

การพัฒนาต้นแบบอุปกรณ์ในการส่งและอุปกรณ์ในการรับข้อมูลดิจิทัล
สำหรับวิทยุทางทหารรุ่น AN/PRC-77
Development of A Prototype System for
Transmitting and Receiving Digital Data using
AN/PRC-77 Tactical Radios

พันเอก ผศ.ดร.ผเดิม หนึ่งสี่

กองวิชาวิศวกรรมไฟฟ้า ส่วนการศึกษา โรงเรียนนายร้อยพระจุลจอมเกล้า

E-mail: phadermn@yahoo.com

บทคัดย่อ: โครงการพัฒนาต้นแบบอุปกรณ์ในการส่งและอุปกรณ์ในการรับข้อมูลดิจิทัล สำหรับวิทยุทางทหารรุ่น AN/PRC-77 เป็นการเปิดช่องทางการติดต่อสื่อสารแบบดิจิทัลระหว่างเครื่องคอมพิวเตอร์ ปลายทางสองเครื่อง (Machine to Machine) แทนที่การใช้มนุษย์ในการสื่อสาร (Man to Man) ซึ่งสามารถส่งข้อมูลได้รวดเร็วกว่า ผิดพลาดน้อยกว่า และกระทำได้อย่างต่อเนื่องเนื่องจากไม่ใช้กำลังพลในการทำงาน ส่งผลให้หน่วยต่างๆ ของกองทัพบกซึ่งมีวิทยุทางทหาร AN/PRC-77 ประจำการ เช่น หมู่ทหารราบ ทหารม้า ทหารปืนใหญ่ และเหล่าอื่นๆ สามารถเชื่อมโยงเข้าสู่ระบบเครือข่ายเพื่อปฏิบัติงานในลักษณะ Network-Centric Operation (NCO) โครงการได้ดำเนินการเป็นระยะเวลา 1 ปี จนได้ผลลัพธ์เป็นอุปกรณ์รับ/ส่งข้อมูลดิจิทัลที่มีประสิทธิภาพเป็นที่น่าพึงพอใจสำหรับวิทยุรุ่นนี้ โดยสามารถรับ/ส่งข้อมูลในภูมิภาคจริงได้ระยะสูงสุด 5.9 ก.ม. (เปรียบเทียบกับระยะทางสูงสุดของการรับส่งเสียงของวิทยุคือ 8 ก.ม.) และความเร็วในการส่งข้อมูลที่ 4800 บิตต่อวินาที ใช้กำลังไฟฟ้า 1 วัตต์จากแบตเตอรี่ของวิทยุ หรือจากแหล่งจ่ายไฟภายนอกขนาด 12 โวลต์ บรรจุภายในกล่องโลหะขนาด 16x16x4.5 ซม. โดยมีค่าอะไหล่รวมประมาณ 10,000 บาทต่อเครื่อง และสามารถต่อยอดเพื่อใช้กับวิทยุทางทหารรุ่นอื่นๆ เช่น RT-524 ได้โดยง่าย

คำสำคัญ: วิทยุทางทหาร, โมเด็ม

Abstract : This paper describes design and development of a prototype device for digital data transmission and reception for tactical radio AN/PRC-77. The device will allow digital communication between two computers (machine-to-machine communication), which can replace man-to-man communication in some situation. Using the communication device developed in this project has the advantages of being able to transmit at a higher speed, less error and allow for 24-hour operation because there is no human involved in the process. There are several military units in Thailand that have AN/PRC-77 deployed, such as infantry squads, artillery and cavalry units. Using this device, military units will be able to connect to the network and perform their duty in a Network-Centric Operation (NCO) fashion. The project duration is 1 year and the output of the project performs satisfactorily by being able to transmit and receive digital data at the baud rate of 4800. The maximum transmission distance obtained is 5.9 kilometers. The unit consumes 1 watt of power supplied via 12V battery or an external DC adapter. The unit is packaged in a 16x16x4.5 cm box. The component cost for 1 unit is about 10,000 Baht. The project can be extended to other kind of tactical radios such as the RT-524 easily.

