การออกแบบและสร้างเครื่องแจ้งเตือนแบบสั่นสะเทือนสำหรับผู้บกพร่องการได้ยิน

Design and Construction of the Hearing Impaired Vibration Alert Device

ธนกร อยู่โต

Thanakorn Yootho

อาจารย์ประจำหลักสูตร ภาควิชาฟิสิกส์ คณะวิทยาศาสตร์ (วิศวกรรมชีวการแพทย์) คณะวิทยาศาสตร์
มหาวิทยาลัยรังสิต ตำบลหลักหก อำเภอเมือง จังหวัดปทุมธานี 12000
Lecturer in Master of Physics Department, Science Faculty (Biomedical Engineering),
Rangsit University, Phahonyothin Rd. Lakhok, Phathumthanee, Thailand 12000
**Corresponding author, E mail:thanakorn2f@hotmail.com*

บทคัดย่อ

วัตถุประสงค์ของงานวิจัยนี้เป็นการศึกษาออกแบบและสร้างเครื่องแจ้งเตือนแบบสั่นสะเทือนสำหรับผู้บกพร่องการได้ยินจำนวน 4 เครื่องใช้สำหรับติดต่อสื่อสารแบบไร้สายของผู้บกพร่องการได้ยินแต่ละบุคคลหรือเป็นกลุ่มบุคคลด้วยระยะทางสูงสุด 20 เมตร บนรถประจำทาง บนเรือโดยสาร บนตึกสูงและอื่นๆ การออกแบบเครื่องทั้ง4เครื่องนี้ประกอบไปด้วยส่วนของฮาร์ดแวร์และซอฟต์แวร์ ส่วนของฮาร์ดแวร์ใช้วงจรอิเล็กทรอนิกส์เป็นระบบควบคุมมีตัวไมโครคอนโทรลเลอร์ Arduino Nano V3.0 โมดูล NRF04L01 วงจรขับมอเตอร์และมอเตอร์ขนาดเล็กซึ่งทำหน้าที่สั่นสะเทือน ส่วนของซอฟต์แวร์ทำหน้าที่ประมวลผลและควบคุมการทำงาน เขียนด้วยโปรแกรมภาษาซี เครื่องแต่ละตัวใช้คลื่นความถี่ 2.4 GHz ในการติดต่อสื่อสารข้อมูลในลักษณะระหว่างเครื่องหรือเป็นกลุ่มเครื่อง การทดสอบสมรรถภาพการทำงานของเครื่องทั้ง4ตัวในการติดต่อสื่อสารจากห้องจำลองผู้โดยสารเสมือนจริงและบนตึกสูงได้ผล 100% นอกจากนี้เครื่องแต่ละตัวใช้กระแสไฟฟ้าตรงในทำงานน้อยคือ 133.50 mA

คำสำคัญ: *ผู้บกพร่องการได้ยิน ไมโครคอนโทรลเลอร์ Arduino Nano โมดูล NRF04L01 มอเตอร์สั่นสะเทือนขนาดเล็ก*

Abstract

The purpose of this research was to study the design and construct four hearing impaired vibration alert devices. These devices were intended to use for wireless communication in the deaf people as individual or group commutation at a maximum distance of 20 meters on bus, passenger ships, skyscraper and others. These devices consisted of hardware part and software part. The hardware part was designed based on an electronic circuits controlled system, microcontroller Arduino Nano V3. 0, NRF04L01 module, motor driver circuit and micro-

vibration motor. The software part was used for processing and controlling with C-language program. Each device used 2.4 GHz frequency for data commutation between device and a group device. The four devices' performance was tested on a simulated bus and skyscraper for wireless communication between deaf individuals and a group of deaf people which had 100% accuracy. Furthermore, each device used a direct current only at 133.50 mA.

Keywords: *Deaf people, Microcontroller Arduino Nano, Module NRF04L01, Micro- vibration motor*

