เครื่องวัดสัญญาณเสียงหัวใจ
HEART SOUND MONITOR

นพอนนต์ แสงแก้ว
NOPANON SANGKEAW

นรินทร์ น้อยเรือน
NARIN NOIRUAN

บัญชา ชิงหอม
BUNCHA KHINGHOM

ปริญญานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต
สาขาวิชาวิศวกรรมอิเล็กทรอนิกส์
คณะวิศวกรรมศาสตร์
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
พ.ศ. 2557

เครื่องวัดสัญญาณเสียงหัวใจ
HEART SOUND MONITOR

โดย

นพอนนต์ แสงแก้ว

นรินทร์ น้อยเรือน

บัญชา ขิงหอม

อาจารย์ที่ปรึกษา
ดร.เทอดศักดิ์ ลิ่วหาทอง

ปริญญานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต
สาขาวิชาวิศวกรรมอิเล็กทรอนิกส์
คณะวิศวกรรมศาสตร์
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
พ.ศ. 2557

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ปริญญานิพนธ์ปีการศึกษา 2557

สาขาวิชา วิศวกรรมอิเล็กทรอนิกส์

คณะ วิศวกรรมศาสตร์

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

เรื่อง เครื่องวัดสัญญาณเสียงหัวใจ

HEART SOUND MONITOR

ผู้จัดทำ นายนพอนนต์ แสงแก้ว รหัสประจำตัว 54010665

นายนรินทร์ น้อยเรือน รหัสประจำตัว 54010675

นายบัญชา ขิงหอม รหัสประจำตัว 54010731

ปริญญานิพนธ์ผ่านการตรวจสอบโดยอาจารย์ที่ปรึกษาแล้ว

.....

ดร.เทอดศักดิ์ ลิ่วหาทอง

อาจารย์ที่ปรึกษา

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หัวข้อปริญญานิพนธ์	เครื่องวัดสัญญาณเสียงหัวใจ		
นักศึกษา	นาย นพอนนต์ แสงแก้ว	รหัสประจำตัว	54010665
	นาย นรินทร์ น้อยเรือน	รหัสประจำตัว	54010675
	นาย บัญชา ขิงหอม	รหัสประจำตัว	54010731
ปริญญา	วิศวกรรมศาสตรบัณฑิต		
สาขาวิชา	วิศวกรรมอิเล็กทรอนิกส์		
ปีการศึกษา	2557		
อาจารย์ที่ปรึกษา	ดร. เทอดศักดิ์ ลิ่วหาทอง		

บทคัดย่อ

ปริญญานิพนธ์นี้เป็นการกล่าวถึงการสร้างเครื่องวัดเสียงเต้นของหัวใจ ตัวเครื่องวัดเสียงหัวใจ จะรับสัญญาณเสียงหัวใจโดยใช้คอนเดนเซอร์ไมโครโฟน โดยผ่านวงจรกรองความถี่ต่ำผ่าน กรองความถี่สูงผ่าน วงจรขยายสัญญาณ วงจรขยายกำลัง หลังจากสัญญาณผ่านวงจรดังกล่าวแล้วสัญญาณจะแบ่งเป็นสองส่วน โดยส่วนแรกออกลำโพง เพื่อแสดงเสียงของหัวใจ สัญญาณอีกส่วนจะถูกแปลงจากสัญญาณอนาล็อกเป็นสัญญาณดิจิตอล จากนั้นสัญญาณจะถูกส่งผ่านไปยังราสเบอรีพาย และบลูทูธไปยังสมาร์ทโฟนแอนดรอยด์เพื่อแสดงผลต่อไป

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Thesis Title	Heart Sound Monitor		
Student	Mr.Nopanon Seangkeaw	Student ID	54010665
	Mr.Narin Noiruan	Student ID	54010675
	Mr.Buncha Khinghom	Student ID	54010731
Degree	Bachelor of Engineering		
Program	Electronics Engineering		
Year	2014		
Advisor	Dr. Thurdsak Leauhathong		

ABSTRACT

The purpose of this thesis is to design a heart sound system. The Heart Sound Monitor consists of a condenser microphone, low pass filter, High pass filter, amplifier and power amplifier. After this stage, the signal will be separated into two channels. The first channel is a power amplifier circuit where the heart sound is transferred to a speaker in order to show the sound of heart beats. The second channel will be transferred to Microcontroller for Analog to Digital Converter. Finally the signal is sent to Raspberry Pi and Bluetooth Module to pass the signal to a Smart Phone to show graph.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กิตติกรรมประกาศ

ปริญญานิพนธ์เรื่องเครื่องวัดสัญญาณหัวใจ (Heart Sound Monitor) ฉบับนี้สำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยดีโดยได้รับความ อนุเคราะห์และความช่วยเหลืออย่างดียิ่งของ ดร.เทอดศักดิ์ ลิ่วหาทอง อาจารย์ที่ปรึกษาและ จากบุคคลหลายท่านด้วยกันทางผู้จัดทำจึงขอขอบคุณทุกท่านที่คอยให้ความรู้ คำปรึกษา และคำแนะนำที่เป็นประโยชน์ต่อปริณณานิพนธ์นี้ ทำให้ปริญญานิพนธ์นี้สำเร็จไปได้ด้วยดี ขอขอบคุณเพื่อนๆ รุ่นพี่ทุกๆ คนที่คอยแนะแนวทางในการดำเนินงานให้ความช่วยเหลือในการแก้ไขปัญหาที่เกิดขึ้นอีกทั้งยังคอยให้กำลังใจและติดตามเอาใจใส่เป็นอย่างดีมาโดยตลอด ตั้งแต่เริ่มต้นการทำโครงงาน นอกจากนี้ยังขอบคุณพี่ๆเพื่อนๆน้องๆ ที่ยังคอยก่อสงครามระหว่างทำปริญญานิพนธ์และรบกวนเรื่อยๆ จนกระทั่งปริญญานิพนธ์นี้สำเร็จไปได้ด้วยดี สาธุครับ

นพอนนต์ แสงแก้ว

นริทร์ น้อยเรือน

บัญชา ขิงหอม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ

เนื้อหา หน้า

บทคัดย่อ I

Abstract II

กิตติกรรมประกาศ III

สารบัญ IV

สารบัญตาราง VII

สารบัญรูป VIII

บทที่ 1 บทนำ 1

1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา 1

1.2 ความมุ่งหมายและวัตถุประสงค์ของการศึกษา 1

1.3 สมมุติฐานของการศึกษา 1

1.4 ขอบเขตการวิจัย 2

1.5 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ 2

1.6 ส่วนประกอบ 2

บทที่ 2 หลักการและทฤษฎี 3

2.1 โครงสร้างของหัวใจ 3

2.1.1ชั้นเยื่อหุ้มหัวใจ (Pericardium) 3

2.1.2กล้ามเนื้อหัวใจ (Myocardium) 3

2.1.3ลิ้นหัวใจ 3

2.2 เสียงหัวใจ 4

2.2.1 เสียงหัวใจอันดับที่ 1 (S1) 4

2.2.2 เสียงหัวใจอันดับที่ 2 (S2) 5

2.2.3 เสียงหัวใจอันดับที่ 3 (S3) 5

2.2.4 เสียงหัวใจอันดับที่ 4 (S4) 5

2.2.5 เสียงเมอเมอร์ (Heart Murmur) 6

2.3 หลักการฟังเสียงหัวใจ 6

2.3.1 เสียงหนึ่ง (first heart sound) 7

2.3.2 เสียงสอง (second heart sound) 8

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ(ต่อ)

เนื้อหา หน้า

2.3.3 เสียงสาม (third heart sound)....8
2.3.4 เสียงสี่ (fourth heart sound)....8
2.4 เซนเซอร์ (Sensor)....9
2.4.1 สเตทโทสโคป (Stethoscope)....9
2.4.2 คอนเดนเซอร์ ไมโครโฟน....10
2.5 ทฤษฎีวงจร....11
2.5.1 วงจรขยายแบบไม่กลับเฟส (Non-inverting Amplifier)....11
2.5.2 วงจรกรองความถี่แบบบัทเทอร์เวิร์ธ (Butterworth filter)....12
2.6 ไมโครคอนโทรลเลอร์ (Microcontroller)....14
2.7 ราสเบอรี่พาย (Raspberry Pi)....15
2.7.1 สเปคและอุปกรณ์ภายนอกของราสเบอรีพาย....16
2.7.2 โปรแกรมที่ใช้งานกับ ราสเบอรี่พายในการสั่งการทำงานต่างๆ....17
2.8 เทคโนโลยี Bluetooth....18
2.9 การเขียนแอพพลิเคชันบนระบบปฏิบัติการแอนดรอยด์....20
2.9.1 ที่มาและความสำคัญของแอนดรอยด์....20
2.9.2 อุปกรณ์และเครื่องมือที่ใช้ในการเขียนโปรแกรม....20

บทที่ 3 วิธีการออกแบบ....21
3.1 การคำนวณและออกแบบวงจร....22
3.1.1 วงจรขยายสัญญาณ (Pre-Amplifier)....23
3.1.2 วงจร Low Pass filter....23
3.1.3 วงจร high Pass filter....24
3.1.4 วงจรขยายแรงดัน (Power amplifier)....25
3.1.5 ไมโครคอนโทรลเลอร์ (Microcontroller)....25
3.1.5.1 ลักษณะของไมโครคอนโทรลเลอร์(PIC 18F26K80)....25
3.1.5.2 การเชื่อมต่อของ คอนโทรลเลอร์กับอุปกรณ์ต่างๆ....26
3.1.5.3 แผนผังการออกแบบและเขียนโปรแกรม (Flow Chart)....27
3.1.6 โมดูลบลูทูธ....27
3.2 Raspberry Pi....28
3.2.1 กราฟฟิคยูเซอร์อินเตอเฟสของโปรแกรม(GUI)....28
3.2.2 แผนผังการออกแบบและเขียนโปรแกรม (Flow Chart)....29

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ(ต่อ)

เนื้อหา หน้า

3.3 Android Applications....30
3.3.1 กราฟฟิคยูเซอร์อินเตอเฟสของโปรแกรม (GUI)....30
3.3.2 แผนผังการออกแบบและเขียนโปรแกรมบนระบบปฏิบัติการแอนดรอยด์ (Flow Chart)....31

บทที่ 4 ผลการทดลอง....32
4.1 ผลการทดลองวงจรส่วนอนาล็อก....32
4.1.1 การตอบสนองทางความถี่ของวงจรทั้งหมด....32
4.1.2 การทดสอบใช้งานจริง....32
4.2 ผลการทดสอบการทำงานของราสเบอรีพาย....34
4.2.1 การทดสอบวาดกราฟ....34
4.2.1.1 ทดสอบสัญญาณจากฟังก์ชั่น เจนเนอเรเตอร์....34
4.2.1.2 ทดสอบกับสัญญาณจากวงจรส่งอนาล็อก....37
4.2.2 ทดสอบการใช้งานกล้อง....39
4.3 ผลการทดสอบแอพพลิเคชันบนระบบปฏิบัติการแอนดรอยด์....40
4.3.1 การทดสอบเมนูกรอกข้อมูลประวัติส่วนตัว(Register)....40
4.3.2 การทดสอบเมนูรับ-ส่งค่าผ่านบลูทูธ(Bluetooth)....41
4.3.2 การทดสอบเมนูพล็อตกราฟข้อมูลจากบลูทูธแบบเรียลไทม์(PlotGraph)....41

บทที่ 5 สรุปผลการทดลอง และวิจารณ์ผลการทดลอง....42
5.1 บทสรุป....42
5.2 วิจารณ์ผลการทดลอง....42

เอกสารอ้างอิง....43

ภาคผนวก....44

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญตาราง

ตารางที่ หน้า
3.1 ตารางแสดงการอธิบายการทำงานของโปรแกรม.....28

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญรูป

รูปที่ หน้า

2.1 ตัวอย่าง heart sound signal S1 และ S2 5
2.2 รูปภาพแสดง Heart Murmur 6
2.3 ภาพแสดงตำแหน่งการวัดเสียงหัวใจ 7
2.4 เสียง S1,S2,S3, และS4 7
2.5 สเตทโทสโคป 9
2.6 คอนเดนเซอร์ ไมโครโฟน 10
2.7 วงจรขยายแบบไม่กลับเฟส (Non-inverting Amplifier) 11
2.8 วงจรกรองความถี่แบบบัทเทอร์เวิร์ธ 12
2.9 กราฟดับแรกผ่านการกรองความถี่ต่ำของบัทเทอร์เวิร์ธ 12
2.10 กราฟการเพิ่มของกรองความถี่ต่ำผ่านแบบบัทเทอร์เวิร์ธจำนวนที่ 1 และ 2 13
2.11 รูปลักษณะของ ไมโครคอนโทรลเลอร์ที่ประกอบไปด้วยอุปกรณ์ต่างๆรวมเข้าไว้ด้วยกัน 15
2.12 สเปคและอุปกรณ์ภายนอกของราสเบอรีพายโมดูล B+ 16
2.13 รูปร่างลักษณะของราสเบอรีพายโมดูล B+ 16
2.14 การทำงานของ GPIO พอร์ตของราสเบอรีพายโมดูล B+ 17
2.15 รูปร่างลักษณะโปรแกรม Qt 17
2.16 หน้าต่างของการเขียนและออกแบบโปรแกรม 18
2.17 หน้าต่างของการออกแบบกราฟฟิคของโปรแกรม 18
2.18 พื้นฐานอุปกรณ์เชื่อมต่อเครือข่ายไร้สายส่วนบุคคล 19
2.19 รูปร่างลักษณะ HC-05 19
2.20 ตัวอย่างแอพพลิเคชันบนระบบปฏิบัติการแอนดรอยด์ 20
3.1 การเชื่อมต่อของอุปกรณ์ต่างๆเข้าด้วยกัน 21
3.2 ลำดับการทำงานของโครงงาน (Block diagram) 22
3.3 วงจรขยายสัญญาณ (Pre-Amplifier) 23
3.4 วงจรแบบ Butterworth Low Pass filter 24
3.5 วงจรแบบ Butterworth high Pass filter 24
3.6 วงจรขยายแรงดัน (Power amplifier) 25
3.7 ก). รูปร่างของ PIC 18F26K80 ข). การทำงานของขาต่างๆ 26
3.8 การเชื่อมต่อของ คอนโทรลเลอร์กับอุปกรณ์ต่างๆ 26
3.9 แผนผังการออกแบบและเขียนโปรแกรม 27

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญรูป(ต่อ)

รูปที่ หน้า

3.10 อธิบายการทำงานของโปรแกรม....28
3.11 แผนผังการออกแบบและเขียนโปรแกรม (Flow Chart)....29
3.12 อธิบายการทำงานของโปรแกรม....30
3.13 แผนผังการออกแบบและเขียนโปรแกรมบนระบบปฏิบัติการแอนดรอยด์ (Flow Chart)....31
4.1 Band pass frequency response....32
4.2 กราฟเสียงหัวใจของคนปกติ คนที่ 1....32
4.3 กราฟเสียงหัวใจของคนปกติ คนที่ 2....33
4.4 กราฟเสียงหัวใจของคนปกติ คนที่ 3....33
4.5 กราฟเสียงหัวใจของคนปกติ คนที่ 4....34
4.6 โปรแกรมรับสัญญาณฟังก์ชั่น เจนเนอเรเตอร์ 1 HZ....35
4.7 โปรแกรมรับสัญญาณฟังก์ชั่น เจนเนอเรเตอร์ 2 HZ....35
4.8 โปรแกรมรับสัญญาณฟังก์ชั่น เจนเนอเรเตอร์ 3 HZ....36
4.9 โปรแกรมรับสัญญาณฟังก์ชั่น เจนเนอเรเตอร์ 5 HZ....36
4.10 โปรแกรมรับสัญญาณฟังก์ชั่น เจนเนอเรเตอร์ 10 HZ....37
4.11 โปรแกรมรับข้อมูลของผู้ทดลองคนที่ 1....37
4.12 โปรแกรมรับข้อมูลของผู้ทดลองคนที่ 2....38
4.13 โปรแกรมรับข้อมูลของผู้ทดลองคนที่ 3....38
4.14 แสดงภาพวิดีโอบนโปรแกรมขณะรับข้อมูลและวาดกราฟ....39
4.15 แสดงภาพการทดสอบกรอกข้อมูลประวัติส่วนตัวลงแอพพลิเคชันแอนดรอย์....40
4.16 แสดงภาพการทดสอบดูข้อมูลประวัติส่วนตัวบนแอพพลิเคชันแอนดรอย์....40
4.17 แสดงภาพการทดสอบรับ-ส่งค่าผ่านบลูทูธบนแอพพลิเคชันแอนดรอย์....41
4.18 แสดงภาพการทดสอบพล็อตกราฟข้อมูลจากบลูทูธบนแอพพลิเคชันแอนดรอย์....41

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่1
บทนำ

1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

เนื่องจากเสียงหัวใจเป็นข้อมูลที่จำเป็นต่อการวินิจฉัยโรค และความผิดปกติที่เกิดขึ้นของหัวใจและลิ้นหัวใจ เสียงหัวใจแบ่งออกเป็นได้ทั้งหมด 4 เสียง S1, S2, S3 และ S4 โดยเสียงที่ได้ยินนั้นมาเพียงแค่ S1 และ S2 เท่านั้น ในขณะที่หัวใจกำลังบีบตัวทำให้เกิดเสียง ซึ่งเป็นเสียงจากระยะ S1 ถึง S2 และในขณะที่หัวใจกำลังคลายตัวทำให้เกิดเสียง ซึ่งเป็นเสียงจากระยะ S2 ถึง S1 นอกจากเสียง S1, S2, S3 และ S4 แล้วยังมีเสียง Murmur ซึ่งเป็นเสียงที่เกิดจากความผิดปกติจะสังเกตจากช่วงการเกิดเสียง, ความดัง, ความถี่ของเสียง (เสียงสูง เสียงต่ำ) เสียงต่างๆเหล่านี้เป็นเสียงที่ใช้สาหรับวินิจฉัยโรคของแพทย์ ในปัจจุบัน มีแพทย์ที่เชี่ยวชาญในด้านการวินิจฉัยโรคของหัวใจนี้ไม่มากนัก

จึงมีแนวคิดที่จะทำเครื่องฟังเสียงหัวใจและนำสัญญาณที่ได้มาเก็บไว้เป็นฐานข้อมูลในคอมพิวเตอร์เพื่อที่จะศึกษาสัญญาณเสียงหัวใจของผู้ป่วยโรคหัวใจต่างๆ และคาดว่าในอนาคตจะสามารถช่วยแพทย์ในการตรวจและวินิจฉัยโรคต่างๆที่เกิดขึ้นของหัวใจได้ชัดเจนยิ่งขึ้นเพียงแค่ส่งสัญญาณเสียงหัวใจที่วัดได้จากผู้ป่วย มาเทียบกับสัญญาณเสียงหัวใจที่มีอยู่ในฐานข้อมูล ก็จะสามารถวินิจฉัยโรคได้อย่างสะดวกและรวดเร็วมากยิ่งขึ้น

1.2 ความมุ่งหมายและวัตถุประสงค์ของการศึกษา

ออกแบบเครื่องฟังเสียงหัวใจให้มีเสียงที่เหมือนกับเสียงที่ฟังจาก สเตทโตสโคป (Stethoscope) ซึ่งเป็นเครื่องมือที่ใช้ในการฟังเสียงหัวใจของแพทย์มากที่สุดและส่งข้อมูลสัญญาณเสียงไปแสดงบนคอมพิวเตอร์เพื่อเก็บเป็นฐานข้อมูลสัญญาณเสียงหัวใจ ซึ่งจะสามารถช่วยในการวินิจฉัยโรคต่างๆที่เกิดขึ้นของหัวใจและลิ้นหัวใจ

1.3 สมมุติฐานของการศึกษา

เครื่องวัดสัญญาณเสียงหัวใจสามารถฟังเสียงหัวใจได้ชัดเจนมากขึ้นพร้อมทั้งสามารถปรับระดับความดังของเสียงได้เพื่อให้แพทย์ฟังได้ชัดเจนมากยิ่งขึ้นพร้อมทั้งแสดงสัญญาณบนหน้าจอราสเบอรี่พาย (Raspberry Pi) โดยการเชื่อมต่อผ่านบลูทูธ(Bluetooth) กับ ไมโครคอนโทรลเลอร์ (Microcontroller) เพื่อให้แพทย์สามารถวินิจฉัยโรคได้อย่างแม่นยำซึ่งจะเป็นประโยชน์ต่อแพทย์เพื่อใช้ในการวินิจฉัยโรคต่างๆต่อไป

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1.4 ขอบเขตของการวิจัย

ในโครงงานนี้จะทำการวัดสัญญาณเสียงหัวใจโดยใช้ออสซิลโลสโคป(Oscilloscopes) วัดสัญญาณอนาลอก (Analog signal) และนำสัญญาณมาเปรียบเทียบกับสัญญาณดิจิตอล (Digital signal) จากนั้นให้ทำการทดลองวัดสัญญาณเสียงหัวใจกับผู้ทดลองหลายๆท่านว่ามีลักษณะของสัญญาณอนาลอกเหมือนสัญญาณดิจิตอลบน หน้าจอราสเบอรีพาย

1.5 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1). ได้ความรู้เกี่ยวกับวิธีการใช้ เครื่องมือฟังเสียงหัวใจของแพทย์คือสเตทโทสโคป
2). ได้ความรู้เกี่ยวกับการใช้ คอนเดนเซอร์ ไมโครโฟน (Condenser Microphone) ในอีกรูปแบบหนึ่งซึ่งนำมาประยุกต์ใช้กับสเตทโทสโคป
3). ได้ทบทวนเรื่องการออกแบบวงจรกรองสัญญาณทั้งความถี่ต่ำผ่าน, ความถี่สูงผ่าน และวงจรขยายกำลัง (power amplifier) ตั้งแต่พื้นฐาน ซึ่งการได้ศึกษาเองและลงมือทำนั้นทำให้มีความเข้าใจมากยิ่งขึ้น
4). ได้เครื่องวัดสัญญาณเสียงหัวใจมาใช้เพื่อฟังเสียงหัวใจ เทียบกับเสียงจากสเตทโทสโคปเพื่อที่จะปรับปรุงต่อไป
5). ได้เรียนรู้การเขียนโปรแกรมคอนโทรลเลอร์ PIC 18F26K80 โดยทำการแปลงอนาล็อกเป็นดิจิตอล และส่งข้อมูลผ่าน Serial
6). ได้เรียนรู้การเขียนโปรแกรมจากบอร์ด Raspberry pi โดยรับข้อมูลผ่าน Serial จาก PIC
7). ได้เรียนรู้การเขียนโปรแกรมแอนดรอยด์แอพพลิเคชั่นที่ใช้รับสัญญาณเสียงหัวใจจากบลูทูธมาแสดงบนมือถือ

1.6 ส่วนประกอบ

1). สเตทโทสโคป ทำหน้าที่วัดเสียงหัวใจขั้นแรก
2). คอนเดนเซอร์ไมโครโฟน ทำหน้าที่รับเสียงจากสเตทโทสโคปแล้วแปลงเป็นสัญญาณเสียง
3). วงจรกรองความถี่ต่ำผ่านและวงจรกรองความถี่สูงผ่าน เพื่อปรับปรุงคุณภาพของสัญญาณ
4). วงจรขยายกำลัง TDA2822 ทำหน้าที่เป็นวงจรขยายกำลังเสียง
5). หูฟัง (Headphone) เป็นหูฟังแบบ in ear ซึ่งลดเสียงรบกวนจากภายนอกได้
6). ราสเบอรี่พายและไมโครคอนโทรลเลอร์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 2
หลักการและทฤษฎี

