ตัววิทยุลูกข่ายจะส่งสัญญาณ ISW ไปยังสถานีแม่ข่าย เพื่อขอใช้บริการแบบเรียกโทรศัพท์

2.2 หลังจากสถานีแม่ข่ายได้รับสัญญาณ ISW จากวิทยุลูกข่าย จะทราบว่าวิทยุลูกข่ายเครื่องใดต้องการติดต่อกับผู้ใช้โทรศัพท์ภายนอกระบบ

CSC จะทำการตรวจสอบว่าวิทยุเครื่องนี้สามารถติดต่อกับผู้ใช้โทรศัพท์ภายนอกระบบได้หรือไม่ (ตามที่ผู้ควบคุมระบบได้ทำการโปรแกรมไว้)

<u>กรณีที่ 1</u> ไม่สามารถติดต่อกับผู้ใช้โทรศัพท์ภายนอกระบบได้ CSC จะผลิตสัญญาณ TWO BUSY OSW เพื่อส่งกลับไปให้วิทยุลูกข่ายทราบว่า ผู้ใช้ไม่สามารถติดต่อกับผู้ใช้โทรศัพท์ภายนอกระบบได้

<u>กรณีที่ 2</u> สามารถติดต่อกับผู้ใช้โทรศัพท์ภายนอกระบบได้ CSC จะทำการตรวจสอบช่องสัญญาณว่าว่างหรือไม่

1. ช่องสัญญาณไม่ว่าง CSC จะใส่รายชื่อวิทยุลูกข่ายลงไปในลำดับของผู้ใช้รายใหม่แล้วผลิตสัญญาณ BUSY OSW กลับไปบอกให้ผู้ใช้ทราบ

2. ช่องสัญญาณว่าง CSC จะส่งสัญญาณไปบอกให้ MCB ทราบว่าต้องใช้ช่องสัญญาณในการให้บริการผู้ใช้เมื่อMCBได้รับสัญญาณแล้วจะทำการตรวจสอบรายชื่อผู้ใช้ที่จัดทำเอาไว้ (AUTHORIZATION LIST) ว่ามีระดับ 2 หรือมากกว่า (2-5) หรือไม่ ถ้าตรวจสอบแล้วพบว่าไม่อยู่ MCB จะส่งสัญญาณ DISCONNECT WORDไปกับช่องสัญญาณเสียงที่ CSC กำหนดให้ใช้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เพื่อบอกยกเลิกการติดต่อกับวิทยุลูกข่าย ในกรณีนี้วิทยุลูกข่ายจะไม่ได้รับสัญญาณการเรียก (DIAL TONE)

ถ้ากรณีที่ MCB ตรวจสอบพบว่าวิทยุลูกข่ายอยู่ในระดับ 2-5 MCB จะทำการต่อสายโทรศัพท์ขององค์การโทรศัพท์ ของ PLIB ที่ว่าง แล้วทำการฮอฟฮุก (OFF HOOK) ที่ PULSECOM

3. เมื่อPLIB ได้รับ DIAL TONE จากชุมสายโทรศัพท์แล้ว PLIB จะส่งสัญญาณให้ MCB ทราบว่าสามารถใช้โทรศัพท์ได้

4. จากนั้น MCB จะทำการเชื่อมสาย PLIB และ TRIB ที่ MATRIX BOARD แล้วทำการส่ง DIAL TONE ไปยังวิทยุลูกข่ายที่ต้องการเรียกโทรศัพท์

5. เมื่อวิทยุลูกข่ายได้รับ DIAL TONE จะเริ่มทำการกดหมายเลขของผู้ใช้โทรศัพท์ที่ต้องการติดต่อด้วยแล้วส่งหมายเลขนั้นไปให้สถานีแม่ข่าย หลังจากที่ TRIB ได้รับหมายเลขโทรศัพท์แล้วจะส่งหมายเลขไปให้ PLIB เพื่อทำการถอดรหัสสัญญาณ แล้วจึงส่งไปให้ MCB

6. MCB จะทำการตรวจสอบว่าหมายเลขที่ส่งมาถูกต้องหรือไม่ ถ้าถูกต้องจะส่งหมายเลขโทรศัพท์นั้นกลับไปให้ PLIB MICROPROCESSOR เพื่อสร้างสัญญาณ DTMF แล้วทำการส่งไปให้ชุมสายโทรศัพท์ต่อไป

7.เมื่อผู้ใช้โทรศัพท์ปลายทางรับสายโทรศัพท์แล้วผู้ใช้วิทยุลูกข่ายกับผู้ใช้โทรศัพท์สามารถทำการสนทนากันได้เหมือนการใช้งานโทรศัพท์ทั่วไปในกรณีที่โทรศัพท์ปลายทางไม่ว่างชุมสายจะทำการส่งสัญญาณ BUSY TONE กลับมา เมื่อ PLIB ได้รับ BUSY TONE จะส่งต่อไปให้ TRIB เพื่อส่งต่อไปให้วิทยุลูกข่ายทราบต่อไป

8. จากการที่ระบบวิทยุเฉพาะกลุ่มเป็นระบบที่ต้องใช้งานร่วมกันระหว่างผู้ใช้จำนวนมากจึงต้องมีการกำหนดเวลาในการใช้งานในการเรียก เมื่อหมดเวลาที่ CSC อนุญาตแล้ว MCB จะสร้างสัญญาณเตือนผู้ใช้ทราบเป็นเวลา 5 วินาที หลังจากที่ส่งสัญญาณเตือนแล้ว 15 วินาที CSC จะทำการตัดการติดต่อนั้นทันที เป็นอันสิ้นสุดการเรียก

ผู้ใช้วิทยุลูกข่ายจะทำการยกเลิกการเรียกโทรศัพท์โดยการกดปุ่มสวิตช์ติดต่อภายนอก อีกครั้งเพื่อส่งสัญญาณ ISW ไปให้สถานีแม่ข่าย เพื่อบอกให้ CSC ทราบว่าวิทยุลูกข่ายได้ทำการยกเลิกการเรียกโทรศัพท์เรียบร้อยแล้ว และกลับเข้ามาใช้งานในโหมดปกติ (โหมด TALK GROUP CALL) ถ้าผู้ใช้วิทยุลูกข่ายไม่ทำการกดปุ่มสวิตช์ติดต่อภายนอก หลังจากการเรียกโทรศัพท์แล้วจะทำให้วิทยุลูกข่ายขาดการติดต่อกับกลุ่ม

2. ผู้ใช้โทรศัพท์ภายนอกระบบโทรศัพท์ติดต่อกับผู้ใช้โทรศัพท์ในระบบวิทยุเฉพาะกิจ มีลำดับขั้นตอนการทำงานดังนี้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.1 ผู้ใช้โทรศัพท์กดหมายเลข CIT

2.2 ชุมสายจะส่งสัญญาณ RINGING มาที่สถานีแม่ข่าย เมื่อวงจร RING DETECTOR ตรวจจับสัญญาณ RINGING ได้จะส่งสัญญาณไปให้ PLIB เพื่อบอกให้ทราบว่ามีการเรียกเข้ามา (INCOMING CALL)

3. MCB จะสั่งให้ PLIB ทำการเชื่อมต่อสายภายในให้ครบวงจร

4. จากนั้นส่งสัญญาณ PROMPT TONE ส่งกลับไปให้ผู้ใช้โทรศัพท์ทราบ

5. เมื่อผู้ใช้โทรศัพท์ได้รับสัญญาณ PROMPT TONE จะเริ่มกดหมายเลขวิทยุลูกข่าย 4 หลัก

6. PLIBได้รับหมายเลขวิทยุลูกข่ายจากผู้ใช้โทรศัพท์แล้ว จะเปลี่ยนสัญญาณนั้นให้เป็นดิจิตอล แล้วส่งไปยังMCBเพื่อตรวจสอบหมายเลขวิทยุลูกข่ายที่รับเข้ามากับหมายเลขวิทยุลูกข่ายที่จัดทำรายชื่อเอาไว้ ดังนี้

6.1 วิทยุลูกข่ายเครื่องนี้ได้รับอนุญาตให้ใช้งานแบบการเรียกโทรศัพท์หรือไม่

6.2 การส่งเป็นแบบซิมเพล็กซ์ หรือ ดูเพล็กซ์

6.3 เวลาที่อนุญาตให้ใช้งาน

เมื่อ MCB ทำการตรวจสอบแล้วพบว่าหมายเลขวิทยุลูกข่ายที่ได้รับเข้ามาไม่ได้รับอนุญาตให้ใช้งานการเรียกโทรศัพท์ MCB จะสั่งให้ PLIB ผลิตสัญญาณไม่ว่าง กลับไปให้ผู้ใช้โทรศัพท์ จากนั้น CIT ทำการยกเลิกการติดต่อนี้โดยการออนฮุก

ถ้าวิทยุลูกข่ายได้รับอนุญาตให้ใช้การเรียกโทรศัพท์ได้ MCB จะสั่งให้ PLIB สร้างสัญญาณ FAST RINGING ไปให้ผู้ใช้โทรศัพท์ แล้วส่งสัญญาณ CSC ทราบว่ามีผู้ต้องการติดต่อโทรศัพท์กับผู้ใช้วิทยุลูกข่าย

7. CSC ทำการตรวจสอบช่องสัญญาณว่าว่างหรือไม่

7.1 ช่องสัญญาณไม่ว่าง จะใส่รายชื่อผู้เรียกโทรศัพท์ในลำดับของผู้ใช้รายใหม่ แล้วส่งสัญญาณ FAST RINGING ไปให้ผู้ใช้โทรศัพท์

7.2 ช่องสัญญาณว่าง จะส่งสัญญาณ OSW ไปให้วิทยุลูกข่ายที่ต้องการติดต่อ ภายในเวลา 30 วินาทีถ้ายังไม่ได้รับสัญญาณ ACKNOWLEDGE ISW จากวิทยุลูกข่าย CSC จะบอกให้ MCB ยกเลิกการติดต่อกับผู้ใช้โทรศัพท์ (ออฟฮุก)

8. เมื่อ CSC ได้รับสัญญาณ ACKNOWLEDGE ISW จากวิทยุลูกข่ายจะสั่งให้ MCB เปลี่ยนการส่งสัญญาณจาก FAST RINGING เป็น SLOW RINGING

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

9. เมื่อผู้ใช้วิทยุลูกข่ายตอบรับการเรียก โดยกดปุ่มต่อออกไปภายนอก แล้ววิทยุลูกข่ายจะส่งสัญญาณ INTERCONNECT ISW ไปให้ CSC เมื่อ CSC ได้รับแล้วจะทำสิ่งต่อไปนี้