1. บทนำ

ผู้พิการทางหูหมายถึงสภาพของบุคคลที่สูญเสียการได้ยินไม่สามารถรับรู้ข้อมูลข่าวสารผ่านการได้ยินได้ สาเหตุที่ทำให้เกิดเป็นผู้พิการทางหูคือ 1) เกิดจากความผิดปกติของหูมาแต่กำเนิด 2)ได้รับฟังเสียงดังมากเป็นเวลานาน 3)เกิดการบาดเจ็บบริเวณใบหู ใบหน้าและศีรษะจากอุบัติเหตุ 4)เกิดจากผลข้างเคียงของการรักษาโรคด้วยยาและ5)เกิดจากการเสื่อมสภาพระดับการได้ยินของผู้สูงอายุ การติดต่อสื่อสารของผู้พิการทางหูส่วนใหญ่ใช้วิธีการรับรู้ผ่านทางประสาทสัมผัสในการเรียนรู้สิ่งต่างๆแทนการได้ยินเช่นใช้ภาษามือและการอ่านริมฝีปากเป็นต้น ผู้พิการทางหูต้องผ่านการเรียนรู้ภาษามือ เข้าใจภาษามือมาก่อนจึงจะสามารถติดต่อสื่อสารและเข้าใจกันได้ (ราษฎร์ บุญญา., 2553; ณภัทร เฉลิมชุติปภา., 2553) ในบางครั้งกลุ่มผู้พิการทางหูด้วยกันที่เข้าใจภาษามือแล้วอยู่ในระยะไกลกันหรืออยู่ในกลุ่มฝูงชนจำนวนมาก(ที่สามารถมองเห็นกันได้)เช่นอยู่บนรถประจำทาง บนเรือโดยสาร อยู่บนชั้นตึกสูงและอื่นๆซึ่งไม่สามารถติดต่อสื่อสารกันได้เนื่องจากฝ่ายหนึ่งฝ่ายใดไม่รับรู้หรือมองไม่เห็นในขณะนั้นว่าอีกฝ่ายหนึ่งต้องการสื่อสารด้วย เมื่อมีความจำเป็นต้องการสื่อสารด้วยต้องเสียเวลาเดินทางเข้าไปหาในระยะไกลหรือต้องเดินทางผ่านกลุ่มฝูงชนจำนวนมากซึ่งเป็นวิธีการที่ยากลำบากในการติดต่อสื่อสารแต่ละครั้งทำให้ชีวิตความเป็นอยู่ของคนหูหนวกด้วยกันในสังคมมีความยากลำบาก จากลักษณะที่กล่าวข้างต้นผู้วิจัยจึงได้มีการประดิษฐ์คิดออกแบบและสร้างเครื่องแจ้งเตือนแบบสั่นสะเทือนสำหรับใช้ติดต่อสื่อสารของผู้พิการทางหูใช้เดินทางสัญจรไปตามสถานที่ต่างๆเช่นอยู่บนรถประจำทาง บนเรือโดยสาร บนตึกสูงและอื่นๆ เครื่องแจ้งเตือนที่ออกแบบและสร้างขึ้นนี้ได้กำหนดไว้จำนวน 4 เครื่องใช้ติดประจำตัวผู้พิการทางหูตั้งแต่ 2 – 4 คน(กรณีที่ผู้พิการทางหูเดินทางสัญจรเพียงคนเดียวไม่จำเป็นต้องใช้) ส่วนประกอบภายในตัวเครื่องเรียกเตือนทั้ง 4 เครื่องที่ประดิษฐ์ขึ้นมีรายละเอียดที่เหมือนกันซึ่งประกอบด้วยเครื่องส่งและรับคลื่นความถี่2.4 GHz มีปุ่มกดส่งคลื่นความถี่ ใช้มอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรงขนาดเล็กทำหน้าที่สั่นสะเทือน ใช้ตัวไมโครคอนโทรลเลอร์ควบคุมการทำงาน แต่มีส่วนที่ต่างกันคือโปรแกรมควบคุมการส่งคลื่นและการรับคลื่นความถี่แต่ละเครื่องไม่เหมือนกัน เครื่องแจ้งเตือนมีฟังก์ชั่นการทำงาน 2 ส่วนหลักคือสามารถแจ้งเตือนได้เป็นอิสระต่อกันในกรณีที่ต้องการติดต่อสื่อสารระหว่างบุคคล 2คน(ในกรณีเดินทางสัญจรไปตามสถานที่ต่างๆ 2 คน)และสามารถแจ้งเตือนได้ 2-4 เครื่องพร้อมกันในกรณีต้องการติดต่อสื่อสารตั้งแต่ 2-4 คนในเวลาเดียวกัน(ในกรณีเดินทางสัญจรไปตามสถานที่ต่างๆจำนวน 4 คน)

2. วัตถุประสงค์

ออกแบบและสร้างเครื่องแจ้งเตือนแบบสั่นสะเทือนสำหรับผู้พิการทางหูใช้ติดต่อสื่อสารแบบไร้

สายด้วยความถี่2.4GHz ระหว่างบุคคล 2 คนหรือกลุ่มบุคคลตั้งแต่ 2- 4 คนบนรถประจำทาง บนเรือโดยสารบนตึกสูง ที่อยู่ระยะไกลกัน(สามารถมองเห็นกันได้)ให้เข้าใจกันได้ โดยไม่ต้องเสียเวลาเดินทางเข้าไปหากัน มีความสะดวก รวดเร็ว ทำให้ชีวิตความเป็นอยู่ของผู้บกพร่องการได้ยินในสังคมดีขึ้น

3. อุปกรณ์และวิธีการ

3.1 อุปกรณ์ทางด้านอิเล็กทรอนิกส์ที่ใช้

3.1.1 โมดูลสื่อสารไร้สาย NRF24L01

3.1.2 มอเตอร์สั่นสะเทือนขนาดเล็ก (Micro-vibration motor)

3.1.3 สวิตซ์ปุ่มกด

3.1.4 หลอด LED (Light-emitting diode)

