



ชุดฝึกวิทยุกระจายเสียง

นายวสันต์ เนตรศิริ  
นายสุรสิทธิ์ แสนไชย

โครงการนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง  
สาขาวิชาช่างอิเล็กทรอนิกส์  
วิทยาลัยเทคโนโลยีอุตสาหกรรมศรีสงคราม มหาวิทยาลัยนครพนม  
ภาคเรียนที่ 1 ประจำปีการศึกษา 2555

หัวข้อโครงการวิชาชีพ ชุดฝึกวิทยุกระจายเสียง  
ผู้เสนอ นายวสันต์ เนตรศิริ, นายสุรสิทธิ์ แสนไชย  
สาขาวิชา ช่างอิเล็กทรอนิกส์  
อาจารย์ที่ปรึกษา เสรี ชุนไชย  
อาจารย์ที่ปรึกษาร่วม ธวัชชัย มั่นอาษา  
ปีการศึกษา 2555

สาขาวิชา ช่างอิเล็กทรอนิกส์ วิทยาลัยเทคโนโลยีอุตสาหกรรมศรีสงคราม มหาวิทยาลัยนครพนม  
อนุมัติให้โครงการวิชาชีพนี้เพื่อเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาหลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพ

..... หัวหน้าสาขาวิชาช่างอิเล็กทรอนิกส์  
(นายธวัชชัย มั่นอาษา)

คณะกรรมการสอบโครงการวิชาชีพ  
..... ประธานกรรมการสอบโครงการวิชาชีพ  
(นายธวัชชัย มั่นอาษา)

..... กรรมการ  
(นายเสรี ชุนไชย)

..... กรรมการ  
(นายสุรชัย ธรรมยาฤทธิ์)

## กิตติกรรมประกาศ

คณะผู้จัดทำขอขอบพระคุณ อาจารย์ธวัชชัย มั่นอาษา และอาจารย์เสรี ชุนไชย ที่ให้คำปรึกษา คำแนะนำ และการให้ความช่วยเหลือในการแก้ปัญหาต่างๆ ด้วยความกรุณายิ่ง รวมถึงการให้ความสะดวกในด้านสถานที่ เครื่องมือ อุปกรณ์ เป็นผลให้การทำโครงการสำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยดี

ขอขอบพระคุณ บิดา มารดา ที่ให้โอกาสทางการศึกษา และเพื่อนๆ น้องๆ ทุกคน ที่ช่วยให้กำลังใจ และสุดท้าย ขอขอบพระคุณทุกท่านที่ได้เอ่ยนามที่กรุณาให้ความช่วยเหลือในทุกด้าน จนเป็นผลให้โครงการนี้สำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยดี

คณะผู้จัดทำ

ปวส.2 สาขาช่างอิเล็กทรอนิกส์

# บทที่ 1

## บทนำ

### 1. ความเป็นมาและความสำคัญของโครงการ

เนื่องด้วยวิทยาลัยเทคโนโลยีอุตสาหกรรมศรีสงครามได้เปิดการเรียนการสอนในระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพ และประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูงและได้มีส่วนร่วมในการจัดกิจกรรมและโครงการต่างๆ ร่วมกับหน่วยงานราชการและชุมชนรวมทั้งการถ่ายทอดความรู้สู่ชุมชน โรงเรียน หน่วยงาน ชุมชน โดยการจัดกิจกรรมในแต่ละครั้งการกระจายข้อมูล ข่าวสาร องค์ความรู้ และการประชาสัมพันธ์ ยังไม่สามารถกระจายได้อย่างทั่วถึงและมีคุณภาพและทันสมัยทางวิทยาลัยเทคโนโลยีอุตสาหกรรมศรีสงครามจึงมีแนวความคิดในการ "จัดตั้งสถานีวิทยุวิทยาลัยเทคโนโลยีอุตสาหกรรมศรีสงคราม" ในการดำเนินโครงการ กิจกรรมต่างๆให้ครบสมบูรณ์ มีคุณภาพ และทันสมัยโดยยึดหลักเกณฑ์และวิธีการอนุญาตประกอบกิจการบริการชุมชนชั่วคราว

### 1.2. วัตถุประสงค์ของโครงการ

1. เพื่อเป็นศูนย์กลางในการให้บริการทางวิชาการและประชาสัมพันธ์ข่าวสารทางวิทยาลัยฯ
2. เพื่อเสริมสร้างความสัมพันธ์อันดีและเข้าใจที่ถูกต้องแก่ประชาชนในท้องถิ่นและบริเวณใกล้เคียง
3. เพื่อเป็นสื่อในการประชาสัมพันธ์ภารกิจและกิจกรรมของวิทยาลัยฯ
4. เพื่อเปิดโอกาสให้บุคลากร นักศึกษา ได้ผลิตผลงาน บทความ สารคดี โครงการนักศึกษา และผลงานด้านต่าง ๆ
5. เพื่อเป็นการสร้างความแข็งแกร่งในการใช้วิทยุกระจายเสียงของวิทยาลัย ในการพัฒนาชุมชนและท้องถิ่น
6. เพื่อเป็นแหล่งวิชาการให้นักศึกษาได้ฝึกปฏิบัติงานด้านวิทยุกระจายเสียง

### 1.3. สมมุติฐานของการประดิษฐ์

1. สามารถส่งสัญญาณวิทยุในระบบ เอฟ เอ็ม ความถี่ 104.00 MHz ได้ระยะ 10 กิโลเมตร
2. การส่งสัญญาณวิทยุในระบบ เอฟ เอ็ม ความถี่ 104.00 MHz มีสัญญาณรบกวนน้อยที่สุดหรือไม่มีสัญญาณรบกวน
3. อุปกรณ์ประกอบมีคุณภาพและมีความปลอดภัย และสะดวกต่อการใช้งาน

### 1.4 นิยามศัพท์เฉพาะ

**ชุมชน** หมายความว่า กลุ่มประชาชนที่มีพื้นที่อาศัยในแหล่งเดียวกัน ไม่ว่าจะในเมืองหรือในชนบท และให้หมายความรวมถึงกลุ่มประชาชนที่มีความสนใจร่วมกันและอยู่ในพื้นที่ใกล้เคียงกันหรือสื่อสารถึงกันได้ โดยมีผลประโยชน์ด้านสังคมและวัฒนธรรมเกี่ยวข้องเชื่อมโยงกัน ทำกิจกรรมอันชอบด้วย

กฎหมายและศีลธรรมร่วมกัน มีการดำเนินการอย่างต่อเนื่อง มีการจัดการและการแสดงเจตนาแทนกลุ่มได้

“**กลุ่มคน**” หมายความว่า สมาชิกในท้องถิ่นที่ไม่เป็นนิติบุคคลซึ่งรวมตัวกันไม่น้อยกว่าห้าคนเพื่อสร้างความเข้มแข็งให้แก่ชุมชน โดยมีการรวมตัวกันมาแล้วเป็นระยะเวลาไม่น้อยกว่าหนึ่งปีนับถึงวันที่ยื่นคำขออนุญาต

“**วิทุกระจ่ายเสียงชุมชน**” หมายความว่า กิจการกระจายเสียงเพื่อประโยชน์สาธารณะที่ไม่แสวงหารายได้จากการโฆษณา เป็นประโยชน์ตามความต้องการที่หลากหลายของชุมชนหรือท้องถิ่นที่รับบริการส่งผลให้ชุมชนเกิดความเข้มแข็ง โดยชุมชนเป็นเจ้าของร่วมกันและดำเนินการโดยชุมชนเป็นอิสระ มีเสรีภาพในการเสนอข่าวและการแสดงความคิดเห็นที่ไม่ขัดต่อจรรยาบรรณและศีลธรรมอันดีของประชาชน ปราศจากการครอบงำและแทรกแซงจากกลุ่มผลประโยชน์โดยมิชอบ กลุ่มการเมืองพรรคการเมืองทุกระดับหรือเอกชนที่มุ่งหากำไรในเชิงพาณิชย์

“**ใบอนุญาต**” หมายความว่า ใบอนุญาตประกอบกิจการบริการชุมชนชั่วคราว (วิทุกระจ่ายเสียงชุมชน)

### 1.5 วิธีดำเนินการ

๑. ศึกษาสภาพปัญหา/เสนอหัวข้อ
2. ออกแบบและสร้างเครื่องมือ
3. ทดสอบและเก็บข้อมูล
4. ตรวจสอบแก้ไข
5. สรุปลผล
๖. จัดทำรูปเล่ม

### 1.6. ระยะเวลาในการดำเนินงาน

ลำดับขั้นในการทำงาน	ระยะเวลาการทำงาน									
	พ.ค. 55		มิ.ย. 55		ก.ค. 55		ส.ค. 55		ก.ย. 55	
ศึกษาสภาพปัญหา/เสนอหัวข้อ		←→								
ออกแบบและสร้างเครื่องมือ			←→							
ทดสอบเก็บข้อมูล				←→						
ตรวจสอบแก้ไข						←→				
สรุปลผล							←→			
จัดทำรูปเล่ม								←→		

### 1.7. วัสดุที่ใช้ในการประดิษฐ์และแหล่งที่มา

วัสดุที่มีขายทั่วไปในท้องตลาด

### 1.8. ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1. ได้ชุดสาธิตการทำงานเครื่องยนต์ 4 จังหวะของรถจักรยานยนต์
2. ใช้เป็นสื่อการเรียนการสอนในวิชาปฏิบัติจักรยานยนต์
3. ชุดสาธิตการทำงานเครื่องยนต์ 4 จังหวะสามารถเคลื่อนย้ายได้สะดวก
4. สามารถวิเคราะห์สาเหตุของเครื่องยนต์ได้
5. เพื่อเปรียบเทียบข้อแตกต่างของเครื่องยนต์ 2 จังหวะ กับเครื่องยนต์ 4 จังหวะ

