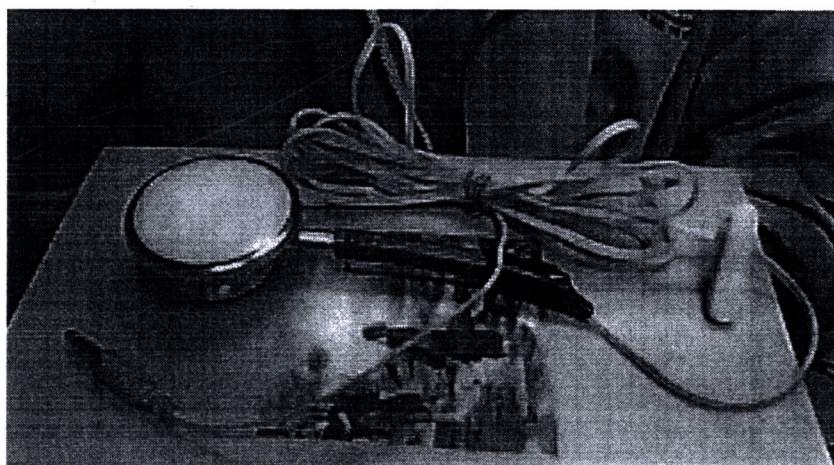


บทที่ 4

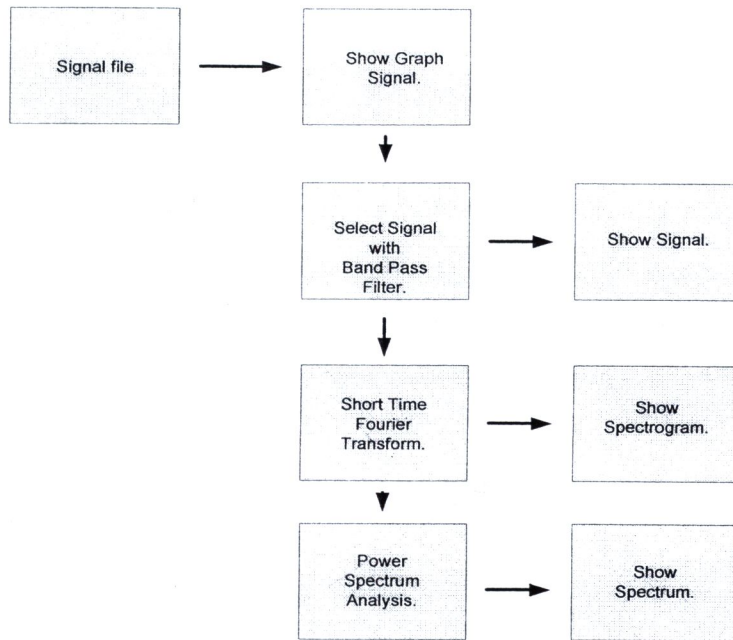
ผลการดำเนินงานวิจัย

จากการออกแบบวิธีการดำเนินการวิจัยเบื้องต้นนั้นสามารถนำเอา Stethoscope ซึ่งประกอบด้วยแผ่น diaphragm ทำหน้าที่เป็นตัวตรวจจับการสั่นสะเทือนตามจังหวะการทำงานของหัวใจ ส่งสัญญาณเข้าสู่หูฟังแพทย์ในระบบ air pressure ซึ่งเราสามารถแปลงสัญญาณดังกล่าวให้เป็นสัญญาณไฟฟ้าได้ด้วยการใช้ condenser microphone เพื่อนำสัญญาณเข้าสู่กระบวนการประมวลผลด้วยเครื่องคอมพิวเตอร์ ดังรูปที่ 4.1 แสดง Stethoscope ที่ได้ดัดแปลงแล้ว