3.1.5 แบตเตอรี่

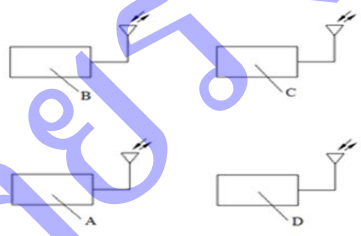
3.2 วิธีดำเนินงานวิจัย

3.2.1 ศึกษารูปแบบการส่งและรับคลื่นความถี่ของเครื่องแจ้งเตือนที่ออกแบบ

เครื่องแจ้งเตือนแบบสั่นสะเทือนที่ออกแบบและสร้างได้กำหนดไว้ 4 เครื่องซึ่งประกอบด้วยเครื่องแจ้งเตือน(A),(B),(C)และ(D)ดังแสดงหลักการในรูปที่1 การนำไปใช้งาน ตัวเครื่องแต่ละเครื่องถูกยึดติดเข้ากับตัวของผู้บกพร่องการได้ยิน4 คนใช้เดินทางสัญจรไปตามสถานที่ต่างๆ เครื่องแจ้งเตือน 1 เครื่องทำหน้าที่ส่งคลื่น รับคลื่นและสั่นสะเทือนได้ การส่งและรับคลื่นความถี่ของเครื่องทั้ง 4 เครื่องมี 2รูปแบบดังนี้

1) การส่งและรับคลื่นความถี่ที่เป็นอิสระต่อกันระหว่างตัวเครื่องแจ้งเตือน 2 เครื่อง ยกตัวอย่างเครื่องแจ้งเตือน(A)ส่งคลื่นความถี่ไปยังเครื่องแจ้งเตือน(B)ทำให้เครื่องแจ้งเตือน(B)สั่นสะเทือนโดยที่เครื่องแจ้งเตือน(C)และ(D)ไม่สั่นสะเทือนหรือเครื่องแจ้งเตือน(B)ส่งคลื่นความถี่ ไปยังเครื่องแจ้งเตือน(C)ทำให้เครื่องแจ้งเตือน(C)สั่นสะเทือนโดยที่เครื่องแจ้งเตือน(A)และ (D)ไม่สั่นสะเทือนเป็นต้น

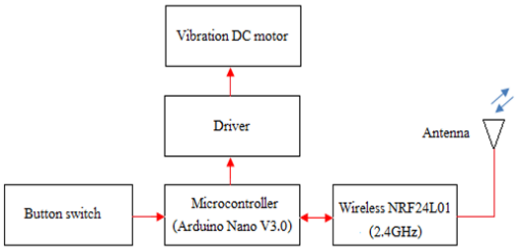
2) การส่งและรับคลื่นความถี่เป็นกลุ่มระหว่างเครื่องแจ้งเตือนทั้ง 4 เครื่อง ยกตัวอย่าง เครื่องแจ้งเตือน(A) ส่งคลื่นความถี่ไปยังเครื่องแจ้งเตือน(B),(C)และ(D) ทำให้เครื่องแจ้งเตือน(B),(C)และ(D)สั่นสะเทือนหรือเครื่องแจ้งเตือน(C)ส่งคลื่นความถี่ไปยังเครื่องแจ้งเตือน(A),(B)และ(D)ทำให้เครื่องแจ้งเตือน(A),(B)และ(D)สั่นสะเทือนเป็นต้น



รูปที่ 1 แสดงถึงหลักการส่งคลื่นและรับคลื่นความถี่ของเครื่องแจ้งเตือนทั้ง 4 เครื่อง

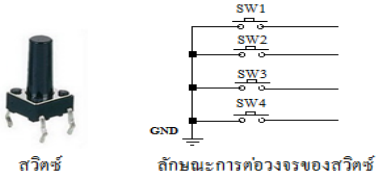
3.2.2 การออกแบบและสร้างส่วนของฮาร์ดแวร์

เครื่องแจ้งเตือนแบบสั่นสะเทือนทั้ง 4 เครื่องมีส่วนประกอบภายในเหมือนกันทุกประการแต่จะแตกต่างกันในส่วนของโปรแกรมควบคุมการทำงานซึ่งทำหน้าที่กำหนดรหัสข้อมูลกำกับการส่งและรับคลื่นความถี่ให้กับเครื่องแจ้งเตือนแต่ละเครื่อง



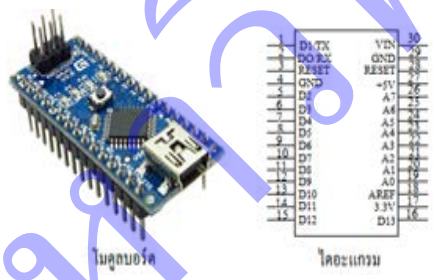
รูปที่2 ไดอะแกรมแสดงส่วนประกอบภายในตัวเครื่องแจ้งเตือนแบบสั่นสะเทือนแต่ละเครื่องที่เหมือนกัน

Button switch: เป็นสวิตช์ปุ่มกดประกอบด้วย 4 ปุ่มหลักคือสวิตช์ปุ่มที่1 เป็นการแจ้งเตือนทั้งกลุ่ม (เครื่องรับทุกเครื่องจะสั่นสะเทือนยกเว้นเครื่องส่ง)และสวิตช์ปุ่มที่ 2- 4 กำหนดเป็นการติดต่อระหว่างเครื่องซึ่งจะแยกอิสระต่อกัน



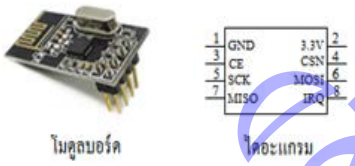
รูปที่3 ลักษณะสวิตช์ปุ่มกดและลักษณะการต่อวงจรของสวิตช์