## บทที่ 2 ทฤษฎีและเอกสารที่เกี่ยวข้อง

### 1. ด้านเครื่องส่ง

ไมโครโฟน (L) จะรับสัญญาณเสียงซีกซ้ายแล้วส่งเข้าไปมอดกับคลื่นพาห้ในเครื่องส่ง FM โดยตรง ส่วนไมโครโฟน (R) จะรับสัญญาณเสียงซีกขวาแล้วส่งเข้าไปมอดกับความถี่ 18 KHz ซึ่งเป็นความถี่ที่ได้จากวงจรออสซิลเลเตอร์ ซึ่งกำหนดความถี่ 38 KHz เป็นคลื่นพาห้ย่อย การมอดสัญญาณเสียงซีกขวา (R) เข้ากับคลื่นพาห้ย่อย 38 KHz นั้นเราใช้วิธีการมอดแบบ AM จากนั้นก็ทำการซัพเพรสคลื่นพาห้ย่อยออก (ผลจากการซัพเพรสคลื่นพาห้ย่อยออกจะทำให้มีเฉพาะสัญญาณเสียงที่มอดกับคลื่นพาห้ย่อยแล้วเท่านั้น (ผลจากการซัพเพรสคลื่นพาห้ย่อยออกจะทำให้มีเฉพาะสัญญาณเสียงที่มอดกับคลื่นพาห้ย่อยแล้วเท่านั้น ที่ปรากฏออกไปเป็นสัญญาณเอ้าท์พุทได้ ซึ่งในการมอดสัญญาณโดยทั่ว ๆ ไปจะมีสัญญาณคลื่นพาห้ปรากฏเป็นสัญญาณออกทางเอ้าท์พุทตลอดเวลาไม่ว่าจะมีสัญญาณเสียงเข้ามามอดหรือไม่ก็ตาม)

สัญญาณที่ถูกมอดและกำจัดคลื่นพาห้ย่อยออกมาแล้ว จะถูกส่งเข้าไปมอดแบบ FM กับคลื่นพาห้ที่ใช้ในการส่งออกอากาศอีกครั้ง (มอดรวม ๆ กันไปกับสัญญาณเสียงซีกซ้าย (L) ที่เข้ามามอดแบบ FM โดยตรง ดังได้อธิบายมาก่อนหน้านี้)

วิธีการนี้เป็นการมอดดิเพล็กซ์สัญญาณ L และ R เข้าด้วยกันแล้วส่งไปกับคลื่นพาห้ที่ใช้ในการส่งออกอากาศเพียงความถี่เดียว โดยที่สัญญาณเสียง L และ R ไม่กวนกันเลย

สเปคตรัมของสัญญาณมอดดิเพล็กซ์ เรากำหนดให้สัญญาณเสียงที่เข้ามาทางไมโครโฟนซีกซ้ายและขวา มีความถี่ตั้งแต่ 30 Hz – 15 KHz ดังนั้น ไซด์แบนด์ที่เกิดจากสัญญาณเสียงซีกซ้าย (L) ส่วนอีกข้างเป็นไซด์แบนด์ที่เกิดจากสัญญาณเสียงซีกขวา (R) ซึ่งมีมอดกับคลื่นพาห้ย่อย 38 KHz ทำให้มีความถี่ด้านต่ำ 23 KHz ( 38 KHz – 15 KHz) และความถี่ด้านสูง 53 KHz ( 38 KHz + 15 KHz) (ดูรูปที่ 5)

**ด้านเครื่องรับ** ภาครับจะรับสัญญาณ FM เข้ามา แล้วส่งไปให้วงจรดีเท็คเตอร์ย่านกว้าง (Wideband detector) ทำหน้าที่คืนรูปออกมาเป็นสัญญาณซีกซ้ายและขวา สัญญาณเสียงนี้จะถูกส่งไปขยายเพื่อออกสู่ลำโพงซ้าย แต่เนื่องจากส่วนที่เป็นสัญญาณซีกขวามีความถี่อยู่ในช่วง 23 – 53 KHz เป็นความถี่เหนือเสียงที่มนุษย์ไม่ได้ยิน (ความถี่อยู่ในย่านโซนิคหรือซูเปอร์โซนิค) ฉะนั้นผู้ฟังจึงไม่ได้ยินสัญญาณเสียงซีกขวาทางลำโพงซ้าย

สัญญาณเสียงซีกซ้ายและขวา (L และ R) ที่ได้จากวงจรดีเท็คเตอร์ย่านกว้าง ส่วนหนึ่งจะแยกไปเข้าวงจรแบนด์พาสฟิลเตอร์ 38 KHz ที่วงจรนี้ จะทำหน้าที่กรองความถี่ให้ผ่านเฉพาะความถี่ของสัญญาณเสียงซีกขวา (23 KHz – 53 KHz) เพื่อส่งไปยังวงจรดีเท็คเตอร์ ดีเท็คซ์อีกครั้งให้คืนรูปออกมาเป็นสัญญาณเสียงซีกขวา ซึ่งมีความถี่ในช่วง 30 Hz – 15 KHz ส่งไปเข้าวงจรขยายเสียงออกสู่ลำโพงขวาต่อไป

วิธีการตามบล็อกไดอะแกรมในรูปที่ 4 นี้ ทำให้เราสามารถส่งกระจายเสียงในระบบเอฟ – เอ็ม สเตอร์ไอเอ็มดิเพล็กซ์ได้ ด้านการรับก็สามารถแยกสัญญาณซ้าย – ขวา ได้ดีโดยไม่กวนกัน

แต่ก็ยังเป็นระบบที่ไม่ดีพอ เพราะเครื่องรับเอฟ – เอ็ม ธรรมดายังไม่สามารถรับฟังคลื่นที่ส่งมาด้วยระบบนี้ได้อย่างสมบูรณ์ คือจะรับฟังได้เฉพาะสัญญาณเสียงซีกซ้ายเท่านั้น

ระบบการส่งกระจายเสียงแบบเอฟ - เอ็ม สเตอริโอมีลติเพล็กซ์ที่เหมาะสม และได้รับการคัดเลือกให้ใช้เป็นมาตรฐานในการส่งกระจายเสียงที่ใช้กันในทุกวันนี้ มีสาระสำคัญที่ให้ผลดีในการใช้งานดังนี้

๑. ส่งกระจายเสียงด้วยเครื่องส่งเครื่องเดียว และใช้คลื่นพาห้ความถี่เดียวในการส่งออกอากาศ โดยมีแบนด์วิทที่เข้ากันได้กับระบบ FM ธรรมดา
๒. เป็นระบบเอฟ - เอ็ม สเตอริโอ มีลติเพล็กซ์ ที่สามารถใช้เครื่องรับเอฟ - เอ็มแบบธรรมดา สามารถรับฟังสัญญาณได้ด้วย โดยเสียงที่รับฟังได้จะออกมาในรูปแบบโมโนโฟนิก (ไม่มีการแยกทิศทางของเสียง) และไม่มีกรบกวนที่เกิดจากการรบกวนกันระหว่างสัญญาณ คุณภาพของเสียงที่ได้จะต้องสมบูรณ์เหมือนการรับฟังจากสถานีเอฟ - เอ็ม ธรรมดา โดยไม่ต้องมีการตัดแปลงแก้ไขเพิ่มเติมที่เครื่องรับแต่ประการใด
๓. เครื่องรับ เอฟ - เอ็ม สเตอริโอมีลติเพล็กซ์นั้น นอกจากจะรับคลื่นจากสถานี เอฟ - เอ็ม สเตอริโอมีลติเพล็กซ์ ซึ่งทำให้สามารถแยกสัญญาณซ้าย - ขวาได้แล้ว จะต้องสามารถรับฟังจากสถานีวิทยุ เอฟ - เอ็ม ธรรมดาได้ด้วย โดยเสียงที่รับฟังได้จะออกมาในรูปแบบโมโนโฟนิก (ไม่มีการแยกทิศทางของเสียง)
๔. เครื่องรับเอฟ - เอ็ม ธรรมดา ที่รับสัญญาณจากสถานีเอฟ - เอ็ม สเตอริโอ มีลติเพล็กซ์ ถ้าต้องการรับฟังเสียงที่เป็นระบบสเตอริโอก็สามารถทำได้โดยการแก้ไขตัดแปลง หรือเพิ่มเติมอุปกรณ์บางอย่างเข้าไปในวงจรเครื่องรับเอฟ - เอ็มธรรมดา

## 2. หลักการส่งกระจายเสียงระบบเอฟ - เอ็มสเตอริโอมีลติเพล็กซ์ในปัจจุบัน

ในรูปที่ 5 เป็นบล็อกไดอะแกรมที่แสดงหลักการของเครื่องส่งกระจายเสียงระบบเอฟ - เอ็ม สเตอริโอมีลติเพล็กซ์ที่ได้รับการอนุมัติจากสถาบัน FCC. ของสหรัฐอเมริกา เป็นระบบที่ใช้กันแพร่หลายและเป็นที่ยอมรับของนานาประเทศ (ปัจจุบันประเทศไทยใช้ระบบนี้)

**หลักการทำงาน** เริ่มต้นจากไมค์โครโฟนซ้าย (MIC.L) และไมค์โครโฟนขวา (MIC.R) จะรับสัญญาณ (L +R) (ที่ภาค L+R) สัญญาณ (L+R) ที่ได้จะถูกส่งต่อไปยังภาคมีลติเพล็กซ์ เพื่อเตรียมมีลติเพล็กซ์ร่วมกับสัญญาณอื่น ๆ

สัญญาณส่วนหนึ่งจากภาคขยายสัญญาณเสียง (R) จะถูกส่งไปที่ภาคอินเวอร์เตอร์ (INVERTER) ด้วย เพื่อกลับเฟสสัญญาณ (R) ไปจากเดิมอีก 180 องศากลายเป็นสัญญาณ ( - R) ส่งไปพร้อมกับสัญญาณที่มาจากภาคขยายเสียง (L) ที่ภาค (L - R) สัญญาณที่รวมกันนี้จะกลายเป็นสัญญาณ (L - R) ซึ่งจะถูกส่งต่อไปยังภาคบาลานซ์มอดูเลเตอร์ (BALANCE MODULATOR) เพื่อมอดูเลทกับคลื่นพาห้ย่อย 38 KHz ที่เข้ามาอีกทาง

**คลื่นพาห้ย่อย (SUBCARRIER) 38 KHz** นั้นได้มาจากความถี่คลื่นชายัน 19 KHz จากภาคออสซิลเลเตอร์ ซึ่งถูกส่งเข้ามาทวีคูณความถี่ขึ้นอีกสองเท่า ( 19 KHz x 2 = 38 KHz) ที่ภาคทวีคูณความถี่สองเท่า (FREQUENCY DOUBLER)