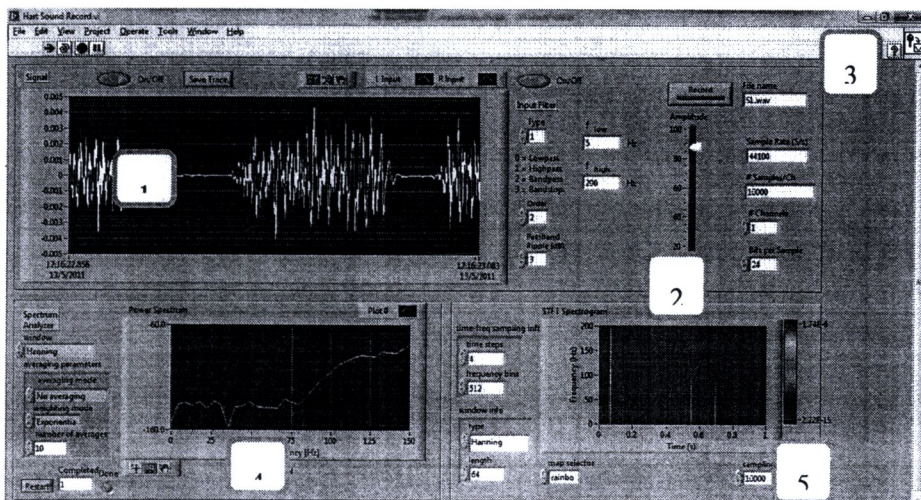


รูปที่ 4.1 Stethoscope ที่ดัดแปลง

การบันทึกสัญญาณเสียงและการประมวลผลสัญญาณการทำงานของหัวใจนั้น ได้เลือกใช้โปรแกรม LabVIEW เพื่อพัฒนาโปรแกรมเนื่องจากเป็นโปรแกรมที่มีความเหมาะสมในด้านการงานลักษณะ Computerized Instrument ได้เป็นอย่างดี และเป็นโปรแกรมที่พัฒนาในรูปแบบ Graphic Programming ทำให้ผู้ที่จะนำงานวิจัยนี้ไปพัฒนาต่อยอดสามารถทำความเข้าใจได้ง่าย



รูปที่ 4.2 Block Diagram ของโปรแกรมประมวลผลสัญญาณเสียงหัวใจ



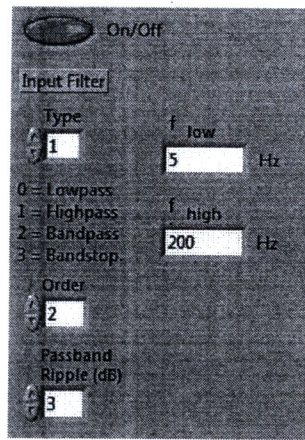
รูปที่ 4.3 การทำงานของโปรแกรมประมวลผลสัญญาณเสียงหัวใจ

4.1 องค์ประกอบและผลการทดสอบโปรแกรม

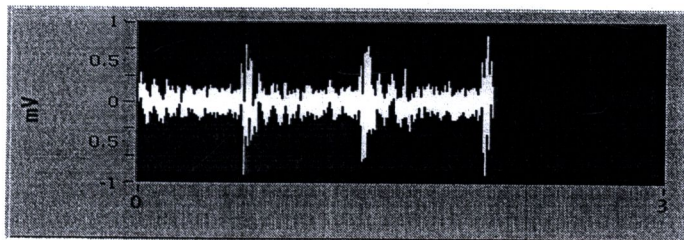
องค์ประกอบและผลการทดสอบโปรแกรมประมวลผลสัญญาณเสียงหัวใจประกอบด้วย

4.1.1 ส่วนแสดงผลสัญญาณเสียงการทำงานของหัวใจ สามารถแสดงผลจากการกรองสัญญาณเพื่อเลือกช่วงสัญญาณที่ต้องการได้ หรือเพื่อกำจัดสัญญาณรบกวน เพื่อบันทึกสัญญาณ และวิเคราะห์สัญญาณ ขณะทำการตรวจวัด