2.1 โครงสร้างของหัวใจ

หัวใจเป็นอวัยวะขนาดใหญ่ในช่องอก โดยวางทับปอดทางด้านซ้ายและอยู่ใกล้กับหน้าอก ทำหน้าที่สูบฉีดเลือดให้ไหลอยู่ในระบบหลอดเลือดของร่างกาย หัวใจทำหน้าที่เป็นสูบที่มีประสิทธิภาพมากชนิดหนึ่ง และเป็นอวัยวะแรกที่เจริญเติบโตจนทำงานได้ของสัตว์เลี้ยงลูกด้วยนมตั้งแต่อยู่ในครรภ์มารดา หัวใจประกอบด้วยระบบสูบสองส่วน ส่วนแรกคือ หัวใจด้านขวา ประกอบด้วย หัวใจห้องบนขวา (right atrium) และหัวใจห้องล่างขวา (right ventricle) ระบบนี้ทำหน้าที่สูบฉีดเลือดให้ไหลจากระบบหลอดเลือดดำของการไหลเวียนส่วนกาย เข้าสู่การไหลเวียนส่วนปอด หัวใจส่วนที่สองคือ หัวใจด้านซ้าย ประกอบด้วยหัวใจห้องบนซ้าย (left atrium) และหัวใจห้องล่างซ้าย (left ventricle) ทำหน้าที่สูบฉีดเลือดจากการไหลเวียนส่วนปอดไปยังการไหลเวียนส่วนกาย ด้วยการทำงานดังกล่าว ทำให้เลือดสามารถไหลหมุนเวียนผ่านหัวใจและระบบหลอดเลือดเพียงทางเดียวเท่านั้นในภาวะปกติ

2.1.1 ชั้นเยื่อหุ้มหัวใจ (Pericardium)

เป็นเยื่อบางๆใสๆห่อหุ้มหัวใจ เป็นอวัยวะที่สำคัญแต่สามารถผ่าตัดเลาะออกไปได้ถ้าเกิดกรณีเป็นโรค โดยเยื่อหุ้มหัวใจจะประกอบด้วย Fibrous Pericardium ซึ่งเป็นเส้นใยที่เหนียว และแข็งแรงหุ้มอยู่นอกสุดของหัวใจและ Serous Pericardium ซึ่งเป็นเนื้อเยื่อที่ประกอบขึ้นจาก ชั้นนอก (Parietal layer) กับ ชั้นใน (Visceral layer) ซึ่งระหว่างชั้นนอกกับชั้นในนั้นจะมีของเหลวที่เรียกว่า Serous Fluid บรรจุอยู่เพื่อลดแรงเสียดทานขณะหัวใจเต้น

2.1.2 กล้ามเนื้อหัวใจ (Myocardium)

เป็นชั้นที่มีความหนามากที่สุด ทำหน้าที่บีบตัวเพื่อส่งเลือดไปเลี้ยง ส่วนต่างๆของร่างกายและทำหน้าที่คลายตัวเพื่อรับเลือดกลับสู่หัวใจ กล้ามเนื้อหัวใจประกอบด้วยกล้ามเนื้อหลักอยู่ 2 ชนิดคือ

1) เนื้อเยื่อที่ทำหน้าที่ทาให้หัวใจบีบตัวโดยตรง
2) กล้ามเนื้อที่ทำหน้าที่ในด้านการนำไฟฟ้าได้แก่ Pacemaker cell หรือ Nodal cell เป็นกลุ่มเซลล์ที่สามารถให้กำเนิดกระแสประสาทได้เอง

2.1.3 ลิ้นหัวใจ

ลิ้นหัวใจเป็นแผ่นของกล้ามเนื้อหัวใจและเนื้อเยื่อเกี่ยวพันที่แข็งแรงที่ยื่นออกมาจากผนังของหัวใจ เพื่อควบคุมทิศทางการไหลของเลือดภายในหัวใจ ให้เป็นไปในทิศทางเดียว โดยอาศัยความแตกต่างของความดันโลหิตในแต่ละห้อง ลิ้นหัวใจที่สำคัญได้แก่

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1). **ลิ้นหัวใจไทรคัสปิด** (Tricuspid valve) มีสามกลีบ (cusps) อยู่ระหว่างหัวใจห้องบนขวาล่างขวา

2). **ลิ้นไมทรัล** (Mitral valve) มีสองกลีบ บางครั้งเรียกว่า *ลิ้นหัวใจไบคัสปิด* (bicuspid valve) อยู่ระหว่าง หัวใจห้องบนซ้ายและล่างซ้าย

3). **ลิ้นหัวใจพัลโมนารีเซมิลูนาร์** (pulmonary semilunar valve) มีสามกลีบ อยู่ระหว่างหัวใจห้องล่างขวาและหลอดเลือดแดงพัลโมนารี

4). **ลิ้นหัวใจเอออร์ติกเซมิลูนาร์** (Aortic semilunar valve) มีสามกลีบ อยู่ระหว่างหัวใจห้องล่างซ้ายและหลอดเลือดแดงใหญ่ ใกล้ๆกับโคนของลิ้นหัวใจนี้จะมีรูเปิดเล็กๆ ซึ่งเป็นทางเข้าของเลือดที่จะเข้าสู่ระบบ หลอดเลือดหัวใจ

2.2 เสียงหัวใจ

ในหนึ่งรอบการทำงานของหัวใจของคนปกตินั้น เราสามารถฟังเสียงหัวใจได้ 2 - 4 ครั้ง เสียงนี้เกิดจากการปิดของลิ้นหัวใจการแกว่งของเลือดในหัวใจและส่วนต้นของเอออร์ตาและหลอดเลือดพัลโมนารี การสั่นสะเทือนของผนังหัวใจและหลอดเลือดที่เกี่ยวข้อง และการเปลี่ยนแปลงอัตราเร็วการไหลของเลือด เสียงที่เกิดขึ้นนั้นมีสาเหตุจากหลายประการด้วยกัน เช่น การหดตัวของผนังห้องหัวใจ การเคลื่อนที่ของเลือดซึ่งเป็นการไหลวน และการเปิด-ปิดของลิ้นหัวใจ โดยทั่วไปแบ่งเสียงเต้นของหัวใจเป็น 2 ชนิด คือ heart sound และ heart murmurs โดยที่ heart sound มีลักษณะเป็นทรานเซียนที่มีความถี่ต่ำ ซึ่งเกิดจากการสั่นของลิ้นหัวใจหลังจากการเปิด-ปิด และจากโครงสร้างโดยรวม ส่วน heart murmurs มีลักษณะสัญญาณเสมือนสัญญาณรบกวนซึ่งมีโครงสร้างที่ซับซ้อน เนื่องจากเกิดขึ้นจากการไหลวนของโลหิตเสียงหัวใจจะมีทั้งหมด ดังนี้

2.2.1 เสียงหัวใจอันดับที่ 1 (S1)

เสียงหัวใจอันดับหนึ่งได้ยินในช่วงหัวใจห้องล่างบีบตัวเป็นเสียงที่มีช่วงเวลาในการได้ยินยาวที่สุด มีความถี่ค่อนข้างสูง เสียงนี้เกิดจากการปิดของลิ้น AV ทำให้เกิดการสั่นพร้อมกับการแกว่งของเลือดในหัวใจห้องล่างทำให้ผนังหัวใจห้องล่างเกิดการสั่นสะเทือน เสียงหัวใจอันดับหนึ่งมีส่วนประกอบย่อย 2 ส่วน คือ M1 และ T2 (Mitral Valve ปิดก่อน Tricuspid Valve เล็กน้อย)ซึ่งหมายถึงเสียงที่เกิดจากการปิดของลิ้นไมทรัล และลิ้นไตรคัสปิดตามลาดับ ปกติไม่สามารถฟังให้แยกเป็นสองเสียงได้ชัดเจนแต่จะสามารถแยกได้ในขณะที่หายใจเข้า เนื่องจากการหายใจเข้า เลือดไหลกลับหัวใจด้านขวาได้ดีกว่าหัวใจด้านซ้าย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.2.2 เสียงหัวใจอันดับที่ 2 (S2)

เสียงหัวใจอันดับสองได้ยินในช่วงหัวใจคลายตัวเป็นเสียงหัวใจที่มีความถี่สูงสุด แต่มีความดังและช่วงเวลาสั้นกว่าเสียงหัวใจอันดับหนึ่ง เสียงนี้เกิดจาก Semilunar Valves ปิดในขณะที่หัวใจห้องล่างคลายตัว ทำให้เลือดในส่วนต้นของหลอดเลือดเอออร์ตาและหลอดเลือดแดงพัลโมนารีไหลย้อนกลับเข้าหัวใจ และดันให้เสียงนี้เกิดจากการปิดของลิ้นครึ่งทรงกลม (Semilunar Valves) ปิดอย่างรวดเร็ว เลือดจึงไหลออกจากหัวใจลดลง เสียงหัวใจอันดับสองประกอบด้วย 2 เสียงย่อย คือ A2 และ P2 โดย A2 เป็นเสียงที่เป็นผลมาจากการปิดของลิ้นเอออร์ติก (Aortic Valves) ส่วน P2 เป็นผลมาจากการปิดของลิ้นพัลโมนารี (Pulmonary Valves) โดยที่จะได้ยินเสียง A2 ก่อน P2 ในผู้ป่วย ที่ลิ้นหัวใจตีบ ลิ้นพัลโมนารีจะปิดก่อนลิ้นเอออร์ติก ทำให้ได้ยินเสียง P2 ก่อน A2 เรียกภาวะนี้ว่า การแยกของเสียงหัวใจอันดับสองแบบผกผัน (paradoxical or reversal splitting of S2) ในภาวะที่มีการกีดกั้นแขนงของกลุ่มเส้นไยของฮีสด้านซ้ายและความดันเลือดสูงก็สามารถพบความผิดปกติเช่นนี้ ได้

รูปที่ 2.1 ตัวอย่าง heart sound signal S1 และ S2

2.2.3 เสียงหัวใจอันดับที่ 3 (S3)

เสียงหัวใจอันดับสามเป็นเสียงหัวใจที่เกิดขึ้นในช่วงที่หัวใจห้องล่างและห้องบนคลายตัวหรือระยะหัวใจห้องล่างคลายตัวรับเลือด เป็นเสียงที่มีความถี่ต่ำและความดังน้อย เกิดจากการไหลของเลือดจากหัวใจห้องบนลงห้องล่าง ปกติเสียงนี้เบามากและไม่ได้ยิน แต่อาจได้ยินชัดเจนในเด็กและในผู้ใหญ่ที่กำลังออกกาลังกาย ทั้งนี้เนื่องจากในภาวะดังกล่าวเลือดจากหัวใจห้องบนไหลลงหัวใจห้องล่างมากและรวดเร็วเสียงนี้ได้ยินชัดที่บริเวณทรวงอกกับตรงขั้วหัวใจ

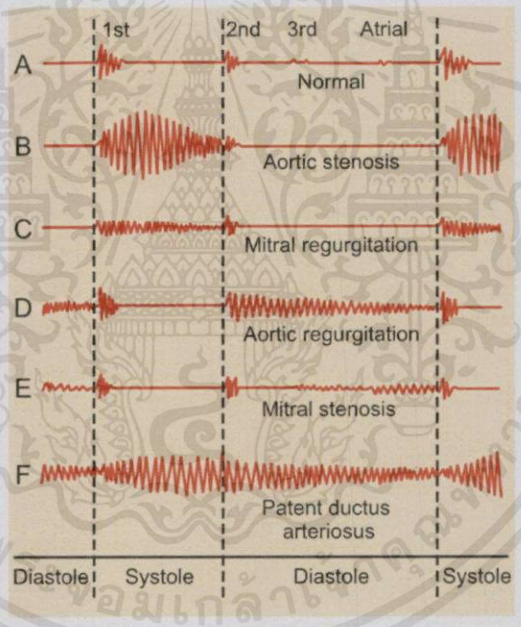
2.2.4 เสียงหัวใจอันดับที่ 4 (S4)

เสียงหัวใจอันดับสี่เป็นเสียงหัวใจที่ได้ยินก่อนเสียงหัวใจอันดับหนึ่งเล็กน้อย เป็นเสียงที่มีความถี่ต่ำมากและมีความดังน้อยที่สุด ปกติจะไม่ได้ยินเสียงนี้ แต่อาจได้ยินชัดขึ้นในผู้ป่วยที่เป็นโรคความดันเลือดสูงและในขณะออกกาลังกาย ซึ่งในภาวะนี้หัวใจห้องบนบีบตัวแรงขึ้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.2.5 เสียงเมอเมอร์ (Heart Murmur)

เสียงฟู่ของหัวใจ (Heart Murmur) คือเสียงหัวใจอย่างหนึ่งซึ่งเกิดจากการที่เลือดที่ไหลผ่านหัวใจ มีการไหลปั่นป่วนมากพอที่จะเกิดเป็นเสียงให้ได้ยิน ส่วนใหญ่จะได้ยินได้ด้วยการฟังผ่านหูฟังเท่านั้นเสียงฟู่ของหัวใจชนิดปกติ (functional murmur, physiologic murmur) คือเสียงฟู่ของหัวใจที่เกิดจากภาวะอื่นๆ ที่ไม่ได้เป็นผลจากความผิดปกติของโครงสร้างของหัวใจโดยตรง เสียงฟู่ของหัวใจชนิดปกตินี้ไม่บ่งบอกถึงอันตรายแต่อย่างใด (innocent murmur) เสียงฟู่ของหัวใจอาจบ่งบอกความผิดปกติได้หลายอย่าง เช่น ภาวะลิ้นหัวใจตีบหรือรั่ว หรือมีการไหลของเลือดผ่านช่องทางที่ปกติแล้วไม่ควรมี (เช่น ผนังกั้นหัวใจมีช่องว่าง) เสียงฟู่เหล่านี้เรียกว่าเสียงฟู่ของหัวใจชนิดมีพยาธิสภาพ (pathologic murmur) ซึ่งควรได้รับการตรวจเพิ่มเติมโดยผู้เชี่ยวชาญเสียงฟู่ของหัวใจมักแบ่งออกตามระยะเวลาที่เกิดเสียงขึ้น ได้แก่ เสียงฟู่หัวใจช่วงหัวใจบีบตัว (systolic heart murmur) และเสียงฟู่หัวใจช่วงหัวใจคลาย (diastolic heart murmur) อย่างไรก็ตามก็มีเสียงฟู่หัวใจชนิดต่อเนื่อง (continuous murmurs) ซึ่งเป็นเสียงฟู่ที่ดังตลอดทั้งช่วงหัวใจบีบตัวและหัวใจคลาย และไม่สามารถจำแนกลงไปในสองกลุ่มนี้ได้



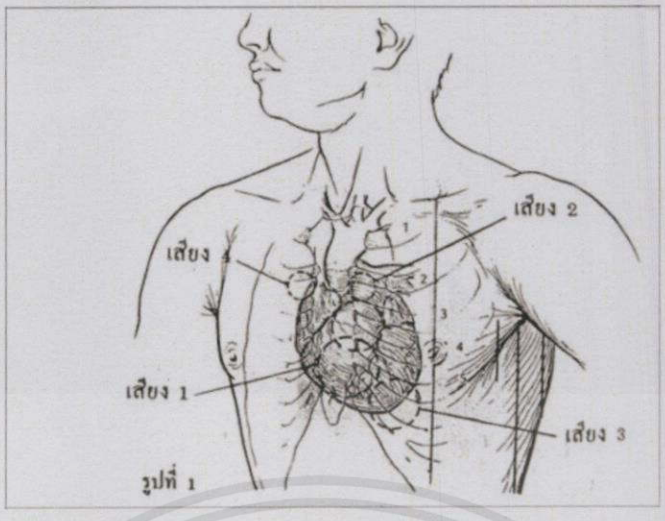
รูปที่ 2.2 รูปภาพแสดง Heart Murmur

2.3 หลักการฟังเสียงหัวใจ

การตรวจทรวงอกด้วยการฟัง นอกจากจะใช้ฟังเสียงที่เกิดจากการหายใจแล้ว ยังใช้ฟังเสียงที่เกิดจากหัวใจเต้นได้ด้วย เสียงที่เกิดจากหัวใจเต้น อาจจะแบ่งออกเป็น

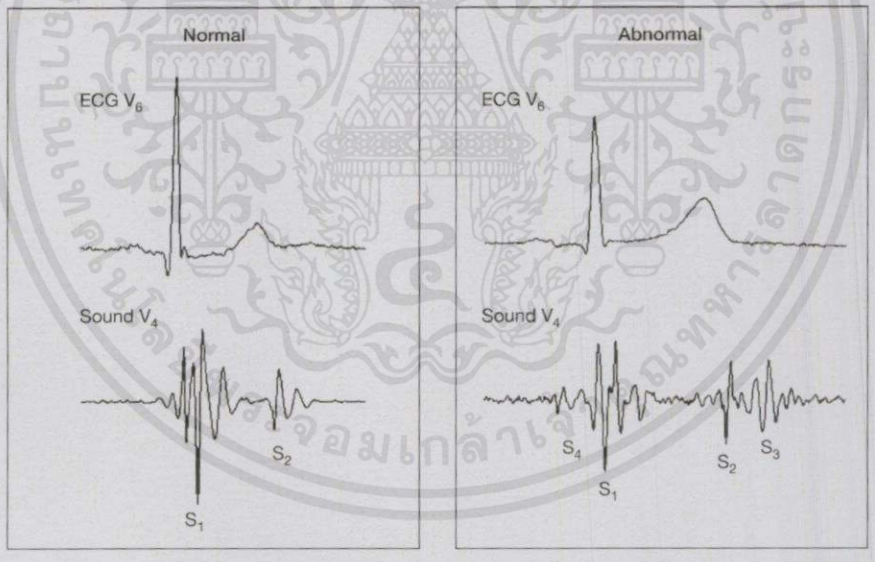
1. เสียงหัวใจ (heart sounds)
2. เสียงฟู่ (heart murmurs)
3. เสียงอื่น ๆ

เอกสารนี้สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.3 ภาพแสดงตำแหน่งการวัดเสียงหัวใจ

เสียงหัวใจที่ได้ยินชัด จะได้ยินในบริเวณทรวงอกด้านหน้าตรงตาแหนงหัวใจ (ดูรูปที่ 2.3) แต่อาจจะแบ่งบริเวณทรวงอกด้านหน้าของหัวใจเป็น 4 ส่วนตามตำแหน่งที่ได้ยินเสียงผิดปกติของลิ้นหัวใจทั้ง 4 ได้ *(ดูรูปที่ 2.3)* เสียงหัวใจที่ได้ยินชัดในทุกตำแหน่ง คือ เสียงหนึ่งและเสียงสอง



รูปที่ 2.4 เสียง S1,S2,S3, และS4

2.3.1 เสียงหนึ่ง (first heart sound)

เสียงหนึ่ง คือเสียงที่ได้ยินพร้อมกับการเต้นของหัวใจ (ห้องล่าง) ดังนั้น เสียงหนึ่งคือ เสียงที่ได้ยินพร้อมกับ การเต้นของหัวใจที่เห็นได้ในบริเวณหน้าอก โดยเฉพาะที่ยอดหัวใจ*(ดูรูปที่ 2.4)* และพร้อม กับการเต้นของชีพจรที่คลำได้ที่คอ (การคลำชีพจรที่ข้อมือ ซึ่งมาช้ากว่าชีพจรที่คอมาก อาจจะทำให้ เข้าใจผิดคิดว่าเสียงสองเป็นเสียงหนึ่งได้)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้ทำซ้ำ ดัดแปลง เผยแพร่ หรือนำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ลบข้อความนี้ออก และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.3.2 เสียงสอง (second heart sound)

เสียงสอง คือเสียงที่ได้ยินขณะที่หัวใจ (ห้องล่าง) ไม่เต้น จึงฟังได้ในขณะที่ไม่เห็นการเต้นของหัวใจ และในขณะที่คลำชีพจรไม่ได้ (หรือช่วงระหว่างชีพจรเต้น) เสียงหนึ่ง มักจะทุ้มกว่า เบากว่า และยาว(นาน) กว่าเสียงสองในคนที่หัวใจเต้นไม่เร็วนัก เราจะได้ยินเสียงหนึ่งและเสียงสองติดต่อกันเป็นคู่ ๆ (*ดูรูปที่ 2.4)* ในคนที่หัวใจเต้นเร็วมาก เสียงหนึ่งและเสียงสองที่ได้ยินจะไม่แยกกันเป็นคู่ ๆ ทำให้บางครั้งฟังไม่ออกว่าเสียงไหนเป็นเสียงหนึ่ง เสียงไหนเป็นเสียงสอง ต้องใช้การจับชีพจรหรือการเห็นการเต้นของหัวใจที่ผนังหน้าอก จึงจะแยกเสียงหนึ่งและเสียงสองได้ในคนที่ผนังหน้าอกบาง ๆ เช่นในเด็ก ในคนที่ผอมบางอาจจะได้ยินเสียงสามและในบางกรณีอาจจะได้ยินเสียงสี่ด้วย

2.3.3 เสียงสาม (third heart sound)

เสียงสามคือ เสียงที่เกิดตามหลังเสียงสอง เป็นเสียงที่เบากว่าเสียงหนึ่งและเสียงสอง (ดูรูปที่ 2.4) ฟังยากจะฟังได้ดีขึ้นเมื่อใช้ส่วนกรวยรับเสียง (bell piece) ของเครื่องฟัง แตะเบาๆ ในบริเวณยอดหัวใจ (apex) หรือหน้าหัวใจ (precordium) ในท่านอนหงาย

2.3.4 เสียงสี่ (fourth heart sound)

เสียงสี่คือ เสียงที่เกิดตามหลังเสียงสาม โดยทั่วไปจะได้ยินติดกับเสียงหนึ่ง ทำให้ได้ยินคล้ายเสียงหนึ่งแตกเป็นเสียงสองเสียง (ดูรูปที่ 2.4) แต่แยกจากเสียงหนึ่งแตกเป็นสองเสียงได้เพราะ เสียงสี่เป็นเสียงละเอียด (เสียงที่มีความถี่สูง) จึงฟังชัดด้วยกรวยรับเสียงแต่เสียงหนึ่งแตกเป็นสองเสียงเป็นเสียงที่หยาบกว่า จึงฟังชัดด้วยตลับรับเสียง และเสียงหนึ่งที่แตกเป็นสองเสียง มักจะมีความดังของทั้งสองเสียงใกล้เคียงกัน (ดูรูปที่ 2.4) ส่วนเสียงสี่นั้น ค่อยกว่าเสียงหนึ่งมาก สองเสียงที่ได้ยินจึงเป็นเสียงค่อยกับเสียงดังเสียงหนึ่งที่ได้ยินเป็นสองเสียงนอกจากจะเป็น เสียงสี่ กับเสียงหนึ่ง และเสียงหนึ่งที่แตกเป็นสองเสียงแล้ว ยังอาจเกิดจากเสียงหนึ่งกับเสียงสะบัดพุ่ง (ejection sound) ซึ่งจะฟังได้คล้ายกับเสียงหนึ่งที่แตกเป็นสอง แต่เสียงหลัง (เสียงที่สอง) จะมีลักษณะคล้ายเสียงกลั้วคอ (เสียงกล้ำ)ซึ่งอาจจะเกิดเป็นหลาย ๆ เสียงแทนที่จะเป็นสองเสียงก็ได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.4 เซนเซอร์ (Sensor)

2.4.1 สเตทโทสโคป (Stethoscope)