**ความถี่ 38 KHz** ที่ได้นี้จะถูกใช้เป็นคลื่นพาห้ย่อยเพื่อส่งไปมอดูกับสัญญาณเสียง (L - R) ที่ภาคบาลานซ์มอดูเลเตอร์

**ภาคบาลานซ์มอดูเลเตอร์**นอกจากจะทำหน้ามอดูสัญญาณเสียง (L - R) เข้าทางส่วนสูงของสัญญาณคลื่นพาห้ย่อยแล้ว (มอดูแบบ AM) มันยังทำหน้าที่กำจัดคลื่นพาห้ย่อยไม่ให้ไปปรากฏออกไปเป็นสัญญาณที่เอ้าท์พุทเพียงลำพังสัญญาณเดียวอีกด้วย (สัญญาณที่มีมอดูรวมกันแล้วเท่านั้นที่ปรากฏออกไปเป็น สัญญาณเอ้าท์พุทของภาคบาลานซ์มอดูเลเตอร์)

เราเรียกสัญญาณที่มีอัตราส่วนกันระหว่างสัญญาณคลื่นพาห่อย่อย 38 KHz และสัญญาณเสียง (L - R) นี้ว่า สัญญาณคลื่นพาห่อย่อย L - R (L - R SUBCARRIER) และสัญญาณนี้จะถูกส่งไปมัลติเพล็กซ์เพื่อมัลติเพล็กซ์รวมกันไปกับสัญญาณอื่น ๆ

นอกจากนี้แล้วภาคออสซิลเลเตอร์ยังแยกส่งความถี่ 19KHz สำหรับเป็นสัญญาณไฟลิตโทนไปยังภาคมัลติเพล็กซ์เพื่อมัลติเพล็กซ์สัญญาณ 19 KHz รวมไปกับสัญญาณอื่น ๆ อีกด้วย

จะเห็นว่าที่ภาคมัลติเพล็กซ์จะเป็นที่รวมของสัญญาณต่าง ๆ คือ 1. สัญญาณเสียง (L + R) จากภาค L + R 2.สัญญาณ (L - R) ซัพแคเรียร์ จากภาคบาลานซ์มอดดูเลเตอร์ 3. สัญญาณไฟลิตโทน 19 KHz จากภาคออสซิลเลเตอร์

สัญญาณทั้งสามนี้สามารถมัลติเพล็กซ์รวมเข้าด้วยกันได้ โดยไม่มีการแทรกแซงสัญญาณต่อกัน เพราะแต่ละสัญญาณมีขอบเขตความถี่ที่ต่างกันอย่างนั้นเอง (ดูรูปที่ 6)

สัญญาณรวมมัลติเพล็กซ์จะถูกส่งไปมอดคัลกับคลื่นพาห่ที่ใช้ในการส่งออกอากาศในระบบเอฟ-เอ็ม ในภาคส่งนี้ก็เหมือนกับเครื่องส่งเอฟ-เอ็มธรรมดาทั่วไป ที่ใช้ส่งในย่านความถี่กระจายเสียง 88-108 MHz

ที่มีการส่งสัญญาณต่าง ๆ ถึงสามสัญญาณออกไปยังเครื่องรับก็เพื่อจุดประสงค์ดังนี้

**1. สัญญาณ (L + R)** สัญญาณนี้เป็นผลรวมของสัญญาณเสียงซีกซ้ายและซีกขวาเป็นสัญญาณเสียงแบบโมโน ที่ต้องส่งสัญญาณนี้ไปด้วยก็เพื่อใช้สำหรับการรับรองเครื่องรับเอฟ - เอ็ม ธรรมดาให้รับฟังจากสถานีที่ส่งในระบบสเตอริโออิมัลติเพล็กซ์ได้ เครื่องรับเอฟ - เอ็ม ธรรมดาจะรับเอาเฉพาะสัญญาณนี้ไปเป็นสัญญาณเสียงออกสู่ลำโพง เสียงที่ได้จะมีครบทั้งสัญญาณซีกซ้ายและขวารวมกัน ไม่มีการแยกทิศทางของเสียง และคุณภาพเสียงจะเหมือนกับการรับฟังจากสถานีวิทยุ เอฟ - เอ็ม ธรรมดาทั่วไป

**2. สัญญาณคลื่นพาห่อย่อย (L - R)** ที่ต้องเอาสัญญาณ (L - R) ไปมอดคัลกับคลื่นพาห่อย่อย 38 KHz ก่อน ก็เพราะเราต้องการส่งสัญญาณ (L - R) รวมกันไปพร้อม ๆ กับสัญญาณ (L + R) โดยไม่ต้องการให้สัญญาณทั้งสองมีการแทรกแซงกัน วิธีการนี้เป็นกลวิธีในการมัลติเพล็กซ์สัญญาณเข้าด้วยกัน เปรียบเสมือนกับเราต้องการส่งน้ำมันใส่น้ำมันทั้งสองรวมกันไปในถังเดียวกัน

ถ้าเราทำโดยการนำน้ำมันเบนซินใส่ลงไปในถังก่อน (ก็เหมือนกับเราเอาสัญญาณ (L + R) มอดคัลกับคลื่นพาห่ที่ใช้ในการส่งออกอากาศ) จากนั้นจึงหาขวดที่ขนาดเล็กกว่าถังมาบรรจุน้ำมันก๊าดและปิดฝาขวดให้แน่น (ทำนองเดียวกับที่เราเอาสัญญาณ (L - R) มอดคัลกับคลื่นพาห่อย่อย) แล้วเอาขวดน้ำมันก๊าดใส่ลงในถังน้ำมันเบนซินอีกที ด้วยวิธีนี้ทำให้เราสามารถเอาน้ำมันเบนซินและน้ำมันก๊าดใส่รวมไปในถังเดียวกันได้โดยน้ำมันทั้งสองชนิดไม่ผสมปนกัน (เช่นเดียวกับสัญญาณ (L+R) และสัญญาณ (L - R) ซัพแคเรียร์ จะไม่มีการแทรกแซงกัน) เมื่อส่งไปถึงปลายทางเพียงเรายกขวดน้ำมันก๊าดขึ้นก็สามารถแยกน้ำมันทั้งสองชนิดออกจากกันได้โดยง่าย

เราสามารถเอาสัญญาณเสียง (L - R) และ (L + R) ที่ส่งไป มาแปลงสภาพให้แยกเป็นสัญญาณเสียงซีกซ้ายและขวา (L และ R) ปรากฏทางด้านเครื่องรับไว้ โดยการนำสัญญาณทั้งสองมาบวกหรือลบกัน ซึ่งแสดงได้ด้วยพีชคณิตดังนี้

เมื่อนำสัญญาณ (L + R) และ (L - R) มาบวกกัน

$$L + R$$

$$L - R$$

$$\begin{aligned} \text{จะได้สัญญาณเสียงซิกซาย} &= 2L \\ \text{เมื่อนำสัญญาณ (L + R) และ (L - R) มาลบกัน} \\ &L + R \\ &L - R \\ \text{จะได้สัญญาณเสียงซิกขวา} &= 2R \end{aligned}$$

**3. สัญญาณไฟลิตโทน 19 KHz** เนื่องจากสัญญาณเสียง (L - R) ที่ส่งมายังเครื่องรับเป็นสัญญาณเสียงที่มีอดมากกว่าคลื่นพาห้อย่อย 38 KHz ฉะนั้น ในการนำมาเสริมหรือหักล้างกับสัญญาณ (L + R) ในวงจรแยกสัญญาณสเตอริโอ (วงจรถิโคัดเตอร์) เพื่อทำให้เกิดเป็นสัญญาณเสียงซิกซายและขวา ขึ้นนั้น จำเป็นต้องมีสัญญาณ 38 KHz ที่มีเฟสสัมพันธ์กัน (SYNCHRONIZ) กับคลื่นพาห้อย่อยที่มีอดมากกว่าสัญญาณ (L - R) เพื่อช่วยให่วงจรถิโคัดเตอร์ทำงานแยกสัญญาณได้ จึงต้องมีการส่งสัญญาณไฟลิตโทน 19 KHz มาด้วย เพราะความถี่ 19 KHz เมื่อมาถึงเครื่องรับก็สามารถทำให้เป็นความถี่ 38 KHz ได้โดยง่าย ด้วยการใช่วงจรถิโคัดความถี่ขึ้นมาอีกสองเท่า และเนื่องจากความถี่ 19 KHz ซึ่งเป็นสัญญาณไฟลิตโทนนี้เป็นต้นกำเนิดของสัญญาณคลื่นพาห้อย่อยทางด้านเครื่องส่ง ความถี่ 38 KHz ที่ได้จึงมีเฟสที่สัมพันธ์กับสัญญาณคลื่นพาห้อย่อย (L - R) ตลอดเวลา

**รูปที่ 6** เป็นการแสดงรูปคลื่นตามจุดต่าง ๆ ของบล็อกไดอะแกรมในรูปที่ 5 ซึ่งจะช่วยให้เข้าใจการทำงานของเครื่องส่งเอฟเอ็มสเตอริโอมัลติเพล็กซ์ได้ดีขึ้น

เพื่อให้เข้าใจง่ายจึงให้สัญญาณที่ป้อนเข้าทางไมค์ซาย และขวา เป็นสัญญาณโตนเสียงคลื่นรูปซายน์ โดยให้สัญญาณเสียง (L) มีความถี่สูงกว่าสัญญาณเสียง (R) ไปอีกเท่าตัวจะได้ไม่สับสนในการทำความเข้าใจ