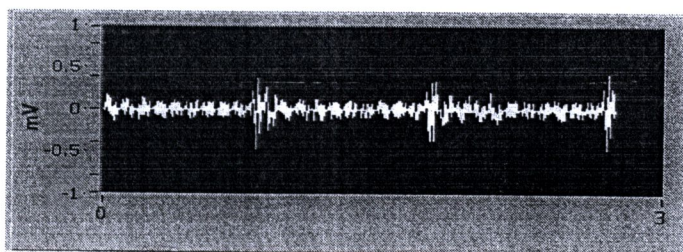
4.1.2 ตัวกรองสัญญาณดิจิทัล (Digital filter signal processing) เป็นตัวกรองสัญญาณเพื่อกำจัดสัญญาณที่ไม่ต้องการออก โดยสามารถเลือกย่านความถี่ของสัญญาณชนิดต่างๆ ได้ เช่น Lowpass filter, Highpass filter และ Bandpass filter เป็นต้น โดยกำหนดที่ f_{low} และ f_{high} แทนการเลือกช่วงย่านความถี่ต่ำ (Low cut off frequency) และเลือกช่วงความถี่สูง (High cut off frequency) ตามลำดับ ดังรูปที่ 4.4 สัญญาณเสียงการทำงานของหัวใจที่บันทึกจาก Stethoscope และโปรแกรมโดยไม่ผ่านการกรองสัญญาณ และลำดับการใช้ตัวกรองสัญญาณเพื่อเลือกกรองสัญญาณ ECG (Electrocardiograph) ดังแสดงในรูปที่ 4.5ก, ข และ ค ตามลำดับ



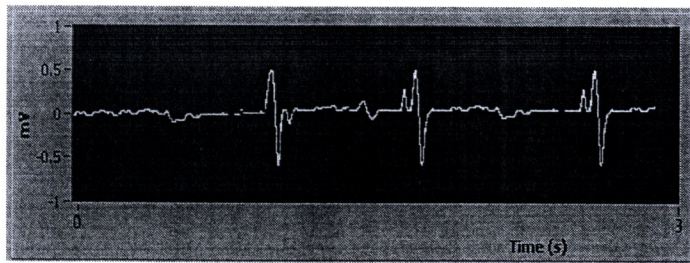
รูปที่ 4.4 ตัวกรองสัญญาณดิจิทัล



รูปที่ 4.5(ก) สัญญาณเสียงการทำงานของหัวใจโดยไม่ผ่านตัวกรองสัญญาณ



รูปที่ 4.5 (ข) ผลการทดสอบตัวกรองสัญญาณชนิด Bandpass filter ที่ย่านความถี่ 1-40 Hz



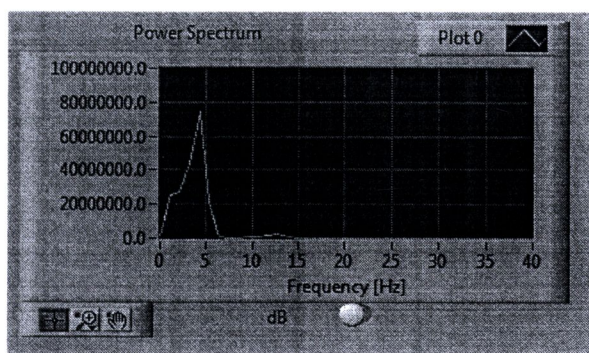
รูปที่ 4.5 (ค) Electrocardiograph (ECG) ที่ได้จากการกรองสัญญาณเสียงการทำงานของหัวใจโดยใช้ตัวกรองสัญญาณ Bandpass filter ที่ย่านความถี่ 2-10 Hz