9.1 ส่งสัญญาณ OSW เพื่อบอกช่องสัญญาณที่อนุญาตให้ใช้ ไปบอกให้วิทยุลูกข่าย

9.2 ส่งสัญญาณไปบอกให้ MCB ทราบช่องสัญญาณเสียงที่กำหนดให้ใช้ในการติดต่อว่าเป็นช่องใด

10. MCB ทำการเชื่อมต่อ PLIB และ TRIB เข้าด้วยกัน จากนั้นผู้ใช้โทรศัพท์และผู้ใช้วิทยุลูกข่ายสามารถทำการสนทนากันได้ จนกระทั่งเสร็จสิ้นการติดต่อ หรือหมดเวลาที่อนุญาตให้ใช้งานช่องสัญญาณแล้ว โดย MCB จะส่งสัญญาณเตือนให้ผู้ใช้ทราบเป็นเวลา 5 วินาที หลังจากนั้น 15 วินาที CSC จะทำการยกเลิกการติดต่อ เป็นอันสิ้นสุดการเรียก

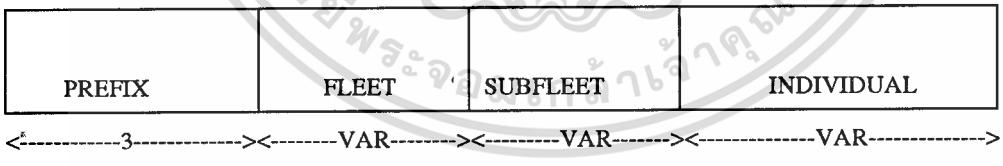
11.วิทยุลูกข่ายจะต้องกดปุ่มสวิตช์ติดต่อภายนอก เพื่อกลับเข้ามาใช้งานในโหมด TALK GROUP CALL ตามปกติ

3.4 ข้อแตกต่างระหว่างรูปแบบสัญญาณของระบบ TYPE I และ TYPE II

รูปแบบสัญญาณของระบบวิทยุเฉพาะกลุ่ม TYPE I จะใช้จำนวน ADDRESS BIT 16 บิท เพื่อบอก

1. PREFIX
2. FLEET ID
3. SUBFLEET ID
4. INDIVIDUAL ID

ซึ่งมีการจัดเรียงดังต่อไปนี้



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ทำให้เกิดรูปแบบสัญญาณได้ 14 รูปแบบดังนี้

A	PPP FFFFFF SS IIII
B	PPP FFFF SSS IIIII
C	PPP FFF SSS IIIIII
D	PPP SSSS IIIIIII
E	PPP FFFFFF SS IIII
F	PPP FFFFF SSS IIII
G	PPP FFFFF SS IIIII
H	PPP FFFF SS IIIIII
I	PPP FFF SS IIIIIII
J	PPP FF SSS IIIIIII
K	PPP F SSSS IIIIIII
M	PP SSSS IIIIIIII
O	P SSSS IIIIIIIII
Q	SSSS IIIIIIIII

เมื่อ P หมายถึง PREFIX

F หมายถึง FLEET ID

S หมายถึง SUBFLEET ID

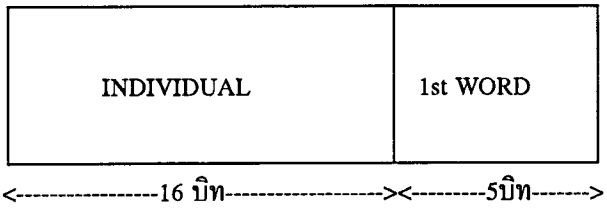
I หมายถึง INDIVIDUAL ID

การจัดเรียงรูปแบบสัญญาณแบบนี้ ทำให้เกิดข้อจำกัดในการใช้งาน เนื่องจากในระบบใดที่มีผู้ใช้งานในแต่ละกลุ่มจำนวนมาก จำนวนกลุ่มที่ใช้ในระบบจะน้อยลง ในทางตรงกันข้ามถ้าระบบมีจำนวนกลุ่มใช้งานมาก จำนวนผู้ใช้งานในแต่ละกลุ่มจะถูกจำกัดให้มีจำนวนน้อยลง อีกทั้งเวลาในการเข้าถึงระบบ (ACCESS TIME) ใช้เวลานานถึง 450 มิลลิวินาที

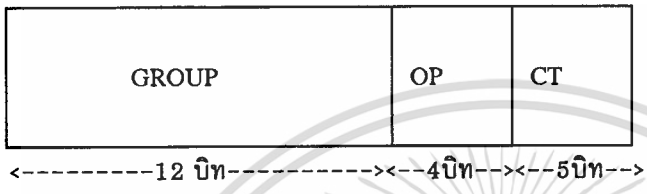
ทำให้เกิดการปรับปรุงระบบวิทยุเฉพาะกลุ่มเป็นชนิด TYPE II ขึ้นโดยทำการเปลี่ยนแปลงรูปแบบของสัญญาณในการติดต่อออกเป็น 2 เวิร์ด (WORD) ทั้งสัญญาณ ISW และ OSW โดยสัญญาณทั้ง 2 เวิร์ด มีรูปแบบดังนี้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

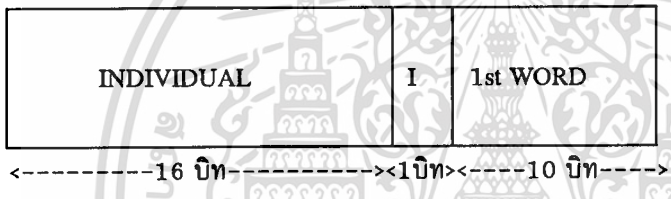
TYPE II ISW 1st WORD



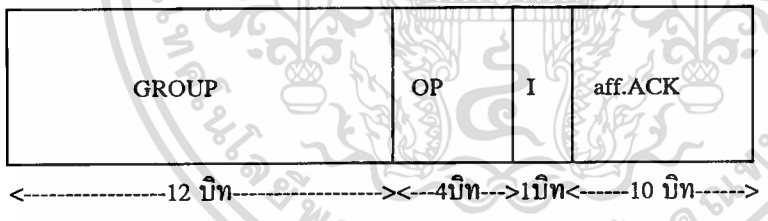
2nd WORD AFFILIATION



TYPE II OSW 1 st WORD



2nd WORD AFFILIATION



3.5 ช่วงเวลาในการเข้าถึงระบบ (ACCESS TIME)

จากรูปที่ 3.7 และ 3.8 แสดงช่วงเวลาเข้าถึงระบบของระบบ ชนิด TYPE I และ TYPE II รูปที่ 3.7 จะพบว่าระบบชนิด TYPE I ใช้เวลาตั้งแต่ผู้ใช้วิทยุลูกข่ายเริ่มกดปุ่ม PTT จนกระทั่งวิทยุลูกข่ายสามารถใช้ ช่องสัญญาณได้ เป็นเวลา 450 มิลลิวินาที จะเห็นว่าใช้เวลานานมาก ดังนั้นในระบบชนิด TYPE II จึงได้ทำการปรับปรุงระบบให้ใช้เวลาในการเข้าถึงระบบน้อยลง ดังแสดงในรูปที่ 3.8 จากรูปที่ 3.8 จะพบว่าในระบบชนิด TYPE II นั้นระบบได้ตัดสัญญาณ HIGH SPEED HANDSHAKE ออกไป ทำให้เวลาในการเข้าถึงระบบเหลือเพียง 252 มิลลิวินาที

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากการวิเคราะห์เมื่อไม่ใช้สัญญาณ HIGH SPEED HANDSHAKE กับการใช้สัญญาณ HIGH SPEED HANDSHAKE ในกรณีที่เปิดวิทยุลูกข่ายตลอด 24 ชั่วโมงใน 1 วันการเรียก 5 ครั้งต่อ 1 ชั่วโมง และการจางหายเนื่องจากสิ่งแวดล้อมภายนอก 20 dBQ จะพบว่าความน่าจะเป็นที่วิทยุลูกข่ายที่ทำหน้าที่เป็นเครื่องส่งจะทำการส่งในช่องสัญญาณผิดพลาด

- ใช้สัญญาณ HIGH SPEED HANDSHAKE โอกาสผิดพลาด 1 ครั้งในเวลา $1.4*10^6$ ปี (Myears)

- ไม่ใช้สัญญาณ HIGH SPEED HANDSHAKE โอกาสผิดพลาด 1 ครั้งในเวลา $14*10^3$ ปี (Kyears)

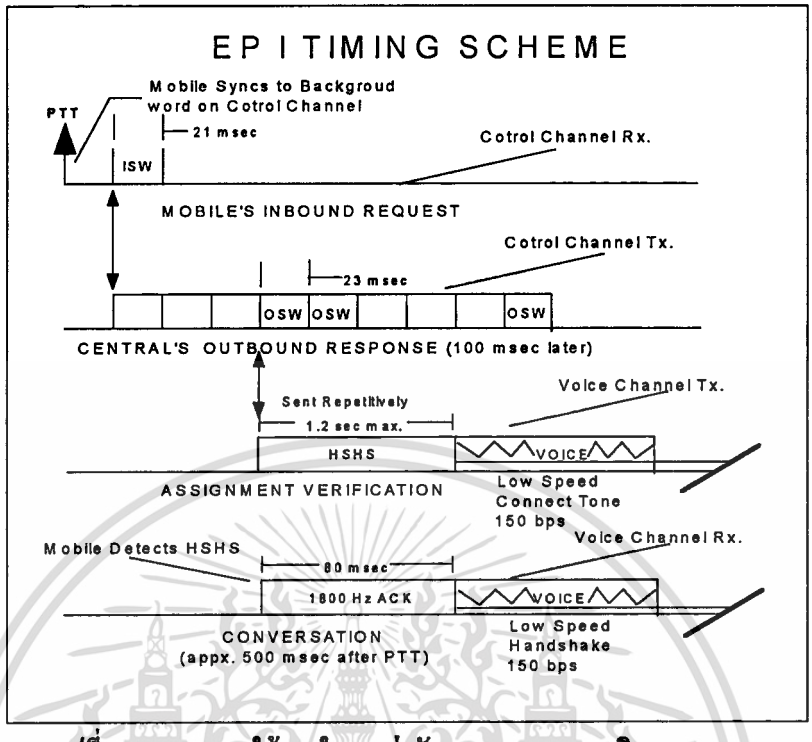
ความน่าจะเป็นที่วิทยุลูกข่ายที่ทำหน้าที่เป็นเครื่องรับจะ UNMUTE ในช่องสัญญาณผิดพลาด