Microcontroller: ในงานวิจัยนี้ใช้ Arduino Nano, V3.0 ทำหน้าที่รอรับสัญญาณไฟฟ้าจากตัวสวิตช์ปุ่มกด (SW1 – SW4) เมื่อสวิตช์ปุ่มกดตัวใดตัวหนึ่งถูกกด ตัวไมโครคอนโทรลเลอร์จะรับรู้ทันทีและนำมาประมวลผลหลังจากนั้นจะส่งสัญญาณควบคุมไปยังเครื่องส่งคลื่น(NRF24N01)สามารถส่งข้อมูลไปยังเครื่องรับนั้นได้ (Alan G. Smith., 2011; Michael M. ,2011; เอกชัย มะการ, 2552)



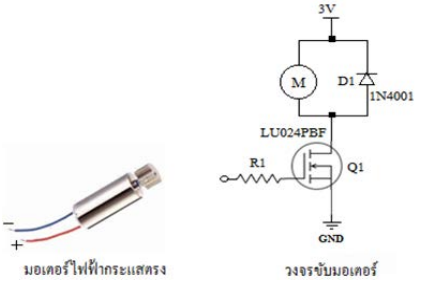
รูปที่ 4 ลักษณะบอร์ดและไดอะแกรมของไมโครคอนโทรลเลอร์ Arduino Nano, V3.0

Wireless NRF24L01: ทำหน้าที่ส่งและรับคลื่นความถี่ การทำงานอาศัยการรับส่งคลื่นแบบ SPI (Serial peripheral interface) สามารถกำหนดให้เป็นตัวส่งคลื่นเรียกว่าตัว Master และกำหนดให้เป็นตัวรับคลื่นเรียกว่าตัว Slaveได้ (Nordic Semiconductor., 2008)



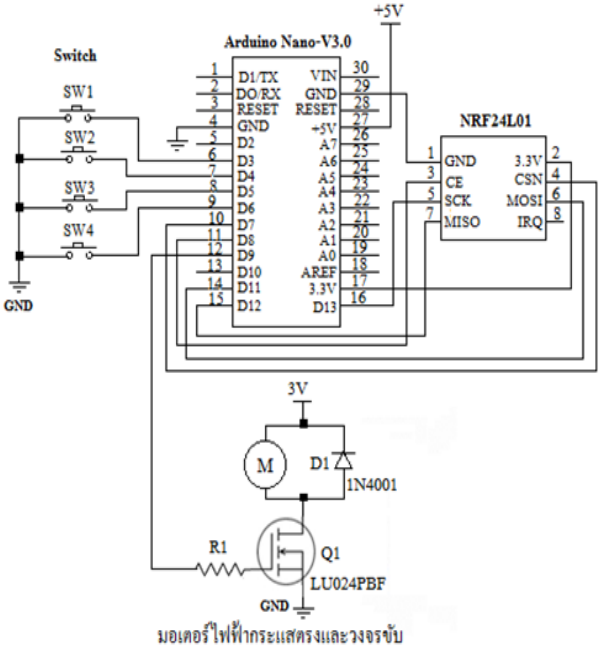
รูปที่5 ลักษณะโมดูลบอร์ดและไดอะแกรมของ NRF24L01

Driver and Micro-vibration DC motor: ทำหน้าที่เป็นสวิตช์ตัดหรือต่อกระแสไฟฟ้าตรงให้กับมอเตอร์ซึ่งถูกควบคุมหรือถูกสั่งการด้วยตัวไมโครคอนโทรลเลอร์ สำหรับ Micro-vibration motor ทำหน้าที่สั่นสะเทือนส่วนนี้ประกอบด้วยมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรงขนาดเล็ก ตรงส่วนปลายของแกนหมุนถูกยึดติดเข้ากับน้ำหนักถ่วงดุล เมื่อมอเตอร์หมุนทำให้แกนหมุนของมอเตอร์ไม่สมดุลจะเกิดแรงสั่นสะเทือนขึ้น มอเตอร์นี้ใช้กำลังไฟฟ้า 255 mW ใช้กับแรงดันไฟฟ้ากระแสตรง 3 V (Datasheet Versions., 2014)



รูปที่6 ลักษณะมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรงขนาดเล็กและวงจรขับมอเตอร์

เมื่อนำวงจรที่ออกแบบที่กล่าวข้างต้นมาประกอบกันจะได้วงจรรวมที่สมบูรณ์ ดังแสดงในรูปที่ 7