Key words: AN/PRC-77, Tactical Radio, Modem

1. บทนำ

ในยุคของคลื่นลูกที่สามซึ่งเป็นยุคของเทคโนโลยีสารสนเทศ ปฏิบัติการทางทหารได้หันมาให้ความสำคัญต่อแนวคิดที่ใช้เครือข่ายเป็นศูนย์กลาง (Network-Centric Operation) การกิจทางทหารจำเป็นต้องมีการบังคับบัญชา การควบคุม การสื่อสาร คอมพิวเตอร์ และการข่าว (C4I) ที่มีประสิทธิภาพ แต่ละหน่วยสามารถล่วงรู้การปฏิบัติของฝ่ายเดียวกันและฝ่ายข้าศึก (Situation Awareness) ซึ่งจะส่งผลให้สามารถตัดสินใจได้ถูกต้อง ทันท่วงทีต่อเหตุการณ์ และมีอำนาจด้านสารสนเทศที่เหนือกว่าข้าศึก (Information Superiority) โครงสร้างพื้นฐานด้านการติดต่อ



ภาพที่ 1 วิทยุ AN/PRC-77

สื่อสารจึงเป็นสิ่งสำคัญที่มีผลต่อความสำเร็จของทหารทุกหน่วยไม่ว่าเล็กหรือใหญ่ก็ตาม

วิทยุ AN/PRC-77 ได้เข้าประจำการในกองทัพมาเป็นเวลานานและได้แสดงให้เห็นถึงศักยภาพในการทำงานที่น่าพึงพอใจ สามารถตอบสนองการปฏิบัติได้หลากหลาย ทั้งในการ

รบ การช่วยรบ และสนับสนุนการรบ ในสภาวะอากาศต่างๆ

แม้ว่าในปัจจุบันจะมีวิทยุรุ่นอื่น และระบบโทรศัพท์ไร้สายประจำตัว อย่างทั่วถึง แต่ด้วยคุณลักษณะของความเชื่อถือได้ วิทยุรุ่น AN/PRC-77 ยังคงเป็นวิทยุที่ถูกนำมาใช้งานในการปฏิบัติการทางทหารมาโดยตลอด ทั้งในกองทัพบก กองทัพเรือ และกองทัพอากาศ สามารถใช้ความถี่ทางทหาร (ช่วง 30-75 MHz) ที่ได้รับการจัดสรรไว้สำหรับภารกิจด้านความมั่นคง โดยเฉพาะ

อย่างไรก็ตามปัญหาที่สำคัญประการหนึ่งคือวิทยุรุ่นนี้สามารถรับส่งสัญญาณที่เป็นเสียงพูดได้เท่านั้น ไม่สามารถรับส่งข้อมูลที่อยู่ในรูปแบบดิจิทัล

การทำให้วิทยุ AN/PRC-77 ที่มีประจำการในกองทัพเป็นจำนวนมาก ให้สามารถรับส่งข้อมูลดิจิทัลกันได้ จะทำให้กองทัพสามารถนำไปใช้แลกเปลี่ยนข้อมูลทางยุทธวิธีได้อย่างหลากหลาย สถานการณ์ทางทหารที่สามารถนำการสื่อสารด้วยวิทยุ AN/PRC-77 ไปใช้ประโยชน์ได้มีจำนวนมากเช่น

- การรายงานพิกัดของข้าศึกที่ตรวจพบได้จากผู้ตรวจการณ์หน้าทหารปืนใหญ่ ไปยังศูนย์อำนวยการยิง เพื่อประมวลผลและยิงทำลาย
- การรายงานพิกัดของอากาศยานที่ตรวจพบด้วยเรดาร์ หรือด้วยสายตาจากหน่วยเฝ้าระวังไปยังหน่วยยิง ในภารกิจป้องกันภัยทางอากาศ
- การรายงานสถานภาพของหน่วยเข้าสู่ระบบควบคุมบังคับบัญชา (C4I) ในระดับต่างๆ

- การรายงานเหตุการณ์วางระเบิด ชุ้มโจมตี หรือการก่อความไม่สงบในลักษณะอื่นให้เจ้าหน้าที่ที่เกี่ยวข้องทราบทันทีที่เกิดเหตุการณ์ขึ้น

- การส่งข่าวชนิดต่างๆ ในทางทหาร เช่น ข่าวสภาพอากาศ และข้อความแบบไม่มีโครงสร้าง (Free Text)

เมื่อเทียบกับการส่งข้อมูลโดยใช้เสียงมนุษย์ การส่งข้อมูลแบบอัตโนมัติด้วยอุปกรณ์ในการรับส่งข้อมูล มีข้อดีหลายประการเช่น