4.1.3 ส่วนบันทึกสัญญาณ และการกำหนดลักษณะการเก็บข้อมูล สามารถกำหนดความละเอียดข้อมูลได้ 8, 16 และ 24 bit รวมถึงการกำหนด sampling rate โดยจุดเด่นของโปรแกรมสามารถบันทึกเป็นไฟล์ *.wav ซึ่งเป็นไฟล์เสียงสามารถใช้โปรแกรมอ่านสัญญาณเสียง ที่หลากหลายสามารถเปิดฟังได้โดยทั่วไปได้ ซึ่งเหมาะกับการนำสัญญาณไปประมวลผล เพื่อการท้าวิจัยการทำงานของหัวใจในประเด็นอื่น ๆ ได้ เช่นการรู้จำสัญญาณเพื่อการวินิจฉัยภาวะโรคหัวใจ (Heart Sound Recognition for diagnostic and analysis) เป็นต้น

Record	File name
	SI.wav
	Sample Rate (S/s)
	44100
	# Samples/Ch
	10000
	# Channels
	1
	Bits per Sample
	24

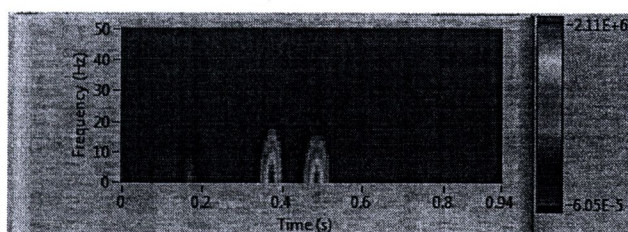
รูปที่ 4.6 ส่วนกำหนดลักษณะเพื่อบันทึกสัญญาณการทำงานของหัวใจ

4.1.4 ส่วนแสดงผล Power Spectrum ส่วนนี้เป็นส่วนที่พัฒนาขึ้นเพื่อแพทย์สามารถเห็นค่าพลังงานของความถี่สัญญาณ การทำงานของหัวใจได้เพื่อการวิเคราะห์ภาวะการทำงานของกล้ามเนื้อหัวใจได้



รูปที่ 4.7 Power Spectrum

4.1.5 Display Spectrogram เป็นการวิเคราะห์ความถี่ของสัญญาณในช่วงเวลาสั้น ๆ โดยใช้ Short-Time Fourier Transform (STFT) algorithm

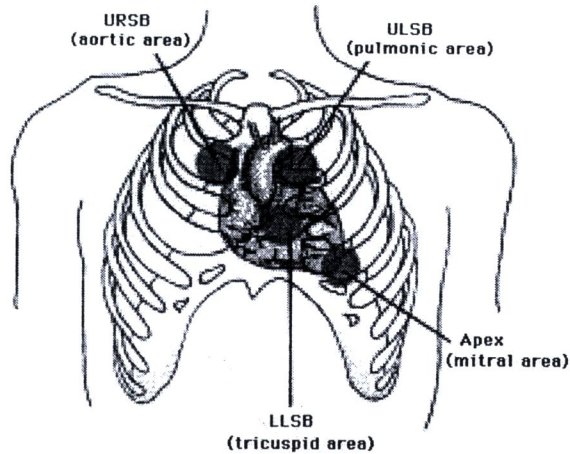


รูปที่ 4.8 Spectrogram ของสัญญาณ ECG (กรองจากสัญญาณเสียงของหัวใจ ที่ความถี่ 2-10 Hz)

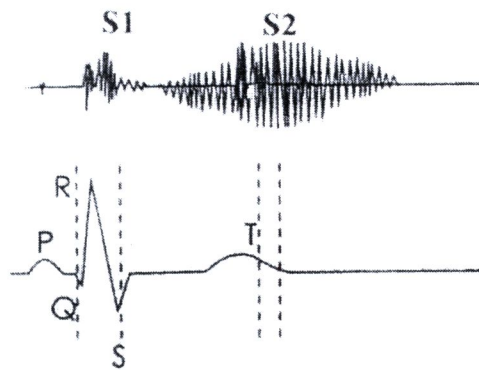
จากรูปที่ 4.8 นั้นทำให้แพทย์เห็นการทำงานของหัวใจในช่วงเวลาของการบีบตัว (Systole) และคลายตัว (Diastole) เพื่อประกอบการวินิจฉัย และสังเกตการทำงานของหัวใจได้

