

เครื่องฟังตรวจดิจิทัล

DIGITAL STETHOSCOPE

ศิวาพร พรหมเทียน

SIWAPON PHORMTIAN

ศิวาพร หมั่นคง

SIWAPORN MEUNKONG

ปริญญาานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต

สาขาวิชาวิศวกรรมสารสนเทศ

คณะวิศวกรรมศาสตร์

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

ปีการศึกษา 2557

เครื่องฟังตรวจดิจิทัล

DIGITAL STETHOSCOPE

ศิวาพร พรมเทียน
SIWAPON PHORMTIAN
ศิวาพร หมั่นคง
SIWAPORN MEUNKONG

ปริญญานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต
สาขาวิชาวิศวกรรมสารสนเทศ
คณะวิศวกรรมศาสตร์
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
ปีการศึกษา 2557

DIGITAL STETHOSCOPE

SIWAPON PHORMTIAN
SIWAPORN MEUNKONG

A THESIS SUBMITTED IN PARTIAL FULFILLMENT
OF THE REQUIREMENT FOR THE DEGREE OF
BACHELOR OF ENGINEERING IN INFORMAION ENGINEERING
FACULTY OF ENGINEERING
KING MONGKUT'S INSTITUTE OF TECHNOLOGY LADKRABANG
ACADEMIC YEAR 2014

คณะวิศวกรรมศาสตร์

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

ใบรับรองปริญญาานิพนธ์

หัวข้อปริญญาานิพนธ์

Thesis Title

ชื่อนักศึกษา

ระดับปริญญา

สาขาวิชา

ปีการศึกษา

เครื่องฟังตรวจดิจิทัล

Digital Stethoscope

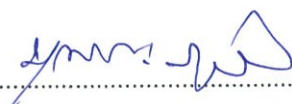
นางสาวศิวาพร พรหมเทียน

นางสาวศิวาพร หมั่นคง

วิศวกรรมศาสตรบัณฑิต

วิศวกรรมสารสนเทศ

2557

()

ผศ.บุญยชชนะ ภูระหงษ์

อาจารย์ที่ปรึกษาปริญญาานิพนธ์

(.....)

ผศ.ไพศาล สิทธิโยภาสกุล

อาจารย์ที่ปรึกษาปริญญาานิพนธ์ร่วม

หัวข้อปริญญานิพนธ์	เครื่องฟังตรวจดิจิทัล		
Thesis Title	Digital Stethoscope		
ชื่อนักศึกษา	นางสาวศิวาพร พรหมเทียน	รหัสนักศึกษา	54011282
	นางสาวศิวาพร หมั่นคง	รหัสนักศึกษา	54011283
ระดับปริญญา	วิศวกรรมศาสตรบัณฑิต		
สาขาวิชา	วิศวกรรมสารสนเทศ		
ปีการศึกษา	2557		
อาจารย์ที่ปรึกษาปริญญานิพนธ์	ผศ.บุญยชนะ	ภูระหงษ์	
อาจารย์ที่ปรึกษาปริญญานิพนธ์ร่วม	ผศ.ไพศาล	สิทธิโยภาสกุล	

บทคัดย่อ

ปริญญานิพนธ์ฉบับนี้นำเสนอเครื่องฟังตรวจดิจิทัลที่มีความสามารถใช้ในการตรวจฟังและ
 ออกแบบโปรแกรมที่สามารถเก็บสัญญาณเสียงเป็นไฟล์ .wav พร้อมทั้งสามารถนำไปวิเคราะห์
 สัญญาณในโดเมนเวลาและโดเมนความถี่ อีกทั้งยังนำสัญญาณเสียงที่ได้มาทำการกรองช่วงของความถี่
 พร้อมบันทึกเสียงที่ผ่านการกรองความถี่แล้ว พร้อมทั้งได้ศึกษาความถี่ของหัวใจและความถี่ของปอด
 เพื่อเป็นการศึกษาการกรองความถี่เสียงเบื้องต้น และยังได้ทำการวิเคราะห์ข้อมูลของเสียงที่ผ่านการ
 กรองความถี่เสียงแล้ว ซึ่งใช้การวิเคราะห์ทางสถิติเพื่อนำมาเปรียบเทียบช่วงความถี่เสียง ปริญญานิพนธ์
 นี้มีประโยชน์ต่อสายงานอาชีพเวชกรรม นอกจากนี้เครื่องฟังตรวจดิจิทัลยังมีต้นทุนในการผลิต
 ต่ำกว่าเครื่องฟังตรวจอิเล็กทรอนิกส์ทั่วไป

Thesis Title	Digital Stethoscope		
Student	Miss.Siwapon Phormtian	Student ID.	54011282
	Miss.Siwaporn Meunkong	Student ID.	54011283
Degree	Bachelor of Engineering		
Program	Information Engineering		
Academic Year	2557		
Thesis Advisors	Asst.Prof.Bonchana Purahong		
Thesis Co-Advisors	Asst.Prof.Paisan Sithiyoasakul		

ABSTRACT

This thesis presents a Digital Stethoscope and software for listening a heart and lung. The software is designed for recording an audio signal to .wav file and analyzing the signal in time domain and frequency domain. Moreover, the audio signal is filtered by audio frequency range and save the processed signal. In order to study the fundamental frequency. We focused on frequency of a heart and lung. In addition, statistical method has been used to analyze the frequency of sound. This thesis benefits medical attendant. Moreover, this Digital Stethoscope has low cost of production than Conventional electronic Stethoscope.

กิตติกรรมประกาศ

ปริญญาานิพนธ์ฉบับนี้ได้รับความช่วยเหลือจากหลายฝ่าย ผู้จัดทำต้องขอขอบคุณทุกท่านที่มีส่วนช่วยเหลือและแนะนำในทุกด้าน

ขอขอบคุณ ผศ.บุญยชนะ ภูระหงษ์ และ ผศ.ไพศาล สิทธิโยภาสกุล อาจารย์ที่ปรึกษาปริญญาานิพนธ์ที่ให้คำปรึกษาและข้อเสนอที่เป็นประโยชน์ จึงทำให้ปริญญาานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จลุล่วงไปด้วยดี

ขอขอบคุณบิดาและมารดาอันเป็นที่รักและเคารพ ผู้ให้การสนับสนุนในด้านการศึกษา เป็นกำลังใจและเอาใจใส่เสมอมา

ขอบคุณเพื่อนๆนักศึกษาและพี่ๆมหาบัณฑิตทุกคนที่ช่วยให้คำแนะนำต่างๆ ในการจัดทำปริญญาานิพนธ์จึงสำเร็จสมบูรณ์และยังให้กำลังใจให้แก่คณะผู้จัดทำ

ศิวาพร พรหมเทียน
ศิวาพร หมั่นคง

สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อภาษาไทย.....	I
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ.....	II
กิตติกรรมประกาศ	III
สารบัญ.....	IV
สารบัญตาราง	VII
สารบัญรูป	VIII
บทที่ 1 บทนำ	1
1.1 ความเป็นมาและความสำคัญ	1
1.2 วัตถุประสงค์	1
1.3 ขอบเขตของปริญญานิพนธ์.....	1
1.4 ผลที่คาดว่าจะได้รับ	1
1.5 อุปกรณ์ที่ต้องใช้	2
1.5.1 ด้านฮาร์ดแวร์	2
1.5.2 ด้านซอฟต์แวร์	2
1.6 ขั้นตอนการดำเนินงาน	2
บทที่ 2 ทฤษฎีพื้นฐานที่ใช้.....	3
2.1 เครื่องฟังตรวจ	3
2.1.1 ประวัติของเครื่องฟังตรวจ	3
2.1.2 ส่วนประกอบของเครื่องฟังตรวจ	4
2.2 การฟังเสียงโดยใช้เครื่องฟังตรวจ	5
2.2.1 การฟังเสียงหัวใจ	5
2.2.2 ตำแหน่งการฟังเสียงหัวใจ	5
2.2.3 การฟังปอด	6
2.2.4 บริเวณที่ฟังเสียงปอด	6
2.2.4.1 ฟังปอดทางด้านหน้า.....	6
2.2.4.2 ฟังปอดทางด้านหลัง	6
2.2.4.3 Bronchial breath sounds.....	7
2.2.4.4 Bronchovesicular breath sounds.....	7
2.2.4.5 Vesicular breath sounds.....	7
2.3 ไมโครโฟน	8
2.3.1 ชนิดของไมโครโฟน	8
2.3.2 หลักการทำงานของไมโครโฟน	9
2.3.3 การเลือกใช้งานไมโครโฟน	10
2.4 การแปลงฟูเรียร์แบบเร็ว	13

สารบัญ (ต่อ)

	หน้า
2.5 วงจรกรองความถี่	14
2.5.1 แบ่งตามลักษณะของผลตอบสนองทางความถี่	14
2.5.1.1 การกรองความถี่ต่ำผ่าน	14
2.5.1.2 การกรองความถี่สูงผ่าน	15
2.5.1.3 การกรองแถบความถี่ผ่าน	16
2.5.1.4 การกรองจำกัดแถบความถี่	16
2.5.2 การกรองความถี่แบบอนาล็อก	17
2.5.3 การกรองความถี่แบบดิจิทัล	17
2.6 MATLAB	18
บทที่ 3 การออกแบบและวิธีดำเนินงาน.....	21
3.1 ภาพรวมของระบบ	21
3.2 การออกแบบทางด้านฮาร์ดแวร์	21
3.2.1 ไมโครโฟน	21
3.2.2 ออกแบบส่วนของการส่งสัญญาณ	22
3.2.3 เครื่องฟังตรวจดิจิทัล	22
3.3 การออกแบบโปรแกรม	22
3.3.1 การทำงานของโปรแกรม	23
3.3.2 การทำงานของปุ่ม Open.....	25
3.3.3 การทำงานของปุ่ม Filter Heart และปุ่ม Filter Lung	27
3.3.4 การทำงานของปุ่ม Export Text และปุ่ม Export .wav	29
3.3.5 การทำงานของปุ่ม Play Original และปุ่ม Play Filter	30
3.3.6 การทำงานของปุ่ม Reโค้ด	31
บทที่ 4 การทดลองและผลการทดลอง	32
4.1 การดำเนินการทดลอง	32
4.1.1 ขั้นตอนการเตรียมตรวจ	32
4.1.2 ขั้นตอนการทดลอง	32
4.2 ทดสอบการใช้โปรแกรม	32
4.3 ตำแหน่งที่ใช้เก็บบันทึกข้อมูลเสียง	35
4.4 ผลการบันทึกเสียงจากกลุ่มนักศึกษาตัวอย่าง	36
4.4.1 ผลจากจุดที่ 1 Pulmonic area	36
4.4.2 ผลจากจุดที่ 2 Tricuspid area	41
4.4.3 ผลจากจุดที่ 3 Mitral area	46
4.4.4 ผลจากจุดที่ 4 Trachea	51
4.4.5 ผลจากจุดที่ 5 Upper right lobe	56

สารบัญ (ต่อ)

	หน้า
4.4.6 ผลจากจุดที่ 5 Upper right lobe	61
4.5 ผลการทดลอง	65
4.5.1 ผลการทดลองจุดที่ 1 Pulmonic area	66
4.5.2 ผลการทดลองจุดที่ 2 Tricuspid area	67
4.5.3 ผลการทดลองจุดที่ 3 Mitral area Mitral area	68
4.5.4 ผลการทดลองจุดที่ 4 Trachea	70
4.5.5 ผลการทดลองจุดที่ 5 Upper right lobe	71
4.5.6 ผลการทดลองจุดที่ 5 Upper right lobe	73
4.6 การวิเคราะห์ผลการทดลอง	74
4.6.1 การวิเคราะห์เสียงของหัวใจ	75
4.6.2 การวิเคราะห์เสียงของปอด	76
4.6.3 การวิเคราะห์ความแตกต่างระหว่างเสียงหัวใจและเสียงปอด	77
บทที่ 5 ทฤษฎีพื้นฐานที่ใช้	81
5.1 บทสรุปปริณยานิพนธ์	81
5.2 ปัญหาที่พบระหว่างการดำเนินปริณยานิพนธ์	81
5.3 วิธีการแก้ปัญหา	82
บรรณานุกรม.....	83

สารบัญตาราง

ตารางที่	หน้า
1.1 ขั้นตอนการดำเนินงาน	2
2.2 สรุปการเปรียบเทียบระหว่างวงจรกรองถี่แต่ละแบบ	18
2.3 เวอร์ชันของ MATLAB จากเริ่มต้นจนถึงปัจจุบัน	19
4.1 ผลการวิเคราะห์ทางสถิติของเสียงหัวใจ	75
4.2 ผลการวิเคราะห์ทางสถิติของเสียงปอด	76
4.3 ผลการวิเคราะห์ทางสถิติของเสียงหัวใจตำแหน่งที่ 1 (Pulmonic area) และเสียงปอด	77
4.4 ผลการวิเคราะห์ทางสถิติของเสียงหัวใจตำแหน่งที่ 2 (Tricuspid area) และเสียงปอด	78
4.5 ผลการวิเคราะห์ทางสถิติของเสียงหัวใจตำแหน่งที่ 3 (Mitral area) และเสียงปอด	79

สารบัญรูป

รูปที่	หน้า
2.1 หูฟังรุ่นแรกที่มีลักษณะเป็นท่อไม้ทรงกระบอก	3
2.2 ส่วนประกอบหลักของเครื่องฟังตรวจ	4
2.3 ตำแหน่งการฟังเสียงหัวใจ	5
2.4 บริเวณการฟังเสียงหัวใจ	6
2.5 ตำแหน่งฟังเสียงปอดทางด้านหน้า	7
2.6 ตำแหน่งฟังเสียงปอดทางด้านหลัง	7
2.7 บริเวณที่ฟังเสียงปอดทางด้านหน้า	8
2.8 บริเวณที่ฟังเสียงปอดทางด้านหลัง	8
2.9 การทำงานของไดนามิกไมโครโฟน (Dynamic Microphone)	9
2.10 การทำงานของคอนเดนเซอร์ไมโครโฟน (Condenser Microphone)	9
2.11 การรับคลื่นเสียงของไมโครโฟนแบบรอบทิศทาง (Omni Direction)	10
2.12 การรับคลื่นเสียงของไมโครโฟนแบบรับเสียงด้านหน้า (Cardioid Direction)	11
2.13 การรับคลื่นเสียงของไมโครโฟนแบบรับเสียงทั้งด้านหน้าและด้านหลังไมโครโฟน	11
2.14 รูปแบบการรับเสียงจากการรวมกันของ Cardioid	12
2.15 Bidirectional Pattern	13
2.16 รูปแบบการรับเสียงแบบ Bidirection	13
2.17 การกรองความถี่ต่ำผ่าน (Low Pass Filter)	15
2.18 การกรองความถี่สูงผ่าน (High Pass Filter)	15
2.19 การกรองแถบความถี่สูงผ่าน (Band Pass Filter)	16
2.20 การกรองจำกัดแถบความถี่ (Band Stop Filter)	16
2.21 การกรองความถี่แบบอนาล็อก	17
2.22 การรับคลื่นเสียงของไมโครโฟนแบบรับเสียงด้านหน้า (Cardioid Direction)	18
3.1 ส่วนประกอบหลักของเครื่องฟังตรวจดิจิทัล	21
3.2 Stethoscope ที่ใส่ คอนเดนเซอร์ไมโครโฟน	21
3.3 หัวเสียบอิเล็กทรอนิกส์แบบมีไมโครโฟน	21
3.4 เครื่องฟังตรวจดิจิทัล	22
3.5 การทำงานของการเก็บบันทึกและแสดงผลของโปรแกรม	23
3.6 ขั้นตอนการดำเนินงานในการสร้างโปรแกรม	23
3.7 GUI ของโปรแกรม PT00 เก็บบันทึกเสียงและวิเคราะห์	23
3.8 ผังงานแสดงการทำงานของโปรแกรม	24
3.9 ผังงานแสดงการทำงานของปุ่ม Open	25
3.10 Dialog Box หน้าต่างสำหรับเลือกเปิดไฟล์.wav	25
3.11 โค้ดแสดง Dialog Box เพื่อเลือกเปิดไฟล์.wav	26
3.12 โค้ดสำหรับพล็อตกราฟ	26
3.13 ผลของสัญญาณเสียงในโดเมนเวลา	26

สารบัญรูป (ต่อ)

รูปที่	หน้า
3.14 โค้ดที่ผ่านฟังก์ชัน FFT เพื่อนำมาพล็อตกราฟ	27
3.15 ผลของสัญญาณเสียงในโดเมนความถี่	27
3.16 ฝั่งงานแสดงการทำงานของปุ่ม Filter Heart และปุ่ม Filter Lung	27
3.17 โค้ดกรองความถี่	28
3.18 ผล Filter ความถี่ระหว่าง 20 เฮิรตซ์ ถึง 650 เฮิรตซ์	28
3.19 ผล Filter ความถี่ระหว่าง 70 เฮิรตซ์ ถึง 4000 เฮิรตซ์	29
3.20 ฝั่งงานแสดงการทำงานของปุ่ม Export Text และปุ่ม Export .wav	29
3.21 โค้ดในการบันทึกไฟล์ .txt	30
3.22 โค้ดในการบันทึกไฟล์ .wav	30
3.23 ฝั่งงานแสดงการทำงานของปุ่ม Play Original และปุ่ม Play Filter	30
3.24 โค้ดการเล่นเสียง	30
3.25 ฝั่งงานแสดงการทำงานของปุ่ม Record	31
3.26 โค้ดการบันทึกเสียง	31
4.1 เก็บบันทึกเสียงจากกลุ่มตัวอย่าง	32
4.2 หน้าต่างหลักของโปรแกรม PT00	32
4.3 Dialog Box สำหรับบันทึกไฟล์	33
4.4 ผลที่ได้เมื่อเปิดไฟล์ ITE14.wav	33
4.5 หน้าต่างใหม่สำหรับพล็อตกราฟที่ได้จาก Filter Heart	34
4.6 หน้าต่างใหม่สำหรับพล็อตกราฟที่ได้จาก Filter Lung	34
4.7 ค่าที่ถูกรับบันทึกลงในไฟล์.txt	35
4.8 ตำแหน่งต่างๆที่ใช้เก็บบันทึก	35
4.9 ผลการทดลองจุดที่ 1 Pulmonic area ของผู้ชายคนที่ 1	36
4.10 ผลการทดลองจุดที่ 1 Pulmonic area ของผู้ชายคนที่ 2	36
4.11 ผลการทดลองจุดที่ 1 Pulmonic area ของผู้ชายคนที่ 3	37
4.12 ผลการทดลองจุดที่ 1 Pulmonic area ของผู้ชายคนที่ 4	37
4.13 ผลการทดลองจุดที่ 1 Pulmonic area ของผู้ชายคนที่ 5	38
4.14 ผลการทดลองจุดที่ 1 Pulmonic area ของผู้หญิงคนที่ 1	38
4.15 ผลการทดลองจุดที่ 1 Pulmonic area ของผู้หญิงคนที่ 2	39
4.16 ผลการทดลองจุดที่ 1 Pulmonic area ของผู้หญิงคนที่ 3	39
4.17 ผลการทดลองจุดที่ 1 Pulmonic area ของผู้หญิงคนที่ 4	40
4.18 ผลการทดลองจุดที่ 1 Pulmonic area ของผู้หญิงคนที่ 5	40
4.19 ผลการทดลองจุดที่ 2 Tricuspid area ของผู้ชายคนที่ 1	41
4.20 ผลการทดลองจุดที่ 2 Tricuspid area ของผู้ชายคนที่ 2	41
4.21 ผลการทดลองจุดที่ 2 Tricuspid area ของผู้ชายคนที่ 3	42
4.22 ผลการทดลองจุดที่ 2 Tricuspid area ของผู้ชายคนที่ 4	42

สารบัญรูป (ต่อ)

รูปที่	หน้า
4.58 ผลการทดลองจุดที่ 5 Upper right lobe ของผู้หญิงคนที่ 5	60
4.59 ผลการทดลองจุดที่ 6 Upper left lobe ของผู้ชายคนที่ 1	61
4.60 ผลการทดลองจุดที่ 6 Upper left lobe ของผู้ชายคนที่ 2	61
4.61 ผลการทดลองจุดที่ 6 Upper left lobe ของผู้ชายคนที่ 3	62
4.62 ผลการทดลองจุดที่ 6 Upper left lobe ของผู้ชายคนที่ 4	62
4.63 ผลการทดลองจุดที่ 6 Upper left lobe ของผู้ชายคนที่ 5	63
4.64 ผลการทดลองจุดที่ 6 Upper left lobe ของผู้หญิงคนที่ 1	63
4.65 ผลการทดลองจุดที่ 6 Upper left lobe ของผู้หญิงคนที่ 2	64
4.66 ผลการทดลองจุดที่ 6 Upper left lobe ของผู้หญิงคนที่ 3	64
4.67 ผลการทดลองจุดที่ 6 Upper left lobe ของผู้หญิงคนที่ 4	65
4.68 ผลการทดลองจุดที่ 6 Upper left lobe ของผู้หญิงคนที่ 5	65
4.69 ผลการทดลองจุดที่ 1 Upper Left Lobe ของผู้ชาย 5 คน	66
4.70 ผลการทดลองจุดที่ 1 Upper Left Lobe ของผู้หญิง 5 คน	66
4.71 ผลการทดลองจุดที่ 1 Upper Left Lobe ของผู้ชาย 5 คนและผู้หญิง 5 คน	67
4.72 ผลการทดลองจุดที่ 2 Tricuspid Area ของผู้ชาย 5 คน	67
4.73 ผลการทดลองจุดที่ 2 Tricuspid Area ของผู้หญิง 5 คน	68
4.74 ผลการทดลองจุดที่ 2 Tricuspid Area ของผู้ชาย 5 คนและผู้หญิง 5 คน	68
4.75 ผลการทดลองจุดที่ 3 Mitral Area ของผู้ชาย 5 คน	69
4.76 ผลการทดลองจุดที่ 3 Mitral Area ของผู้หญิง 5 คน	69
4.77 ผลการทดลองจุดที่ 3 Mitral Area ของผู้ชาย 5 คนและ ผู้หญิง 5 คน	70
4.78 ผลการทดลองจุดที่ 4 Trachea ของผู้ชาย 5 คน	70
4.79 ผลการทดลองจุดที่ 4 Trachea ของผู้หญิง 5 คน	71
4.80 ผลการทดลองจุดที่ 4 Trachea ของผู้ชาย 5 คนและ ผู้หญิง 5 คน	71
4.81 ผลการทดลองจุดที่ 5 Upper Right Lobe ของผู้ชาย 5 คน	72
4.82 ผลการทดลองจุดที่ 5 Upper Right Lobe ของผู้หญิง 5 คน	72
4.83 ผลการทดลองจุดที่ 5 Upper Right Lobe ของผู้ชาย 5 คนและผู้หญิง 5 คน	73
4.84 ผลการทดลองจุดที่ 6 Upper Left Lobe ของผู้ชาย 5 คน	73
4.85 ผลการทดลองจุดที่ 6 Upper Left Lobe ของผู้หญิง 5 คน	74
4.86 ผลการทดลองจุดที่ 6 Upper Left Lobe ของผู้ชาย 5 คนและผู้หญิง 5 คน	74

บทที่ 1

บทนำ

1.1 ความเป็นมาและความสำคัญ

การตรวจรักษาผู้ป่วยตามโรงพยาบาลหรือคลินิก ได้มีการใช้เครื่องฟังตรวจอย่างแพร่หลาย ซึ่งส่วนใหญ่แพทย์จะใช้ในการตรวจฟังเสียงของอวัยวะภายในต่างๆของร่างกาย เช่น เสียงหัวใจ เสียงปอด เสียงลำไส้เคลื่อนตัว และเสียงการไหลเวียนของเลือด ปรินญาณีพนธ์นี้ได้พัฒนาเครื่องฟังตรวจมาเป็นเครื่องฟังตรวจดิจิทัล ซึ่งเป็นเครื่องฟังตรวจแบบอิเล็กทรอนิกส์เพื่อลดข้อจำกัดของเครื่องฟังตรวจแบบดั้งเดิมที่ไม่สามารถเก็บบันทึกเสียงได้ และยังเป็นเทคโนโลยีทางการแพทย์มีความสามารถในการฟังเสียงการทำงานของอวัยวะต่างๆ ได้เหมือนเครื่องฟังตรวจทั่วไปอีกด้วย และยังมีต้นทุนในการผลิตที่ต่ำกว่าเครื่องฟังตรวจอิเล็กทรอนิกส์ทั่วไป ทั้งยังพัฒนาโปรแกรมที่สามารถเก็บบันทึกข้อมูลเสียงไว้เป็นฐานข้อมูลในคอมพิวเตอร์และยังสามารถวิเคราะห์ข้อมูลเสียงเบื้องต้นของเสียงหัวใจและเสียงปอดได้ ซึ่งสิ่งเหล่านี้เป็นประโยชน์อย่างมากต่อการวินิจฉัยโรค

1.2 วัตถุประสงค์

พัฒนาเครื่องฟังตรวจเดิมให้เป็นเครื่องฟังตรวจดิจิทัล พร้อมกับพัฒนาโปรแกรมเพื่อใช้เก็บบันทึกข้อมูลเสียงและกรองความถี่เสียงให้อยู่ในช่วงความถี่เสียงของหัวใจและเสียงปอด ทั้งสามารถนำข้อมูลเสียงที่ได้ไปวิเคราะห์เสียงเบื้องต้นได้ เพื่อนำข้อมูลไปใช้ประโยชน์ในด้านต่างๆ อาทิ การวินิจฉัยโรคเบื้องต้น การเรียนการสอนของผู้ที่เรียนสายวิทยาศาสตร์สุขภาพ ไม่ว่าจะเป็นนักศึกษา แพทย์ พยาบาล เทคนิคการแพทย์ เป็นต้น

1.3 ขอบเขตของปรินญาณีพนธ์

ออกแบบเครื่องฟังตรวจให้สามารถบันทึกเสียงผ่านคอมพิวเตอร์ได้ และพัฒนาโปรแกรมสำหรับการเก็บบันทึกเสียงจากเครื่องฟังตรวจดิจิทัล โดยโปรแกรมสามารถวิเคราะห์ช่วงความถี่เสียงของหัวใจและความถี่เสียงของปอดได้

1.4 ผลที่คาดว่าจะได้รับ

1. เครื่องฟังตรวจดิจิทัลสามารถนำไปใช้งานได้จริง
2. โปรแกรมสามารถเก็บบันทึกข้อมูลเสียงจากเครื่องฟังตรวจดิจิทัลได้
3. โปรแกรมสามารถนำข้อมูลเสียงมากรองความถี่เสียงของหัวใจและเสียงปอดได้
4. สามารถนำข้อมูลเสียงมาวิเคราะห์ทางสถิติ เพื่อประโยชน์อื่นๆต่อไป เช่น วิเคราะห์ความแตกต่างของช่วงความถี่เสียง

บทที่ 2

ทฤษฎีพื้นฐานที่ใช้

ในหัวข้อนี้จะกล่าวถึงทฤษฎีพื้นฐานต่างๆ ที่เกี่ยวข้องในการทำปริญญานิพนธ์เรื่องเครื่องฟังตรวจ ดิจิทัล ซึ่งประกอบไปด้วยประวัติของเครื่องฟังตรวจ การฟังเสียงโดยใช้เครื่องฟังตรวจ ไมโครโฟน การแปลงฟูเรียร์แบบเร็ว วงจรกรองความถี่ และ MATLAB

2.1 เครื่องฟังตรวจ (Stethoscope)

2.1.1 ประวัติของเครื่องฟังตรวจ [1]

เครื่องฟังตรวจเป็นเครื่องมือที่แพทย์ใช้ฟังเสียงต่างๆภายในร่างกายของผู้ป่วย โดยเฉพาะอย่างยิ่งเสียงหัวใจและปอด ชื่อเรียกนี้มาจากรากคำในภาษากรีกว่า “Stethos” (ทรงอก) และ “Skopeni” (มองดู) ในภาษาไทยนิยมเรียกเครื่องมือชิ้นนี้ว่า หูฟัง หรือทับศัพท์สั้นๆว่า สเต็ท (Steth)

ในวงการแพทย์นั้น นายแพทย์ชาวฝรั่งเศสชื่อ เรอเน เทโอฟีลี แลนเนกส์ (RENE THEOPHILE LAENNEC) ซึ่งมีชีวิตอยู่ในศตวรรษที่ 18 ระหว่างปี ค.ศ.1781-1826 เป็นผู้ประดิษฐ์หูฟังอันแรกขึ้น แต่เดิม ใช้วิธีเอาหูแนบกับหน้าอกของผู้ป่วย ซึ่งเป็นวิธีการฟังเสียงที่แพทย์ทั่วไปในสมัยนั้นใช้ในการตรวจร่างกายของผู้ป่วย

แต่วิธีดังกล่าวไม่สะดวก และมักไม่ค่อยได้ยินเสียง แลนเนกส์ นำกระดาษ 2-3 แผ่น มาม้วนเป็นท่อทรงกระบอก เมื่อวางปลายด้านหนึ่งของท่อทรงกระบอกลงบนหน้าอกของผู้ป่วย และเอียงหูฟังตรงปลายท่ออีกด้านหนึ่ง พบว่า สามารถได้ยินเสียงหัวใจของผู้ป่วยเด่นชัดเจน

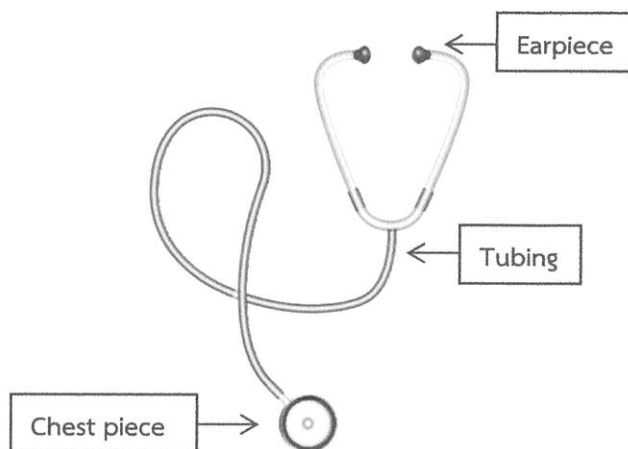
อุปกรณ์หูฟังรุ่นแรกมีลักษณะเป็นท่อไม้ทรงกระบอกยาว 30 เซนติเมตร ตรงกลางกลวงตลอด เมื่อเวลาผ่านไป หูฟังรุ่นนี้ถูกแทนที่ด้วยหูฟังรุ่นที่ทันสมัยกว่า ซึ่งมีลักษณะเป็นท่อใยเชื่อมโยงภาชนะรูปถ้วยเข้ากับส่วนที่เป็นหูฟังสองข้าง ปัจจุบันนี้ สเต็ท เป็นเครื่องมือพื้นฐาน ซึ่งแพทย์โดยทั่วไปมิได้ใช้สำหรับวินิจฉัยโรคเบื้องต้น



รูปที่ 2.1 หูฟังรุ่นแรกที่มีลักษณะเป็นท่อไม้ทรงกระบอก [1]

2.1.2 ส่วนประกอบของเครื่องฟังตรวจ

ส่วนประกอบของเครื่องฟังตรวจโดยทั่วไปประกอบไปด้วย 3 ส่วนหลัก ดังแสดงในรูปที่ 2.2



รูปที่ 2.2 ส่วนประกอบหลักของเครื่องฟังตรวจ

- Earpiece ใช้ใส่หูเพื่อฟัง ควรมีขนาดเหมาะสมกับรูหู
- Tubing เป็นท่อนำเสียงจากส่วน Chest piece ไปถึงส่วน Earpiece
- Chest piece ใช้วางแนบตรงตำแหน่งที่จะตรวจฟัง มี 2 ด้าน คือ ด้าน Bell ใช้ฟังเสียงความถี่ต่ำ และด้าน Diaphragm ใช้ฟังเสียงความถี่สูง

เครื่องฟังตรวจเป็นอุปกรณ์เบื้องต้นที่แพทย์ใช้เพื่อตรวจวินิจฉัยอาการของผู้ป่วย โดยจุดประสงค์หลัก คือ ใช้ตรวจฟัง (Auscultation) เสียงการทำงานของอวัยวะต่างๆ เช่น หัวใจ หรือปอด โดยการประเมินคุณลักษณะสำคัญ 5 ประการ ได้แก่ ระยะเวลาที่เกิดเสียง (Timing) ความถี่ของเสียง (Frequency) ความต่อเนื่องของเสียง (Duration) ความดังของเสียง (Intensity) และ รูปร่างของเสียง (Shape) ซึ่งระบบหัวใจ (Cardiac sound) ได้แก่ เสียงหัวใจต่ำของหัวใจ (Low heart sound) มีความถี่เสียงอยู่ในช่วง 70-120 เฮิรตซ์ เสียงกลางและเสียงสูงของหัวใจ (Medium and high heart sounds) มีความถี่อยู่ในช่วง 20-650 เฮิรตซ์ ส่วนเสียงที่เกี่ยวกับระบบการหายใจ (Respiratory sounds) ได้แก่ เสียงปอด (Vesicular breathing) และเสียงหลอดลม (Bronchial breathing) มีความถี่อยู่ในช่วง 70-4000 เฮิรตซ์ ดังนั้นเสียงที่ใช้ในการฟังตรวจส่วนใหญ่มีความถี่อยู่ในช่วง 20-4000 เฮิรตซ์ [2]

2.2 การฟังเสียงโดยใช้เครื่องฟังตรวจ

2.2.1 การฟังเสียงหัวใจ (Cardiac auscultation)

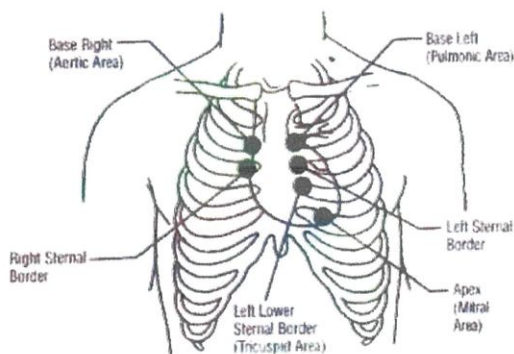
เป็นสิ่งที่สำคัญอย่างมากในการประกอบอาชีพเวชกรรม โดยแพทย์ทุกคนต้องมีทักษะและประสบการณ์ ซึ่งต้องอาศัยความรู้พื้นฐานทางกายภาพวิทยาศาสตร์ สรีรวิทยา และการฝึกฝนฟังเสียงหัวใจบ่อยๆ

การฟังเสียงหัวใจหากได้ศึกษาหรือมีพื้นฐานในการฟังก็สามารถจดจำและเรียนรู้ เมื่อมีจุดมุ่งหมายในการฟังก็จะสามารถตีความเสียงนั้นๆได้ การฟังครั้งเดียวยังไม่เพียงพอ ต้องฟังหลายๆครั้งหลายๆท่อน โดยตั้งใจฟังเสียงบางเสียงที่สนใจเป็นช่วงๆไป ดังนั้นในการฟังเสียงหัวใจ สิ่งที่สำคัญที่สุดคือ การรู้จักทำการแยกแยะเสียงหัวใจ โดยสามารถวิเคราะห์ที่มาและสาเหตุของการเกิดเสียง เพื่อใช้เป็นข้อมูลในการแปลผลและวินิจฉัยความผิดปกติที่เกิดขึ้นได้ [3]

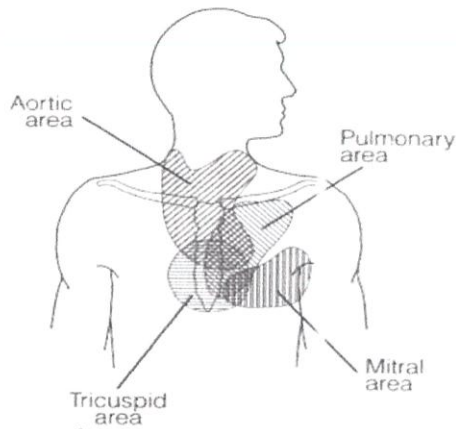
2.2.2 ตำแหน่งการฟังเสียงหัวใจ

ก่อนที่เราจะทำการตรวจฟังเสียงการเต้นของหัวใจ เราต้องรู้ตำแหน่งบริเวณต่างๆของหัวใจ (Precordial area) ดังแสดงในรูปที่ 2.3 และรูปที่ 2.4

- Aortic vulvular area (A.V.A) อยู่ที่ช่องซี่โครงที่ 2 ข้างขวาชิดกับกระดูกสันอก (Sternum)
- Pulmonic vulvular area (P.V.A) อยู่ที่ช่องซี่โครงที่ 2 ข้างซ้ายชิดกับกระดูกสันอก (Sternum) บริเวณแห่งนี้ บางครั้งเรียกรวมกันว่า Base of the heart
- Mitral vulvular area (M.V.A) อยู่ที่ช่องซี่โครงที่ 5 ข้างซ้ายบริเวณ Midclaricular area หรือ Apex (M.V.A) อยู่ที่ช่องซี่โครงที่ 5 ข้างซ้ายบริเวณ Midclaricular line (M.C.L)
- Tricuspid vulvuar area (T.V.A) อยู่ที่ช่องซี่โครงที่ 5 ด้านซ้ายของกระดูกสันอก (Sternum) [4]



รูปที่ 2.3 ตำแหน่งการฟังเสียงหัวใจ [4]



รูปที่ 2.4 บริเวณการฟังเสียงหัวใจ [4]

สิ่งที่ต้องฟังในแต่ละตำแหน่งมีดังนี้

- เสียงฟังใจ (First & Second heart sound)
- เสียงแทรก (Adventitious sound) ได้แก่ Murmurs
- จังหวะการเต้นของหัวใจ (Cardiac rhythm) สม่าเสมอ
- อัตราการเต้นของหัวใจต่อนาที [5]

2.2.3 การฟังเสียงปอด (Adventitious breath sounds)

การฟังเสียงปอดจะให้ผู้ป่วยหายใจเข้าออก ช้าๆ และลึกๆ เพื่อป้องกันการเกิดภาวะหายใจหอบถี่ (Hyperventilation) และวิงเวียนศีรษะได้ เปรียบเทียบปอดทั้ง 2 ข้างและเปรียบเทียบกับเสียงหายใจปกติ ถ้าผู้ป่วยมีขนบริเวณหน้าอก ต้องทำให้เปียกเพื่อจะลดเสียงรบกวน

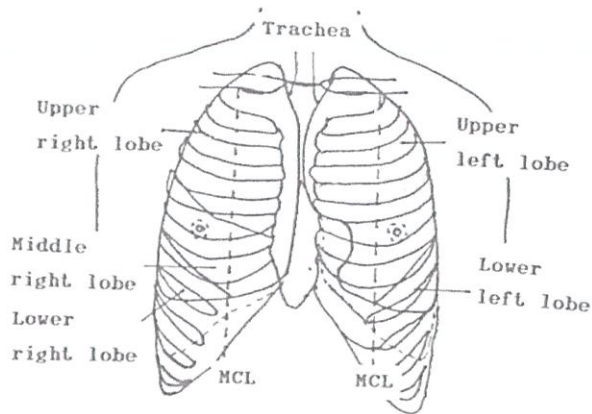
2.2.4 บริเวณที่ฟังเสียงปอด [6]

2.2.4.1 ฟังปอดทางด้านหน้า

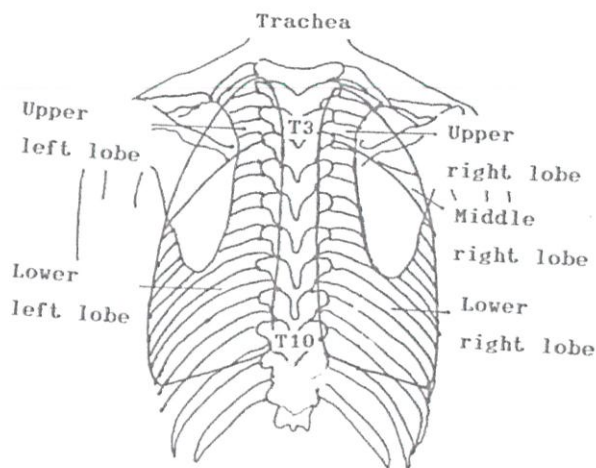
ต้องหายอดกระดูกกลางอก (Sternal notch หรือ Top of sternum) แล้วหากระดูกซี่โครงที่ 2 หากิ่งกลางกระดูกไหปลาร้าลากเส้นลงมา (Mid clavicular lines = MCLs) เพื่อที่จะใช้เป็นแนวแบ่งปอดได้ ปอดบนขวาและปอดกลางขวาจะแบ่งที่กระดูกซี่โครงที่ 4 ปอดล่างซ้ายและขวาจะเริ่มที่กระดูกซี่โครงที่ 6 และเส้นกึ่งกลางกระดูกไหปลาร้าไปทางข้างลำตัวเสียงฟังใจ (First & Second heart sound)