- ไม่ต้องใช้คนส่ง สามารถกำหนดให้ส่งข้อมูลในทันทีที่ตรวจจับเหตุการณ์ได้
- ความเร็วสูงกว่า สามารถส่งข้อความปริมาณมากภายในเวลาอันรวดเร็ว
- ไม่มีข้อผิดพลาดในการส่ง ระบบสามารถตรวจจับข้อผิดพลาดและส่งใหม่ได้โดยอัตโนมัติ
- มีการรักษาความปลอดภัยที่ดีกว่า สัญญาณที่ส่งไปจะไม่สามารถฟังได้เป็นภาษามนุษย์ นอกจากนั้นยังสามารถเพิ่มการเข้ารหัสเพื่อทำให้การรักษาความปลอดภัยสูงขึ้น
- สามารถส่งข้อมูลที่ไม่สามารถอธิบายได้ด้วยคำพูด เช่นรูปภาพบุคคล แผนที่ และโปรแกรมคอมพิวเตอร์ เป็นต้น

2. ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

2.1 วิทยุ AN/PRC-77

วิทยุ AN/PRC-77 มีคุณลักษณะทางเทคนิค ดังนี้

- จำนวนช่องสัญญาณ 920
- ย่านความถี่ 30 – 75.95 MHz
- ระยะรับส่ง 8 ก.ม.

- กำลังส่ง 4 วัตต์
- เส้าอากาศ AT-271A/PRC (3 เมตร) หรือ AT-892/PRL-24 (90 ซม.)
- น้ำหนัก 6.2 กก.

2.2 Manchester Encoding

การรับ/ส่งข้อมูลแบบดิจิทัลผ่านทางวิทยุที่ใช้สำหรับการรับส่งสัญญาณเสียงจำเป็นต้องมีการ Encode รหัสสัญญาณของข้อมูลที่ต้องการส่งให้อยู่ในรูปสัญญาณเสียงที่วิทยุสามารถส่งออกไปได้ วิธีหนึ่งที่เป็นที่นิยมคือการทำ Encoding แบบ Manchester ซึ่งหลักการส่งข้อมูลทุกๆ คาบ (Bit Frame) โดยมีข้อบังคับว่าทุกกลางคาบจะต้องมีการเปลี่ยนแปลงของระดับสัญญาณเกิดขึ้น ถ้าการเปลี่ยนแปลงดังกล่าวเป็นการเปลี่ยนจากระดับความต่างศักย์สูงมาระดับความต่างศักย์ต่ำ จะถือว่าคาบนั้นเป็นการส่งข้อมูล “1” แต่ถ้าการเปลี่ยนแปลงดังกล่าวเป็นการเปลี่ยนจากระดับความต่างศักย์ต่ำขึ้นไประดับความต่างศักย์สูง จะถือว่าคาบนั้นเป็นการส่งข้อมูล “0”

2.3 Filter Design

ข้อมูลที่รับได้จากวิทยุเป็นสัญญาณที่ประกอบด้วยหลายความถี่ การนำไปถอดรหัสและแปลความเป็นข้อมูลที่ต้องการจึงจำเป็นต้องกรองความถี่ที่ไม่ต้องการออกไปโดยใช้ Band-pass Filter ซึ่งสามารถกระทำได้ทั้งแบบ Active Filter และ Passive Filter การใช้ Active Filter นอกจากจะช่วยกรองสัญญาณให้เหลือเฉพาะความถี่ที่ต้องการแล้วยังสามารถขยายสัญญาณให้ระดับสูงขึ้นได้ด้วย แต่มีข้อเสียที่ต้องใช้อุปกรณ์ที่ซับซ้อนขึ้น (Operational Amplifier) และต้องมีแหล่งจ่ายไฟขนาดตามี่อุปกรณ์เหล่านั้น

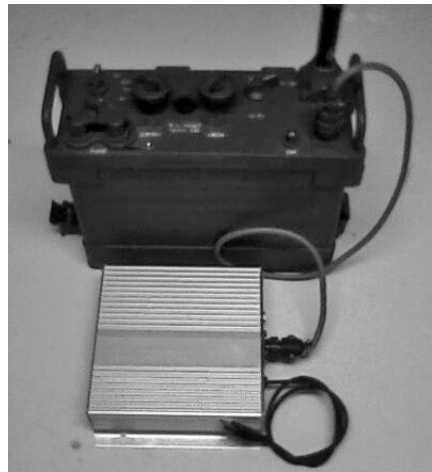
ต้องการ ในขณะที่การใช้ Passive Filter ใช้อุปกรณ์พื้นฐานเช่น Resistor และ Capacitor ทำให้สะดวกต่อการพัฒนาแต่อาจเกิดการสูญเสียของความชัดเจนของสัญญาณได้