- หมายเลข 1 เป็นคลื่นความถี่เสียงรูปซายน์ที่ออกจากวงจรขยายสัญญาณเสียงซิกซาย (L)
  - หมายเลข 2 เป็นคลื่นความถี่เสียงรูปซายน์ที่ออกจากวงจรขยายสัญญาณเสียงซิกขวา (R)
  - หมายเลข 3 เป็นรูปคลื่นสัญญาณเสียง (R) ที่ผ่านวงจรอินเวทิงแล้วกลายเป็นสัญญาณ ( - R) สัญญาณที่ได้จะเป็นรูปซายน์อยู่เหมือนเดิม เพียงแต่จะมีเฟสต่างไปจากสัญญาณ (R)  $180^\circ$  เท่านั้น
  - หมายเหตุ 4 เป็นรูปคลื่นที่เกิดจากการรวมกันระหว่างสัญญาณ L และ R เป็นสัญญาณ (L + R)
  - หมายเหตุ 5 เป็นรูปคลื่นที่เกิดจากการรวมกันระหว่างสัญญาณ (L) และสัญญาณ ( - R) มาเป็นสัญญาณ (L - R)
  - หมายเลข 9 เป็นสัญญาณความถี่ 19 KHz ซึ่งใช้เป็นสัญญาณไฟลิตโทน
  - หมายเหตุ 10 เป็นสัญญาณความถี่ 38 KHz ซึ่งเกิดจากการนำสัญญาณ 19 KHz มาทวีความถี่ให้สูงขึ้นอีกเท่าตัว เพื่อใช้เป็นคลื่นพาห้อย่อยสำหรับมอดกับสัญญาณ (L - R)
  - หมายเลข 6 เป็นสัญญาณที่เกิดจากสัญญาณเสียง (L - R) มอดเข้ากับสัญญาณคลื่นพาห้อย่อย แล้วถูกซัพเพรสไปด้วยในตัวกลายเป็นสัญญาณ (L -R) ซัพแคเรียร์
  - หมายเลข 7 เป็นสัญญาณที่มัลติเพล็กซ์รวมกันระหว่างสัญญาณ (L + R) และ (L - R) ซัพแคเรียร์ (ในที่นี้ไม่ได้แสดงสัญญาณ 19 KHz ไว้)
  - หมายเลข 8 เป็นสัญญาณคลื่นพาหู่ที่ใช้ในการส่งออกอากาศ เพราะถูกมอดในระบบเอฟ - เอ็ม ความถี่ของสัญญาณจึงเปลี่ยนแปลงไปตามสัญญาณมัลติเพล็กซ์ที่เข้ามามอดด้วย
- สัญญาณที่กำกับด้วย 2 L ในรูปคลื่นหมายเลข 7 เป็นการแสดงให้เห็นผลบวกของสัญญาณ (L + R) และ (L - R) ผลลัพธ์ที่ได้เป็นสัญญาณเสียงซิกซายหรือ  $(L + R) + (L - R) = 2L$

สัญญาณที่กำกับด้วย 2 R เป็นการแสดงให้เห็นผลลบของสัญญาณ (L + R) และ (L - R) ผลลัพธ์ที่ได้เป็นสัญญาณเสียงซีกขวาหรือ (L + R) - (L - R) = 2 R

ในส่วนที่เป็นเส้นประไม่ใช่รูปคลื่นสัญญาณ แต่เป็นการแสดงให้เห็นผลเฉลี่ยของสัญญาณ L และสัญญาณ R และเส้นประที่เป็นผลเฉลยนี้จะมีรูปร่างเหมือนสัญญาณ (L + R) เป็นการแผ่งตัวสัญญาณ (L + R) ไปกับสัญญาณมัลติเพล็กซ์

การผสมสัญญาณหรือการรวมกันระหว่างสัญญาณทั้งสองที่ทำให้เกิดเป็นสัญญาณรูปร่างใหม่ขึ้น เช่น การรวมกันระหว่างสัญญาณ (L) กับสัญญาณ R แล้วทำให้เกิดเป็นรูปคลื่นสัญญาณ (L + R) ขึ้นนั้น ใช้หลักการเสริมหรือหักล้างกันระหว่างสัญญาณโดยใช้วิธีบวกลบธรรมดา จะเข้าใจได้ง่ายถ้าเราใช้สัญญาณรูปคลื่นสี่เหลี่ยมมาแทนรูปคลื่นไซน์ ดังในรูปที่ 7

**ตามรูปที่ 7** เป็นตัวอย่างการรวมสัญญาณรูปคลื่นสี่เหลี่ยมระหว่างสัญญาณ A และสัญญาณ B ผลลัพธ์ของการรวมจะทำให้เป็นรูปคลื่นสัญญาณ C

เราแบ่งสัญญาณออกเป็น 8 ลูกคลื่น ตามหมายเลขที่อยู่เหนือสัญญาณ A

ลูกคลื่นที่ 1	สัญญาณ A มีค่า =	+1
	สัญญาณ B มีค่า =	+1
ฉะนั้น ผลลัพธ์ที่สัญญาณ C	=	1 + 1 = 2
ลูกคลื่นที่ 2	สัญญาณ A =	0
	สัญญาณ B =	-1
	∴ สัญญาณ C =	0 - 1 = -1
ลูกคลื่นที่ 3	สัญญาณ A =	+1
	สัญญาณ B =	0
	∴ สัญญาณ C =	0 + 1 = 1
ลูกคลื่นที่ 4	สัญญาณ A =	0
	สัญญาณ B =	-0.5
	∴ สัญญาณ C =	0 - 0.5 = -0.5
ลูกคลื่นที่ 5	แบ่งลูกคลื่นออกเป็น 2 ช่วง	
	1. ช่วงครึ่งแรก	
	สัญญาณ A =	+1
	สัญญาณ B =	+1
	∴ สัญญาณ C =	1 + 1 = 2
	2. ช่วงครึ่งหลัง	
	สัญญาณ A =	+2
	สัญญาณ B =	-1
	∴ สัญญาณ C =	2 - 1 = 1
ลูกคลื่นที่ 6	สัญญาณ A =	0
	สัญญาณ B =	1
	∴ สัญญาณ C =	0 + 1 = 1

ขอบเขตความถี่ของสัญญาณมัลติเพล็กซ์ซึ่งแสดงอยู่ในรูปที่ 8 แยกออกเป็นดังนี้

สัญญาณ (L + R) หรือสัญญาณ M = 30 Hz – 15 KHz

สัญญาณไฟลोटโทน = 19 KHz

สัญญาณไฟลोटโทน 19 KHz จะอยู่ระหว่างสัญญาณ (L + R) และ (L-R) ซัพแคเรียร์ โดยมีไซด์แบนด์ด้านสูงและต่ำข้างละ 4 KHz เพื่อกันไม่ให้เกิดการรบกวนกับสัญญาณอื่น

(แถบความถี่ช่วง 60 – 74 KH เป็นระบบ SCA ย่อมาจาก SUBSIDIARY COMMUNICATION AUTHORIZATION อ่านว่า ซับไดซิอารี คอมมูนิเคชัน ออโตโรเซชัน ซึ่งไม่ได้ใช้ในที่นี่)

ตัวอย่างวงจรร่างย ๑ ที่แสดงให้เห็นถึงหลักการทำงานของวงจรรีเค็คเตอร์ว่าสามารถถอดสัญญาณมัลติเพล็กซ์ให้แยกเป็นสัญญาณซีกซ้ายและขวาได้อย่างไร แสดงอยู่ในรูป 9

#### ๔. มาตรฐานทางเทคนิคของเครื่องส่งวิทยุกระจายเสียงสำหรับชุมชน

ตามพระราชบัญญัติองค์กรจัดสรรคลื่นความถี่และกำกับกิจการวิทยุกระจายเสียง วิทยุโทรทัศน์ และกิจการโทรคมนาคม พ.ศ. 2543 คณะกรรมการกิจการวิทยุกระจายเสียงแห่งชาติ (กสช.) มีหน้าที่พิจารณาอนุญาตและกำกับดูแลการใช้คลื่นความถี่เพื่อกิจการวิทยุกระจายเสียงและกิจการวิทยุโทรทัศน์ และการกำหนดมาตรฐานและลักษณะพึงประสงค์ทางเทคนิคของอุปกรณ์ที่ใช้ในการประกอบกิจการวิทยุกระจายเสียงและวิทยุโทรทัศน์

เนื่องจากขณะนี้ยังไม่มีมาตรการ กสช. เพื่อทำหน้าที่ตามที่กฎหมายบัญญัติ ทำให้ไม่สามารถพิจารณาจัดสรรคลื่นความถี่ ออกใบอนุญาตประกอบกิจการ หรืออนุญาตให้ประกอบกิจการเพิ่มเติมไม่ได้ ตามบทบัญญัติมาตรา 80 ของ พ.ร.บ. ดังกล่าว เพื่อบรรเทาปัญหาการตั้งสถานีวิทยุกระจายเสียงสำหรับชุมชนเป็นการชั่วคราว คณะรัฐมนตรีได้มีมติในการประชุมวันที่ 16 สิงหาคม 2548 กำหนดกรอบกติกาทางเทคนิคและหลักเกณฑ์การตั้งสถานีวิทยุชุมชน โดยกำหนดกำลังส่งไม่เกิน 30 วัตต์ ความสูงเสาอากาศไม่เกิน 30 เมตรจากระดับพื้นดิน และรัศมีการออกอากาศไม่เกิน 15 กิโลเมตร แม้ว่ายังไม่มีมาตรการจัดตั้งสถานีวิทยุชุมชนถูกต้องตามกฎหมายอย่างเป็นทางการ แต่ปัจจุบันมีการส่งวิทยุกระจายเสียงของสถานีวิทยุชุมชน ทั้งในพื้นที่เขตกรุงเทพมหานคร ปริมณฑล และในเขตภูมิภาค ทั่วประเทศ ประมาณ 3,000-4,000 สถานี ทำให้เกิดการแพร่กระจายคลื่นแปลกปลอมที่ก่อให้เกิดการรบกวนต่อข่ายการสื่อสารอื่น โดยเฉพาะข่ายสื่อสารทางการบินที่ใช้สำหรับการควบคุมการจราจรทางอากาศ ซึ่งมีผลกระทบต่อความปลอดภัยของชีวิตและทรัพย์สินโดยตรง ดังนั้นคณะกรรมการกิจการโทรคมนาคมแห่งชาติ ได้แต่งตั้ง คณะอนุกรรมการเฉพาะกิจจัดทำมาตรฐานเทคนิคสำหรับเครื่องวิทยุคมนาคม เพื่อรับผิดชอบการศึกษาามาตรฐานสากล และยกร่างมาตรฐานทางเทคนิคสำหรับเครื่องส่งวิทยุคมนาคมที่เหมาะสม ของเครื่องส่งวิทยุกระจายเสียงสำหรับชุมชนย่านความถี่วิทยุ 87.5 MHz ถึง 108 MHz เพื่อป้องกันและลดการรบกวนที่เกิดขึ้นกับข่ายสื่อสารในกิจการวิทยุคมนาคมอื่น โดยเฉพาะกิจการทางการบิน (aeronautical) ในย่านความถี่วิทยุใกล้เคียง 108-137 MHz