2.2.4.2 ฟังปอดทางด้านหลัง

ต้องหากระดูกต้นคอ (Cervical) ที่ 7 ซึ่งถ้าก้มศีรษะจะเป็นปมกระดูกที่ยื่นมากที่สุด บริเวณลำคอด้านหลัง แล้วเลื่อนลงมาเป็นกระดูกสันหลังส่วนอก (Thoracic) ที่ 1 ลงมาจนถึง 10 จะเริ่มฟังปอดที่ T₃₋₁₀ และ T₃ จะเป็นตัวแยกระหว่างปอดบนและล่าง ดูรูปที่ 2.5 และ รูปที่ 2.6



รูปที่ 2.5 ตำแหน่งฟังเสียงปอดทางด้านหน้า [6]



รูปที่ 2.6 ตำแหน่งฟังเสียงปอดทางด้านหลัง [6]

2.2.4.3 Bronchial breath sounds

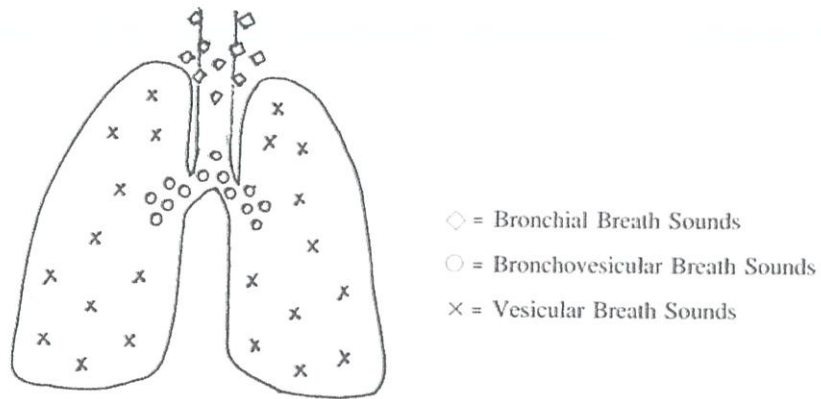
เสียงดังและแหลม เสียงเข้าสั้น เสียงออกยาว เป็นเสียงผ่านทางเดินหายใจขนาดใหญ่ คือ หลอดลมคอ (Trachea)

2.2.4.4 Bronchovesicular breath sounds

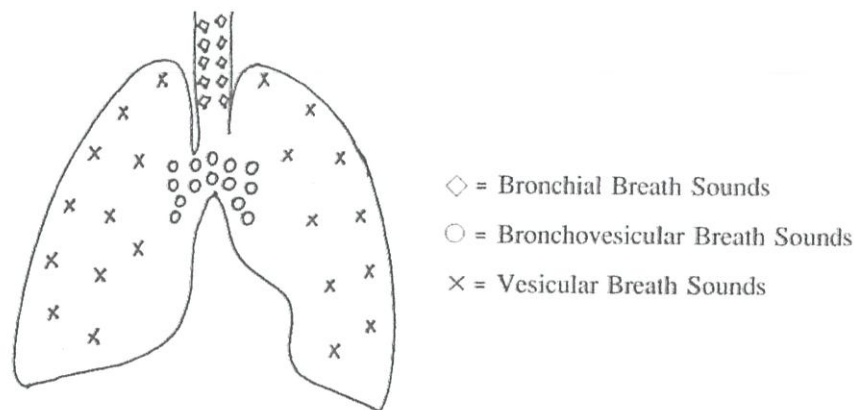
เสียงหายใจเข้าและออกนานเท่ากัน ได้ยินบริเวณเหนือแขนงใหญ่ (Mainstem) ของหลอดลม (Bronchi) ฟังระหว่างกระดูกสะบัก (Scapular) ที่ T₄-T₇ ที่ด้านหลัง และมุมของกระดูกกลางอก (Sternal angle) ถึงกระดูกซี่โครงที่ 4 ของทรวงอกด้านหน้า

2.2.4.5 Vesicular breath sounds

เสียงลมที่ผ่านทางเดินหายใจเล็กๆ บริเวณเนื้อปอดส่วนปลาย เสียงจะเบาเป็นลมเบาๆ หายใจเข้าจะยาวกว่าหายใจออก ถ้าปอดแข็งตัวจะมีเสียงดังกว่าปกติ ถ้ามีหนองน้ำ หรืออากาศในช่องอกจะทำให้เสียงหายใจค่อยกว่าปกติ ถ้ามีการอุดตันของทางเดินหายใจส่วนต้นจะไม่ได้ยินเสียงนี้เลย



รูปที่ 2.7 บริเวณที่ฟังเสียงปอดทางด้านหน้า [6]



รูปที่ 2.8 บริเวณที่ฟังเสียงปอดทางด้านหลัง [6]

2.3 ไมโครโฟน (Microphone)

2.3.1 ชนิดของไมโครโฟน [7]

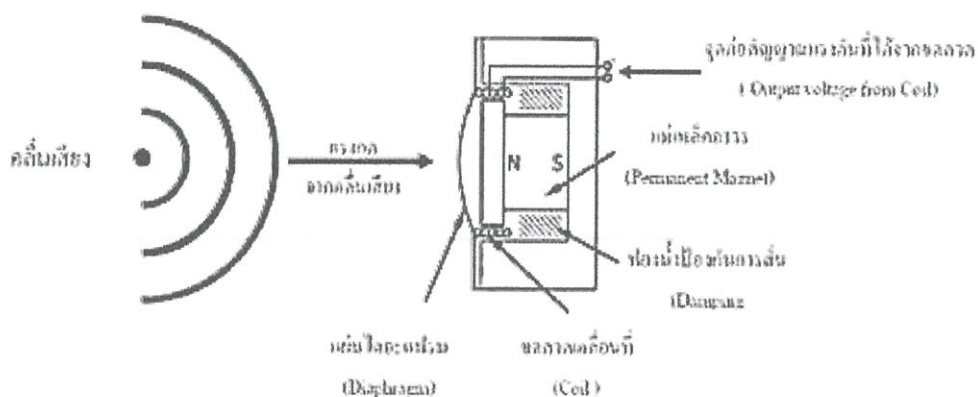
1. ไมโครโฟนแบบไดนามิกมูฟวี่คอล์ย (Dynamic movie coil microphone) หรือที่เรียกสั้นๆว่าไดนามิกไมโครโฟน เป็นไมโครโฟนที่ใช้หลักการของการเคลื่อนที่ของขดลวดตามเสียงที่มากระทบ และเมื่อขดลวดตัดผ่านสนามแม่เหล็กถาวร ก็จะเกิดเป็นแรงเคลื่อนไฟฟ้าตามคลื่นเสียงนั้น ไมโครโฟนชนิดนี้เป็นที่นิยมแพร่หลาย ครอบคลุมการใช้งานเกือบทุกประเภท เพราะสามารถรับเสียงในย่านกว้างทั้งความถี่ต่ำและความถี่สูงได้

2. ไมโครโฟนแบบคอนเดนเซอร์ (Condenser microphone) เป็นไมโครโฟนที่ออกแบบโดยใช้หลักการเปลี่ยนแปลงค่าความจุ ตามเสียงที่มากระทบแผ่นฉนวนที่อยู่ระหว่างแผ่นเพลทสองแผ่น โดยส่วนใหญ่ไมโครโฟนประเภทนี้จะต้องมีแหล่งจ่ายไฟเลี้ยง และสามารถตอบสนองความถี่สูงได้ดีมาก

3. ไมโครโฟนแบบไร้สาย (Wireless microphone) หรือที่เรียกกันทั่วไปว่า “ไมค์ลอย” ซึ่งความจริงก็คือไมโครโฟน 2 แบบแรก เพียงแต่เพิ่มวงจรเครื่องส่งให้สามารถส่งสัญญาณออกมาเป็นคลื่นวิทยุได้นั่นเอง

2.3.2 หลักการทำงานของไมโครโฟน

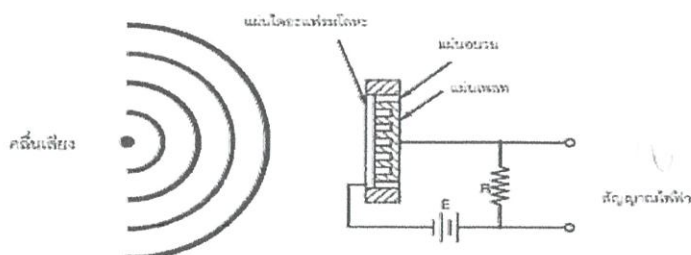
- หลักการทำงานของไดนามิกไมโครโฟน แสดงในรูปที่ 2.9



รูปที่ 2.9 การทำงานของไดนามิกไมโครโฟน (Dynamic microphone) [7]

ไมโครโฟนแบบไดนามิก จะประกอบด้วยขดลวดพันอยู่บนฟอรมพลาสติกทรงกระบอกที่ยึดติดกับแผ่นไดอะแฟรมบางๆ แล้วสวมลงในช่องว่างระหว่างแม่เหล็กถาวร เมื่อมีคลื่นเสียงมากระทบแผ่นไดอะแฟรม แผ่นไดอะแฟรมที่เป็นพลาสติกหรือแผ่นอลูมิเนียมบาง ๆ ก็จะมีการอัดและคลายตัวตามคลื่นเสียง ทำให้ขดลวดเคลื่อนที่เข้าออกตามไปด้วย ซึ่งขดลวดก็จะตัดกับสนามแม่เหล็กถาวร ทำให้เกิดแรงดันไฟฟ้าออกมาที่ขดลวด ตามคลื่นเสียงที่เข้ามารกระทบ

- สามารถทำงานได้ด้วยตัวเองไม่ต้องใช้แรงดันไฟฟ้าช่วย
- มีความไวเสียงต่ำ รับช่วงความถี่เสียงได้แคบ
- หลักการทำงานของคอนเดนเซอร์ไมโครโฟน (Condenser microphone) ดังแสดงในรูปที่ 2.10



รูปที่ 2.10 การทำงานของคอนเดนเซอร์ไมโครโฟน [7]

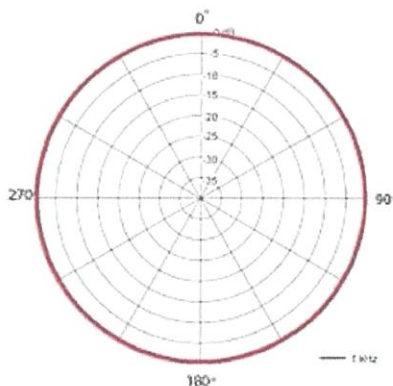
คอนเดนเซอร์ไมโครโฟนนี้ต้องมีไฟฟ้ากระแสตรง เลี้ยงจึงจะทำงาน แรงดันตั้งแต่ 1.5 ถึง 48 โวลต์ ไมค์คอนเดนเซอร์ใช้หลักการค่าความจุของคาปาซิเตอร์เปลี่ยนแปลงโดยเมื่อมีเสียงปะทะที่ไดอะแฟรม จึงจะทำให้เกิดการสั่นไหว ทำให้มีการขยับตัวของระยะห่างของแผ่นเพลทที่เป็นไดอะแฟรมกับแผ่นเพลทแผ่นหลัง ทำให้ค่าความจุมีการเปลี่ยนแปลงตามแรงปะทะจากคลื่นเสียง ทำให้เกิดสัญญาณไฟฟ้าของเสียงนั้นส่งมาที่ Amplifier ทำการขยายสัญญาณเสียงเป็นกระแสไฟฟ้าที่แรงส่งออกไปตามสายนำสัญญาณ ดังนั้น ไมโครโฟนชนิดนี้จึงมีความไวมาก มีอิมพีแดนซ์ต่ำมาก เมื่อยังไม่มีอาการออกแบบพิเศษ ความถี่ตอบสนองได้ดีที่ความถี่ปานกลางขึ้นไป และทิศทางการรับรอบทิศทาง

- มีความไวเสียงสูง สามารถรับช่วงความถี่เสียงได้กว้างกว่า
- ข้อดี คือ เสียงที่ได้รับมีความชัดเจน แต่ก็ส่งผลให้มีเสียงรบกวน (Noise) มากตามไปด้วย
- ส่วนมากใช้กับงานแสดงดนตรี การบรรเลงเพลงต่างๆ

2.3.3 การเลือกใช้งานไมโครโฟน

ปกติไมโครโฟนจะมีหลายราคาตามคุณภาพ มีราคาถูกๆ จนถึงหลักหมื่นบาท โดยแตกต่างกันที่คุณภาพการตอบสนองความถี่เสียง และความไวในการรับ นอกจากนั้นการเลือกใช้ก็ยังพิจารณาถึงที่ขนาดความเหมาะสมและวัสดุที่ใช้ทำด้วย เช่นในงานบรรยาย ที่ต้องการความคล่องตัว อาจใช้ไมโครโฟนแบบไร้สาย หรือไมโครโฟนที่มีน้ำหนักเบา งานแสดงสดบนเวทีและงานบันทึกเสียง อาจต้องการไมโครโฟนที่มีคุณภาพเสียงที่ดี แต่หากใช้ในงานสนามที่ต้องการคุณภาพเสียงมากเท่าไร ก็สามารถเลือกใช้ไมโครโฟนราคาถูกได้ นอกจากนี้ในกรณีของไมโครโฟนแบบไดนามิก ยังพิจารณาถึงขนาดอิมพีแดนซ์ของไมโครโฟนด้วย ถ้าใช้สายต่อยาวมาก ๆ ควรใช้ไมโครโฟนที่มีอิมพีแดนซ์ต่ำ เพราะสามารถลดสัญญาณรบกวนได้ดีกว่าไมโครโฟนอิมพีแดนซ์สูง และถ้าเป็นไมโครโฟนที่มีคุณภาพเรายังพิจารณาถึง รูปแบบการรับคลื่นเสียงจากข้อมูลรายละเอียดคุณสมบัติต่างๆ ส่วนใหญ่มีด้วยกัน 4 รูปแบบคือ

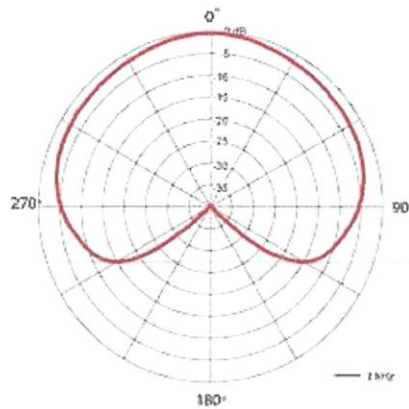
1. แบบรับเสียงรอบทิศทาง (Omni direction)



รูปที่ 2.11 การรับคลื่นเสียงของไมโครโฟนแบบรอบทิศทาง (Omni direction) [7]

ไมโครโฟนแบบรอบทิศทาง ดังแสดงในรูปที่ 2.11 มักจะเป็นรูปแบบของไมโครโฟนที่ใช้กันทั่วไป โดยเฉพาะไมโครโฟนคอนเดนเซอร์ โดยแบบนี้จะเหมาะสำหรับการบันทึกเสียง เพราะมีการตอบสนองความถี่กว้าง แต่มีโอกาที่จะเกิดเสียงรบกวนได้ง่าย การติดตั้งจึงควรพิจารณาเป็นพิเศษ และการใช้งานไม่ควรพูดห่างไมโครโฟนมากนัก

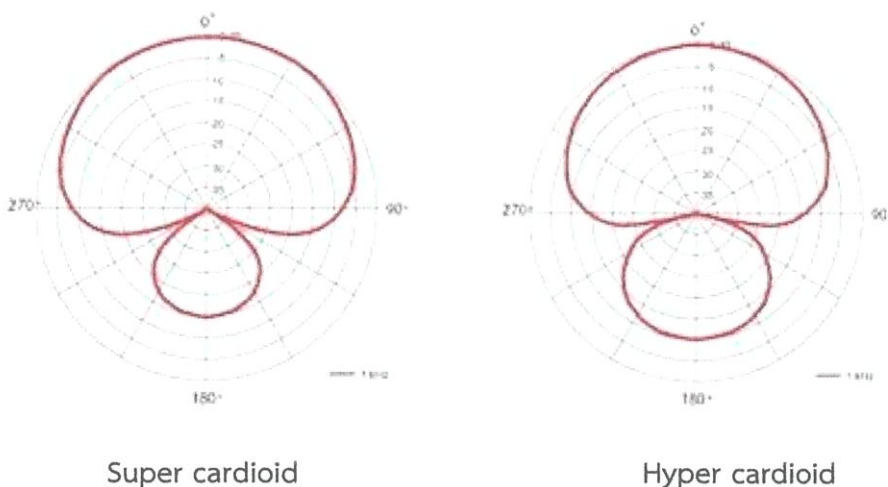
2. แบบรับเสียงเฉพาะด้านหน้าไมโครโฟน (Cardioid direction)



รูปที่ 2.12 การรับคลื่นเสียงของไมโครโฟนแบบรับเสียงด้านหน้า (Cardioid direction) [7]

ไมโครโฟนที่มีรูปแบบการรับเสียงแบบ Cardioid ดังแสดงในรูปที่ 2.12 สามารถรับเสียงจากทางด้านหน้า (0) ได้ดีที่สุด แต่รับเสียงที่มาจากทางด้านหลัง (180) ได้น้อยมากๆ หรือไม่ได้เลย เป็นไมโครโฟนที่ออกแบบมาเป็นพิเศษ สามารถรับเสียงที่ห่างไมโครโฟน โดยไม่มีปัญหาเสียงรบกวน

3. แบบรับเสียงทั้งด้านหน้าไมโครโฟนและด้านหลังไมโครโฟน แต่รับเสียงด้านหน้าได้มากกว่า (Super cardioid pattern & Hyper cardioid)



Super cardioid

Hyper cardioid

รูปที่ 2.13 การรับคลื่นเสียงของไมโครโฟนแบบรับเสียงทั้งด้านหน้าและด้านหลังไมโครโฟน [7]

ทั้งสองแบบนี้ถูกออกแบบมาให้มี มุม หรือ องศา ของการรับเสียงที่แคบกว่าแบบ Cardioid ดังแสดงในรูปที่ 2.13 แต่สิ่งที่เพิ่มเข้ามา คือ การรับเสียงจากด้านหลัง และหากจะเปรียบเทียบกันระหว่าง Super cardioid และ Hyper cardioid แล้ว Super cardioid จะมีมุมรับเสียงทางด้านหน้าที่กว้างกว่า แต่การรับเสียงจากด้านหลังจะไม่มากนัก ส่วน Hyper cardioid ถึงแม้มุมรับเสียงด้านหน้าจะแคบกว่า แต่การรับเสียงจากทางด้านหลังกลับมากกว่า ซึ่งกลายเป็นข้อดีข้อเสียกันคนละอย่าง

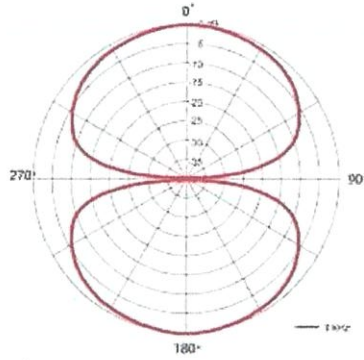
รูปแบบการรับเสียงทั้งสองรูปแบบนี้ ได้มาจากการรวมกันของ Cardioid ขั้วบวก (+) กับ Cardioid ขั้วลบ (-) ที่ถูกลดระดับสัญญาณลง ดังแสดงในรูปที่ 2.14



รูปที่ 2.14 รูปแบบการรับเสียงจากการรวมกันของ Cardioid [7]

ในแง่ของการใช้งานแล้ว หากเป็นการใช้เพื่อบันทึกเสียงใน Studio สิ่งที่ต้องตระหนักอยู่เสมอ คือ วัตถุประสงค์ในการใช้งาน กล่าวคือ ไมโครโฟนทั้งสองแบบนี้สามารถรับเสียงจากทางด้านหลังได้ด้วย ดังนั้น นั่นหมายถึง สามารถรับเสียงที่สะท้อนมาจากทางด้านหลังได้มากกว่า ทำให้อัตราส่วนของความแตกต่างระหว่าง Direct sound กับ Reflected sound นั้นน้อยกว่าแบบ Cardioid (จึงอาจทำให้เสียงที่บันทึกออกมาฟังดูมีความก้องมากกว่าแบบ Cardioid) ดังนั้นการใช้ไมโครโฟนทั้งสองแบบนี้ จึงต้องพิจารณาควบคู่กันไปกับปัจจัยอื่นๆ อาทิ เช่น ค่าความก้องของห้อง, ระยะห่างระหว่างแหล่งเสียงกับไมค์ ระยะห่างและทิศทางของผนังห้องกับไมค์ และระยะห่างและทิศทางของแหล่งเสียงอื่นๆ เป็นต้น

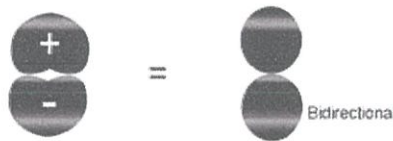
4. แบบรับเสียงทั้งด้านหน้าไมโครโฟนและด้านหลังไมโครโฟน โดยที่ความสามารถในการรับเสียงเท่ากัน (Bidirectional pattern)



รูปที่ 2.15 Bidirectional pattern [7]

จากรูปที่ 2.15 มีมุมการรับเสียงทางด้านหน้าที่แคบกว่าแบบ Hyper cardioid แต่ก็มีมุมการรับเสียงจากทางด้านหลังที่กว้างกว่าตามไปด้วย ซึ่งหากพิจารณาอย่างละเอียดจะเห็นว่ามุมการรับเสียงด้านหน้าและด้านหลังจะมีขนาดที่เท่ากันคือ กว้าง 90° เหมือนกัน ส่วนมุมที่ไม่รับเสียงหรือรับได้น้อย (ทั้งทางด้านซ้ายและทางด้านขวา) ก็จะมีขนาดความกว้าง 90° เช่นเดียวกัน

คอนเดนเซอร์ไมโครโฟนในหลายๆ รุ่นก็มีรูปแบบการรับเสียงแบบ Bidirection ให้เลือกเหมือนกัน แต่เกิดขึ้นจากการรวมกันของ Cardioid ที่มีขั้วเป็นบวก (+) กับ Cardioid ที่มีขั้วเป็นลบ (-) ดังแสดงในรูปที่ 2.16



รูปที่ 2.16 รูปแบบการรับเสียงแบบ Bidirection [7]

2.4 การแปลงฟูรีเยร์แบบเร็ว (Fast Fourier Transform: FFT)

การแปลงฟูรีเยร์ทำหน้าที่ในการแปลงสัญญาณในโดเมนเวลาหรือสัญญาณที่เป็นฟังก์ชันของเวลาให้อยู่ในรูปของสัญญาณในโดเมนความถี่หรือสัญญาณที่เป็นฟังก์ชันของความถี่ ซึ่งจะเรียกกันทั่วไปว่า “สเปกตรัม (Spectrum)” สเปกตรัมของสัญญาณมีประโยชน์มากสำหรับการออกแบบอุปกรณ์ในระบบสื่อสารต่างๆ

การแปลงฟูรีเยร์แบบเร็ว (Fast Fourier transform : FFT) เรียกย่อว่า FFT ซึ่งจะทำให้การคำนวณการแปลงฟูรีเยร์เต็มหน่วย (Discrete Fourier transform : DFT) ใช้การคูณจำนวนเชิงซ้อนเพียง $N \log_2 N$ ครั้งเท่านั้นหรือทำให้จำนวนครั้งในการคูณตัวเลขลดลงไปถึง $N / (\log_2 N)$ เท่า การแปลงฟูรีเยร์แบบเร็วตั้งสมการ 1 จะมีการคำนวณคล้ายกับการแปลงฟูรีเยร์เต็มหน่วย แต่การแปลงฟูรีเยร์แบบเร็วจะมีวิธีการในการจัดแบ่งข้อมูล แล้วทำการคำนวณซึ่งจำนวนข้อมูลที่ใช้ในการคำนวณ

จะต้องเป็นค่าสองยกกำลัง n หรือ 2^n โดยที่ n เป็นจำนวนเต็มบวก และ $x(n)$ คือข้อมูลได้จากการซีกตัวอย่าง (Sampling) กำหนดให้การแปลงฟูเรียร์แบบเร็วคือ $X(k)$ ช่วยลดเวลาในการคำนวณดังนี้ [8]

$$X(k) = \sum_{n=0}^{N-1} x(n)e^{-j2\pi nk/N} \quad \text{เมื่อ } k = 0, 1, \dots, N-1 \quad (1)$$

เมื่อทำการเลื่อนค่า n ไปหนึ่งค่าโดยเริ่มที่ $n = 1$ จะมีสมการผลลัพธ์เป็นดังสมการ 2

$$X(k) = \sum_{n=0}^{N-1} x(n)e^{-j2\pi(k-1)\left(\frac{n-1}{N}\right)} \quad \text{เมื่อ } k = 1, 2, \dots, N \quad (2)$$

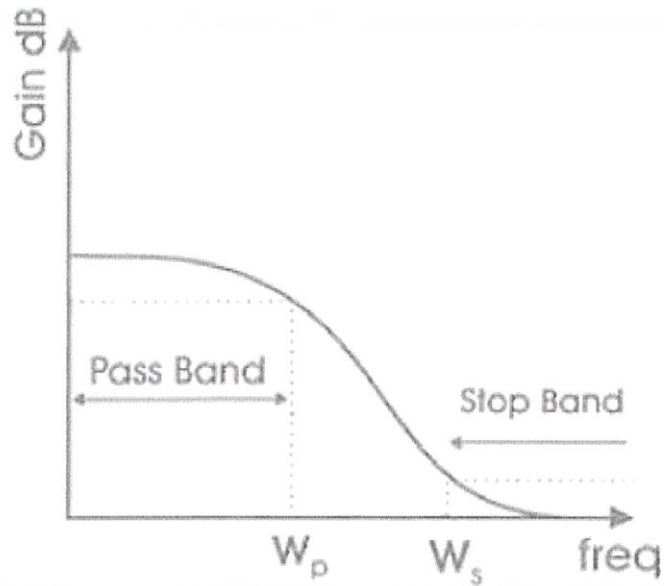
2.5 การกรองความถี่ (Filter)

การกรองความถี่ส่วนมากมักจะเกี่ยวเนื่องกับการกำจัดสัญญาณรบกวน (Noise) และลดความผิดพลาดของสัญญาณ ซึ่งการกรองความถี่มีคุณสมบัติคือ จะยอมให้ความถี่ที่ต้องการผ่านและจะกำจัดสัญญาณที่มีความถี่ที่ไม่ต้องการออก การกรองความถี่สามารถแยกพิจารณากระบวนการกรองความถี่ได้ 2 แบบคือ การกรองความถี่แบบอนาลอก (Analog filter) และการกรองความถี่แบบดิจิตอล (Digital filter)

2.5.1 แบ่งตามลักษณะของผลตอบสนองทางความถี่ (Frequency response)

2.5.1.1 การกรองความถี่ต่ำผ่าน (Low pass filter : LPF)

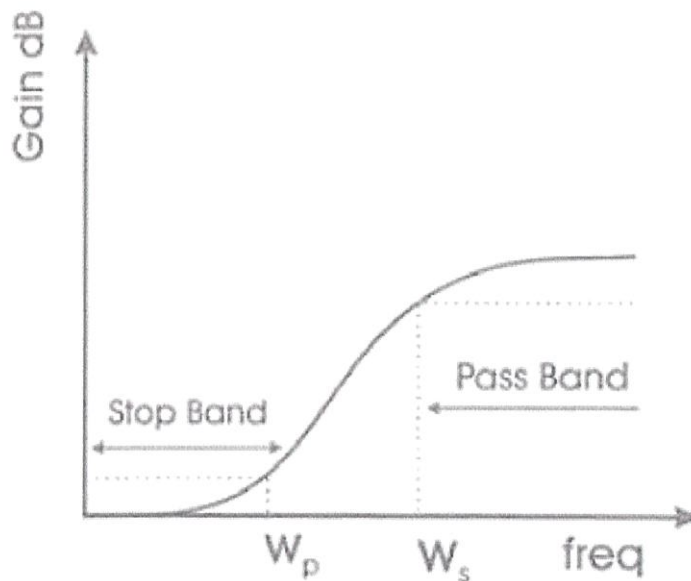
การกรองผ่านความถี่ต่ำมีคุณสมบัติพื้นฐานคือ ผ่านความถี่ต่ำและบั่นทอนความถี่สูง หมายถึง ยอมให้สัญญาณที่มีความถี่ตั้งแต่ 0 เฮิรตซ์ จนถึงความถี่ที่กำหนดซึ่งเรียกว่า ความถี่คัทออฟ หรือ ความถี่ขอบเขต (Cutoff frequency) ผ่านไปได้โดยไม่มี การลดทอนของส่วนความถี่ตั้งแต่ที่กำหนดสูงขึ้นไปเรื่อย ๆ จะลดทอนไปตามลำดับ [9] ดังรูปที่ 2.17



รูปที่ 2.17 การกรองความถี่ต่ำผ่าน (Low pass filter) [8]

2.5.1.2 การกรองความถี่สูงผ่าน (High pass filter : HPF)

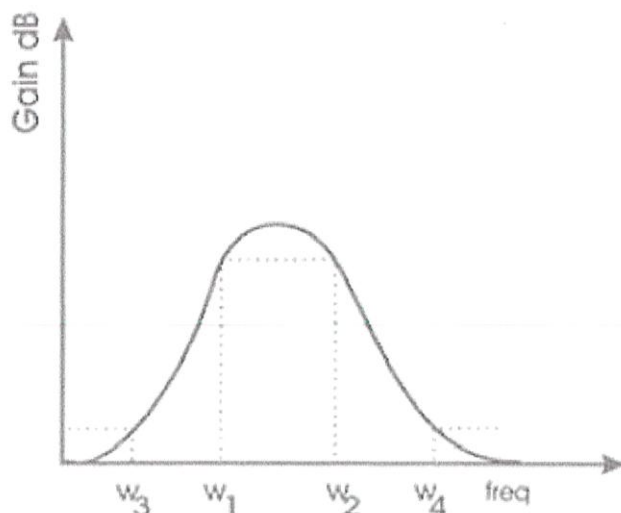
การกรองผ่านความถี่สูงมีคุณสมบัติพื้นฐานคือ ผ่านความถี่สูงและบั้นทอนความถี่ต่ำ มีคุณสมบัติตรงกันข้ามกับการกรองผ่านความถี่ต่ำ หมายถึง ยอมให้สัญญาณตั้งแต่ความถี่คัทออฟ หรือ ความถี่ขอบเขต (Cutoff frequency) ผ่านไปได้โดยไม่มีการลดทอนส่วนของความถี่ที่ต่ำกว่าความถี่คัทออฟต่ำลงขึ้นไปเรื่อยๆ ซึ่งลดทอนไปตามลำดับ [9] ดังแสดงในรูปที่ 2.18



รูปที่ 2.18 การกรองความถี่สูงผ่าน (High pass filter) [8]

2.5.1.3 การกรองแถบความถี่ผ่าน (Band pass filter : BPF)

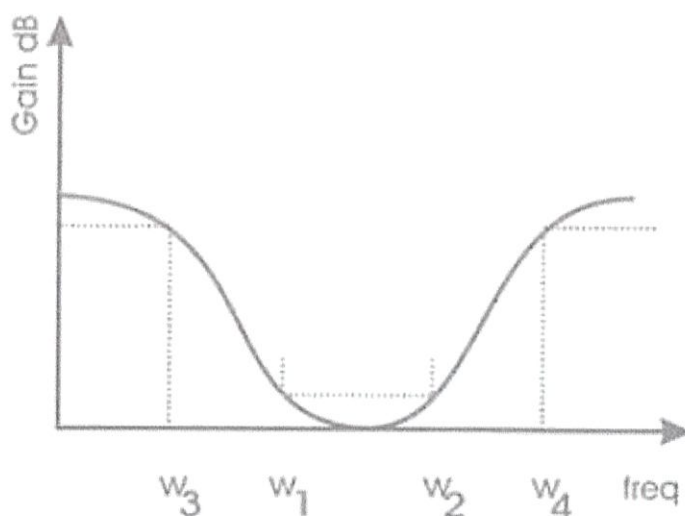
เป็นการกรองที่มีลักษณะคล้ายกับการนำเอาการกรองสัญญาณความถี่ต่ำและความถี่สูงมาต่อร่วมกัน (Cascade) ดังนั้นการกรองผ่านแถบความถี่จะยอมให้สัญญาณผ่านไปได้เฉพาะช่วงที่กำหนดเท่านั้น ความถี่ที่นอกเหนือจากที่กำหนดจะถูกจำกัดโดยการลดทอนให้หมดไป [9] ดังรูปที่ 2.19



รูปที่ 2.19 การกรองแถบความถี่ผ่าน (Band pass filter) [8]

2.5.1.4 การกรองจำกัดแถบความถี่ (Band stop filter : BSF)

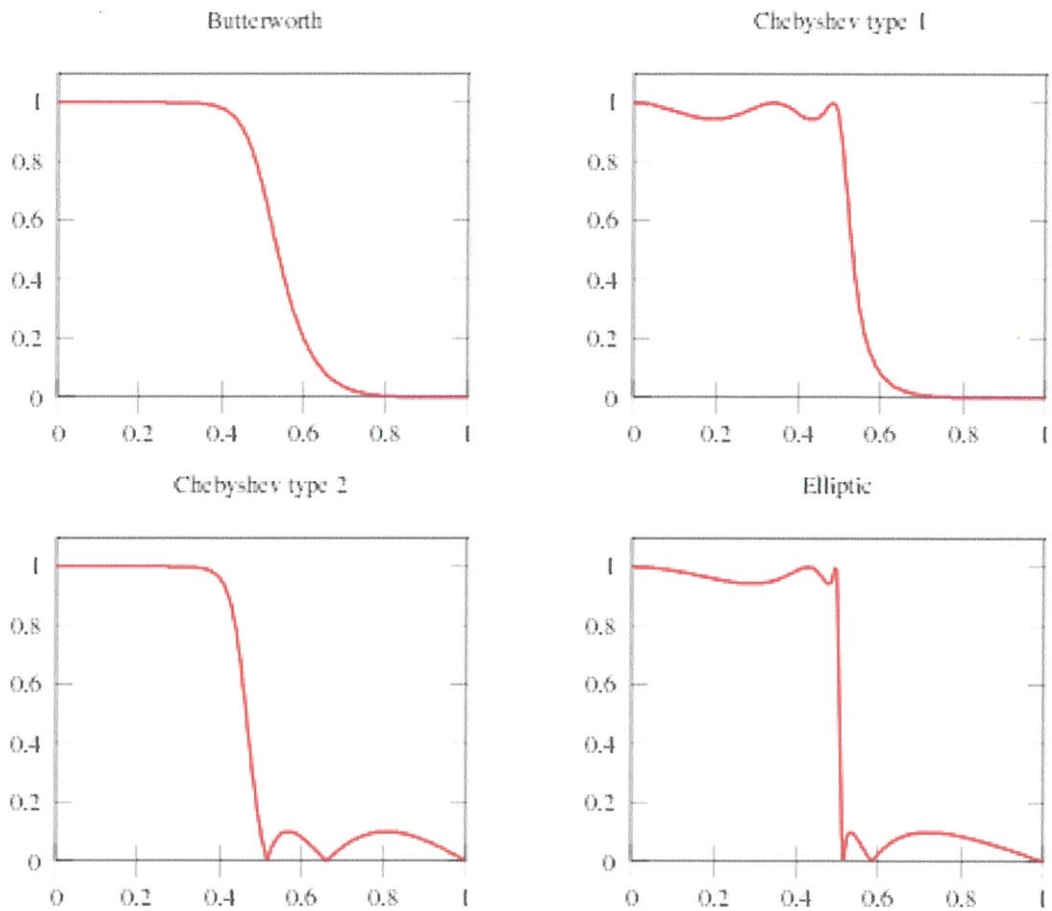
มีคุณสมบัติตรงกันข้ามกับการกรองผ่านแถบความถี่ หมายถึง จำกัดความถี่บางช่วงออกไป บางครั้งเราเรียกว่า นอตช์ฟิลเตอร์ (Notch filter) [9] ดังรูปที่ 2.20



รูปที่ 2.20 การกรองจำกัดแถบความถี่ (Band stop filter) [8]

2.5.2 การกรองความถี่แบบอนาลอก

แบ่งได้ 4 แบบตามลักษณะของกรอง ดังแสดงในรูปที่ 2.21



รูปที่ 2.21 การกรองความถี่แบบอนาลอก

1. บัทเตอร์เวิร์ธ (Butterworth filter) Pass band มีลักษณะราบเรียบ มีผลตอบสนองทางเฟสที่ดี มีคุณภาพการกรองปานกลาง
2. เชบีเชฟ (Type I chebyshev filter) ยอมให้กระเพื่อมใน Pass band
3. เชบีเชฟส่วนกลับ (Type II chebyshev filter) ยอมให้กระเพื่อมใน Stop band
4. อีลิปติก (Elliptic filter) ยอมให้มีการกระเพื่อมใน Stop band และ Pass band

2.5.3 การกรองความถี่แบบดิจิตอล

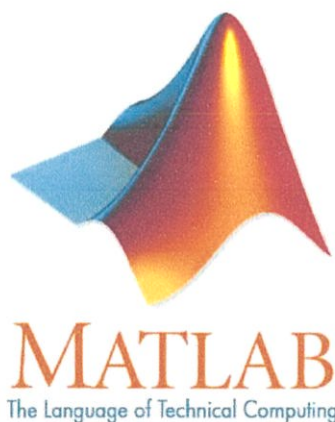
ซึ่งการแบ่งตามผลตอบสนองอิมพัลส์แบ่งออกเป็น 2 แบบคือ ผลตอบสนองอิมพัลส์จำนวนจำกัด (Finite impulse response : FIR) กับผลตอบสนองอิมพัลส์จำนวนไม่จำกัด (Infinite impulse response : IIR) [10]

ตารางที่ 2.1 สรุปการเปรียบเทียบระหว่างวงจรกรองความถี่แต่ละแบบ [11]

FIR filter	IIR filter
1. วงจรมีเสถียรภาพเสมอ	1. วงจรอาจไม่เสถียรได้
2. ให้ช่วงทรานซิชันแบนด์ที่กว้างกว่า	2. ให้ช่วงทรานซิชันแบนด์ที่แคบกว่า
3. มีการหน่วงสัญญาณที่เอาต์พุตมากกว่า	3. มีการหน่วงสัญญาณที่เอาต์พุตน้อยกว่า
4. มีผลตอบสนองทางเฟสเป็นเชิงเส้น	4. มีความผิดเพี้ยนของผลตอบสนองทางเฟสสูง
5. มีสัญญาณรบกวนจากการปิดเศษน้อย	5. มีสัญญาณรบกวนการปิดเศษมาก
6. สามารถออกแบบได้โดยวิธีการประมาณค่า	6. สามารถออกแบบได้จากวงจรถอนาล็อกต้นแบบ

2.6 MATLAB

เป็นโปรแกรมสำเร็จรูปที่ใช้กันอย่างแพร่หลายในแวดวงของนักวิทยาศาสตร์และวิศวกรในปัจจุบัน ชื่อโปรแกรม MATLAB นั้นย่อมาจาก MATrix LABoratory โดย MATLAB นั้นได้เริ่มต้นขึ้นเพื่อต้องการให้สามารถแก้ปัญหาตัวแปรที่มีลักษณะเป็นเมทริกซ์ได้ง่ายขึ้น สำหรับ MATLAB ได้เริ่มพัฒนาครั้งแรกโดย DR. CLEVE MOLOR ซึ่งเขียนโปรแกรมนี้ขึ้นมาด้วยภาษา Fortran อีกทั้งโปรแกรมได้พัฒนาอย่างไม่หยุดยั้งภายใต้โครงการ LINPACK และ EISPACK



รูปที่ 2.22 โลโก้ของโปรแกรม MATLAB

โดย MATLAB เป็นโปรแกรมที่ออกแบบมาเพื่อใช้ในการคำนวณทางคณิตศาสตร์โดยมีการคำนวณเวกเตอร์และเมทริกซ์ ทั้งในระบบจำนวนจริงและระบบจำนวนเชิงซ้อน ซึ่งเหมาะสมเป็นอย่างมากสำหรับการใช้งานในการคำนวณวิเคราะห์และออกแบบระบบ (System design) ทางด้านวิทยาศาสตร์และวิศวกรรมทุกสาขา โลโก้ของโปรแกรม MATLAB ดังแสดงในรูปที่ 2.13

ตารางที่ 2.2 เวอร์ชันของ MATLAB จากเริ่มต้นจนถึงปัจจุบัน [12]