- ใช้สัญญาณ HIGH SPEED HANDSHAKE โอกาสผิดพลาด 2.4 ครั้งในเวลา 1 ปี

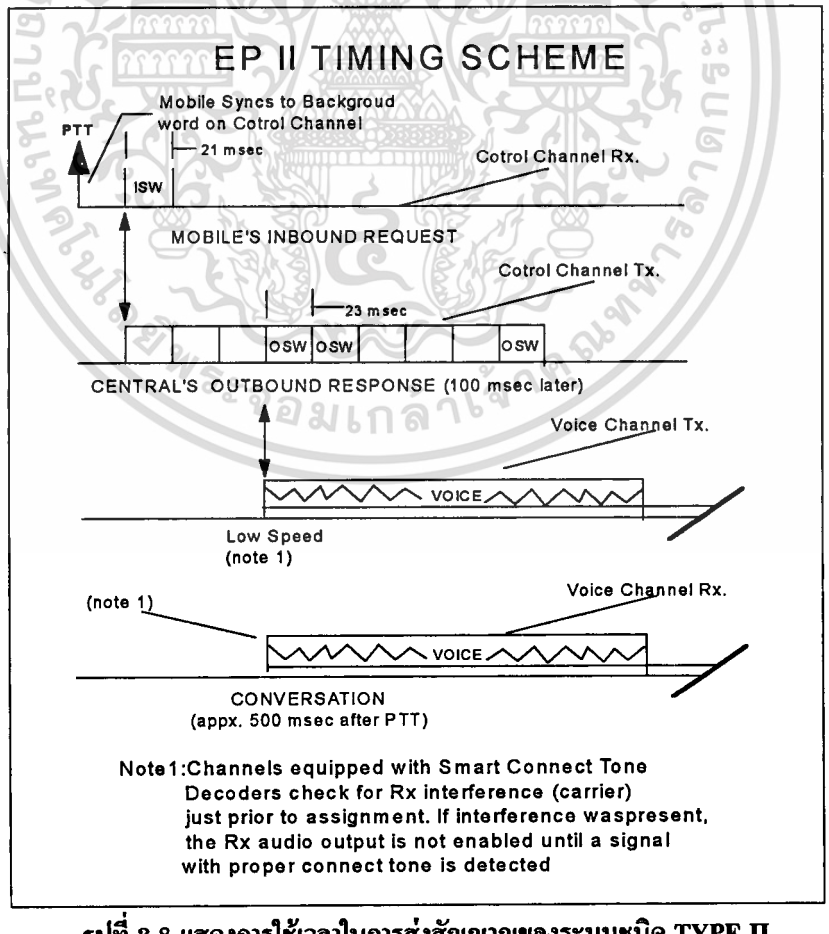
- ไม่ใช้สัญญาณ HIGH SPEED HANDSHAKE โอกาสผิดพลาด 2.2 ครั้งในเวลา $2.2*10^3$ ปี (Kyears)

จะเห็นว่าการที่ระบบไม่ใช้สัญญาณ HIGH SPEED HANDSHAKE ระบบสามารถทำงานได้ดีขึ้น เนื่องจากการที่วิทยุเครื่องรับจะ UNMUTE ในช่องสัญญาณผิดพลาดมีน้อยลง ส่วนโอกาสที่เครื่องส่งจะทำการส่งผิดพลาดในกรณีที่ไม่ใช้สัญญาณ HIGH SPEED HANDSHAKE มีมากขึ้นแต่ก็ถือว่าเป็นโอกาสในการเกิดต่ำมาก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3.7 แสดงการใช้เวลาในการส่งสัญญาณของระบบชนิด TYPE I



รูปที่ 3.8 แสดงการใช้เวลาในการส่งสัญญาณของระบบชนิด TYPE II

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.6 ลักษณะเด่นในการใช้งานระบบวิทยุเฉพาะกลุ่ม (STANDARD SYSTEM ACCESS FEATURES) มีดังนี้

1. TALK PROHIBIT TONES เมื่อผู้ใช้ต้องการใช้ช่องสัญญาณโดยกดปุ่ม PTT ในขณะที่ไม่มีช่องสัญญาณในระบบ ผู้ใช้จะได้รับสัญญาณ TALK PROHIBIT TONES เพื่อบอกให้ผู้ใช้ทราบว่าระบบไม่พร้อมที่จะให้บริการขณะนี้ นอกจากนั้น TALK PROHIBIT TONES ยังใช้เป็นสัญญาณเพื่อบอกให้ผู้ใช้ทราบว่าขณะนี้วิทยุลูกข่ายไม่สามารถติดต่อกับสถานีแม่ข่ายได้ เนื่องจาก

- วิทยุลูกข่ายอยู่นอกพื้นที่การให้บริการของสถานีแม่ข่าย
- ระบบวิทยุเฉพาะกลุ่มหยุดให้บริการ

2. BUSY QUEUING/CALL BACK เมื่อผู้ใช้อยู่ในพื้นที่ให้บริการของระบบ เมื่อเริ่มการเรียกแล้วได้รับสัญญาณ TALK PROHIBIT TONES เนื่องจากไม่มีช่องสัญญาณว่างในการให้บริการ CENTRAL CONTROLLER จะใส่ชื่อผู้ใช้ไว้ในลำดับของผู้ใช้รายใหม่ เพื่อรอการให้บริการแบบ FIFO (FIRST IN FIRST OUT) เมื่อช่องสัญญาณว่าง CENTRAL CONTROLLER จะส่งสัญญาณ CALL BACK กลับไปหาวิทยุลูกข่ายเพื่อบอกให้ผู้ใช้ทราบว่าระบบพร้อมที่จะให้บริการแล้ว ผู้ใช้จะได้ยินเสียงบี๊บ ติดต่อกันสั้นๆ จากนั้นผู้ใช้ก็สามารถใช้ช่องสัญญาณภายในระบบได้

3. AUTOMATIC RETRY เมื่อผู้ใช้เริ่มการเรียก วิทยุลูกข่ายจะส่งสัญญาณ ISW ผ่านทางช่องสัญญาณควบคุมไปยัง CENTRAL CONTROLLER ซึ่ง CENTRAL CONTROLLER อาจไม่ได้รับสัญญาณ ISW ที่วิทยุลูกข่ายส่งไปครั้งแรกเนื่องจาก เกิดการจางหายของสัญญาณ ISW หรือ เกิดจากการที่วิทยุลูกข่าย 2 เครื่องเริ่มต้นการเรียกพร้อมกัน ทำให้สัญญาณเกิดการรบกวนซึ่งกันและกันทำให้รับสัญญาณไม่ได้

ดังนั้นเมื่อวิทยุลูกข่ายที่เริ่มการเรียกไม่ได้รับสัญญาณ GRANT OSW หรือ BUSY OSW จากสถานีแม่ข่าย วิทยุลูกข่ายจะทำการส่งสัญญาณ ISW ซ้ำจนกว่าจะได้รับสัญญาณ GRANT OSW หรือ BUSY OSW จากสถานีแม่ข่ายจึงทำการหยุดส่ง หรือ เมื่อเวลาผ่านไป 4 วินาทีหลังจากผู้ใช้ปล่อยมือจากปุ่ม PTT (วิทยุลูกข่ายทำการส่งสัญญาณ ISW ไปยังสถานีแม่ข่ายเป็นจำนวน 16 ครั้ง)

4. ลำดับความสำคัญของผู้ใช้ (USER PRIORITY) ในระบบวิทยุเฉพาะกลุ่ม จะมีการแบ่งระดับ ความสำคัญ ในการใช้งานภายในระบบ ผู้ใช้ที่มีระดับความสำคัญสูงกว่าจะได้รับการให้บริการก่อนผู้ใช้ที่มีระดับความสำคัญต่ำกว่าซึ่งระดับความสำคัญของผู้ใช้นี้จะมีผลในการใช้งานเฉพาะในกรณีที่ช่องสัญญาณเสียงของระบบไม่ว่างเท่านั้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ชนิดของระดับความสำคัญ มีดังนี้

1. EMERGENCY CALL PRIORITY ส่วนมากระดับความสำคัญชนิดนี้จะถูกโปรแกรมให้มีระดับสูงสุดเสมอ เนื่องจากเป็นการเรียกที่มีความสำคัญ เมื่อ CENTRAL CONTROLLER ได้รับสัญญาณการเรียกใช้บริการแบบ EMERGENCY CALL จะเลือกปฏิบัติวิธีหนึ่งวิธีใดดังนี้ ในกรณีที่ช่องสัญญาณไม่ว่าง

1.1 ใส่ชื่อผู้ใช้ที่ทำการเรียกแบบ EMERGENCY CALL ไว้บนคิวสูงสุดในคิวของผู้ใช้รายใหม่ เพื่อให้สามารถใช้ช่องสัญญาณเสียงได้ก่อนผู้ใช้รายอื่น

1.2 ทำการตัดการใช้งานช่องสัญญาณเสียงของผู้ใช้ที่มีระดับความสำคัญต่ำสุด แล้วใช้งานช่องสัญญาณเสียงนั้นแทนการส่ง EMERGENCY ALARM จะส่งผ่านทางช่องสัญญาณควบคุม

2. USER DEFINED PRIORITY LEVELS ผู้ควบคุมระบบสามารถสร้างระดับความสำคัญ ในการใช้งานของผู้ใช้ภายในระบบได้ แล้วเก็บข้อมูลของผู้ใช้แต่ละคนไว้ใน SAC (SUBSCRIBER ACCESS CONTROL)

3. SHARED USER PARTIONING ในระบบวิทยุเฉพาะกลุ่มอนุญาตให้กำหนดช่องสัญญาณเสียงเพื่อสำรองไว้ใช้งานกับผู้ใช้ที่กำหนดไว้ได้ โดยผู้ใช้รายอื่นๆ จะมีสิทธิในการใช้ช่องสัญญาณเสียงนั้นน้อยกว่าผู้ใช้กลุ่มที่กำหนดไว้เฉพาะนั้น