คณะอนุกรรมการเฉพาะกิจจัดทำมาตรฐานทางเทคนิคสำหรับเครื่องวิทยุคมนาคม ได้ดำเนินการศึกษาเรื่องดังกล่าวแล้ว และได้ทำ รายงานผลการศึกษาการจัดทำมาตรฐานทางเทคนิคของเครื่องส่ง

วิทยุกระจายเสียงสำหรับชุมชน ย่านความถี่วิทยุ 87.5 MHz ถึง 108 MHz (พหุศักราช 2550) และ มาตรฐานและลักษณะพึงประสงค์ทางด้านเทคนิค เครื่องส่งวิทยุกระจายเสียงสำหรับชุมชน ย่านความถี่วิทยุ 87.5 MHz ถึง 108.0 MHz เพื่อให้ กทช. นำเสนอ กกช. (อธิบดีกรมประชาสัมพันธ์ เป็นเลขานุการคณะกรรมการกิจการวิทยุกระจายเสียงและวิทยุแห่งชาติ) หนังสือของ กกช. ลงวันที่ 27 ธันวาคม 2550 ในการศึกษาครั้งนี้ นำกรอบและเกณฑ์การตั้งสถานีวิทยุชุมชนที่กำหนดกำลังส่งไม่เกิน 30 วัตต์ ความสูงเสาอากาศไม่เกิน 30 เมตร และรัศมีการออกอากาศไม่เกิน 15 กิโลเมตร ตามที่กำหนดโดยมติคณะรัฐมนตรีเป็นเกณฑ์ แนวทางปฏิบัติในการจัดตั้งสถานีวิทยุกระจายเสียงสำหรับชุมชน มีหลักในการพิจารณา คือ

การกำหนดพื้นที่การให้บริการ เพื่อไม่ให้เกิดการรบกวนกัน

จะต้องมีการกำกับการใช้ความถี่วิทยุให้สอดคล้องกับแผนการใช้ความถี่วิทยุ

จะเห็นได้ว่าการจัดตั้งสถานีวิทยุชุมชนจะต้องพิจารณาเงื่อนไขทางเทคนิคคือการรบกวนเป็นหลักสำคัญ และการกำหนดแผนจัดสรรคลื่นความถี่วิทยุชุมชน จะต้องออกแบบไม่ให้เกิดการรบกวนกัน จึงจะขอสรุปข้อกำหนดการรบกวนของสถานีวิทยุตามที่มีการศึกษาจากเอกสารดังกล่าว คือ

**5.การแบ่งช่องความถี่สัญญาณวิทยุระบบ FM** เพื่อใช้ในการพิจารณาจัดตั้งวิทยุชุมชน ความถี่ 87.5-108 MHz แบ่งแต่ละช่อง 250 kHz แบ่งได้ 81 ช่องความถี่ คือ

๕. **ข้อกำหนดเครื่องส่ง (rated carrier power)** กำลังส่งที่ออกอากาศที่สายอากาศ จะต้องไม่เกิน 30 วัตต์ (ไม่ได้กำหนดว่าสายอากาศเป็นชนิดใด มีกำลังขยายหรือไม่)

**ลักษณะการรบกวน** เครื่องส่งวิทยุกระจายเสียงที่มีลักษณะทางเทคนิคที่ไม่เหมาะสม จะก่อให้เกิดการรบกวนต่อการใช้ความถี่วิทยุในข่ายสื่อสารอื่น เรียกว่าการแพร่แปลกลอด (conducted spurious emissions) คือ เครื่องส่งวิทยุสร้างความถี่ที่เกินกว่าที่กำหนดให้ออกอากาศมาด้วย มี 2 ลักษณะ คือ การแพร่ฮาร์โมนิก (harmonic emission) เป็นการสร้างความถี่ที่มีค่าเป็นทวีคูณของความถี่ที่กำหนด คือความถี่ที่สูง 2 เท่า 3 เท่า 4 เท่า 5 เท่า ของความถี่ที่กำหนดในการออกอากาศ ซึ่งเครื่องส่งวิทยุที่ไม่ได้มาตรฐานจะไปรบกวนความถี่ข่ายสื่อสารอื่น ๆ หรือย่านความถี่ในการส่งวิทยุโทรทัศน์

ย่านความถี่ที่ออกอากาศ	87.75-107.75 MHz	Harmonic ที่
ความถี่ 175.5-215.5 MHz	รบกวนการส่งโทรทัศน์ช่อง 5-10	Harmonic ที่ 3 ความถี่ 263.25-323.25 MHz
รบกวนการส่งเคเบิลทีวีช่อง S11-S22	Harmonic ที่ 4 ความถี่ 351-431 MHz	รบกวนการส่งเคเบิลทีวีช่อง S27-S37
Harmonic ที่ 5 ความถี่ 438.75-538.75 MHz	รบกวนการส่งเคเบิลทีวีช่อง S38-S41	การส่งโทรทัศน์ช่อง 29 (โทรทัศน์สาธารณะ Thai PBS)
Harmonic ที่ 6 ความถี่ 526.5-646.5 MHz	รบกวนการส่งโทรทัศน์ช่อง 28-43	Harmonic ที่ 7 ความถี่ 614.25-754.25 MHz
รบกวนการส่งโทรทัศน์ช่อง 39-56	<b>ลักษณะการรบกวน</b> จะมีผลต่อการรับชมโทรทัศน์ คือ ภาพลั้ม หรือมีลายรบกวนภาพ หรือกวนด้านเสียง มีเสียงวิทยุออกมารบกวน การรบกวนนี้มีผลในบริเวณใกล้สถานีเครื่องส่งวิทยุที่ส่งคลื่นไม่เหมาะสมออกมา (Harmonic Emission) ส่วนผู้ที่รับชมโทรทัศน์ที่อยู่ห่างไกลจากสถานีวิทยุ จะไม่มีผลต่อการรบกวนการรับชมโทรทัศน์ การแพร่พาราซิติค (parasitic emission) เป็นความถี่	

แปลกลบวมที่แพร่ออกมาจากเครื่องส่งวิทยุในย่านความถี่วิทยุ 87.5-108 MHz ซึ่งเกิดจากชุดขยายสัญญาณวิทยุของเครื่องส่งวิทยุทำงานไม่ถูกต้อง สังเกตได้จากเครื่องรับวิทยุจะรับสัญญาณที่ส่งออกอากาศได้หลายช่องความถี่พร้อมกัน

**ความถี่ของสถานีวิทยุที่รบกวนกับความถี่ IF**  
(Intermediate Frequency :  $10.7 \pm 0.1$  MHz)

สถานีวิทยุ A ความถี่ (MHz)	สถานีวิทยุ B ความถี่ (MHz)	Intermodulation B-A = $10.7 \pm 0.1$ (MHz)	สถานีวิทยุ A ความถี่ (MHz)	สถานีวิทยุ B ความถี่ (MHz)	Intermodulation B-A = $10.7 \pm 0.1$ (MHz)
87.25	98.00	98.00-87.25 = 10.75	87.50	98.25	98.25-87.50 = 10.75
87.75	98.50	98.50-87.75 = 10.75	88.00	98.75	98.75-88.00 = 10.75
88.25	99.00	99.00-88.25 = 10.75	88.50	99.25	99.25-88.50 = 10.75
88.75	99.50	99.50-88.75 = 10.75	89.00	99.75	99.75-89.00 = 10.75
89.25	100.00	100.00-89.25 = 10.75	89.50	100.25	100.25-98.50 = 10.75
89.75	100.50	100.50-89.75 = 10.75	90.00	100.75	100.75-90.00 = 10.75
90.25	101.00	101.00-90.25 = 10.75	90.50	101.25	101.25-90.50 = 10.75
90.75	101.50	101.50-90.75 = 10.75	91.00	101.75	101.75-91.00 = 10.75
สถานีวิทยุ A ความถี่ (MHz)	สถานีวิทยุ B ความถี่ (MHz)	Intermodulation B-A = $10.7 \pm 0.1$ (MHz)	สถานีวิทยุ A ความถี่ (MHz)	สถานีวิทยุ B ความถี่ (MHz)	Intermodulation B-A = $10.7 \pm 0.1$ (MHz)
91.25	102.00	102.00-91.25 = 10.75	91.50	102.25	102.25-91.50 = 10.75
91.75	102.50	102.50-91.75 = 10.75	92.00	102.75	102.75-92.00 = 10.75
92.25	103.00	103.00-92.25 = 10.75	92.50	103.25	103.25-92.50 = 10.75
92.75	103.50	103.50-92.75 = 10.75	93.00	103.75	103.75-93.00 = 10.75
93.25	104.00	104.00-93.25 = 10.75	93.50	104.25	104.25-93.50 = 10.75

93.75	104.50	104.50-93.75 = 10.75		94.00	104.75	104.75-94.00 = 10.75
94.25	105.00	105.00-94.25 = 10.75		94.50	105.25	105.25-94.50 = 10.75
94.75	105.50	105.50-94.75 = 10.75		95.00	105.75	105.75-95.00 = 10.75
95.25	106.00	106.00-95.25 = 10.75		95.50	106.25	106.25-95.50 = 10.75
95.75	106.50	106.50-95.75 = 10.75		96.00	106.75	106.75-96.00 = 10.75
96.25	107.00	107.00-96.25 = 10.75		96.50	107.25	107.25-96.50 = 10.75
96.75	107.50	107.50-96.75 = 10.75		97.00	107.75	107.75-97.00 = 10.75