3. ระเบียบวิธีวิจัย

โครงการวิจัยนี้เป็นโครงการวิจัยเชิงคุณภาพซึ่งประกอบด้วยขั้นตอนการวิเคราะห์ ออกแบบ พัฒนา และทดสอบ ฮาร์ดแวร์และเฟิร์มแวร์

3.1 ภาพรวมของระบบด้านฮาร์ดแวร์

อุปกรณ์ที่พัฒนาขึ้นเป็นกล่องที่เชื่อมต่อกับวิทยุ ดังแสดงในภาพที่ 2

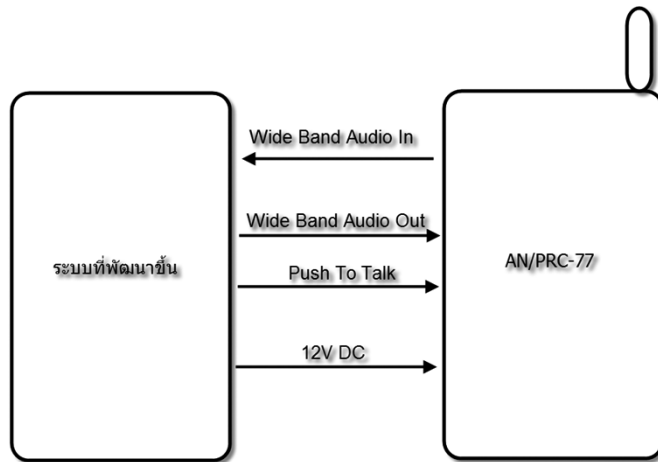


ภาพที่ 2 อุปกรณ์ที่พัฒนาขึ้นในโครงการ

ระบบมีการเชื่อมต่อกับอุปกรณ์ 3 ชนิดดังแสดงในภาพที่ 4 โดยแต่ละชนิดใช้สายเชื่อมต่อที่แตกต่างกันดังนี้

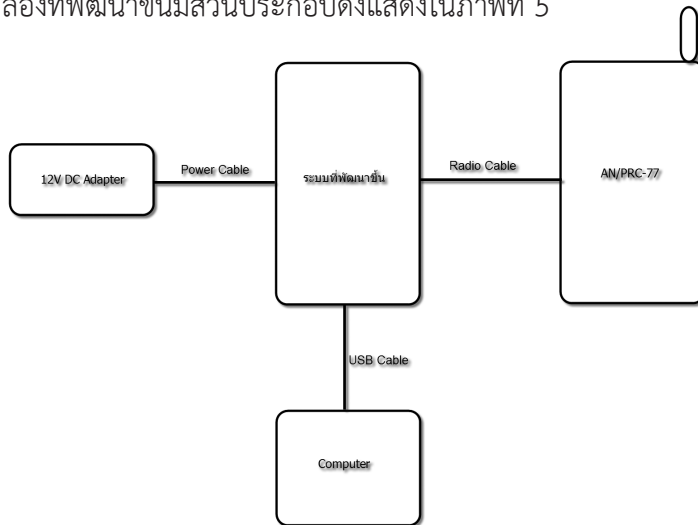
- การเชื่อมต่อกับวิทยุ
- การเชื่อมต่อกับเครื่องคอมพิวเตอร์
- การเชื่อมต่อกับแหล่งจ่ายไฟภายนอก