รูปที่ 2.5 สเตทโทสโคป

สเตทโทสโคป เป็นอุปกรณ์ทางการแพทย์ที่ใช้ฟังเสียงหัวใจส่วนใหญ่ Stethoscope แบบมาตรฐาน จะมีหัว bell กับ diaphragm บางรุ่นจะรวมหัวbell กับ diaphragm เข้าด้วยกันเป็นหัวเดียว (tunable diaphragm) หากกดเบาๆลงบน chest wall ก็จะกรองเสียงสูง (high frequency) ออกไป ทำหน้าที่เหมือนหัว bell ในทางกลับกันหากกดแน่นขึ้นก็จะกรองเสียงต่ำ (low frequency) ออกไป ทำหน้าที่เหมือนหัว diaphragm อีกรุ่นที่ไม่ค่อยเห็นใช้กันที่บ้านเราก็คือ corrugated diaphragm แต่หากใครมีใช้ก็จะใช้วิธีการกดที่ chest wall ด้วยแรงที่ต่างกันเพื่อให้ได้ variable sound frequency ด้าน bell chest pieces มีลักษณะคล้ายถ้วยหรือระฆัง ใช้ฟังเสียงทุ้มต่ำ เช่น S3, S4 gallop, diastotic rumbling murmur ของ mitral stenosis ที่ apex เป็นต้น วิธีใช้ให้แตะเบาๆที่ผิวหนังหน้าอก โดยใช้เพียงน้ำหนักของ chest pieces เองให้พอคลุมผิวหนังทั่วรอบวงคล้ายสุญญากาศ หากผิวหนังไม่รอบวงจะไม่ได้ยิน ดังนั้นหากผู้ป่วยเป็นคนผอมหรือเป็นเด็กเล็ก bell chest pieces ที่เล็กจะมีประโยชน์มากด้าน diaphragm chest pieces มีลักษณะเป็นแผ่นเรียบออกแบบมาเพื่อใช้ฟังเสียงแหลม เช่น S2 ทั้ง 2 components, systolic ejection murmur ที่พบใน aortic หรือ pulmonic stenosis, pansystolic murmur ที่พบใน mitral regurgitation หรือ ventricular septaldefect วิธีใช้ให้กดแรงพอสมควร เพื่อให้แนบไปกับผิวหนังบริเวณที่ต้องการจะฟังมากที่สุด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.4.2 คอนเดนเซอร์ ไมโครโฟน

รูปที่ 2.6 คอนเดนเซอร์ ไมโครโฟน

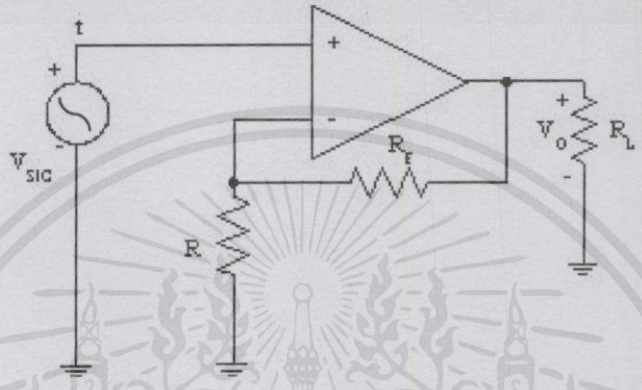
คอนเดนเซอร์หรือ คาร์ปาซิสเตอร์ไมโครโฟนเป็นไมโครโฟนประเภทหนึ่งที่นิยมใช้พอๆกับไดนามิกไมโครโฟน สามารถรับเสียงได้ไวมาก และมักติดอยู่กับเครื่องบันทึกเสียงทั่ว ๆ ไป คอนเดนเซอร์ไมโครโฟน ต้องมีไฟเลี้ยงจ่ายให้อยู่ตลอดเวลาที่มีการใช้งานซึ่งอยู่ระหว่าง 2.2-10 โวลต์ที่มาจากแบตเตอรี่ที่บรรจุเข้าไปในตัวไมโครโฟน หรือจากมิกเซอร์โดยผ่านทางสายไมโครโฟน หลักการทำงานคือเมื่อมีการเคลื่อนไหวเข้าใกล้และห่างออกจากกันระหว่างไดอะเฟรมกับแบคเพรท (Back plate) โดยแบคเพรทจะอยู่กับที่และส่วนที่เป็นไดอะแฟรมจะเคลื่อนไหวตามเสียงที่เข้ามา จึงทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงทางคุณสมบัติทางประจุไฟฟ้าและทำให้เกิดกระแสไฟฟ้าขึ้นซึ่งมีขนาดเล็กมาก ซึ่งจะถูกนำไปขยายโดยภาคขยายเล็กๆ ซึ่งซ่อนอยู่เพื่อขยายสัญญาณและเพื่อแยกค่าอิมพีแดนซ์ของไมโครโฟนออกจากค่าอิมพีแดนซ์ที่ต่ำที่ตัวไมโครโฟนต่ออยู่ คอนเดนเซอร์ไมโครโฟนมีคุณสมบัติทางเสียงที่ดี เหมือนธรรมชาติ ใช้กับงานที่ต้องการการตอบสนองทาง Transient เช่น เครื่องดนตรีที่เป็นพวก Percussion และนิยมใช้กันมากในห้องบันทึกเสียง และงานทั่วไป ความทนทานจะสู้ไดนามิกไมโครโฟนไม่ได้ ไวต่อการเสียหายเมื่อมีการกระแทกของเสียง การกระทบกระเทือนอย่างแรง และสภาพแวดล้อม เช่นความชื้น ราคาจะสูงกว่าไดนามิกไมโครโฟน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.5 ทฤษฎีวงจร

2.5.1 วงจรขยายแบบไม่กลับเฟส (Non-inverting Amplifier)

วงจรขยายสัญญาณ หรือเรียกสั้นๆว่า Amp เป็นอุปกรณ์หรือวงจรอิเล็กทรอนิกส์ที่ช่วยเพิ่มขยายขนาดหรือกำลังของสัญญาณเอาต์พุท ให้มีรูปร่างเหมือนสัญญาณอินพุท แต่มีขนาดใหญ่กว่าตามที่ต้องการและสมดุลกับไฟเลี้ยงของวงจร



รูปที่ 2.7 วงจรขยายแบบไม่กลับเฟส (Non-inverting Amplifier)

สามารถคำนวณอัตราขยายของวงจรได้จากสมการด้านล่าง

$$Av = \frac{V_o}{V_{SIG}} = 1 + \frac{R_F}{R} \quad (1)$$

Av คือ ค่าอัตราขยาย

V_o คือ ค่าสัญญาณที่ออกมาจากวงจรด้านเอาพุท

V_{SIG} คือ ค่าสัญญาณที่จ่ายให้วงจรด้านอินพุท

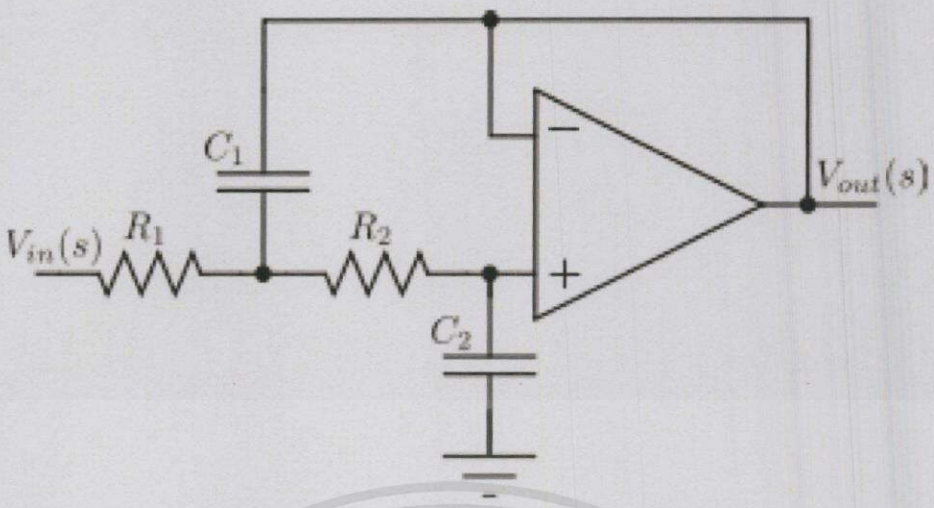
R, R_F คือ ค่าความต้านทาน

2.5.2 วงจรกรองความถี่แบบบัทเทอร์เวิร์ธ (Butterworth filter)

วงจรกรองความถี่แบบบัทเทอร์เวร์ธ เป็นการประมวลผลการตอบสนองหรือการกรองของสัญญาณที่มีความเรียบของสัญญาณและความเร็วในการกรองสัญญาณได้ดี โดยจะกรองสัญญาณที่ไม่ต้องการออก (Stop Band) และจะทำให้ได้สัญญาณที่ต้องการ (Pass Band) อย่างสมบูรณ์ สามารถหาความถี่คัทออฟ f_c ได้จากสมการที่ (2)

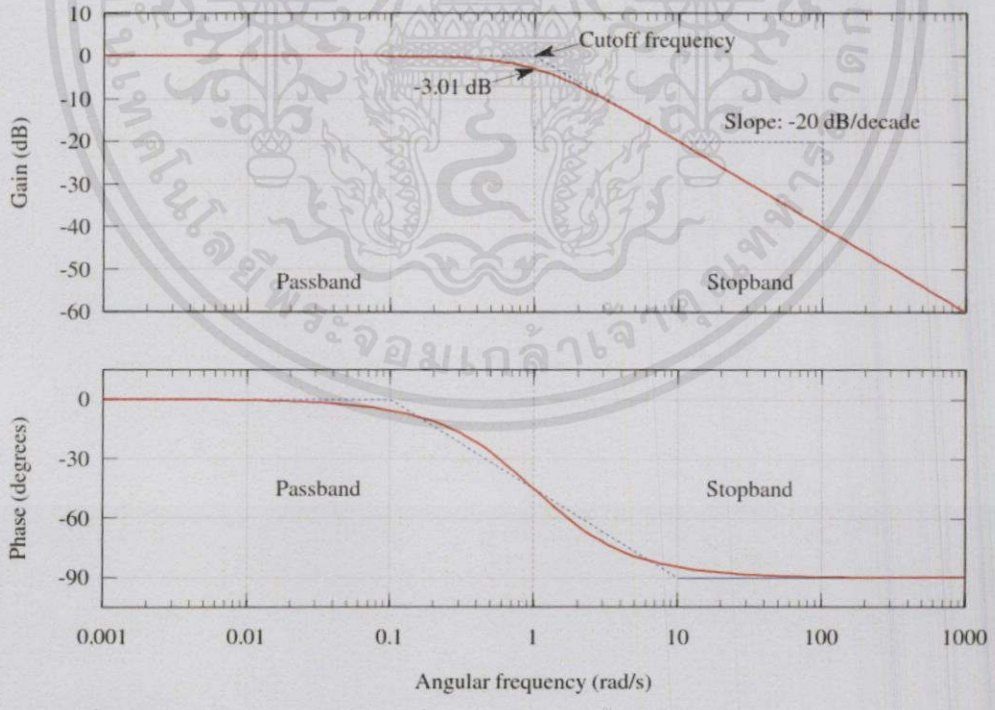
$$f_c = \frac{1}{2\pi\sqrt{R_1 R_2 C_1 C_2}} \quad (2)$$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



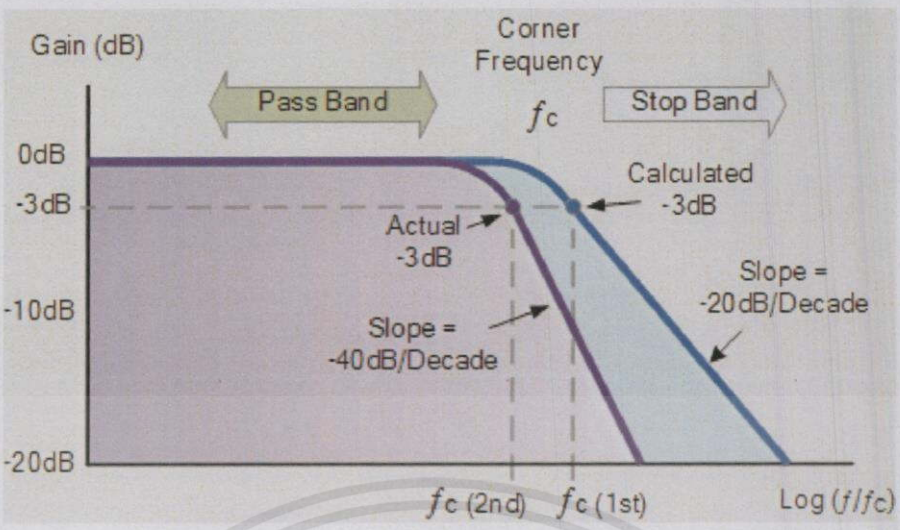
รูปที่ 2.8 วงจรกรองความถี่แบบบัทเทอร์เวิร์ธ

จากรูปที่ 2.9 จะเห็นได้ว่าค่าที่กรองความถี่ต่ำผ่านจะได้ออกมาจะใกล้เคียงกับข้อมูลที่ต้องการมามากขึ้นเมื่อผ่านวงจรกรองความถี่แบบบัทเทอร์เวิร์ธ ซึ่งความชันของกราฟและการตัดความถี่ที่ไม่ต้องการจะขึ้นอยู่กับจำนวนของตัววงจรแบบบัทเทอร์เวิร์ธ ดังรูปที่ 2.10



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รูปที่ 2.9 กราฟดับแรกผ่านการกรองความถี่ต่ำของบัทเทอร์เวิร์ธ



รูปที่ 2.10 กราฟการเพิ่มของกรองความถี่ต่ำผ่านแบบบัทเทอร์เวิร์ธจำนวนที่ 1 และ 2

การคำนวณหาค่าการลดทอนของวงจรกรองความถี่แบบบัทเทอร์เวร์ธ จากสมการที่ (3) จะขึ้นอยู่กับความเร็วเชิงมุม ω และค่าพารามิเตอร์ ε จากสมการที่ (4)

$$A(\omega) = 10\log\left[1 + \varepsilon^2\left(\frac{\omega}{\omega_p}\right)^{2n}\right] dB \quad (3)$$

$$\varepsilon = \sqrt{10^{0.1A_{max}} - 1} \quad (4)$$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.6 ไมโครคอนโทรลเลอร์ (Microcontroller)

อุปกรณ์ควบคุมขนาดเล็ก ซึ่งบรรจุความสามารถที่คล้ายคลึงกับระบบคอมพิวเตอร์ โดยในไมโครคอนโทรลเลอร์ได้รวมเอาซีพียู, หน่วยความจำ และพอร์ต ซึ่งเป็นส่วนประกอบหลักสำคัญของระบบคอมพิวเตอร์เข้าไว้ด้วยกัน โดยทำการบรรจุเข้าไว้ในตัวถังเดียวกันโครงสร้างโดยทั่วไป ของไมโครคอนโทรลเลอร์นั้น สามารถแบ่งออกมาได้เป็น 5 ส่วนใหญ่ๆ ดังต่อไปนี้

1). หน่วยประมวลผลกลางหรือซีพียู (CPU: Central Processing Unit) ทำหน้าที่เป็นศูนย์กลางควบคุมการทำงานของระบบคอมพิวเตอร์ทั้งหมด โดยนำข้อมูลจากอุปกรณ์รับข้อมูลมาทำงาน ประมวลผลข้อมูลตามคำสั่งของโปรแกรม และส่งผลลัพธ์ออกไปหน่วยแสดงผล

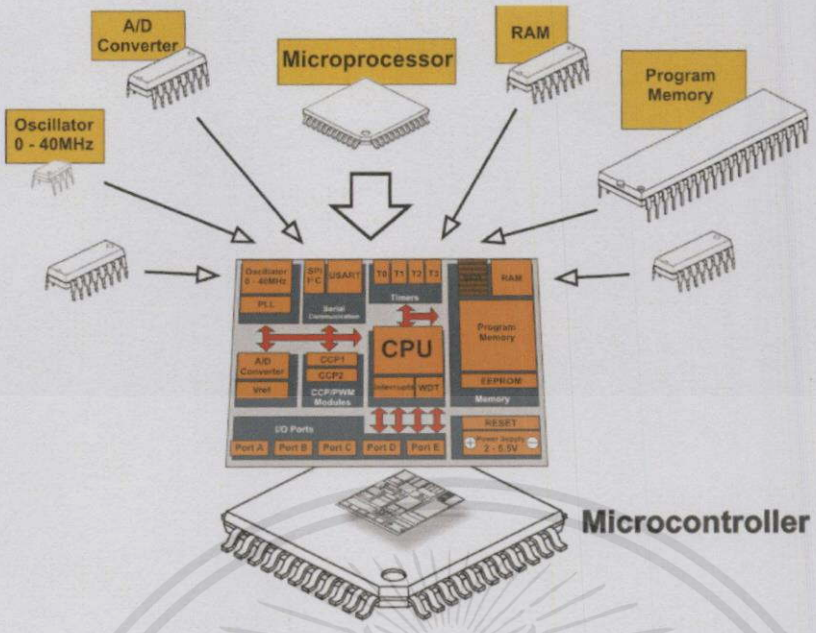
2). หน่วยความจำ (Memory) สามารถแบ่งออกเป็น ส่วน คือ หน่วยความจำที่มีไว้สำหรับเก็บโปรแกรมหลัก (Program Memory) เปรียบเสมือนฮาร์ดดิสก์ของ เครื่องคอมพิวเตอร์ตั้งโต๊ะ คือข้อมูลใดๆ ที่ถูกเก็บไว้ในนี้จะไม่สูญหายไปแม้ไม่มีไฟเลี้ยง อีกส่วนหนึ่งคือหน่วยความจำข้อมูล (Data Memory) ใช้เป็นเหมือนกกระดาษทดในการคำนวณของซีพียู และเป็นที่พักข้อมูลชั่วคราวขณะทำงาน แต่หากไม่มีไฟเลี้ยง ข้อมูลก็จะหายไปคล้ายกับหน่วยความแรม (RAM) ในเครื่องคอมพิวเตอร์ทั่วๆ ไป แต่สำหรับไมโครคอนโทรลเลอร์สมัยใหม่ หน่วยความจำข้อมูลจะมีทั้งที่เป็นหน่วยความจำแรม ซึ่งข้อมูลจะหายไปเมื่อไม่มีไฟเลี้ยง และเป็นอีอีพรอม (EEPROM : Erasable Electrically Read-Only Memory) ซึ่งสามารถเก็บข้อมูลได้แม้ไม่มีไฟเลี้ยง

3). ส่วนติดต่อกับอุปกรณ์ภายนอก หรือพอร์ต (Port) มี 2 ลักษณะคือ พอร์ตอินพุต (Input Port) และพอร์ตส่งสัญญาณหรือพอร์ตเอาต์พุต (Output Port) ส่วนนี้จะใช้ในการเชื่อมต่อกับอุปกรณ์ภายนอก ถือว่าเป็นส่วนที่สำคัญมาก ใช้ร่วมกันระหว่างพอร์ตอินพุตเพื่อรับสัญญาณ อาจจะด้วยการกดสวิตช์ เพื่อนำไปประมวลผลและส่งไปพอร์ตเอาต์พุตเพื่อแสดงผลเช่น การติดสว่างของหลอดไฟ เป็นต้น

4). ช่องทางเดินของสัญญาณ หรือบัส (BUS) คือเส้นทางการแลกเปลี่ยนสัญญาณข้อมูลระหว่าง ซีพียู หน่วยความจำและพอร์ต เป็นลักษณะของสายสัญญาณ จำนวนมากอยู่ภายในตัวไมโครคอนโทรลเลอร์ โดยแบ่งเป็นบัสข้อมูล (Data Bus) , บัสแอดเดรส (Address Bus) และบัสควบคุม (Control Bus)

5). วงจรกำเนิดสัญญาณนาฬิกา นับเป็นส่วนประกอบที่สำคัญมากอีกส่วนหนึ่ง เนื่องจากการทำงานที่เกิดขึ้นในตัวไมโครคอนโทรลเลอร์ จะขึ้นอยู่กับการกำหนดจังหวะ หากสัญญาณนาฬิกามีความถี่สูง จังหวะการทำงานก็จะสามารถทำได้ถี่ขึ้นส่งผลให้ไมโครคอนโทรลเลอร์ตัวนั้น มีความเร็วในการประมวลผลสูงตามไปด้วย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.11 รูปลักษณะของ ไมโครคอนโทรลเลอร์ที่ประกอบไปด้วยอุปกรณ์ต่างๆรวมเข้าไว้ด้วยกัน

2.7 ราสเบอรี่พาย (Raspberry Pi)

ราสเบอรี พายเป็นบอร์ดคอมพิวเตอร์ขนาดเล็กที่สามารถเชื่อมต่อกับจอมอนิเตอร์คีย์บอร์ด และเมาส์ได้ สามารถนำมาประยุกต์ใช้ในการทำโครงงานทางด้านอิเล็กทรอนิกส์ การเขียนโปรแกรม หรือเป็นเครื่องคอมพิวเตอร์ตั้งโต๊ะขนาดเล็กบอร์ดRaspberry Pi รองรับระบบปฏิบัติการลินุกซ์ (Linux Operating System) ได้หลายระบบ เช่น Raspbian (Debian) Pidora (Fedora) และ Arch Linux เป็นต้น โดยติดตั้งบน SD Card บอร์ด Raspberry Pi นี้ถูกออกแบบมาให้มี CPU GPU และ RAM อยู่ภายในชิปเดียวกัน มีจุดเชื่อมต่อ GPIO ให้ผู้ใช้สามารถนำไปใช้ร่วมกับอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์อื่นๆ ได้อีกด้วย

2.7.1 สเปคและอุปกรณ์ภายนอกของราสเบอรีพาย

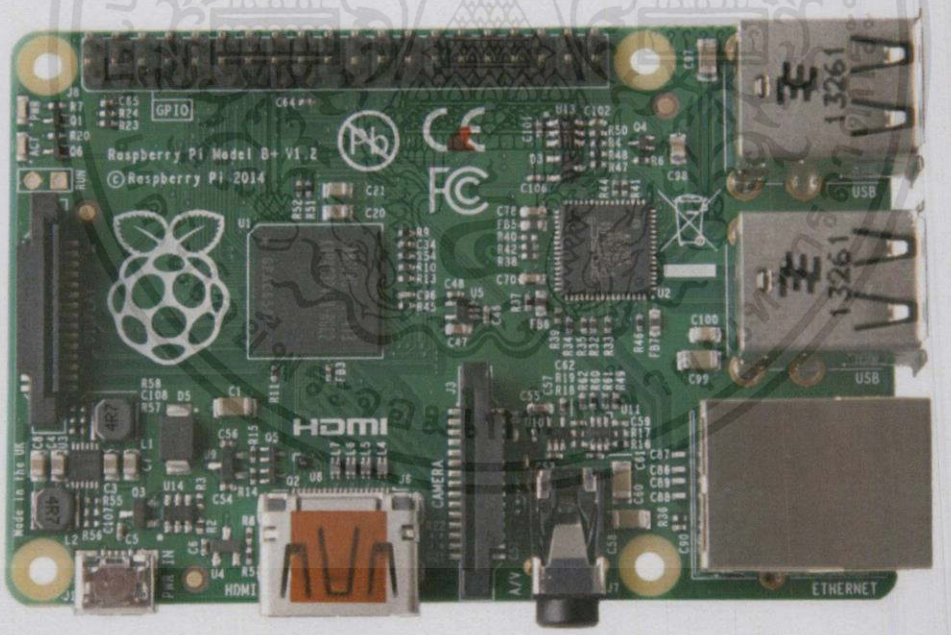
ราสเบอรีพายเป็นอุปกรณ์ขนาดเล็กเสมือนคอมพิวเตอร์ที่ใช้กันทั่วไปแต่ ราสเบอรีพายมีสเปคที่ด้อยกว่าคอมพิวเตอร์แต่ด้วยการทำงานที่หลากหลาย เช่น สามารถใช้งานเป็น Server ได้มี GPIO เชื่อมต่อกัน ราคาประหยัดและ สามารถหาอุปกรณ์เสริมอื่นๆได้ง่าย

