

## เครื่องตัดสัญญาณโทรศัพท์เคลื่อนที่ย่านความถี่ 1800 – 1900 MHz

จำลอง โทรมาตร นุญพั่ง

สิบเอกเกรียงไกร ใต้สว่าง

นายมานัส ทับแสนทบ

สาขาวิชา เทคโนโลยีอิเล็กทรอนิกส์ (โทรคมนาคม) คณะวิทยาศาสตร์

มหาวิทยาลัยราชภัฏจันทรเกษม

### บทคัดย่อ

งานวิจัยเรื่อง เครื่องตัดสัญญาณโทรศัพท์เคลื่อนที่ เป็นงานวิจัยเชิงทดลอง โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อสร้างเครื่องตัดสัญญาณโทรศัพท์เคลื่อนที่ในย่านความถี่ 1800 - 1900 MHz ทุกระบบ ในย่านความถี่ดังกล่าวที่ใช้ในประเทศไทยโดยให้มีระยะทำการในรัศมี 10 เมตร รอบตัว การออกแบบประกอบของเครื่องตัดสัญญาณโทรศัพท์เคลื่อนที่ประกอบด้วย ชุดกำเนิดสัญญาณความถี่ตลอดย่าน 1800 - 1900 MHz ที่ควบคุมผลิตความถี่วงจร VCO ชุดขยายสัญญาณและสายอากาศรวมเป็นอุปกรณ์รับกวนสัญญาณโทรศัพท์เคลื่อนที่

จากการทดลองหาประสิทธิภาพสามารถตัดการทำงานของโทรศัพท์มือถือในย่านความถี่ 1800 - 1900 MHz ในพื้นที่โล่งรัศมีประมาณ 10 เมตร ได้ 100 เปอร์เซ็นต์

### 1. บทนำ

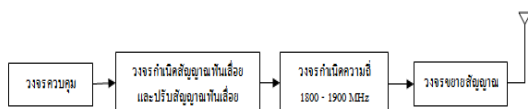
ปัจจุบัน การติดต่อสื่อสารโทรคมนาคม โทรศัพท์เคลื่อนที่ได้มีบทบาทในชีวิตประจำวันเพื่อช่วยอำนวยความสะดวกในการติดต่อสื่อสารแลกเปลี่ยนข้อมูลและใช้กันเป็นจำนวนมากแต่ในทางกลับกันก็มีข้อเสียบางประการที่ทำให้เกิดปัญหาและเหตุการณ์ต่างๆ เกิดขึ้นโดยใช้โทรศัพท์เคลื่อนที่ในการจุดชนวนระเบิดปัจจุบันประเทศไทยได้เกิดปัญหาที่ 3 จังหวัดชายแดนภาคใต้มีการวางระเบิดเพื่อสร้างสถานการณ์ความไม่สงบในพื้นที่ภาคใต้ทำให้เกิดความเสียหายแก่ทรัพย์สินรวมถึงชีวิตของเจ้าหน้าที่ที่กำลังปฏิบัติหน้าที่และประชาชนผู้บริสุทธิ์ทำให้ในหลายพื้นที่เกิดความไม่ปลอดภัยและเกิดความเสียหายต่ออันตรายที่จะเกิดขึ้นได้ และอีกปัญหาอื่นๆ อีกก็มีการลักลอบใช้โทรศัพท์อุปกรณ์สื่อสารในที่ห้ามใช้กรณีในบางพื้นที่มีการสอบแข่งขันเพื่อป้องกันการใช้อุปกรณ์สื่อสารที่ซุกซ่อนอยู่ภายในตัวของผู้เข้าสอบ

งานวิจัยนี้ได้ทำเครื่องรบกวนสัญญาณโทรศัพท์เคลื่อนที่เพื่อใช้รบกวนคลื่นสัญญาณโทรศัพท์เคลื่อนที่ โดยการส่งคลื่นที่มีความถี่เดียวกับความถี่ที่โทรศัพท์ใช้ในการติดต่อสื่อสารกับสายอากาศวิธีการนี้เรียกว่าการรบกวนแบบปฏิเสธการให้บริการโดยสัญญาณที่อุปกรณ์นี้ส่งออกมาจะไปรบกวนสเปกตรัมของคลื่นวิทยุที่ผู้ให้บริการส่งออกมาผ่านสายอากาศทำให้เสมือนโทรศัพท์จะไม่รับรู้ว่ามีบริเวณนี้อยู่ในเขตให้บริการ