Version	Release name	Version	Release name
MATLAB 1.0	-	MATLAB 7.2	R2006a
MATLAB 2	-	MATLAB 7.3	R2006b
MATLAB 3	-	MATLAB 7.4	R2007a
MATLAB 3.5	-	MATLAB 7.5	R2007b
MATLAB 4	-	MATLAB 7.6	R2008a
MATLAB 4.2c	-	MATLAB 7.7	R2008b
MATLAB 5.0	Volume 8	MATLAB 7.8	R2009a
MATLAB 5.1	Volume 9	MATLAB 7.9	R2009b
MATLAB 5.1.1	R9.1	MATLAB 7.9.1	R2009bSP1
MATLAB 5.2	R10	MATLAB 7.10	R2010a
MATLAB 5.2.1	R10.1	MATLAB 7.11	R2010b
MATLAB 5.3	R11	MATLAB 7.11.1	R2010bSP1
MATLAB 5.3.1	R11.1	MATLAB 7.11.2	R2010bSP2
MATLAB 6.0	R12	MATLAB 7.12	R2011a
MATLAB 6.1	R12.1	MATLAB 7.13	R2011b
MATLAB 6.5	R13	MATLAB 7.14	R2012a
MATLAB 6.5.1	R13SP1	MATLAB 8	R2012b
MATLAB 6.5.2	R13SP2	MATLAB 8.1	R2013a
MATLAB 7	R14	MATLAB 8.2	R2013b
MATLAB 7.0.1	R14SP1	MATLAB 8.3	R2014a
MATLAB 7.0.4	R14SP2	MATLAB 8.4	R2014b
MATLAB 7.1	R14SP3	MATLAB 8.5	R2015a

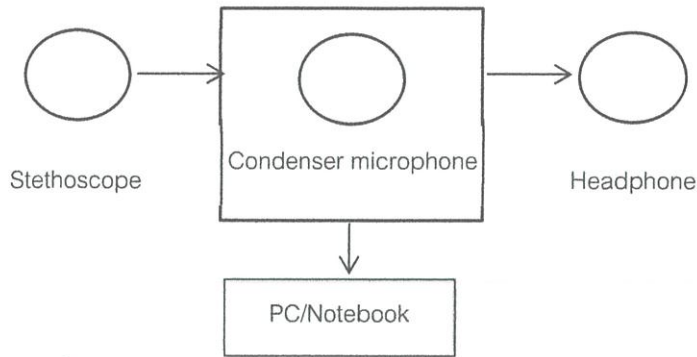
MATLAB เป็นโปรแกรมคอมพิวเตอร์สมรรถนะสูงใช้ในการคำนวณทางเทคนิค MATLAB ได้รวมการคำนวณ การเขียนโปรแกรม และการแสดงผลรวมกันอยู่ในตัวโปรแกรมเดียวได้อย่างมีประสิทธิภาพ และอยู่ในลักษณะที่ง่ายต่อการใช้งาน นอกจากนี้ลักษณะของการเขียนสมการในโปรแกรมก็จะเหมือนการเขียนสมการคณิตศาสตร์ งานที่ใช้ MATLAB เช่นกัน การคำนวณทั่วไป การสร้างแบบจำลอง การวิเคราะห์ข้อมูล การแสดงผลในรูปแบบกราฟแบบทั่วไปและกราฟทางด้านวิทยาศาสตร์และวิศวกรรมสามารถสร้างโปรแกรมในลักษณะที่ติดต่อกับผู้ใช้ทางกราฟฟิก

การทำงานของ MATLAB จะสามารถทำงานได้ทั้งในลักษณะของการติดต่อโดยตรง (Interactive) คือการเขียนคำสั่งทีละคำสั่ง เพื่อให้ MATLAB ประมวลผลไปเรื่อยๆ หรือสามารถรวบรวมชุดคำสั่งเหล่านั้นเป็นโปรแกรมก็ได้ ข้อสำคัญอย่างหนึ่งของ MATLAB คือข้อมูลทุกตัวจะถูกเก็บในลักษณะของ Array โดยในแต่ละตัวแปรได้รับการแบ่งเป็นส่วนย่อยเล็กๆ ขึ้น (หรือจะได้รับการแบ่งเป็นส่วนย่อยเล็กๆ ขึ้น (หรือจะได้รับการแบ่งเป็น Element นั้นเอง)) ซึ่งการใช้ตัวแปร Array ใน MATLAB ไม่จำเป็นต้องจอง Dimension เหมือนการเขียนโปรแกรมในภาษาทั่วไป ทำให้สามารถแก้ปัญหาของตัวแปรที่อยู่ในลักษณะเวกเตอร์และเมทริกซ์ได้โดยง่าย ทำให้ลดเวลาการทำงานลงได้อย่างมากเมื่อเทียบกับการเขียนโปรแกรมโดย C หรือ Fortran [13]

บทที่ 3

การออกแบบและวิธีการดำเนินงาน

3.1 ภาพรวมของระบบ



รูปที่ 3.1 ส่วนประกอบหลักของเครื่องฟังตรวจดิจิทัล

การทำงานของเครื่องฟังตรวจแสดงดังรูปที่ 3.1 ระบบจะรับเสียงของอวัยวะที่ตรวจฟังผ่านทางเครื่องฟังตรวจ สัญญาณเสียงซึ่งเป็นสัญญาณอนาลอก (Analog signal) จะเข้าสู่ไมโครโฟน และสัญญาณเสียงถูกส่งไปประมวลผลเก็บบันทึกเสียงไปที่คอมพิวเตอร์ผ่านแจ็คไมโครโฟนขนาด 3.5 mm

3.2 การออกแบบทางด้านฮาร์ดแวร์

3.2.1 ไมโครโฟน (Microphone)

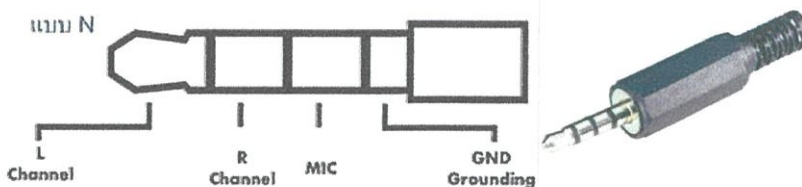
โครงการนี้ได้เลือกใช้คอนเดนเซอร์ไมโครโฟน (Condenser microphone) จากชุดหูฟังแบบมีไมโครโฟน เนื่องจากไมโครโฟนชนิดนี้มีความไวมาก ทิศทางการรับ รอบทิศทาง และมีขนาดเล็ก มาทำหน้าที่รับเสียงจากอวัยวะที่ต้องการตรวจฟัง ด้วยการนำไมโครโฟนสอดไว้ในท่อนำเสียงของเครื่องฟังตรวจแบบดั้งเดิมโดยแสดงในรูปที่ 3.2 และได้ทดลองวัดสัญญาณหัวใจโดยผ่านไมโครโฟนดังกล่าว



รูปที่ 3.2 Stethoscope ที่ใส่คอนเดนเซอร์ไมโครโฟน

3.2.2 ออกแบบส่วนของการส่งสัญญาณ

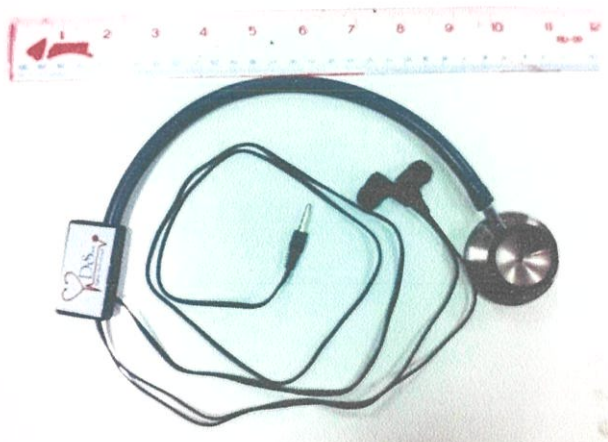
ส่งข้อมูลเสียงไปยังคอมพิวเตอร์เพื่อนำข้อมูลเสียงที่ได้ไปเก็บบันทึกและวิเคราะห์เสียงเบื้องต้น โดยใช้ หัวเสียบอิเล็กทรอนิกส์ (Electronic jack plug), 4-pole 3.5 มิลลิเมตร number of pins=4 แบบมีไมโครโฟน ดังแสดงในรูปที่ 3.3 ในการส่งสัญญาณเสียงไปยังคอมพิวเตอร์



รูปที่ 3.3 หัวเสียบอิเล็กทรอนิกส์แบบมีไมโครโฟน

3.2.3 เครื่องฟังตรวจดิจิทัล (Stethoscope digital)

จากที่ออกแบบไว้เมื่อนำมาประกอบแสดงให้เห็นดังรูปที่ 3.4 โดยที่เครื่องฟังตรวจดิจิทัลนั้นมีขนาดเล็กและสามารถพกพาได้



รูปที่ 3.4 เครื่องฟังตรวจดิจิทัล

3.3 การออกแบบโปรแกรม

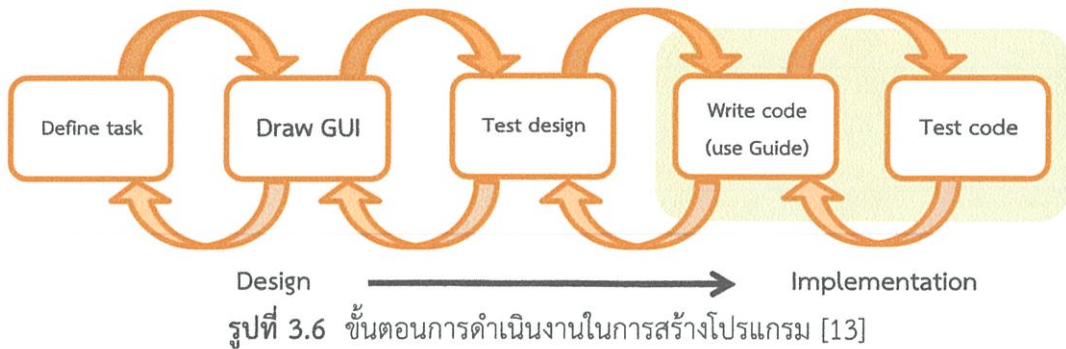
การทำงานของแสดงผลผ่านโปรแกรมโดยเริ่มจากเสียงผ่านตัวเครื่องฟังตรวจดิจิทัลมายังโปรแกรมคอมพิวเตอร์โดยผ่านช่องไมโครโฟนเพื่อเก็บบันทึกข้อมูลเสียงเป็นไฟล์ .wav และนำไฟล์วิเคราะห์ ดังแสดงในรูปที่ 3.5



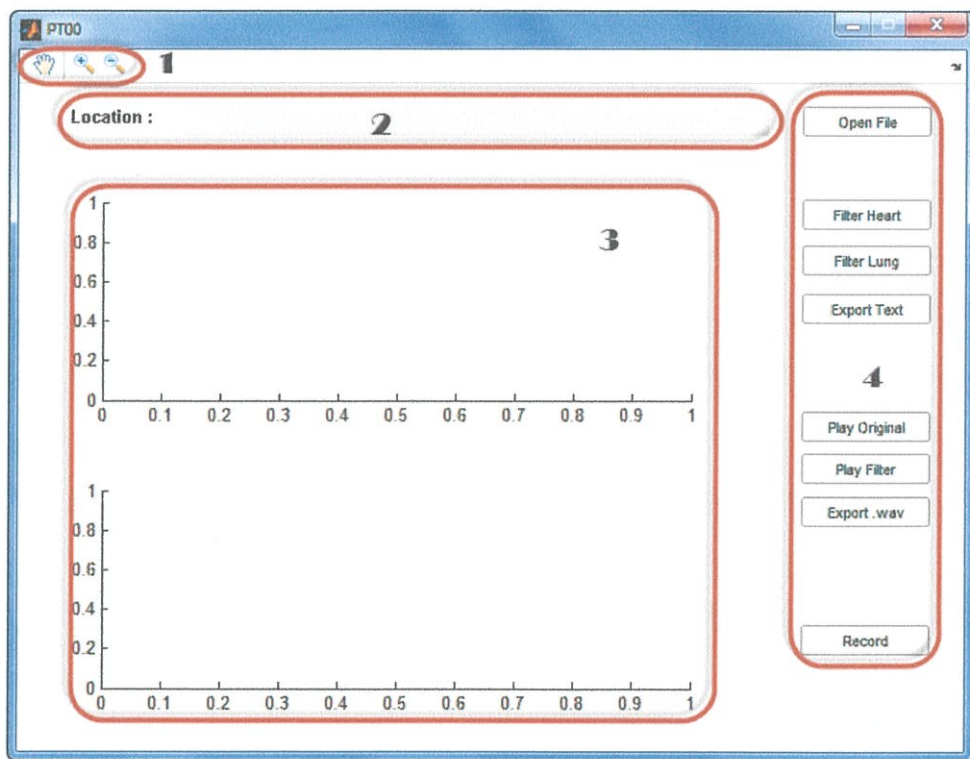
รูปที่ 3.5 การทำงานของการเก็บบันทึกและแสดงผลของโปรแกรม

3.3.1 การทำงานของโปรแกรม

ในการสร้างโปรแกรมนั้นมีขั้นตอนการออกแบบตามขั้นตอนตามรูปที่ 3.6



รูปที่ 3.6 ขั้นตอนการดำเนินงานในการสร้างโปรแกรม [13]



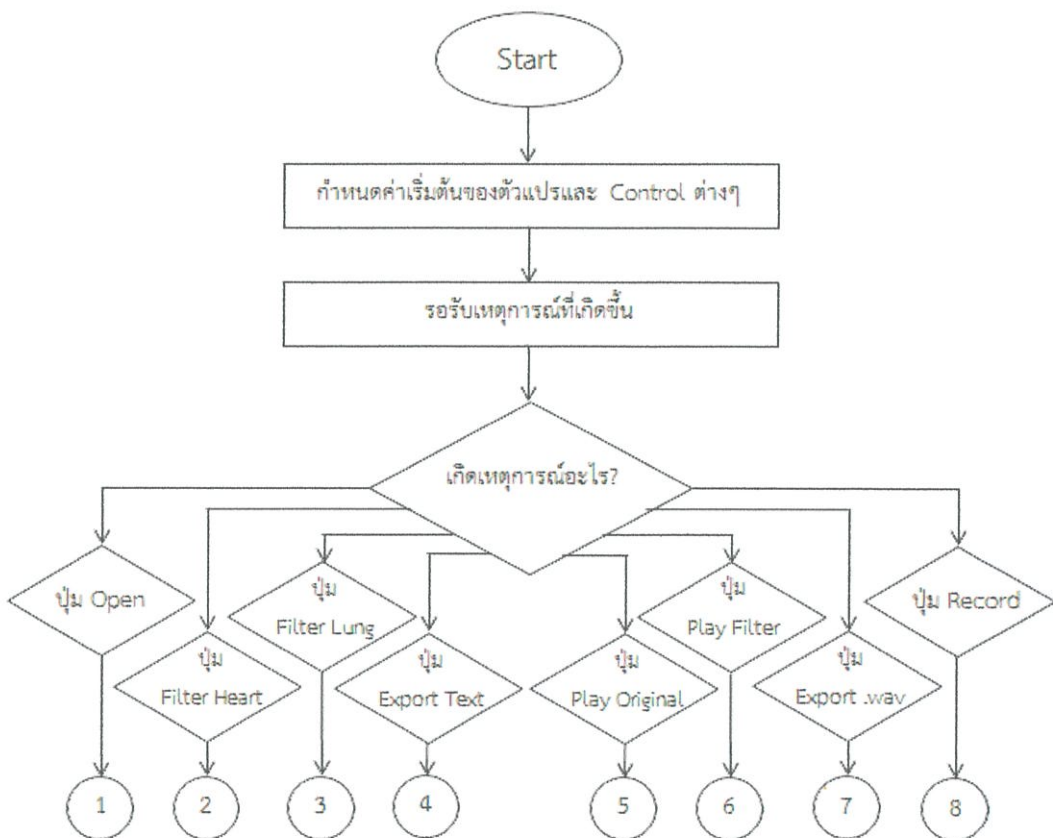
รูปที่ 3.7 GUI ของโปรแกรม PT00 เก็บบันทึกเสียงและวิเคราะห์

จากหน้าต่างของโปรแกรมดังรูปที่ 3.7 นั้น ประกอบไปด้วย

- ส่วนที่ 1 Toolbar ไอคอนต่างๆ
- ส่วนที่ 2 Text แสดงที่อยู่ของไฟล์
- ส่วนที่ 3 Axes แสดงกราฟ
- ส่วนที่ 4 Button ปุ่มคำสั่งต่างๆ

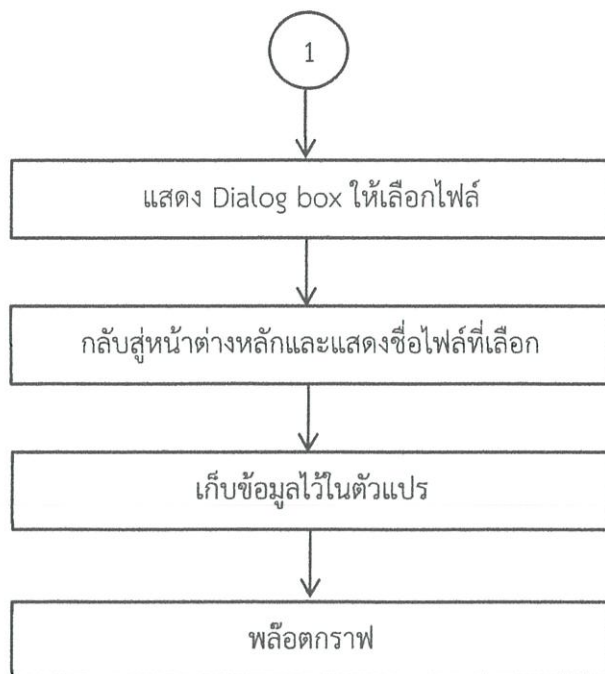
สามารถแสดงการทำงานของโปรแกรมในรูปแบบของ ผังงานเพื่อให้เข้าใจง่ายขึ้นดังรูปที่ 3.8 ซึ่งโปรแกรมเริ่มต้นด้วยการกำหนดค่าเริ่มต้นของตัวแปรและ Control ต่างๆ ซึ่งมีปุ่มรอรับเหตุการณ์อยู่ โดยมีปุ่มดังนี้

- | | |
|---------------------|----------------------|
| - ปุ่ม Open | - ปุ่ม Play Original |
| - ปุ่ม Filter Heart | - ปุ่ม Play Filter |
| - ปุ่ม Filter Lung | - ปุ่ม Export .wav |
| - ปุ่ม Export Text | - ปุ่ม Record |



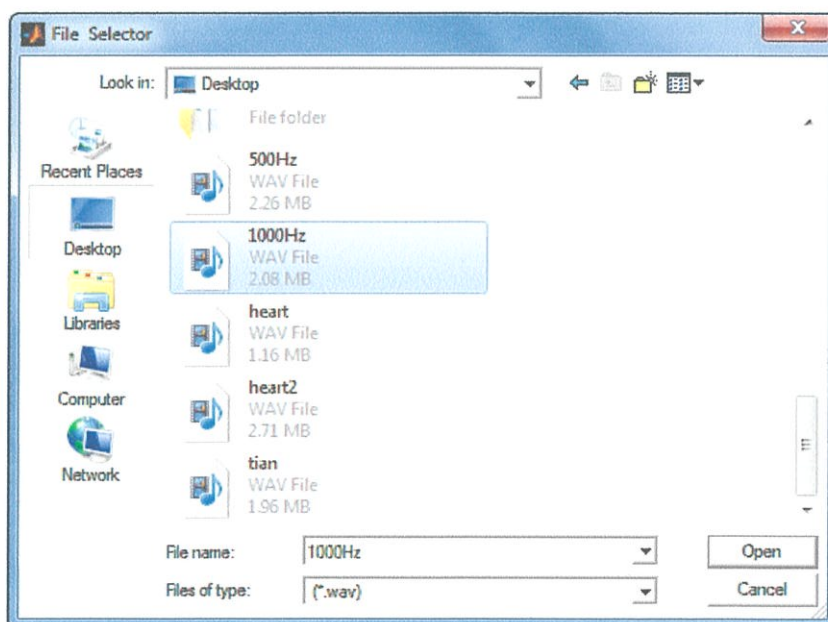
รูปที่ 3.8 ผังงาน แสดงการทำงานของโปรแกรม

3.3.2 การทำงานของปุ่ม Open



รูปที่ 3.9 ผังงาน แสดงการทำงานของปุ่ม Open

จากรูปที่ 3.9 เมื่อมีเหตุการณ์จากปุ่ม Open นั้น จะมีหน้าต่างใหม่ขึ้นมาซึ่งเรียกว่า Dialog box ขึ้นมาให้เลือกไฟล์ .wav ที่ต้องการ เพื่อนำมาวิเคราะห์ ดังรูปที่ 3.10



รูปที่ 3.10 Dialog box หน้าต่างสำหรับเลือกเปิดไฟล์ .wav

โค้ด ในการเปิดไฟล์ดังรูปที่ 3.11

```
[filename pathname] = uigetfile({'*.wav'}, 'File Selector');
fullpathname = strcat(pathname, filename);
[data, fs] = wavread(fullpathname);
```

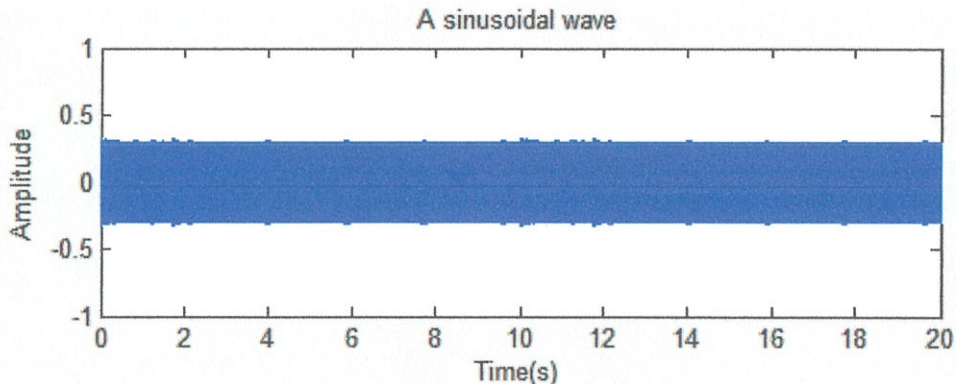
รูปที่ 3.11 โค้ด แสดง Dialog box เพื่อเลือกเปิดไฟล์ .wav

โค้ด ในการพล็อตกราฟดังรูปที่ 3.12

```
plot(t,p)
grid on
title('A sinusoidal wave')
xlabel('Time (s)')
ylabel('Amplitude')
```

รูปที่ 3.12 โค้ด สำหรับพล็อตกราฟ

จาก โค้ด ได้กราฟที่แสดงสัญญาณเสียงในโดเมนเวลา ซึ่งกำหนดให้แกน X เป็นเวลาและแกน Y เป็นแอมพลิจูด เมื่อทำการทดลองนำไฟล์ 1000เฮิรตซ์.wav ดังรูปที่ 3.13



รูปที่ 3.13 ผลของสัญญาณเสียงในโดเมนเวลา

โค้ด ในการพล็อตกราฟโดยผ่านฟังก์ชัน FFT เพื่อแปลงฟูเรียร์เพื่อแปลงสัญญาณในโดเมนเวลาให้อยู่ในรูปของสัญญาณในโดเมนความถี่ ดังรูปที่ 3.14 ซึ่งจะเรียกกันทั่วไปว่า “สเปกตรัม (Spectrum)”

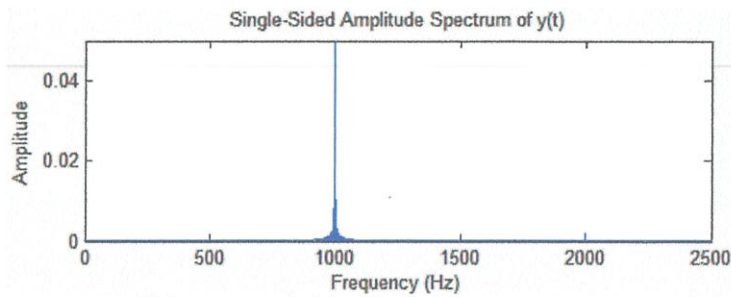
```

Y = fft(p,NFFT)/N;
f = fs/2*linspace(0,1,NFFT/2+1);
a = 2*abs(Y(1:NFFT/2+1));
plot(f,a)
title('Single-Sided Amplitude Spectrum of y(t)')
xlabel('Frequency (Hz)')
ylabel('Amplitude')

```

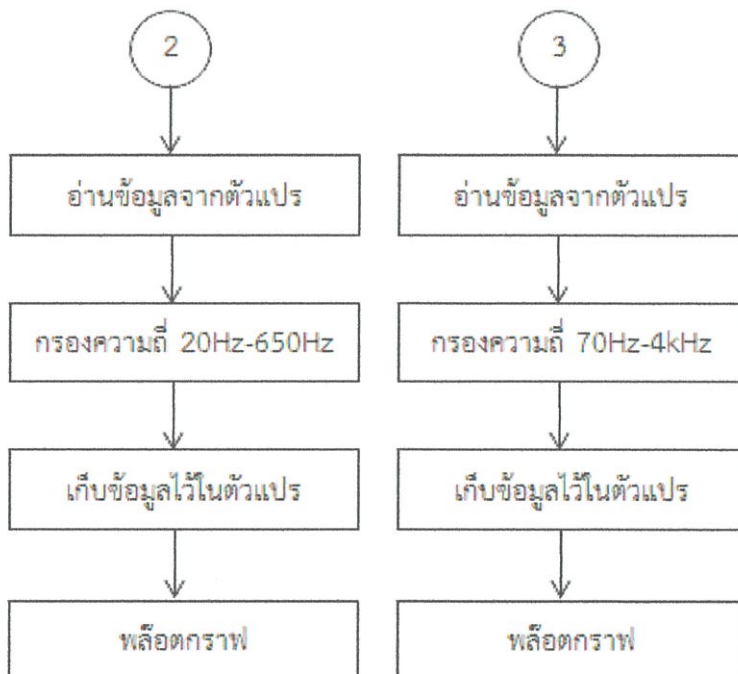
รูปที่ 3.14 โค้ด ที่ผ่านฟังก์ชัน FFT เพื่อนำมาพล็อตกราฟ

โดยกำหนดให้แกน X เป็นความถี่และแกน Y เป็นแอมพลิจูด เมื่อทำการทดลองนำไฟล์ 1000 เฮิร์ตซ์.wav ได้ผลดังรูปที่ 3.15



รูปที่ 3.15 ผลของสัญญาณเสียงในโดเมนความถี่

3.3.3 การทำงานของปุ่ม Filter Heart และปุ่ม Filter Lung



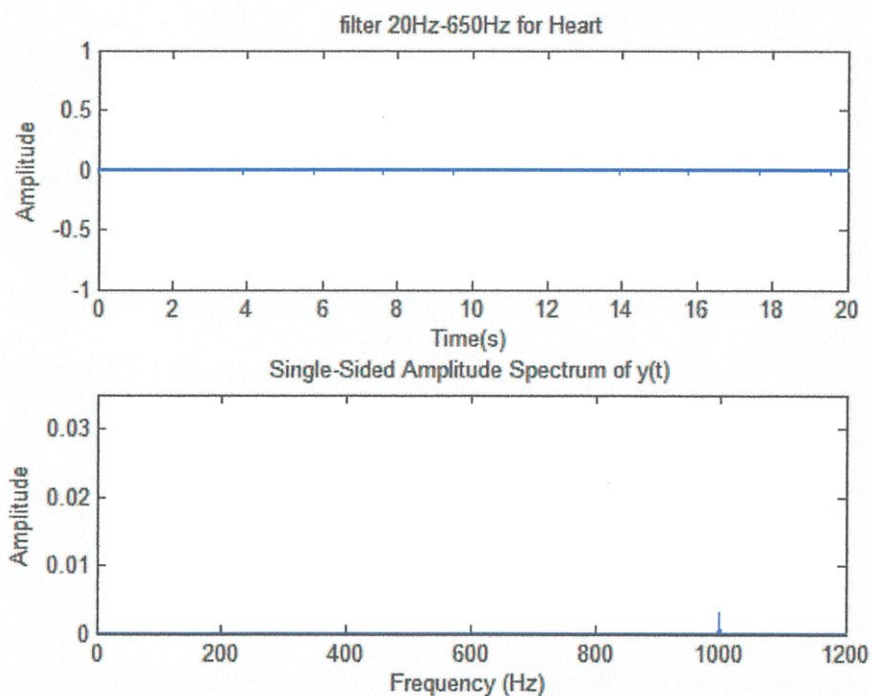
รูปที่ 3.16 ผังงาน การทำงานของปุ่ม Filter Heart และปุ่ม Filter Lung

จากรูปที่ 3.16 เมื่อมีเหตุการณ์จากปุ่ม Filter Heart และปุ่ม Filter Lung นั้น มีการกรองความถี่เกิดขึ้นก่อนนำมาพล็อตกราฟ โค้ด ในการกรองความถี่ดังรูปที่ 3.17

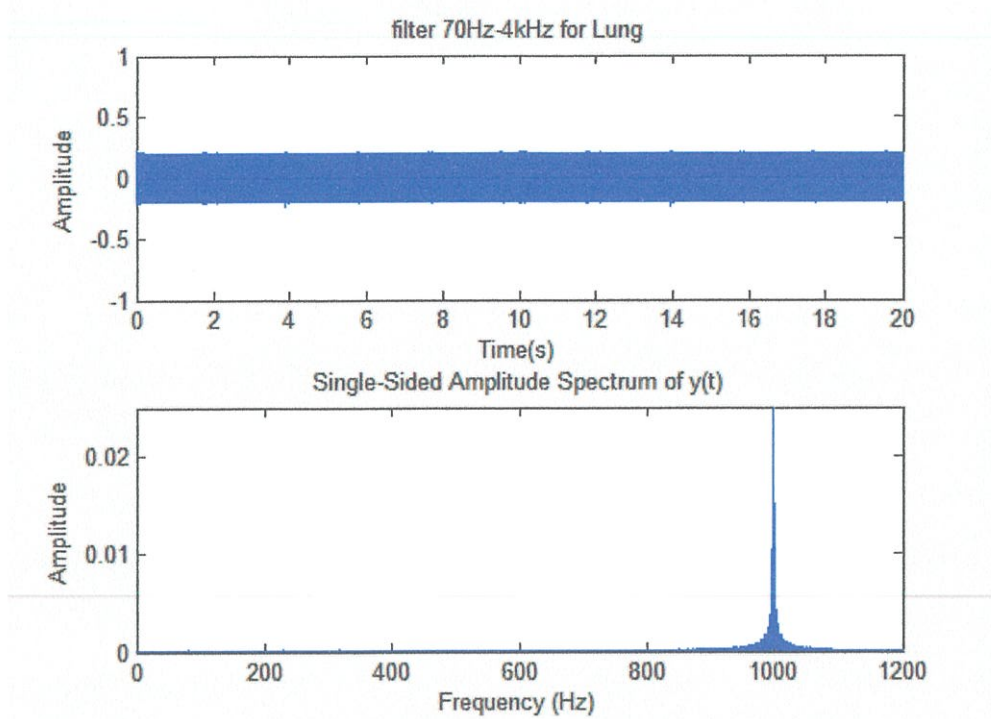
```
wn=[20 650]/fs/2;   wn=[70 4000]/fs/2;
[b,a]=butter(2,wn); [b,a]=butter(2,wn);
i = filter(b,a,p);  i = filter(b,a,p);
```

รูปที่ 3.17 โค้ด กรองความถี่

เป็นการกรองความถี่แบบ Band pass filter แบบ Butterworth ความถี่ระหว่าง 20 เฮิรตซ์ ถึง 650 เฮิรตซ์ ซึ่งเป็นช่วงความถี่เสียงของหัวใจ และความถี่ระหว่าง 70 เฮิรตซ์ ถึง 4000 เฮิรตซ์ เป็นช่วงความถี่เสียงของปอด เมื่อทำการทดลองนำไฟล์ 1000 เฮิรตซ์ .wav ได้ผลดังรูปที่ 3.18 และรูปที่ 3.19

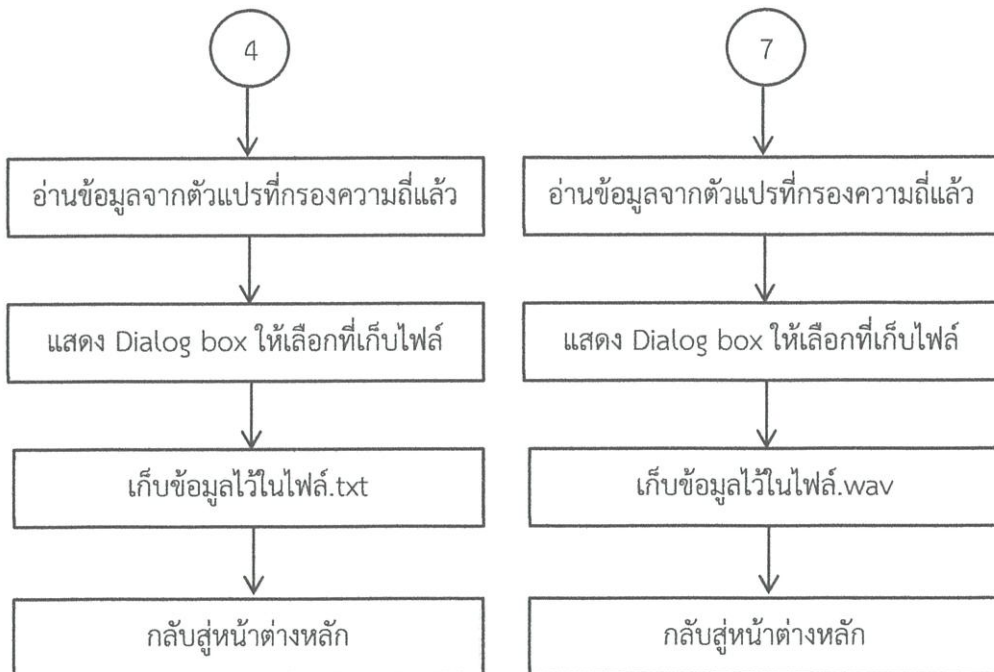


รูปที่ 3.18 ผล Filter ความถี่ระหว่าง 20 เฮิรตซ์ ถึง 650 เฮิรตซ์



รูปที่ 3.19 ผลเมื่อผ่าน Filter ความถี่ระหว่าง 70 เฮิรตซ์ ถึง 4000 เฮิรตซ์

3.3.4 การทำงานของปุ่ม Export Text และปุ่ม Export .wav



รูปที่ 3.20 ผังงาน การทำงานของปุ่ม Export Text และปุ่ม Export .wav

จากรูปที่ 3.20 เมื่อมีเหตุการณ์จากปุ่ม Export Text และ ปุ่ม Export .wav จะมีหน้าต่าง Dialog box ขึ้นมาให้เลือกไฟล์ตำแหน่งที่เก็บไฟล์ตามต้องการ หากต้องการบันทึกไฟล์เป็น .txt ดัง โค้ด ในรูปที่ 3.21 และถ้าต้องการบันทึกไฟล์เป็น .wav ดัง โค้ด ในรูปที่ 3.22

```
[file path] = uinputfile({'*.txt'}, 'Save file name');
fullpathname = strcat(path, file);
dlmwrite(fullpathname, [f1, j], 'delimiter', '\t');
```

รูปที่ 3.21 โค้ด ในการบันทึกไฟล์ .txt

สามารถบันทึกเป็นไฟล์ .wav ทั้งเสียงที่ได้จากการอัดและเสียงที่ผ่านการกรอง โดยขึ้นกับตัวแปร

```
[file path] = uinputfile({'*.wav'}, 'Save file name');
fullpathname = strcat(path, file);
wavwrite(i, fs, fullpathname);
```

รูปที่ 3.22 โค้ด ในการบันทึกไฟล์ .wav

3.3.5 การทำงานของปุ่ม Play Original และปุ่ม Play Filter



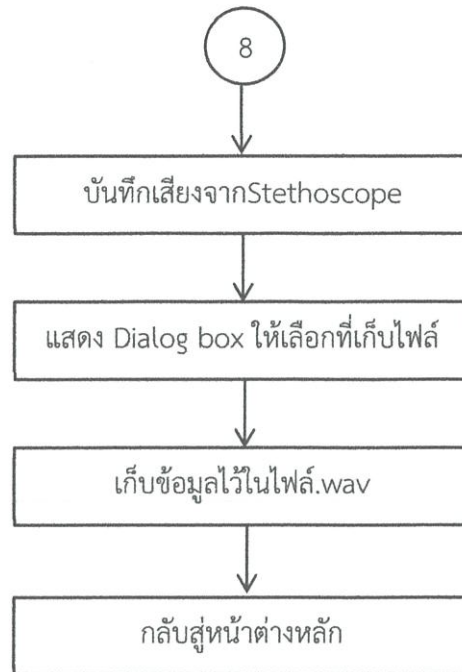
รูปที่ 3.23 ผังงาน การทำงานของปุ่ม Play Original และปุ่ม Play Filter

จากรูปที่ 3.23 เมื่อมีเหตุการณ์จากปุ่ม Play Original และปุ่ม Play Filter จะมีการอ่านข้อมูลเพื่อแสดงผลในรูปของเสียง โดยขึ้นอยู่กับตัวแปร data ที่จะเป็นข้อมูลของเสียงดั้งเดิมหรือเสียงที่ผ่านการกรองแล้วใน โค้ด ดังรูปที่ 3.24

```
sound(data, fs)
```

รูปที่ 3.24 โค้ด การเล่นเสียง

3.3.6 การทำงานของปุ่ม Reโค้ด



รูปที่ 3.25 ผังงาน การทำงานของปุ่ม Record

จากรูปที่ 3.25 เมื่อมีเหตุการณ์จากปุ่ม Record มีการบันทึกเสียงจาก Stethoscope ดังโค้ด ในรูปที่ 3.26 เมื่อผ่านไป 20 วินาทีจะมีหน้าต่าง Dialog box ขึ้นมาให้เลือกไฟล์ตำแหน่งที่เก็บไฟล์ตามต้องการโดยบันทึกไฟล์เป็น .wav

```

r = audiorecorder(44100, 16, 2);
recordblocking(r, 21);
rw = getaudiodata(r);
  
```

รูปที่ 3.26 โค้ด การบันทึกเสียง

การบันทึกสัญญาณคลื่นเสียงด้วยอัตราการสุ่มตัวอย่าง	44100	ตัวอย่างต่อวินาที
การบันทึกสัญญาณคลื่นเสียงด้วยจำนวนบิตข้อมูล	16	บิต
การบันทึกสัญญาณคลื่นเสียงด้วยเวลา	20	วินาที

บทที่ 4

การทดลองและผลการทดลอง

4.1 การดำเนินการทดลอง

4.1.1 ขั้นตอนการเตรียมตรวจ

- เตรียม Stethoscope digital
- เปิดโปรแกรม PT00
- ห้องที่ใช้ตรวจ จะต้องเงียบสงบเพื่อฟังเสียงได้ชัดเจนขึ้น

4.1.2 ขั้นตอนการทดลอง

- สุ่มกลุ่มตัวอย่างนักศึกษา 10 คน แบ่งเป็นชาย 5 คน และ หญิง 5 คน เพื่อบันทึกเสียงหัวใจและเสียงปอด
- เก็บบันทึกเสียงใน 1 คนอัดเสียงหัวใจ 3 จุด และปอด 3 จุด ดังรูป 4.1

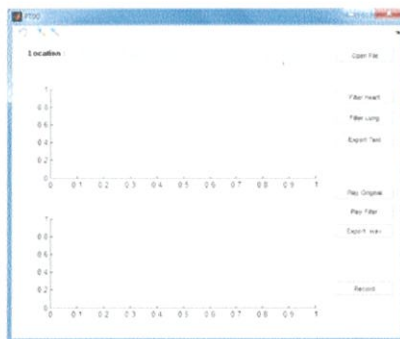


รูปที่ 4.1 เก็บบันทึกเสียงจากกลุ่มตัวอย่าง

- เปิดไฟล์ .wav ที่บันทึกเสียงไว้ นำมากรองความถี่หัวใจและปอด
- บันทึกไฟล์เสียงที่กรองความถี่ใหม่ได้
- Export กราฟให้เป็นไฟล์ .txt เพื่อนำไปใช้ประโยชน์ในการวิเคราะห์ได้อีก