ภายในตัวอุปกรณ์มีพอร์ต GPIO เพื่อเชื่อมต่อกับอุปกรณ์ภายนอก นอกจากนี้ยังมีโมดูลเสริมเพื่อใช้งานกับตัวบอรด์หลักอีกด้วย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

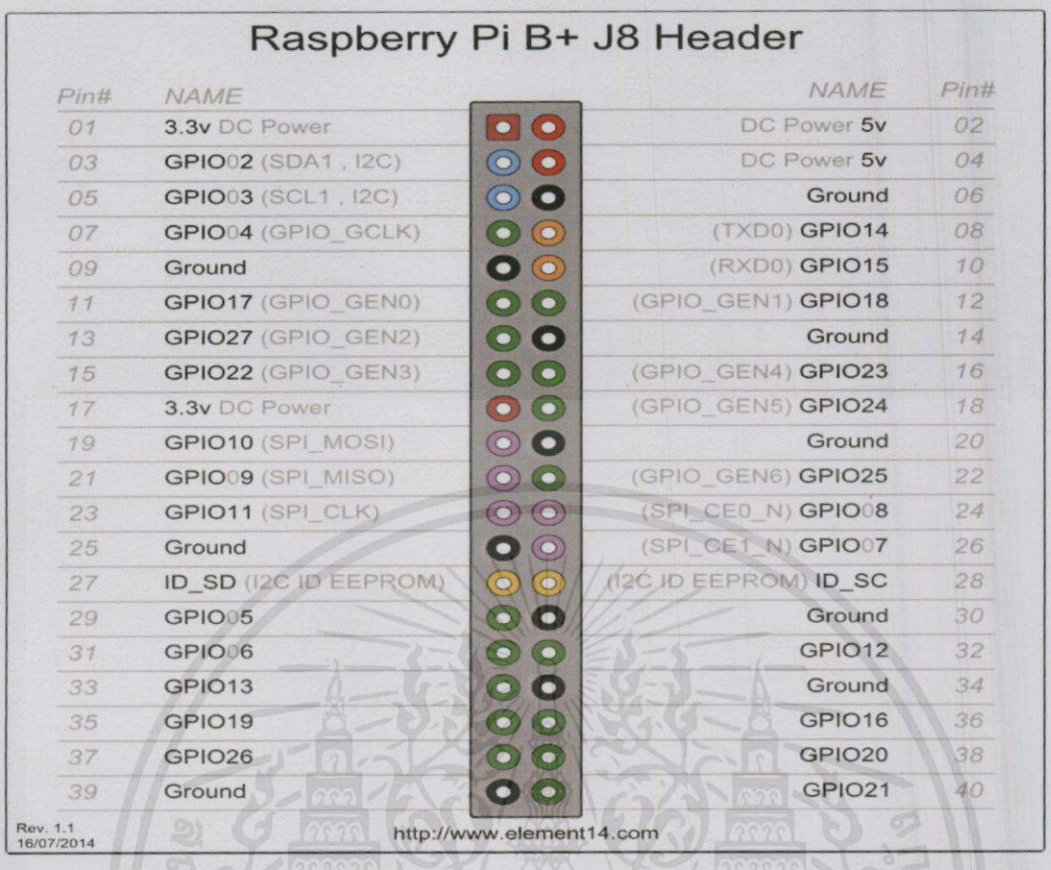
Chip	Broadcom BCM2835 SoC
Core architecture	ARM11
CPU	700 MHz Low Power ARM1176JZFS core
GPU	Dual Core VideoCore IV
	Open GL ES 2.0, hardware-accelerated OpenVG, 1080p30 H.264 high-profile decode
	Capable of 1Gpixel/s, 1.5Gtexel/s or 24GFLOPs with texture filtering and DMA infrastructure
Memory	512MB SDRAM
Operating System	Boots from Micro SD card, running a version of the Linux operating system
	Supports Debian GNU/Linux, Fedora, Arch Linux, RISC OS and More
Power	Micro USB socket 5V, 2A
Ethernet	10/100 BaseT Ethernet socket
Video Output	HDMI (rev 1.3 & 1.4)
	Composite RCA (PAL and NTSC)
Audio Output	3.5mm jack, HDMI
USB	4 x USB2.0 Ports with up to 1.2A output
GPIO Interface	40-pin 2.54 mm (100 mil) expansion header: 2x20 strip Providing 27 GPIO pins as well as +3.3 V, +5 V and GND supply lines
Camera Interface	15-pin MIPI Camera Serial Interface (CSI-2)
JTAG	Not populated
Display Interface	Display Serial Interface (DSI) 15 way flat flex cable connector with two data lanes and a clock lane
Memory Card Slot	SDIO

รูปที่ 2.12 สเปคของราสเบอรีพาย



รูปที่ 2.13 รูปร่างลักษณะของราสเบอรีพายโมดูล B+

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.14 การทำงานของ GPIO พอร์ตของราสเบอรีพายโมดูล B+

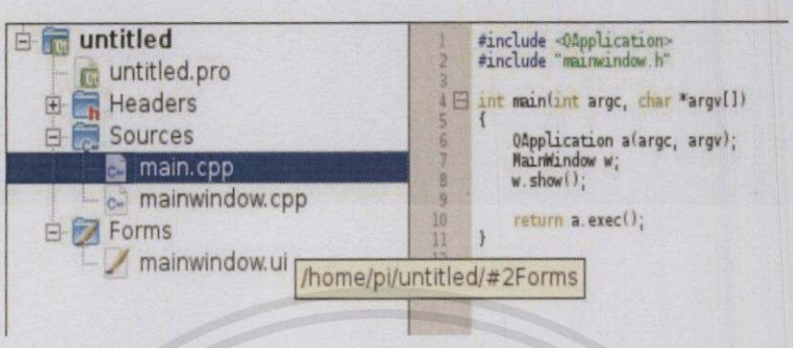
2.7.2 โปรแกรมที่ใช้งานกับราสเบอรี่พายในการสั่งการทำงานต่างๆ

โปรแกรม Qt จะมีส่วนของการเขียนโปรแกรมและ การออกแบบของยูสเซอกราฟฟิคอินเตอร์เฟส(GUI) ของโปรแกรม

รูปที่ 2.15 รูปร่างลักษณะโปรแกรม Qt

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากรูปที่ 2.20 จะเป็นหน้าต่างสำหรับการเขียนโปรแกรมเพื่อระบุการทำงานต่างๆภายใต้ User Interface ที่ได้ถูกออกแบบไว้ในหน้าต่างดังรูปที่ 2.21



รูปที่ 2.16 หน้าต่างของการเขียนและออกแบบโปรแกรม

หน้าต่างการออกแบบ User Interface ของโปรแกรม Qt จะมี tools การใช้งานต่างๆ เช่น Push Button, Label และ Text Edit เป็นต้น

รูปที่ 2.17 หน้าต่างของการออกแบบกราฟฟิคของโปรแกรม

2.8 เทคโนโลยี Bluetooth

Bluetooth คือ เทคโนโลยีไร้สายเป็นระบบสื่อสารของอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์แบบสองทาง ด้วยคลื่นวิทยุระยะสั้น (Short-Range Radio Links) โดยปราศจากการใช้สายเคเบิ้ล ใช้ในการเชื่อมต่อระหว่างโทรศัพท์มือถือกับอุปกรณ์ ในโทรศัพท์เคลื่อนที่รุ่นก่อนและในการวิจัย ไม่ได้มุ่งเฉพาะการส่งข้อมูลเพียงอย่างเดียวแต่ยังศึกษาถึงการส่งข้อมูลที่เป็นเสียง เพื่อใช้สำหรับ ชุดหูฟัง (Headset) บนโทรศัพท์มือถือด้วย

รูปที่ 2.18 พื้นฐานอุปกรณ์เชื่อมต่อเครือข่ายไร้สายส่วนบุคคล

Bluetooth จะใช้สัญญาณวิทยุความถี่ในช่วง 2.4 ถึง 2.4835 GHz ระยะทำการของ Bluetooth จะอยู่ที่ 5-10 เมตร โดยมีระบบป้องกันโดยใช้การป้อนรหัสก่อนการเชื่อมต่อ และป้องกันการดักสัญญาณระหว่างสื่อสารโดยระบบจะสลับช่องสัญญาณไปมา จะมีความสามารถในการเลือกเปลี่ยนความถี่ที่ใช้ในการติดต่อเองอัตโนมัติ โดยที่ไม่จำเป็นต้องเรียงตามหมายเลขช่องทำให้การดักฟังหรือลักลอบขโมยข้อมูลทำได้ยากขึ้น โดยหลักของ Bluetooth จะถูกออกแบบมาเพื่อใช้กับอุปกรณ์ที่มีขนาดเล็กซึ่งมีปริมาณการรับข้อมูลน้อย เช่น ไฟล์ภาพ, เสียง, แอพพลิเคชั่นต่าง ๆ และสามารถเคลื่อนย้ายได้ง่าย แต่ต้องอยู่ในระยะที่กำหนดไว้เท่านั้น นอกจากนี้ยังใช้พลังงานต่ำ กินไฟน้อย และสามารถใช้งานได้นาน โดยไม่ต้องนำไปชาร์จไฟบ่อย ๆ ด้วย ซึ่งจะทำให้อุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ที่ถือเคลื่อนย้ายได้สามารถติดต่อเชื่อมโยงสื่อสารแบบไร้สายระหว่างกันในช่วงระยะห่างสั้น ๆ ได้ จึงได้เลือกใช้ HC-05 และมีสเปคตามตำลับต่อไปนี้

รูปที่ 2.19 รูปร่างลักษณะ HC-05

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

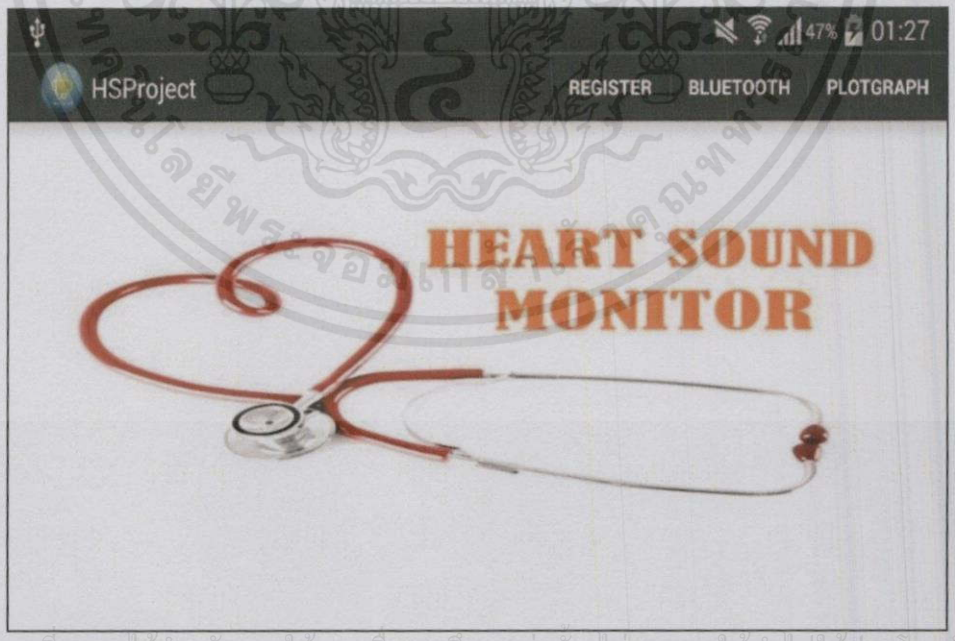
2.9 การเขียนแอพพลิเคชันบนระบบปฏิบัติการแอนดรอยด์

2.9.1 ที่มาและความสำคัญของแอนดรอยด์

เป็นที่ทราบกันดีแล้วว่าAndroid ได้รับความนิยมมากที่สุดในบรรดาระบบปฏิบัติการที่ถูกติดตั้งบนสมาทโฟน (Smartphone) หรือแทปเลต (Tablets) ในรุ่นต่างๆที่ออกสู่ท้องตลาดในปัจจุบัน แอนดรอยด์เป็นระบบปฏิบัติการที่เป็นระบบเปิดของบริษัท กูเกิล (Google) เมื่อประมาณปี 2549 ที่ทำงานบน สมาทโฟน หรือแทปเลต ทำหน้าที่ควบคุมอุปกรณ์ต่างๆร่วมกับแอพพลิเคชันที่พัฒนาขึ้นบนแอนดรอนด์ ความสามารถของ แอนดรอยด์ นั้นทำได้หลากหลายมาก สามารถเขียนทำงานร่วมกับ Hardware ได้เกือบทุกอย่าง เช่น การเขียน แอนดรอยด์ จัดการด้านฐานข้อมูล การเขียนควบคุมกับอุปกรณ์ภายนอก การพัฒนาด้าน GPS หรือแม้กระทั่งการออกแบบกราฟิกหรือการเขียนเกมส์ต่างๆ สามารถพัฒนาใน แอนดรอยด์ ได้เช่นเดียวกัน

2.9.2 อุปกรณ์และเครื่องมือที่ใช้ในการเขียนโปรแกรม

1. Eclipse Development Tools and Java Development Kit (JDK)
2. ADT (Android Development Tools Plugin for eclipse)
3. Android SDK
4. Android Virtual Device Manager (Emulator)
5. Java Language
6. Android Phone

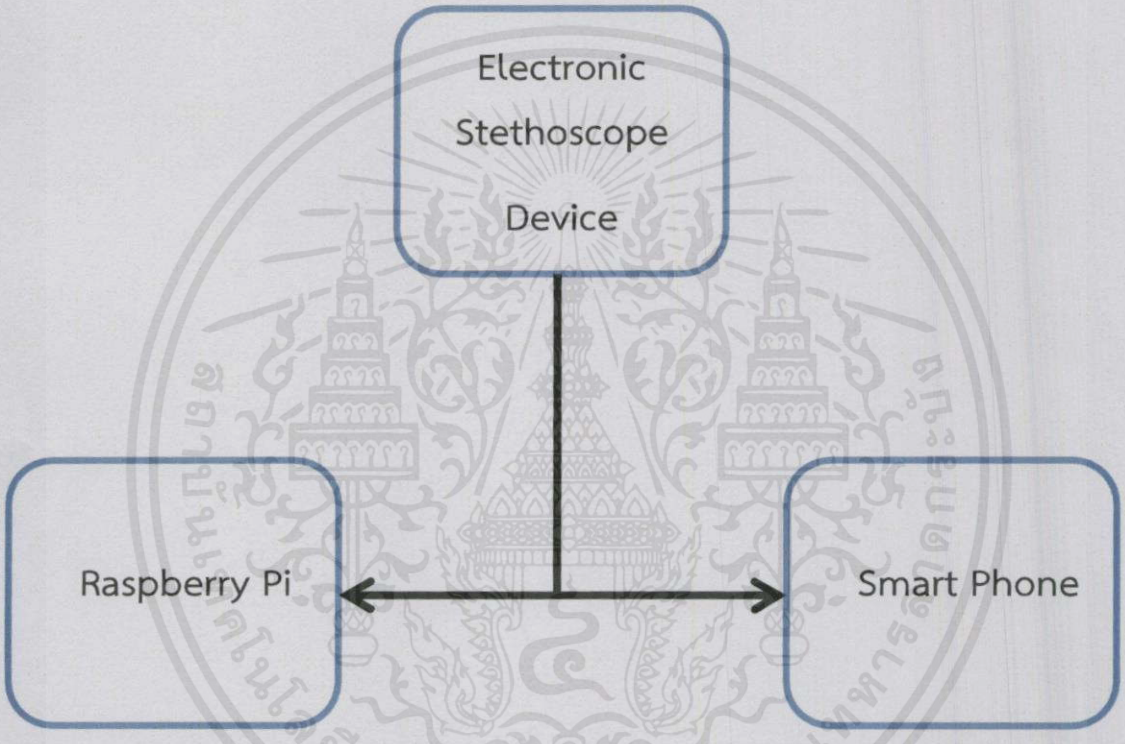


เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รูปที่ 2.20 ตัวอย่างแอพพลิเคชันบนระบบปฏิบัติการแอนดรอยด์

บทที่ 3
วิธีการออกแบบ

ในการปฏิบัติงานให้สำเร็จได้ตามวัตถุประสงค์ ภายในระยะเวลาที่กำหนดนั้นจำเป็นต้องมีการวางแผนโครงงานเพื่อให้ทราบถึงแนวทางและขั้นตอนในการปฏิบัติงานที่ถูกต้อง แผนโครงงานดังกล่าวสามารถเขียนเป็นแผนผังการดำเนินงานในการทำโครงงานเครื่องวัดสัญญาณเสียงหัวใจได้ ดังแสดงในภาพ

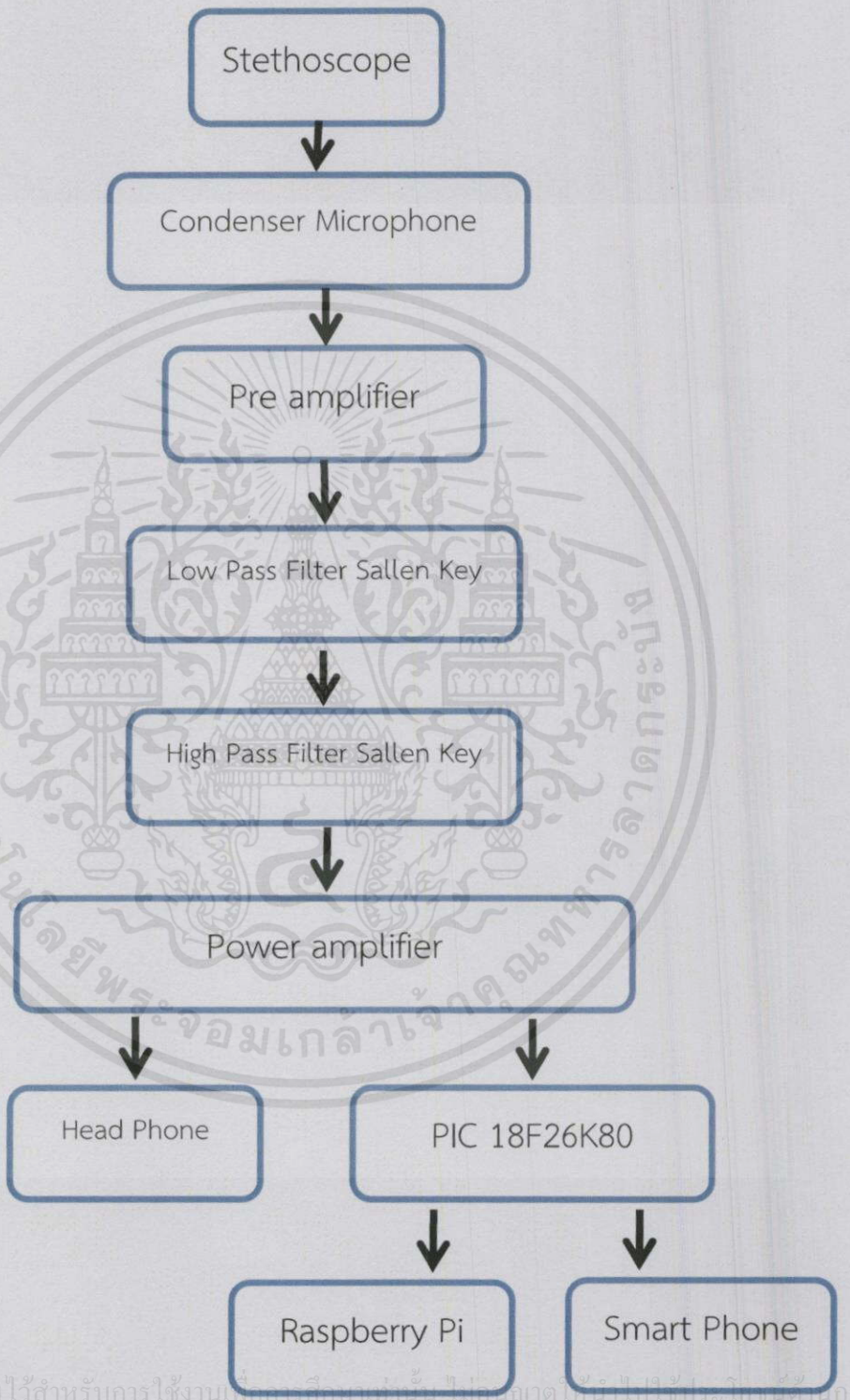


รูปที่ 3.1 การเชื่อมต่อของอุปกรณ์ต่างๆเข้าด้วยกัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.1 การคำนวณและออกแบบวงจร

Block Diagram เครื่องวัดสัญญาณเสียงหัวใจ (HEART SOUND MONITOR)

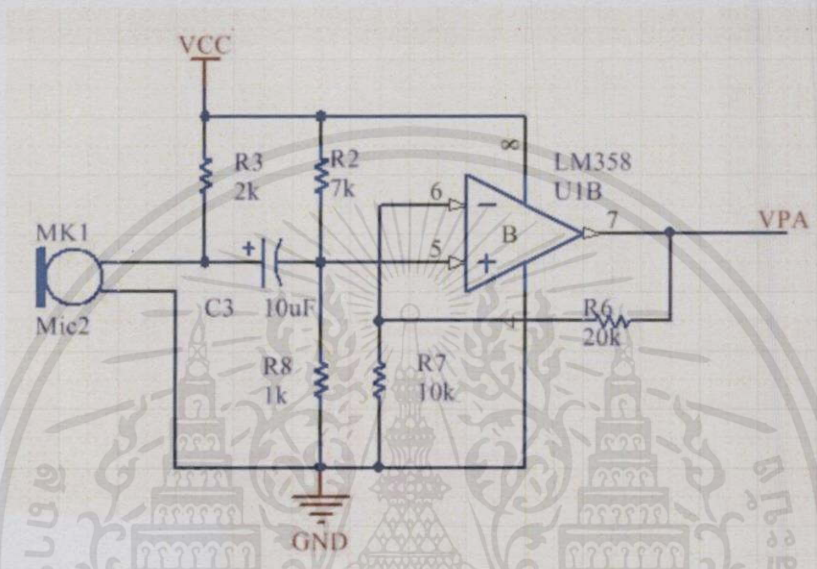


เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รูปที่ 3.2 ลำดับการทำงานของโครงงาน (Block diagram)

3.1.1 วงจรขยายสัญญาณภาคหน้า

วงจรขยายสัญญาณภาคหน้า โดยไมโครโฟนถูกไบอัสแรงดันด้วย R3 เพื่อใช้งานสัญญาณผ่าน C3 เพื่อตัดสัญญาณไฟตรงและให้สัญญาณที่ได้รับผ่านเข้าสู่ออปแอมป์ขาที่5 โดยมี R2 และ R8 เพื่อยกระดับแรงดันไฟตรงให้เหมาะสมกับวงจรขยาย จากนั้นทำการขยายสัญญาณโดยออป-แอมป์ อัตราขยายของวงจรถูกควบคุมด้วยโครงข่ายป้อนกลับ R6 และ R7 ซึ่งสามารถคำนวณได้ดังสมการที่ 1 ซึ่งในปริญญานิพนธ์นี้ได้ออกแบบไว้ที่ 3 เท่า