จากที่กล่าวมาทั้งหมดนี้แสดงให้เห็นถึงประเด็นปัญหาที่เกิดขึ้นจากระบบการสื่อสารที่มีทั้งข้อดีและข้อเสียรวมถึงการใช้งานที่ผิดประเภททำให้เกิดอันตรายและยังทวีความรุนแรงเพิ่มมากขึ้นจึงมีแนวคิดที่จะแก้ไขปัญหาและป้องกันอันตรายจากเหตุการณ์ต่างๆ จึงต้องสร้างเครื่องรบกวนสัญญาณโทรศัพท์เคลื่อนที่ขึ้นมา

## 2. โครงสร้างของเครื่องตัดสัญญาณโทรศัพท์เคลื่อนที่

การออกแบบเครื่องตัดสัญญาณ โทรศัพท์เคลื่อนที่ จำเป็นที่จะต้องออกแบบวงจรและเลือกอุปกรณ์ต่างๆ ที่เหมาะสมเพื่อให้ได้ประสิทธิภาพที่เหมาะสมที่สุด โดยในการออกแบบเครื่องตัดสัญญาณ ในย่านความถี่ 1800 - 1900 MHz บล็อกไดอะแกรมของเครื่องรบกวนสัญญาณมือถือแสดงการทำงานของส่วนต่างๆของเครื่องรบกวนสัญญาณมือถือโดยสามารถอธิบายได้แต่ละส่วนดังภาพที่ 2-1

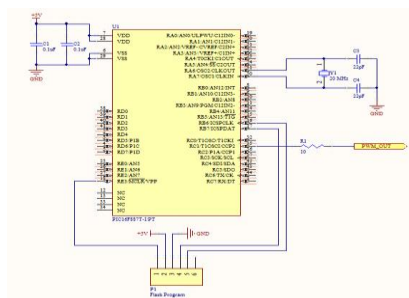


ภาพที่ 2-1 บล็อกไดอะแกรมของเครื่องตัดสัญญาณ โทรศัพท์เคลื่อนที่ ย่านความถี่ 1800 - 1900 MHz

### 2.1 วงจรควบคุม

จากภาพที่ 2-2 เป็นภาพแสดงวงจรควบคุมแสดงวงจรของชุดควบคุม MCU เบอร์ PIC 16F887 อธิบายการใช้งานในชุดควบคุม

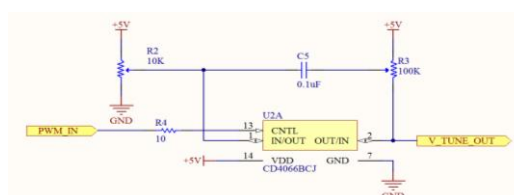
- ชุด P1 ใช้สำหรับโปรแกรมข้อมูลลงในชุดควบคุม (MCU) เพื่อเป็นชุดคำสั่งให้กับชุดควบคุม
- ขา 7 และขา 28 (VDD) คือขาชุดไฟเลี้ยงชุดควบคุม
- ขา 6 และ 29 (VSS) เป็นขากาวัดของชุดควบคุม
- ขา 30 และ 31 (osc 1, osc 2) เป็นขาสัญญาณนาฬิกาของชุดควบคุม
- Y1 คือ X-TAL 20 MHz เป็นตัวสร้างสัญญาณนาฬิกา 20 MHz ให้กับระบบ
- ขา 35 เป็นขาเอาต์พุต เพื่อส่งสัญญาณไปวงจรควบคุมสัญญาณพื้นฐาน โดยจะส่งสัญญาณออกมาเป็นแบบพัลส์วิดมอดดูเลชั่น ความถี่ 50 kHz (ผลของการใช้ MCU เบอร์ PIC - 16F887 เป็นตัวควบคุม) โดยมีค่าเท่ากับ 50 เปอร์เซ็นต์ ของพัลส์วิดมอดดูเลชั่น (PWM)