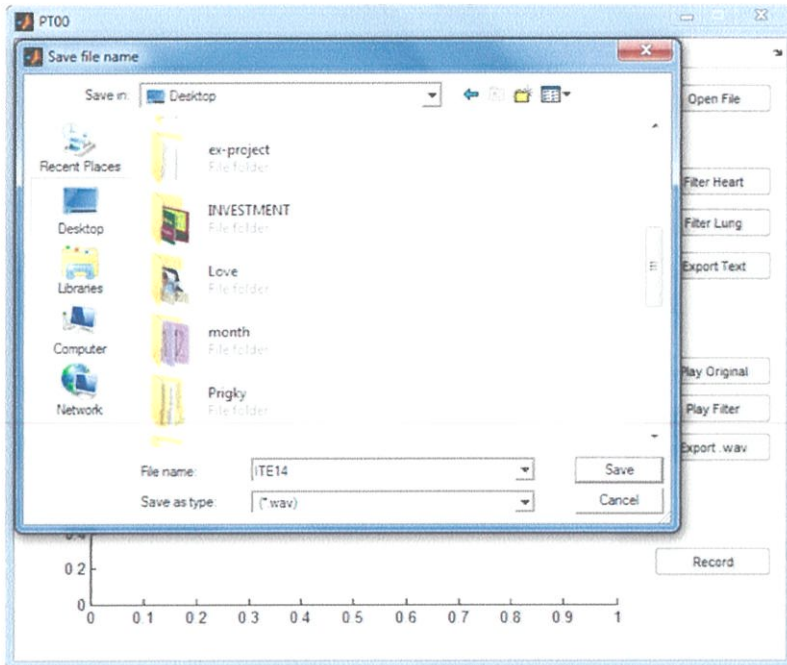
4.2 ทดสอบการใช้โปรแกรม

1. เปิดโปรแกรม ปรากฏหน้าต่างของโปรแกรกดังรูป 4.2



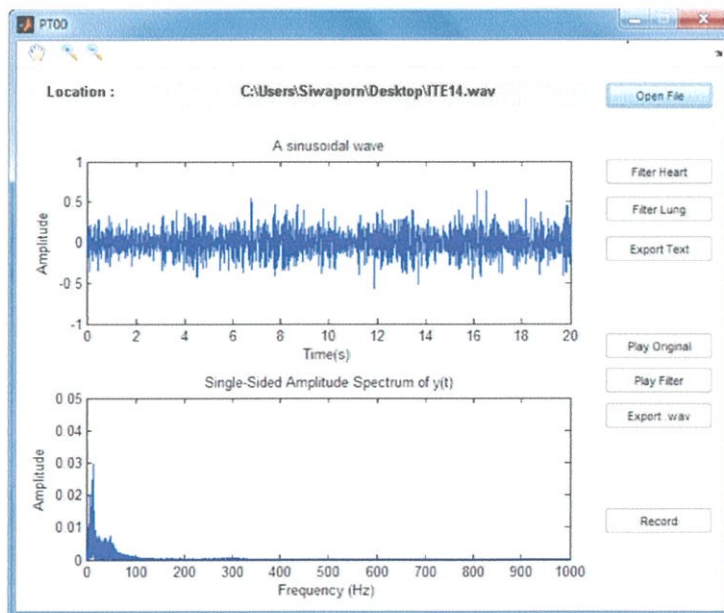
รูปที่ 4.2 หน้าต่างหลักของโปรแกรม PT00

2. คลิกปุ่ม Record เพื่อทำการอัดเสียง เมื่อครบ 20 วินาที Dialog box ขึ้นมาเพื่อให้เลือกตำแหน่งที่เก็บไฟล์ในที่นี้บันทึกไว้ที่หน้า Desktop เพื่อสะดวกกับการทดสอบ โดยบันทึกชื่อไฟล์ว่า ITE14.wav ดังรูป 4.3



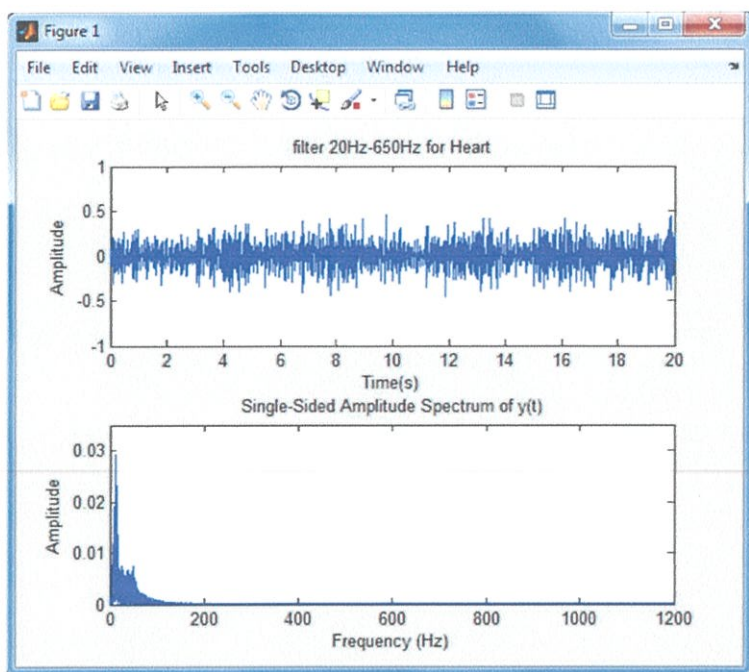
รูปที่ 4.3 Dialog Box สำหรับบันทึกไฟล์

3. คลิกปุ่ม Open เพื่อเลือกไฟล์ โดย Dialog box ปรากฏขึ้นมา ในที่นี้เลือกไฟล์ ITE14.wav ที่บันทึกไว้ก่อนหน้า ข้อมูลถูกนำมาพล็อตกราฟ ดังรูป 4.4



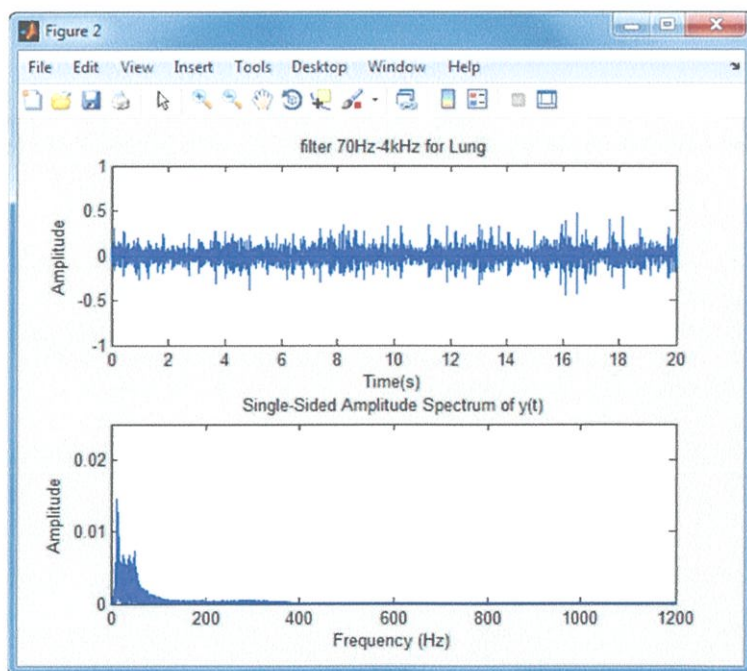
รูปที่ 4.4 ผลที่ได้เมื่อเปิดไฟล์ ITE14.wav

4. คลิกปุ่ม Filter heart หากเสียงที่บันทึกนั้นเป็นเสียงจากหัวใจ ข้อมูลถูกนำมาพล็อตกราฟในหน้าต่างใหม่ที่โปรแกรมสร้างขึ้น ดังรูป 4.5



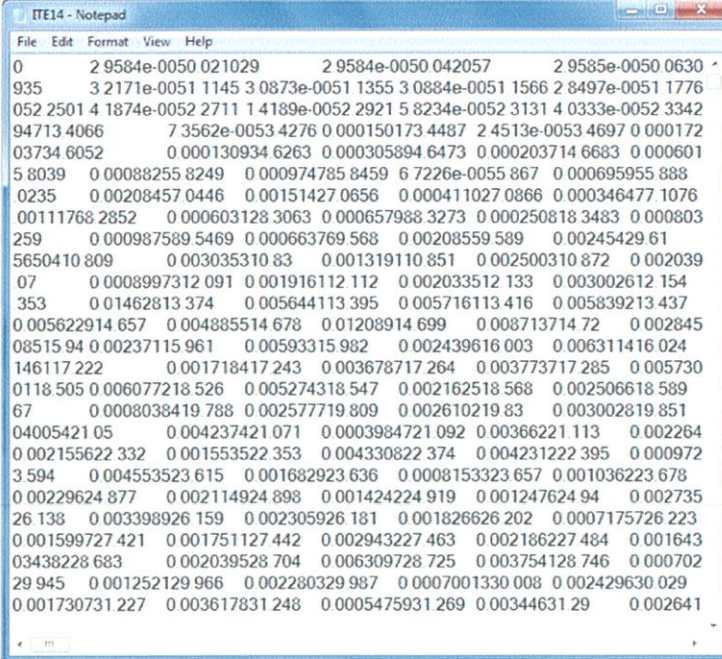
รูปที่ 4.5 หน้าต่างใหม่สำหรับพล็อตกราฟที่ได้จาก Filter heart

5. คลิกปุ่ม Filter lung หากเสียงที่บันทึกนั้นเป็นเสียงจากปอด ข้อมูลถูกนำมาพล็อตกราฟในหน้าต่างใหม่ที่โปรแกรมสร้างขึ้น ดังรูป 4.6



รูปที่ 4.6 หน้าต่างใหม่สำหรับพล็อตกราฟที่ได้จาก Filter lung

6. คลิกปุ่ม Export text เพื่อเก็บค่าความถี่ที่ผ่านการกรองแล้วเป็นไฟล์ .txt ดังรูป 4.7



```

File Edit Format View Help
0      2 9584e-0050 021029      2 9584e-0050 042057      2 9585e-0050 0630
935    3 2171e-0051 1145 3 0873e-0051 1355 3 0884e-0051 1566 2 8497e-0051 1776
052 2501 4 1874e-0052 2711 1 4189e-0052 2921 5 8234e-0052 3131 4 0333e-0052 3342
94713 4066      7 3562e-0053 4276 0 000150173 4487 2 4513e-0053 4697 0 000172
03734 6052      0 000130934 6263 0 000305894 6473 0 000203714 6683 0 000601
5 8039 0 00088255 8249 0 000974785 8459 6 7226e-0055 867 0 000695955 888
0235 0 00208457 0446 0 00151427 0656 0 000411027 0866 0 000346477 1076
00111768 2852 0 000603128 3063 0 000657988 3273 0 000250818 3483 0 000803
259 0 000987589 5469 0 000663769 568 0 00208559 589 0 00245429 61
5650410 809 0 003035310 83 0 001319110 851 0 002500310 872 0 002039
07 0 0008997312 091 0 001916112 112 0 002033512 133 0 003002612 154
353 0 01462813 374 0 005644113 395 0 005716113 416 0 005839213 437
0 005622914 657 0 004885514 678 0 01208914 699 0 008713714 72 0 002845
08515 94 0 00237115 961 0 00593315 982 0 002439616 003 0 006311416 024
146117 222 0 001718417 243 0 003678717 264 0 003773717 285 0 005730
0118 505 0 006077218 526 0 005274318 547 0 002162518 568 0 002506618 589
67 0 0008038419 788 0 002577719 809 0 002610219 83 0 003002819 851
04005421 05 0 004237421 071 0 0003984721 092 0 00366221 113 0 002264
0 002155622 332 0 001553522 353 0 004330822 374 0 004231222 395 0 000972
3 594 0 004553523 615 0 001682923 636 0 0008153323 657 0 001036223 678
0 00229624 877 0 002114924 898 0 001424224 919 0 001247624 94 0 002735
26 138 0 003398926 159 0 002305926 181 0 001826626 202 0 0007175726 223
0 001599727 421 0 001751127 442 0 002943227 463 0 002186227 484 0 001643
03438228 683 0 002039528 704 0 006309728 725 0 003754128 746 0 000702
29 945 0 001252129 966 0 002280329 987 0 0007001330 008 0 002429630 029
0 001730731 227 0 003617831 248 0 0005475931 269 0 00344631 29 0 002641

```

รูปที่ 4.7 ค่าที่ถูกบันทึกลงในไฟล์.txt

7. คลิกปุ่ม Play original เพื่อฟังเสียงที่เราอัดไว้ในตอนแรก

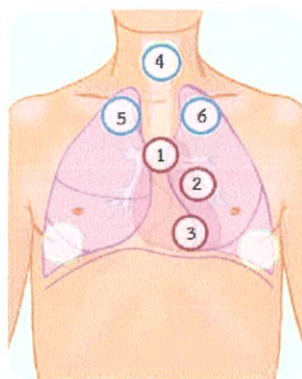
8. คลิกปุ่ม Play filter เพื่อฟังเสียงที่ผ่านการกรองแล้ว

9. คลิกปุ่ม Export .wav เพื่อเก็บบันทึกเสียงที่ผ่านการกรองแล้วเป็นไฟล์ .wav

4.3 ตำแหน่งที่ใช้เก็บบันทึกข้อมูลเสียง

มีทั้งหมด 6 จุด แบ่งเป็นหัวใจ 3 จุด และ ปอด 3 จุด ดังรูป 4.8

- จุดที่ 1 Pulmonic area เพื่อฟังหัวใจ
- จุดที่ 2 Tricuspid area เพื่อฟังหัวใจ
- จุดที่ 3 Mitral area เพื่อฟังเสียงหัวใจ
- จุดที่ 4 Trachea เพื่อฟังเสียงปอด
- จุดที่ 5 Upper right lobe เพื่อฟังเสียงปอด
- จุดที่ 6 Upper left lobe เพื่อฟังเสียงปอด

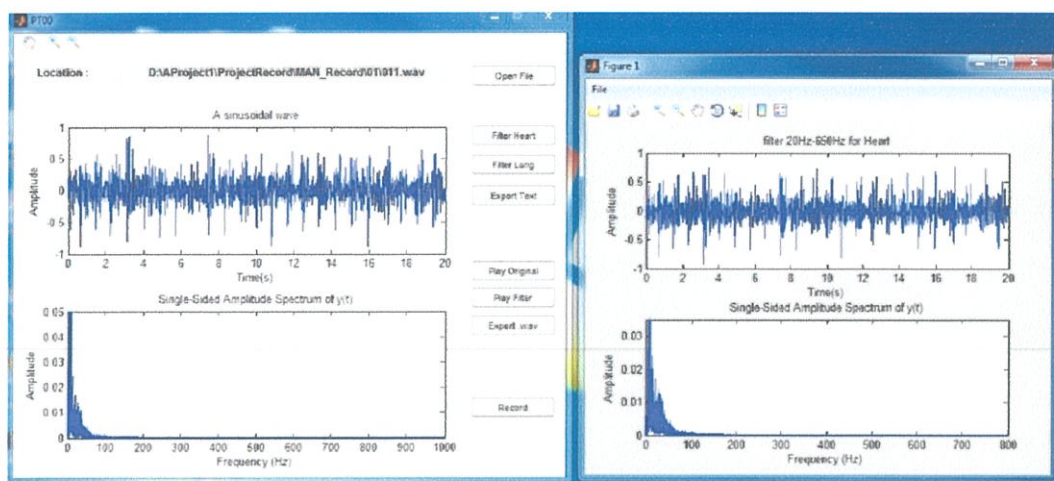


รูปที่ 4.8 ตำแหน่งต่างๆที่ใช้เก็บบันทึก

4.4 ผลการบันทึกเสียงจากกลุ่มนักศึกษาตัวอย่าง

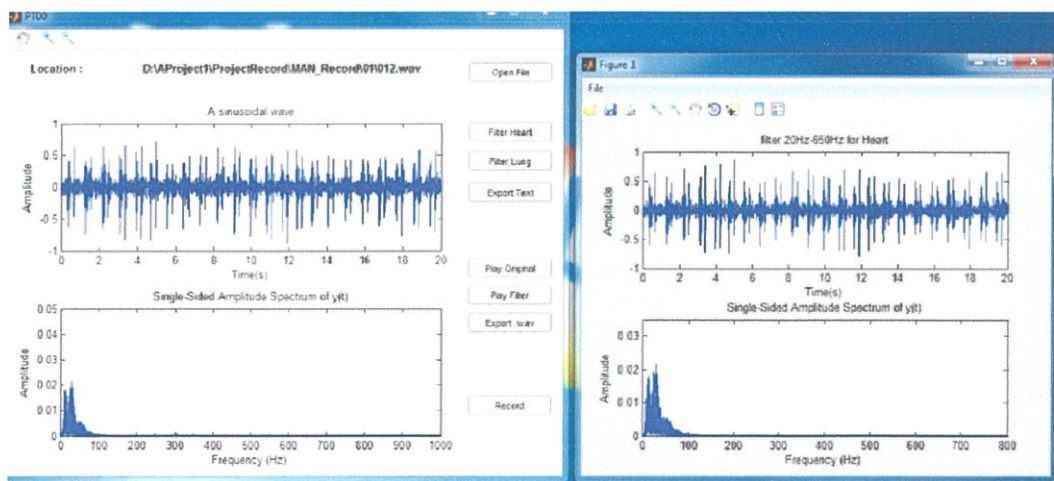
4.4.1 ผลจากจุดที่ 1 Pulmonic area

ในการบันทึกจุดที่ 1 เป็นจุด Pulmonic area โดยแบ่งชาย 5 คน และหญิง 5 คน



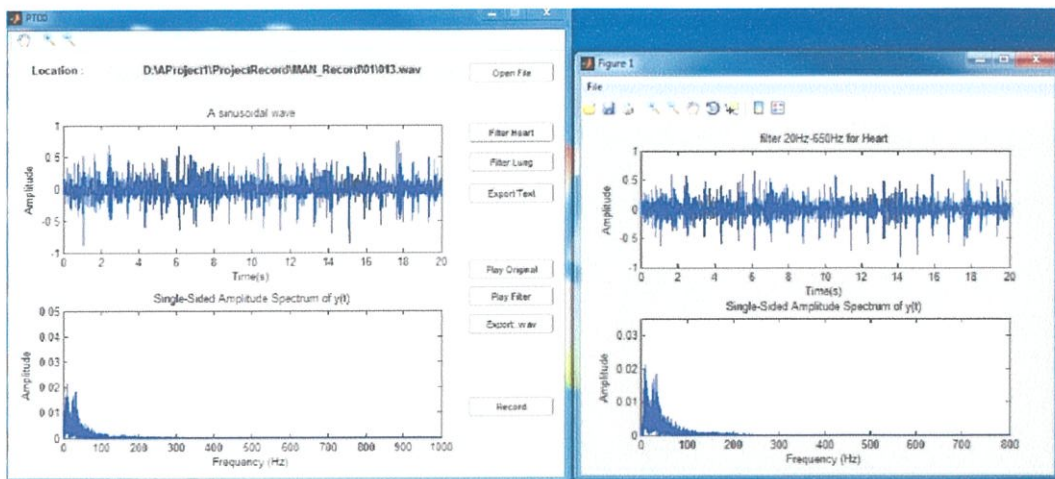
รูปที่ 4.9 ผลการทดลองจุดที่ 1 Pulmonic area ของผู้ชายคนที่ 1

จากรูปที่ 4.9 เปรียบเทียบระหว่างสัญญาณเสียงดั้งเดิมกับสัญญาณเสียงที่ผ่านการกรองความถี่แล้วของผู้ชายคนที่ 1 โดยกราฟบนเป็นสัญญาณเสียงในทางโดเมนเวลา และกราฟล่างเป็นการแสดงในทางโดเมนความถี่ของสัญญาณเสียง



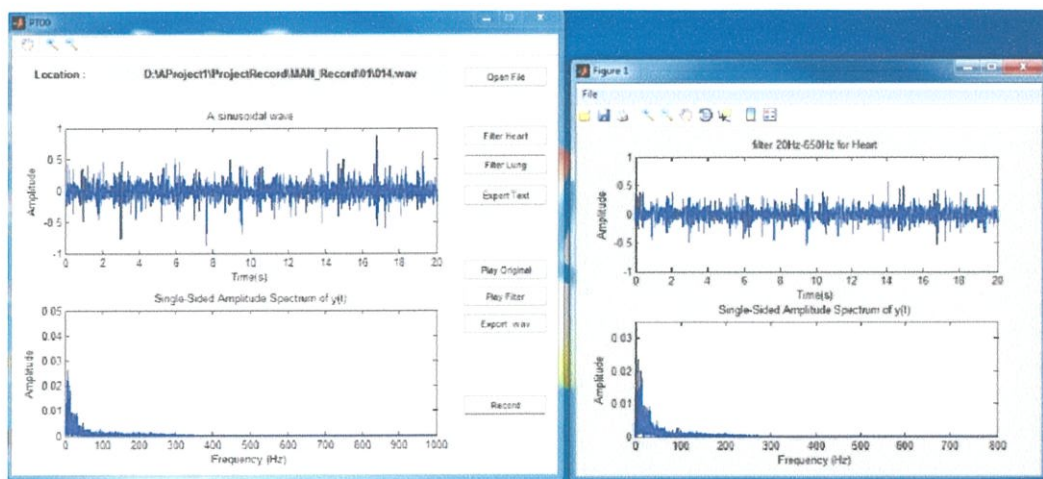
รูปที่ 4.10 ผลการทดลองจุดที่ 1 Pulmonic area ของผู้ชายคนที่ 2

จากรูปที่ 4.10 เปรียบเทียบระหว่างสัญญาณเสียงดั้งเดิมกับสัญญาณเสียงที่ผ่านการกรองความถี่แล้วของผู้ชายคนที่ 2 โดยกราฟบนเป็นสัญญาณเสียงในทางโดเมนเวลา และกราฟล่างเป็นการแสดงในทางโดเมนความถี่ของสัญญาณเสียง



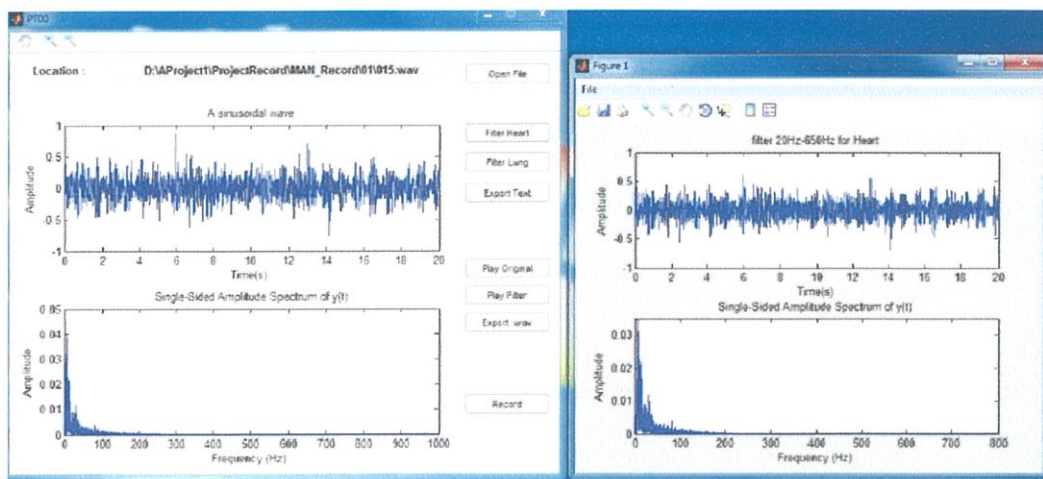
รูปที่ 4.11 ผลการทดลองจุดที่ 1 Pulmonic area ของผู้ชายคนที่ 3

จากรูปที่ 4.11 เปรียบเทียบระหว่างสัญญาณเสียงดั้งเดิมกับสัญญาณเสียงที่ผ่านการกรองความถี่แล้วของผู้ชายคนที่ 3 โดยกราฟบนเป็นสัญญาณเสียงในทางโดเมนเวลา และกราฟล่างเป็นการแสดงในทางโดเมนความถี่ของสัญญาณเสียง



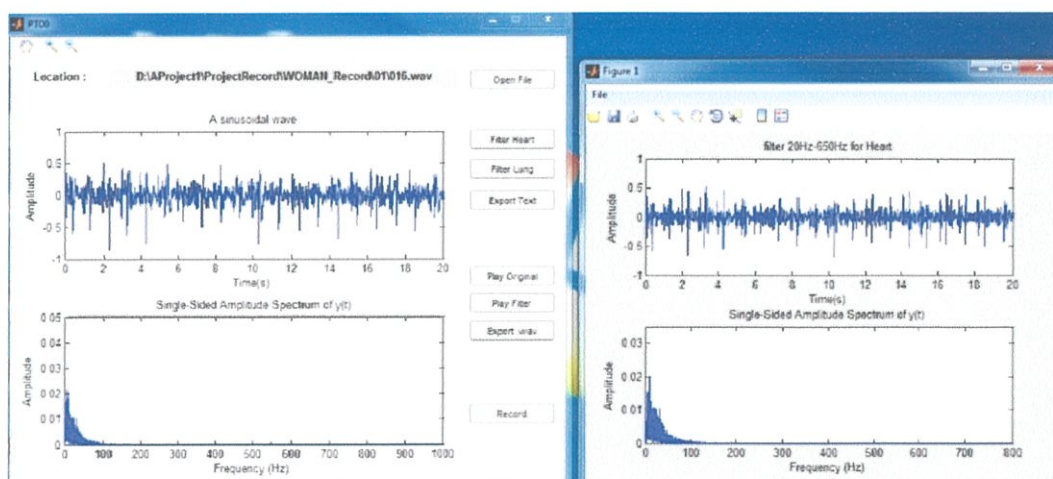
รูปที่ 4.12 ผลการทดลองจุดที่ 1 Pulmonic area ของผู้ชายคนที่ 4

จากรูปที่ 4.12 เปรียบเทียบระหว่างสัญญาณเสียงดั้งเดิมกับสัญญาณเสียงที่ผ่านการกรองความถี่แล้วของผู้ชายคนที่ 4 โดยกราฟบนเป็นสัญญาณเสียงในทางโดเมนเวลา และกราฟล่างเป็นการแสดงในทางโดเมนความถี่ของสัญญาณเสียง



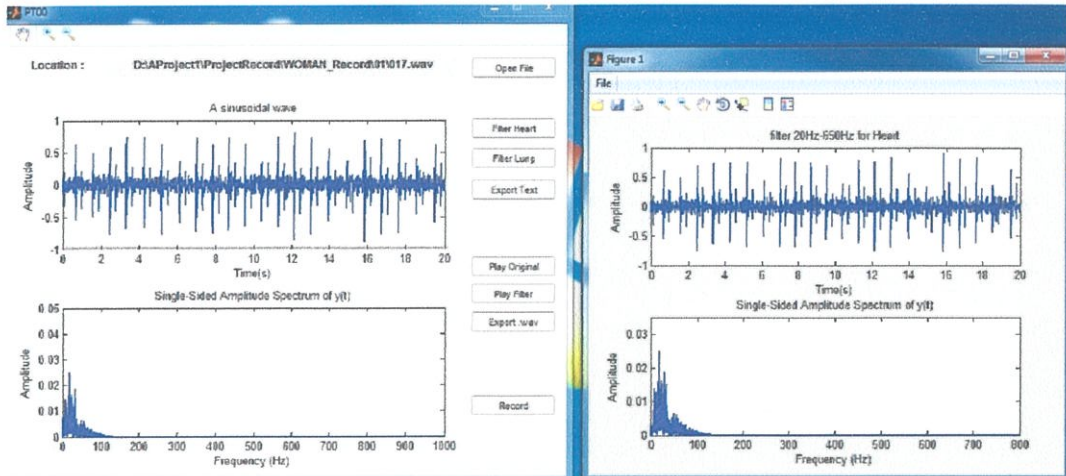
รูปที่ 4.13 ผลการทดลองจุดที่ 1 Pulmonic area ของผู้ชายคนที่ 5

จากรูปที่ 4.13 เปรียบเทียบระหว่างสัญญาณเสียงดั้งเดิมกับสัญญาณเสียงที่ผ่านการกรองความถี่แล้วของผู้ชายคนที่ 5 โดยกราฟบนเป็นสัญญาณเสียงในทางโดเมนเวลา และกราฟล่างเป็นการแสดงในทางโดเมนความถี่ของสัญญาณเสียง



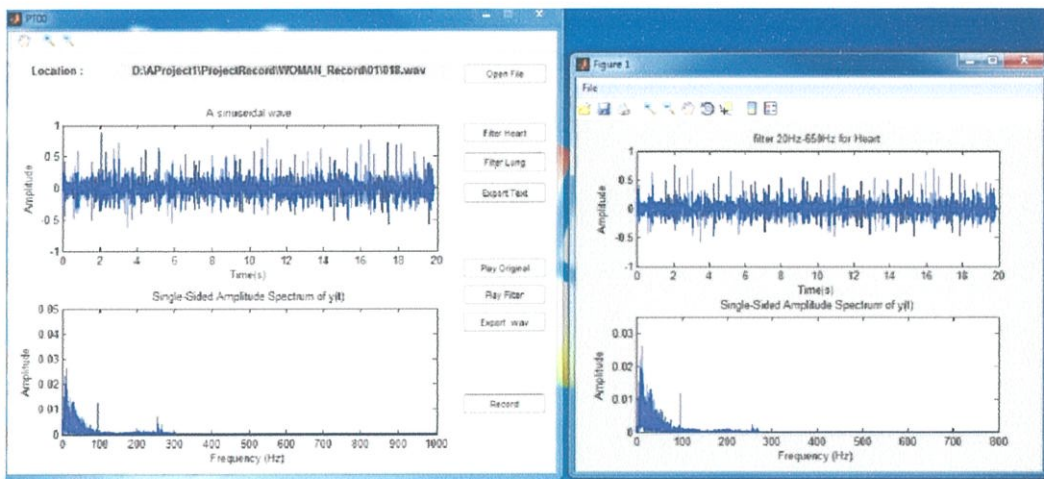
รูปที่ 4.14 ผลการทดลองจุดที่ 1 Pulmonic area ของผู้หญิงคนที่ 1

จากรูปที่ 4.14 เปรียบเทียบระหว่างสัญญาณเสียงดั้งเดิมกับสัญญาณเสียงที่ผ่านการกรองความถี่แล้วของผู้หญิงคนที่ 1 โดยกราฟบนเป็นสัญญาณเสียงในทางโดเมนเวลา และกราฟล่างเป็นการแสดงในทางโดเมนความถี่ของสัญญาณเสียง



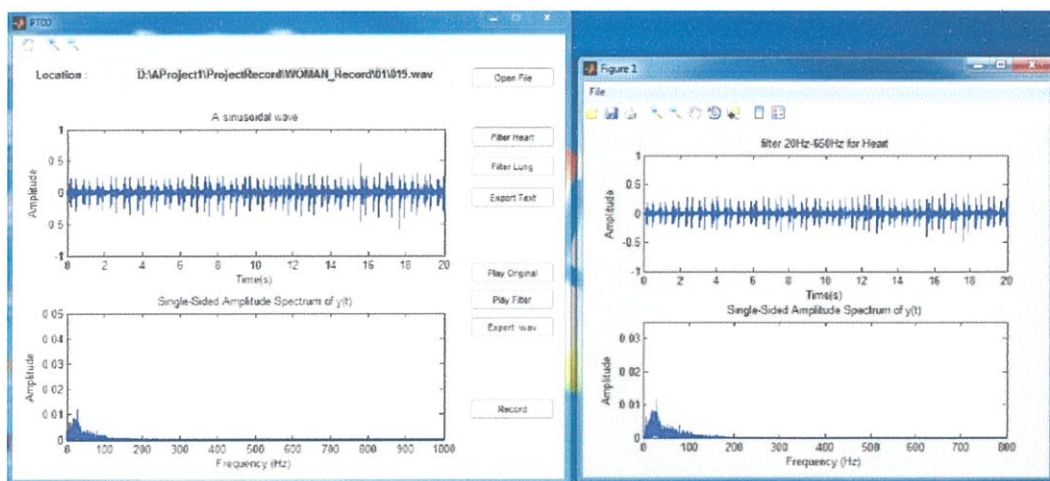
รูปที่ 4.15 ผลการทดลองจุดที่ 1 Pulmonic area ของผู้หญิงคนที่ 2

จากรูปที่ 4.15 เปรียบเทียบระหว่างสัญญาณเสียงดั้งเดิมกับสัญญาณเสียงที่ผ่านการกรองความถี่แล้วของผู้หญิงคนที่ 2 โดยกราฟบนเป็นสัญญาณเสียงในทางโดเมนเวลา และกราฟล่างเป็นการแสดงในทางโดเมนความถี่ของสัญญาณเสียง



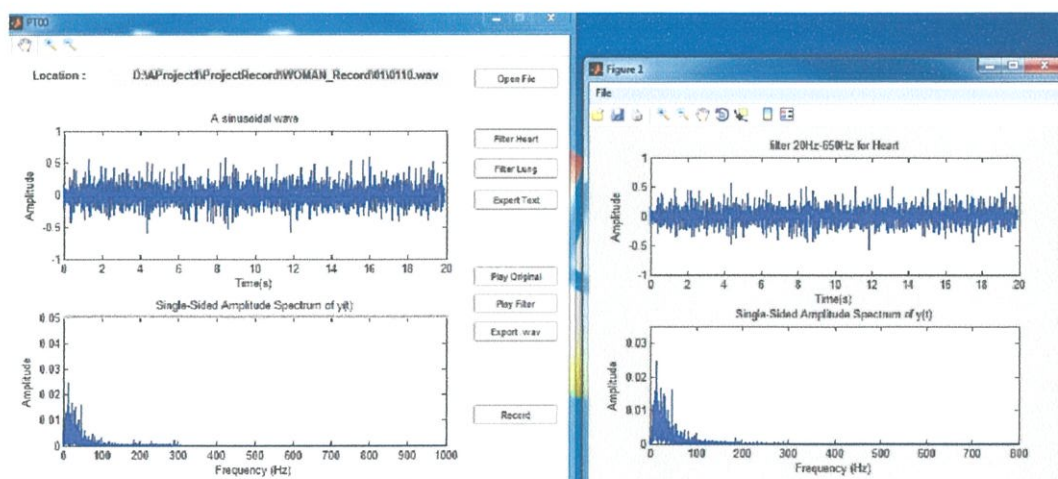
รูปที่ 4.16 ผลการทดลองจุดที่ 1 Pulmonic area ของผู้หญิงคนที่ 3

จากรูปที่ 4.16 เปรียบเทียบระหว่างสัญญาณเสียงดั้งเดิมกับสัญญาณเสียงที่ผ่านการกรองความถี่แล้วของผู้หญิงคนที่ 3 โดยกราฟบนเป็นสัญญาณเสียงในทางโดเมนเวลา และกราฟล่างเป็นการแสดงในทางโดเมนความถี่ของสัญญาณเสียง



รูปที่ 4.17 ผลการทดลองจุดที่ 1 Pulmonic area ของผู้หญิงคนที่ 4

จากรูปที่ 4.17 เปรียบเทียบระหว่างสัญญาณเสียงดั้งเดิมกับสัญญาณเสียงที่ผ่านการกรองความถี่แล้วของผู้หญิงคนที่ 4 โดยกราฟบนเป็นสัญญาณเสียงในทางโดเมนเวลา และกราฟล่างเป็นการแสดงในทางโดเมนความถี่ของสัญญาณเสียง

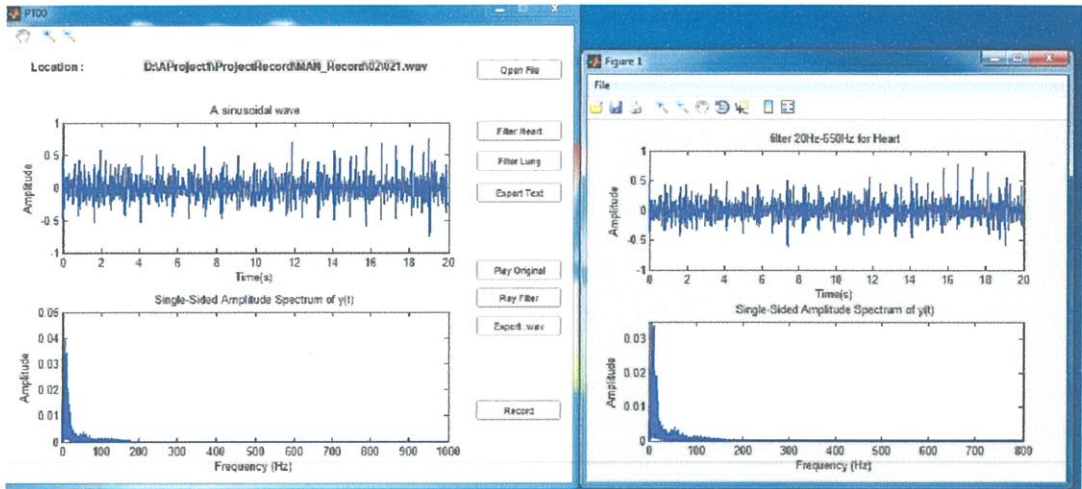


รูปที่ 4.18 ผลการทดลองจุดที่ 1 Pulmonic area ของผู้หญิงคนที่ 5

จากรูปที่ 4.18 เปรียบเทียบระหว่างสัญญาณเสียงดั้งเดิมกับสัญญาณเสียงที่ผ่านการกรองความถี่แล้วของผู้หญิงคนที่ 5 โดยกราฟบนเป็นสัญญาณเสียงในทางโดเมนเวลา และกราฟล่างเป็นการแสดงในทางโดเมนความถี่ของสัญญาณเสียง

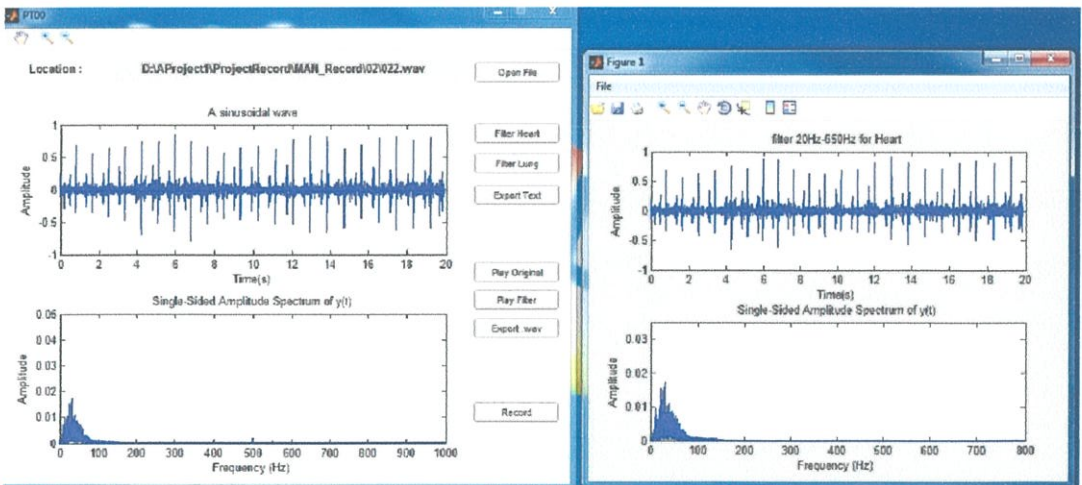
4.4.2 ผลจากจุดที่ 2 Tricuspid area

ในการบันทึกจุดที่ 2 เป็นจุด Tricuspid area โดยแบ่งชาย 5 คน และหญิง 5 คน



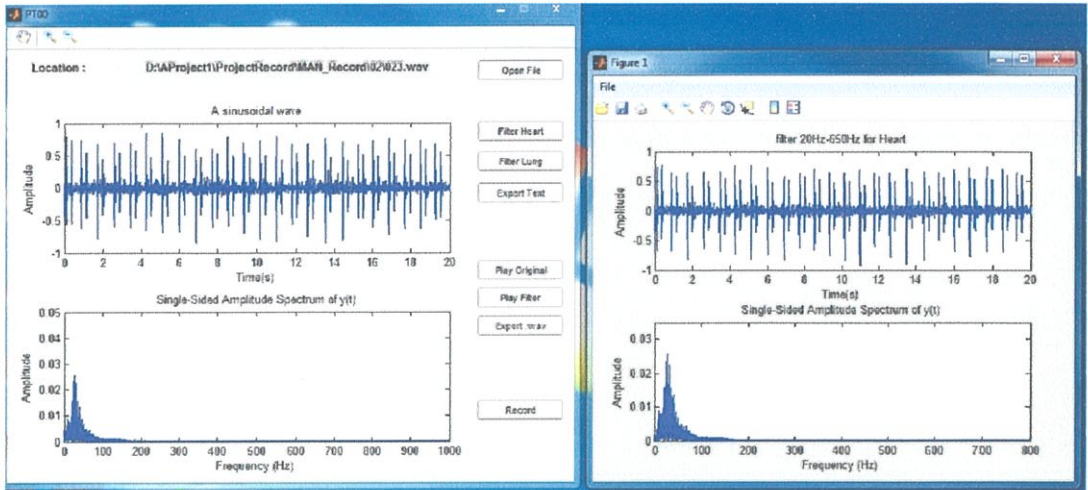
รูปที่ 4.19 ผลการทดลองจุดที่ 2 Tricuspid area ของผู้ชายคนที่ 1