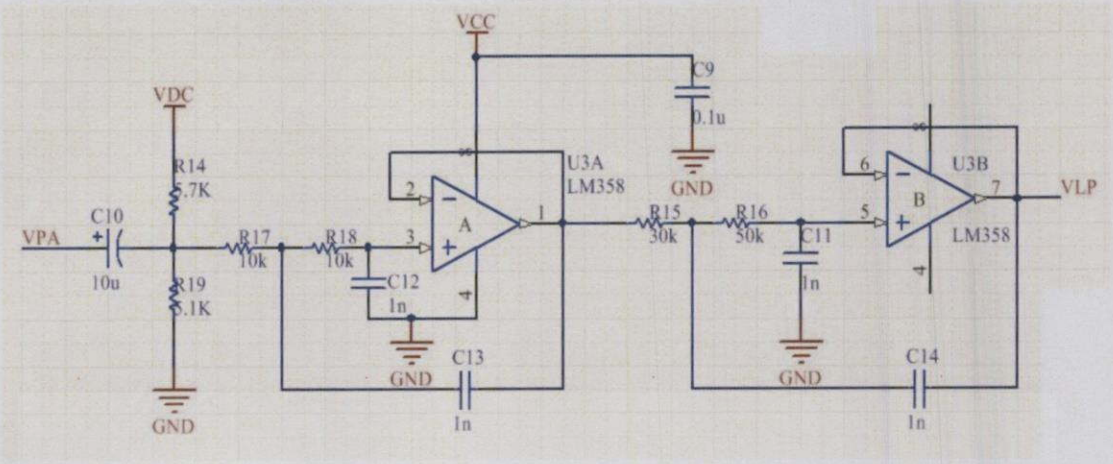


รูปที่ 3.3 วงจรขยายสัญญาณภาคหน้า

3.1.2 วงจร Low Pass filter

วงจรแบบ Butterworth Low Pass filter ใช้ในการกรองความถี่ต่ำผ่าน สามารถคำนวณได้ตามสมการใน สมการที่ 2 โดยใช้ R17,R18,C12,C13,R15,R16,C11 และ C14 ซึ่งความถี่สูงคัตออฟได้ถูกออกแบบไว้ที่ 15 kHz

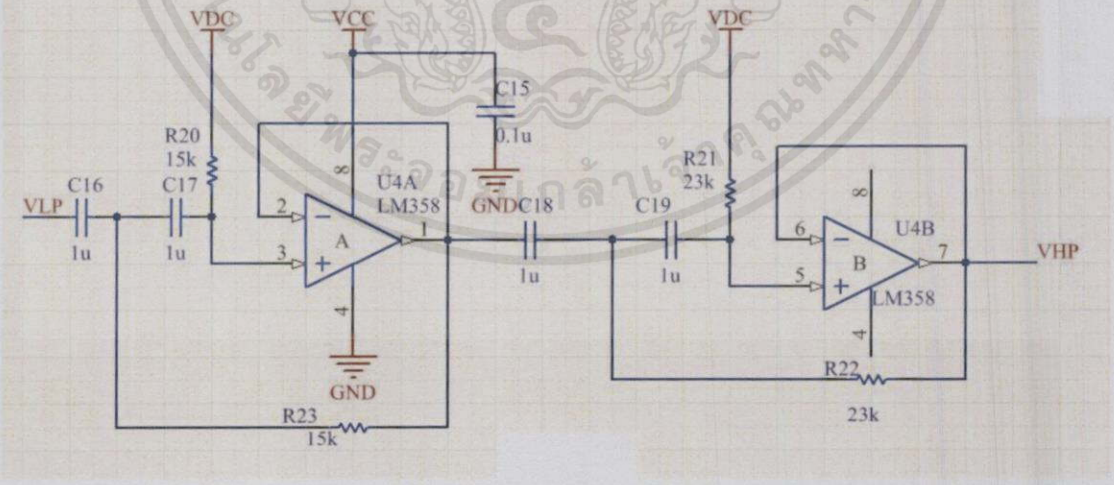
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3.4 วงจรแบบ Butterworth Low Pass filter

3.1.3 วงจร high Pass filter

วงจรแบบ Butterworth high Pass filter ใช้ในการกรองสัญญาณความถี่สูง ผ่านสามารถคำนวณได้ตาม สมการที่ 2 โดยใช้ R20,R23,C16,C17,R21,R1622,C18 และ C19 ซึ่งมีความถี่ตำคัตออฟได้ถูกออกแบบไว้ที่ 6.9 Hz

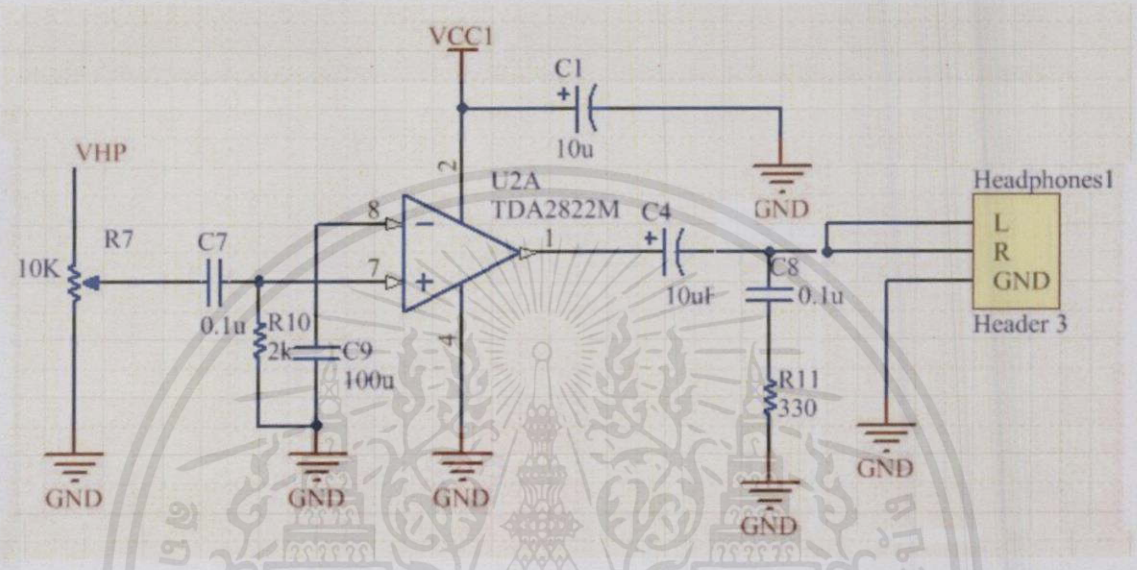


เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รูปที่ 3.5 วงจรแบบ Butterworth high Pass filter

3.1.4 วงจรขยายกำลัง (Power amplifier)

วงจรขยายกำลัง (Power amplifier) และมีความสามารถในการจ่ายกระแสกับกำลังงานสูงกว่าวงจรขยายทั่วไป ใช้กับโหลดที่อิมพิแดนซ์ต่ำอย่างเช่นหูฟัง โดยมีอัตราขยาย(Gain)ที่ 100 เท่า



รูปที่ 3.6 วงจรขยายแรงดัน (Power amplifier)

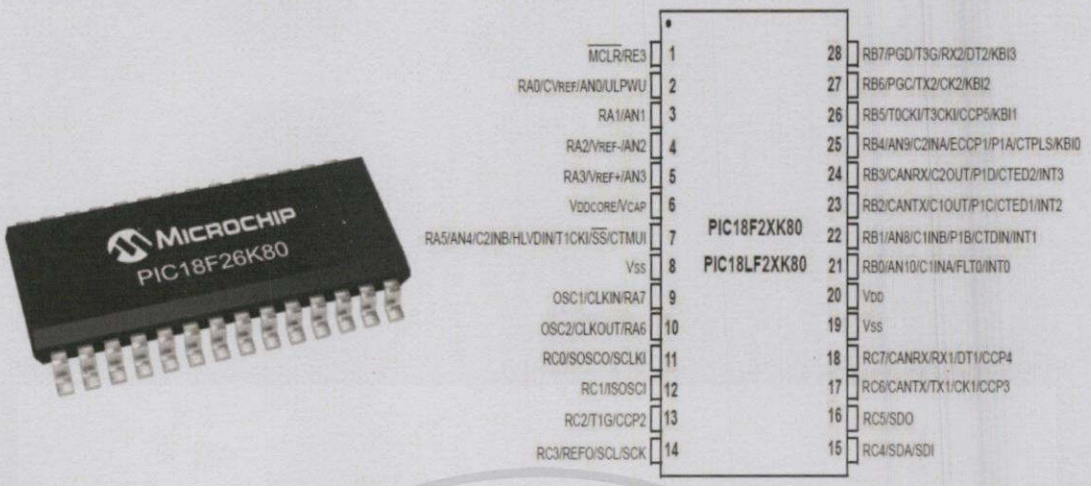
3.1.5 ไมโครคอนโทรลเลอร์ (Microcontroller)

เนื่องจากไมโครคอนโทรลเลอร์ สามารถทำงานได้หลากหลาย และสามารถสั่ง ควบคุม การทำงานได้ นอกจากนี้ยังมีโหมดการทำงานตามที่เราต้อง คือ ADC (Analog to Digital Converter) ส่วนภาครับสัญญาณอนาล็อกแปลงไปเป็นสัญญาณดิจิตอล และUART (Universal Asynchronous Receiver Transmitter) ทำหน้าที่รับส่งข้อมูลแบบอะซิงโครนัสสำหรับมาตรฐานการรับส่งข้อมูลแบบ RS-232 จึงได้เลือกใช้ ตระกูล PIC 18F26K80 ซึ่งประกอบด้วย ADC 12 bits และ UART 2 พอร์ต ซึ่งพอเหมาะกับการใช้งาน เนื่องจากต้องการให้ทำงานรับค่าจากวงจรอนาล็อกและส่งข้อมูลไปให้ราสเบอรี่พายโดยตรงและส่งข้อมูลโดยใช้โมดูลบลูทูธเป็นตัวส่งให้กับโทรศัพท์เคลื่อนที่

3.1.5.1 ลักษณะของไมโครคอนโทรลเลอร์ (PIC 18F26K80)

PIC 18F26K80 มีทั้งหมด 28 ขา ใช้ไฟเลี้ยง 3.3 V มีพอร์ตการเชื่อมต่าแบบอนาล็อกเป็นดิจิตอล 12 บิตและมีพอร์ตการส่งแบบยูอาร์ท 2 พอร์ต

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น

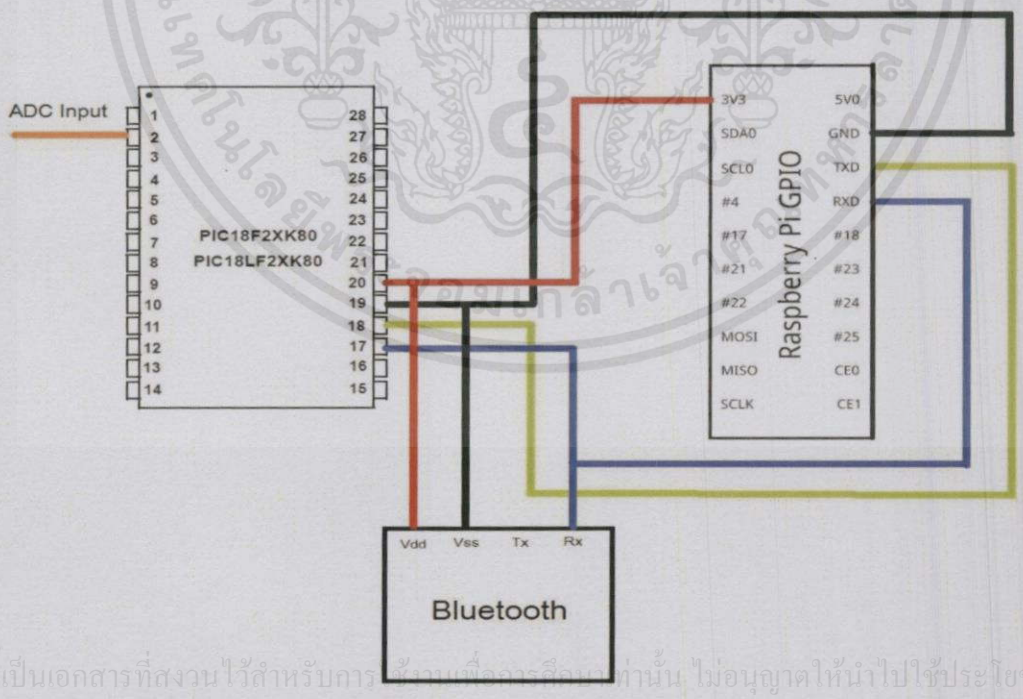


ก). ข).

รูปที่ 3.7 ก). รูปร่างของ PIC 18F26K80 **ข).** การทำงานของขาต่างๆ

3.1.5.2 การเชื่อมต่อของคอนโทรลเลอร์กับอุปกรณ์ต่างๆ

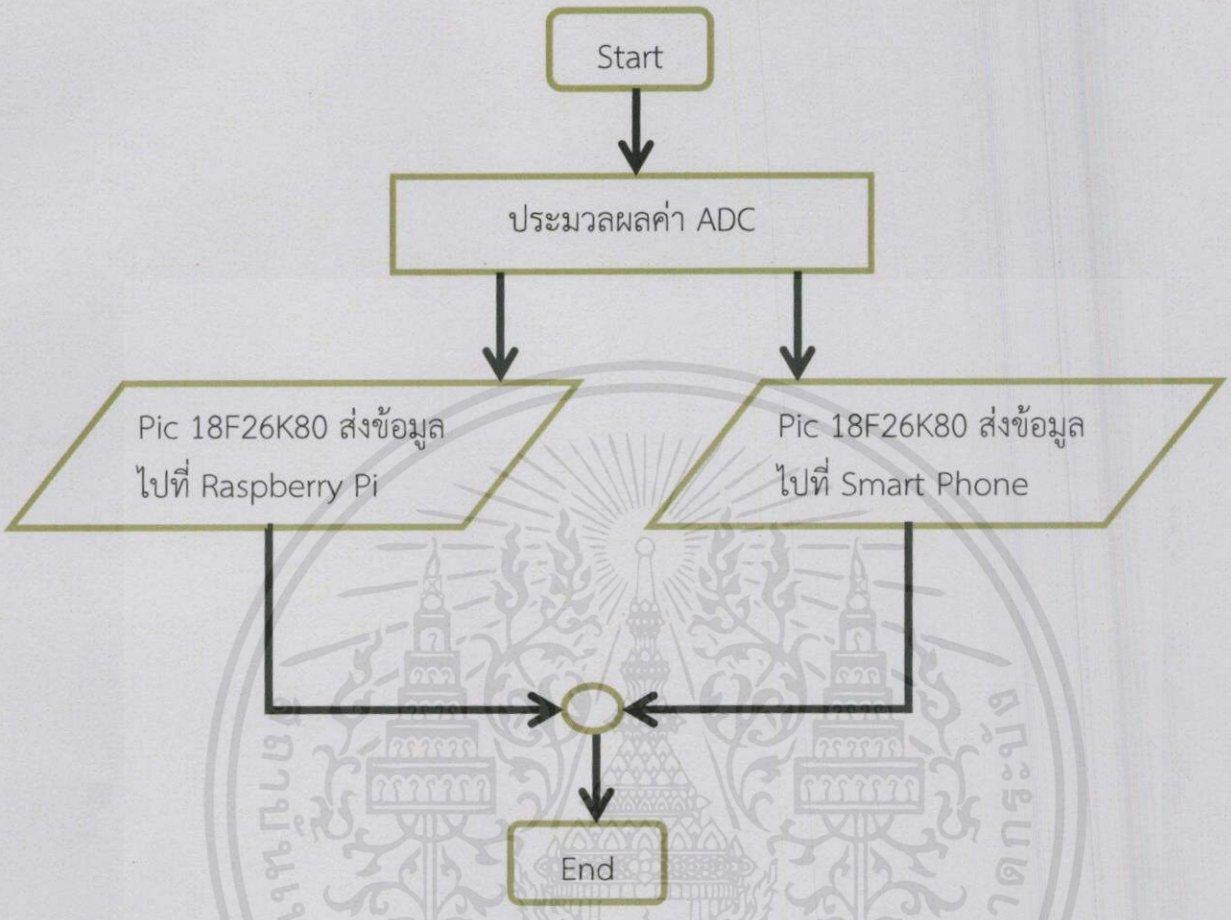
คอนโทรลเลอร์จะรับค่าอนาล็อกจากวงจรสเตทโตสโคปและ นำค่าที่ได้ส่งผ่านไปยังราสเบอรี่พาย และส่งไปที่สมาร์ทโฟนโดยใช้โมดูลบลูทูธ การส่งข้อมูลทั้งหมดจะใช้การส่งแบบ UART



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รูปที่ 3.8 การเชื่อมต่อของคอนโทรลเลอร์กับอุปกรณ์ต่างๆ

3.1.5.3 แผนผังการออกแบบและเขียนโปรแกรม (Flow Chart)



รูปที่ 3.9 แผนผังการออกแบบและเขียนโปรแกรม

3.1.6 โมดูลบลูทูธ

โมดูลบลูทูธจะส่งข้อมูลระหว่างคอนโทรลเลอร์กับ โทรศัพท์สมาร์ทโฟนโดยข้อมูลที่ส่งไปนั้นจะส่งแบบUARTและ ข้อมูลที่ส่งไปนั้นจะเป็นข้อมูลที่รับจากพอร์ตอนาล็อกเป็นดิจิตอล โดยโมดูลที่ใช้เป็นโมดูล HC-05 การส่งข้อมูลเป็นการส่งแบบ Serial port

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.2 Raspberry Pi

ราสเบอรีพาย สามารถนำมาประยุกต์ใช้ในการทำโครงงานทางด้านอิเล็กทรอนิกส์ และการเขียนโปรแกรม เนื่องจากราสเบอรีพายมีระบบปฏิบัติการและสามารถเขียนโปรแกรม โดยใช้โปรแกรม Qt ซึ่งเป็นการเขียนโดยใช้ภาษา C++

3.2.1 กราฟฟิคยูเซอร์อินเตอเฟสของโปรแกรม (GUI)

เนื่องจากเราต้องการเขียนให้ผู้ใช้ ที่เป็นผู้ป่วย หรือผู้สูงอายุ ใช้งานง่ายไม่ยุ่งยากจึงออกแบบปุ่มต่างๆ ให้มีลักษณะใหญ่ เผื่อให้ง่ายต่อผู้สูงอายุและ จัดให้ดูเรียบง่ายต่อการใช้งาน

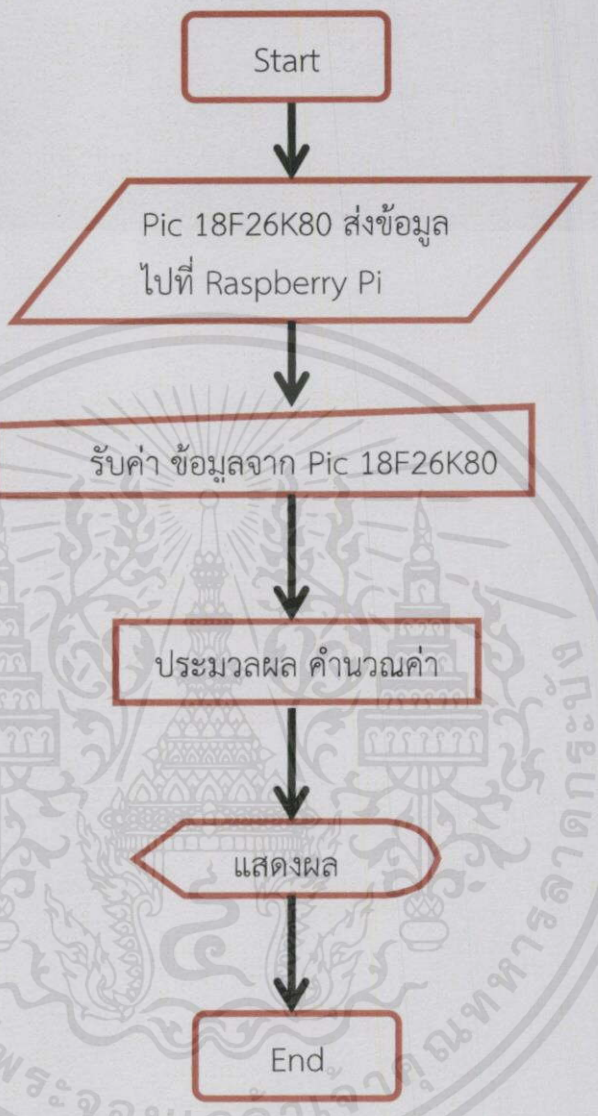
รูปที่ 3.10 อธิบายการทำงานของโปรแกรม

ตารางที่ 3.1 ตารางแสดงการอธิบายการทำงานของโปรแกรม

1	การวาดกราฟ	5.	ปุ่มหยุดการทำงาน
2.	แสดงผลที่รับได้	6.	เปิดการทำงานวิดีโอ
3.	ปุ่มให้เริ่มการทำงาน	7.	ปุ่มหยุดการทำงานวิดีโอ
4.	ปุ่มปิดการทำงานของโปรแกรม	8.	แสดงผลของวิดีโอ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.2.2 แผนผังการออกแบบและเขียนโปรแกรม (Flow Chart)



รูปที่ 3.11 แผนผังการออกแบบและเขียนโปรแกรม (Flow Chart)

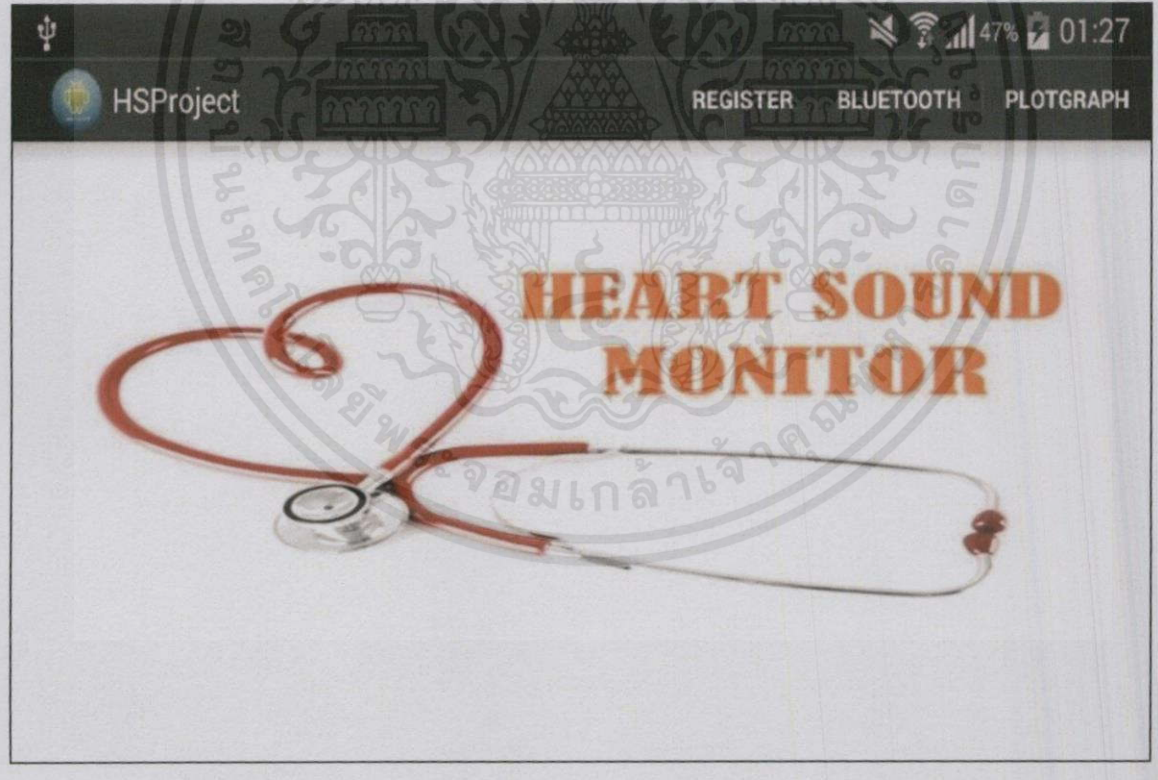
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.3 Android Applications