4.2 การทดสอบการแสดงเสียงหัวใจ

การทดสอบการแสดงเสียงหัวใจเมื่อใช้ Stethoscope ตรวจวัดเสียงการทำงานของหัวใจใน 4 ตำแหน่งสำคัญ ดังแสดงในรูปที่ 4.9 ซึ่งความสัมพันธ์กันระหว่างคลื่นเสียงหัวใจกับสัญญาณ ECG ดังแสดงในรูปที่ 4.10

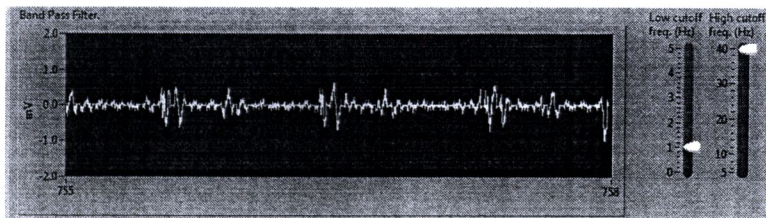


รูปที่ 4.9 ตำแหน่งที่ทำการวัดเก็บค่าสัญญาณเสียงหัวใจ

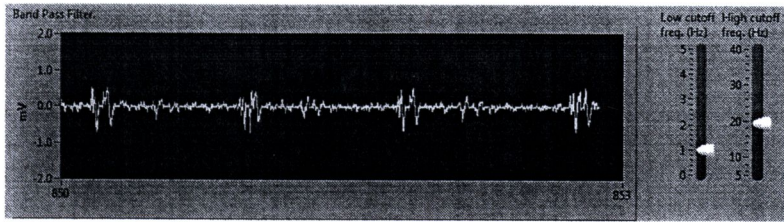


รูปที่ 4.10 ความสัมพันธ์ของรูปคลื่นเสียงหัวใจและสัญญาณ ECG

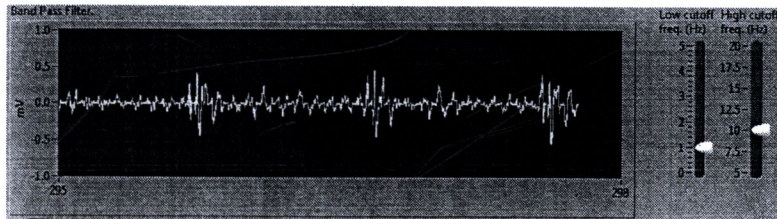
4.2.1 ตำแหน่ง Aortic Valvular Area อยู่ที่ช่องซี่โครงที่ 2 ซัดกับขอบขวาของกระดูกสันอก (Sternum) เป็นเสียงที่เกิดจากลิ้นหัวใจ Aortic เพราะหลอดเลือด Aorta เมื่อออกจาก Left Ventricle จะโค้งย้อนไปทางด้านหลังแต่ส่วนที่อยู่ใกล้กับผนังหน้าอกคือบริเวณนี้ โดยลิ้นหัวใจ Aortic เป็นต้นตอของเสียงที่ 2 เพราะฉะนั้นจึงฟังเสียงที่ 2 ของหัวใจได้ชัดเจนในบริเวณนี้ดังแสดงในรูปที่ 4.11 – 4.14



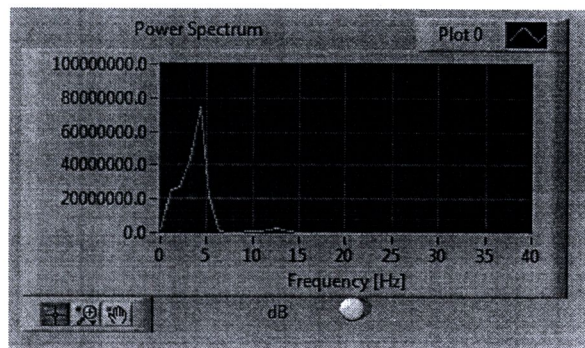
รูปที่ 4.11 รูปคลื่นเสียงของหัวใจ Aortic Valvular Area ด้วยการใช Bandpass filter 1-40Hz