จากรูปที่ 4.19 เปรียบเทียบระหว่างสัญญาณเสียงดั้งเดิมกับสัญญาณเสียงที่ผ่านการกรองความถี่แล้วของผู้ชายคนที่ 1 โดยกราฟบนเป็นสัญญาณเสียงในทางโดเมนเวลา และกราฟล่างเป็นการแสดงในทางโดเมนความถี่ของสัญญาณเสียง



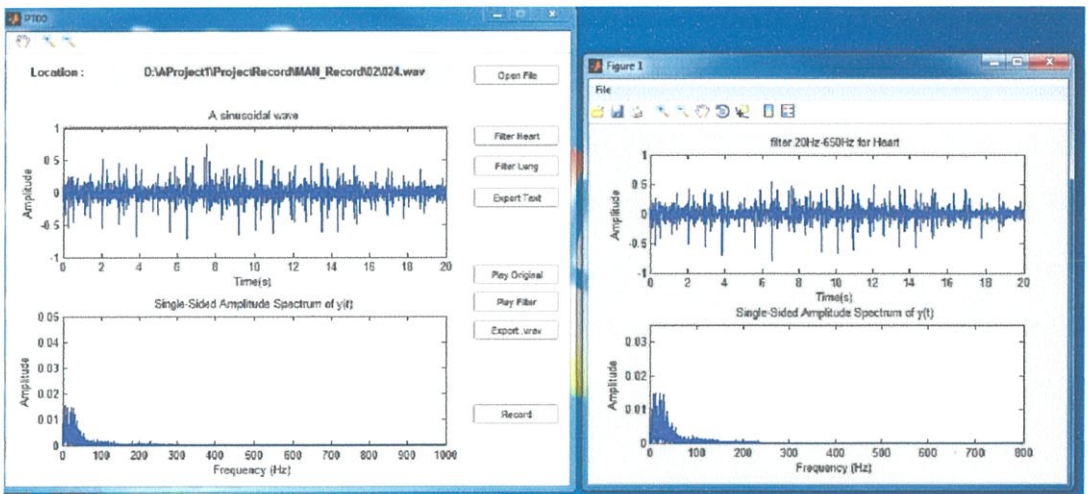
รูปที่ 4.20 ผลการทดลองจุดที่ 2 Tricuspid area ของผู้ชายคนที่ 2

จากรูปที่ 4.20 เปรียบเทียบระหว่างสัญญาณเสียงดั้งเดิมกับสัญญาณเสียงที่ผ่านการกรองความถี่แล้วของผู้ชายคนที่ 2 โดยกราฟบนเป็นสัญญาณเสียงในทางโดเมนเวลา และกราฟล่างเป็นการแสดงในทางโดเมนความถี่ของสัญญาณเสียง



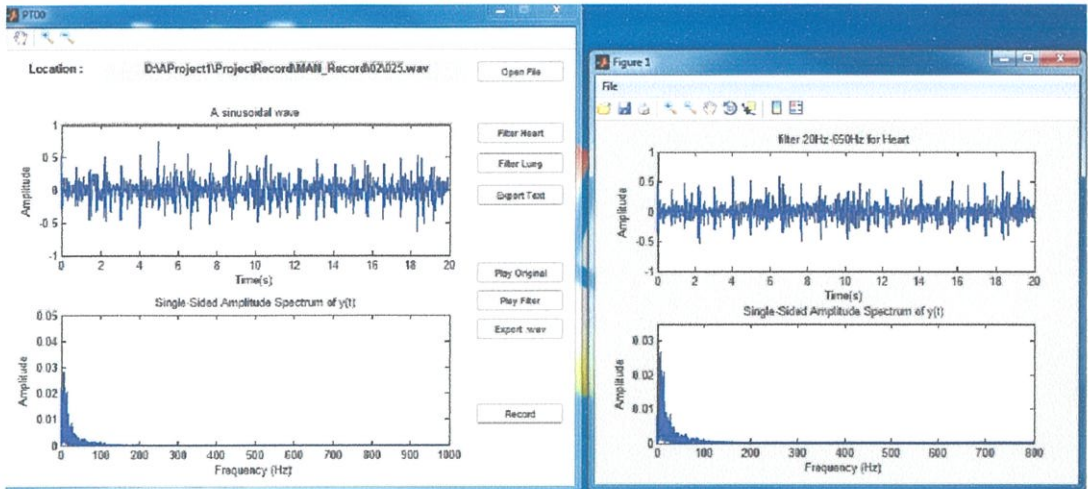
รูปที่ 4.21 ผลการทดลองจุดที่ 2 Tricuspid area ของผู้ชายคนที่ 3

จากรูปที่ 4.21 เปรียบเทียบระหว่างสัญญาณเสียงดั้งเดิมกับสัญญาณเสียงที่ผ่านการกรองความถี่แล้วของผู้ชายคนที่ 3 โดยกราฟบนเป็นสัญญาณเสียงในทางโดเมนเวลา และกราฟล่างเป็นการแสดงในทางโดเมนความถี่ของสัญญาณเสียง



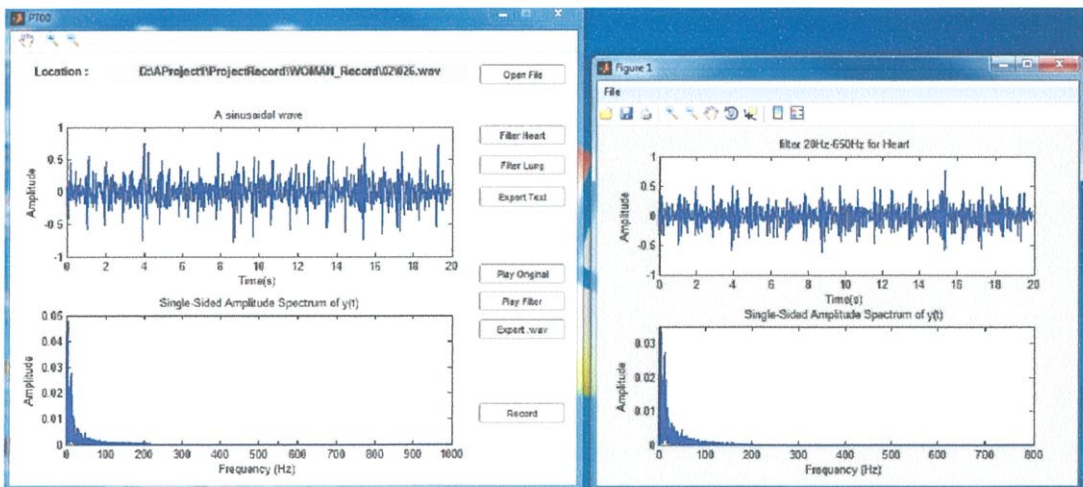
รูปที่ 4.22 ผลการทดลองจุดที่ 2 Tricuspid area ของผู้ชายคนที่ 4

จากรูปที่ 4.22 เปรียบเทียบระหว่างสัญญาณเสียงดั้งเดิมกับสัญญาณเสียงที่ผ่านการกรองความถี่แล้วของผู้ชายคนที่ 4 โดยกราฟบนเป็นสัญญาณเสียงในทางโดเมนเวลา และกราฟล่างเป็นการแสดงในทางโดเมนความถี่ของสัญญาณเสียง



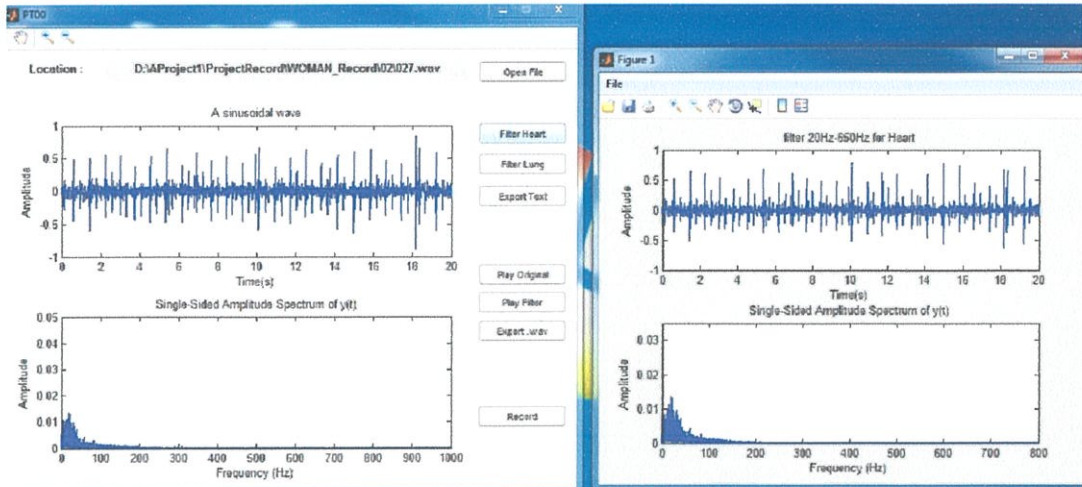
รูปที่ 4.23 ผลการทดลองจุดที่ 2 Tricuspid area ของผู้ชายคนที่ 5

จากรูปที่ 4.23 เปรียบเทียบระหว่างสัญญาณเสียงดั้งเดิมกับสัญญาณเสียงที่ผ่านการกรองความถี่แล้วของผู้ชายคนที่ 5 โดยกราฟบนเป็นสัญญาณเสียงในทางโดเมนเวลา และกราฟล่างเป็นการแสดงในทางโดเมนความถี่ของสัญญาณเสียง



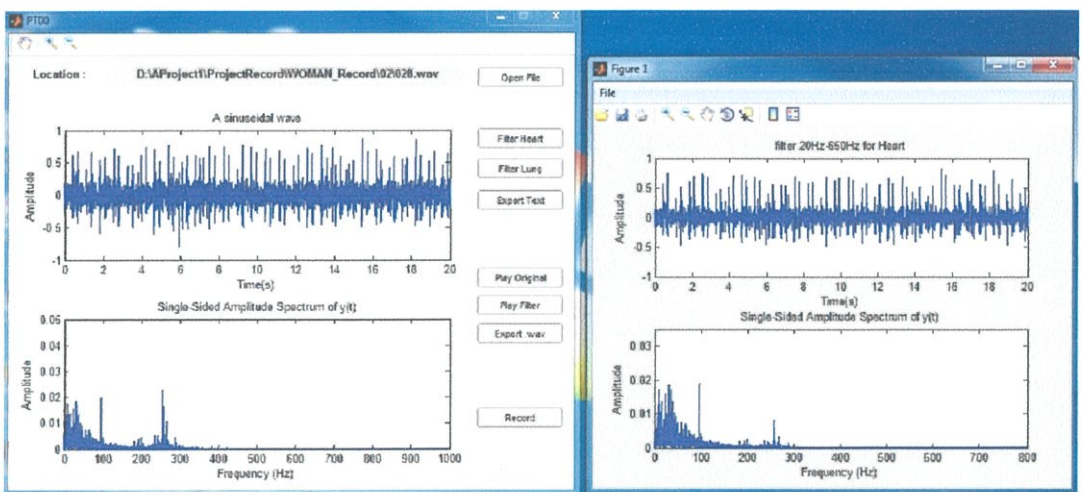
รูปที่ 4.24 ผลการทดลองจุดที่ 2 Tricuspid area ของผู้หญิงคนที่ 1

จากรูปที่ 4.24 เปรียบเทียบระหว่างสัญญาณเสียงดั้งเดิมกับสัญญาณเสียงที่ผ่านการกรองความถี่แล้วของผู้หญิงคนที่ 1 โดยกราฟบนเป็นสัญญาณเสียงในทางโดเมนเวลา และกราฟล่างเป็นการแสดงในทางโดเมนความถี่ของสัญญาณเสียง



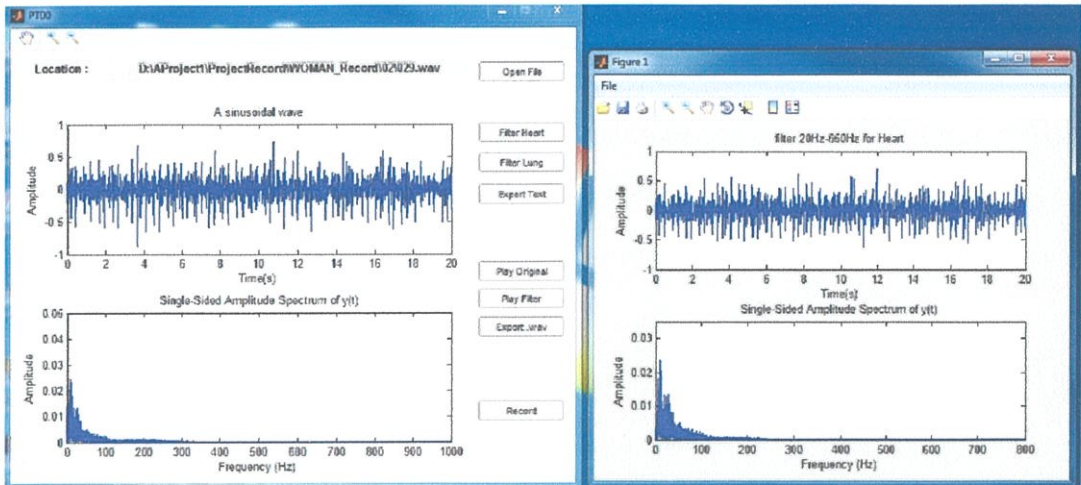
รูปที่ 4.25 ผลการทดลองจุดที่ 2 Tricuspid area ของผู้หญิงคนที่ 2

จากรูปที่ 4.25 เปรียบเทียบระหว่างสัญญาณเสียงดั้งเดิมกับสัญญาณเสียงที่ผ่านการกรองความถี่แล้วของผู้หญิงคนที่ 2 โดยกราฟบนเป็นสัญญาณเสียงในทางโดเมนเวลา และกราฟล่างเป็นการแสดงในทางโดเมนความถี่ของสัญญาณเสียง



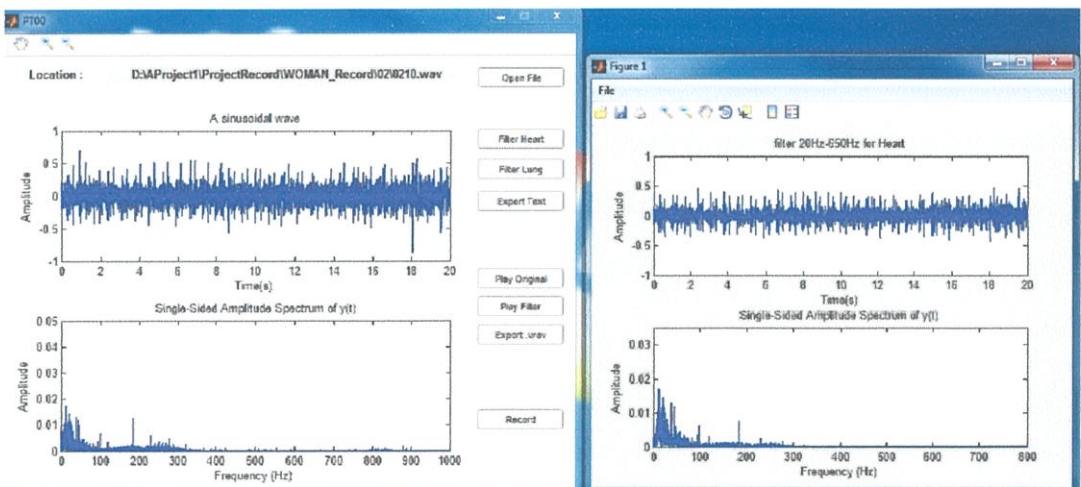
รูปที่ 4.26 ผลการทดลองจุดที่ 2 Tricuspid area ของผู้หญิงคนที่ 3

จากรูปที่ 4.26 เปรียบเทียบระหว่างสัญญาณเสียงดั้งเดิมกับสัญญาณเสียงที่ผ่านการกรองความถี่แล้วของผู้หญิงคนที่ 3 โดยกราฟบนเป็นสัญญาณเสียงในทางโดเมนเวลา และกราฟล่างเป็นการแสดงในทางโดเมนความถี่ของสัญญาณเสียง



รูปที่ 4.27 ผลการทดลองจุดที่ 2 Tricuspid area ของผู้หญิงคนที่ 4

จากรูปที่ 4.27 เปรียบเทียบระหว่างสัญญาณเสียงดั้งเดิมกับสัญญาณเสียงที่ผ่านการกรองความถี่แล้วของผู้หญิงคนที่ 4 โดยกราฟบนเป็นสัญญาณเสียงในทางโดเมนเวลา และกราฟล่างเป็นการแสดงในทางโดเมนความถี่ของสัญญาณเสียง

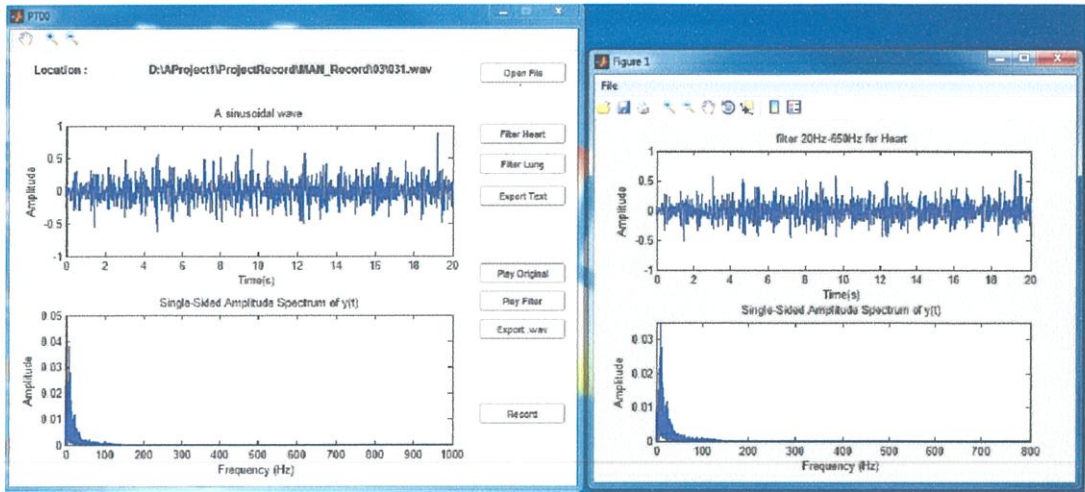


รูปที่ 4.28 ผลการทดลองจุดที่ 2 Tricuspid area ของผู้หญิงคนที่ 5

จากรูปที่ 4.28 เปรียบเทียบระหว่างสัญญาณเสียงดั้งเดิมกับสัญญาณเสียงที่ผ่านการกรองความถี่แล้วของผู้หญิงคนที่ 5 โดยกราฟบนเป็นสัญญาณเสียงในทางโดเมนเวลา และกราฟล่างเป็นการแสดงในทางโดเมนความถี่ของสัญญาณเสียง

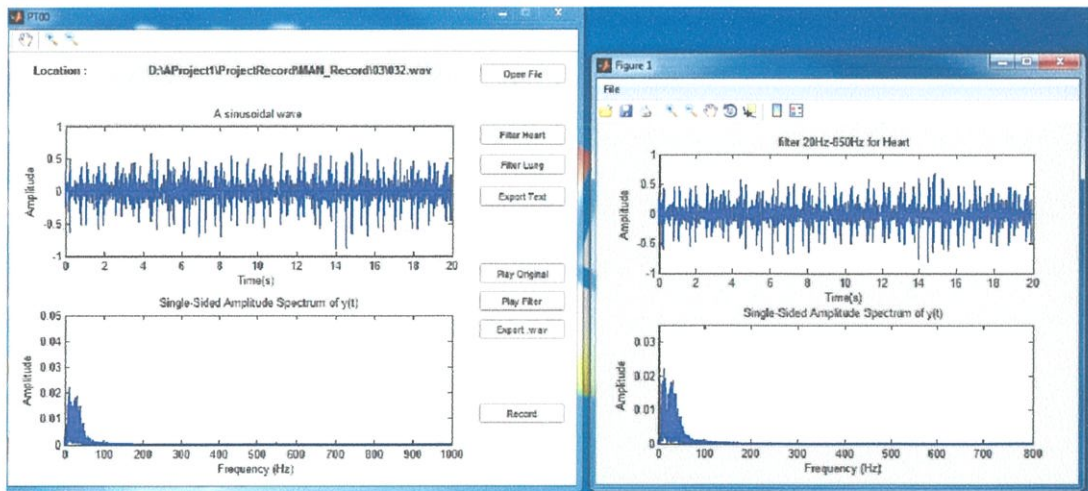
4.4.3 ผลจากจุดที่ 3 Mitral area

ในการบันทึกจุดที่ 3 เป็นจุด Mitral area โดยแบ่งชาย 5 คน และหญิง 5 คน



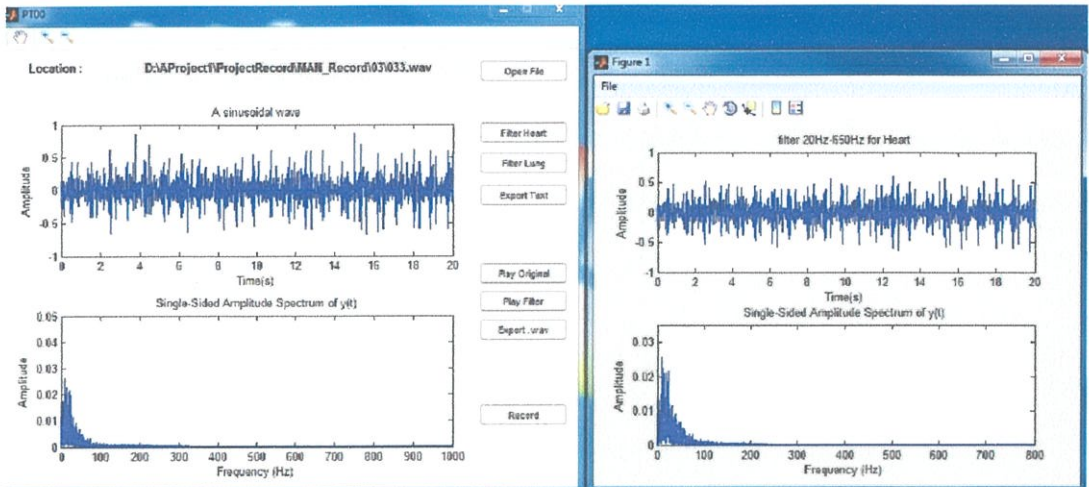
รูปที่ 4.28 ผลการทดลองจุดที่ 3 Mitral area ของผู้ชายคนที่ 1

จากรูปที่ 4.29 เปรียบเทียบระหว่างสัญญาณเสียงดั้งเดิมกับสัญญาณเสียงที่ผ่านการกรองความถี่แล้วของผู้ชายคนที่ 1 โดยกราฟบนเป็นสัญญาณเสียงในทางโดเมนเวลา และกราฟล่างเป็นการแสดงในทางโดเมนความถี่ของสัญญาณเสียง



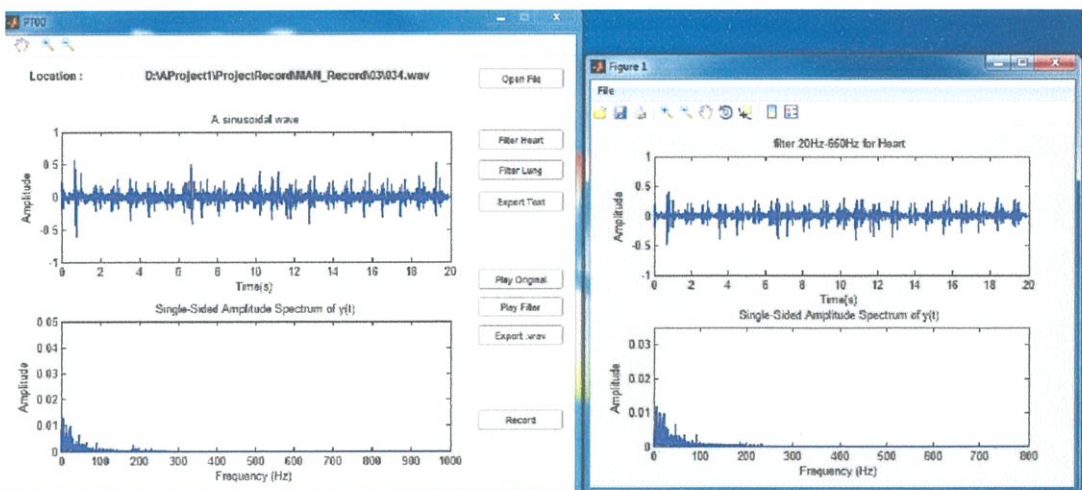
รูปที่ 4.30 ผลการทดลองจุดที่ 3 Mitral area ของผู้ชายคนที่ 2

จากรูปที่ 4.30 เปรียบเทียบระหว่างสัญญาณเสียงดั้งเดิมกับสัญญาณเสียงที่ผ่านการกรองความถี่แล้วของผู้ชายคนที่ 2 โดยกราฟบนเป็นสัญญาณเสียงในทางโดเมนเวลา และกราฟล่างเป็นการแสดงในทางโดเมนความถี่ของสัญญาณเสียง



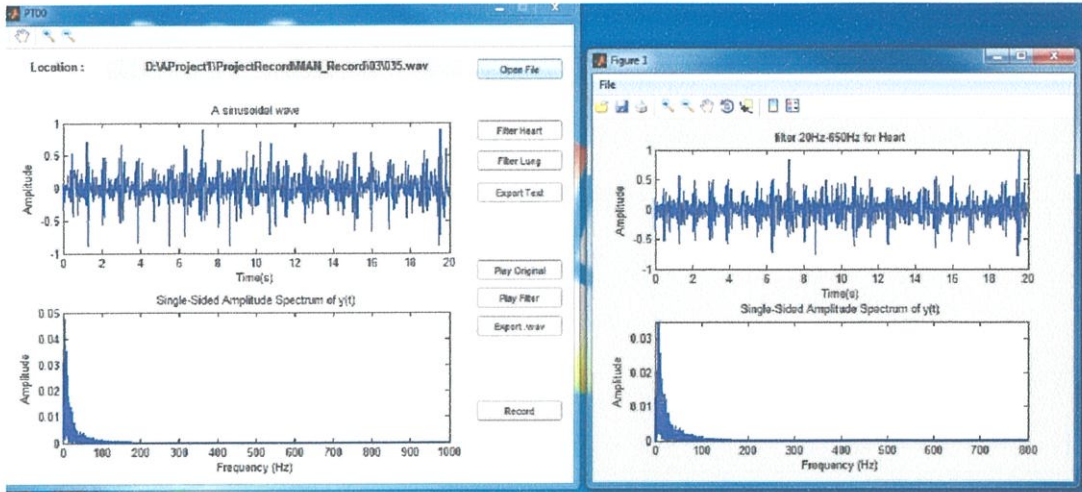
รูปที่ 4.31 ผลการทดลองจุดที่ 3 Mitral area ของผู้ชายคนที่ 3

จากรูปที่ 4.31 เปรียบเทียบระหว่างสัญญาณเสียงดั้งเดิมกับสัญญาณเสียงที่ผ่านการกรองความถี่แล้วของผู้ชายคนที่ 3 โดยกราฟบนเป็นสัญญาณเสียงในทางโดเมนเวลา และกราฟล่างเป็นการแสดงในทางโดเมนความถี่ของสัญญาณเสียง



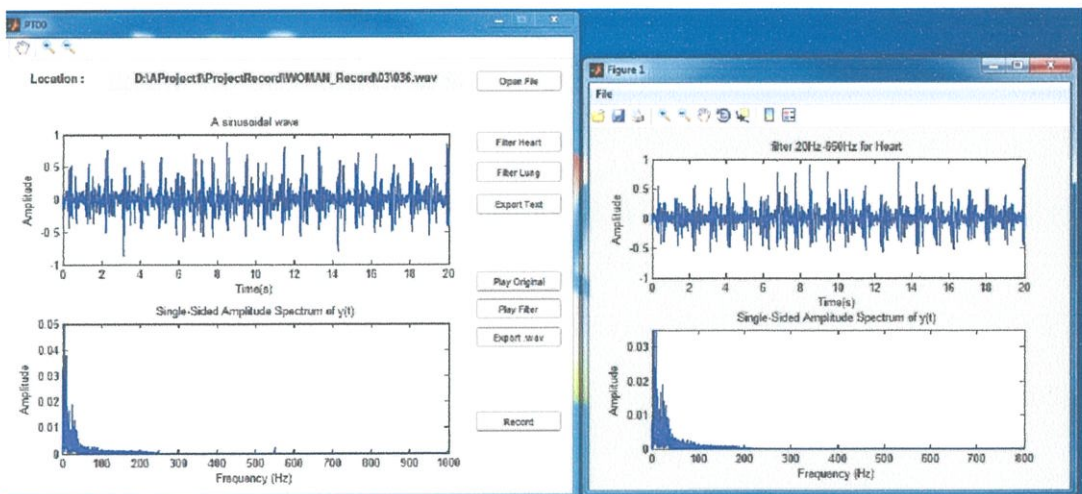
รูปที่ 4.32 ผลการทดลองจุดที่ 3 Mitral area ของผู้ชายคนที่ 4

จากรูปที่ 4.32 เปรียบเทียบระหว่างสัญญาณเสียงดั้งเดิมกับสัญญาณเสียงที่ผ่านการกรองความถี่แล้วของผู้ชายคนที่ 4 โดยกราฟบนเป็นสัญญาณเสียงในทางโดเมนเวลา และกราฟล่างเป็นการแสดงในทางโดเมนความถี่ของสัญญาณเสียง



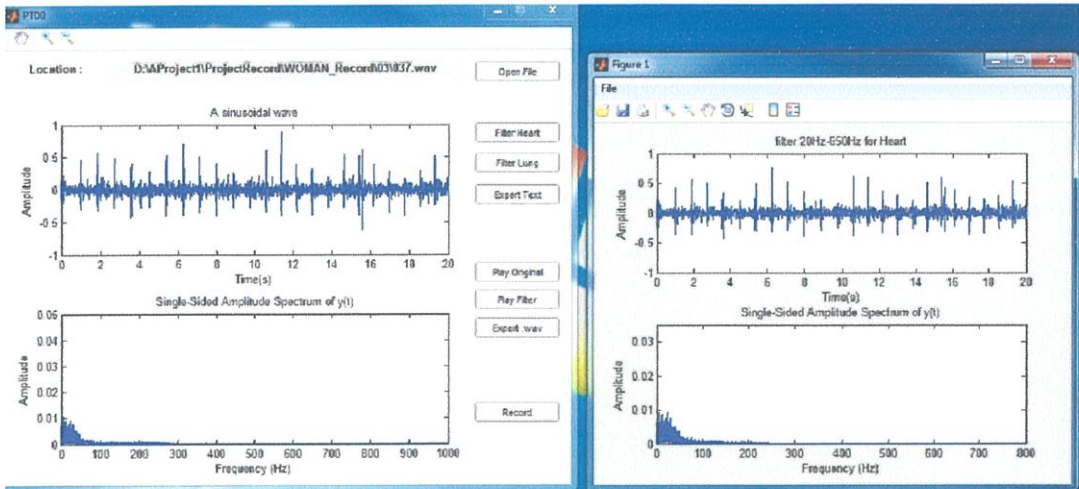
รูปที่ 4.33 ผลการทดลองจุดที่ 3 Mitral area ของผู้ชายคนที่ 5

จากรูปที่ 4.33 เปรียบเทียบระหว่างสัญญาณเสียงดั้งเดิมกับสัญญาณเสียงที่ผ่านการกรองความถี่แล้วของผู้ชายคนที่ 5 โดยกราฟบนเป็นสัญญาณเสียงในทางโดเมนเวลา และกราฟล่างเป็นการแสดงในทางโดเมนความถี่ของสัญญาณเสียง



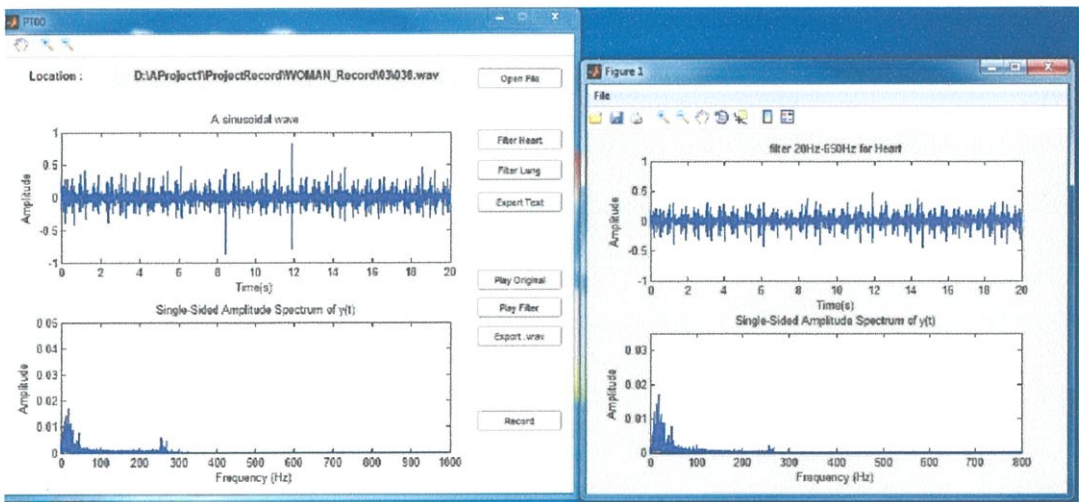
รูปที่ 4.34 ผลการทดลองจุดที่ 3 Mitral area ของผู้หญิงคนที่ 1

จากรูปที่ 4.34 เปรียบเทียบระหว่างสัญญาณเสียงดั้งเดิมกับสัญญาณเสียงที่ผ่านการกรองความถี่แล้วของผู้หญิงคนที่ 1 โดยกราฟบนเป็นสัญญาณเสียงในทางโดเมนเวลา และกราฟล่างเป็นการแสดงในทางโดเมนความถี่ของสัญญาณเสียง



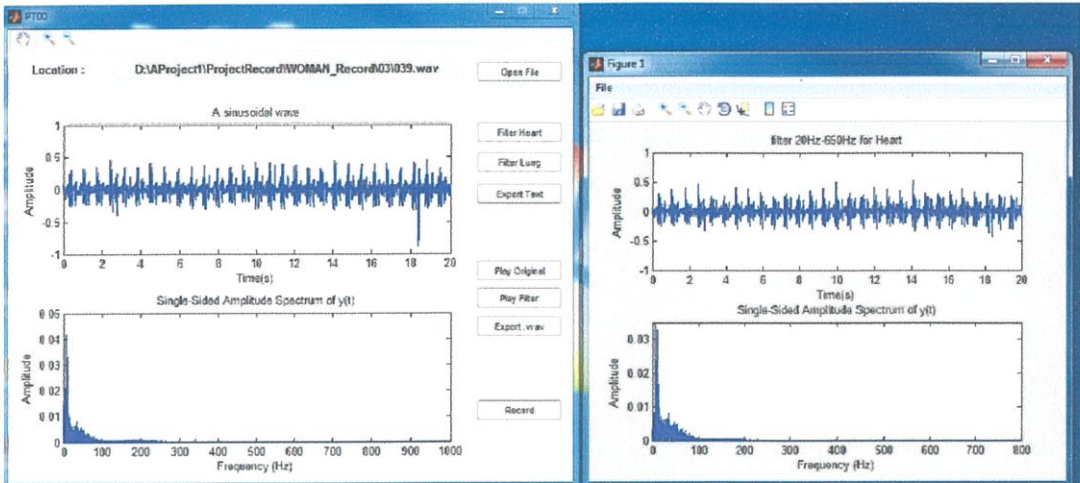
รูปที่ 4.35 ผลการทดลองจุดที่ 3 Mitral area ของผู้หญิงคนที่ 2

จากรูปที่ 4.35 เปรียบเทียบระหว่างสัญญาณเสียงดั้งเดิมกับสัญญาณเสียงที่ผ่านการกรองความถี่แล้วของผู้หญิงคนที่ 2 โดยกราฟบนเป็นสัญญาณเสียงในทางโดเมนเวลา และกราฟล่างเป็นการแสดงในทางโดเมนความถี่ของสัญญาณเสียง



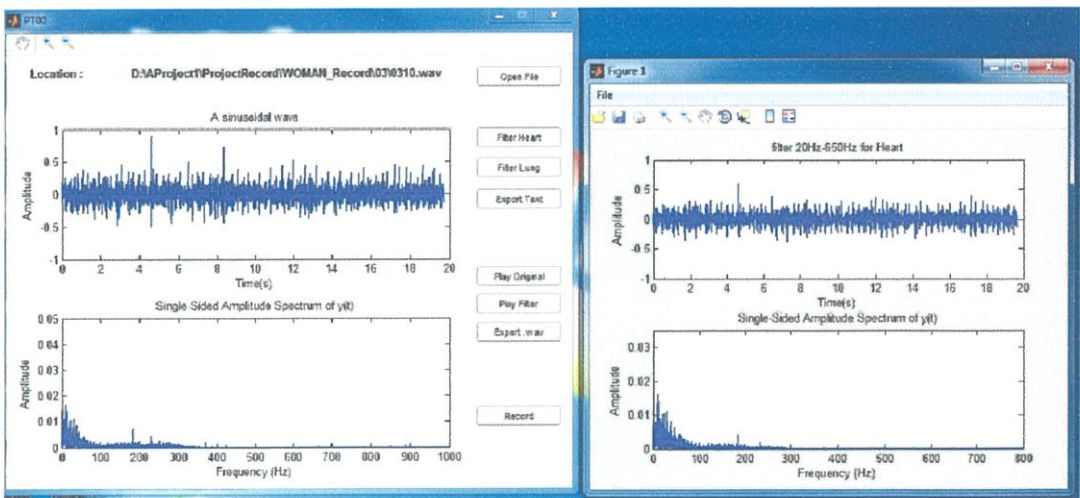
รูปที่ 4.36 ผลการทดลองจุดที่ 3 Mitral area ของผู้หญิงคนที่ 3

จากรูปที่ 4.36 เปรียบเทียบระหว่างสัญญาณเสียงดั้งเดิมกับสัญญาณเสียงที่ผ่านการกรองความถี่แล้วของผู้หญิงคนที่ 3 โดยกราฟบนเป็นสัญญาณเสียงในทางโดเมนเวลา และกราฟล่างเป็นการแสดงในทางโดเมนความถี่ของสัญญาณเสียง



รูปที่ 4.37 ผลการทดลองจุดที่ 3 Mitral area ของผู้หญิงคนที่ 4

จากรูปที่ 4.37 เปรียบเทียบระหว่างสัญญาณเสียงดั้งเดิมกับสัญญาณเสียงที่ผ่านการกรองความถี่แล้วของผู้หญิงคนที่ 4 โดยกราฟบนเป็นสัญญาณเสียงในทางโดเมนเวลา และกราฟล่างเป็นการแสดงในทางโดเมนความถี่ของสัญญาณเสียง

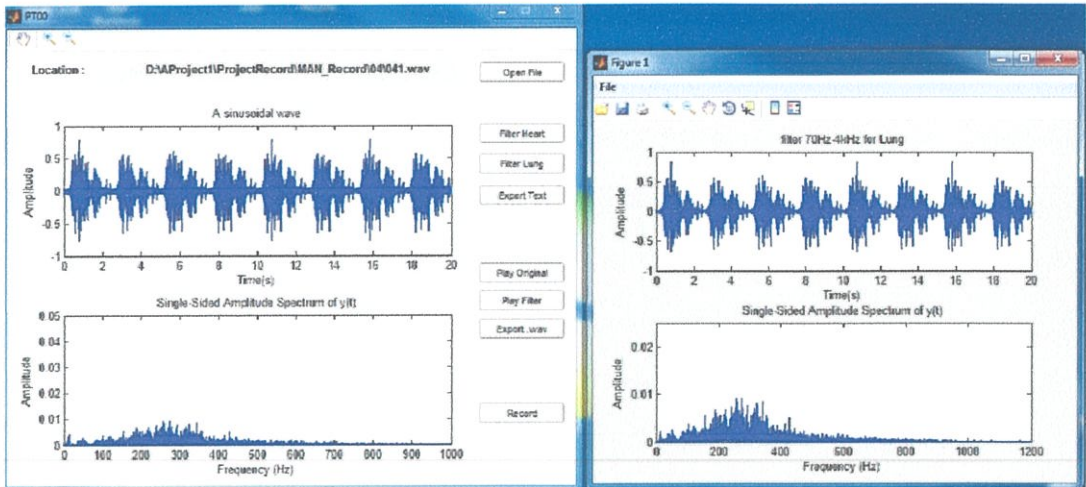


รูปที่ 4.38 ผลการทดลองจุดที่ 3 Mitral area ของผู้หญิงคนที่ 5

จากรูปที่ 4.38 เปรียบเทียบระหว่างสัญญาณเสียงดั้งเดิมกับสัญญาณเสียงที่ผ่านการกรองความถี่แล้วของผู้หญิงคนที่ 5 โดยกราฟบนเป็นสัญญาณเสียงในทางโดเมนเวลา และกราฟล่างเป็นการแสดงในทางโดเมนความถี่ของสัญญาณเสียง