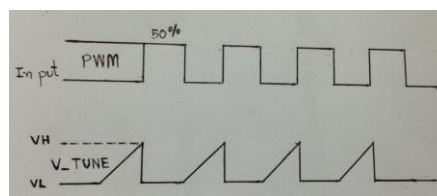
ภาพที่ 2-2 วงจรการทำงานของวงจรควบคุม (MCU)

### 2.2 วงจรกำเนิดสัญญาณพื้นฐานและปรับสัญญาณพื้นฐาน (Sawtooth)

จากภาพที่ 2-3 ถึงภาพที่ 2-4 ชุดกำเนิดสัญญาณพื้นฐานและปรับสัญญาณพื้นฐาน อธิบายหลักการการทำงานคือ ตัวต้านทาน R1 ทำหน้าที่กำหนดแรงดันต่ำสุดของแรงดันจูน (V\_TUNE) R2 ทำหน้าที่ กำหนดแรงดันสูงสุดของแรงดันจูน (V\_TUNE) และต้องไม่เกิน 5 โวลต์ C1 จะทำหน้าที่เก็บประจุและคายประจุขณะที่พัลส์วิดมอดดูเลชั่นเข้ามาที่ทรินไกในแต่ละครั้ง U1B ทำหน้าที่เปิดและปิดวงจรการเก็บประจุและคายประจุของ C1 โดยถูกควบคุมด้วยสัญญาณพัลส์วิดมอดดูเลชั่นที่ขา 5 จะได้สัญญาณออก (V\_TUNE) ตามภาพที่ 2-4



ภาพที่ 2-3 วงจรกำเนิดสัญญาณพื้นฐาน (Sawtooth) และปรับสัญญาณพื้นฐาน



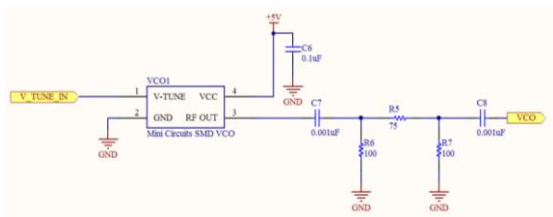
ภาพที่ 2-4 เปรียบเทียบสัญญาณเข้าและออกของวงจรกำเนิดสัญญาณพื้นฐาน (Sawtooth) และปรับสัญญาณพื้นฐาน

### 2.3 วงจรกำเนิดความถี่ย่าน 1800 - 1900 MHz

หลักการทำงานคือ

- วงจรกำเนิดสัญญาณความถี่จะกำเนิดสัญญาณความถี่เมื่อเมื่อมีแรงดันเข้าที่ขา (V\_TUNE) ถ้าจ่ายแรงดันคงที่เข้าไปจะได้ออกที่ขา 3 (RF out) แต่ถ้าเราเปลี่ยนค่าแรงดันจะได้ออกมาเปลี่ยนแปลงไปตามแรงดันที่จ่ายเข้าไป เทียบได้จากตารางที่ 2.6

- ดังนั้นถ้านำสัญญาณที่ได้จากชุดกำเนิดสัญญาณพื้นเลื่อยและวงจรปรับจูนแรงดันมาเข้าที่ขา 1 (V\_TUNE) จะทำให้ได้ความถี่ออกที่ขา 3 (RF out) เพื่อส่งออกไปสู่ชุดขยายกำลังส่ง แต่เนื่องจากชุดขยายสัญญาณ U4 ต้องการความแรงของสัญญาณขาเข้าที่ต่ำกว่าที่วีซีโอส่งออกไปจึงต้องทาวจรลดทอนสัญญาณโดยใช้ R5,R6, และR7 ตามรูปเพื่อลดทอนสัญญาณลงไปอีก 10 dB โดยการวัดผ่านเครื่องสเปกตรัมอนาลิเซอร์ (Spectrum Analyzer)