รูปที่ 4.12 รูปคลื่นเสียงของหัวใจ Aortic Valvular Area ด้วยการใช้ Bandpass filter 1-20Hz

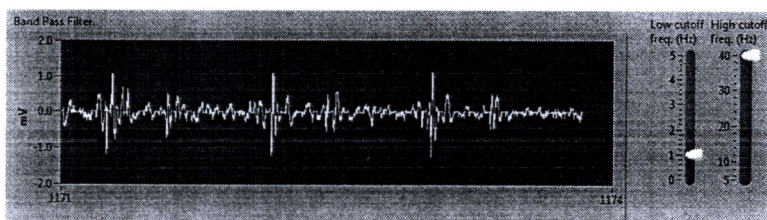


รูปที่ 4.13 รูปคลื่นเสียงของหัวใจ Aortic Valvular Area ด้วยการใช้ Bandpass filter 1-10Hz

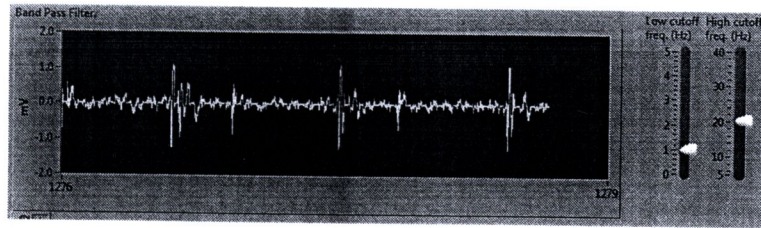


รูปที่ 4.14 ตัวอย่าง Power spectrum ของ Aortic Valvular Area

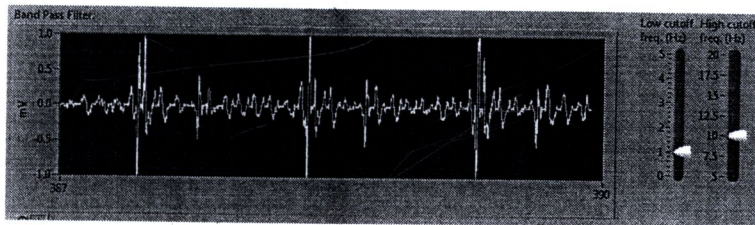
4.2.2. ตำแหน่ง **Pulmonary Valvular Area** อยู่ช่องซี่โครงที่ 2 ซีกกับขอบซ้ายของกระดูกสันอกเป็นเสียงที่เกิดจากลิ้นหัวใจ Pulmonary กลไกการเกิดคล้ายกับ Aortic Valvular Area ดังแสดงในรูปที่ 4.15 - 4.18



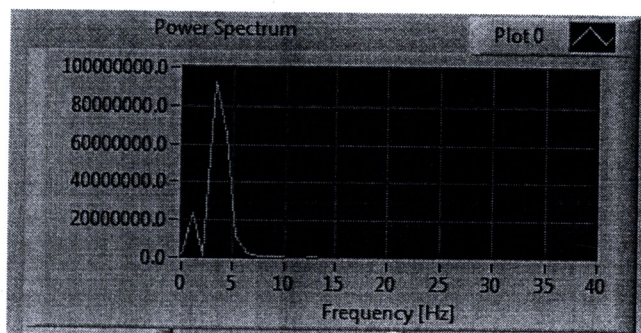
รูปที่ 4.15 รูปคลื่นเสียงของหัวใจ Pulmonary Valvular Area ด้วยการใช้ Bandpass filter 1-40Hz



รูปที่ 4.16 รูปคลื่นเสียงของหัวใจ Pulmonary Valvular Area ด้วยการใช้ Bandpass filter 1-20Hz