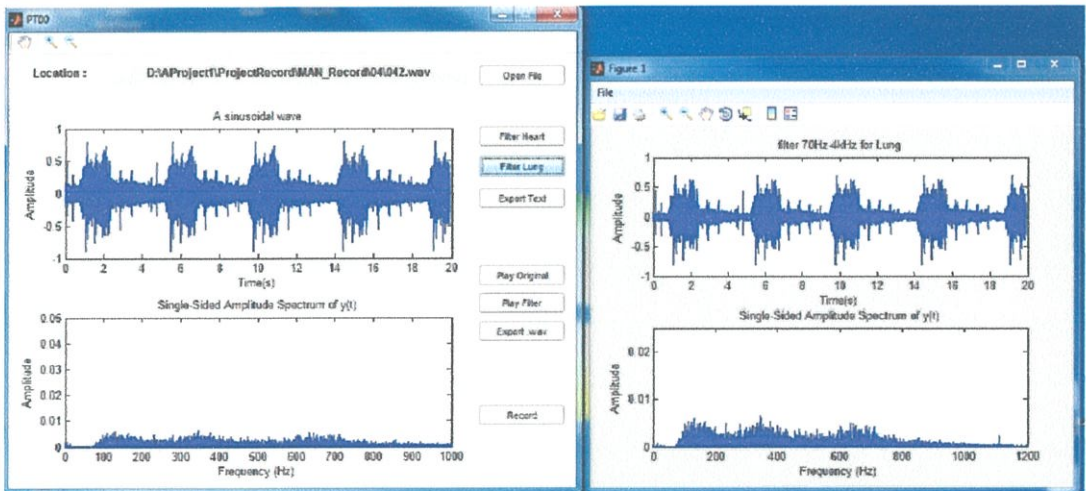
4.4.4 ผลจากจุดที่ 4 Trachea

ในการบันทึกจุดที่ 4 เป็นจุด Trachea โดยแบ่งชาย 5 คน และหญิง 5 คน



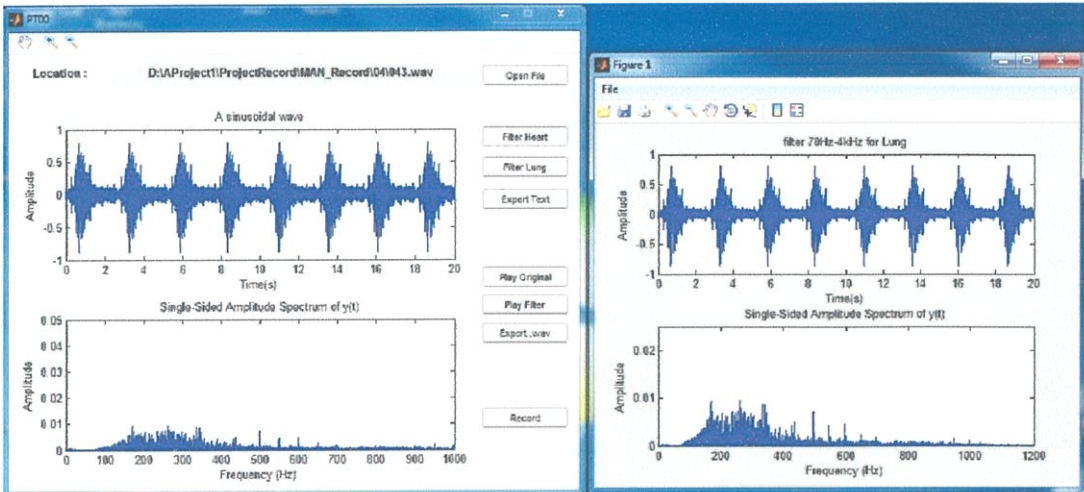
รูปที่ 4.39 ผลการทดลองจุดที่ 4 Trachea ของผู้ชายคนที่ 1

จากรูปที่ 4.39 เปรียบเทียบระหว่างสัญญาณเสียงดั้งเดิมกับสัญญาณเสียงที่ผ่านการกรองความถี่แล้วของผู้ชายคนที่ 1 โดยกราฟบนเป็นสัญญาณเสียงในทางโดเมนเวลา และกราฟล่างเป็นการแสดงในทางโดเมนความถี่ของสัญญาณเสียง



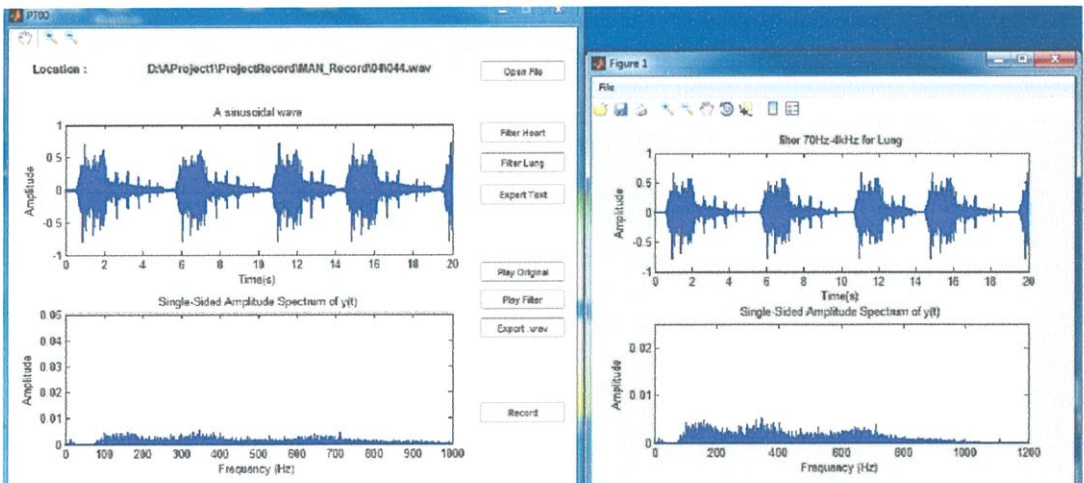
รูปที่ 4.40 ผลการทดลองจุดที่ 4 Trachea ของผู้ชายคนที่ 2

จากรูปที่ 4.40 เปรียบเทียบระหว่างสัญญาณเสียงดั้งเดิมกับสัญญาณเสียงที่ผ่านการกรองความถี่แล้วของผู้ชายคนที่ 2 โดยกราฟบนเป็นสัญญาณเสียงในทางโดเมนเวลา และกราฟล่างเป็นการแสดงในทางโดเมนความถี่ของสัญญาณเสียง



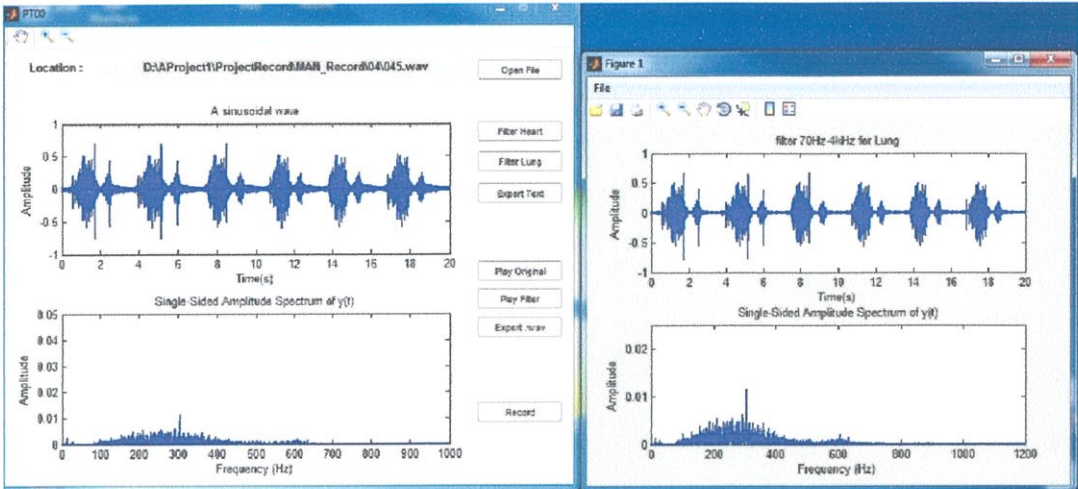
รูปที่ 4.41 ผลการทดลองจุดที่ 4 Trachea ของผู้ชายคนที่ 3

จากรูปที่ 4.41 เปรียบเทียบระหว่างสัญญาณเสียงดั้งเดิมกับสัญญาณเสียงที่ผ่านการกรองความถี่แล้วของผู้ชายคนที่ 3 โดยกราฟบนเป็นสัญญาณเสียงในทางโดเมนเวลา และกราฟล่างเป็นการแสดงในทางโดเมนความถี่ของสัญญาณเสียง



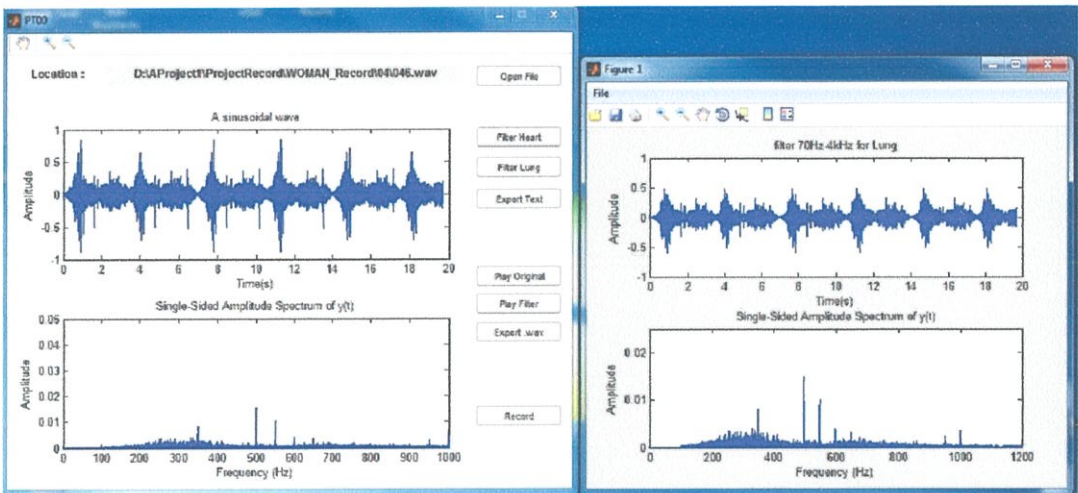
รูปที่ 4.42 ผลการทดลองจุดที่ 4 Trachea ของผู้ชายคนที่ 4

จากรูปที่ 4.42 เปรียบเทียบระหว่างสัญญาณเสียงดั้งเดิมกับสัญญาณเสียงที่ผ่านการกรองความถี่แล้วของผู้ชายคนที่ 4 โดยกราฟบนเป็นสัญญาณเสียงในทางโดเมนเวลา และกราฟล่างเป็นการแสดงในทางโดเมนความถี่ของสัญญาณเสียง



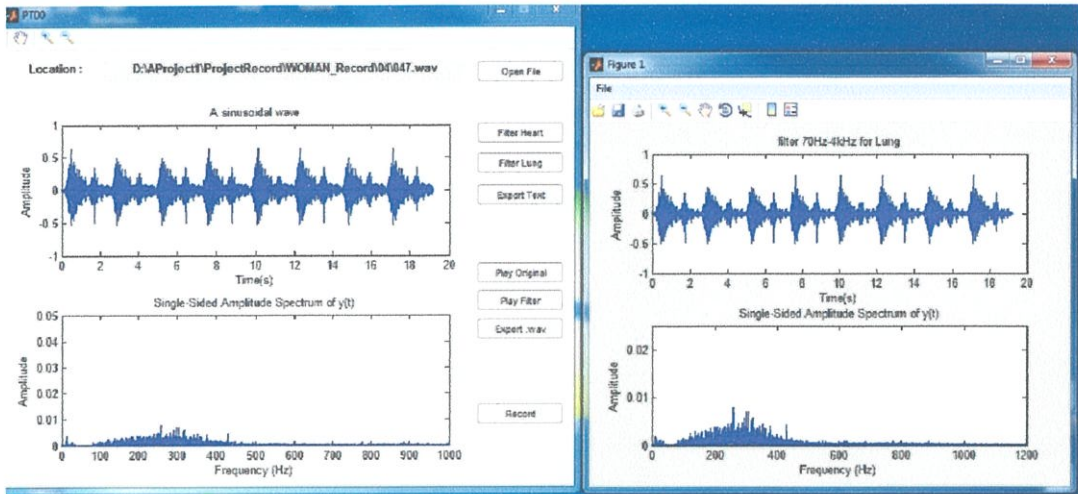
รูปที่ 4.43 ผลการทดลองจุดที่ 4 Trachea ของผู้ชายคนที่ 5

จากรูปที่ 4.43 เปรียบเทียบระหว่างสัญญาณเสียงดั้งเดิมกับสัญญาณเสียงที่ผ่านการกรองความถี่แล้วของผู้ชายคนที่ 5 โดยกราฟบนเป็นสัญญาณเสียงในทางโดเมนเวลา และกราฟล่างเป็นการแสดงในทางโดเมนความถี่ของสัญญาณเสียง



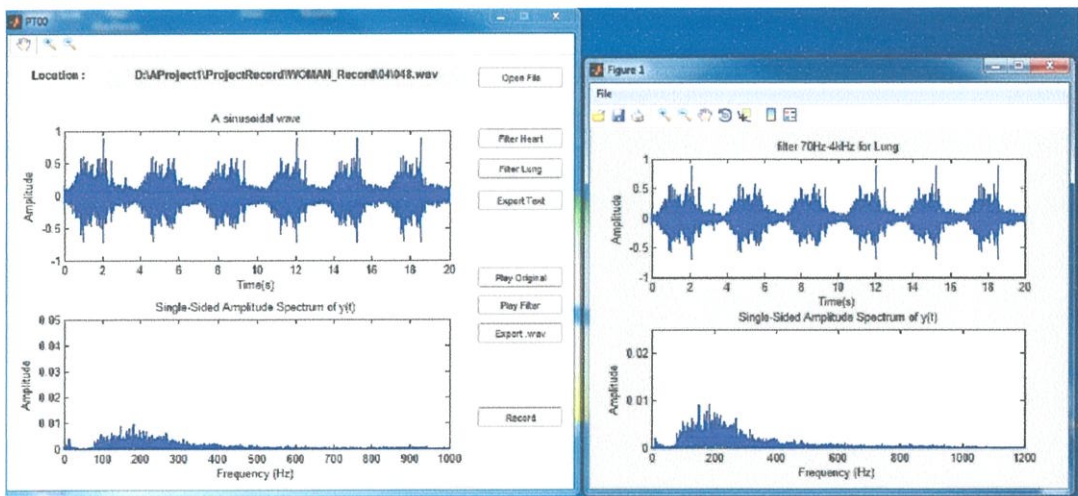
รูปที่ 4.44 ผลการทดลองจุดที่ 4 Trachea ของผู้หญิงคนที่ 1

จากรูปที่ 4.44 เปรียบเทียบระหว่างสัญญาณเสียงดั้งเดิมกับสัญญาณเสียงที่ผ่านการกรองความถี่แล้วของผู้หญิงคนที่ 1 โดยกราฟบนเป็นสัญญาณเสียงในทางโดเมนเวลา และกราฟล่างเป็นการแสดงในทางโดเมนความถี่ของสัญญาณเสียง



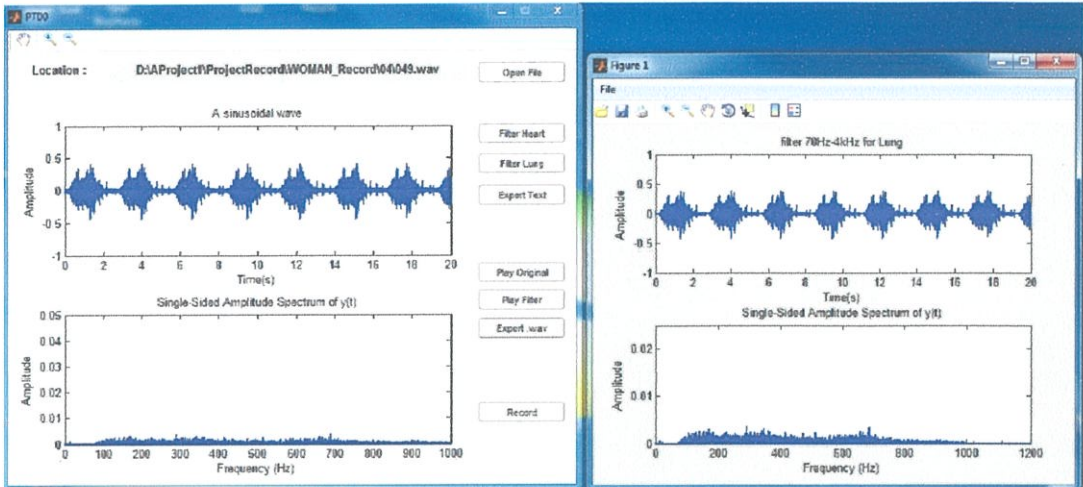
รูปที่ 4.45 ผลการทดลองจุดที่ 4 Trachea ของผู้หญิงคนที่ 2

จากรูปที่ 4.45 เปรียบเทียบระหว่างสัญญาณเสียงดั้งเดิมกับสัญญาณเสียงที่ผ่านการกรองความถี่แล้วของผู้หญิงคนที่ 2 โดยกราฟบนเป็นสัญญาณเสียงในทางโดเมนเวลา และกราฟล่างเป็นการแสดงในทางโดเมนความถี่ของสัญญาณเสียง



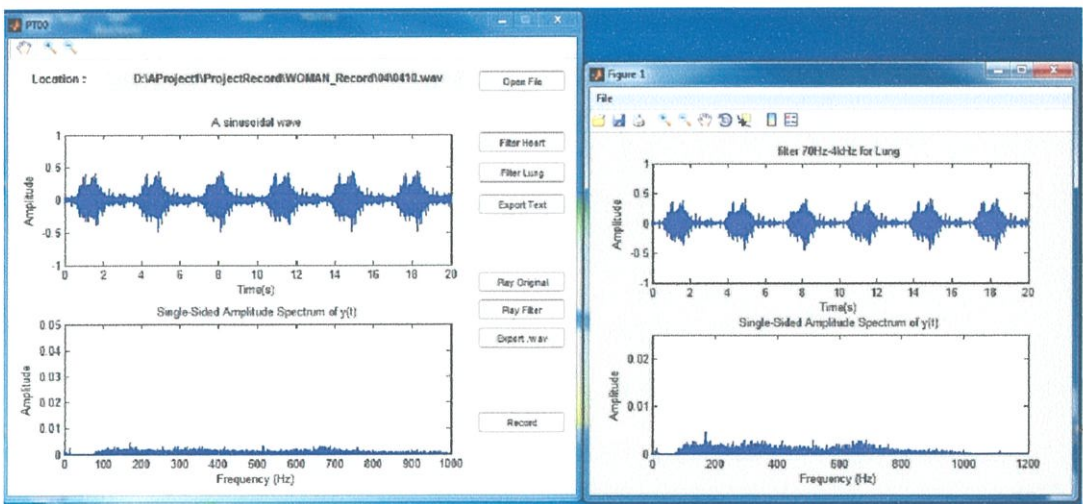
รูปที่ 4.46 ผลการทดลองจุดที่ 4 Trachea ของผู้หญิงคนที่ 3

จากรูปที่ 4.46 เปรียบเทียบระหว่างสัญญาณเสียงดั้งเดิมกับสัญญาณเสียงที่ผ่านการกรองความถี่แล้วของผู้หญิงคนที่ 3 โดยกราฟบนเป็นสัญญาณเสียงในทางโดเมนเวลา และกราฟล่างเป็นการแสดงในทางโดเมนความถี่ของสัญญาณเสียง



รูปที่ 4.47 ผลการทดลองจุดที่ 4 Trachea ของผู้หญิงคนที่ 4

จากรูปที่ 4.47 เปรียบเทียบระหว่างสัญญาณเสียงดั้งเดิมกับสัญญาณเสียงที่ผ่านการกรองความถี่แล้วของผู้หญิงคนที่ 4 โดยกราฟบนเป็นสัญญาณเสียงในทางโดเมนเวลา และกราฟล่างเป็นการแสดงในทางโดเมนความถี่ของสัญญาณเสียง

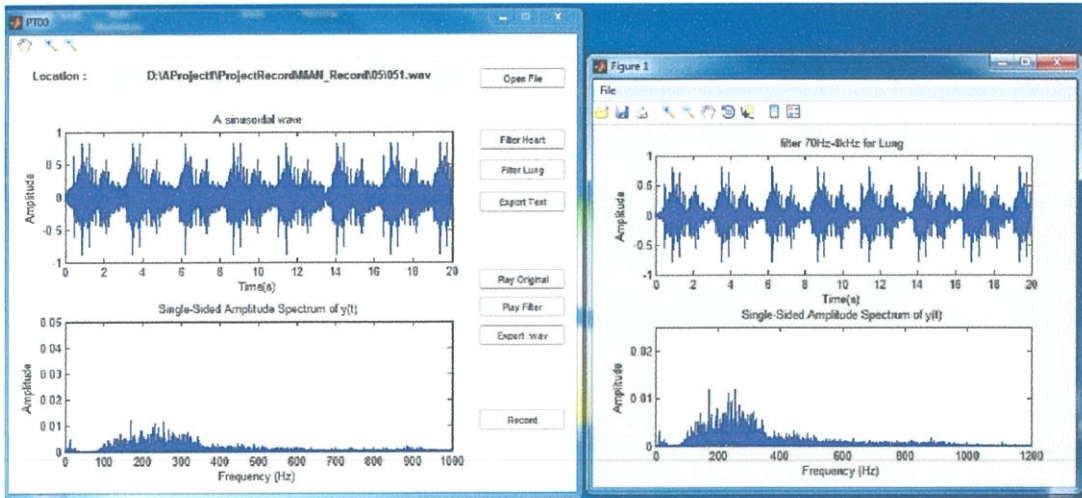


รูปที่ 4.48 ผลการทดลองจุดที่ 4 Trachea ของผู้หญิงคนที่ 5

จากรูปที่ 4.48 เปรียบเทียบระหว่างสัญญาณเสียงดั้งเดิมกับสัญญาณเสียงที่ผ่านการกรองความถี่แล้วของผู้หญิงคนที่ 5 โดยกราฟบนเป็นสัญญาณเสียงในทางโดเมนเวลา และกราฟล่างเป็นการแสดงในทางโดเมนความถี่ของสัญญาณเสียง

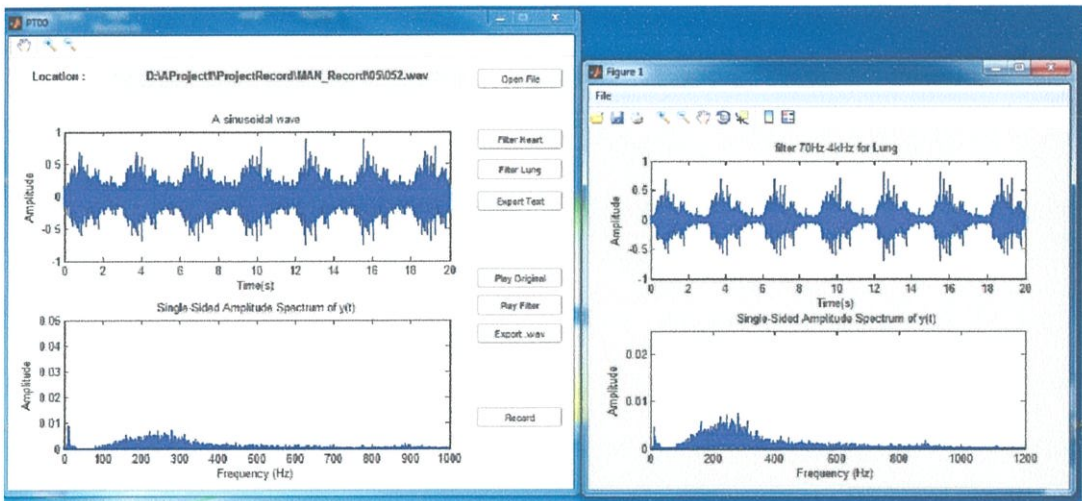
4.4.5 ผลจากจุดที่ 5 Upper right lobe

ในการบันทึกจุดที่ 5 เป็นจุด Upper right lobe โดยแบ่งชาย 5 คน และหญิง 5 คน



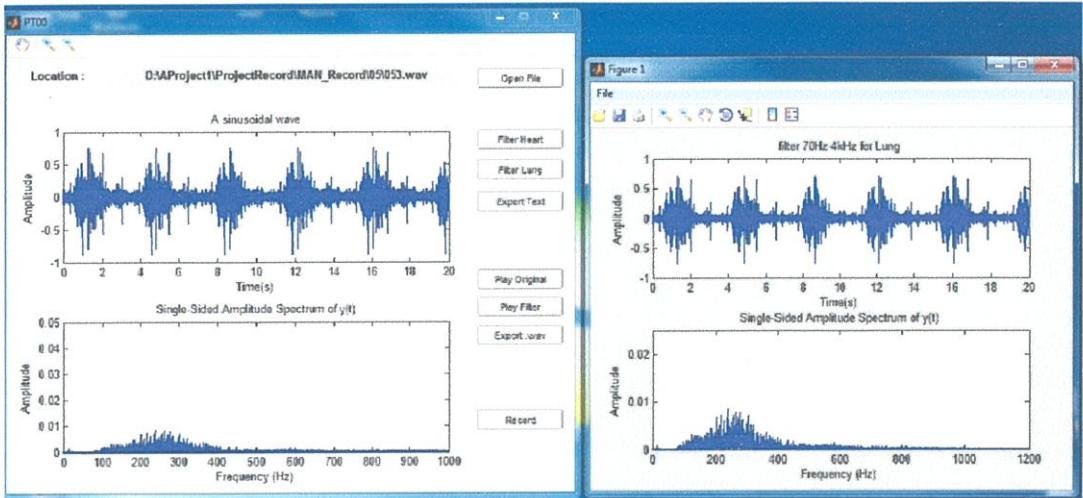
รูปที่ 4.49 ผลการทดลองจุดที่ 5 Upper right lobe ของผู้ชายคนที่ 1

จากรูปที่ 4.49 เปรียบเทียบระหว่างสัญญาณเสียงดั้งเดิมกับสัญญาณเสียงที่ผ่านการกรองความถี่แล้วของผู้ชายคนที่ 1 โดยกราฟบนเป็นสัญญาณเสียงในทางโดเมนเวลา และกราฟล่างเป็นการแสดงในทางโดเมนความถี่ของสัญญาณเสียง



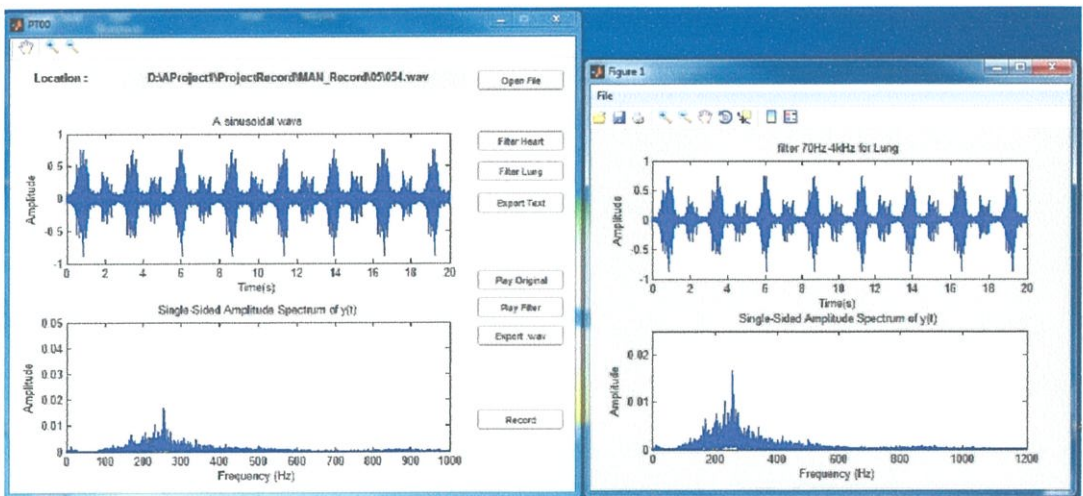
รูปที่ 4.50 ผลการทดลองจุดที่ 5 Upper right lobe ของผู้ชายคนที่ 2

จากรูปที่ 4.50 เปรียบเทียบระหว่างสัญญาณเสียงดั้งเดิมกับสัญญาณเสียงที่ผ่านการกรองความถี่แล้วของผู้ชายคนที่ 2 โดยกราฟบนเป็นสัญญาณเสียงในทางโดเมนเวลา และกราฟล่างเป็นการแสดงในทางโดเมนความถี่ของสัญญาณเสียง



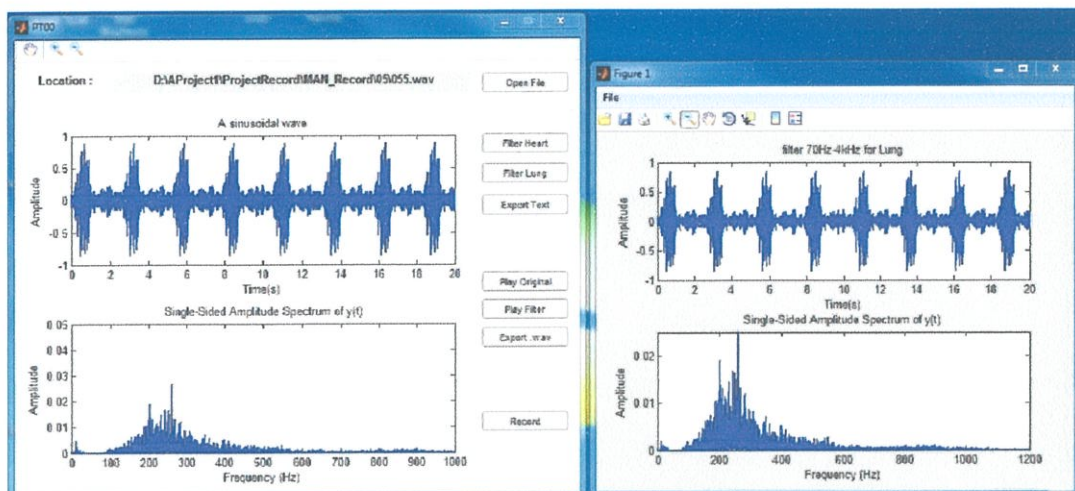
รูปที่ 4.51 ผลการทดลองจุดที่ 5 Upper right lobe ของผู้ชายคนที่ 3

จากรูปที่ 4.51 เปรียบเทียบระหว่างสัญญาณเสียงดั้งเดิมกับสัญญาณเสียงที่ผ่านการกรองความถี่แล้วของผู้ชายคนที่ 3 โดยกราฟบนเป็นสัญญาณเสียงในทางโดเมนเวลา และกราฟล่างเป็นการแสดงในทางโดเมนความถี่ของสัญญาณเสียง



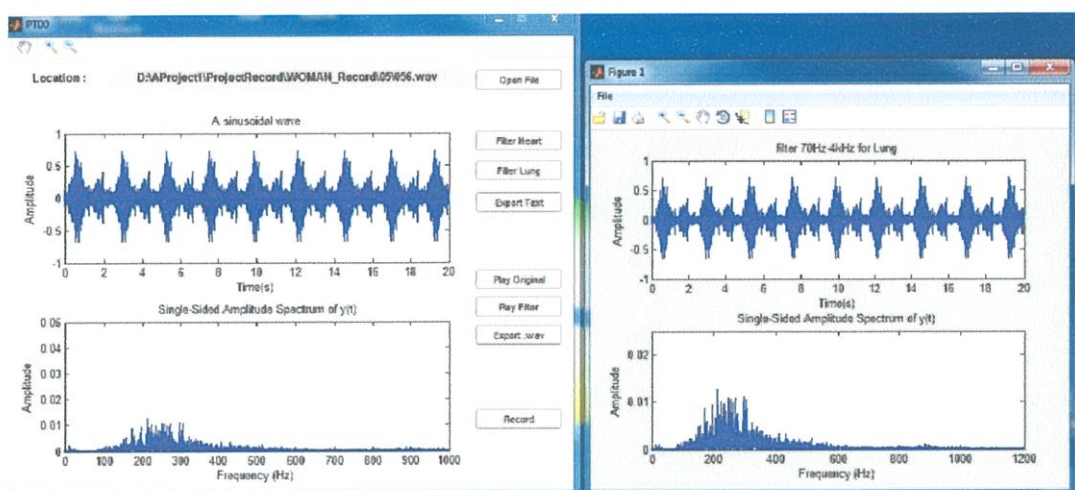
รูปที่ 4.52 ผลการทดลองจุดที่ 5 Upper right lobe ของผู้ชายคนที่ 4

จากรูปที่ 4.52 เปรียบเทียบระหว่างสัญญาณเสียงดั้งเดิมกับสัญญาณเสียงที่ผ่านการกรองความถี่แล้วของผู้ชายคนที่ 4 โดยกราฟบนเป็นสัญญาณเสียงในทางโดเมนเวลา และกราฟล่างเป็นการแสดงในทางโดเมนความถี่ของสัญญาณเสียง



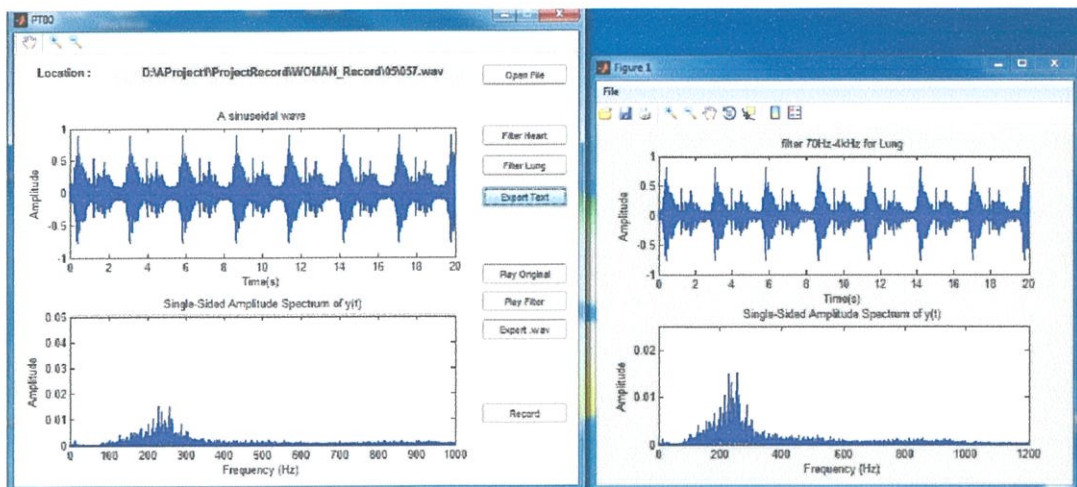
รูปที่ 4.53 ผลการทดลองจุดที่ 5 Upper right lobe ของผู้ชายคนที่ 5

จากรูปที่ 4.53 เปรียบเทียบระหว่างสัญญาณเสียงดั้งเดิมกับสัญญาณเสียงที่ผ่านการกรองความถี่แล้วของผู้ชายคนที่ 5 โดยกราฟบนเป็นสัญญาณเสียงในทางโดเมนเวลา และกราฟล่างเป็นการแสดงในทางโดเมนความถี่ของสัญญาณเสียง



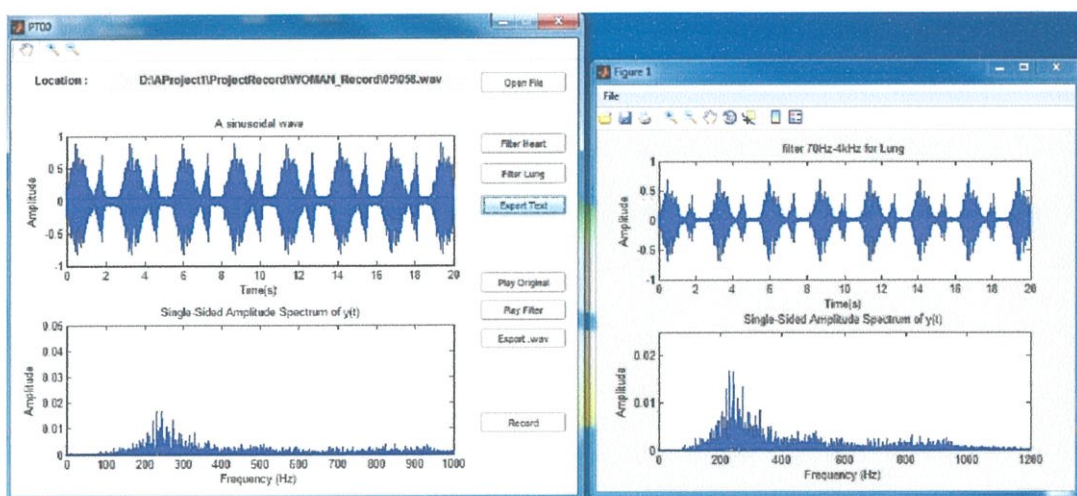
รูปที่ 4.54 ผลการทดลองจุดที่ 5 Upper right lobe ของผู้หญิงคนที่ 1

จากรูปที่ 4.54 เปรียบเทียบระหว่างสัญญาณเสียงดั้งเดิมกับสัญญาณเสียงที่ผ่านการกรองความถี่แล้วของผู้หญิงคนที่ 1 โดยกราฟบนเป็นสัญญาณเสียงในทางโดเมนเวลา และกราฟล่างเป็นการแสดงในทางโดเมนความถี่ของสัญญาณเสียง



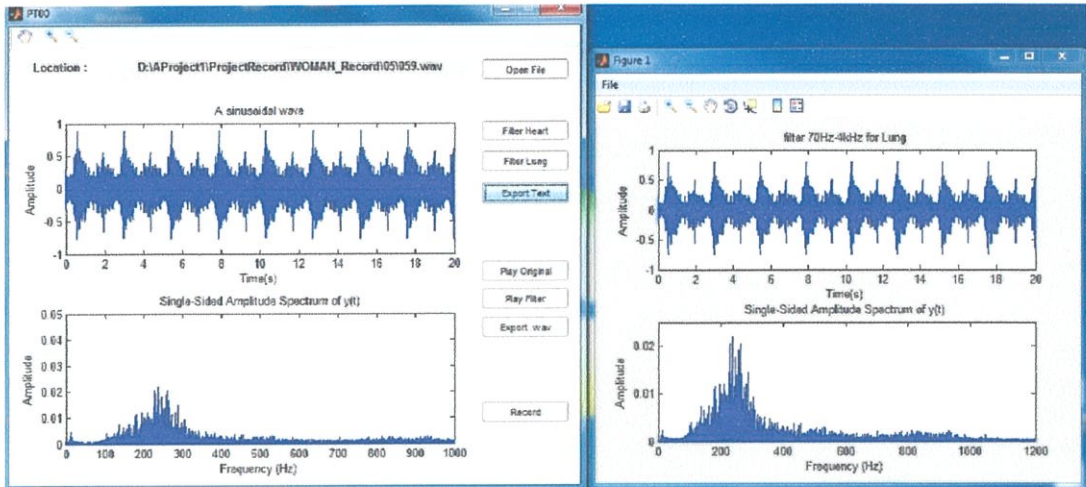
รูปที่ 4.55 ผลการทดลองจุดที่ 5 Upper right lobe ของผู้หญิงคนที่ 2