ภาพที่ 2-5 วงจรกำเนิดสัญญาณความถี่ย่าน 1800 - 1900 MHz

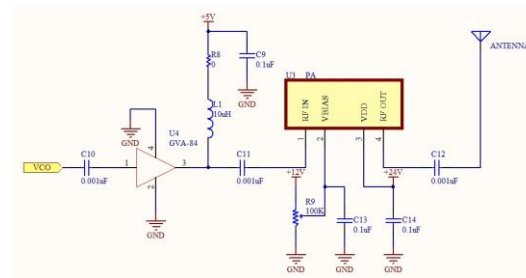
### 2.4 วงจรขยายสัญญาณ

จากภาพที่ 2-6

- เพื่อให้ความถี่สร้างขึ้นมาสามารถนำไปตัดสัญญาณโทรศัพท์เคลื่อนที่ที่ได้ดังนั้นจึงจำเป็นที่จะต้องขยายสัญญาณให้มีความแรงมากขึ้น

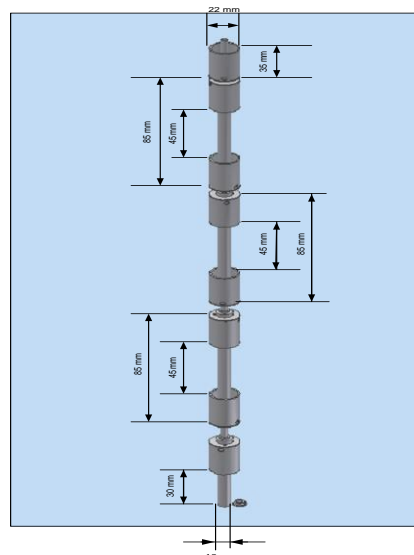
- จากสัญญาณที่ได้นำมาขยายสัญญาณด้วย U4 เพื่อให้ได้สัญญาณแรงพอที่จะนำไปเข้าชุดขยายสัญญาณ U3 จากนั้น U3 จะทำการขยายสัญญาณให้มีกำลังที่สูงเพียงพอกับการตัดสัญญาณโทรศัพท์มือถือ และสามารถปรับความแรงของ U3 โดยการปรับค่า R9 เพื่อปรับความกว้างของความถี่ VCO ในย่านความถี่ 1800 - 1900 MHz เมื่อได้สัญญาณตามต้องการแล้ว นำสัญญาณไปต่อเข้ากับ

สายอากาศและส่งสัญญาณออกอากาศให้ใช้งานได้จริง



ภาพที่ 2-6 วงจรขยายสัญญาณกำลังส่ง (PA)

### 2.5 ชุดสายอากาศที่ใช้ในเครื่องตัดใช้ในเครื่องตัดสัญญาณโทรศัพท์ย่านความถี่ 1800 - 1900 MHz แสดงหลักการและวัสดุที่ใช้ทำ



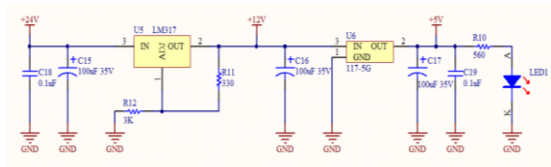
ภาพที่ 2-7 รูปภาพแสดงโครงสร้างภายในของสายอากาศ ย่านความถี่ 1800 - 1900 MHz วัสดุที่ใช้ในการสร้างสายอากาศย่านความถี่ 1800 - 1900 MHz ชนิดออมนิ (Omni) GAIN 6 dB

1. ท่อทองเหลือง หน้า 1.5 mm ยาว 35 mm
2. ท่อทองเหลือง หน้า 1.5 mm ยาว 80 mm
3. สาย 50 โอห์ม ใช้สาย RG 142
4. แผ่นเทปลอนใช้ทำเป็นชุดแม่ทงซึ่งสายอากาศ
5. ตะกั่วใช้ในการบัดกรี

## 2.6 ชุดวงจรแหล่งจ่ายไฟที่สร้างเพื่อไปเลี้ยงวงจรต่างๆ ในบอร์ดชุดตัดสัญญาณโทรศัพท์ที่อธิบายการทำงานของชุดจ่ายไฟฟ้า

- เพื่อให้วงจรต่างๆสามารถทำงานได้ตามที่ต้องการ จะต้องมีแหล่งจ่ายไฟฟ้าให้กับวงจรซึ่งวงจรที่ใช้งานต้องการไฟฟ้าเลี้ยงระบบด้วยกัน 3 ระดับ คือ 24 โวลต์ 12 โวลต์ และ 5 โวลต์เพื่อให้อุปกรณ์แต่ละส่วน สามารถทำงานได้อย่างเหมาะสม