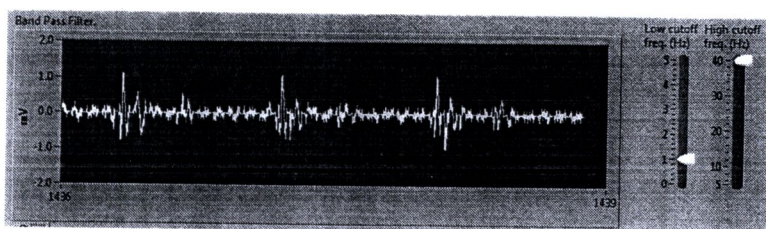


รูปที่ 4.17 รูปคลื่นเสียงของหัวใจ Pulmonary Valvular Area ด้วยการใช้ Bandpass filter 1-10Hz

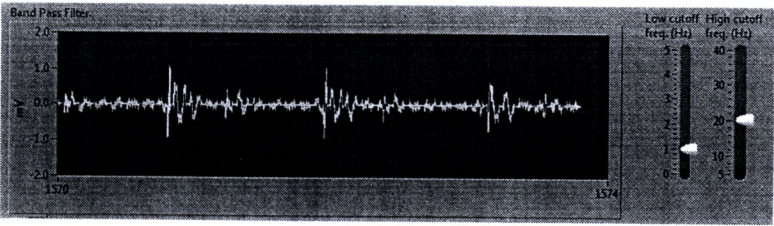


รูปที่ 4.18 ตัวอย่าง Power spectrum ของ Pulmonary Valvular Area

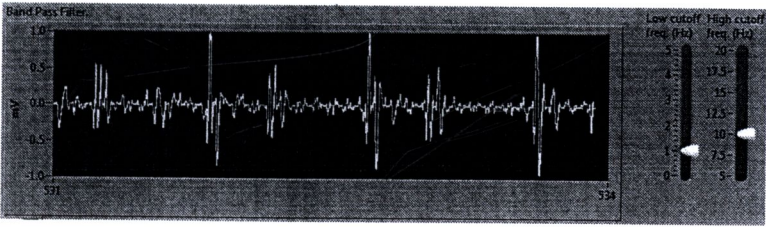
4.2.3 ตำแหน่ง Tricuspid Valvular Area อยู่บริเวณด้านซ้ายของลิ้นปี่ตรงช่องซี่โครงที่ 4 ตำแหน่งนี้ วัดสัญญาณเสียงที่เกิดจากลิ้นหัวใจ Tricuspid ได้ชัดเจนเพราะเสียงที่เกิดขึ้นนี้จะกระจายตามผนังของ เวนทริเคิลขวาซึ่งชิดกับผนังหน้าอกบริเวณนี้ ดังแสดงในรูปที่ 4.19-4.22



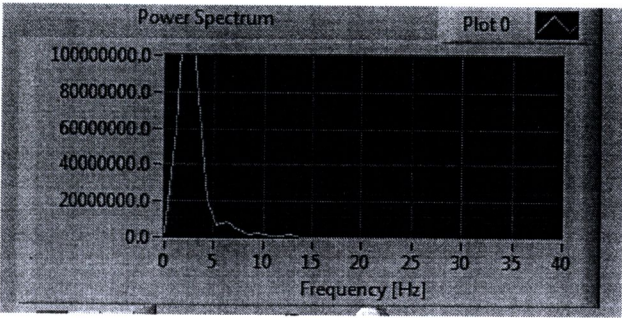
รูปที่ 4.19 รูปคลื่นเสียงของหัวใจ Tricuspid Valvular Area ด้วยการใช้ Bandpass filter 1-40Hz



รูปที่ 4.20 รูปคลื่นเสียงของหัวใจ Tricuspid Valvular Area ด้วยการ ใช้ Bandpass filter 1-20Hz