จากรูปที่ 4.55 เปรียบเทียบระหว่างสัญญาณเสียงดั้งเดิมกับสัญญาณเสียงที่ผ่านการกรองความถี่แล้วของผู้หญิงคนที่ 2 โดยกราฟบนเป็นสัญญาณเสียงในทางโดเมนเวลา และกราฟล่างเป็นการแสดงในทางโดเมนความถี่ของสัญญาณเสียง



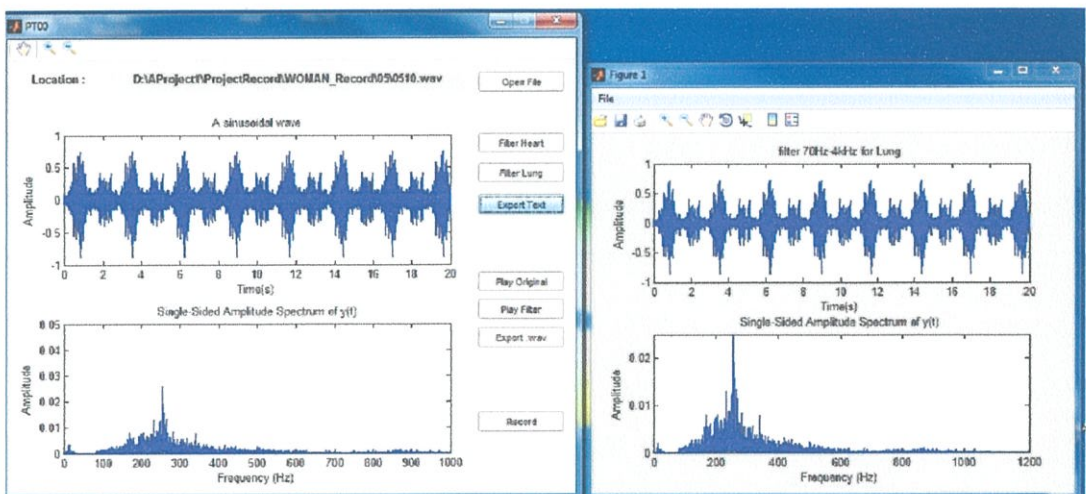
รูปที่ 4.56 ผลการทดลองจุดที่ 5 Upper right lobe ของผู้หญิงคนที่ 3

จากรูปที่ 4.56 เปรียบเทียบระหว่างสัญญาณเสียงดั้งเดิมกับสัญญาณเสียงที่ผ่านการกรองความถี่แล้วของผู้หญิงคนที่ 3 โดยกราฟบนเป็นสัญญาณเสียงในทางโดเมนเวลา และกราฟล่างเป็นการแสดงในทางโดเมนความถี่ของสัญญาณเสียง



รูปที่ 4.57 ผลการทดลองจุดที่ 5 Upper right lobe ของผู้หญิงคนที่ 4

จากรูปที่ 4.57 เปรียบเทียบระหว่างสัญญาณเสียงดั้งเดิมกับสัญญาณเสียงที่ผ่านการกรองความถี่แล้วของผู้หญิงคนที่ 4 โดยกราฟบนเป็นสัญญาณเสียงในทางโดเมนเวลา และกราฟล่างเป็นการแสดงในทางโดเมนความถี่ของสัญญาณเสียง

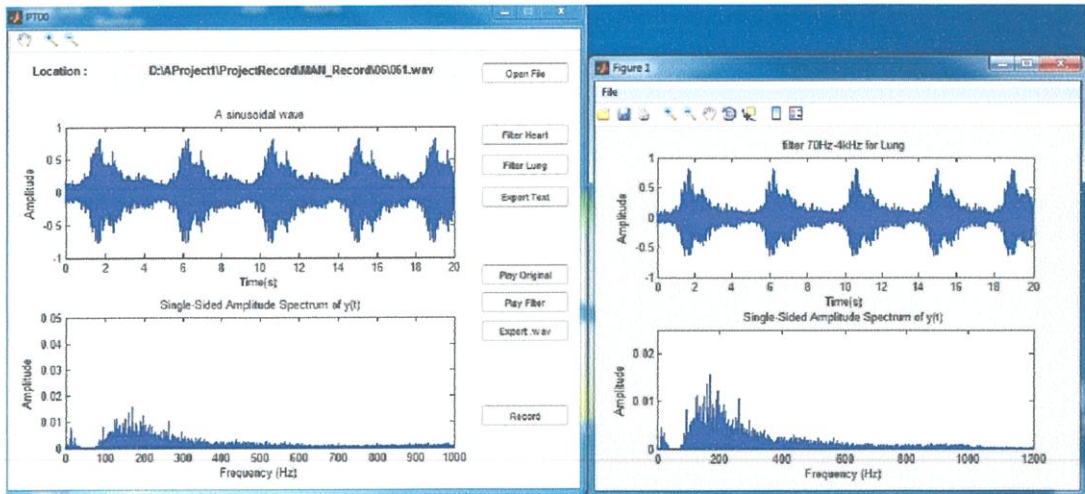


รูปที่ 4.58 ผลการทดลองจุดที่ 5 Upper right lobe ของผู้หญิงคนที่ 5

จากรูปที่ 4.58 เปรียบเทียบระหว่างสัญญาณเสียงดั้งเดิมกับสัญญาณเสียงที่ผ่านการกรองความถี่แล้วของผู้หญิงคนที่ 5 โดยกราฟบนเป็นสัญญาณเสียงในทางโดเมนเวลา และกราฟล่างเป็นการแสดงในทางโดเมนความถี่ของสัญญาณเสียง

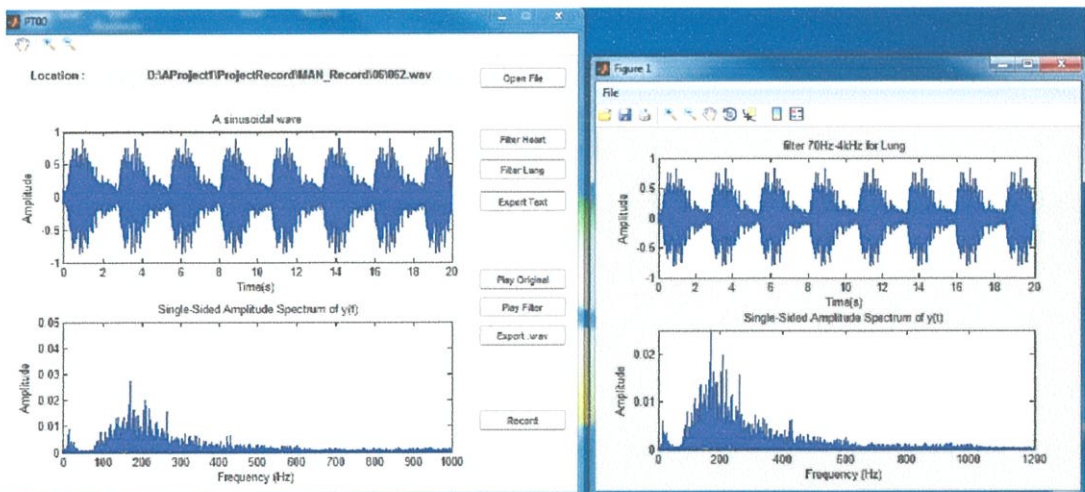
4.4.6 ผลจากจุดที่ 6 Upper left lobe

ในการบันทึกจุดที่ 6 เป็นจุด Upper left lobe โดยแบ่งชาย 5 คน และหญิง 5 คน



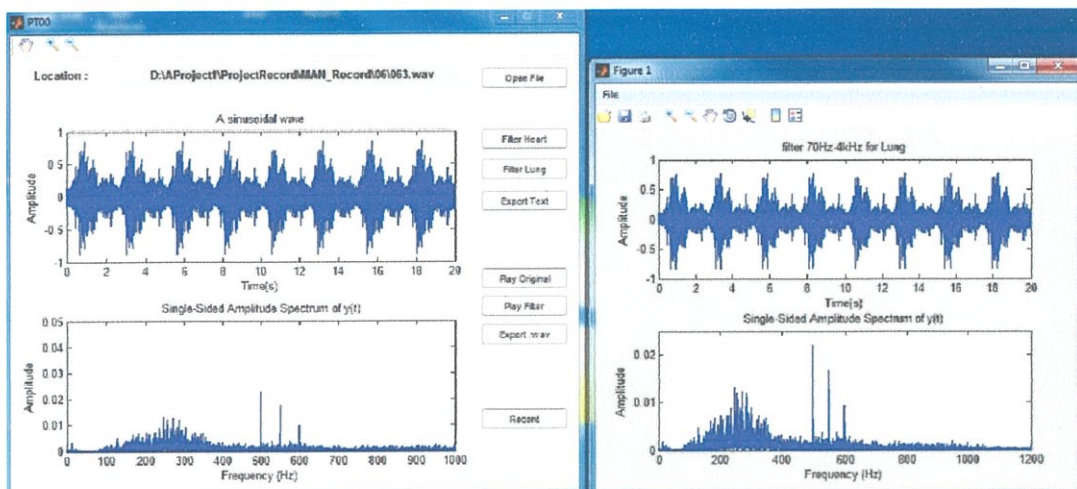
รูปที่ 4.59 ผลการทดลองจุดที่ 6 Upper left lobe ของผู้ชายคนที่ 1

จากรูปที่ 4.59 เปรียบเทียบระหว่างสัญญาณเสียงดั้งเดิมกับสัญญาณเสียงที่ผ่านการกรองความถี่แล้วของผู้ชายคนที่ 1 โดยกราฟบนเป็นสัญญาณเสียงในทางโดเมนเวลา และกราฟล่างเป็นการแสดงในทางโดเมนความถี่ของสัญญาณเสียง



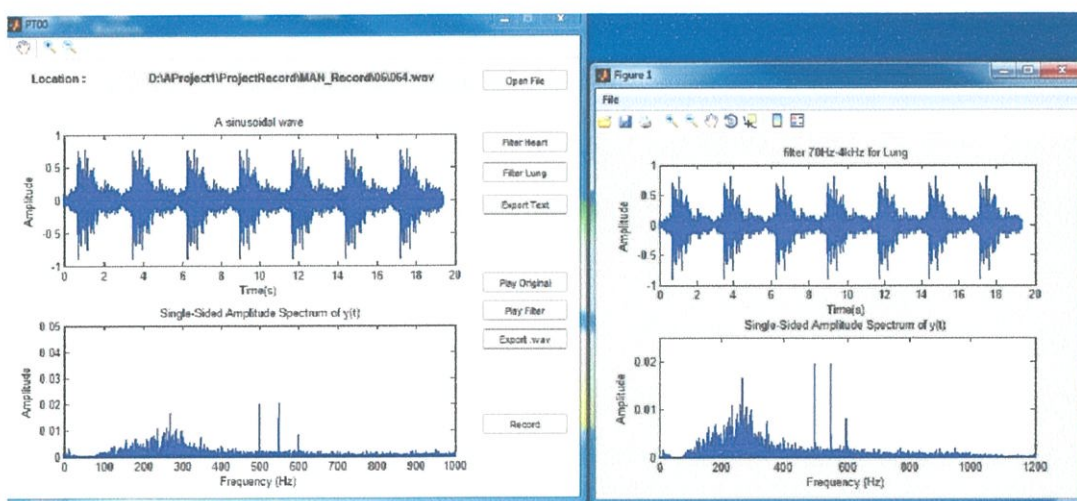
รูปที่ 4.60 ผลการทดลองจุดที่ 6 Upper left lobe ของผู้ชายคนที่ 2

จากรูปที่ 4.60 เปรียบเทียบระหว่างสัญญาณเสียงดั้งเดิมกับสัญญาณเสียงที่ผ่านการกรองความถี่แล้วของผู้ชายคนที่ 2 โดยกราฟบนเป็นสัญญาณเสียงในทางโดเมนเวลา และกราฟล่างเป็นการแสดงในทางโดเมนความถี่ของสัญญาณเสียง



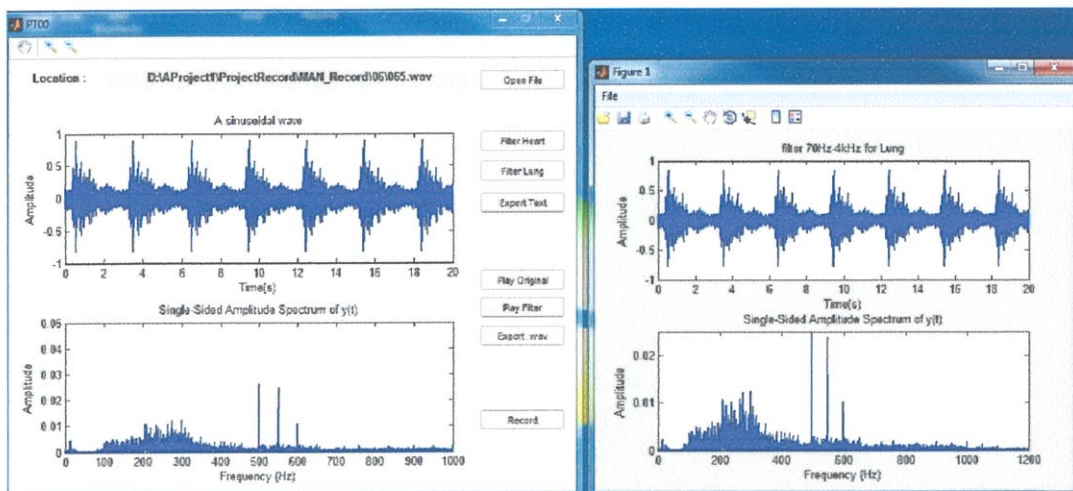
รูปที่ 4.61 ผลการทดลองจุดที่ 6 Upper left lobe ของผู้ชายคนที่ 3

จากรูปที่ 4.61 เปรียบเทียบระหว่างสัญญาณเสียงดั้งเดิมกับสัญญาณเสียงที่ผ่านการกรองความถี่แล้วของผู้ชายคนที่ 3 โดยกราฟบนเป็นสัญญาณเสียงในทางโดเมนเวลา และกราฟล่างเป็นการแสดงในทางโดเมนความถี่ของสัญญาณเสียง



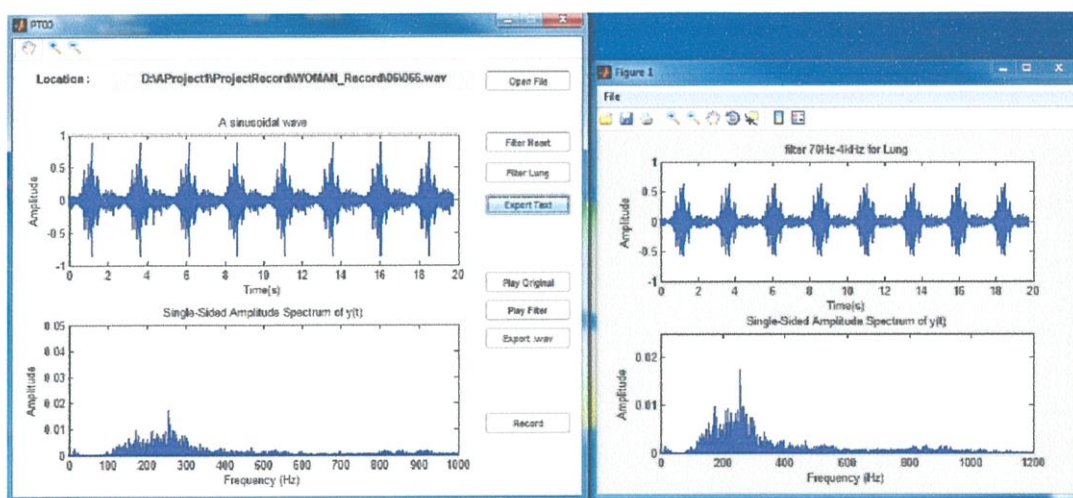
รูปที่ 4.62 ผลการทดลองจุดที่ 6 Upper left lobe ของผู้ชายคนที่ 4

จากรูปที่ 4.62 เปรียบเทียบระหว่างสัญญาณเสียงดั้งเดิมกับสัญญาณเสียงที่ผ่านการกรองความถี่แล้วของผู้ชายคนที่ 4 โดยกราฟบนเป็นสัญญาณเสียงในทางโดเมนเวลา และกราฟล่างเป็นการแสดงในทางโดเมนความถี่ของสัญญาณเสียง



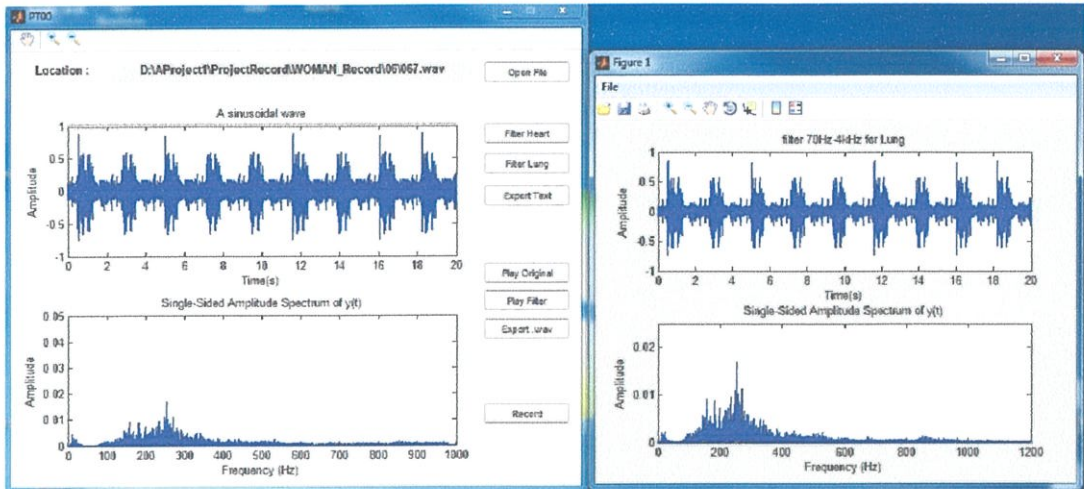
รูปที่ 4.63 ผลการทดลองจุดที่ 6 Upper left lobe ของผู้ชายคนที่ 5

จากรูปที่ 4.63 เปรียบเทียบระหว่างสัญญาณเสียงดั้งเดิมกับสัญญาณเสียงที่ผ่านการกรองความถี่แล้วของผู้ชายคนที่ 5 โดยกราฟบนเป็นสัญญาณเสียงในทางโดเมนเวลา และกราฟล่างเป็นการแสดงในทางโดเมนความถี่ของสัญญาณเสียง



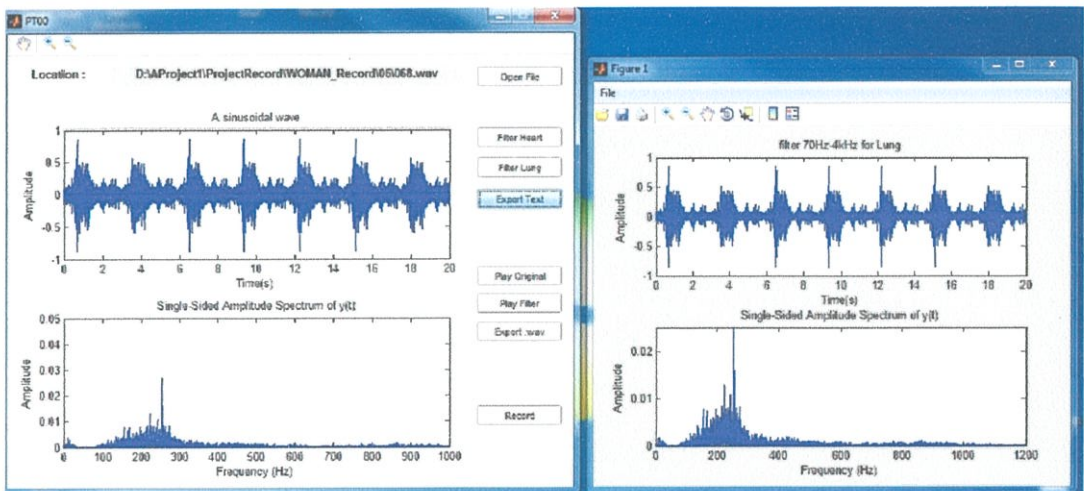
รูปที่ 4.64 ผลการทดลองจุดที่ 6 Upper left lobe ของผู้หญิงคนที่ 1

จากรูปที่ 4.64 เปรียบเทียบระหว่างสัญญาณเสียงดั้งเดิมกับสัญญาณเสียงที่ผ่านการกรองความถี่แล้วของผู้หญิงคนที่ 1 โดยกราฟบนเป็นสัญญาณเสียงในทางโดเมนเวลา และกราฟล่างเป็นการแสดงในทางโดเมนความถี่ของสัญญาณเสียง



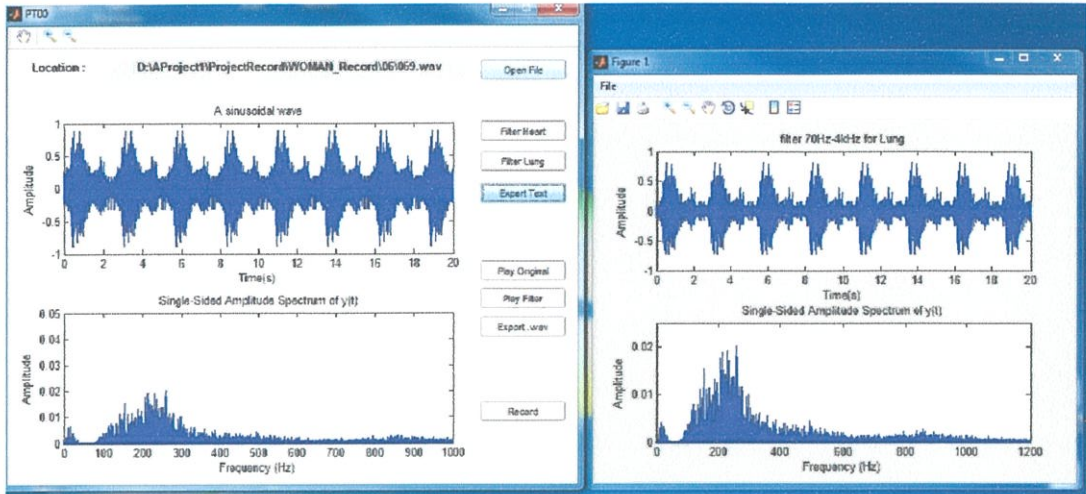
รูปที่ 4.65 ผลการทดลองจุดที่ 6 Upper left lobe ของผู้หญิงคนที่ 2

จากรูปที่ 4.65 เปรียบเทียบระหว่างสัญญาณเสียงดั้งเดิมกับสัญญาณเสียงที่ผ่านการกรองความถี่แล้วของผู้หญิงคนที่ 2 โดยกราฟบนเป็นสัญญาณเสียงในทางโดเมนเวลา และกราฟล่างเป็นการแสดงในทางโดเมนความถี่ของสัญญาณเสียง



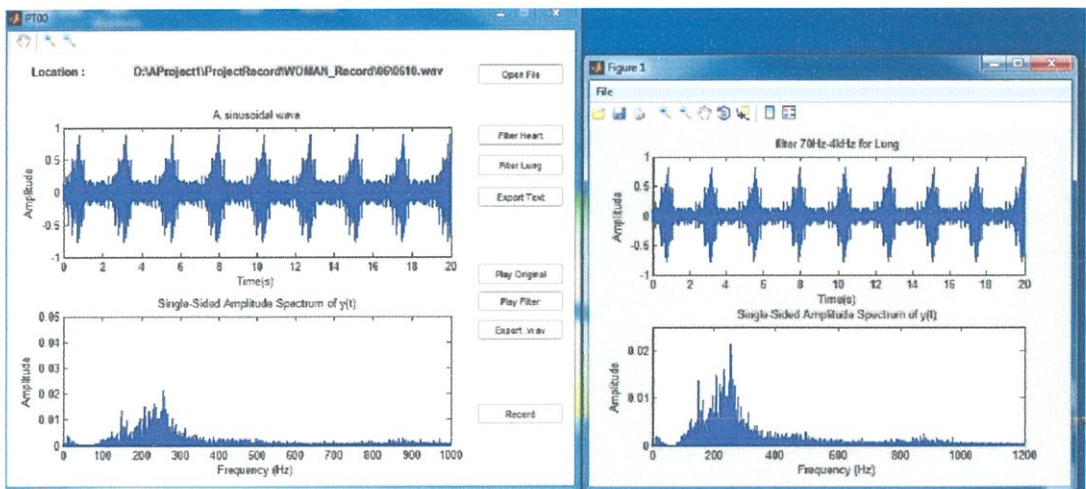
รูปที่ 4.66 ผลการทดลองจุดที่ 6 Upper left lobe ของผู้หญิงคนที่ 3

จากรูปที่ 4.66 เปรียบเทียบระหว่างสัญญาณเสียงดั้งเดิมกับสัญญาณเสียงที่ผ่านการกรองความถี่แล้วของผู้หญิงคนที่ 3 โดยกราฟบนเป็นสัญญาณเสียงในทางโดเมนเวลา และกราฟล่างเป็นการแสดงในทางโดเมนความถี่ของสัญญาณเสียง



รูปที่ 4.67 ผลการทดลองจุดที่ 6 Upper left lobe ของผู้หญิงคนที่ 4

จากรูปที่ 4.67 เปรียบเทียบระหว่างสัญญาณเสียงดั้งเดิมกับสัญญาณเสียงที่ผ่านการกรองความถี่แล้วของผู้หญิงคนที่ 4 โดยกราฟบนเป็นสัญญาณเสียงในทางโดเมนเวลา และกราฟล่างเป็นการแสดงในทางโดเมนความถี่ของสัญญาณเสียง



รูปที่ 4.68 ผลการทดลองจุดที่ 6 Upper left lobe ของผู้หญิงคนที่ 5

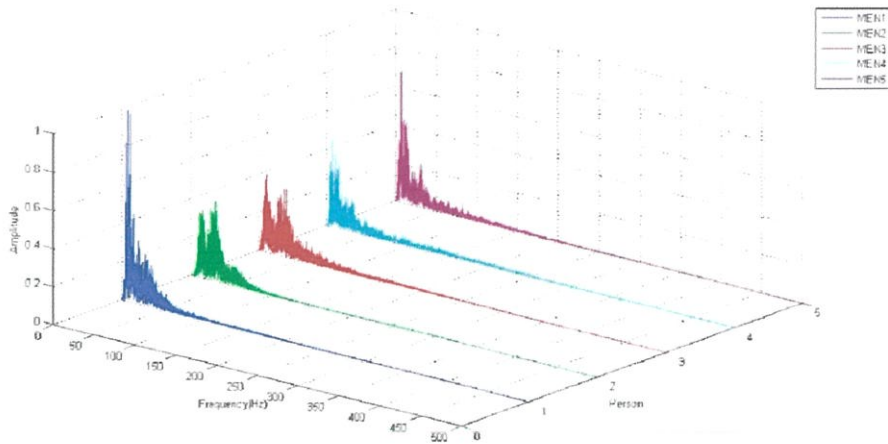
จากรูปที่ 4.68 เปรียบเทียบระหว่างสัญญาณเสียงดั้งเดิมกับสัญญาณเสียงที่ผ่านการกรองความถี่แล้วของผู้หญิงคนที่ 5 โดยกราฟบนเป็นสัญญาณเสียงในทางโดเมนเวลา และกราฟล่างเป็นการแสดงในทางโดเมนความถี่ของสัญญาณเสียง

4.5 วิเคราะห์ผลการทดลอง

จากผลการทดลองบันทึกเสียงของหัวใจและปอดทั้ง 6 จุด ได้นำผลการทดลองมาวิเคราะห์โดยใช้ข้อมูลของ สเปกตรัม เพื่อดูความแตกต่างระหว่างผู้ชายปกติ 5 คน กับผู้หญิงปกติ 5 คน

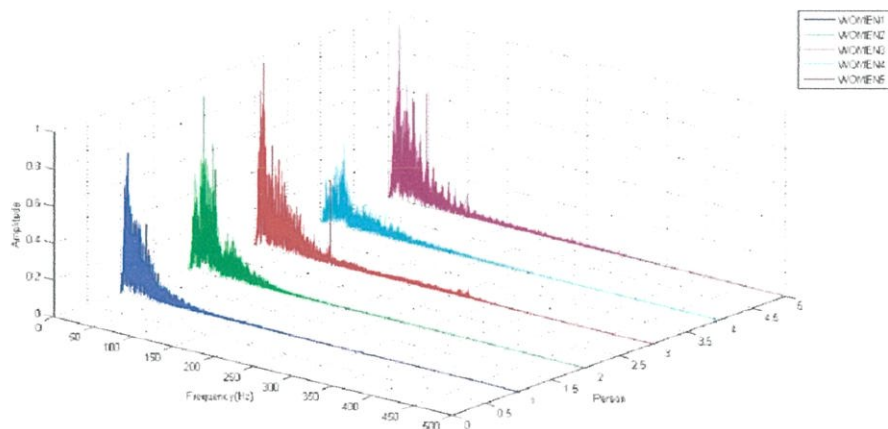
4.5.1 ผลจากจุดที่ 1 Pulmonic area

- Upper left lobe ของผู้ชาย 5 คน นำกราฟโดเมนความถี่จากการทดลองมาเปรียบเทียบ ดังรูปที่ 4.69



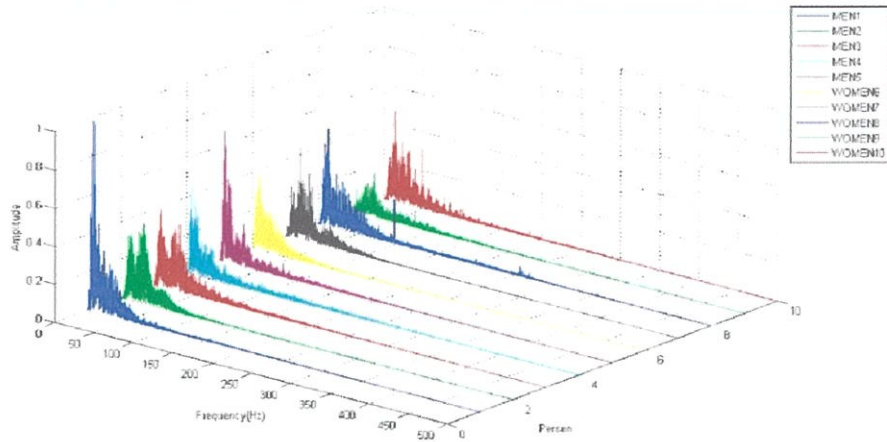
รูปที่ 4.69 ผลการทดลองจุดที่ 1 Upper left lobe ของผู้ชาย 5 คน

- Upper left lobe ของผู้หญิง 5 คน นำกราฟโดเมนความถี่จากการทดลองมาเปรียบเทียบ ดังรูปที่ 4.70



รูปที่ 4.70 ผลการทดลองจุดที่ 1 Upper left lobe ของผู้หญิง 5 คน

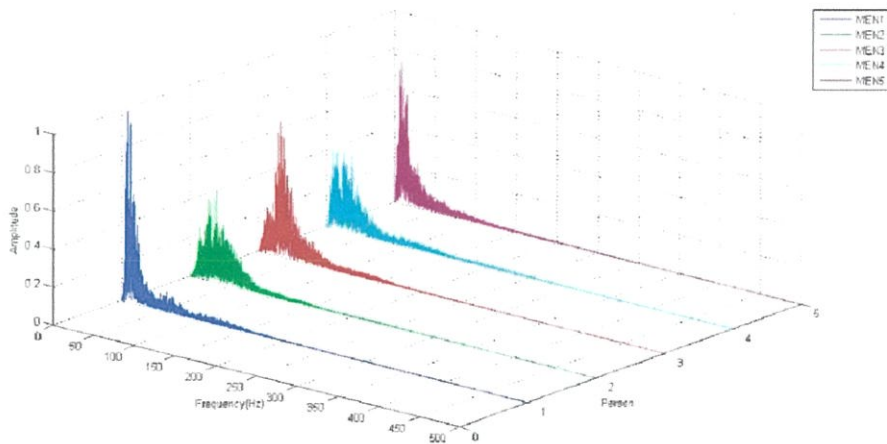
- Upper left lobe ของผู้ชาย 5 คนและผู้หญิง 5คน นำกราฟโดเมนความถี่จากการทดลองมาเปรียบเทียบ ดังรูปที่ 4.71



รูปที่ 4.71 ผลการทดลองจุดที่ 1 Upper left lobe ของผู้ชาย 5 คนและผู้หญิง 5 คน

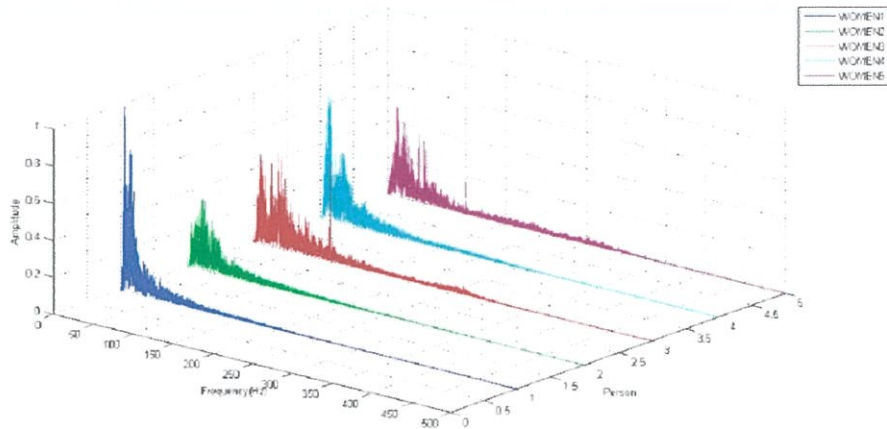
4.5.2 ผลจากจุดที่ 2 Tricuspid area

- Tricuspid area ของผู้ชาย 5 คน นำกราฟโดเมนความถี่จากการทดลองมาเปรียบเทียบ ดังรูปที่ 4.72



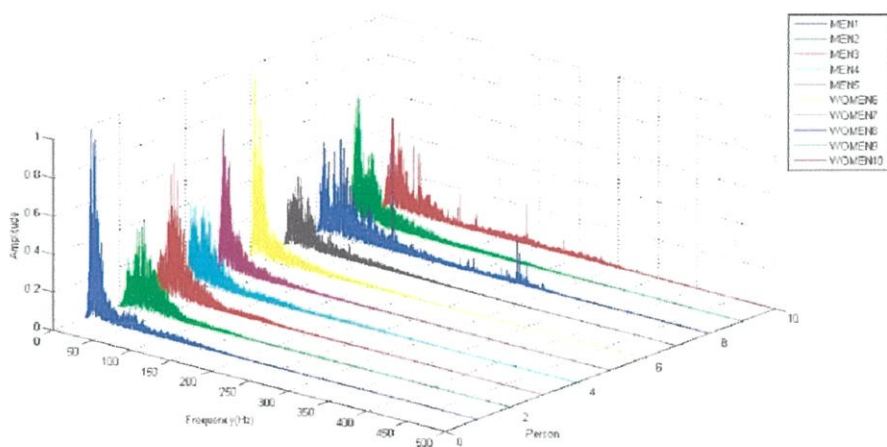
รูปที่ 4.72 ผลการทดลองจุดที่ 2 Tricuspid area ของผู้ชาย 5 คน

- Tricuspid area ของผู้หญิง 5 คน นำกราฟโดเมนความถี่จากการทดลองมาเปรียบเทียบ ดังรูปที่ 4.73



รูปที่ 4.73 ผลการทดลองจุดที่ 2 Tricuspid area ของผู้หญิง 5 คน

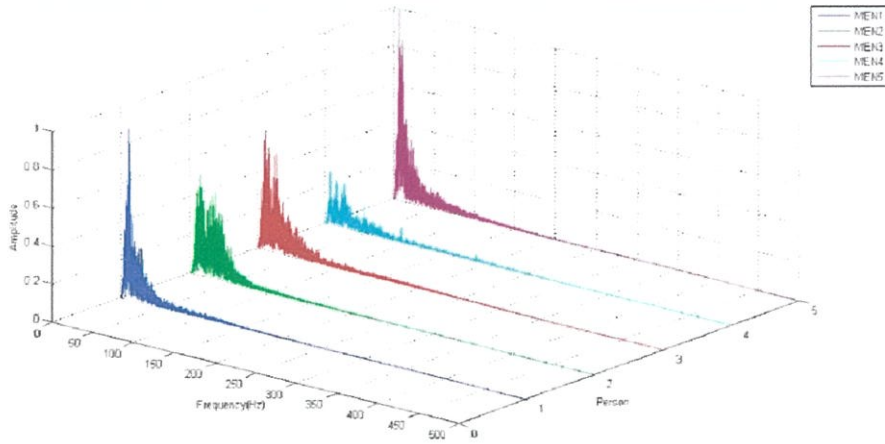
- Tricuspid area ของผู้ชาย 5 คนและผู้หญิง 5 คน นำกราฟโดเมนความถี่จากการทดลองมาเปรียบเทียบ ดังรูปที่ 4.74



รูปที่ 4.74 ผลการทดลองจุดที่ 2 Tricuspid area ของผู้ชาย 5 คนและผู้หญิง 5 คน

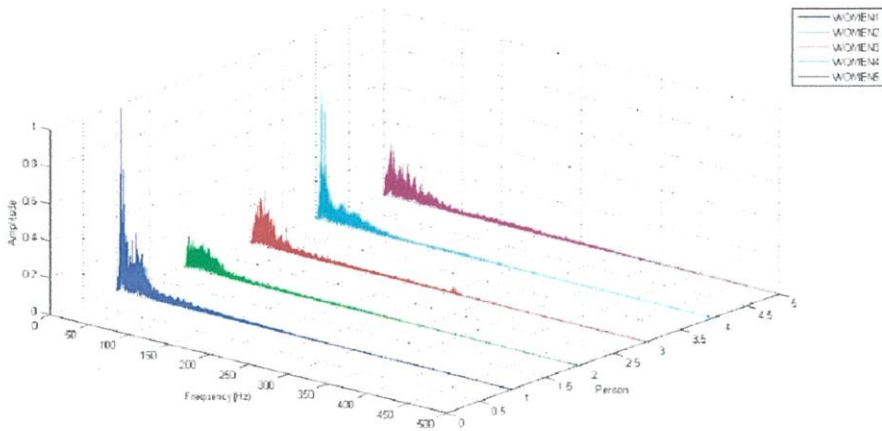
4.5.3 ผลการทดลองจุดที่ 3 Mitral area

- Mitral area ของผู้ชาย 5 คน นำกราฟโดเมนความถี่จากการทดลองมาเปรียบเทียบ ดังรูปที่ 4.75



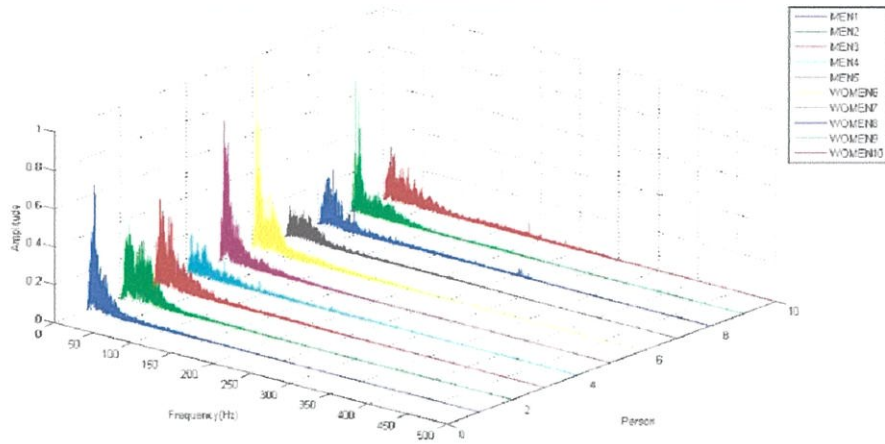
รูปที่ 4.75 ผลการทดลองจุดที่ 3 Mitral area ของผู้ชาย 5 คน

- Mitral area ของผู้หญิง 5 คน นำกราฟโดเมนความถี่จากการทดลองมาเปรียบเทียบ ดังรูปที่ 4.76