4. RECENT USER PRIORITY เป็นระดับความสำคัญที่เข้ามาช่วยให้การสนทนาของผู้ใช้เป็นไปอย่างต่อเนื่อง ในกรณีที่ผู้ใช้ในกลุ่มโต้ตอบการสนทนาช้า หลังจากที่ TSC นับเวลา TIME-OUT TIMER เสร็จเรียบร้อยแล้ว วิทยุลูกข่ายจะกลับมาที่ช่องสัญญาณควบคุม CENTRAL CONTROLLER จะใส่ชื่อผู้ใช้ไว้ในคิวแรกของลำดับของผู้ใช้รายใหม่ เมื่อผู้ใช้ในกลุ่มนี้กดปุ่ม PTT เพื่อทำการสนทนาต่อ วิทยุลูกข่ายกลุ่มนี้จะได้ใช้ช่องสัญญาณก่อนผู้ใช้รายอื่น ทำให้การสนทนาเป็นไปอย่างต่อเนื่อง

5. MISDIRECTED RADIO PROTECTION เป็นเครื่องมือของระบบในการป้องกันไม่ให้วิทยุลูกข่ายได้รับฟังการสนทนาจากผู้ใช้วิทยุลูกข่ายกลุ่มอื่น ทำให้การช่องสัญญาณเป็นส่วนตัว

เมื่อผู้ใช้เปิดเครื่องวิทยุลูกข่ายขึ้นมานั้น วิทยุลูกข่ายจะทำการค้นหาช่องสัญญาณควบคุม ในขณะที่ทำการเปลี่ยนช่องสัญญาณเพื่อค้นหาช่องสัญญาณควบคุมนั้น วิทยุลูกข่ายจะไม่ทำการส่งสัญญาณ หรือรับฟังสัญญาณจากช่องสัญญาณนั้นๆได้ จนกว่าจะได้รับสัญญาณ HANDSHAKE จากสถานีแม่ข่าย ที่ระบุว่าวิทยุลูกข่ายเครื่องใดสามารถทำการรับ-ส่ง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สัญญาณได้ จึงจะสามารถทำการรับฟังสัญญาณเสียงจากช่องสัญญาณนั้นได้ หรือทำการส่งสัญญาณในช่องสัญญาณเสียงนั้นได้

6. CONTINUOUS ASSIGNMENT UPDATING เป็นเครื่องมือที่ช่วยให้วิทยุลูกข่ายที่เพิ่งทำการเปิดเครื่องเข้ามาใช้งานในระบบ หรือเพิ่งเข้ามาในเขตการให้บริการของระบบ ทำการรับฟังข่าวสารที่ส่งกันภายในกลุ่มของตนเองได้โดย CENTRAL CONTROLLER จะทำการส่งข้อมูลการใช้งานช่องสัญญาณเสียงทั้งหมดผ่าน ทางช่องสัญญาณควบคุมอย่างต่อเนื่อง

7. PARTITIONING แบ่งการเรียกออกเป็น 3 ชนิดดังนี้

7.1 การเรียกแบบเป็นกลุ่ม (FLEET CALL)

7.2 การเรียกระหว่างกลุ่มผู้ใช้กับกลุ่มผู้ใช้ (TALK GROUP TO TALK GROUP)

7.3 การเรียกระหว่างวิทยุลูกข่ายกับวิทยุลูกข่าย (INDIVIDUALTO INDIVIDUAL)

8. DYNAMIC REGROUP เป็นเครื่องมือที่ช่วยอำนวยความสะดวกในการใช้งาน กรณีที่ต้องการสร้างกลุ่มผู้ใช้งานใหม่เป็นการชั่วคราวเพื่อการใช้งานเฉพาะอย่าง โดยไม่จำเป็นต้องนำวิทยุลูกข่ายมาทำการโปรแกรมใหม่ สามารถโปรแกรมที่สถานีแม่ข่ายได้เลย

3.7 ความเชื่อถือได้ของระบบ (RELIABILITY)

ระบบวิทยุเฉพาะกลุ่มสามารถทำการให้บริการผู้ใช้ได้ แม้ว่าอุปกรณ์ภายในระบบต่อไปนี้เกิดเหตุขัดข้องหรือเสียหาย

1. ช่องสัญญาณควบคุมเสีย (CONTROL CHANNEL FAILURE)

เมื่อ CENTRAL CONTROLLER ทำการตรวจพบว่าตัวทวนสัญญาณที่ทำหน้าที่เป็นช่องสัญญาณควบคุมเสียจะกำหนดให้ตัวทวนสัญญาณที่กำหนดให้ทำหน้าที่เป็นช่องสัญญาณควบคุม (1ใน 4 เครื่อง) ทำหน้าที่ เป็นช่องสัญญาณควบคุมโดยอัตโนมัติ

2. ช่องสัญญาณเสียงเสีย (VOICE CHANNEL FAILURE)

เมื่อ CENTRAL CONTROLLER ทำการตรวจพบว่าตัวทวนสัญญาณที่ทำหน้าที่เป็นช่องสัญญาณเสียงเสีย จะไม่ใช้งานช่องสัญญาณนั้นจนกว่าตัวทวนสัญญาณนั้นจะถูกซ่อมให้ใช้งานได้เสียก่อน

3.CENTRAL CONTROLLER เสีย (CENTRAL CONTROLLER FAILURE)

ในเวลาที่ระบบทำงานปกติ CENTRAL CONTROLLER จะส่งสัญญาณไปกระตุ้นให้ตัวทวนสัญญาณทุกตัวทำงานในโหมดวิทยุเฉพาะกลุ่ม ถ้าหากตัวทวนสัญญาณไม่ได้รับสัญญาณกระตุ้น ตัวทวนสัญญาณทุกตัวจะรู้ว่า ขณะนี้ CENTRAL CONTROLLER เสีย ตัวทวนสัญญาณทุกตัวจะทำงานในโหมด FAILSOFT

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การทำงานในโหมด FAILSOFT วิทยุลูกข่ายจะเปลี่ยนช่องสัญญาณเพื่อใช้งานตามที่โปรแกรมไว้ในเครื่องโดยอัตโนมัติการทำงานในโหมด FAILSOFT นี้วิทยุลูกข่ายจะทำงานเหมือนระบบการส่งสัญญาณผ่านตัวทวนสัญญาณแบบธรรมดาจนกว่าCENTRAL CONTROLLER จะได้รับการแก้ไขให้ใช้งานได้ วิทยุลูกข่ายจึงกลับเข้ามาทำงานในโหมดระบบวิทยุเฉพาะกลุ่มตามเดิม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 4

รายละเอียดของการทำโครงงาน

4.1 แนวความคิดในการทำโครงงาน

จากการที่มีหลายหน่วยงานนำระบบวิทยุเฉพาะกลุ่มมาใช้งานและบริการผู้เช่ารายอื่นๆ ทำให้หน่วยงานที่ควบคุมระบบต้องการเทคนิคในการควบคุมต่างๆกัน ซึ่งในกรณีนี้เป็นกรณีที่สถานที่ติดตั้งระบบ(สถานีแม่ข่าย)กับหน่วยงานมีความจำเป็นต้องอยู่แยกกัน เมื่อมีความผิดปกติเกิดขึ้นทำให้ไม่สามารถตรวจสอบได้ทันที โครงงานนี้เป็นการนำระบบวิทยุเฉพาะกลุ่มมาประยุกต์ใช้งานกับอุปกรณ์ของระบบเพื่อแจ้งสภาวะผิดปกติของการจ่ายไฟให้กับสถานีแม่ข่าย เพื่อเป็นการแจ้งให้เจ้าหน้าที่ผู้ควบคุมได้ทราบและแก้ปัญหาที่เกิดขึ้นได้ทันเหตุการณ์ และป้องกันระบบได้รับความเสียหายคือไม่สามารถติดต่อกันได้

4.2 วัตถุประสงค์

1) เพื่อศึกษาระบบวิทยุเฉพาะกลุ่ม

2) เพื่อเป็นประโยชน์แก่หน่วยงานที่ประสบปัญหาดังกล่าว

3) เป็นการนำระบบวิทยุเฉพาะกลุ่มที่ศึกษามาประยุกต์ใช้งาน

4.3 หลักการและการออกแบบวงจร

แหล่งจ่ายไฟที่จ่ายให้กับสถานีแม่ข่าย ประกอบด้วย

4.3.1 แหล่งจ่ายไฟจากการไฟฟ้านครหลวง (POWER LINE)

ปกติแล้วพลังงานไฟฟ้าที่จ่ายมาจากการไฟฟ้านครหลวง จะมีค่าประมาณ 220 V ปัญหาที่พบเสมอๆคือ ไฟตกซึ่งเกิดจากโหลดและปัญหาไฟฟ้าเกิดขัดข้องเนื่องจากสาเหตุต่างๆ

4.3.2 แหล่งจ่ายไฟสำรองหรือฉุกเฉิน (EMERGENCY LINE)

เป็นพลังงานไฟฟ้าที่จ่ายมาจากเครื่องกำเนิดไฟฟ้าสำรองของหน่วยงานมีค่าประมาณ 220 V จะจ่ายไฟให้กับสถานีแม่ข่ายตราบเท่าที่ไฟจากการไฟฟ้านครหลวงจะได้รับการแก้ไข ปัญหาที่เกิดจากแหล่งจ่ายไฟสำรองฉุกเฉิน คือสำหรับหน่วยงานที่มีขนาดใหญ่ เช่น การท่าอากาศยานแห่งประเทศไทย จะมีโหลดมากทำให้กระแสไฟฟ้าไม่เพียงพอกับการจ่ายให้กับสถานีแม่ข่าย

4.3.3 แหล่งจ่ายไฟไม่ขาดตอน (UNINTERUPTIBLE POWER SUPPLY:UPS)