และจากการศึกษาเปรียบเทียบวิทยุชุมชนของประเทศสหรัฐอเมริกา มีข้อกำหนด คือ

1. กำหนดคลื่นความถี่ของวิทยุชุมชน 88.7 – 91.7 MHz
2. คลื่นความถี่ของวิทยุชุมชนจะต้องไม่ทำให้เกิดการรบกวนคลื่นความถี่ของวิทยุการบิน 110 -130 MHz
3. การประกอบการวิทยุชุมชนไม่อนุญาตให้มีการโฆษณา
4. ในพื้นที่เดียวกันให้มีได้ 1 ความถี่ และกำหนดระยะทางส่งไม่เกิน 6 กิโลเมตร

จากข้อกำหนดของ ITU มาตรฐานความเข้มของสัญญาณวิทยุระบบ FM (Minimum usable field strength) ขึ้นอยู่กับพื้นที่เขตบริการ คือ

Areas	Services	
	Monophonic dB( $\mu$ V/m)	Stereophonic dB( $\mu$ V/m)
Rural	48	54
Urban	60	66
Large cities	70	74

สัญญาณที่วัดเป็นมาตรฐาน ใช้เสาอากาศในการรับสัญญาณ ความสูง 10 เมตร จะเห็นได้ว่าเขตบริการพื้นที่ในเขตชนบท (Rural Area) การส่งวิทยุกระจายเสียงระบบ FM ความเข้มของสัญญาณวิทยุ FM Stereo อย่างน้อย เท่ากับ 54 dB หรือ 500  $\mu$ V เขตบริการตัวเมืองความเข้มของสัญญาณวิทยุ FM Stereo อย่างน้อย เท่ากับ 66 dB หรือ 2 mV เขตบริการตัวเมืองขนาดใหญ่ สัญญาณวิทยุ FM Stereo อย่างน้อย เท่ากับ 74 dB หรือ 5 mV

ดังนั้นจากเหตุผลทางด้านเทคนิค วิทยุชุมชน จึงไม่มีความเหมาะสมที่จัดตั้งในตัวเมืองใหญ่ เช่น กรุงเทพมหานคร หรือตัวเมืองใหญ่ในต่างจังหวัด เพราะ กำลังส่ง 30 วัตต์ เสาอากาศ 30 เมตร และ เขตบริการ 15 กิโลเมตร ที่กำหนด ไม่สามารถใช้ได้ในเขต ตัวเมืองขนาดใหญ่ และที่สำคัญในตัวเมืองใหญ่ ๆ จะมีการใช้คลื่นความถี่วิทยุเป็นจำนวนมาก มีการรบกวนจากการใช้อุปกรณ์ในภาคอุตสาหกรรม โรงงานต่าง ๆ อุปกรณ์เครื่องมือเครื่องใช้ของสังคมเมืองใหญ่ ซึ่งสร้างคลื่นวิทยุออกมา โอกาสที่จะเกิดการรบกวนสูงมาก เครื่องส่งวิทยุกระจายเสียงในตัวเมืองใหญ่จำเป็นต้องส่งกระจายเสียงด้วยกำลังส่งสูง เพื่อให้ให้คลื่นที่รบกวนสามารถรบกวนได้น้อยลง ปัจจุบันในกรุงเทพมหานครเครื่องส่ง FM ที่กำลังส่งสูงสุด คือ สถานีวิทยุกระจายเสียงแห่งประเทศไทย FM 95.50 MHz กำลังส่ง 10 กิโลวัตต์ (40 KW. ERP) สถานีวิทยุกระจายเสียงระบบ FM ของหน่วยงานอื่นอนุญาตให้กำลังส่งสูงสุด 5 กิโลวัตต์ (20 KW. EPP) แต่ในทางความเป็นจริงแล้วกำลังส่งออกอากาศดังกล่าวในขณะนี้ ก็ยังไม่สามารถครอบคลุมเขตบริการวิทยุกระจายเสียง กรุงเทพมหานคร และเขตปริมณฑล วิทยุชุมชนในกรุงเทพมหานครที่ส่งกระจายเสียงด้วยกำลังส่งเพียง 30 วัตต์ (ERP) จึงเป็นไปได้ที่จะให้บริการพื้นที่รัศมี 15 กิโลเมตร ทำให้มีการส่งกระจายเสียงวิทยุชุมชนที่มีกำลังส่งสูงเกิน 30 วัตต์ มากมายในขณะนี้

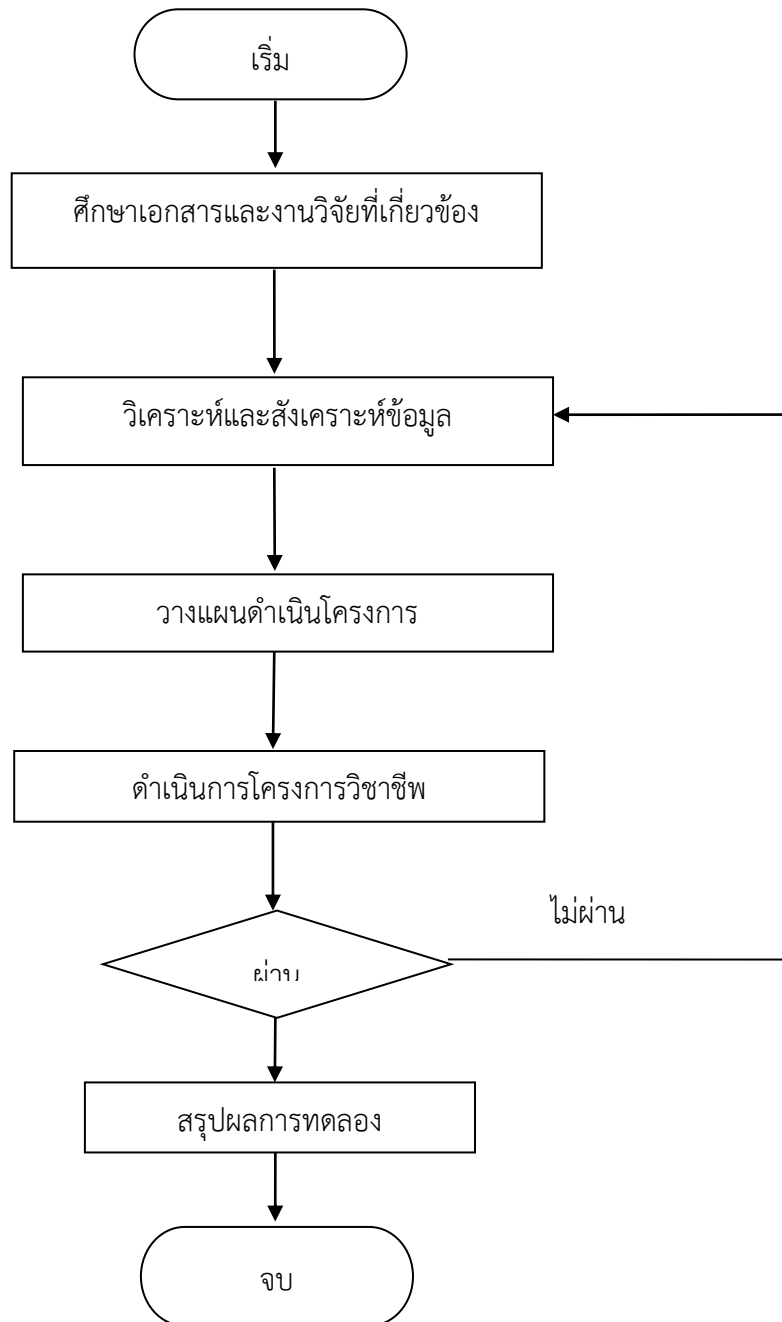
วิทยุชุมชนจึงเหมาะสมกับพื้นที่เขตบริการชนบทมากกว่า เพราะพื้นที่ดังกล่าว ประชาชนยังไม่มีสื่อวิทยุให้บริการข้อมูลข่าวสาร และความรู้ และพยายามหลีกเลี่ยงการใช้คลื่นความถี่ในพื้นที่หลาย ๆ ความถี่ เพื่อป้องกันการรบกวน ซึ่งตามหลักการแล้ววิทยุชุมชนในแต่ละพื้นที่ ควรจะมีเพียงสถานีเดียว แบ่งช่วงเวลาให้กลุ่มชุมชนใช้เวลา หากจะแบ่งการจัดสรรคลื่นความถี่ชุมชนออกเป็นตามความต้องการของชุมชนแต่ละด้านทุกด้าน เช่น ด้านศาสนา ก็ต้องแบ่งเป็น ศาสนาพุทธ ศาสนาอิสลาม ศาสนาคริสต์ และละแ่ศาสนาที่มีหลายนิกายไม่เหมือนกัน ก็ต้องจัดสรรให้เพิ่มอีก นอกจากนั้น ยังมีชุมชนที่ต้องการประชาสัมพันธ์ ด้านข่าวสาร ความรู้ และบันเทิง ซึ่งมีการแบ่งกลุ่มผู้ฟังออกหลายกลุ่ม เช่น กลุ่มวัยรุ่น กลุ่มวัยกลางคน และกลุ่มสูงอายุ และอีกหลาย ๆ อย่าง เมื่อมีการจัดสรรคลื่นความถี่วิทยุชุมชนในแต่ละพื้นที่เป็นจำนวนมากแล้วการรบกวนกันก็หนีไม่พ้น นอกจากจะไม่เกิดความสมานฉันท์ ก็อาจจะเกิดการแตกแยกความสามัคคีกันที่สุดในที่สุด การที่กฎหมายรัฐธรรมนูญ กำหนดให้มีสิทธิเสรีภาพ ในการจัดสรรคลื่นความถี่ในภาคประชาชน ซึ่งเป็นการดีแก่สังคม แต่สังคมจะต้องมีกฎเกณฑ์ที่จะต้องให้ทุกคนเคารพในสิทธิของผู้อื่น ไม่ละเมิดสิทธิของผู้อื่นด้วย

### บทที่ 3 วิธีการดำเนินการทดลอง

#### กล่าวนำ

จะเห็นได้ว่าการจัดตั้งสถานีวิทยชุมชนจะต้องพิจารณาเงื่อนไขทางเทคนิคคือการรบกวนเป็นหลักสำคัญ และการกำหนดแผนจัดสรรคลื่นความถี่วิทยุชุมชน จะต้องออกแบบไม่ให้เกิดการรบกวนกัน จึงจะขอสรุปข้อกำหนดการรบกวนของสถานีวิทยตามที่มีการศึกษา