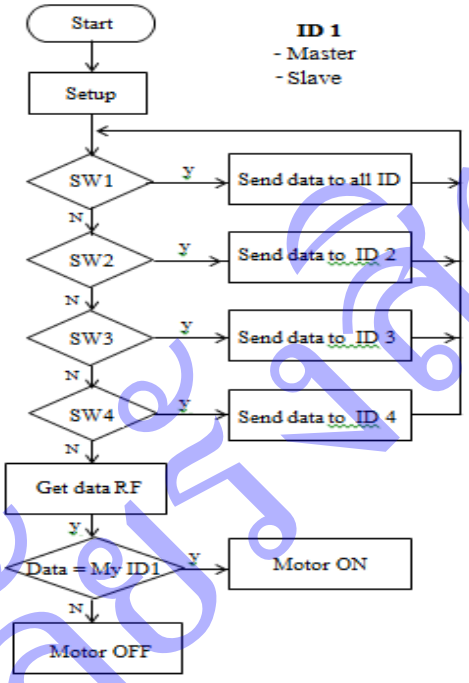


รูปที่ 7 แสดงวงจรไฟฟ้ารวมของเครื่องแจ้งเตือนแบบสั่นสะเทือนทั้ง 4 ตัวที่เหมือนกัน

รูปที่ 8 ลักษณะวงจรรวมของเครื่องแจ้งเตือนแบบสั่นสะเทือนที่ออกแบบและสร้างประกอบกันเสร็จสมบูรณ์แล้ว

3.2.3 การออกแบบในส่วนของซอฟต์แวร์

รูปที่9 แสดงไดอะแกรมหลักการทำงานของโปรแกรมควบคุมการรับคลื่นและส่งคลื่นความถี่ของเครื่องแจ้งเตือนแต่ละเครื่อง



รูปที่ 9 แสดงไดอะแกรมการทำงานของโปรแกรมควบคุมการรับและส่งคลื่นความถี่ที่เหมือนกันของเครื่องทั้ง 4 เครื่อง

3.2.4 วิธีการทดสอบ

การทดสอบสมรรถภาพการทำงานของเครื่องแจ้งเตือนแบบสั่นสะเทือนสำหรับใช้ติดต่อสื่อสารของผู้พิการทางหูมี 2 วิธีการคือการทดสอบทางด้านเทคนิคและการทดสอบหน้าที่การทำงานมีดังนี้

การทดสอบทางด้านเทคนิค

1.ทดสอบจำนวนชั่วโมงการใช้งานของแบตเตอรี่ใช้ Digital multimeter รุ่น RD701 วัดกระแสไฟฟ้ารวมทั้งหมดขณะใช้งานและนำกระแสไฟฟ้ารวมที่ได้มาคำนวณหาค่าจำนวนชั่วโมงการใช้งานของแบตเตอรี่จากสมการดังนี้

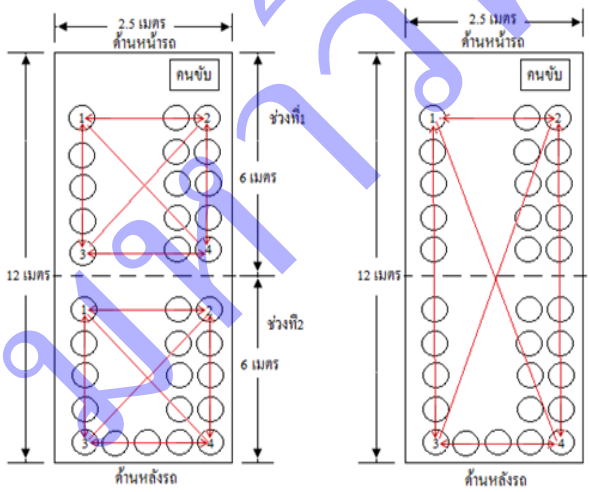
$$\text{จำนวนชั่วโมงการใช้งานของแบตเตอรี่} = \frac{\text{ค่าปริมาณกระแสไฟฟ้าที่ใช้ใน 1 ชั่วโมง}}{\text{ค่าของกระแสไฟฟ้าทั้งหมดขณะใช้งาน}}$$

ผลการทดสอบที่ได้ถูกบันทึกลงในตารางที่ 1

2. ทดสอบกำลังส่งออกของคลื่น การทดสอบนี้เป็นการหาระยะทางสูงสุดในการส่งและรับคลื่นความถี่ กระทำโดยการส่งคลื่นความถี่ผ่านสิ่งกีดขวางและไม่ผ่านสิ่งกีดขวางและทำการวัดระยะทางสูงสุด (ด้วยตลับเมตร) ในตำแหน่งที่เครื่องแจ้งเตือนสามารถติดต่อกันได้ดีผลการทดสอบที่ได้ถูกบันทึกลงในตารางที่ 2

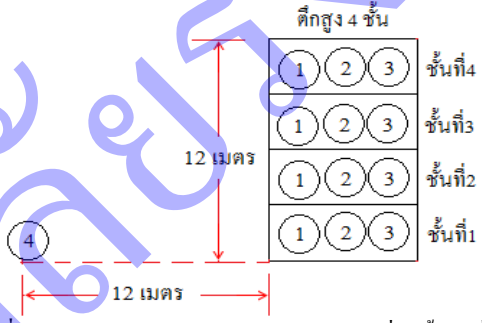
การทดสอบหน้าที่การทำงาน

1.ทดสอบการแจ้งเตือนในรถประจำทางโดยการจำลองห้องโดยสารกว้าง 2.5 เมตร ยาว 12 เมตรขึ้นให้เสมือนรถโดยสารจริงมีจำนวน 32 ที่นั่งและทำการทดสอบในภาวะมีผู้โดยสารเต็มคันรถ การทดสอบนี้มี 3วิธีการคือวิธีการที่1 เป็นการติดต่อสื่อสารของเครื่องแจ้งเตือนทั้ง 4 เครื่องตรงบริเวณครึ่งคันรถด้านหน้า (ช่วงที่1) วิธีการที่2 เป็นการติดต่อสื่อสารของเครื่องแจ้งเตือนทั้ง 4 เครื่องตรงบริเวณครึ่งคันรถด้านหลัง (ช่วงที่2)และวิธีการที่3 เป็นการติดต่อสื่อสารของเครื่องแจ้งเตือนทั้ง 4 เครื่องจากด้านหน้าของรถไปยังท้ายรถ ดังแสดงตามไดอะแกรมในรูปที่10 ผลการทดสอบที่ได้ถูกบันทึกลงในตารางที่ 3 และตารางที่ 4 ตามลำดับ