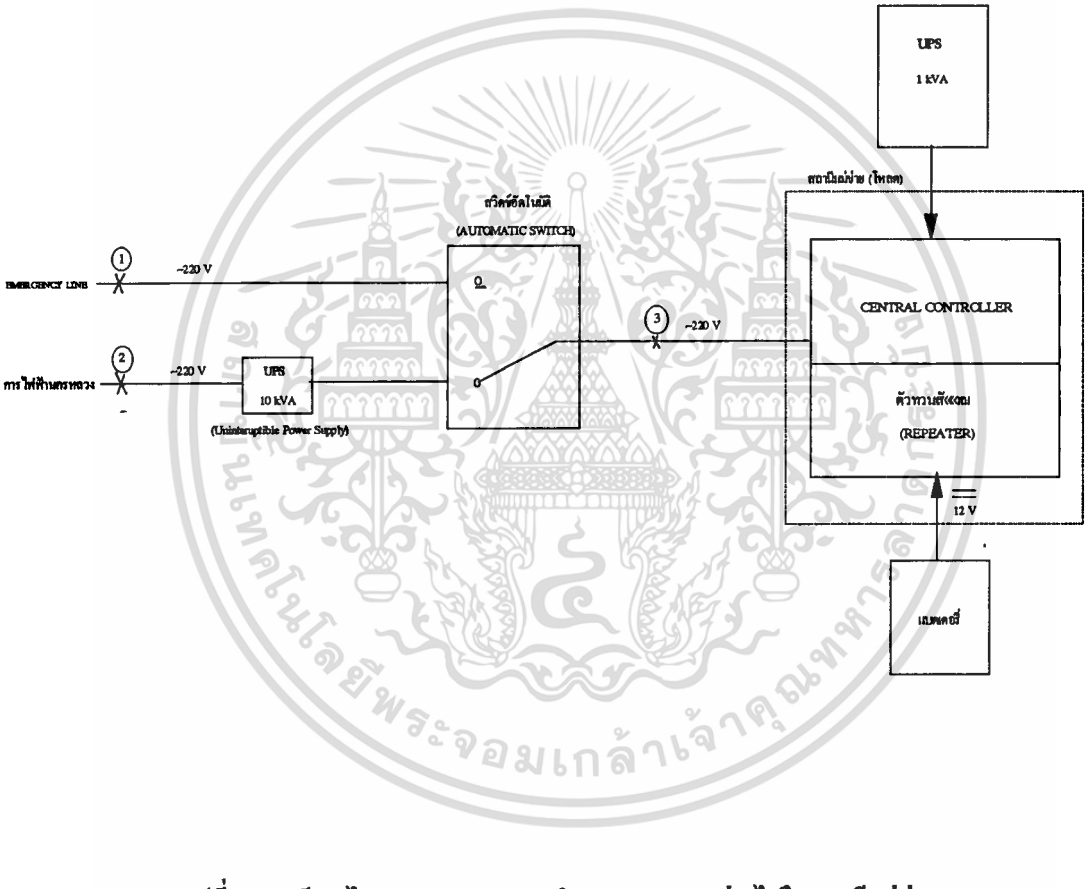
- สำหรับอุปกรณ์สถานีแม่ข่าย จะมีแหล่งจ่ายไฟไม่ขาดตอนประมาณ 220 V สำหรับจ่ายให้กับอุปกรณ์เมื่อแหล่งจ่ายไฟจากการไฟฟ้านครหลวงเกิดขัดข้อง นอกจากนี้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ยังใช้ป้องกันปัญหาแรงดันและความถี่เปลี่ยนแปลง และแก้ปัญหาความถี่ของโหลดเอ ซีไลน์ไม่ตรงกัน อุปกรณ์นี้มีช่วงระยะเวลาการแบกอัพ (Back up time) อยู่ประมาณ 1 ชั่วโมงก็หยุดการทำงาน จากนั้นก็จะเป็นหน้าที่ของแหล่งจ่ายไฟสำรองหรือฉุกเฉินทำงานแทน

- แหล่งจ่ายไฟภายในสำหรับอุปกรณ์ CENTRAL CONTRALLER ขนาด 1 kVA
- แบตเตอรี่ 12 V สำหรับจ่ายพลังงานไฟฟ้าให้กับอุปกรณ์ทวนสัญญาณแต่ละตัว

เขียนบล็อก ไดอะแกรมการทำงานของระบบจ่ายไฟในสถานีแม่ข่ายได้ดังรูปที่ 4.1



รูปที่ 4.1 บล็อก ไดอะแกรมแสดงการทำงานของระบบจ่ายไฟในสถานีแม่ข่าย

จากบล็อก ไดอะแกรม จะเห็นว่า

ที่สภาวะ 1) เป็นสภาวะปกติที่มีการจ่ายไฟจากการไฟฟ้านครหลวงให้กับสถานีแม่ข่ายโดยตรง เมื่อไฟฟ้าเกิดข้อง ระบบจ่ายไฟไม่ขาดตอน หรือ UPS จะทำงานแทนโดยมีช่วงเวลาการแบกอัพประมาณ 1 ชั่วโมงก็จะหยุดทำงาน

ที่สภาวะ 2) เป็นแหล่งจ่ายไฟสำรองหรือฉุกเฉินที่จ่ายให้กับสถานีแม่ข่ายในกรณีที่ UPS หยุดทำงานไปแล้ว

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

อุปกรณ์สวิตช์อัตโนมัติ (Automatic Switch) ที่ทำหน้าที่ตัดต่อสายไฟจากการไฟฟ้าฯ และสายสำรองหรือฉุกเฉินให้กับสถานีแม่ข่าย ปัญหาซึ่งหน่วยงานจะพบได้บ่อยๆ ก็คือ เมื่อเกิดฝนพายุฟ้าคะนองอาจทำให้เกิดฟ้าผ่าที่อุปกรณ์ตัวนี้ได้ง่ายทำให้แหล่งจ่ายไฟและอุปกรณ์ในสถานีแม่ข่ายถูกตัดออกจากกันแม้ว่าที่สภาวะ1) หรือ สภาวะ 2) จะมีกระแสไฟฟ้าจ่ายให้ก็ตาม

ที่สภาวะ 3) ปัญหาเนื่องจากสวิตช์อัตโนมัติถูกฟ้าผ่า ทำให้ต้องมีการตรวจจับที่จุดนี้ด้วย เนื่องจากในสถานีแม่ข่ายจะมีแหล่งจ่ายไฟสำหรับอุปกรณ์ CENTRAL CONTROLLER และที่อุปกรณ์ทวนสัญญาณแต่ละตัวสำรองไว้ได้ช่วงระยะเวลาหนึ่ง เมื่อการจ่ายไฟจากการไฟฟ้านครหลวงเป็นปกติจึงจะเข้าสู่สภาวะปกติอีกครั้ง

ในสภาวะสุดท้ายนี้ หากระบบการจ่ายไฟยังไม่ได้รับการแก้ไข เมื่อช่วงเวลาการแบกอัพของ UPS และแบตเตอรี่ซึ่งขึ้นกับโหลดและขนาดของแบตเตอรี่หมดไป ระบบวิทยุเฉพาะกลุ่มจะได้รับผลเสียหายมากเนื่องจากติดต่อสื่อสารกันไม่ได้เลย ดังนั้นเพื่อเป็นการป้องกันผลเสียหายที่จะเกิดขึ้น จึงทำการออกแบบวงจรสำหรับแจ้งภาวะการจ่ายไฟให้กับสถานีแม่ข่ายเพื่อให้เจ้าหน้าที่ผู้ควบคุมระบบทราบโดยใช้วิทยุลูกข่ายในการรับส่ง

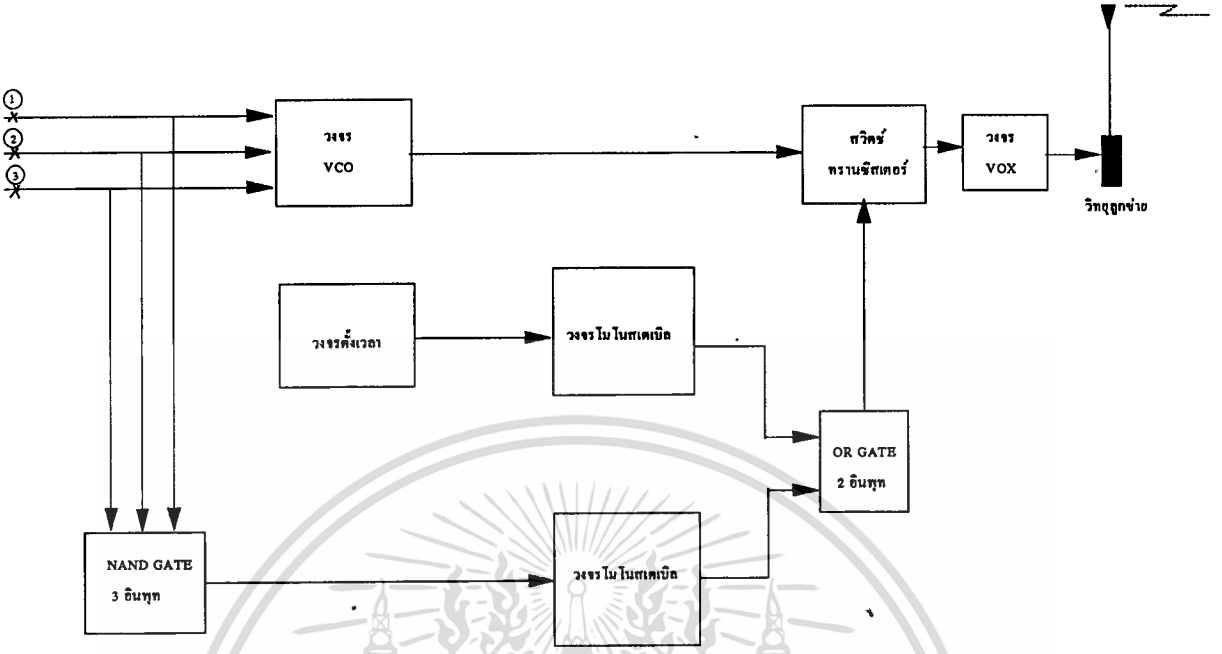
เมื่อเจ้าหน้าที่ผู้ควบคุมทราบจะดำเนินการดังนี้

- เมื่อสภาวะที่ 1) หรือสภาวะที่ 2) เกิดขัดข้อง สามารถทำการแจ้งไปยังการไฟฟ้านครหลวงให้รีบแก้ไขได้ทันก่อนที่ UPS จะหมดเวลาในการแบกอัพ
- เมื่อมีความขัดข้องหรือเสียหายที่สวิตช์อัตโนมัติ เช่น ถูกฟ้าผ่า เจ้าหน้าที่ผู้ควบคุมหรือช่างเทคนิคจะได้เข้าไปซ่อมได้ทันเหตุการณ์ เนื่องจากช่วงเวลาแบกอัพของ UPS ที่จ่ายไฟให้กับ CENTRAL CONTROLLER และแบตเตอรี่ที่จ่ายให้กับอุปกรณ์ทวนสัญญาณมีขีดจำกัด