#### 3.1 ขั้นตอนการปฏิบัติงาน



### รูปที่ 3.2 ขั้นตอนการปฏิบัติงาน

ในการศึกษาโครงการวิชาชีพเรื่องชุดสัทธิการทำงานของเครื่องยนต์4จังหวะของรถจักรยานยนต์ครั้งนี้ คณะผู้จัดทำได้กำหนดวิธีการสร้างชุดสัทธิการทำงานของเครื่องยนต์ 4จังหวะมี 6 ขั้นตอน มีรายละเอียด ดังนี้

- ขั้นตอนที่ 1 ศึกษาสภาพปัญหา
- ขั้นตอนที่ 2 ออกแบบและสร้าง
- ขั้นตอนที่ 3 ทดสอบเก็บข้อมูล
- ขั้นตอนที่ 4 ตรวจสอบแก้ไข
- ขั้นตอนที่ 5 สรุปผลการดำเนินการ
- ขั้นตอนที่ 6 จัดทำรูปเล่ม

#### ขั้นตอนที่ 1 ศึกษาสภาพปัญหา มีดังนี้

1. สืบค้นข้อมูลทางอินเทอร์เน็ต ที่เกี่ยวข้องกับอุปกรณ์ ชุดสัทธิการทำงานของเครื่องยนต์
2. ศึกษาความเป็นไปได้ของการทำชุดสัทธิการทำงานของเครื่องยนต์4จังหวะของรถจักรยานยนต์
- 3 .ศึกษางานโครงการที่มีผู้ศึกษาแล้ว
4. รวบรวมข้อมูลทั้งหมดที่ได้ค้นคว้า
5. ทำการสังเคราะห์เอกสารและแนวโน้มการทำโครงการ
- 6 .คณะผู้จัดทำได้ข้อสรุปร่วมกัน

#### ขั้นตอนที่ 2 ออกแบบและสร้าง มีดังนี้

1. ทำการออกแบบโดยการวาดโครงสร้าง
2. สำรวจอุปกรณ์ว่าหาซื้อได้ง่ายหรือไม่
- 3 .กำหนดงบประมาณในการดำเนินงาน
4. กำหนดอุปกรณ์ที่ใช้ทำชุดสัทธิการทำงานของเครื่องยนต์4จังหวะของรถจักรยานยนต์

#### ขั้นตอนที่ 3 ทดสอบเก็บข้อมูล มีดังนี้

1. คณะผู้จัดทำวางแผนการดำเนินการไว้ 5 เดือน มีรายละเอียดดังนี้
- 1.1ขั้นตอนที่ 1 ช่วงเดือนพฤษภาคม 2555 ศึกษาสภาพปัญหา
- 1.2 ขั้นตอนที่ 2 ช่วงเดือนมิถุนายน 2555 – เดือนกรกฎาคม 2555 ออกแบบและสร้าง
- 1.3 ขั้นตอนที่ 3 ช่วงเดือนกรกฎาคม 2555 – เดือนสิงหาคม 2555 ทดสอบเก็บข้อมูล
- 1.4 ขั้นตอนที่ 4 ช่วงเดือนสิงหาคม 2555 ตรวจสอบแก้ไข
- 1.5 ขั้นตอนที่ 5 ช่วงเดือนกันยายน 2555 สรุปผลการดำเนินงาน
- 1.6 ขั้นตอนที่ 6 ช่วงเดือนกันยายน 2555 จัดทำรูปเล่ม

#### ขั้นตอนที่ 4 ตรวจสอบแก้ไข มีดังนี้

1. ทดลองชุดสัทธิการทำงานของเครื่องยนต์4จังหวะของรถจักรยานยนต์
2. ทำการบันทึกเก็บข้อมูล
3. ปรับปรุงแก้ไขตามข้อเสนอแนะของอาจารย์ที่ปรึกษา
4. ทำการทดลองอีกครั้ง
5. บันทึกผลการทดลอง

### ขั้นตอนที่ 5 สรุปผลการดำเนินงาน มีดังนี้

1. นำผลที่ได้จากขั้นตอนที่ 4 มาทำการสรุปผลการดำเนินการชุดสาธิตการทำงานของเครื่องยนต์ 4 จังหวะของรถจักรยานยนต์

### ขั้นตอนที่ 6 จัดทำรูปเล่ม มีดังนี้

1. จัดทำรูปเล่มตามแบบฟอร์มที่กำหนดของวิทยาลัยเทคโนโลยีอุตสาหกรรมศรีสงคราม
2. ส่งรูปเล่มที่สมบูรณ์ให้อาจารย์ที่ปรึกษาตรวจสอบความสมบูรณ์
3. ทำการแก้ไขรูปเล่มตามข้อเสนอแนะ/ตรวจสอบอีกครั้ง
4. หากไม่มีการแก้ไขเพิ่มเติมจัดทำรูปเล่ม 3 เล่มพร้อมทั้งแผ่น CD

### 3.3 การติดตั้งสถานีวิทยุ



รูปที่ 1 แสดงการประกอบแผงสัญญาณวิทยุระบบ เอฟ เอ็ม คลื่นความถี่ 104 MHz



รูปที่ 2 แสดงการประกอบแผงสัญญาณวิทยุระบบ เอฟ เอ็ม คลื่นความถี่ 104 MHz



รูปที่ 3 การจัดทำเครื่องส่งสัญญาณวิทยุแบบระบบ เอฟ เอ็ม คลื่นความถี่ 104 MHz



รูปที่ 4 การจัดทำเครื่องส่งสัญญาณวิทยุแบบระบบ เอฟ เอ็ม คลื่นความถี่ 104 MHz



รูปที่ 5 การประกอบเสาสถานีสัญญาณวิทยุเพื่อใช้ในการติดตั้งแผงส่งสัญญาณวิทยุ ระบบ เอฟ

เอ็ม



รูปที่ 6 การประกอบเสาสถานีสัญญาณวิทยุเพื่อใช้ในการติดตั้งแผงส่งสัญญาณวิทยุ ระบบ เอฟ

เอ็ม



รูปที่ 7 การติดตั้งเสาสถานีวิทยุเพื่อติดตั้งแผงส่งสัญญาณวิทยุแบบระบบ เอฟ เอ็ม



รูปที่ 8 การติดตั้งเสาสถานีวิทยุเพื่อติดตั้งแผงส่งสัญญาณวิทยุแบบระบบ เอฟ เอ็ม

## บทที่ 4

### ผลการทดลอง

#### 4.1 ผลการทดลอง

การทดสอบหากยื่นอยู่ในรัศมี 100 เมตรเป็นวงกลมหรืออยู่ใต้เสาส่งสัญญาณ ไม่สามารถดู ที่วีช่องต่างๆได้หรือท่านไม่สามารถรับฟังคลื่นวิทยุก่อนและหลังคลื่นหลัก ของท่านได้แสดงว่าสัญญาณการส่งวิทยุไม่สมบูรณ์ อาจมีผลกับเครื่องส่ง (Power RF)มีปัญหาฟังของสัญญาณหรือเสาส่ง (Bay Antenna) มีสัญญาณส่งหน้ากว้าง ( Bandwidth )เกินกว่าทางราชการกำหนด ทำให้ไปทับคลื่นอื่นหรือรบกวนที่ว่าจะมีผลกับการถูกระงับการแพร่สัญญาณต่อไปแต่เสาส่งสัญญาณ J Plus มีสัญญาณกวนน้อยมากๆทั้งในระยะสั้นและระยะยาว เพราะ J plus มีข้อต่อเพียงจุดเดียวเท่านั้น เรื่องผลกระทบจากเสาส่งแทบจะไม่มี หากเปรียบเทียบกับเสาส่ง single dipole หรือ circular dipole ซึ่งมีหัวต่อสายเป็นจำนวนมากหากทำการติดตั้งไม่ดี เสี่ยงกับสายข้อต่อขาดได้ และติดตั้งไม่ได้มาตรฐานประกอบกับสถานีฯ เมื่อติดตั้งเสาส่งสัญญาณแล้วก็ไม่ค่อยบำรุงรักษาก็จะเป็นอีกปัญหาหนึ่ง

4.2.1 ระดับความดังของสัญญาณเสียง (Signal Level) ระดับสัญญาณเสียงมีคุณภาพดีและมีระดับเสียงที่คงที่ซึ่งการควบคุมระดับเสียงให้คงที่เป็นหน้าที่ของผู้ควบคุมเสียงซึ่งอาจเป็นผู้ดำเนินการผู้ประกาศผู้ควบคุมเสียงและจะต้องปรับแต่งระดับสัญญาณเสียงให้ได้คุณภาพผู้รับฟังจากเครื่องรับวิทยุจะรู้สึกวาระดับเสียงชัดเจนฟังแล้วไม่ขัดหูดังนั้นผู้ที่เกี่ยวข้องจะต้องเรียนรู้การควบคุมระดับสัญญาณเสียงให้ถูกต้องซึ่งอุปกรณ์เครื่องควบคุมระดับเสียงที่ใช้งานในห้องส่งวิทยุกระจายเสียงคือ VU Meter โดยปกติจะเป็นมิเตอร์ชนิดใช้เข็มอ่านค่ามีสีต่างจากมิเตอร์ชนิดอื่นคือหน้ามิเตอร์มีสีเหลืองหรือเป็นไฟ LED

การอ่านค่ามิเตอร์แบ่งเป็น 2 สเกลใช้หน่วยวัดค่าเป็น dBm และ % โดยปกติการควบคุมขนาดระดับความดังของสัญญาณเสียงอยู่ในช่วงสูงสุดประมาณ 0 dBm หรือ 100% สำหรับผู้จัดรายการผู้ประกาศและเจ้าหน้าที่ควบคุมเสียงจะไม่ใช้เรื่องยากที่จะปรับระดับเสียงให้ถูกต้องแต่สำหรับช่างเทคนิคห้องส่งวิทยุกระจายเสียงซึ่งรับผิดชอบงานซ่อมบำรุง (Maintenance) จะต้องมีความรู้วาระดับสัญญาณที่ต้องการแท้จริงของระบบการส่งวิทยุกระจายเสียงมีระดับสัญญาณเท่าไรซึ่งขึ้นอยู่กับมาตรฐานของอุปกรณ์ที่นำมาใช้งานในการส่งลงและเสียงที่รับได้จะมีการผิดเพี้ยนของเสียงเช่นเสียงแตกพร่าฟังไม่ชัดเจน