การเชื่อมต่อกับวิทยุ ใช้สัญญาณจำนวน 4 เส้นดังแสดงในภาพที่ 3

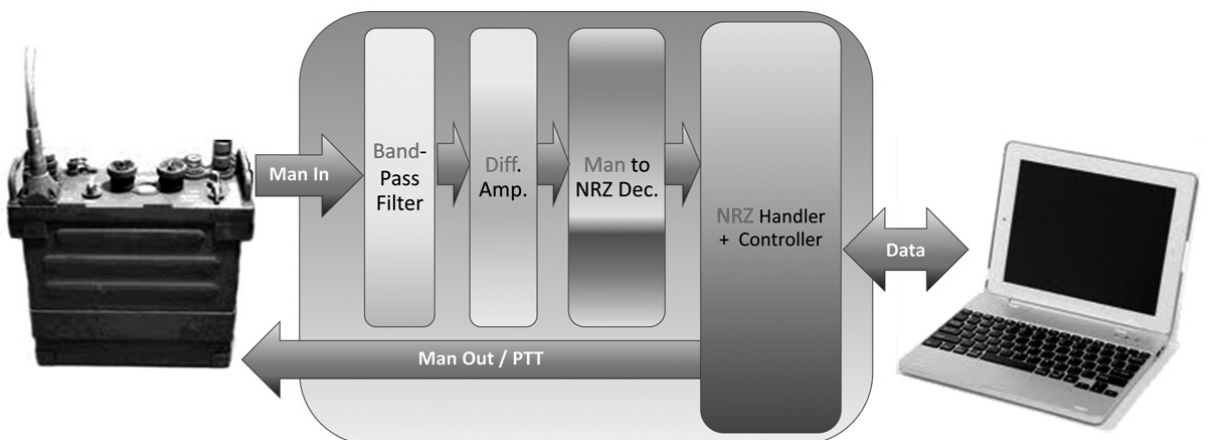


ภาพที่ 3 การเชื่อมต่อกับวิทยุ

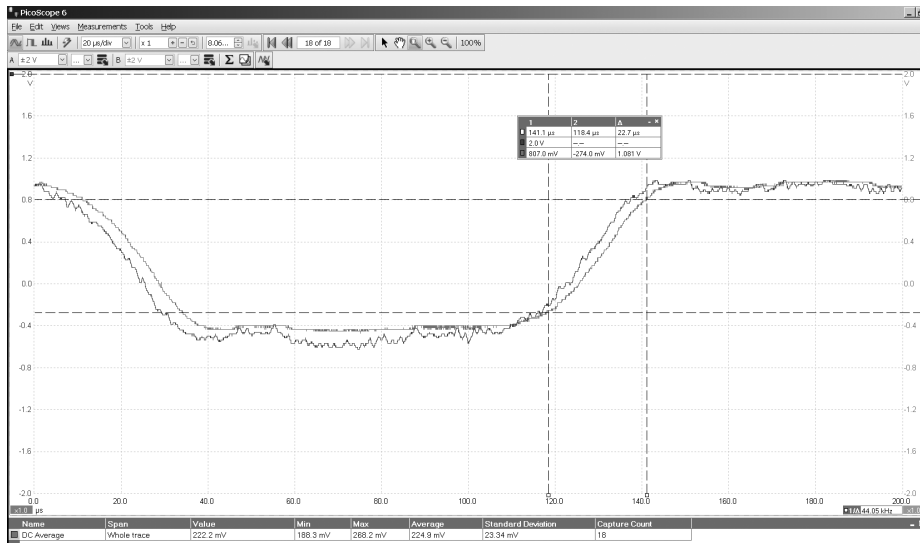
โดยภายในกล่องที่พัฒนาขึ้นมีส่วนประกอบดังแสดงในภาพที่ 5



ภาพที่ 4 การเชื่อมต่อของระบบ



ภาพที่ 5 ส่วนประกอบภายในระบบ



ภาพที่ 6 สัญญาณก่อนและหลังการผ่าน Band-Pass Filter

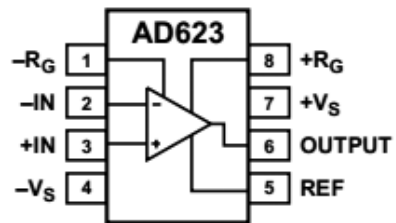
3.2 ส่วน Band-Pass Filter

ทำหน้าที่กรองสัญญาณที่รับเข้ามาให้อยู่ในย่านความถี่ที่ต้องการ (4800 – 9600 Hz)

ในภาพที่ 6 เส้นสีน้ำเงินเป็น Input และเส้นสีแดงเป็น Output ที่ผ่านการ Filter แล้ว จะเห็นได้ว่า ด้าน Output มีลักษณะรูป Waveform ที่ราบเรียบกว่าเนื่องจากความถี่สูง ได้ถูกกรองออกไป