<u>การออกแบบวงจร</u>

จากหลักการที่ได้ นำมาออกแบบวงจรโดยเขียนบล็อก ไดอะแกรมได้ดังรูป 4.2

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

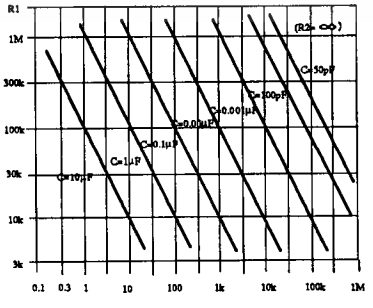


หมายเหตุ จุดที่ 1,จุดที่ 2, และจุดที่ 3 เป็นวงจรตรวจสอบระบบไฟ

รูปที่ 4.2 บล็อก ไดอะแกรมแสดงส่วนประกอบของวงจร

ส่วนประกอบของวงจร ประกอบด้วย

1. วงจร Voltage Control Oscillor (VCO) นำไอซีเบอร์ 4046 เฟส ล็อก ลูป มาใช้ วิธีการออกแบบคือ เนื่องจากความถี่ที่ส่งเข้าระบบวิทยุเฉพาะกลุ่มอยู่ในช่วง 300-3,400 Hz ดังนั้นความถี่ที่ผลิตต้องอยู่ในย่านนี้ การต่อไอซี 4046 ให้ทำหน้าที่เป็น VCO แสดงดังรูป 4.3 จากวงจรจะได้ว่า R1 และ C เป็นตัวผลิตความถี่ R2 เป็นออฟเซ็ท เมื่อไม่ป้อนอินพุท VCO จะผลิตความถี่ออกมาค่าหนึ่ง การเลือก R2 โดยการสุ่มเลือก ส่วนค่า C และ R1 เลือกค่าตามกราฟ



กราฟแสดงค่าความถี่เอาท์พุทที่ขา 4 ที่ C และ R1 ค่าต่างๆ เมื่ออินพุทที่ขา 9 เท่ากับ V/ 2 เมื่อ V=ไฟเลี้ยง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ค่าที่เลือกคือ C =0.1μF,R1≈100 kΩและ R2 =100 kΩ

2. วงจรตั้งเวลา 14- Stage binary Counter And Oscillator ใช้ไอซีเบอร์4060 เป็นวงจรตั้งเวลาที่สามารถผลิตความถี่ได้ โดยต่อวงจรดังรูป 4.3 ความถี่ที่ผลิต

$f \approx 1/2.2\ R_T C_T$ ที่ V_{DD} =10 V

C_T >100 pF

R_T >1kΩ

$R_S \approx 10R_T$

โดยเราเลือกผลิตความถี่เป็นเวลา 2 ชั่วโมง จะได้

$2 \times 60 \times 60/2^{13} = 0.87$ วินาที

หมายเหตุ : ที่เลือก 2^{13} เป็นตัวหารเพราะมี flipflop ภายใน 14 ตัว

เพื่อให้อยู่ในช่วงความถี่ที่ต้องการจะใช้ C_T=47μF

$R_T \approx 83k$

R_t=820k

4. วงจรโมโนสเตเบิล ใช้ไอซีเบอร์ 4047 (Low power Monostable/Astable Multivibrator)โดยเลือกทำในโหมดโมโนสเตเบิล เลือกสัญญาณที่มีทริกเป็นขอบขาขึ้นมาทริก ความกว้างของพัลส์ที่ผลิตเท่ากับ T_w=2.48RC

5. สวิตช์ทรานซิสเตอร์ ใช้หลักการนำทรานซิสเตอร์มาทำเป็นสวิตช์ โดยใช้วงจรทรานซิสเตอร์ชนิดอีมิตเตอร์ร่วมมาทำหน้าที่เป็นสวิตช์เปิด-ปิดให้กระแสผ่านรีเลย์ โดยการป้อนแรงดันอินพุท 12 โวลต์เข้าที่ขาเบสของทรานซิสเตอร์ จะทำให้กระแส I_B ป้อนให้วงจร จนทำให้ทรานซิสเตอร์อิ่มตัว ทำให้ $V_{CE} \approx 0$ โวลต์เหมือนสวิตช์เปิด เมื่อมีแรงดันอินพุทป้อนที่ขาเบสทำให้ I_B ไหลเข้าวงจร $V_{CE} \approx V_{CC}$เหมือนสวิตช์ปิด

6. วงจร VOX (Voice-Operated Switch) เป็นวงจรที่มีหลักการคือเมื่อมีสัญญาณเสียงเข้ามาที่ไมโครโฟนก็จะไปควบคุมการทำงานของสวิตช์รีเลย์ ประกอบด้วยวงจร 3 ส่วน คือ ส่วนไมโครโฟนพรีแอมป์เพื่อทำการขยายสัญญาณเสียง ส่วนของวงจรเปรียบเทียบใช้ไอซีเบอร์ TL071 และอีกส่วนหนึ่งจะเป็นส่วนขับรีเลย์เมื่อมีระดับของสัญญาณเสียงเข้ามาก็จะไปทำการเปิดเครื่องส่งหรือกดปุ่ม PTT ของวิทยุลูกข่ายให้ทำงานและส่งสัญญาณออกอากาศ เพื่อแจ้งภาวะการจ่ายไฟตามจุดต่างๆที่มีปัญหาด้วยความถี่แตกต่างกัน 3 ความถี่ตามที่ได้คำนวณค่าอุปกรณ์ไว้ เราสามารถมอนิเตอร์รับฟังได้ที่เครื่องรับซึ่งเป็นวิทยุลูกข่ายที่มีการโปรแกรมไว้แล้วว่าให้เป็นอีกกลุ่มหนึ่งแยกออกมาใช้งานต่างหากเพื่อการใช้งานเฉพาะอย่าง

7.ส่วนของวงจรแหล่งจ่ายไฟ (Power Supply)ในวงจรนี้ต้องการไฟแรงดันต่ำ 12 โวลต์ เพื่อป้อนให้กับวงจร ในการออกแบบเลือกใช้วงจรแบบเรคติไฟเออร์เต็มคลื่นใช้แท็ปกลาง (Full-

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

wave center tap rectifier) ซึ่งเป็นที่นิยมกันมากโดยมีวิธีการเลือกค่าอุปกรณ์ต่างๆในวงจรจ่ายไฟดังตาราง 4.1 ที่มาของตัวเลขต่างๆในตารางได้มาจากการคำนวณว่ายอมให้แรงดันกระเพื่อมได้ไม่เกิน 10%

ตาราง 4.1 แสดงการเลือกค่าอุปกรณ์ต่างๆ

แบบเต็มคลื่นใช้แท็ปกลาง

หม้อแปลง T		ไดโอด D		ตัวเก็บประจุ C	
แรงดัน V_T (Vrms)	กระแส I_T (Irms)	แรงดันPIV	กระแสIav	ตัวuF	ค่าทนแรงดัน WV
$\cong \frac{Vo+1}{1.4}$	$\geq 1.2I_L$	$\geq 3.6V_T$	$\geq I_L$	$\cong \frac{24,000}{R_L}$	$\geq \frac{1.8}{V_T}$

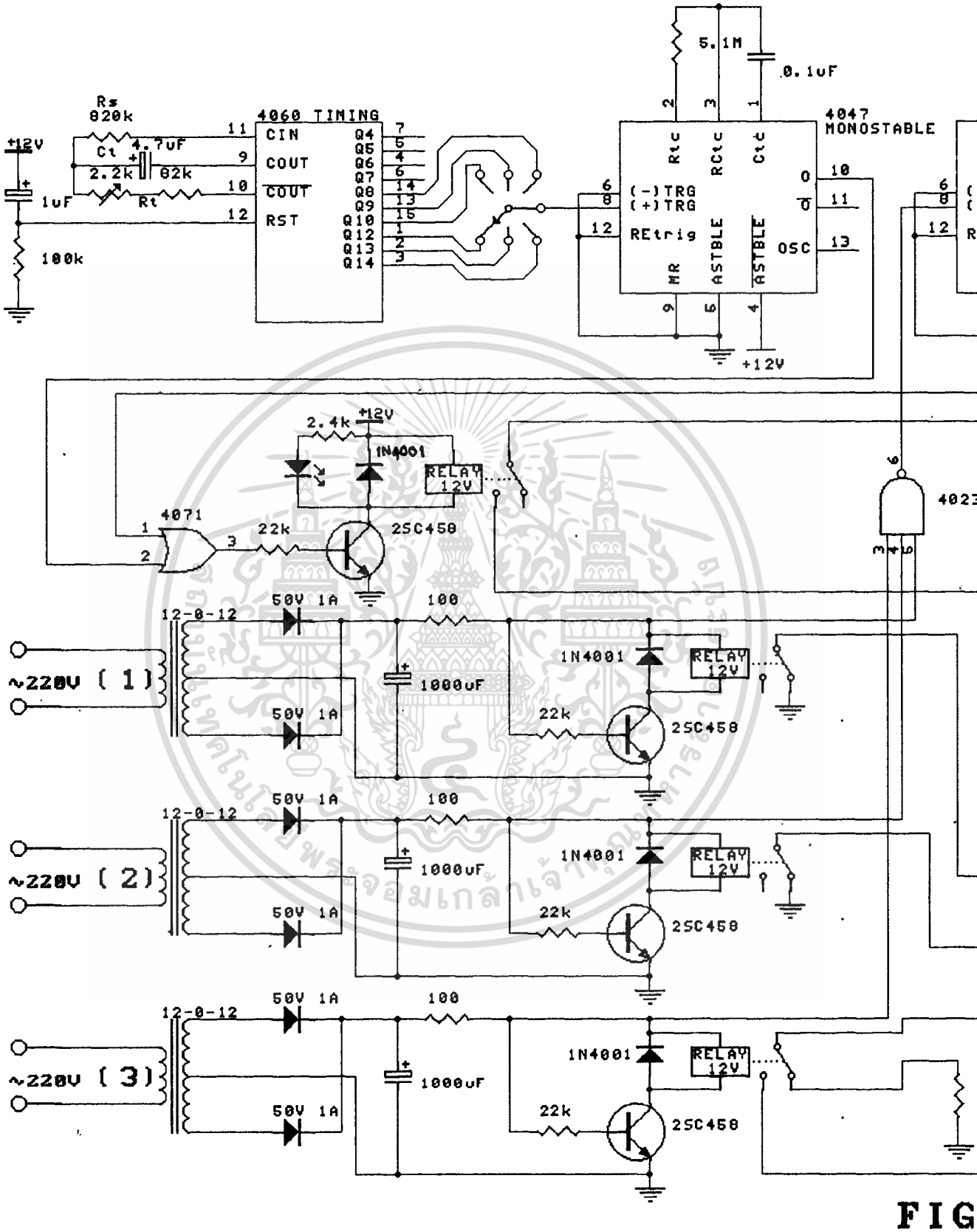
หมายเหตุ Vo คือแรงดันเอาท์พุทที่จะจ่ายให้แก่โหลด R_L