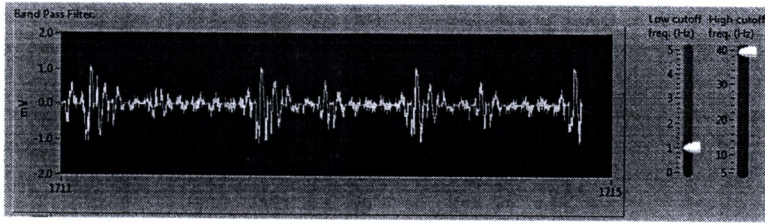


รูปที่ 4.21 รูปคลื่นเสียงของหัวใจ Tricuspid Valvular Area ด้วยการ ใช้ Bandpass filter 1-10Hz

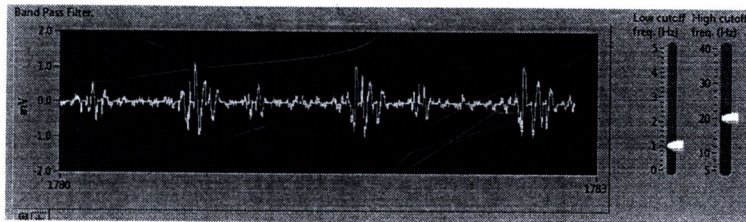


รูปที่ 4.22 ตัวอย่าง Power spectrum ของ Tricuspid Valvular Area

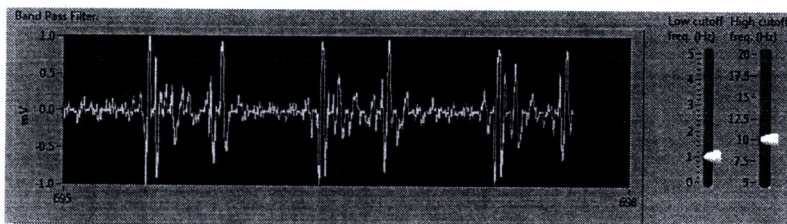
4.2.4 ตำแหน่ง Mitral Valvular Area อยู่ตำแหน่งของ Apex อยู่ช่องซี่โครงที่ 5 เสียงที่ฟังได้ชัดเจน บริเวณนี้คือเสียงที่ 1 โดยเสียงที่ได้ยินเป็นเสียงที่เกิดจากลิ้นหัวใจ Mitral จะได้ยินชัดเจนที่สุดเพราะเมื่อเสียงเกิดจากลิ้นนี้จะกระจายออกมาตามอวัยวะที่แข็งคือ เวนทริเคิลซ้าย เพื่อออกมาภายนอก ดังนั้นจะได้ยินเสียงชัดเจนตรง Apex Beat นอกจากนี้ต้นตอของเสียงที่ 1 เกิดจากลิ้นหัวใจ Mitral เป็นส่วนใหญ่ดังนั้นตำแหน่งนี้จึงฟังได้ชัดเจน ดังแสดงในรูปที่ 4.23-4.26



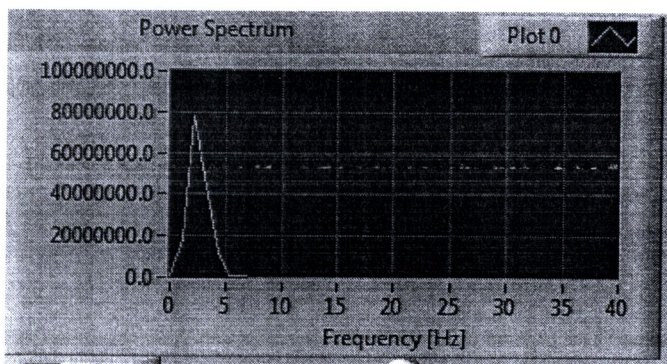
รูปที่ 4.23 รูปคลื่นเสียงของหัวใจ Mitral Valvular Area ด้วยการใช Bandpass filter 1-40Hz



รูปที่ 4.24 รูปคลื่นเสียงของหัวใจ Mitral Valvular Area ด้วยการใช Bandpass filter 1-20Hz



รูปที่ 4.25 รูปคลื่นเสียงของหัวใจ Mitral Valvular Area ด้วยการใช Bandpass filter 1-10Hz



รูปที่ 4.26 ตัวอย่าง Power spectrum ของ Mitral Valvular Area