ระบบปฏิบัติการแอนดรอยด์ ทำงานบนสมาทโฟนหรือแทปเลต ทำหน้าที่ควบคุมอุปกรณ์ต่างๆร่วมกับแอพพลิเคชันที่พัฒนาขึ้นบนแอนดรอนด์ ความสามารถของแอนดรอยด์นั้นทำได้หลากหลายมาก สามารถเขียนทำงานร่วมกับ Hardware ได้เกือบทุกอย่าง เช่น การเขียนแอนดรอยด์จัดการด้านฐานข้อมูล การเขียนควบคุมกับอุปรกรณ์ภายนอก การพัฒนาด้าน GPS หรือแม้กระทั่งการออกแบบกราฟิกหรือการเขียนเกมส์ต่างๆ

3.3.1 กราฟฟิคยูเซอร์อินเตอเฟสของโปรแกรม (GUI)

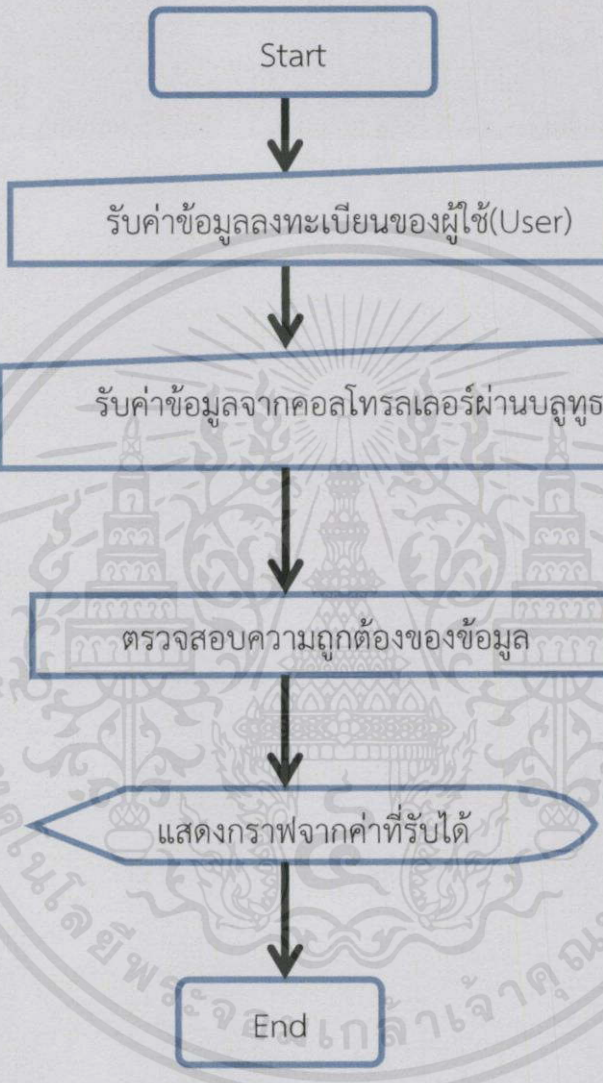
เนื่องจากเราต้องการเขียนให้ผู้ใช้ ที่เป็นผู้ป่วย หรือผู้สูงอายุ ใช้งานง่ายไม่ยุ่งยากจึงออกแบบปุ่มต่างๆ ให้มีลักษณะเรียบง่าย มองแล้วดูสบายตาใช้สีโทนขาวดำ เผื่อให้ง่ายต่อการใช้งานของผู้สูงอายุ



รูปที่ 3.12 อธิบายการทำงานของโปรแกรม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.3.2 แผนผังการออกแบบและโปรแกรมบนระบบปฏิบัติการแอนดรอยด์ (Flow Chart)



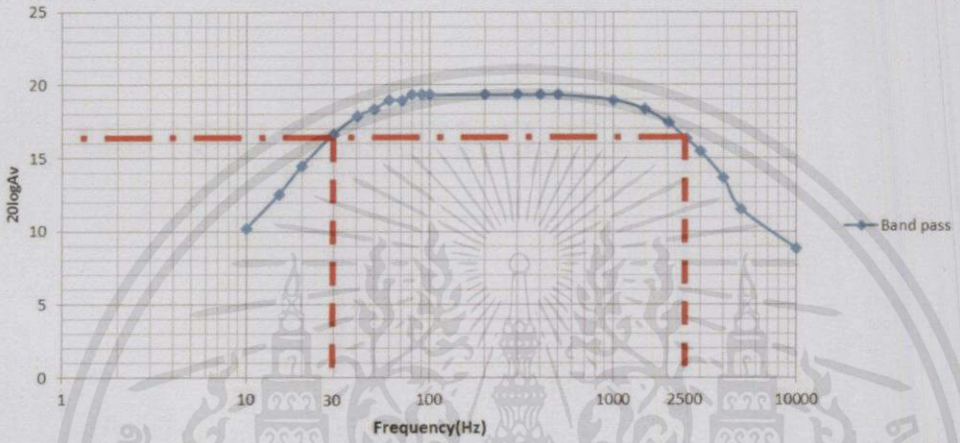
รูปที่ 3.13 แผนผังการออกแบบและเขียนโปรแกรมบนระบบปฏิบัติการแอนดรอยด์ (Flow Chart)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 4
ผลการทดลอง

4.1 ผลการทดลองวงจรส่วนอนาล็อก

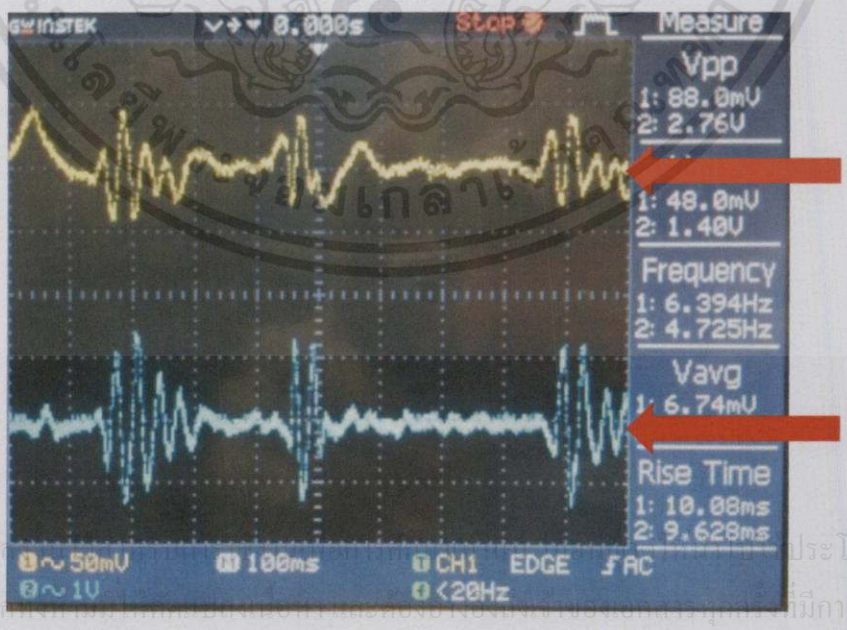
4.1.1 การตอบสนองทางความถี่ของวงจรทั้งหมด



รูปที่ 4.1 Band pass frequency response

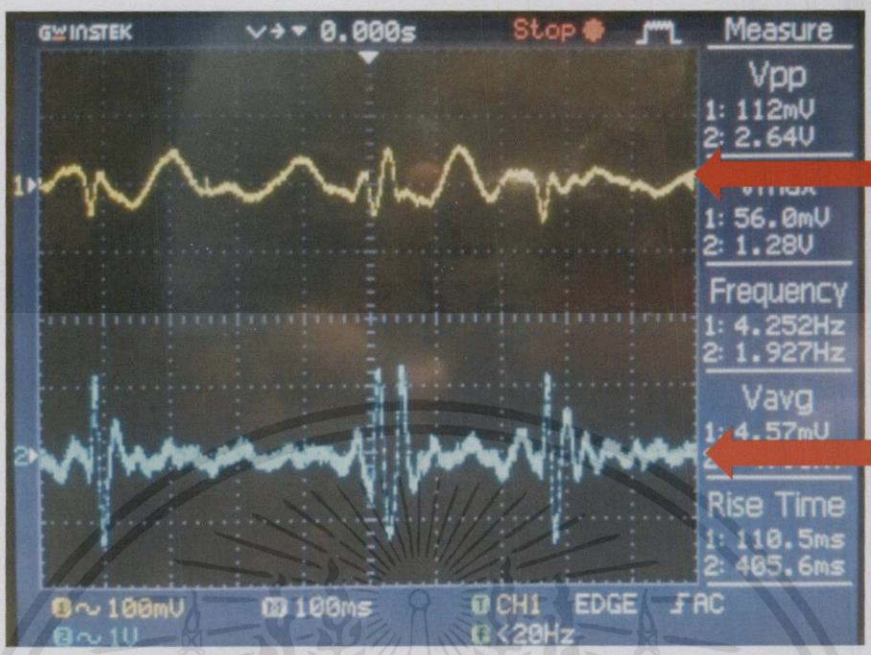
4.1.2 การทดสอบใช้งานจริง

นำเครื่องวัดสัญญาณเสียงหัวใจไปทดลองวัดสัญญาณเสียงหัวใจของคนปกติเพื่อดูอัตราการขยายสัญญาณหัวใจว่าได้ผลตามที่ออกแบบไว้หรือไม่ และเทียบกับกราฟอนาลอกที่พล็อตได้



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่ ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีก ที่มีการนำไปใช้

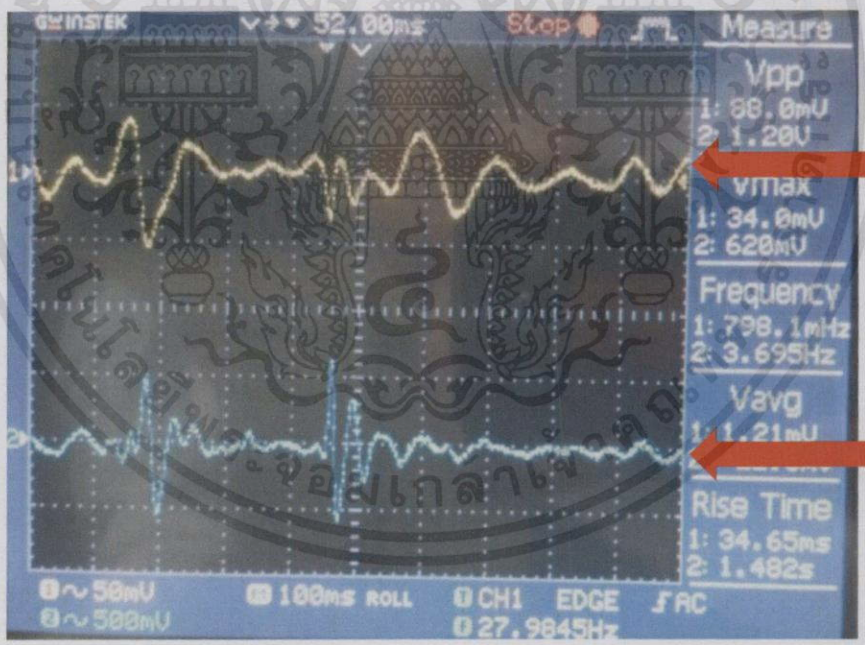
รูปที่ 4.2 กราฟเสียงหัวใจของคนปกติ คนที่ 1



สัญญาณก่อนเข้าวงจร

สัญญาณที่ได้จากวงจร

รูปที่ 4.3 กราฟเสียงหัวใจของคนปกติ คนที่ 2

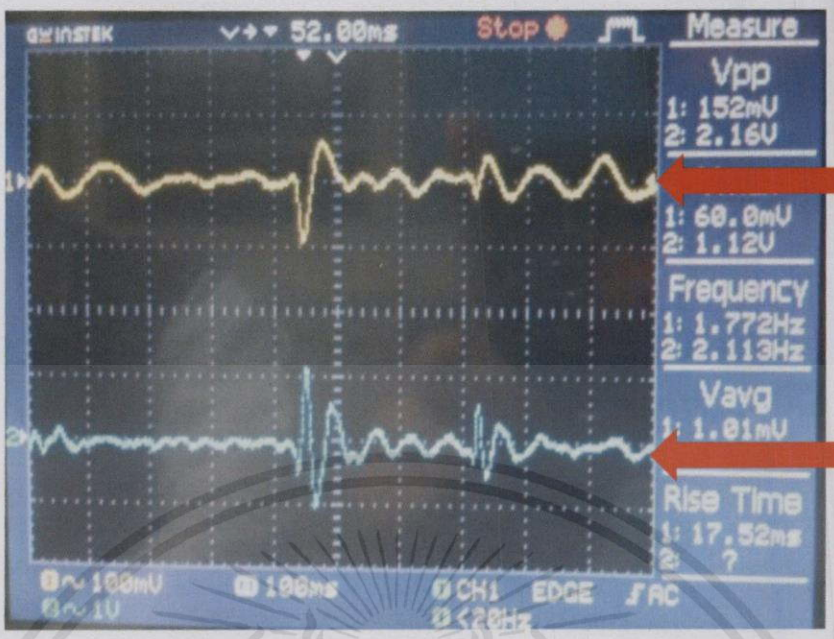


สัญญาณก่อนเข้าวงจร

สัญญาณที่ได้จากวงจร

รูปที่ 4.4 กราฟเสียงหัวใจของคนปกติ คนที่ 3

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.5 กราฟเสียงหัวใจของคนปกติ คนที่ 4

4.2 ผลการทดสอบการทำงานของราสเบอรีพาย

เขียนโปรแกรมสำเร็จแล้วจึงต้องมีการทดสอบการใช้งาน เพื่อให้ทราบประสิทธิภาพการใช้งานของอุปกรณ์

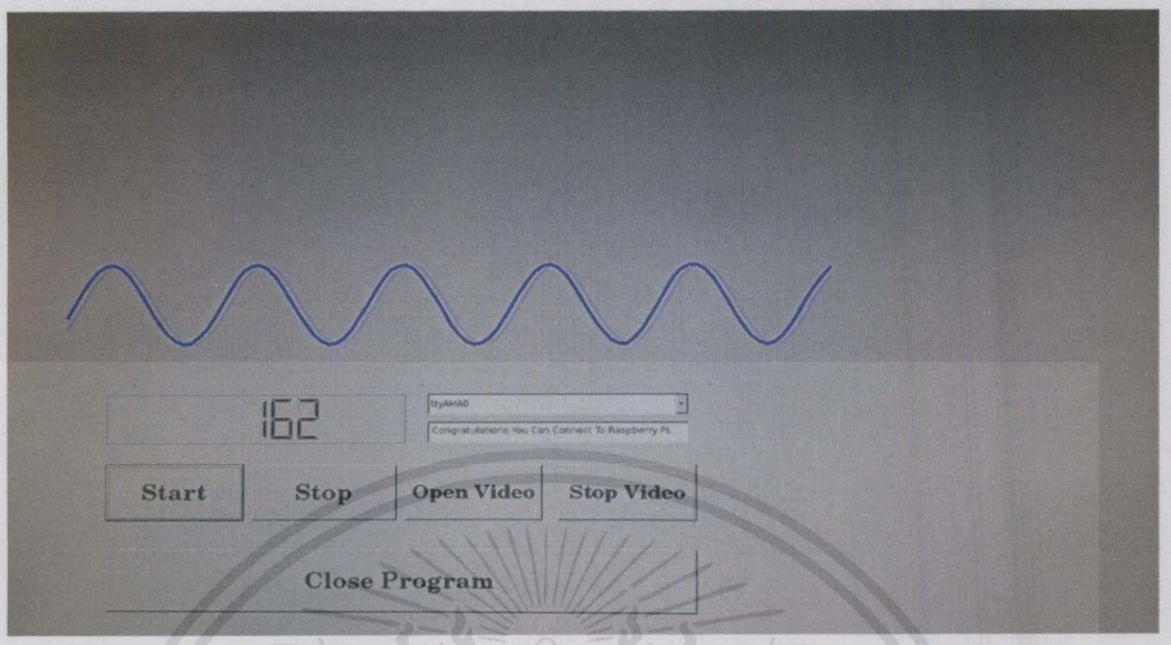
4.2.1 การทดสอบวาดกราฟ

เนื่องจากการเขียนโปรแกรมมีการวาดกราฟ เพื่อแสดงผลที่รับได้เป็นไปตามที่ต้องการหรือไม่ ทำให้สามารถสังเกตค่าได้ง่าย

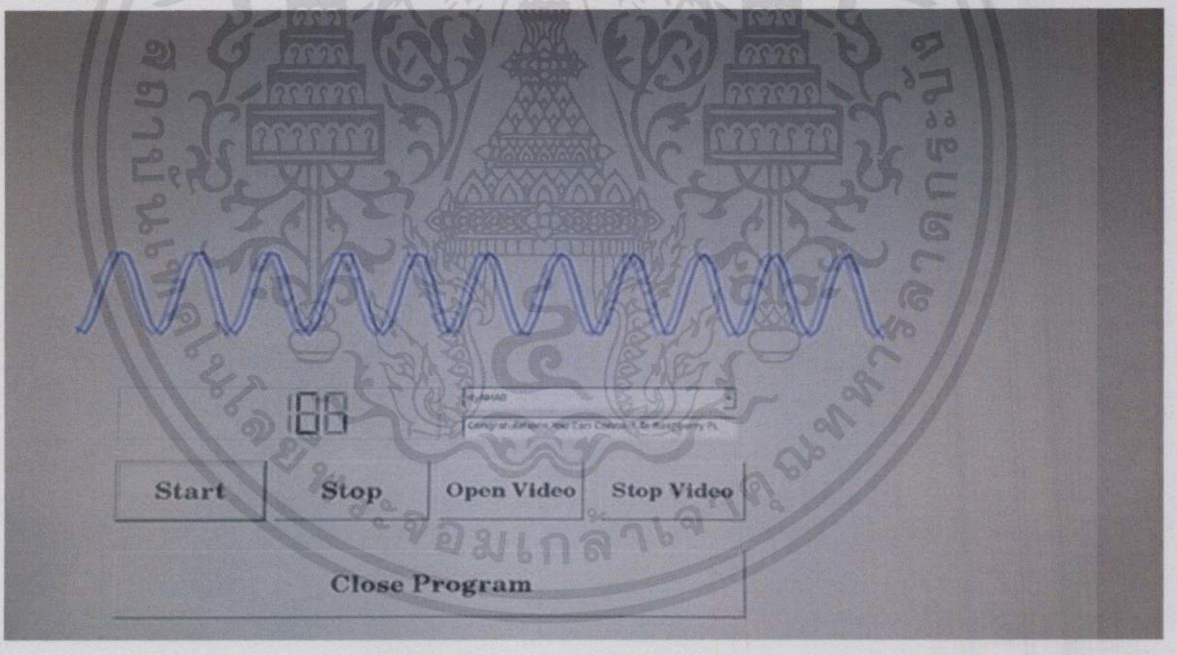
4.2.1.1 ทดสอบสัญญาณจากฟังก์ชั่นเจนเนอเรเตอร์

นำโปรแกรมที่สำเร็จแล้วมาทดสอบกับ ฟังก์ชั่นเจนเนอเรเตอร์โดยทดสอบความถี่สัญญาณที่ 1 Hz 2 Hz 3 Hz 5 Hz และ 10 Hz

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

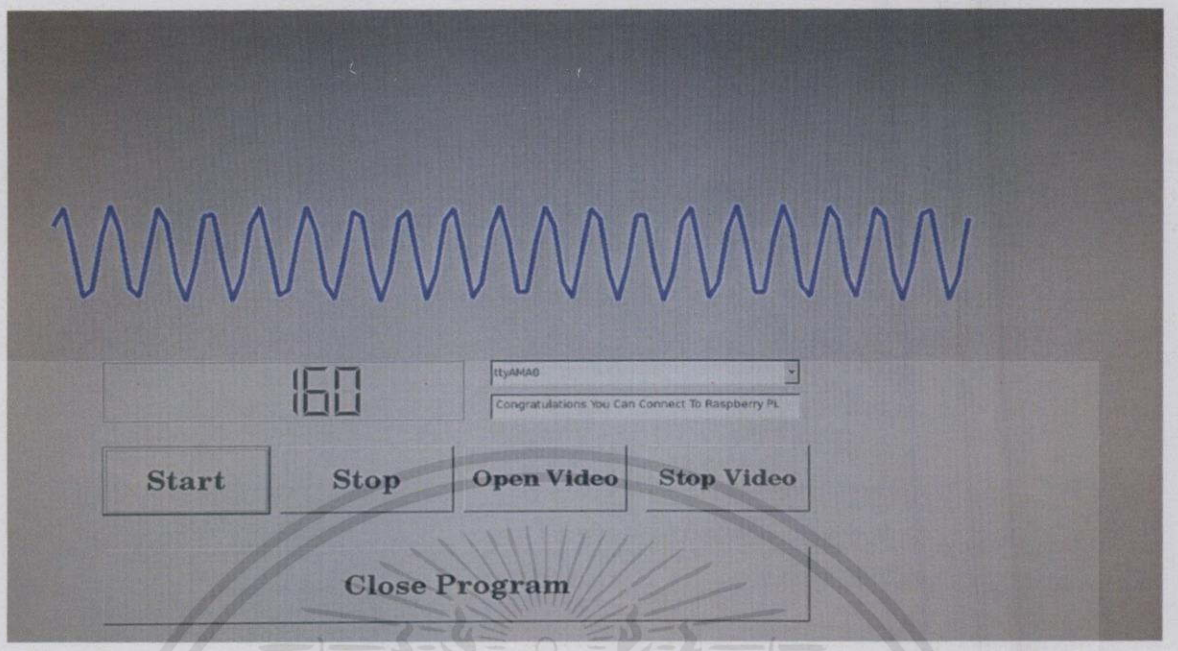


รูปที่ 4.6 โปรแกรมรับสัญญาณฟังก์ชั่น เจนเนอเรเตอร์ 1 HZ

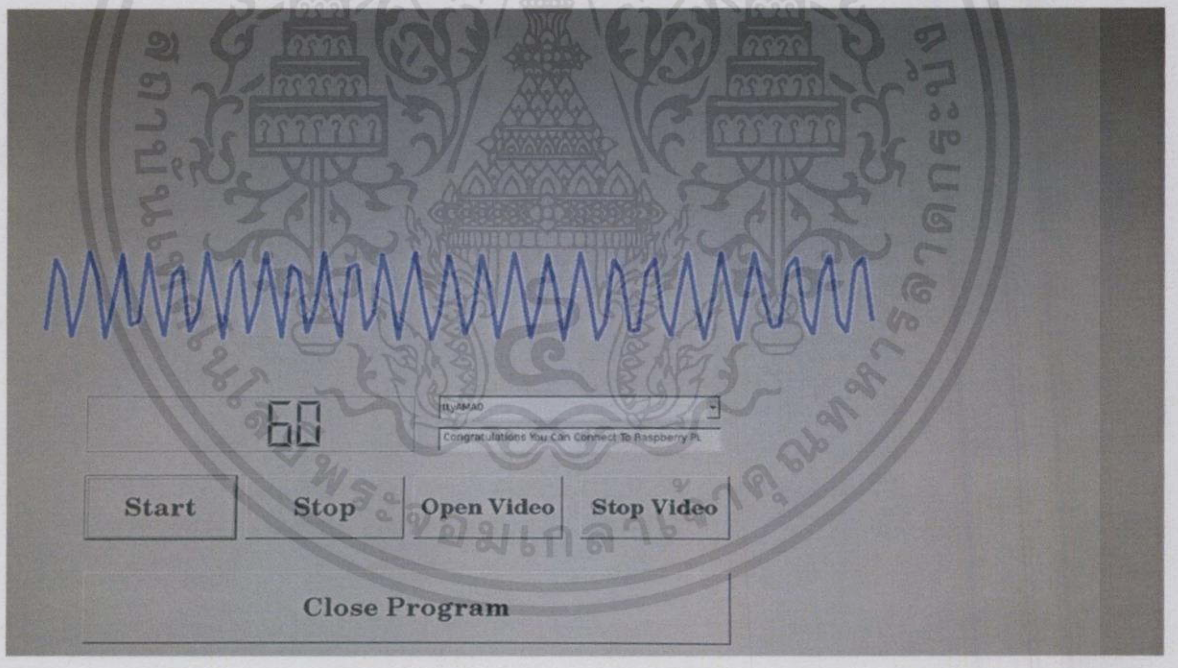


รูปที่ 4.7 โปรแกรมรับสัญญาณฟังก์ชั่น เจนเนอเรเตอร์ 2 HZ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