I_L คือกระแสเอาท์พุทที่โหลด R_Lต้องการ

V_T คือแรงดันไฟสลับที่ขดเซคันดารี่ของหม้อแปลง ถ้าเป็นแบบใช้แท็ปกลางค่า V_Tจะหมายถึงซีกเดียว

วงจรสำหรับการแจ้งภาวะการจ่ายไฟให้กับสถานีแม่ข่ายโดยผ่านวิทยุรับส่งระบบวิทยุเฉพาะกลุ่ม แสดงดังรูป 4.3

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



FIG

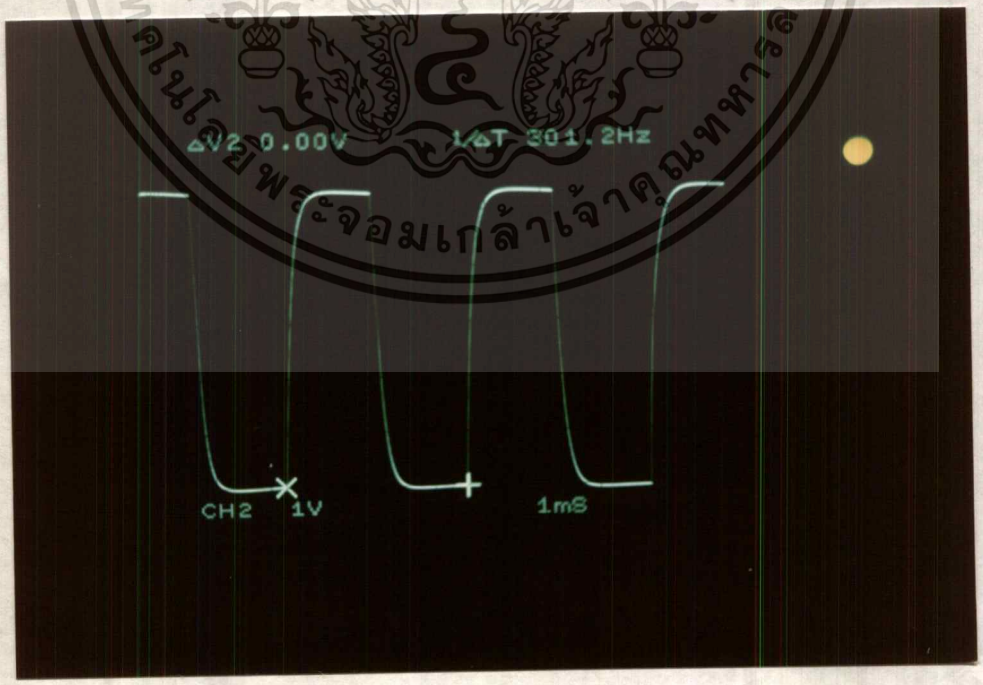
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 5

การประยุกต์ใช้งานและผลการทดลอง

ในทางปฏิบัติเราสามารถนำไปใช้งานได้จริงและได้ผลตามความต้องการ คือเมื่อได้ทดลองให้เกิดภาวะไม่มีการจ่ายไฟจากจุดทั้ง 3 จุดที่สภาวะต่างๆกัน พบว่าสัญญาณเสียงที่รับได้มีความชัดเจน ซึ่งได้ใช้วิทยุลูกข่าย 1 เครื่องเตรียมพร้อม (Stand by) สำหรับการส่งไว้ที่สถานีแม่ข่าย ช่วงเวลาที่ตั้งไว้สำหรับการส่งสัญญาณเตือนในแต่ละครั้งสามารถเลือกได้ตั้งแต่ 7 นาที,15 นาที,30 นาที,1 ชั่วโมงและ2 ชั่วโมง แล้วแต่หน่วยงานจะเลือกใช้ ในการเลือกใช้ช่วงเวลาเหล่านี้จะไม่มีผลกระทบให้จำนวนช่องสัญญาณหรือการจราจรเกิดคับคั่ง เนื่องจากไม่ได้ส่งติดต่อกันตลอดเวลา และเนื่องจากมีการโปรแกรมให้วิทยุรับและส่งสัญญาณเตือนนี้ให้เป็นกลุ่มอีกกลุ่มหนึ่งขึ้นมาโดยเฉพาะ ทำให้ไม่มีการไปรบกวนกับผู้ใช้รายอื่น นอกจากนั้นในวงจรยังเพิ่มส่วนที่ทำให้วงจรส่งสัญญาณเตือนภัยทันทีเมื่อวงจรดีเท็กพบว่ามีจุดจ่ายไฟจุดหนึ่งเกิดดับ ซึ่งผลจากการทดลองวัดรูปสัญญาณที่สภาวะต่างๆทั้ง 3 จุด ให้ผลดังนี้

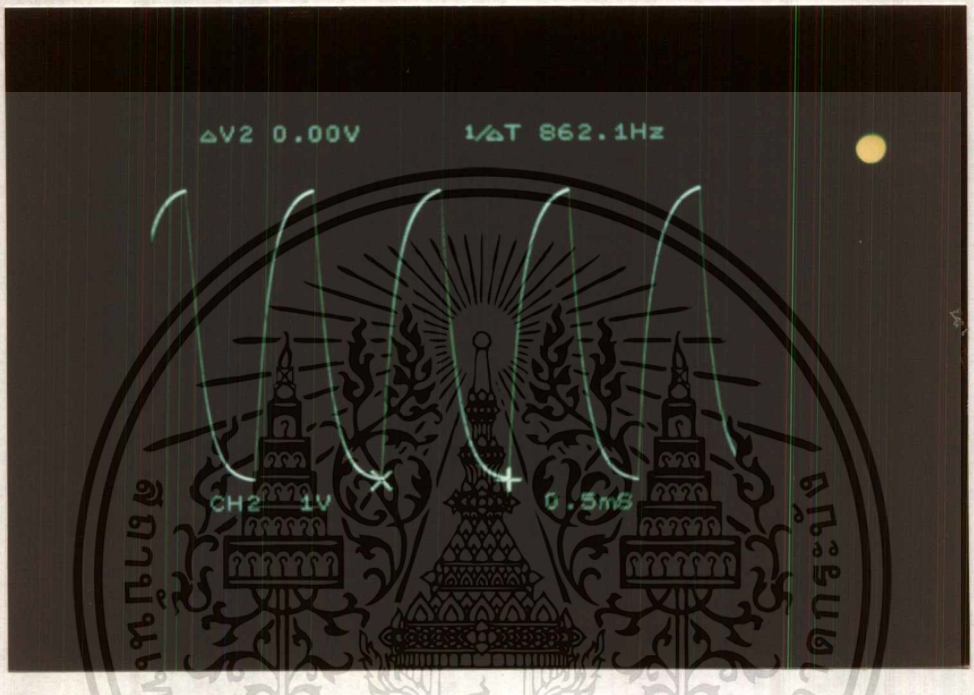
<u>รูปสัญญาณที่สภาวะ 1</u> เป็นสภาวะที่ไฟฟ้าที่จุดที่ 1 (ไฟฟ้านครหลวง) ดับ สัญญาณไฟดีซีที่เข้าที่อินพุทของ VCO (ขา 9 ของ 4046) เท่ากับ 0 โวลท์ สัญญาณที่จุดเอาท์พุท (MIC IN) มีแรงดันเท่ากับ 0.68 Vp-p ความถี่เท่ากับ 301.2 Hz แสดงดังรูปที่ 5.1



รูปที่ 5.1 รูปแสดงสัญญาณเอาท์พุทที่สภาวะ 1)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

<u>รูปสัญญาณที่สภาวะ 2)</u> เป็นสภาวะที่ไฟฟ้าที่จุดที่ 2 (แหล่งจ่ายไฟสำรองหรือฉุกเฉิน) ดับ สัญญาณไฟดีซีที่เข้าที่อินพุทของ VCO (ขา 9 ของ 4046) เท่ากับ 3.45 โวลท์ สัญญาณที่จุดเอาท์พุท (MIC IN) มีแรงดันเท่ากับ 0.65 Vp-p ความถี่เท่ากับ 862.1 Hz แสดงดังรูปที่ 5.2



รูปที่ 5.2 รูปแสดงสัญญาณเอาท์พุทที่สภาวะ 2)

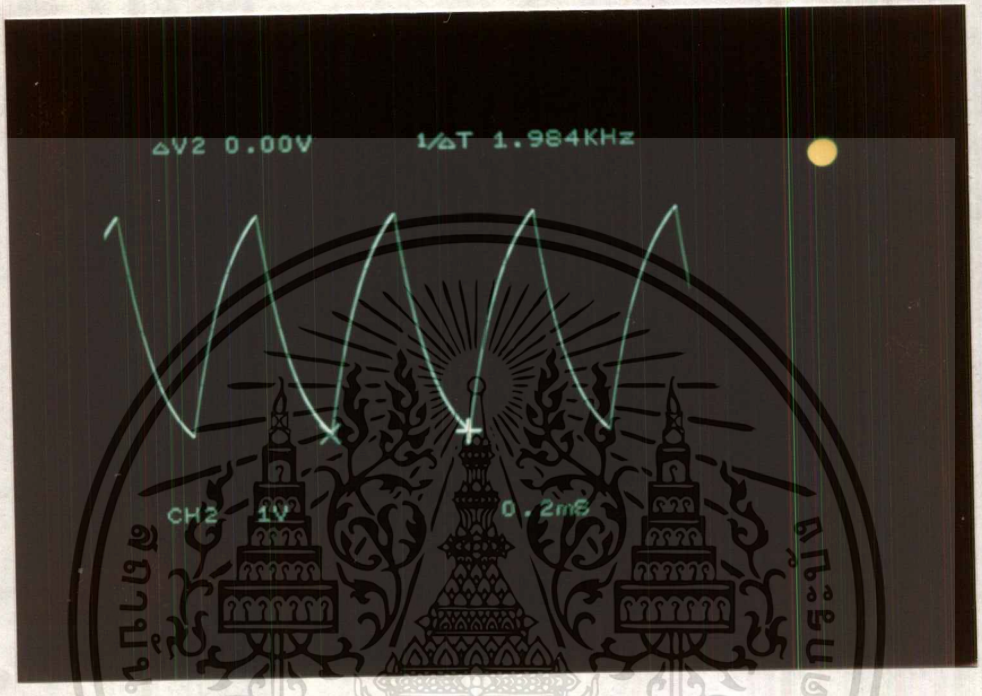
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