รูปที่ 10 ไดอะแกรมแสดงวิธีการทดสอบการแจ้งเตือนของเครื่อง4 เครื่องบนรถประจำทางมี 32ที่นั่ง

2.ทดสอบการแจ้งเตือนในที่สูงกระทำโดยการนำเครื่องแจ้งเตือนเครื่องที่ 1- 3 อยู่บนตึกสูง4 ชั้น (สูง 12 เมตร) และกำหนดให้เครื่องแจ้งเตือนเครื่องที่4 อยู่บริเวณที่แจ้งภายนอกอาคารซึ่งห่างจากตัวของตึก12 เมตรและกำหนดให้เครื่องแจ้งเตือนเครื่องที่ 1-3 ถูกวางไว้ในตัวตึกชั้นที่1 หลังจากนั้นเลื่อนขึ้นไปจนถึงชั้นที่4 ดังแสดงตามไดอะแกรมรูปที่11 ผลการทดสอบที่ได้ถูกบันทึกลงในตารางที่ 5



รูปที่ 11 แสดงวิธีการทดสอบการแจ้งเตือนของเครื่องทั้ง4 เครื่องบนตึกสูง 4 ชั้นเทียบกับที่โล่งแจ้งด้วยระยะทาง 12 เมตร

4. ผลการวิจัย

4.1 ผลการทดสอบทางด้านเทคนิค มีดังนี้

4.1.1 ผลการทดสอบชั่วโมงการใช้งานของแบตเตอรี่

ตารางที่ 1 แสดงค่าปริมาณการใช้กระแสไฟฟ้ารวมของวงจรไฟฟ้าแต่ละชนิดขณะทำงาน

ตารางที่1 แสดงผลรวมของกระแสไฟฟ้าจากปริมาณการใช้กระแสไฟฟ้าของวงจรไฟฟ้าแต่ละชนิด

ชนิดของวงจรไฟฟ้า	กระแสไฟฟ้าที่ใช้ขณะทำงาน	
1. Arduino Nano, V3.0	40	mA
2. NRF24L01	13.50	mA
3. Micro- vibration motor	80	mA

ผลรวมของกระแสไฟฟ้าที่วงจรไฟฟ้าแต่ละชนิดทำงาน	133.50 mA

แบตเตอรี่ที่เลือกใช้กับเครื่องแจ้งเตือนแต่ละเครื่อง มีขนาด 9 V, 150 mAh

ดังนั้น จำนวนชั่วโมงการใช้งานของแบตเตอรี่ถูกหารด้วยผลรวมของกระแสไฟฟ้าที่วงจรไฟฟ้าแต่ละชนิดทำงานดังนี้

= 150 mA / 133.50 mA

= 1.12 ชั่วโมง

สรุปได้ว่า เครื่องแจ้งเตือนแต่ละเครื่องจะทำงานได้ 1.12 ชั่วโมงอย่างต่อเนื่อง ผลการทดสอบในเชิงปฏิบัติโดยการนำเครื่องที่ออกแบบและสร้างมาทดสอบใช้งานจริงสามารถทำงานได้อย่างต่อเนื่อง 58 นาที

4.1.2 ผลการทดสอบกำลังส่งและรับคลื่นความถี่

ตารางที่2 แสดงถึงการหาระยะทางการส่งและรับคลื่นความถี่ของเครื่องแจ้งเตือนในจุดที่ดีที่สุดในที่โล่งแจ้งและผ่านสิ่งกีดขวาง

ตารางที่ 2 ผลการทดสอบการส่งและรับคลื่นความถี่ในที่โล่งแจ้งและผ่านสิ่งกีดขวางด้วยระยะทางที่ดีที่สุด

ลักษณะการส่งและรับคลื่นของเครื่องแจ้งเตือนทั้ง 4 เครื่อง	ระยะทางสูงสุดที่ส่งและรับคลื่นได้ดี
การส่งและรับคลื่นในที่โล่งแจ้ง	20 เมตร
การส่งและรับคลื่นผ่านสิ่งกีดขวาง	20 เมตร

4.2 ผลการทดสอบหน้าที่การทำงาน มีดังนี้

4.2.1 การส่งและรับคลื่นความถี่ของเครื่องแจ้งเตือนทั้ง 4 เครื่องบริเวณครึ่งคันรถด้านหน้าและครึ่งคันรถด้านหลังของรถประจำทาง มี 32 ที่นั่ง (ห้องผู้โดยสารได้จำลองขึ้นเสมือนรถประจำทางจริง)