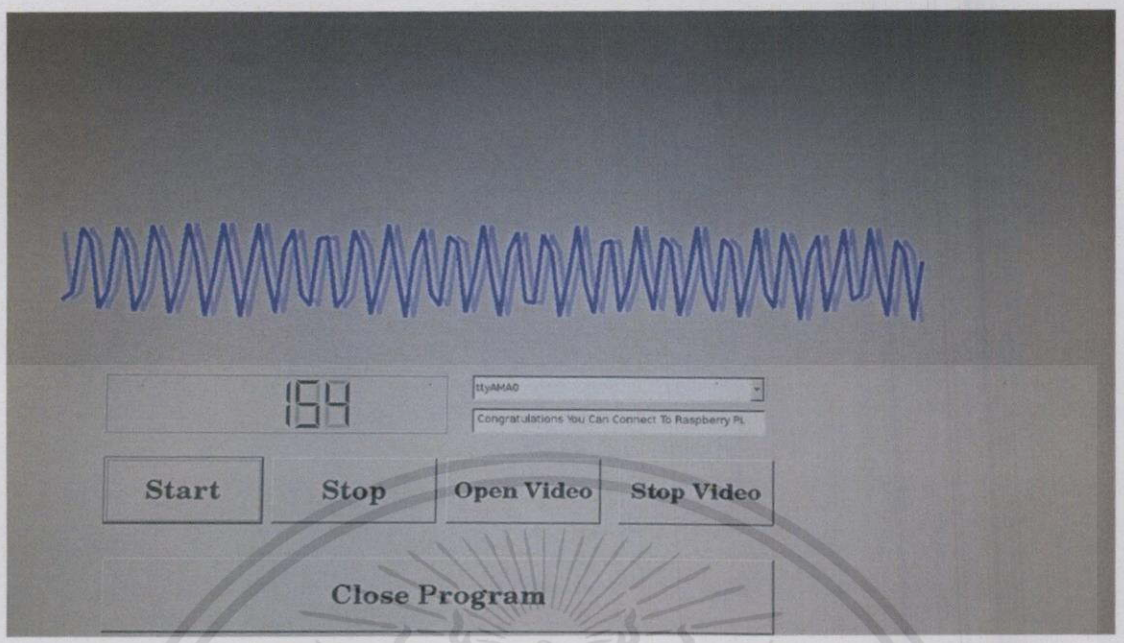


รูปที่ 4.8 โปรแกรมรับสัญญาณฟังก์ชั่น เจนเนอเรเตอร์ 3 HZ



รูปที่ 4.9 โปรแกรมรับสัญญาณฟังก์ชั่น เจนเนอเรเตอร์ 5 HZ

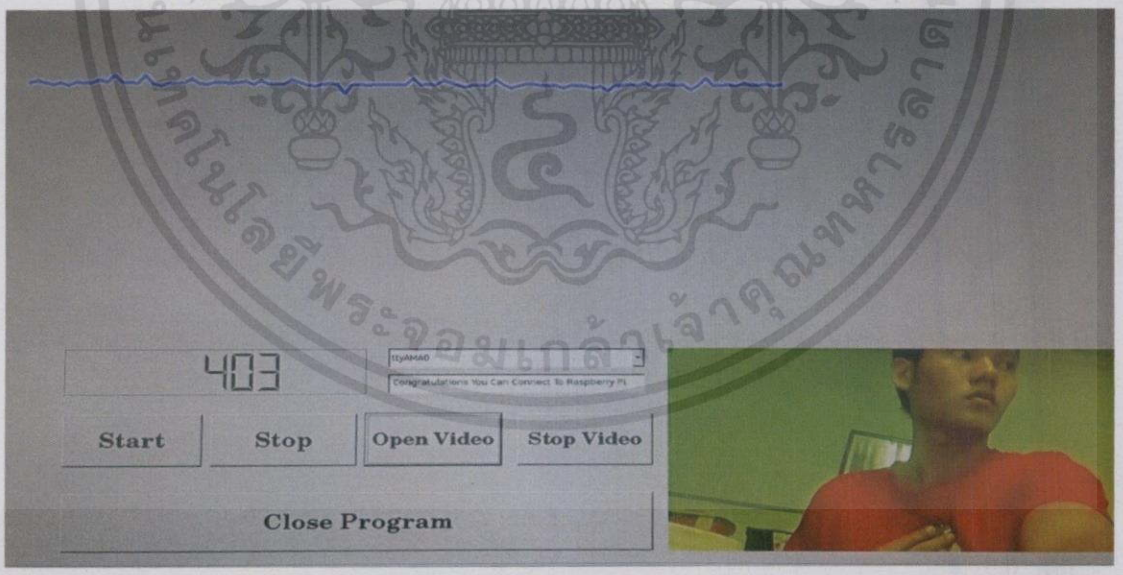
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.10 โปรแกรมรับสัญญาณฟังก์ชั่น เจนเนอเรเตอร์ 10 HZ

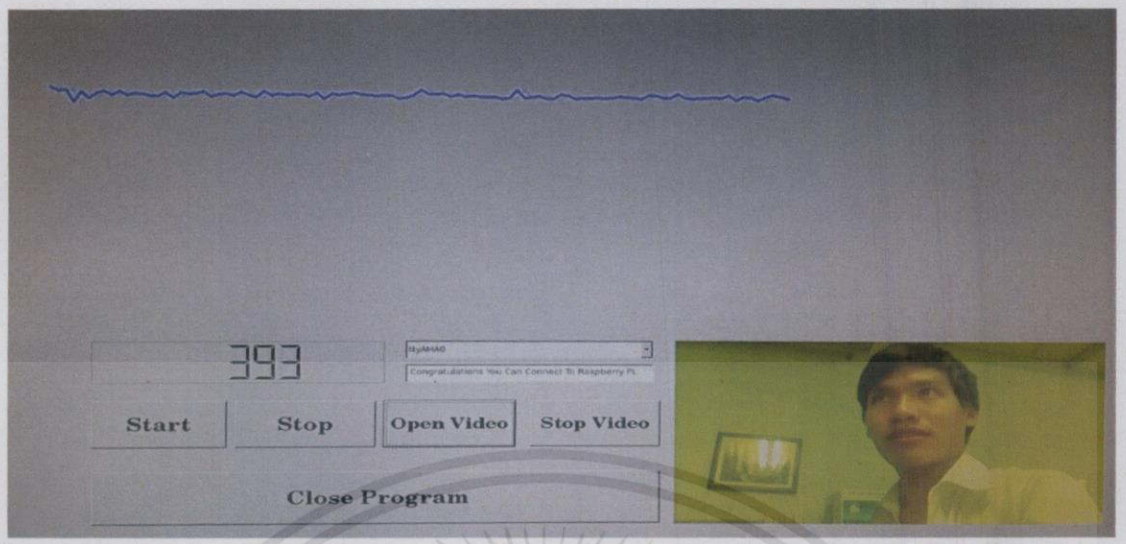
4.2.1.2 ทดสอบกับสัญญาณจากวงจรส่งอนาล็อก

นำโปรแกรมไปทดลองกับ วงจรอนาล็อกที่ส่งข้อมูลให้กับคอนโทรลเลอร์แล้วส่งผ่านมาให้ราสเบอรีพาย รันโปรแกรมรับข้อมูลแล้ววาดกราฟที่ได้จากวงจร

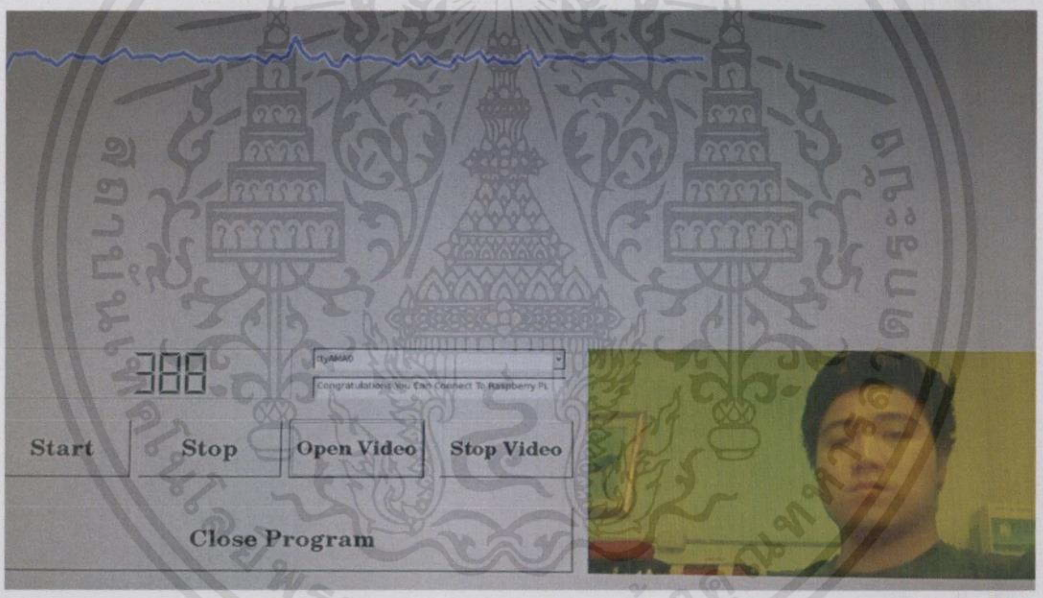


รูปที่ 4.11 โปรแกรมรับข้อมูลของผู้ทดลองคนที่ 1

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.12 โปรแกรมรับข้อมูลของผู้ทดลองคนที่ 2

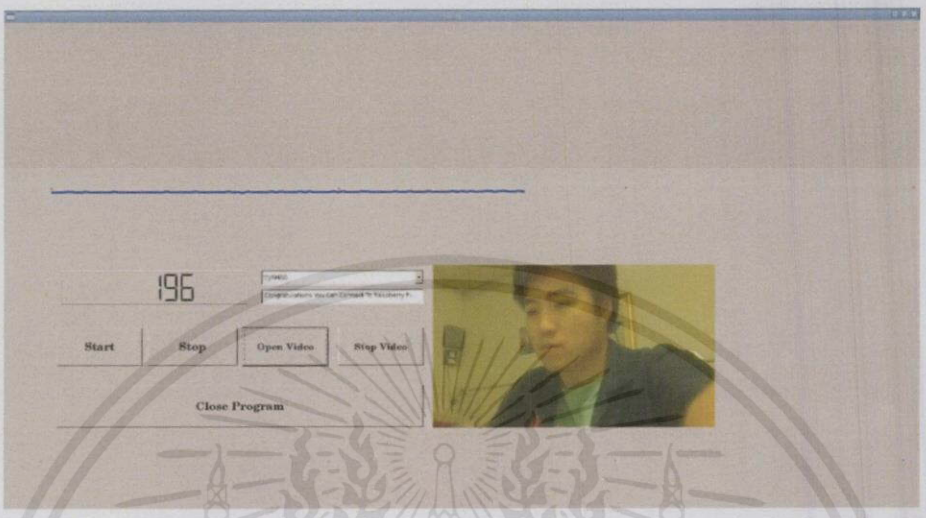


รูปที่ 4.13 โปรแกรมรับข้อมูลของผู้ทดลองคนที่ 3

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.2.2 ทดสอบการใช้งานกล้อง

ราสเบอรีพาย มีคอนเนตเตอร์ต่อกับกล้องสามารถนำมาใช้งานได้ซึ่งในที่นี้ได้นำมารวมกับโปรแกรม ขณะที่โปรแกรมรับข้อมูลและวาดกราฟก็จะมีกล้องวิดีโอแสดงผลตามด้วย



รูปที่ 4.14 แสดงภาพวิดีโอบนโปรแกรมขณะรับข้อมูลและวาดกราฟ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

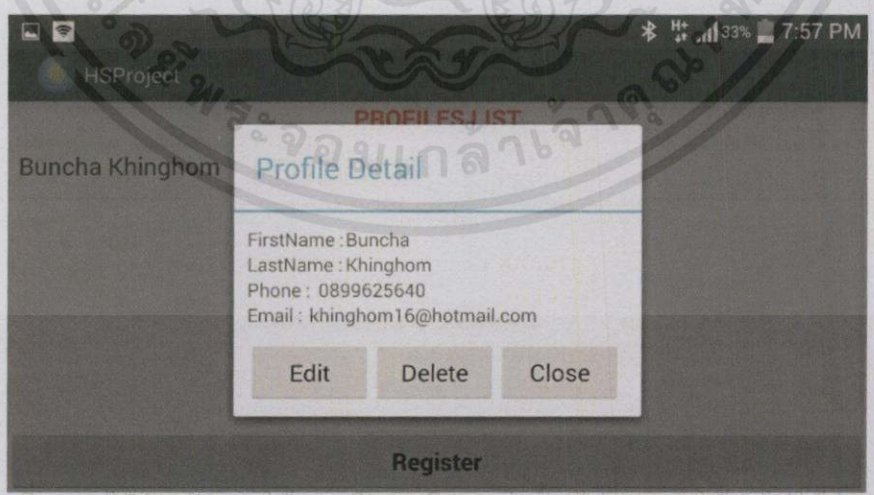
4.3 ผลการทดสอบแอพพลิเคชันบนระบบปฏิบัติการแอนดรอยด์

เขียนโปรแกรมสำเร็จแล้วจึงต้องมีการทดสอบการใช้งาน เพื่อให้ทราบประสิทธิภาพการใช้งานของอุปกรณ์

4.3.1 การทดสอบเมนูกรอกข้อมูลประวัติส่วนตัว(Register)

เนื่องจากการเขียนโปรแกรมมีผู้ใช้งานจำนวนมาก จึงจำเป็นต้องกรอกข้อมูลประวัติส่วนตัวทุกครั้งสำหรับคนไข้ ผู้ป่วย หรือผู้ทดลองใช้โปรแกรม เพื่อนำไปเก็บเป็นฐานข้อมูล

รูปที่ 4.15 แสดงภาพการทดสอบกรอกข้อมูลประวัติส่วนตัวลงแอพพลิเคชันแอนดรอย์

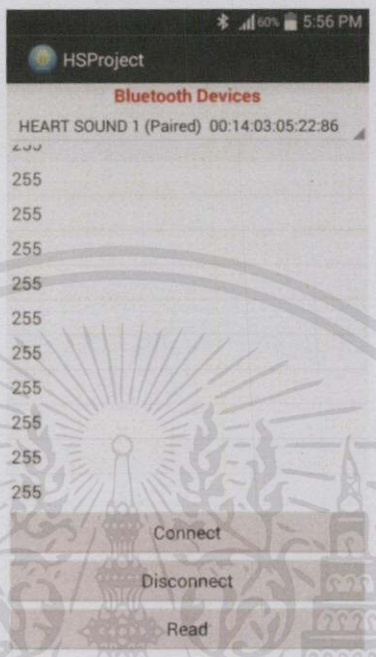


เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น ไม่อนุญาตให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารนี้ทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รูปที่ 4.16 แสดงภาพการทดสอบดูข้อมูลประวัติส่วนตัวบนแอพพลิเคชันแอนดรอย์

4.3.2 การทดสอบเมนูรับ-ส่งค่าผ่านบลูทูธ(Bluetooth)

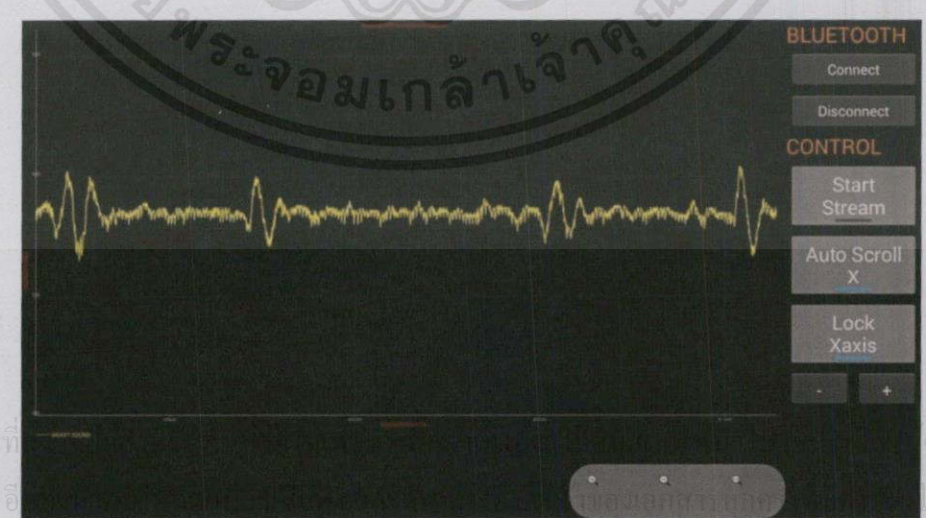
การเขียนโปรแกรมเชื่อมต่อกับอุปกรณ์ภายนอก(electronic stethoscope) เมื่อเชื่อมต่อสำเร็จ จำเป็นต้องทำการทดสอบรับ-ส่งค่าผ่านบลูทูธและตรวจสอบความถูกต้อง



รูปที่ 4.17 แสดงภาพการทดสอบรับ-ส่งค่าผ่านบลูทูธบนแอพพลิเคชันแอนดรอย์

4.3.3 การทดสอบเมนูพล็อตกราฟข้อมูลจากบลูทูธแบบเรียลไทม์(PlotGraph)

หลังการเขียนโปรแกรมเชื่อมต่อกับอุปกรณ์ภายนอก(electronic stethoscope) และรับ-ส่งค่าผ่านบลูทูธและตรวจสอบความถูกต้องได้แล้ว จำนำค่าข้อมูลไปพล็อตกราฟแบบเรียลไทม์เพื่อนำกราฟนั้นไปเปรียบเทียบกับกราฟที่ได้จากออสซิลโลสโคป(oscilloscope) และตรวจสอบความถูกต้อง



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่ ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อ ปใช้

รูปที่ 4.18 แสดงภาพการทดสอบพล็อตกราฟข้อมูลจากบลูทูธบนแอพพลิเคชันแอนดรอย์

บทที่ 5
สรุปผลการทดลอง และวิจารณ์ผลการทดลอง

5.1 บทสรุป

จากการสร้างและออกแบบเครื่องวัดเสียงหัวใจแล้ว ได้ผลการทดลองที่ตรงตามทฤษฎีโดยวงจรสามารถกรองสัญญาณในช่วงความถี่ที่ไม่ต้องการได้ ซึ่งสัญญาณเสียงหัวใจจะอยู่ในช่วง 20 Hz ถึง 2 KHz และเมื่อต่อ stethoscope เข้ากับวงจรแล้ว ทำให้ได้สัญญาณเสียงหัวใจที่เรียบยิ่งขึ้น หรือกล่าวได้ว่าวงจรกรองสัญญาณได้กรองเฉพาะสัญญาณที่ต้องการตามทฤษฎี เมื่อกรองความถี่ได้แล้วตามที่ต้องการคือ 20 Hz ถึง 2 KHz เราได้นำสัญญาณมาเข้าส่วนขยายของเราคือวงจร Amplifier เพื่อขยายสัญญาณให้ได้ตามต้องการ หลังจากนำ output ที่ได้ มาต่อเข้ากับ วงจร Power Amplifier ต่อ load หูฟัง ทำให้สามารถได้ยินสียงหัวใจได้อย่างชัดเจน คล้ายคลึงกับเสียงที่ฟังจาก Stethoscope โดยตรง และได้มีวงจรเพื่อแปลงสัญญาณจากอนาล็อกเป็นดิจิตอล และส่งผ่านข้อมูลโดยใช้บลูทธเป็นตัวส่งไปยังแอพพลิเคชันบนระบบปฏิบัติการแอนดรอยด์ และต่อกับราสเบอรีพายโดยตรง เมื่อราสเบอรีพาย ได้ข้อมูลแล้วจึงนำข้อมูลที่ได้ไปวาดกราฟ และวิดีโอผู้ใช้งาน ส่วนของแอพพลิเคชันบนระบบปฏิบัติการแอนดรอยด์ได้นำข้อมูลที่รับได้ไปพล็อตกราฟแบบเรียลไทม์ เพื่อใช้ในการตรวจสอบกับค่าที่ได้จากออสซิลโลสโคปและราสเบอรีพาย และเก็บเป็นฐานข้อมูลของคนไข้ต่อไป

5.2 วิจารณ์ผลการทดลอง

สัญญาณที่ได้จากส่วนอนาล็อกยังมีคุณภาพเสียงที่ยังไม่ค่อยดีนัก ยังพบเสียงที่เกิดจากสัญญาณรบกวนอยู่ระดับหนึ่ง แต่ยังคงฟังเสียงหัวใจได้อย่างชัดเจน

ราสเบอรีพาย ไม่สามารถแสดงกราฟได้ตามความเป็นจริงเนื่องจากการวาดกราฟใช้เวลานานเกินไปส่งผลให้อัตราการรับข้อมูลของอุปกรณ์มีค่าต่ำจนรูปกราฟที่วาดได้มีค่าผิดเพี้ยน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เอกสารอ้างอิง

[1] Tian Xian-ting and Zhao Zhi-dong,"**Heart sound acquisition based on PDA and bluetooth,**" **[Online].**
Available: http://ieeexplore.ieee.org/stamp/stamp.jsp?arnumber=06098495

[2] STMicroelectronics,"**TDA2822D, DUAL LOW-VOLTAGE POWER AMPLIFIER,**" **[Online]. Available:**
http://www.st.com/web/en/resource/technical/document/datasheet/CD00000132.pdf

[4] "**Learn Resources**" 14 February 2015. [Online]. Available: https://www.raspberrypi.org/resources/learn/

[3] "**บทความการพัฒนาโปรแกรมบน Raspberry Pi ด้วย Qt,**" 28 February 2015. [Online]. Available: http://thaieasyelec.com/

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

October 2005

LM158/LM258/LM358/LM2904
Low Power Dual Operational Amplifiers

General Description

The LM158 series consists of two independent, high gain, internally frequency compensated operational amplifiers which were designed specifically to operate from a single power supply over a wide range of voltages. Operation from split power supplies is also possible and the low power supply current drain is independent of the magnitude of the power supply voltage.

Application areas include transducer amplifiers, dc gain blocks and all the conventional op amp circuits which now can be more easily implemented in single power supply systems. For example, the LM158 series can be directly operated off of the standard +5V power supply voltage which is used in digital systems and will easily provide the required interface electronics without requiring the additional ±15V power supplies.

The LM358 and LM2904 are available in a chip sized package (8-Bump micro SMD) using National's micro SMD package technology.

Unique Characteristics

- In the linear mode the input common-mode voltage range includes ground and the output voltage can also swing to ground, even though operated from only a single power supply voltage.
- The unity gain cross frequency is temperature compensated.
- The input bias current is also temperature compensated.