รูปที่ 4.76 ผลการทดลองจุดที่ 3 Mitral area ของผู้หญิง 5 คน

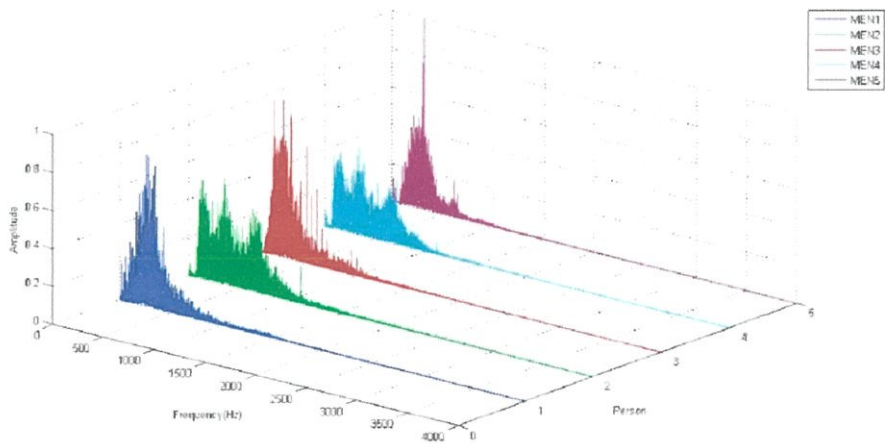
- Mitral area ของผู้ชาย 5 คนและ ผู้หญิง 5คน นำกราฟโดเมนความถี่จากการทดลองมาเปรียบเทียบ ดังรูปที่ 4.77



รูปที่ 4.77 ผลการทดลองจุดที่ 3 Mitral area ของผู้ชาย 5 คนและ ผู้หญิง 5 คน

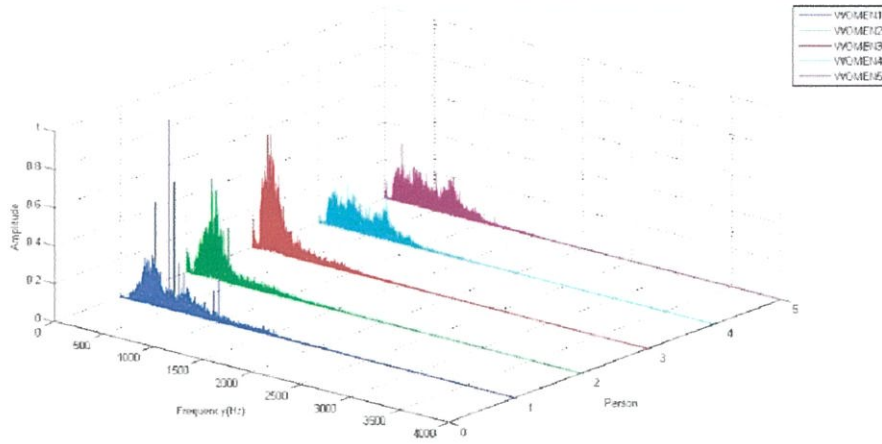
4.5.4 ผลการทดลองจุดที่ 4 Trachea

- Trachea ของผู้ชาย 5 คน นำกราฟโดเมนความถี่จากการทดลองมาเปรียบเทียบ ดังรูปที่ 4.78



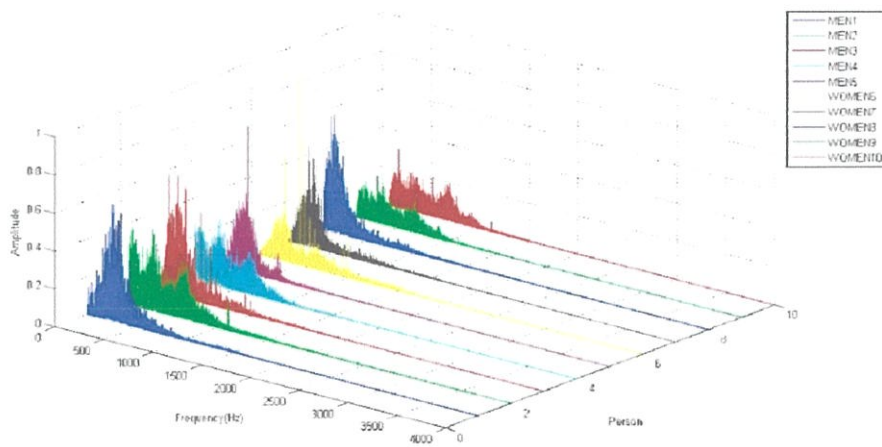
รูปที่ 4.78 ผลการทดลองจุดที่ 4 Trachea ของผู้ชาย 5 คน

- Trachea ของผู้หญิง 5 คน นำกราฟโดเมนความถี่จากการทดลองมาเปรียบเทียบ ดังรูปที่ 4.79



รูปที่ 4.79 ผลการทดลองจุดที่ 4 Trachea ของผู้หญิง 5 คน

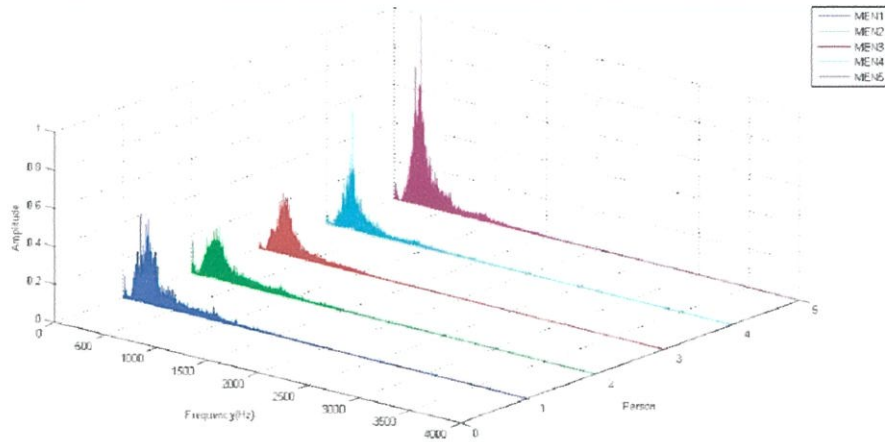
- Trachea ของผู้ชาย 5 คนและ ผู้หญิง 5 คน นำกราฟโดเมนความถี่จากการทดลองมาเปรียบเทียบ ดังรูปที่ 4.80



รูปที่ 4.80 ผลการทดลองจุดที่ 4 Trachea ของผู้ชาย 5 คนและ ผู้หญิง 5 คน

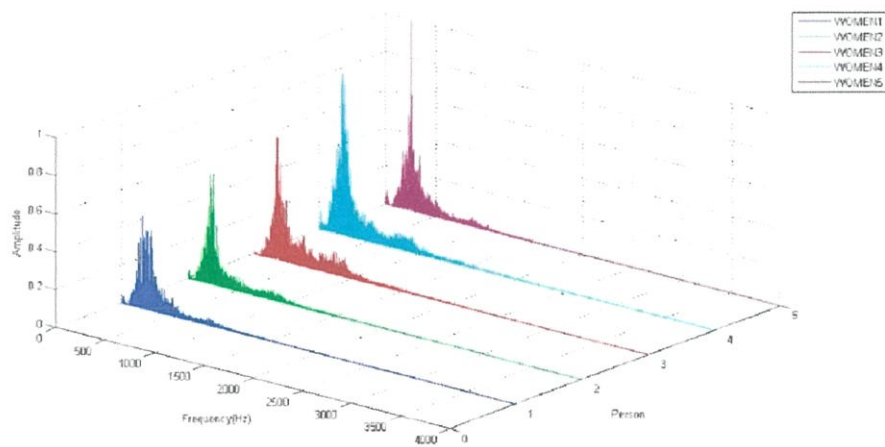
4.5.5 ผลการทดลองจุดที่ 5 Upper right lobe

- Upper right lobe ของผู้ชาย 5 คน นำกราฟโดเมนความถี่จากการทดลองมาเปรียบเทียบ ดังรูปที่ 4.81



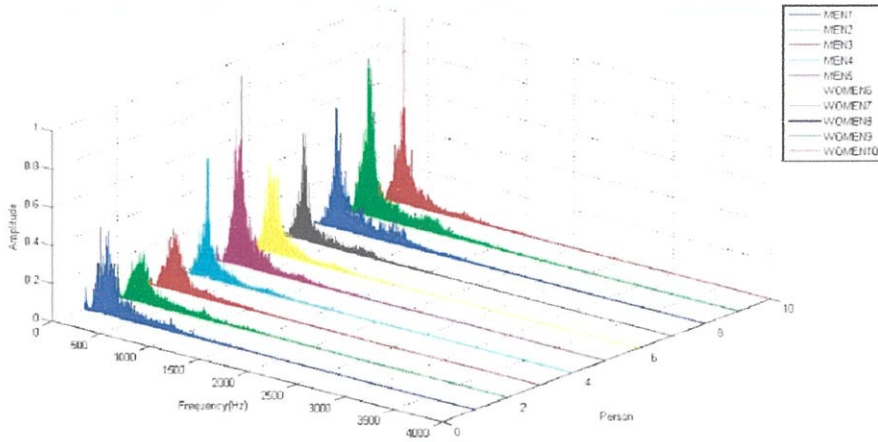
รูปที่ 4.81 ผลการทดลองจุดที่ 5 Upper right lobe ของผู้ชาย 5 คน

- Upper right lobe ของผู้หญิง 5 คน นำกราฟโดเมนความถี่จากการทดลองมาเปรียบเทียบ ดังรูปที่ 4.82



รูปที่ 4.82 ผลการทดลองจุดที่ 5 Upper right lobe ของผู้หญิง 5 คน

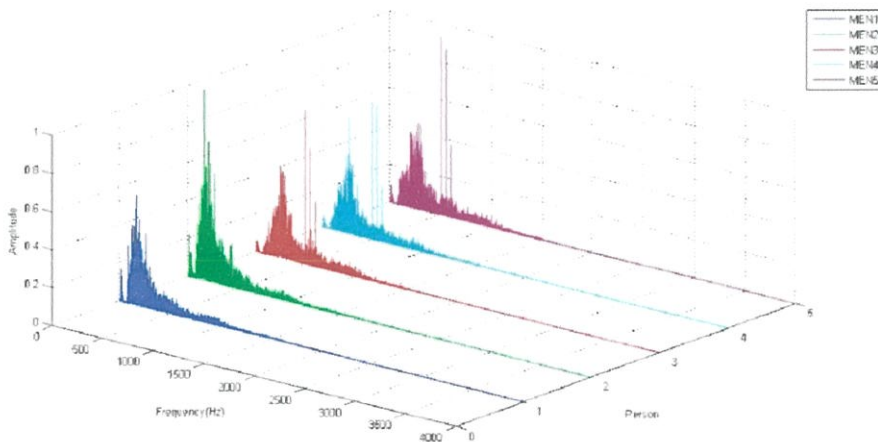
- Upper right lobe ของผู้ชาย 5 คนและ ผู้หญิง 5 คน นำกราฟโดเมนความถี่จากการทดลองมาเปรียบเทียบ ดังรูปที่ 4.83



รูปที่ 4.83 ผลการทดลองจุดที่ 5 Upper right lobe ของผู้ชาย 5 คนและผู้หญิง 5 คน

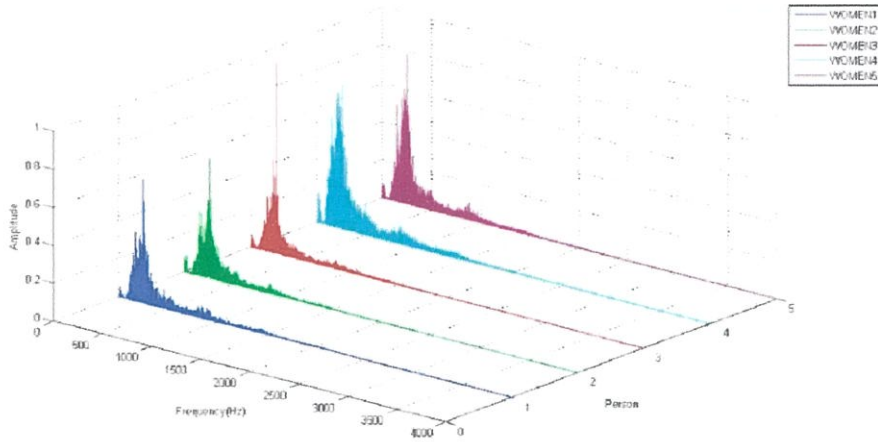
4.5.6 ผลการทดลองจุดที่ 6 Upper left lobe

- Upper left lobe ของผู้ชาย 5 คน นำกราฟโดเมนความถี่จากการทดลองมาเปรียบเทียบ ดังรูปที่ 4.84



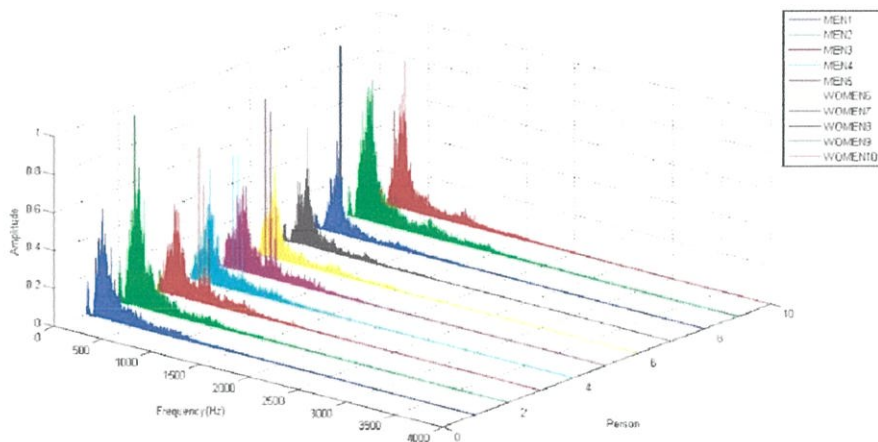
รูปที่ 4.84 ผลการทดลองจุดที่ 6 Upper left lobe ของผู้ชาย 5 คน

- Upper left lobe ของผู้หญิง 5 คน นำกราฟโดเมนความถี่จากการทดลองมาเปรียบเทียบ ดังรูปที่ 4.85



รูปที่ 4.85 ผลการทดลองจุดที่ 6 Upper left lobe ของผู้หญิง 5 คน

- Upper left lobe ของผู้ชาย 5 คนและ ผู้หญิง 5 คน นำกราฟโดเมนความถี่จากการทดลองมาเปรียบเทียบ ดังรูปที่ 4.86



รูปที่ 4.86 ผลการทดลองจุดที่ 6 Upper left lobe ของผู้ชาย 5 คนและ ผู้หญิง 5 คน

4.6 การวิเคราะห์ผลการทดลอง

จากผลการทดลอง ได้นำจุดสูงสุด (Peak) จากสเปกตรัมของเสียงของคน 10 คน มาวิเคราะห์ทางสถิติ โดยใช้ทฤษฎี นอนพาราเมตริก (Nonparametric tests) ซึ่งเป็นการวิเคราะห์ค่าเฉลี่ยของข้อมูล 2 กลุ่ม กรณีข้อมูลที่ทำกรวิเคราะห์เลือกศึกษามาจากข้อมูลที่ไม่แจกแจงปกติ หรือไม่มีเงื่อนไขเรื่องการแจกแจงของข้อมูลว่าเป็นแบบใด เพียงแต่กลุ่ม ข้อมูลอยู่ในระดับการวัดเรียงอันดับ และมีความสัมพันธ์กัน ดังนั้นการวิเคราะห์ข้อมูลจึงเลือกใช้การวิเคราะห์แบบ นอนพาราเมตริก คือ การทดสอบค่าเฉลี่ย(ตำแหน่ง)โดยใช้ สถิติ คือ Wilcoxon matched-pairs signed rank test

ในการวิเคราะห์ที่ได้พิจารณาค่า Asymp.Sig.(2-tailed) ที่โปรแกรมคำนวณได้เทียบกับ α ซึ่ง Asymp.Sig.(2-tailed) จะใช้เมื่อกลุ่มตัวอย่างขนาดเล็ก

สมมติฐานในการทดสอบคือ H_0 คือ ค่าเฉลี่ยไม่แตกต่างกัน เมื่อ [Asymp.Sig.(2-tailed)] > 0.05
 H_1 คือ ค่าเฉลี่ยแตกต่างกัน เมื่อ [Asymp.Sig.(2-tailed)] < 0.05

4.6.1 การวิเคราะห์เสียงของหัวใจ

ในการทดลองเสียงหัวใจได้นำจุด Peak ของสเปกตรัมเสียง ของคน 10 คน วิเคราะห์ทางสถิติโดยเปรียบเทียบ

ตำแหน่งที่ 1 (Pulmonic area) เทียบกับตำแหน่งที่ 2 (Tricuspid area)

ตำแหน่งที่ 1 (Pulmonic area) เทียบกับตำแหน่งที่ 3 (Mitral area)

ตำแหน่งที่ 2 (Tricuspid area) เทียบกับตำแหน่งที่ 3 (Mitral area) ตามลำดับ ดังตารางที่ 4.1

ตารางที่ 4.1 ผลการวิเคราะห์ทางสถิติของเสียงหัวใจ

Test statistics ^a			
	Pulmonic area - Tricuspid area	Pulmonic area - Mitral area	Tricuspid area- Mitral area
Z	-.561 ^b	-1.478 ^c	-2.293 ^c
Asymp. Sig. (2-tailed)	.575	.139	.022

a. Wilcoxon signed ranks test

b. Based on negative ranks.

c. Based on positive ranks.

- เสียงตำแหน่งที่ 1 (Pulmonic area) เทียบกับเสียงตำแหน่งที่ 2 (Tricuspid area)
 ค่าที่ได้จากการทดสอบคือค่า $Z = -0.561$ คือการทดสอบโดยใช้ค่าของความแตกต่างของ Rank ระหว่าง Pulmonic area กับ Tricuspid area และผลการวิเคราะห์ค่า Asymp.Sig.(2-tailed) = 0.575 > $\alpha = 0.05$ จึงตัดสินใจยอมรับสมมติฐาน H_0 จึงสรุปว่า ค่าเฉลี่ยไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05

- เสียงตำแหน่งที่ 1 (Pulmonic area) เทียบกับเสียงตำแหน่งที่ 3 (Mitral area)
 ค่าที่ได้จากการทดสอบคือค่า $Z = -1.478$ คือการทดสอบโดยใช้ค่าของความแตกต่างของ Rank ระหว่าง Pulmonic area กับ Mitral area และผลการวิเคราะห์ค่า Asymp.Sig.(2-tailed) = 0.139 > $\alpha = 0.05$ จึงตัดสินใจยอมรับสมมติฐาน H_0 จึงสรุปว่า ค่าเฉลี่ยไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05

- เสียงตำแหน่งที่ 2 (Tricuspid area) เทียบกับเสียงตำแหน่งที่ 3 (Mitral area)
 ค่าที่ได้จากการทดสอบคือค่า $Z = -2.293$ คือการทดสอบโดยใช้ค่าของความแตกต่างของ Rank ระหว่าง Tricuspid area กับ Mitral area และผลการวิเคราะห์ค่า Asymp.Sig.(2-tailed) = 0.022 < $\alpha = 0.05$ จึงตัดสินใจ ปฏิเสธสมมติฐาน H_0 ยอมรับ H_1 จึงสรุปว่า ค่าเฉลี่ยมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05

4.6.2 การวิเคราะห์เสียงของปอด

ในการทดลองเสียงปอดได้นำจุด Peak ของสเปกตรัมเสียง ของคน 10 คน วิเคราะห์ทางสถิติ โดยเปรียบเทียบ

เสียงตำแหน่งที่ 4 (Trachea) เทียบกับเสียงตำแหน่งที่ 5 (Upper right lobe)

เสียงตำแหน่งที่ 4 (Trachea) เทียบกับเสียงตำแหน่งที่ 6 (Upper left lobe)

เสียงตำแหน่งที่ 5 (Upper right lobe) เทียบกับตำแหน่งที่ 6 (Upper left lobe) ตามลำดับ ดังตารางที่ 4.2

ตารางที่ 4.2 ผลการวิเคราะห์ทางสถิติของเสียงปอด

Test statistics ^a			
	Trachea – Upper right lobe	Trachea – Upper left lobe	Upper right lobe – Upper left lobe
Z	-1.376 ^b	-.459 ^c	-1.580 ^c
Asymp. Sig. (2-tailed)	.169	.646	.114

a. Wilcoxon signed ranks test

b. Based on positive ranks.

c. Based on negative ranks.

- เสียงตำแหน่งที่ 4 (Trachea) เทียบกับเสียงตำแหน่งที่ 5 (Upper right lobe)

ค่าที่ได้จากการทดสอบคือค่า $Z = -1.376$ คือการทดสอบโดยใช้ค่าของความแตกต่างของ Rank ระหว่าง Trachea กับ Upper right lobe และผลการวิเคราะห์ค่า Asymp.Sig.(2-tailed) = 0.169 > $\alpha = 0.05$ จึงตัดสินใจยอมรับสมมติฐาน H_0 จึงสรุปว่า ค่าเฉลี่ยไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05

- เสียงตำแหน่งที่ 4 (Trachea) เทียบกับเสียงตำแหน่งที่ 6 (Upper left lobe)

ค่าที่ได้จากการทดสอบคือค่า $Z = -0.459$ คือการทดสอบโดยใช้ค่าของความแตกต่างของ Rank ระหว่าง Trachea กับ Upper left lobe และผลการวิเคราะห์ค่า Asymp.Sig.(2-tailed) = 0.646 > $\alpha = 0.05$ จึงตัดสินใจยอมรับสมมติฐาน H_0 จึงสรุปว่า ค่าเฉลี่ยไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05

- เสียงตำแหน่งที่ 5 (Upper right lobe) เทียบกับเสียงตำแหน่งที่ 6 (Upper left lobe)

ค่าที่ได้จากการทดสอบคือค่า $Z = -1.580$ คือการทดสอบโดยใช้ค่าของความแตกต่างของ Rank ระหว่าง Upper right lobe กับ Upper left lobe และผลการวิเคราะห์ค่า Asymp.Sig.(2-tailed) = 0.114 > $\alpha = 0.05$ จึงตัดสินใจยอมรับสมมติฐาน H_0 จึงสรุปว่า ค่าเฉลี่ยไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05

4.6.3 การวิเคราะห์ความแตกต่างระหว่างเสียงหัวใจและเสียงปอด

4.6.3.1 ผลการวิเคราะห์ทางสถิติระหว่างเสียงหัวใจตำแหน่งที่ 1 (Pulmonic area) และเสียงปอด ในการทดลองเสียงของหัวใจและเสียงปอดได้น้ำจุด Peak ของสเปกตรัมเสียงของคน 10 คน วิเคราะห์ทางสถิติโดย

เสียงตำแหน่งที่ 1 (Pulmonic area) เทียบกับเสียงตำแหน่งที่ 4 (Trachea)

เสียงตำแหน่งที่ 1 (Pulmonic area) เทียบกับเสียงตำแหน่งที่ 5 (Upper right lobe)

เสียงตำแหน่งที่ 1 (Pulmonic area) เทียบกับเสียงตำแหน่งที่ 6 (Upper left lobe) ตามลำดับ ดังตารางที่ 4.3

ตารางที่ 4.3 ผลการวิเคราะห์ทางสถิติของเสียงหัวใจตำแหน่งที่ 1 (Pulmonic area) และเสียงปอด

Test statistics ^a			
	Pulmonic area - Trachea	Pulmonic area - Upper right lobe	Pulmonic area - Upper left lobe
Z	-2.803 ^b	-2.803 ^b	-2.803 ^b
Asymp. Sig. (2-tailed)	.005	.005	.005

a. Wilcoxon signed ranks test

b. Based on negative ranks.

- เสียงตำแหน่งที่ 1 (Pulmonic area) เทียบกับเสียงตำแหน่งที่ 4 (Trachea)

ค่าที่ได้จากการทดสอบคือค่า $Z = -2.803$ คือการทดสอบโดยใช้ค่าของความแตกต่างของ Rank ระหว่าง Pulmonic area กับ Trachea และผลการวิเคราะห์ค่า $\text{Asymp.Sig.}(2\text{-tailed}) = 0.005 < \alpha = 0.05$ จึงตัดสินใจ ปฏิเสธสมมติฐาน H_0 ยอมรับ H_1 จึงสรุปว่า ค่าเฉลี่ยมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05

- เสียงตำแหน่งที่ 1 (Pulmonic area) เทียบกับเสียงตำแหน่งที่ 5 (Upper right lobe)

ค่าที่ได้จากการทดสอบคือค่า $Z = -2.803$ คือการทดสอบโดยใช้ค่าของความแตกต่างของ Rank ระหว่าง Pulmonic area กับ Upper right lobe และผลการวิเคราะห์ค่า $\text{Asymp.Sig.}(2\text{-tailed}) = 0.005 < \alpha = 0.05$ จึงตัดสินใจ ปฏิเสธสมมติฐาน H_0 ยอมรับ H_1 จึงสรุปว่า ค่าเฉลี่ยมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05

- เสียงตำแหน่งที่ 1 (Pulmonic area) เทียบกับเสียงตำแหน่งที่ 6 (Upper left lobe)

ค่าที่ได้จากการทดสอบคือค่า $Z = -2.803$ คือการทดสอบโดยใช้ค่าของความแตกต่างของ Rank ระหว่าง Pulmonic area กับ Upper left lobe และผลการวิเคราะห์ค่า $\text{Asymp.Sig.}(2\text{-tailed}) = 0.005 < \alpha = 0.05$ จึงตัดสินใจ ปฏิเสธสมมติฐาน H_0 ยอมรับ H_1 จึงสรุปว่า ค่าเฉลี่ยมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05

4.6.3.2 ผลการวิเคราะห์ทางสถิติระหว่างเสียงหัวใจตำแหน่งที่ 2 (Tricuspid area) และเสียงปอด ในการทดลองเสียงของหัวใจและเสียงปอดได้นำจุด Peak ของสเปกตรัมเสียงของคน 10 คน วิเคราะห์ทางสถิติโดย

ตำแหน่งที่ 2 (Tricuspid area) เทียบกับตำแหน่งที่ 4 (Trachea)

ตำแหน่งที่ 2 (Tricuspid area) เทียบกับตำแหน่งที่ 5 (Upper right lobe 5)

ตำแหน่งที่ 2 (Tricuspid area) เทียบกับตำแหน่งที่ 6 (Upper left lobe) ตามลำดับ ดังตารางที่ 4.4

ตารางที่ 4.4 ผลการวิเคราะห์ทางสถิติของเสียงหัวใจตำแหน่งที่ 2 (Tricuspid area) และเสียงปอด

Test Statistics ^a			
	Tricuspid area - Trachea	Tricuspid area - Upper right lobe	Tricuspid area - Upper left lobe
Z	-2.803 ^b	-2.803 ^b	-2.803 ^b
Asymp. Sig. (2-tailed)	.005	.005	.005

a. Wilcoxon signed ranks test

b. Based on negative ranks.

- เสียงตำแหน่งที่ 2 (Tricuspid area) เทียบกับเสียงตำแหน่งที่ 4 (Trachea)

ค่าที่ได้จากการทดสอบคือค่า $Z = -2.803$ คือการทดสอบโดยใช้ค่าของความแตกต่างของ Rank ระหว่าง Tricuspid area กับ Trachea และผลการวิเคราะห์ค่า Asymp.Sig.(2-tailed) = $0.005 < \alpha = 0.05$ จึงตัดสินใจปฏิเสธสมมติฐาน H_0 ยอมรับ H_1 จึงสรุปว่า ค่าเฉลี่ยมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05

- เสียงตำแหน่งที่ 2 (Tricuspid area) เทียบกับเสียงตำแหน่งที่ 5 (Upper right lobe)

ค่าที่ได้จากการทดสอบคือค่า $Z = -2.803$ คือการทดสอบโดยใช้ค่าของความแตกต่างของ Rank ระหว่าง Tricuspid area กับ Upper right lobe และผลการวิเคราะห์ค่า Asymp.Sig.(2-tailed) = $0.005 < \alpha = 0.05$ จึงตัดสินใจปฏิเสธสมมติฐาน H_0 ยอมรับ H_1 จึงสรุปว่า ค่าเฉลี่ยมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05

- เสียงตำแหน่งที่ 2 (Tricuspid area) เทียบกับเสียงตำแหน่งที่ 6 (Upper left lobe)

ค่าที่ได้จากการทดสอบคือค่า $Z = -2.803$ คือการทดสอบโดยใช้ค่าของความแตกต่างของ Rank ระหว่าง Tricuspid area กับ Upper left lobe และผลการวิเคราะห์ค่า Asymp.Sig.(2-tailed) = $0.005 < \alpha = 0.05$ จึงตัดสินใจปฏิเสธสมมติฐาน H_0 ยอมรับ H_1 จึงสรุปว่า ค่าเฉลี่ยมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05

4.6.3.3 ผลการวิเคราะห์ทางสถิติระหว่างเสียงหัวใจตำแหน่งที่ 3 (Mitral area) และเสียงปอด ในการทดลองเสียงของหัวใจและเสียงปอดได้นำจุด Peak ของสเปกตรัมเสียงของคน 10 คน วิเคราะห์ทางสถิติโดย

เสียงตำแหน่งที่ 3 (Mitral area) เทียบกับเสียงตำแหน่งที่ 4 (Trachea)

เสียงตำแหน่งที่ 3 (Mitral area) เทียบกับเสียงตำแหน่งที่ 5 (Upper right lobe)

เสียงตำแหน่งที่ 3 (Mitral area) เทียบกับเสียงตำแหน่งที่ 6 (Upper left lobe) ตามลำดับ ดังตารางที่ 4.5

ตารางที่ 4.5 ผลการวิเคราะห์ทางสถิติระหว่างเสียงหัวใจตำแหน่งที่ 3 (Mitral area) และเสียงปอด

Test Statistics ^a			
	Mitral area - Trachea	Mitral area - Upper right lobe	Mitral area - Upper left lobe
Z	-2.803 ^b	-2.803 ^b	-2.803 ^b
Asymp. Sig. (2-tailed)	.005	.005	.005

a. Wilcoxon signed ranks test

b. Based on negative ranks.

- เสียงตำแหน่งที่ 3 (Mitral area) เทียบกับเสียงตำแหน่งที่ 4 (Trachea)

ค่าที่ได้จากการทดสอบคือค่า $Z = -2.803$ คือการทดสอบโดยใช้ค่าของความแตกต่างของ Rank ระหว่าง Mitral area กับ Trachea และผลการวิเคราะห์ค่า $\text{Asymp.Sig.}(2\text{-tailed}) = 0.005 < \alpha = 0.05$ จึงตัดสินใจ ปฏิเสธสมมติฐาน H_0 ยอมรับ H_1 จึงสรุปว่า ค่าเฉลี่ยมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05

- เสียงตำแหน่งที่ 3 (Mitral area) เทียบกับเสียงตำแหน่งที่ 5 (Upper right lobe)

ค่าที่ได้จากการทดสอบคือค่า $Z = -2.803$ คือการทดสอบโดยใช้ค่าของความแตกต่างของ Rank ระหว่าง Mitral area กับ Upper right lobe และผลการวิเคราะห์ค่า $\text{Asymp.Sig.}(2\text{-tailed}) = 0.005 < \alpha = 0.05$ จึงตัดสินใจปฏิเสธสมมติฐาน H_0 ยอมรับ H_1 จึงสรุปว่า ค่าเฉลี่ยมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05

- เสียงตำแหน่งที่ 3 (Mitral area) เทียบกับเสียงตำแหน่งที่ 6 (Upper left lobe)

ค่าที่ได้จากการทดสอบคือค่า $Z = -2.803$ คือการทดสอบโดยใช้ค่าของความแตกต่างของ Rank ระหว่าง Mitral area กับ Upper left lobe และผลการวิเคราะห์ค่า $\text{Asymp.Sig.}(2\text{-tailed}) = 0.005 < \alpha = 0.05$ จึงตัดสินใจปฏิเสธสมมติฐาน H_0 ยอมรับ H_1 จึงสรุปว่า ค่าเฉลี่ยมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05

บทที่ 5

สรุปและวิจารณ์ผลการทดลอง

5.1 บทสรุปปริญญานิพนธ์

ปริญญานิพนธ์นี้เป็นการพัฒนาเครื่องฟังตรวจเดิมให้ เป็นเครื่องฟังตรวจดิจิทัลที่สามารถเก็บบันทึกเสียงจากเครื่องฟังตรวจ โดยการใช้ Condenser microphone สอดเข้าไปในท่อนำเสียงของเครื่องฟังตรวจเดิมแล้วส่งสัญญาณข้อมูลเสียงไปเก็บข้อมูลยังคอมพิวเตอร์ผ่านหัวเสียบอเล็กทรอนิกส์ นอกจากนี้ ยังพัฒนาโปรแกรมสำหรับการวิเคราะห์สัญญาณเสียงเบื้องต้นโดยใช้ MATLAB ซึ่งโปรแกรมที่พัฒนาขึ้นมาสามารถบันทึกเสียง และเก็บข้อมูลเสียงในรูปของไฟล์ .wav และ .text ได้ ทั้งยังสามารถกรองความถี่เสียงให้อยู่ในช่วงที่ใช้ในการตรวจฟังโดยในปริญญานิพนธ์นี้ได้เน้นการวิเคราะห์ของเสียงหัวใจและเสียงปอด ซึ่งในโปรแกรมจะกรองความถี่เสียงที่ 20-650 Hz สำหรับเสียงของหัวใจ และกรองความถี่เสียงที่ 70-4000 Hz สำหรับเสียงของปอด

จากนั้นได้นำค่าแอมพลิจูด (Amplitude) สูงสุดหรือ Fundamental peak ของสเปกตรัม (Spectrum) จากสัญญาณเสียงมาวิเคราะห์ โดยใช้การวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติด้วยทฤษฎี นอนพาราเมตริก (Nonparametric tests) ซึ่งเป็นการวิเคราะห์ค่าเฉลี่ยของข้อมูล 2 กลุ่มและเปรียบเทียบความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ

จากผลการทดลองในบทที่ 4 สรุปได้ว่าเสียงของหัวใจ ซึ่งในการทดลองนั้นได้แก่ (Pulmonic area) (Tricuspid area) และ (Mitral area) ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ และเสียงของปอด ได้แก่ (Trachea) (Upper left lobe) (Upper right lobe) ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ สามารถอธิบายได้ว่าช่วงความถี่เสียงของหัวใจมีช่วงความถี่ที่ไม่แตกต่างกันมาก และช่วงความถี่เสียงของปอดมีช่วงความถี่ที่ไม่มีความแตกต่างกันมาก จากการทดลองในครั้งนี้อาจจะมียุทธูปสรรคจากการวิเคราะห์ทางสถิติเกิดขึ้นได้ เนื่องจากการนำค่า Fundamental peak มาวิเคราะห์เพียงจุดเดียวและไม่ได้นำค่าของจุด Peak อื่นๆ มาวิเคราะห์ด้วย นอกจากนี้ยังได้วิเคราะห์ความแตกต่างของเสียงหัวใจและเสียงปอด พบว่าเสียงของหัวใจและปอดมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ โดยที่ช่วงความถี่ของเสียงหัวใจและเสียงปอดมีความแตกต่างกันอย่างชัดเจน

5.2 ปัญหาที่พบระหว่างการดำเนินปริญญานิพนธ์

1. ในการใช้ IC (Integrated circuit) เป็นภาคขยายเสียง ส่งผลทำให้เกิดความเพี้ยนของเสียงลดลง ให้การตอบสนองความถี่เสียงดี แต่มีข้อเสียคือการทำให้อัตราขยายสูงๆทำได้ยาก
2. ปัญหาในการออกแบบเครื่องฟังตรวจ มีการเปลี่ยนแปลงบ่อยเนื่องจากผู้จัดทำปริญญานิพนธ์พบปัญหาเกี่ยวกับสัญญาณรบกวนจากวงจร IC และขนาดของอุปกรณ์ทั้งหมดต้องมีขนาดเล็ก
3. เนื่องจากผู้จัดทำปริญญานิพนธ์ไม่มีความเชี่ยวชาญในการใช้ภาษา c# ในการเขียนโปรแกรมเพราะมีการใช้สูตรของการคำนวณที่ค่อนข้างเยอะ ภาษา c# จึงไม่ตอบโจทย์สำหรับผู้จัดทำปริญญานิพนธ์

4. ในการเก็บข้อมูลเสียงจากคน 10 คน ด้วยเครื่องฟังตรวจดิจิทัล ผู้จัดทำปริญญาานิพนธ์ไม่มีความเชี่ยวชาญในการฟังตรวจเสียงของหัวใจและปอดได้ตรงตำแหน่งที่ถูกต้อง อาจทำให้ได้ข้อมูลที่ผิดพลาดบ้าง

5.3 วิธีการแก้ปัญหา

1. เปลี่ยนจากการขยายเสียงด้วยอุปกรณ์ฮาร์ดแวร์ (Hardware) เป็นการขยายเสียงจากคอมพิวเตอร์แทน
2. ใช้ IC น้อยที่สุด ต้องมีการออกแบบอย่างรอบคอบในเรื่องขนาดของอุปกรณ์
3. เปลี่ยนจากการเขียนโปรแกรมด้วย c# เป็น โปรแกรม MATLAB เพื่อง่ายต่อการเขียนคำสั่งเพื่อการคำนวณ
4. ฝึกทักษะการฟังเสียงหัวใจและเสียงปอดตัวอย่างจากไฟล์เสียง

บรรณานุกรม

- [1] Metallic zone co.ltd. (2556). เครื่องฟังเสียงหัวใจ Stethoscopes. [Online]. Available: <http://siammetalliczone.com/shop/measurement-diagnosis>.
- [2] A. U. Bankaitis, PhD, FAAA. (2553). Amplified Stethoscope Options for Professionals with Hearing Loss. [Online]. Available: <http://www.audiologyonline.com/articles/amplified-stethoscope-options-for-professionals-860>.
- [3] ฮัมดี เจ๊ะอารน. (2548). ระบบผู้เชี่ยวชาญเพื่อช่วยในการวินิจฉัยเบื้องต้นของโรคหัวใจโดยการคัดแยกเสียงเต้นหัวใจ. [Online]. Available: http://kb.psu.ac.th/psukb/bitstream/2553/2482/9/273035_ch2.pdf.
- [4] จินดา สามัคคี. (2547). การพัฒนาเครื่องต้นแบบเพื่อเก็บบันทึกและวิเคราะห์เสียงหัวใจจากหลายตำแหน่งบริเวณหน้าอก. [Online]. Available: http://kb.psu.ac.th/psukb/bitstream/2553/2488/8/242741_ch2.pdf.
- [5] ผศ.ดร.นรลักษณ์ เอื้อกิจ. (ม.ป.ป.). Physical Assessment in Cardiovascular System. [Online]. Available: <http://www.hospital.tu.ac.th/doc/APN/131155-4.pdf>.
- [6] การประเมินทางระบบหายใจผู้ป่วย. (2558). บทความการดูแลสุขภาพและเคล็ดลับเพื่อสุขภาพ. [Online]. Available: <http://www.healthcarethai.com/ระบบหายใจผู้ป่วย/>
- [7] Winner Integrator Co.,Ltd. (2556). ความรู้พื้นฐานเกี่ยวกับไมโครโฟน (Basic Microphone knowledge) [Online]. Available: <http://www.winnerintegrator.com>.
- [8] ปริญญา สุนทรวงศ์. (2549). การพัฒนาอุปกรณ์บันทึกเสียงเต้นหัวใจและสัญญาณคลื่นไฟฟ้าหัวใจชนิด 8 ช่องสัญญาณ. [Online]. Available: http://kb.psu.ac.th/psukb/bitstream/2553/2452/7/278672_ch2.pdf.
- [9] Frequency response kmitl.ac.th. (2552). วงจรกรองความถี่ (Filter Circuit). [Online]. Available: http://www.kmitl.ac.th/~kpteeraw/data_com/datacom_52/Filter.htm.
- [10] อ.ชนันต์ ศรีสกุล, อ.ภมร ศิลาพันธ์, และรศ.ดร.มนตรี ศิริปรัชญานันท์. การออกแบบและทดสอบวงจรกรองความถี่แบบดิจิตอล (BPF) ที่มีผลตอบสนองอิมพัลส์จำนวนจำกัด. [Online]. Available: <http://www.te.kmutnb.ac.th/~msn/firwara.pdf>.
- [11] นิติภรณ์ มณีวรรณ, บุญยวณี บุรณะไทย, และประภรณ์ วงศ์ศรีรัตนกุล. (2555). การทดสอบคุณภาพจากการรับฟังของตัวกรองความถี่สำหรับระบบดิจิตอลเซอร์ราวด์. วิทยานิพนธ์ วิศวกรรมศาสตรบัณฑิต คณะวิศวกรรมศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง.
- [12] MATLAB. (2558). [Online]. Available: <http://en.wikipedia.org/wiki/MATLAB>.
- [13] ไตรภู ข้างการ,และกนต์ธร ชำนิประศาสน์. (ม.ป.ป.). การใช้ MATLAB สำหรับงานทางวิศวกรรม [Online]. Available: ftp://ftp.ee.psu.ac.th/pub/matlab/help/matlab_guide_thai.pdf.