- จากวงจรนำไฟฟ้าจากแหล่งจ่ายไฟ 24 โวลต์ 13.5 แอมป์ มาเข้า U5 เพื่อลดแรงดันลงมาเป็น 12 โวลต์ โดย R10 และ R11 เป็นตัวกำหนดว่าแรงดันขาออกของ U5 จะมีค่าเท่าไร จากนั้นนำไฟฟ้า 12 โวลต์ ที่ได้ไปลดแรงดันให้ได้ 5 โวลต์ โดย U6 เพื่อนำไปใช้งานในวงจร



ภาพที่ 2-8 ชุดวงจรแหล่งจ่ายไฟ

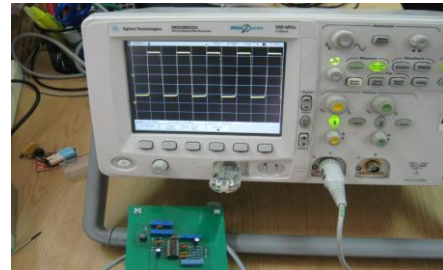
## 3. ผลการทดลอง

การทดลองสามารถแบ่งออกเป็น 4 ส่วนคือ

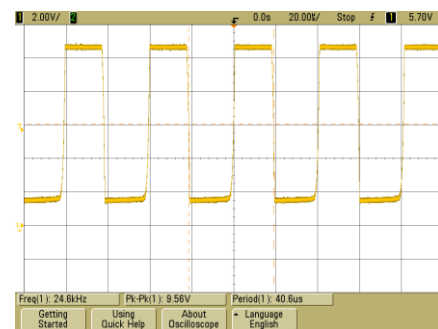
### 3.1 ผลการวัดทดสอบวงจรสัญญาณสี่เหลี่ยม

#### (Square wave)

จากการทดลองใช้เครื่องออสซิลโลสโคป (Oscilloscope) วัดสัญญาณ Output ที่ขา CCP2 ขาที่ 35 ของ MCU เบอร์ PIC 16F887 ดังภาพที่ 3-1 จะเห็นได้สัญญาณที่ออกมา มีลักษณะเป็นรูปสี่เหลี่ยมดังภาพที่ 3-2 ซึ่งสัญญาณที่วัดออกมานั้นมีความถี่ 24.6 kHz แรงดัน Vp-p 9.56 Volt เพื่อให้ความเร็วในการสแกนหาย่านความถี่ 1800 - 1900 MHz มีความสมดุล



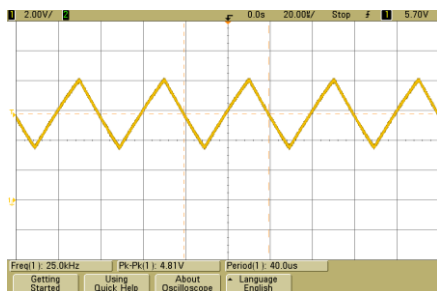
ภาพที่ 3-1 แสดงการวัดเอาต์พุตที่ขา CCP2 ขา 2 ของ MCU เบอร์ PIC 16F887



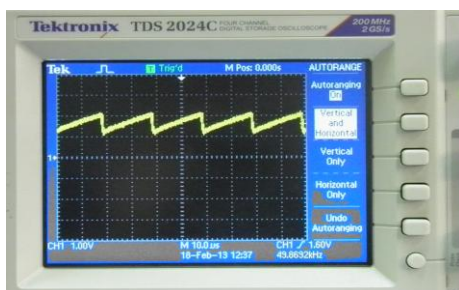
ภาพที่ 3-2 แสดงเอาต์พุตที่ออกจากวงจรกำเนิดสัญญาณสี่เหลี่ยมความถี่ 24.6 kHz แรง Vp-p 9.56 Volt