3.3 ส่วน Differential Amplifier

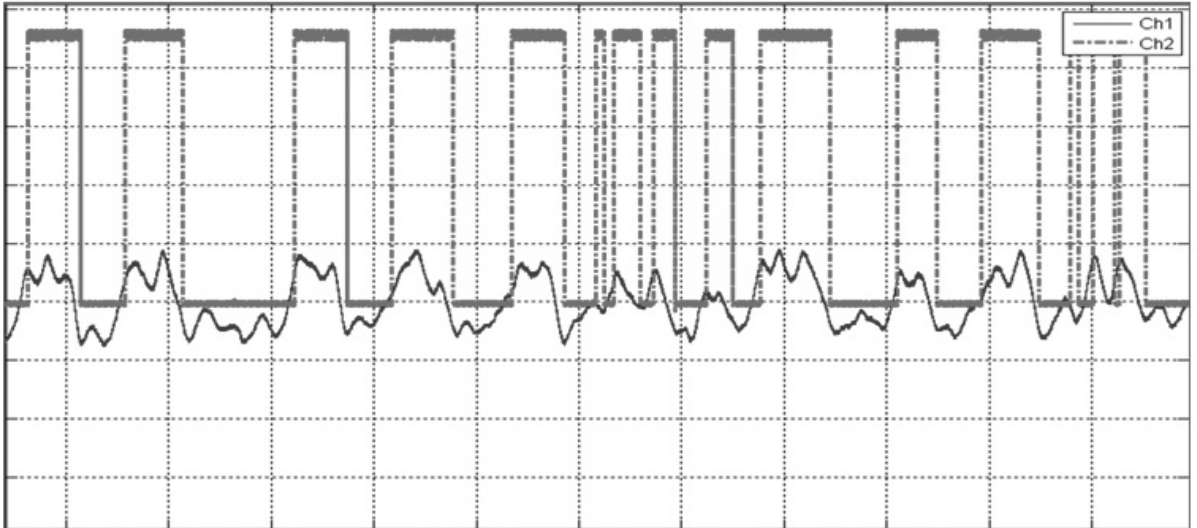
Differential Amplifier ทำหน้าที่ขยายสัญญาณที่ได้รับจากวิทยุให้มีระดับ Voltage ที่สูงขึ้น ในระดับที่เพียงพอต่อการนำไปเข้าไมโครคอนโทรลเลอร์ เพื่อตัดสินใจว่าข้อมูลที่ส่งมาคือ 0 หรือ 1 ในโครงการนี้ใช้ IC AD623 ในการขยายสัญญาณ



ภาพที่ 7 AD623

3.4 ส่วน Manchester to NRZ Decoder

ส่วน Manchester to NRZ Decoder ทำหน้าที่แปลงสัญญาณ Manchester ที่ได้รับจาก Differential Amplifier ให้เป็นรหัส NRZ (Non-Return to Zero)