ตารางที่3 แสดงถึงผลการทดสอบการส่งและรับคลื่นความถี่ของเครื่องแจ้งเตือนระหว่างเครื่องหรือเป็นกลุ่มเครื่องทั้ง 4 เครื่องบริเวณครึ่งคันรถด้านหน้าและครึ่งคันรถด้านหลัง การทดสอบแต่ละวิธีจะกระทำ 10 ครั้งคิดเทียบกับ 100%

ตารางที่ 3 ผลการทดสอบการแจ้งเตือนของเครื่อง4 เครื่องบริเวณครึ่งคันรถด้านหน้าและบริเวณครึ่งคันรถด้านหลังประจำทาง

เครื่องส่ง (ตัวที่)	เครื่องรับ (ตัวที่)	ผลการแจ้งเตือนระหว่างเครื่อง	ผลการแจ้งเตือนเป็นกลุ่มเครื่อง
ช่วงที่1 (บริเวณครึ่งคันรถด้านหน้า)			
1	2, 3, 4	100%	100%
2	1, 3, 4	100%	100%
3	1, 2, 4	100%	100%
4	1, 2, 3	100%	100%
ช่วงที่2 (บริเวณครึ่งคันรถด้านหลัง)			
1	2, 3, 4	100%	100%
2	1, 3, 4	100%	100%
3	1, 2, 4	100%	100%
4	1, 2, 3	100%	100%

หมายเหตุ 1, 2, 3, 4 แสดงถึงเครื่องแจ้งเตือนเครื่องที่ 1 ถึงเครื่องที่ 4

4.2.2 การส่งและรับคลื่นความถี่ของเครื่องแจ้งเตือนทั้ง 4เครื่องจากด้านหน้าของรถไปยังด้านท้ายรถประจำทาง มี 32 ที่นั่ง (ห้องผู้โดยสารได้จำลองขึ้นเสมือนรถประจำทางจริง)

ตารางที่4 แสดงถึงผลการทดสอบการส่งและรับคลื่นความถี่ของเครื่องแจ้งเตือนระหว่างเครื่องหรือเป็นกลุ่มเครื่องทั้ง 4 เครื่องจากด้านหน้ารถไปยังด้านท้ายของรถประจำทาง การทดสอบแต่ละวิธีจะกระทำ 10 ครั้งคิดเทียบกับ 100%

ตารางที่ 4 ผลการทดสอบการแจ้งเตือนของเครื่อง 4 เครื่องจากด้านหน้ารถไปยังด้านท้ายของรถประจำทาง

เครื่องส่ง (ตัวที่)	เครื่องรับ (ตัวที่)	ผลการแจ้งเตือนระหว่างเครื่อง	ผลการแจ้งเตือนเป็นกลุ่มเครื่อง
1	2, 3, 4	100%	100%
2	1, 3, 4	100%	100%
3	1, 2, 4	100%	100%
4	1, 2, 3	100%	100%

หมายเหตุ 1, 2, 3, 4 แสดงถึงเครื่องแจ้งเตือนเครื่องที่ 1 ถึงเครื่องที่ 4

4.2.3 การส่งและรับคลื่นความถี่ของเครื่องแจ้งเตือนทั้ง 4เครื่องบนตึกสูง 4 ชั้นกับระยะทางห่างออกจากตัวตึกยาว 12 เมตร

ตารางที่5 แสดงถึงผลการทดสอบการส่งและรับคลื่นความถี่ของเครื่องแจ้งเตือนระหว่างเครื่องหรือเป็นกลุ่มเครื่องทั้ง 4 เครื่องบนตึกสูง 4 ชั้นกับระยะทางห่างออกจากตัวตึกยาว 12 เมตร การทดสอบแต่ละวิธีจะกระทำ 10 ครั้งคิดเทียบกับ 100%

ตารางที่ 5 ผลการทดสอบการแจ้งเตือนของเครื่อง 4 เครื่องบนตึกสูง 4 ชั้นกับระยะทางห่างออกจากตัวตึกยาว 12 เมตร

เครื่องส่ง (เครื่องที่)	เครื่องรับ (เครื่องที่)	ผลการแจ้งเตือนระหว่างเครื่อง	ผลการแจ้งเตือนเป็นกลุ่มเครื่อง
4	1, 2, 3 ชั้นที่1	100%	100%
4	1, 2, 3 ชั้นที่2	100%	100%
4	1, 2, 3 ชั้นที่3	100%	100%
4	1, 2, 3 ชั้นที่3	100%	100%