### 3.2 ผลการวัดทดสอบวงจรสัญญาณสามเหลี่ยม (Triangle wave)

จากการใช้เครื่องออสซิลโลสโคป (Oscilloscope) และวัดสัญญาณ Output ที่ขา 2 ของตัว IC CD4066BM ดังภาพที่ 3-4 จะเห็นได้สัญญาณที่ออกมา มีลักษณะเป็นรูปสามเหลี่ยมดังภาพที่ 3-3 ซึ่งสัญญาณที่วัดออกมาได้นั้นมีความถี่ 25 kHz แรง Vp-p 4.81 Volt



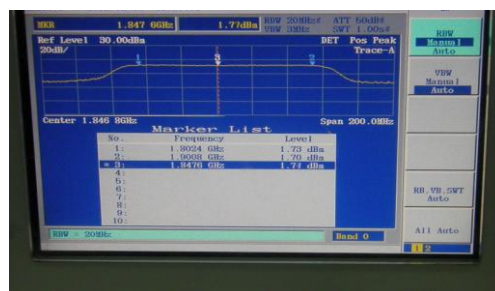
ภาพที่ 3-3 แสดงเอาต์พุตที่ออกจากวงจรกำเนิดสัญญาณ  
สามเหลี่ยมความถี่ 25 kHz  
แรง Vp-p 4.81 Volt



ภาพที่ 3-4 การวัดสัญญาณ Output ที่ขา 2 ของ  
IC CD4066BM

### 3.3 ผลการทดสอบวงจรเมื่อผ่านวงจร Oscillator หรือ VCO

จะเห็นว่าวงจรนี้จะเอาสัญญาณฟันเลื่อย (Sawtooth) ที่ได้จากตัว IC CD4066BM มาทำการป้อนเข้าสู่ วงจร Oscillator ทำให้เกิดสัญญาณในช่วงความถี่ที่ต้องการ ซึ่งแสดงความถี่ของย่าน 1800 - 1900 MHz โดยมีความกว้างของสัญญาณตั้งแต่ 1802 MHz ถึง 1908MHz และมีกำลังที่อ่านได้ประมาณ 1.70 dBm ถึง 1.73 dBm ตามลำดับ การต่อทดลองนั้นทำได้โดยการปรับค่าATTEN ของ เครื่องสเปกตรัมอนาลิเซอร์ (Spectrum Analyzer) ให้ได้ ประมาณ 10 dBm เพื่อไม่ให้เครื่องสเปกตรัมอนาลิเซอร์ เกิดความเสียหาย



ภาพที่ 3-5 แสดงความถี่ของย่าน 1800 MHz โดยมีความ  
กว้างของสัญญาณตั้งแต่ 1802 MHz ถึง  
1908 MHz และมีกำลังที่อ่านได้ประมาณ 1.70 dBm  
ถึง 1.73 dBm ตามลำดับ

### 3.4 ผลการวัดทดสอบวงจรเมื่อผ่านสายอากาศ(Antenna)

จากภาพที่ 3-6 เมื่อวัดค่าผ่านสายอากาศ จากภาพ จะเห็นได้ว่ารูปคลื่นที่วัดออกมาได้เริ่มตั้งแต่ 1800 - 1900 MHz แสดงว่าสายอากาศที่ทำขึ้นมา นั้นตอบสนองตรงกับ Jammer ที่ความถี่ 1800 - 1900 MHz ผลที่ได้สามารถตัดสัญญาณมือถือได้ในระบบ GSM 1800 MHz True move 1800 MHz และ DTAC 1800 MHz



ภาพที่ 3-6 ภาพแสดงสัญญาณเมื่อผ่านวงจร PA ไปยัง  
สายอากาศ ค่าที่วัดได้ -62.62 dBm  
ที่ความถี่ 1820 MHz

#### 4. สรุปผลการทดลอง

การทดสอบเครื่องตัดสัญญาณโทรศัพท์เคลื่อนที่ในย่านความถี่ 1800 - 1900 MHz นี้สามารถทดสอบศักยภาพของเครื่องตัดสัญญาณโทรศัพท์เคลื่อนที่ได้ 3 ลักษณะ คือ