- การปรับระดับสัญญาณเสียงต่ำเกินไปจะทำให้เสียงจากเครื่องรับวิทยุเบาและเมื่อเร่งเสียงเครื่องรับให้ดังขึ้นก็จะมีเสียงเสียงรบกวน (Noise) เช่นเสียงฮัมเสียงซ่าดังแทรกเข้ามาด้วย

4.2.2 สัญญาณเสียงผิดเพี้ยน (Distortions) สัญญาณเสียงผิดเพี้ยนโดยปกติอุปกรณ์ห้องส่งวิทยุที่ใช้งาน จะมีความผิดเพี้ยนของสัญญาณเสียงระหว่างสัญญาณเสียงเข้าอุปกรณ์และสัญญาณเสียงออกจากอุปกรณ์ ขึ้นอยู่กับคุณภาพของอุปกรณ์อุปกรณ์เครื่องเสียงที่ดีความผิดเพี้ยนของเสียงไม่ควรเกิน 1% รายละเอียด ตามคุณสมบัติทางเทคนิคของอุปกรณ์แต่ละชนิดเช่น

- Mixers, Amplifiers : 0.1% - 0.5%
- Record Player : 1%
- Tape machines : 0.5% - 1%
- Cassette recorder : 1% - 5%
- Microphone : 0.01% - 0.1%

เสียงผิดเพี้ยนเสียงแตกสาเหตุส่วนใหญ่คือการปรับระดับสัญญาณเสียงมากเกินไปโดยปกติจะเริ่มเกิดขึ้นเมื่อปรับระดับของดังของสัญญาณเสียงเกิน 30% ส่วนรายละเอียดทางเทคนิคที่มีผลทำให้เกิด Distortion คือระดับเสียงเกินกว่าระดับที่อุปกรณ์ได้ออกแบบกำหนดไว้คือไม่ควรที่กำหนด

- Mixer, Amplifiers 15 dB - 20 dB
- Tape machines 6 dB
- Cassette recorder 6 dB

4.2.3 การตอบสนองย่านความถี่เสียง (Frequency Response) การตอบสนองย่านความถี่ของเสียงคืออุปกรณ์ห้องส่งวิทยุกระจายเสียงสามารถปรับระดับความดังได้ดีโดยลักษณะของคลื่นเสียงย่านความถี่ต่างๆสามารถปรับได้เช่นเสียงทุ้มเสียงกลาง(เสียงคนสนทนาหรือเสียงคนร้องเพลง) เสียงแหลม (ทุ้มแหลมเป็นการปรับเสียงเครื่องดนตรี) อุปกรณ์ที่ปรับระดับเสียงทุ้มแหลมจะมีปุ่มปรับตั้งแต่หนึ่งปุ่มหรือมากกว่านั้นคือ 8, 16, 32, 64 ปุ่มตามช่วงย่านความถี่เสียงเรียกว่าการปรับ Equalizer โดยปกติเจ้าหน้าที่ห้องส่งวิทยุมักจะปรับคุณภาพเสียงเฉพาะเสียงดนตรีให้ดังขึ้นเพราะเข้าใจว่าจะทำให้เสียงวิทยุที่ออกอากาศเสียงดีแต่ข้อเท็จจริงแล้วการปรับเสียงทุ้มแหลมจะต้องคำนึงถึงเครื่องรับวิทยุโดยทั่วไปว่าเสียงที่รับได้ชัดเจนและเหมือนต้นฉบับแหล่งกำเนิดเสียงของผู้ผลิตหรือไม่ (CD)

4.2.4 เสียงรบกวน (Noise) เป็นสัญญาณเสียงรบกวนซึ่งแทรกเข้าไปในสัญญาณเสียงเดิมต้นฉบับ มีน้อยเช่นเสียงซ่าเสียงสั่นของหัวเข็มแผ่นเสียงเสียงแฉกของเครื่องเล่นแผ่นเสียงเสียงฮัมที่เกิดจากแหล่งจ่ายไฟฟ้าของอุปกรณ์ไม่เรียบ (เสียงความถี่ต่ำ 50-100 ครั้ง/วินาที) การลดเสียงรบกวนขึ้นอยู่กับ การดูแลอุปกรณ์เครื่องเสียงและซ่อมบำรุงให้ทำงานอย่างมีคุณภาพและปัญหาการติดตั้งอุปกรณ์ สายสัญญาณเสียงต่อไม่แน่น (Bad contact)

4.2.5 เสียงสั่นจากมอเตอร์เครื่องบันทึกเสียงหรือเครื่องเล่นหรือ CD (Wow and Flutter) เป็นสัญญาณเสียงรบกวนซึ่งเกิดจากอุปกรณ์เครื่องจักรกลน้อยเช่นมอเตอร์เทปบันทึกเสียงหรือเครื่องเล่น CD สาเหตุเพราะปรับแต่งการทำงานของอุปกรณ์ไม่ถูกต้องหรือไม่มีการบำรุงรักษาอุปกรณ์อุปกรณ์ไม่สะอาดดังนั้นการใช้อุปกรณ์เครื่องเทปบันทึกเสียงจำเป็นต้องมีการซ่อมบำรุงรักษาทำความสะอาดอยู่เสมอเป็นหน้าที่สำคัญของผู้ที่ใช้งานอุปกรณ์จำเป็นต้องสังเกตหากพบว่าคุณภาพเสียงไม่ดีมีเสียงรบกวนจากมอเตอร์เทปซึ่งเป็นสัญญาณเสียงความถี่ต่ำเสียงดังซ่าตลอดเวลา

## บทที่ 5 สรุปงานและข้อเสนอแนะ

การสร้างสถานีวิจัยเพื่อการศึกษาวิทยาลัยเทคโนโลยีอุตสาหกรรมศรีสงคราม มหาวิทยาลัยนครพนม

### 5.1 ปัญหาที่เกิดขึ้น

#### 5.1.1 ปัญหาที่เกิดจากการสร้างสถานีวิจัย

ในการจัดตั้งสถานีวิจัยเพื่อการศึกษาวิทยาลัยเทคโนโลยีอุตสาหกรรมศรีสงคราม มหาวิทยาลัยนครพนม เป็นการจัดตั้งเพื่อการศึกษาภาคปฏิบัติที่มีตามท้องตลาดมีค่อนข้างน้อยต้องสั่งซื้อจากที่จำหน่ายเฉพาะอะไหล่ทางสถานีวิจัย ทำให้เสียเวลา และงบประมาณเพิ่ม มากขึ้น และแรงงานนักศึกษาที่ใช้ในการประกอบจัดตั้งสถานีวิจัยมีความรู้ด้าน เครื่องส่งวิทยุ การประกอบแผงส่งสัญญาณวิทยุ การตั้งเสาทาวเวอร์ น้อยทำให้กระบวนการทำงานต้องใช้เวลามากขึ้น

#### 5.1.2 ปัญหาที่เกิดจากการทดสอบ

ระดับความแรงของเครื่องส่งวิทยุไม่สามารถส่งสัญญาณจริงได้เพราะเพาเวอร์ซัพพลายของเครื่องส่งซ็อตไม่สามารถใช้งานได้ และระบบระบายความร้อนของเครื่องส่งมีปัญหาทำให้ต้องจัดทำเครื่องส่งโดยการเปลี่ยนเพาเวอร์ซัพพลายใหม่ ทำระบบระบายอากาศใหม่โดยติดตั้งพัดลมระบายอากาศเพิ่มอีกจำนวน 2 ตัว ส่วนภาคเพาเวอร์ซัพพลาย Exciter ไม่สามารถจ่ายแรงดันไฟฟ้าได้ทำให้ต้องถอดเปลี่ยนเพาเวอร์ซัพพลาย Exciter ตัวใหม่ จึงสามารถใช้งานได้

### 5.2 สรุปผลการทดลอง

ระดับความแรงของเครื่องส่งวิทยุมีขนาดกำลัง 300 วัตต์และสามารถส่งสัญญาณจริงได้ประมาณ 285-286 วัตต์ และในบริเวณเขตใกล้เคียงอำเภอศรีสงคราม จังหวัดนครพนม มีการตั้งสถานีวิจัยเพื่อเชิงพาณิชย์ไม่น้อยกว่า 5-8 สถานี และมีเครื่องส่งกำลังวัตต์ที่สูงกว่า ทำให้การออกอากาศในระบบ เอฟเอ็ม 104.00 เมกะเฮิร์ต มีการรบกวนจากสถานีอื่นและเสาสถานีวิจัยเป็นเสาที่ตั้งจากตัวตึก 2 ชั้น อาคารเรียนศรีสงคราม ความสูงจากพื้นดิน 30 เมตร ทำให้ระยะการส่งสัญญาณที่ไม่มีสัญญาณสถานีอื่นรบกวนได้ระยะทาง 20 กิโลเมตร

### 5.3 ข้อเสนอแนะในการปรับปรุง

การจัดตั้งสถานีวิจัยเพื่อการศึกษาวิทยาลัยเทคโนโลยีอุตสาหกรรมศรีสงคราม มหาวิทยาลัยนครพนม เป็นการจัดตั้งเพื่อการศึกษา เป็นการจัดตั้งเพื่อไม่หวังผลกำไร และสามารถใช้งานได้โดยการประชาสัมพันธ์ข่าวสารทางวิทยาลัย เท่านั้น แต่ยังมีสถานีอื่น ที่ยังเปิดคลื่นความถี่ใกล้เคียง ทำให้สัญญาณความถี่ 104.00 เมกะเฮิร์ต ไม่ชัดเจน โดยในหลักเกณฑ์การจัดตั้งสถานีเองมีแต่ยังไม่ถูกรับรองจากหน่วยงานที่รับผิดชอบทำให้การส่งสัญญาณความสามารถออกได้โดยไม่มีข้อกำหนัดความถี่ที่ชัดเจน