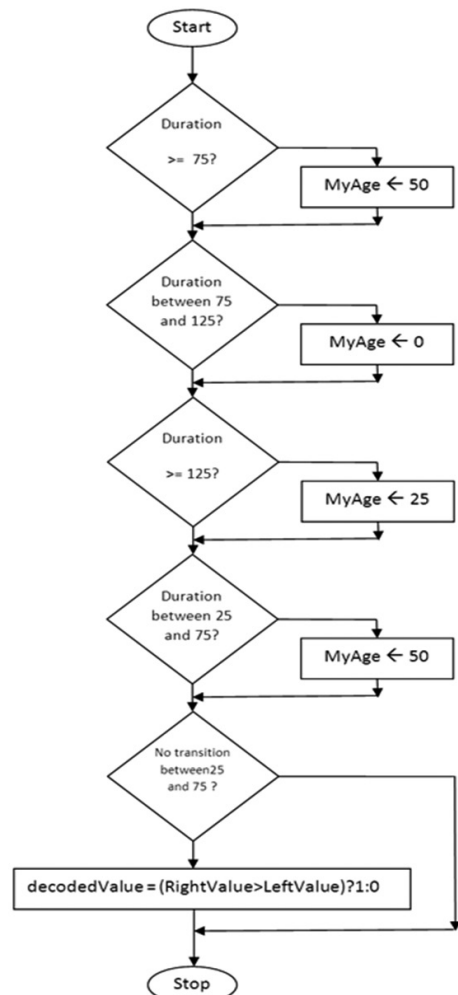
ภาพที่ 8 การแปลงรหัสสัญญาณที่ได้รับ

3.5 ส่วน NRZ Handler

ส่วน NRZ Handlerทำหน้าที่แปลงรหัส NRZ ที่ได้รับ ให้ได้ข้อมูลที่ผู้ส่ง ส่งมาให้

3.6 การออกแบบ Algorithm สำหรับการประมวลผล

Algorithm ในการประมวลผลมีผลอย่างมาก ต่อเสถียรภาพและประสิทธิภาพของการทำงานของระบบ ระบบใช้ Algorithm ในการประมวลผลสัญญาณที่ได้รับจากวิทยุแบบ Adaptive โดยทำการหาค่าเฉลี่ยของระดับสัญญาณที่ได้รับอย่างต่อเนื่องแล้วนำค่าเฉลี่ยนี้มาเปรียบเทียบกับค่าที่อ่านได้เพื่อตัดสินใจว่าข้อมูลที่ได้รับคือ 0 หรือ 1



ภาพที่ 9 Algorithm สำหรับการประมวลผล

4. ผลการวิจัย

4.1 ผลลัพธ์ของโครงการ

โครงการได้พัฒนาระบบตามวัตถุประสงค์ โดยมีคุณลักษณะดังนี้

- สามารถรับ/ส่งข้อมูลแบบดิจิทัลด้วยความเร็ว 4800 บิตต่อวินาที
- สามารถติดต่อกับเครื่องคอมพิวเตอร์/โน้ตบุคผ่านทางพอร์ต USB
- มีระบบ Checksum เพื่อตรวจจับข้อมูลที่มีการผิดพลาดระหว่างการรับส่ง
- สามารถใช้งานได้กับวิทยุทางทหาร AN/PRC-77
- สามารถจ่ายไฟเลี้ยงให้กับวิทยุ (กรณีแบตเตอรี่ของวิทยุไม่สามารถใช้งานได้ต่อไป)
- สามารถรับ-ส่งได้ในระยะ 5.9 กม. โดยใช้เสา 8 ท่อน
- ขนาดกล่อง กว้าง 16 ยาว 16 สูง 4.5 ซม.
- น้ำหนัก 0.5 กก. (รวมสาย)
- มีระบบป้องกันการจ่ายไฟสลับขั้ว
- สามารถซ่อมบำรุงโดยการถอดเปลี่ยนชิ้นอะไหล่ที่สำคัญ
- รองรับไฟเลี้ยงกระแสสลับ (220V AC @ 50Hz) โดยใช้แหล่งจ่ายไฟภายนอก

4.2 การทดสอบระยะทางการรับส่งสัญญาณ

ระบบที่พัฒนาขึ้นสามารถรับส่งข้อมูล ณ จุดรับ/ส่ง ดังภาพที่ 10



ภาพที่ 10 สถานที่ทดสอบการรับส่งข้อมูล

5. สรุปและข้อเสนอแนะ

โครงการนี้ได้พัฒนาต้นแบบอุปกรณ์ในการส่งและอุปกรณ์ในการรับข้อมูลดิจิทัลสำหรับวิทยุทางทหาร PRC-77 ที่สามารถรับส่งข้อมูลได้อย่างน่าเชื่อถือได้ในระยะทาง 5.9 กม. ด้วยความเร็ว 4800 บิตต่อวินาที

การเปลี่ยนไปใช้วิทยุเครื่องอื่นๆ ของกองทัพสามารถทำได้โดยการเปลี่ยน Connector และการเชื่อมต่อสัญญาณ โดยยังคงใช้สัญญาณเดิมจำนวน 4 เส้นคือ Wideband Audio Input, Wideband Audio Output, Push to talk และ Power ส่วนวงจรและ Software ที่ใช้ในการแปลงสัญญาณคงยังใช้ของเดิมได้

บรรณานุกรม

- [1] Wikimedia Foundation Inc., 2013, AN/PRC-77 Portable Transceiver [Online] http://en.wikipedia.org/wiki/AN/PRC-77_Portable_Transceiver
- [2] Wikimedia Foundation Inc., 2013, Manchester Encoding [Online] http://en.wikipedia.org/wiki/Manchester_code
- [3] Wikimedia Foundation Inc., 2013, Filter Design [Online] http://en.wikipedia.org/wiki/Filter_design
- [4] Moxa Inc., 2008, Wireless Transmission Distance Computation. [Online] http://www.moxa.com/newsletter/connection/2008/03/Figure_out_transmission_distance_from_wireless_device_specs.htm