1. การทดสอบในพื้นที่โล่งในรัศมี 10 เมตร สามารถตัดสัญญาณได้ 100 เปอร์เซ็นต์
2. การทดสอบในพื้นที่ที่มีสิ่งกีดขวาง
  - ในรัศมี 1 - 4 เมตร สามารถตัดสัญญาณได้ 100 เปอร์เซ็นต์
  - ในรัศมี 6 - 8 เมตร สามารถตัดสัญญาณได้ 80 เปอร์เซ็นต์
  - ในรัศมี 10 เมตร สามารถตัดสัญญาณได้ 60 เปอร์เซ็นต์
3. การทดสอบอาคารระหว่างชั้นหรือแนวตั้ง
  - ในแนวตั้ง 1 ชั้น (ในชั้นเดียวกัน) สามารถตัดสัญญาณได้ 100 เปอร์เซ็นต์
  - ในแนวตั้ง 2 ชั้น สามารถตัดสัญญาณได้ 40 เปอร์เซ็นต์
  - ในแนวตั้ง 3 ชั้น สามารถตัดสัญญาณได้ 20 เปอร์เซ็นต์
  - ในแนวตั้ง 4 ชั้น ไม่สามารถตัดสัญญาณได้

#### 5. ข้อเสนอแนะ

จากการทำงานของเครื่องตัดสัญญาณโทรศัพท์มือถือที่ได้สร้างขึ้นมาและได้ทำการทดสอบพบว่าผลการทดลองเป็นที่น่าพอใจตรงกับวัตถุประสงค์ที่ได้ตั้งไว้ และสามารถนำมาพัฒนาต่อไปด้วย

5.3.1 ควรออกแบบลายวงจรใหม่ให้มีความละเอียดมากกว่าเดิม เพื่อวงจรแอมป์ไฟจะได้ออกการทำงานอย่างเต็มประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้น

5.3.2 การเข้าหัวต่อหรือข้อต่อสายอากาศต้องคำนึงถึงหลักการของสายอากาศว่าควรใช้แบบใดจึงจะเหมาะสมกับงานที่สร้างขึ้น

5.3.3 ควรออกแบบสายอากาศใหม่โดยใช้หลักการคำนวณสายอากาศให้เล็กลงกว่าเดิมเพื่องานต่อการติดตั้งและใช้งาน

#### 6. กิตติกรรมประกาศ

การทำงานวิจัยเรื่องเครื่องตัดสัญญาณโทรศัพท์เคลื่อนที่ในย่านความถี่ 1800 - 1900 MHz (Mobile Jammer in 1800 - 1900 MHz Frequency) นี้สามารถเสร็จสิ้นสมบูรณ์ได้นั้นเนื่องด้วยความกรุณาของบุคคลหลายท่าน ซึ่งคอยให้คำปรึกษาและความช่วยเหลือรวมถึงข้อเสนอแนะต่างๆที่เป็นประโยชน์แก่งานวิจัยเรื่องนี้ ในการทำงานวิจัยครั้งนี้ทางผู้จัดทำจึงขอแสดงความขอบคุณแก่

- อาจารย์วิชัย จิตต์ประสงค์ อาจารย์ที่ปรึกษางานวิจัย ผู้มอบความรู้และคอยให้คำปรึกษาต่างๆแก่คณะผู้จัดทำมาโดยตลอด

- นายมารุต อ่างวัฒนกิจ ตำแหน่งผู้จัดฝ่ายวิศวกรรม เป็นที่ปรึกษาเกี่ยวกับวัตถุประสงค์เกี่ยวกับการประยุกต์การใช้งานอย่างไรให้เกิดประสิทธิผลมากที่สุด

- นายสมคิด แยกคำ ตำแหน่งวิศวกรผู้เชี่ยวชาญเป็นที่ปรึกษาเกี่ยวกับอุปกรณ์ที่ใช้ในวงจรแอมเมอร์

- นายมงคล ชีพบุบติ ตำแหน่งวิศวกร เป็นที่ปรึกษาเกี่ยวกับการออกแบบ PCB ที่ใช้ในวงจรแอมเมอร์

- นายชัชชัย สัตย์ซำ ตำแหน่งช่างเทคนิค เป็นที่ปรึกษาเกี่ยวกับการเขียนวงจรแปลงไฟ

- นางสาว นิตยา นรรัตน์ ตำแหน่งผู้ช่วยวิศวกร เป็นที่ปรึกษาเกี่ยวกับการทำเอกสารที่ใช้ในการทำแอมเมอร์