<u>รูปสัญญาณที่สภาวะ 3)</u> เป็นสภาวะที่ไฟฟ้าที่จุดที่ 3 (สวิตช์อัตโนมัติถูกฟ้าผ่า) ดับ สัญญาณไฟดีซีที่เข้าที่อินพุทของ VCO (ขา 9 ของ 4046) เท่ากับ 11.78 โวลท์ สัญญาณที่จุดเอาท์พุท (MIC IN) มีแรงดันเท่ากับ 0.38 Vp-p ความถี่เท่ากับ 3.333 kHz แสดงดังรูปที่ 5.3

รูปที่ 5.3 รูปแสดงสัญญาณเอาท์พุทที่สภาวะ 3)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

<u>รูปสัญญาณที่สภาวะปกติ</u> (ไม่มีไฟดับ) สัญญาณไฟดีซีที่เข้าที่อินพุทของ VCO (ขา 9 ของ 4046) เท่ากับ 6.94 โวลท์ สัญญาณที่จุดเอาท์พุท (MIC IN) มีแรงดันเท่ากับ 0.52 Vp-p ความถี่เท่ากับ 1.984 kHz แสดงดังรูปที่ 5.4



รูปที่ 5.4 รูปแสดงสัญญาณเอาท์พุทที่สภาวะปกติ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 6

บทสรุปและวิจารณ์ผลการทดลอง

จากการศึกษาสรุปได้ว่า ระบบวิทยุเฉพาะกลุ่มเป็นระบบที่ทำให้การติดต่อประสานงานมีความสะดวกและคล่องตัว มีความเหมาะสมสำหรับการนำมาใช้ในหน่วยงานต่างๆ เช่น งานขนส่ง งานซ่อมบำรุงรักษา โรงพยาบาล เป็นต้น นอกจากนี้ยังมีความสามารถในการให้บริการได้หลายรูปแบบ เช่น การเรียกในลักษณะเป็นกลุ่ม การเรียกเฉพาะตัว การเรียกโทรศัพท์ซึ่งสามารถเรียกได้ทั้งโทรศัพท์ตามบ้านและโทรศัพท์เคลื่อนที่ทุกระบบ และเนื่องจากการใช้ทรัพยากรด้านความถี่มีจำกัด แต่ระบบวิทยุเฉพาะกลุ่มนี้เป็นอีกระบบหนึ่งที่ใช้หลักการนำความถี่กลับมาใช้ใหม่ ดังนั้น สำหรับหน่วยงานที่มีความต้องการการติดต่อสื่อสารกันทั้งภายในและภายนอกหน่วยงานจะมีแนวโน้มการนำระบบนี้มาใช้งานเพิ่มขึ้นในอนาคต เนื่องจากมีข้อแตกต่างหลายด้านเมื่อเปรียบเทียบกับระบบอื่นๆ ดังได้กล่าวไว้แล้ว ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับว่าหน่วยงานจะต้องการการสื่อสารหรือใช้งานในลักษณะใด

จากโครงงานนี้ จะเห็นได้ว่าเราสามารถนำสัญญาณที่อยู่ในช่วงความถี่ตั้งแต่ 300-3,400 Hz มาทำการส่งผ่านระบบวิทยุเฉพาะกลุ่มแล้วส่งเป็นคลื่นวิทยุออกไป เพื่อใช้เป็นสัญญาณแจ้งภาวะการจ่ายไฟให้กับสถานีแม่ข่ายได้ โดยในการแจ้งภาวะการจ่ายไฟให้กับสถานีแม่ข่ายนี้จะเป็นประโยชน์สำหรับกรณีที่สถานีแม่ข่ายกับเจ้าหน้าที่ผู้ควบคุมระบบอยู่กันคนละสถานที่ โดยสามารถใช้วิทยุลูกข่ายที่มอนิเตอร์อยู่รับสัญญาณได้ที่ด้านรับ เครื่องรับหรือวิทยุลูกข่ายนี้จะเป็นได้ทั้งแบบมือถือและแบบติดรถยนต์ก็ได้ เมื่อเจ้าหน้าที่ผู้ควบคุมทราบว่าระบบจ่ายไฟที่จุดใดเกิดขัดข้องก็จะสามารถทำการแก้ปัญหาได้ทันเหตุการณ์เมื่อนำวงจรนี้ไปใช้ในการตรวจสอบ เพื่อเป็นการป้องกันผลเสียหายที่อาจจะเกิดขึ้นต่อไปได้ ทำให้การติดต่อสื่อสารดำเนินต่อไปได้ตามปกติ หรือมีผลกระทบต่อระบบน้อยที่สุด สำหรับโครงงานนี้สามารถนำไปใช้งานได้จริงและได้ผลตามต้องการ กล่าวคือ เมื่อทำการทดลองโดยสมมติให้ไฟฟ้าเกิดขัดข้องที่จุดต่างๆกันทั้งหมด 4 จุด ผลที่ได้รับที่ด้านรับจะเป็นสัญญาณที่มีความแตกต่างกัน 4 ความถี่ที่สามารถมอนิเตอร์รับฟังได้ตลอดช่วงเวลาที่ควบคุมระบบต้องการ โดยสามารถกำหนดได้ที่ตัวตั้งเวลาในวงจร จะเห็นว่าระบบวิทยุเฉพาะกลุ่มไม่ได้มีไว้ใช้งานเพื่อการติดต่อสื่อสารโดยการสนทนากันได้เพียงอย่างเดียวเท่านั้น แต่เรายังสามารถนำมาประยุกต์เพื่อใช้งานด้านอื่นๆได้อีก ทำให้ได้รับประโยชน์ในการใช้งานจากระบบได้สูงสุด ดังนั้นจึงผลประโยชน์สำหรับหน่วยงานที่มีระบบนี้ไว้ใช้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

อนึ่ง ในการเลือกค่าความถี่ทั้ง 4 ความถี่เพื่อส่งออกไปยังด้านรับนั้นควรจะมีการเลือกค่าที่แตกต่างกันและสามารถแยกสัญญาณออกได้อย่างชัดเจน ซึ่งค่าความถี่ที่เลือกในที่นี้คือ 301.2 Hz, 862.1 Hz,1.984 kHz และ 3.333 kHz โดยค่าที่เลือกนี้ผู้ควบคุมระบบสามารถแยกความแตกต่างของเสียงได้ ทำให้ทราบสภาวะของระบบจ่ายไฟที่สถานีแม่ข่ายในทันทีที่รับสัญญาณได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 7

แนวทางการพัฒนาต่อไป

สำหรับระบบวิทยุเฉพาะกลุ่มซึ่งในอนาคตจะมีการนำมาใช้กันแพร่หลายยิ่งขึ้นนั้น น่าจะได้มีการนำการใช้งานต่างๆมาประยุกต์ใช้กับระบบเพื่อการใช้งานได้กว้างขวางยิ่งขึ้น เช่น การทดลองส่งข้อมูลจากคอมพิวเตอร์ผ่านระบบวิทยุเฉพาะกลุ่ม ซึ่งเป็นแนวในทางการพัฒนาที่น่าสนใจแนวทางหนึ่ง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กิตติกรรมประกาศ

คณะผู้จัดทำขอขอบพระคุณ ฝ่ายการสื่อสารและอิเล็กทรอนิกส์ของการท่าอากาศยานแห่งประเทศไทย เป็นอย่างยิ่ง ที่อนุญาตให้ใช้สถานที่ ระบบและอุปกรณ์ในการทำโครงงาน โดยเฉพาะคุณกมล น้อยทองเล็ก เจ้าหน้าที่ฝ่ายสื่อสารและอิเล็กทรอนิกส์ ที่ได้ให้คำแนะนำ ความร่วมมือช่วยเหลือ และการอำนวยความสะดวกต่างๆ ทำให้ปริญญานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จลงได้ ตลอดจนเจ้าหน้าที่ฝ่ายการสื่อสารและอิเล็กทรอนิกส์ จากการท่าอากาศยานฯ ทุกท่านที่ให้คำแนะนำที่เป็นประโยชน์ การใช้อุปกรณ์ ตลอดจนให้ยืมเอกสารต่างๆ

ขอขอบพระคุณ อ.กอบชัย เดชหาญ ซึ่งเป็นอาจารย์ที่ปรึกษาที่ได้ให้โอกาสไปทำโครงงาน นับเป็นประสบการณ์ที่ดีแก่ผู้จัดทำ

ขอขอบคุณ คุณรัฐวุฒิ ประทุมราช จากบริษัท เรดิโอโฟน จำกัด ที่กรุณาให้ข้อมูลประกอบการเขียนรายงาน และขอขอบคุณบิดามารดาที่เป็นกำลังใจมาโดยตลอด

สุดท้ายนี้ ขอขอบคุณทุกคนที่รักและเป็นห่วง

คณะผู้จัดทำ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เอกสารอ้างอิง

[1] เอกสารการฝึกอบรมและสัมมนาระบบวิทยุเฉพาะกลุ่ม,การท่าอากาศยานแห่งประเทศไทย ณ ประเทศสิงคโปร์

[2] **"CommunicationsSystemAnalyzer Operator's Manual,"** IL: Motorola Inc.,1985

[3] **"MTX-820 ,MTX-820S ,MTX-888 and MTX-88S Handie-talkie Portable Radios Service Manual,"** FL:Motorola Inc., 1990

[4] **"MTX-820 ,MTX-820S ,MTX-888 and MTX-88S Handie-talkie Portable Radios Theory/Maintenance Manual,"** FL:Motorola Inc., 1990

[5] **"Trunked Radio Test Option Operator's Manual,"** IL: Motorola Inc., 1985

[6] **"WIRELESS TELECOMMUNICATION SEMINAR Asia Pacific A Technology Review",** Motorola Inc., 1993

[7] Rudolf F. Graf ,**"Encyclopedia of Electronic Circuits Vol.2,"**TAB BOOKS Inc.,PA,1988

[8] Robert Schetgen,**"The ARRL Handbook For Radio Amateurs,"** The american radio relay league, Inc, USA,1993

[9] Don Lancaster,**"CMOS COOKBOOK ,"** Howard W. Sams & Co.,Inc.,USA,1977

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้