หมายเหตุ 1, 2, 3, 4 แสดงถึงเครื่องแจ้งเตือนเครื่องที่ 1 ถึงเครื่องที่ 4

5. การอภิปรายผล

เครื่องแจ้งเตือนแบบสั่นสะเทือนที่ออกแบบและสร้างสามารถส่งและรับคลื่นความถี่แบบไร้สายเพื่อแจ้งเตือนผู้บกพร่องการได้ยินใช้สำหรับการติดต่อสื่อสาร ผลการทดสอบจากงานวิจัยนี้พบว่าสามารถนำมาใช้ในรถประจำทางและตึกสูง 4 ชั้นได้จริงนอกจากนี้ยังสามารถนำไปประยุกต์ใช้กับงานในสถานที่ต่างๆได้เช่นบนเรือโดยสารในห้างสรรพสินค้าในโรงพยาบาล ในชั้นเรียนและอื่นๆ(ต้องอยู่ในตำแหน่งที่มองเห็นกันได้) เครื่องแจ้งเตือนที่ออกแบบและสร้างนี้มีขนาดใหญ่ส่งผลทำให้การพกพาไปตามสถานที่ต่างๆและการนำไปใช้งานไม่สะดวกมากพอในอนาคตควรถูกพัฒนาให้มีขนาดเล็กลงเท่ากับนาฬิกาข้อมือเพื่อสะดวกต่อการใช้งานมากขึ้น

6. บทสรุป

เครื่องแจ้งเตือนแบบสั่นสำหรับผู้บกพร่องการได้ยินที่ออกแบบและสร้างใช้สำหรับติดต่อสื่อสารระหว่างผู้บกพร่องการได้ยินในแต่ละบุคคลหรือกลุ่มบุคคล ในระยะไกลหรือระยะใกล้แต่มีกลุ่มฝูงชนจำนวนมากให้สามารถติดต่อสื่อสารกันได้โดยไม่ต้องเดินทางเข้าไปหากัน เครื่องแจ้งเตือนทั้ง 4 เครื่องนี้ประกอบด้วยส่วนของฮาร์ดแวร์และซอฟแวร์ทำหน้าที่รับและส่งคลื่นความถี่ 2.4 GHz ระหว่างเครื่อง ผลการทดสอบจากการรับและส่งคลื่นโดยการจำลองห้องผู้โดยสารจำนวน 32 ที่นั่ง ผลที่ได้มีความถูกต้อง100% และผลการทดสอบการรับและส่งคลื่นจากตึกสูง4ชั้นมีความถูกต้อง100%เช่นกัน เครื่องแต่ละเครื่องใช้

กระแสไฟฟ้าจากแบตเตอรี่ในการทำงานต่ำคือ 133.50 mA ดังนั้นสรุปได้ว่าภาพโดยรวมของ เครื่องแจ้งเตือนที่ออกแบบและสร้างนี้สามารถนำไปใช้กับผู้บกพร่องการได้ยินเพื่อแจ้งเตือนแบบไร้สายใช้สำหรับติดต่อสื่อสารระหว่างบุคคลและกลุ่มบุคคลได้จริง

7. กิตติกรรมประกาศ

ผู้วิจัยขอขอบคุณ คณาจารย์ในมูลนิธิอนุเคราะห์คนหูหนวกในพระบรมราชินูปถัมภ์ที่ให้ข้อมูลและความรู้เกี่ยวกับการติดต่อสื่อสารในการดำเนินชีวิตประจำวันของคนหูหนวก ทำให้ผู้วิจัยมีแรงจูงใจ มีแนวคิดและประดิษฐ์เครื่องแจ้งเตือนแบบสั่นสะเทือนสำหรับใช้ติดต่อสื่อสารของผู้บกพร่องการได้ยินนี้ขึ้นมาและขอบคุณมหาวิทยาลัยรังสิตที่ให้ทุนอุดหนุนงานวิจัยและสถานที่ เครื่องมืออุปกรณ์ต่างๆในการออกแบบและสร้างเครื่องแจ้งเตือนจนสำเร็จลุล่วงได้ดี

8. เอกสารอ้างอิง

ราษฎร์ บุญญา. (2553). ภาษาของคนหูหนวก. วารสารวิทยาลัยราชสุดา ปีที่ 4 ฉบับที่ 1 หน้า 77 (ออนไลน์).สืบค้นจาก(3 มีนาคม 2558) ,http: / / www. rs. mahidol. ac. th/ rs-journal/ vol.4/v.4-1-005.pdf

ณภัทร เฉลิมชุติปกา.(2553).เทคโนโลยีเพื่อผู้พิการ (ออนไลน์). สืบค้นจาก(18 มีนาคม2558), http: / / update. se-ed. com/ ebook/ issue-275/handicap-275.pdf

Alan G. Smith. (2011). Introduction to Arduino. Retrieved (2015, June 24) from: http://www.introtoarduino.com/downloads/IntroArduinoBook.pdf

เอกชัย มะการ.(2552).เรียนรู้ เข้าใจ ใช้งาน ไมโครคอนโทรลเลอร์ตระกูล AVR ด้วย Arduino, กรุงเทพฯ: บริษัท อีทีที จำกัด.

Michael M. (2011). Arduino Cookbook, Recipes to begin, expand and enbance your projects.

Nordic Semiconductor. (2008). nRF24L01 + Single Chip 204 GHz Transceiver. Retrieved (2015, September 9) from: https://www.sparkfun.com/datasheets/Components/ SMD/ nRF24L01Pluss_ Preliminary_Product_Specification_v1_0.pdf

Datasheet Versions. (2014) . Vibration Motor. Retrieved (2015, October 24) from: http://faculty.washington.edu/paubin/wordpress/wp-content/uploads/2014/08/Vibration-Motor-306-109-6mm-12mm-datasheet.pdf