Advantages

- Two internally compensated op amps
- Eliminates need for dual supplies
- Allows direct sensing near GND and V_{OUT} also goes to GND
- Compatible with all forms of logic
- Power drain suitable for battery operation

Features

- Available in 8-Bump micro SMD chip sized package, (See AN-1112)
- Internally frequency compensated for unity gain
- Large dc voltage gain: 100 dB
- Wide bandwidth (unity gain): 1 MHz (temperature compensated)
- Wide power supply range:
  — Single supply: 3V to 32V
  — or dual supplies: ±1.5V to ±16V
- Very low supply current drain (500 µA)—essentially independent of supply voltage
- Low input offset voltage: 2 mV
- Input common-mode voltage range includes ground
- Differential input voltage range equal to the power supply voltage
- Large output voltage swing

Voltage Controlled Oscillator (VCO)

00778723

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

© 2005 National Semiconductor Corporation

Absolute Maximum Ratings (Note 9)

If Military/Aerospace specified devices are required, please contact the National Semiconductor Sales Office/ Distributors for availability and specifications.

	LM158/LM258/LM358 LM158A/LM258A/LM358A	LM2904
Supply Voltage, V^+	32V	26V
Differential Input Voltage	32V	26V
Input Voltage	−0.3V to +32V	−0.3V to +26V
Power Dissipation (Note 1)		
Molded DIP	830 mW	830 mW
Metal Can	550 mW	
Small Outline Package (M)	530 mW	530 mW
micro SMD	435mW	
Output Short-Circuit to GND		
(One Amplifier) (Note 2)		
$V^+ \leq 15V$ and $T_A = 25°C$	Continuous	Continuous
Input Current ($V_{IN} < -0.3V$) (Note 3)	50 mA	50 mA
Operating Temperature Range		
LM358	0°C to +70°C	−40°C to +85°C
LM258	−25°C to +85°C	
LM158	−55°C to +125°C	
Storage Temperature Range	−65°C to +150°C	−65°C to +150°C
Lead Temperature, DIP		
(Soldering, 10 seconds)	260°C	260°C
Lead Temperature, Metal Can		
(Soldering, 10 seconds)	300°C	300°C
Soldering Information		
Dual-In-Line Package		
Soldering (10 seconds)	260°C	260°C
Small Outline Package		
Vapor Phase (60 seconds)	215°C	215°C
Infrared (15 seconds)	220°C	220°C
See AN-450 "Surface Mounting Methods and Their Effect on Product Reliability" for other methods of soldering surface mount devices.		
ESD Tolerance (Note 10)	250V	250V

Electrical Characteristics

$V^+ = +5.0V$, unless otherwise stated

Parameter	Conditions	LM158A			LM358A			LM158/LM258			Units
		Min	Typ	Max	Min	Typ	Max	Min	Typ	Max	
Input Offset Voltage	(Note 5), $T_A = 25°C$		1	2		2	3		2	5	mV
Input Bias Current	$I_{IN(+)}$ or $I_{IN(-)}$, $T_A = 25°C$, $V_{CM} = 0V$, (Note 6)		20	50		45	100		45	150	nA
Input Offset Current	$I_{IN(+)} - I_{IN(-)}$, $V_{CM} = 0V$, $T_A = 25°C$		2	10		5	30		3	30	nA
Input Common-Mode Voltage Range	$V^+ = 30V$, (Note 7) (LM2904, $V^+ = 26V$), $T_A = 25°C$	0		$V^+-1.5$	0		$V^+-1.5$	0		$V^+-1.5$	V
Supply Current	Over Full Temperature Range $R_L = \infty$ on All Op Amps										
	$V^+ = 30V$ (LM2904 $V^+ = 26V$)		1	2		1	2		1	2	mA
	$V^+ = 5V$		0.5	1.2		0.5	1.2		0.5	1.2	mA

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Electrical Characteristics

V^+ = +5.0V, unless otherwise stated

Parameter	Conditions	LM358			LM2904			Units
		Min	Typ	Max	Min	Typ	Max	
Input Offset Voltage	(Note 5) , T_A = 25°C		2	7		2	7	mV
Input Bias Current	$I_{IN(+)}$ or $I_{IN(-)}$, T_A = 25°C, V_{CM} = 0V, (Note 6)		45	250		45	250	nA
Input Offset Current	$I_{IN(+)} - I_{IN(-)}$, V_{CM} = 0V, T_A = 25°C		5	50		5	50	nA
Input Common-Mode Voltage Range	V^+ = 30V, (Note 7) (LM2904, V^+ = 26V), T_A = 25°C	0		$V^+-1.5$	0		$V^+-1.5$	V
Supply Current	Over Full Temperature Range $R_L = \infty$ on All Op Amps							
	V^+ = 30V (LM2904 V^+ = 26V)		1	2		1	2	mA
	V^+ = 5V		0.5	1.2		0.5	1.2	mA

Electrical Characteristics

V^+ = +5.0V, (Note 4), unless otherwise stated

Parameter		Conditions	LM158A			LM358A			LM158/LM258			Units
			Min	Typ	Max	Min	Typ	Max	Min	Typ	Max	
Large Signal Voltage Gain		V^+ = 15V, T_A = 25°C, $R_L \geq 2$ kΩ, (For V_O = 1V to 11V)	50	100		25	100		50	100		V/mV
Common-Mode Rejection Ratio		T_A = 25°C, V_{CM} = 0V to $V^+-1.5$V	70	85		65	85		70	85		dB
Power Supply Rejection Ratio		V^+ = 5V to 30V (LM2904, V^+ = 5V to 26V), T_A = 25°C	65	100		65	100		65	100		dB
Amplifier-to-Amplifier Coupling		f = 1 kHz to 20 kHz, T_A = 25°C (Input Referred), (Note 8)		−120			−120			−120		dB
Output Current	Source	V_{IN}^+ = 1V, V_{IN}^- = 0V, V^+ = 15V, V_O = 2V, T_A = 25°C	20	40		20	40		20	40		mA
	Sink	V_{IN}^- = 1V, V_{IN}^+ = 0V, V^+ = 15V, T_A = 25°C, V_O = 2V	10	20		10	20		10	20		mA
		V_{IN}^- = 1V, V_{IN}^+ = 0V, T_A = 25°C, V_O = 200 mV, V^+ = 15V	12	50		12	50		12	50		µA
Short Circuit to Ground		T_A = 25°C, (Note 2), V^+ = 15V		40	60		40	60		40	60	mA
Input Offset Voltage		(Note 5)			4			5			7	mV
Input Offset Voltage Drift		R_S = 0Ω		7	15		7	20		7		µV/°C
Input Offset Current		$I_{IN(+)} - I_{IN(-)}$			30			75			100	nA
Input Offset Current Drift		R_S = 0Ω		10	200		10	300		10		pA/°C
Input Bias Current		$I_{IN(+)}$ or $I_{IN(-)}$		40	100		40	200		40	300	nA
Input Common-Mode Voltage Range		V^+ = 30 V, (Note 7) (LM2904, V^+ = 26V)	0		V^+-2	0		V^+-2	0		V^+-2	V

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น ห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Electrical Characteristics (Continued)

V^+ = +5.0V, (Note 4), unless otherwise stated

Parameter		Conditions		LM158A			LM358A			LM158/LM258			Units
				Min	Typ	Max	Min	Typ	Max	Min	Typ	Max	
Large Signal Voltage Gain		V^+ = +15V (V_O = 1V to 11V) $R_L \geq 2\ k\Omega$		25			15			25			V/mV
Output Voltage	V_{OH}	V^+ = +30V	R_L = 2 kΩ	26			26			26			V
		(LM2904, V^+ = 26V)	R_L = 10 kΩ	27	28		27	28		27	28		V
Swing	V_{OL}	V^+ = 5V, R_L = 10 kΩ			5	20		5	20		5	20	mV
Output Current	Source	V_{IN}^+ = +1V, V_{IN}^- = 0V, V^+ = 15V, V_O = 2V		10	20		10	20		10	20		mA
	Sink	V_{IN}^- = +1V, V_{IN}^+ = 0V, V^+ = 15V, V_O = 2V		10	15		5	8		5	8		mA

Electrical Characteristics

V^+ = +5.0V, (Note 4), unless otherwise stated

Parameter		Conditions	LM358			LM2904			Units
			Min	Typ	Max	Min	Typ	Max	
Large Signal Voltage Gain		V^+ = 15V, T_A = 25°C, $R_L \geq 2\ k\Omega$, (For V_O = 1V to 11V)	25	100		25	100		V/mV
Common-Mode Rejection Ratio		T_A = 25°C, V_{CM} = 0V to V^+−1.5V	65	85		50	70		dB
Power Supply Rejection Ratio		V^+ = 5V to 30V (LM2904, V^+ = 5V to 26V), T_A = 25°C	65	100		50	100		dB
Amplifier-to-Amplifier Coupling		f = 1 kHz to 20 kHz, T_A = 25°C (Input Referred), (Note 8)		−120			−120		dB
Output Current	Source	V_{IN}^+ = 1V, V_{IN}^- = 0V, V^+ = 15V, V_O = 2V, T_A = 25°C	20	40		20	40		mA
	Sink	V_{IN}^- = 1V, V_{IN}^+ = 0V V^+ = 15V, T_A = 25°C, V_O = 2V	10	20		10	20		mA
		V_{IN}^- = 1V, V_{IN}^+ = 0V T_A = 25°C, V_O = 200 mV, V^+ = 15V	12	50		12	50		µA
Short Circuit to Ground		T_A = 25°C, (Note 2), V^+ = 15V		40	60		40	60	mA
Input Offset Voltage		(Note 5)			9			10	mV
Input Offset Voltage Drift		R_S = 0Ω		7			7		µV/°C
Input Offset Current		$I_{IN(+)} - I_{IN(-)}$			150		45	200	nA
Input Offset Current Drift		R_S = 0Ω		10			10		pA/°C
Input Bias Current		$I_{IN(+)}$ or $I_{IN(-)}$		40	500		40	500	nA
Input Common-Mode Voltage Range		V^+ = 30 V, (Note 7) (LM2904, V^+ = 26V)	0		V^+−2	0		V^+−2	V

เอกสารนี้สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Electrical Characteristics (Continued)

V^+ = +5.0V, (Note 4), unless otherwise stated

Parameter		Conditions		LM358			LM2904			Units
				Min	Typ	Max	Min	Typ	Max	
Large Signal Voltage Gain		V^+ = +15V (V_O = 1V to 11V) $R_L \geq 2\ k\Omega$		15			15			V/mV
Output Voltage	V_{OH}	V^+ = +30V	R_L = 2 kΩ	26			22			V
		(LM2904, V^+ = 26V)	R_L = 10 kΩ	27	28		23	24		V
Swing	V_{OL}	V^+ = 5V, R_L = 10 kΩ			5	20		5	100	mV
Output Current	Source	V_{IN}^+ = +1V, V_{IN}^- = 0V, V^+ = 15V, V_O = 2V		10	20		10	20		mA
	Sink	V_{IN}^- = +1V, V_{IN}^+ = 0V, V^+ = 15V, V_O = 2V		5	8		5	8		mA

Note 1: For operating at high temperatures, the LM358/LM358A, LM2904 must be derated based on a +125°C maximum junction temperature and a thermal resistance of 120°C/W for MDIP, 182°C/W for Metal Can, 189°C/W for Small Outline package, and 230°C/W for micro SMD, which applies for the device soldered in a printed circuit board, operating in a still air ambient. The LM258/LM258A and LM158/LM158A can be derated based on a +150°C maximum junction temperature. The dissipation is the total of both amplifiers—use external resistors, where possible, to allow the amplifier to saturate or to reduce the power which is dissipated in the integrated circuit.

Note 2: Short circuits from the output to V^+ can cause excessive heating and eventual destruction. When considering short cirucits to ground, the maximum output current is approximately 40 mA independent of the magnitude of V^+. At values of supply voltage in excess of +15V, continuous short-circuits can exceed the power dissipation ratings and cause eventual destruction. Destructive dissipation can result from simultaneous shorts on all amplifiers.

Note 3: This input current will only exist when the voltage at any of the input leads is driven negative. It is due to the collector-base junction of the input PNP transistors becoming forward biased and thereby acting as input diode clamps. In addition to this diode action, there is also lateral NPN parasitic transistor action on the IC chip. This transistor action can cause the output voltages of the op amps to go to the V^+voltage level (or to ground for a large overdrive) for the time duration that an input is driven negative. This is not destructive and normal output states will re-establish when the input voltage, which was negative, again returns to a value greater than −0.3V (at 25°C).

Note 4: These specifications are limited to $-55°C \leq T_A \leq +125°C$ for the LM158/LM158A. With the LM258/LM258A, all temperature specifications are limited to $-25°C \leq T_A \leq +85°C$, the LM358/LM358A temperature specifications are limited to $0°C \leq T_A \leq +70°C$, and the LM2904 specifications are limited to $-40°C \leq T_A \leq +85°C$.

Note 5: V_O = 1.4V, R_S = 0Ω with V^+ from 5V to 30V; and over the full input common-mode range (0V to V^+ −1.5V) at 25°C. For LM2904, V^+ from 5V to 26V.

Note 6: The direction of the input current is out of the IC due to the PNP input stage. This current is essentially constant, independent of the state of the output so no loading change exists on the input lines.

Note 7: The input common-mode voltage of either input signal voltage should not be allowed to go negative by more than 0.3V (at 25°C). The upper end of the common-mode voltage range is V^+ −1.5V (at 25°C), but either or both inputs can go to +32V without damage (+26V for LM2904), independent of the magnitude of V^+.

Note 8: Due to proximity of external components, insure that coupling is not originating via stray capacitance between these external parts. This typically can be detected as this type of capacitance increases at higher frequencies.

Note 9: Refer to RETS158AX for LM158A military specifications and to RETS158X for LM158 military specifications.

Note 10: Human body model, 1.5 kΩ in series with 100 pF.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

SGS-THOMSON MICROELECTRONICS

TDA2822M

DUAL LOW-VOLTAGE POWER AMPLIFIER

- SUPPLY VOLTAGE DOWN TO 1.8V
- LOW CROSSOVER DISTORSION
- LOW QUIESCENT CURRENT
- BRIDGE OR STEREO CONFIGURATION

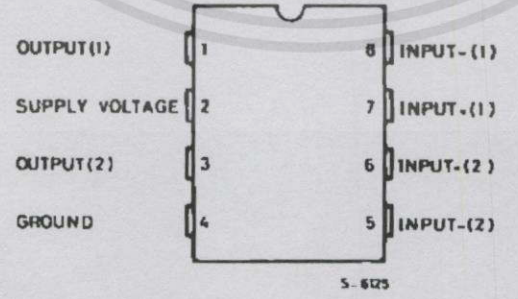
MINIDIP

ORDERING NUMBER : TDA2822M

DESCRIPTION

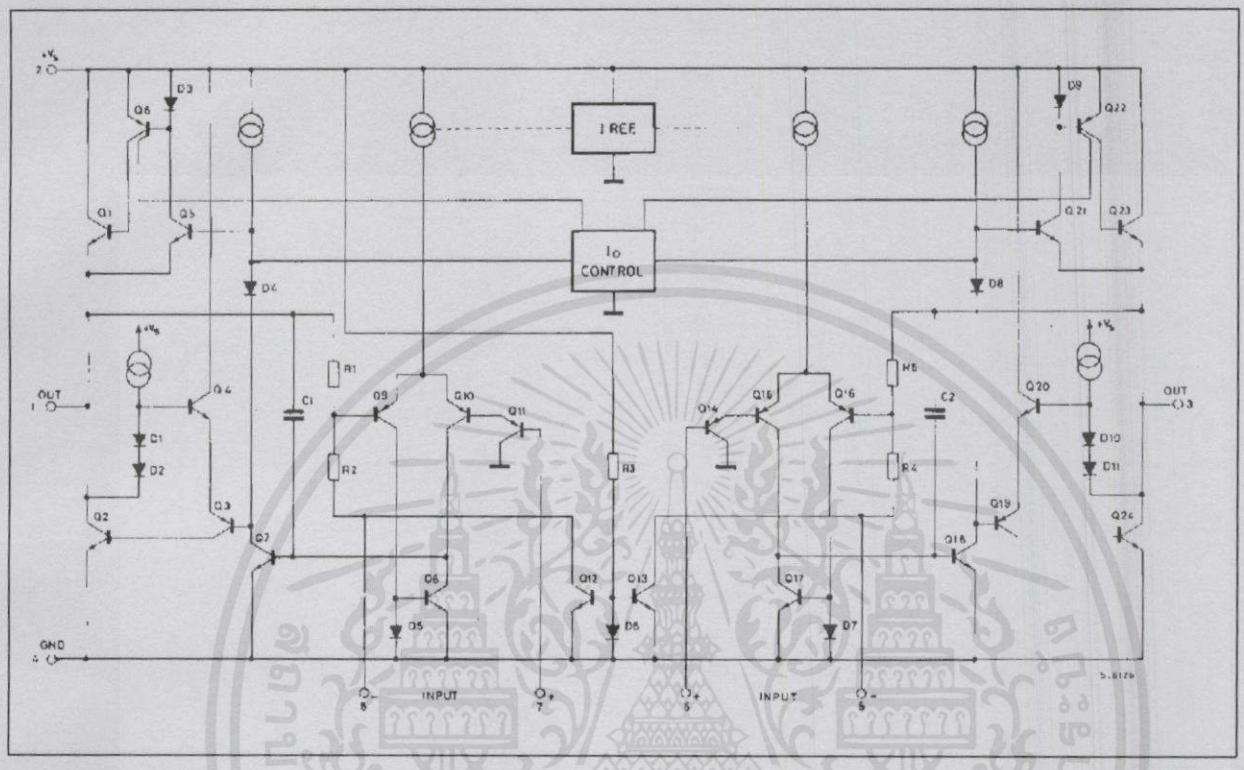
The TDA2822M is a monolithic integrated circuit in 8 lead Minidip package. It is intended for use as dual audio power amplifier in portable cassette players and radios.

PIN CONNECTION (Top view)



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

SCHEMATIC DIAGRAM



ABSOLUTE MAXIMUM RATINGS

Symbol	Parameter	Value	Unit
V_s	Supply Voltage	15	V
I_o	Peak Output Current	1	A
P_{tot}	Total Power Dissipation at T_{amb} = 50 °C at T_{case} = 50 °C	1 1.4	W W
T_{stg}, T_j	Storage and Junction Temperature	– 40, + 150	°C

THERMAL DATA

Symbol	Parameter		Value	Unit
$R_{th\ j\text{-}amb}$	Thermal Resistance Junction-ambient	Max.	100	°C/W
$R_{th\ j\text{-}case}$	Thermal Resistance Junction-pin (4)	Max.	70	°C/W

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ELECTRICAL CHARACTERISTICS (V_S = 6V, T_{amb} = 25°C, unless otherwise specified)

Symbol	Parameter	Test Conditions	Min.	Typ.	Max.	Unit
STEREO (test circuit of Figure 1)						
V_s	Supply Voltage		1.8		15	V
V_o	Quiescent Output Voltage	V_s = 3V		2.7 1.2		V V
I_d	Quiescent Drain Current			6	9	mA
I_b	Input Bias Current			100		nA
P_o	Output Power (each channel) (f = 1kHz, d = 10%)	R_L = 32Ω V_S = 9V V_S = 6V V_S = 4.5V V_S = 3V V_S = 2V R_L = 16Ω V_S = 6V R_L = 8Ω V_S = 9V V_S = 6V R_L = 4Ω V_S = 6V V_S = 4.5V V_S = 3V	 90 15 170 300 450	300 120 60 20 5 220 1000 380 650 320 110		mW
d	Distortion (f = 1kHz)	R_L = 32Ω P_o = 40mW R_L = 16Ω P_o = 75mW R_L = 8Ω P_o = 150mW		0.2 0.2 0.2		% % %
G_v	Closed Loop Voltage Gain	f = 1kHz	36	39	41	dB
ΔG_v	Channel Balance				± 1	dB
R_i	Input Resistance	f = 1kHz	100			kΩ
e_N	Total Input Noise	R_s = 10kΩ B = Curve A B = 22Hz to 22kHz		2 2.5		μV μV
SVR	Supply Voltage Rejection	f = 100Hz, C1 = C2 = 100μF	24	30		dB
C_s	Channel Separation	f = 1kHz		50		dB
BRIDGE (test circuit of Figure 2)						
V_s	Supply Voltage		1.8		15	V
I_d	Quiescent Drain Current	R_L = ∞		6	9	mA
V_{os}	Output Offset Voltage (between the outputs)	R_L = 8Ω			± 50	mV
I_b	Input Bias Current			100		nA
P_o	Output Power (f = 1kHz, d = 10%)	R_L = 32Ω V_S = 9V V_S = 6V V_S = 4.5V V_S = 3V V_S = 2V R_L = 16Ω V_S = 9V V_S = 6V V_S = 3V R_L = 8Ω V_S = 6V V_S = 4.5V V_S = 3V R_L = 4Ω V_S = 4.5V V_S = 3V V_S = 2V	 320 50 900 200 	1000 400 200 65 8 2000 800 120 1350 700 220 1000 350 80		mW
d	Distortion	P_o = 0.5W, R_L = 8Ω, f = 1kHz		0.2		%
G_v	Closed Loop Voltage Gain	f = 1kHz		39		dB
R_i	Input Resistance	f = 1kHz	100			kΩ
e_N	Total Input Noise	R_s = 10kΩ B = Curve A B = 22Hz to 22kHz		2.5 3		μV μV
SVR	Supply Voltage Rejection	f = 100Hz		40		dB
B	Power Bandwidth (–3dB)	R_L = 8Ω, P_o = 1W		120		kHz

เอกสารนี้จัดทำขึ้นสำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า การแสวงหากำไร หรือการนำไปเผยแพร่ต่อ และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Figure 1 : Test Circuit (Stereo)

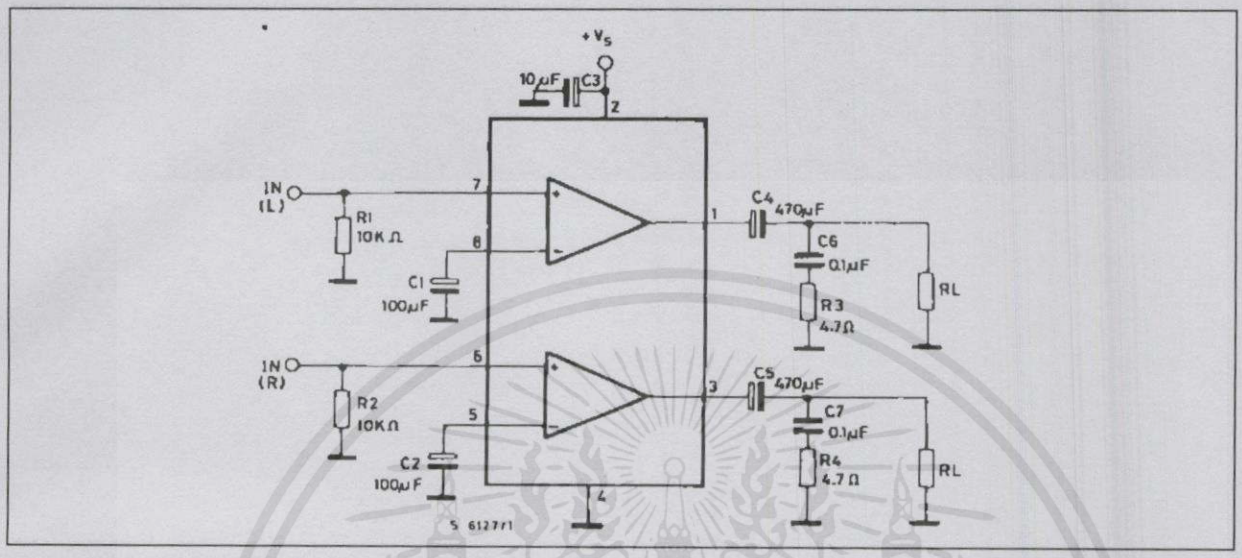


Figure 2 : Test Circuit (Bridge)

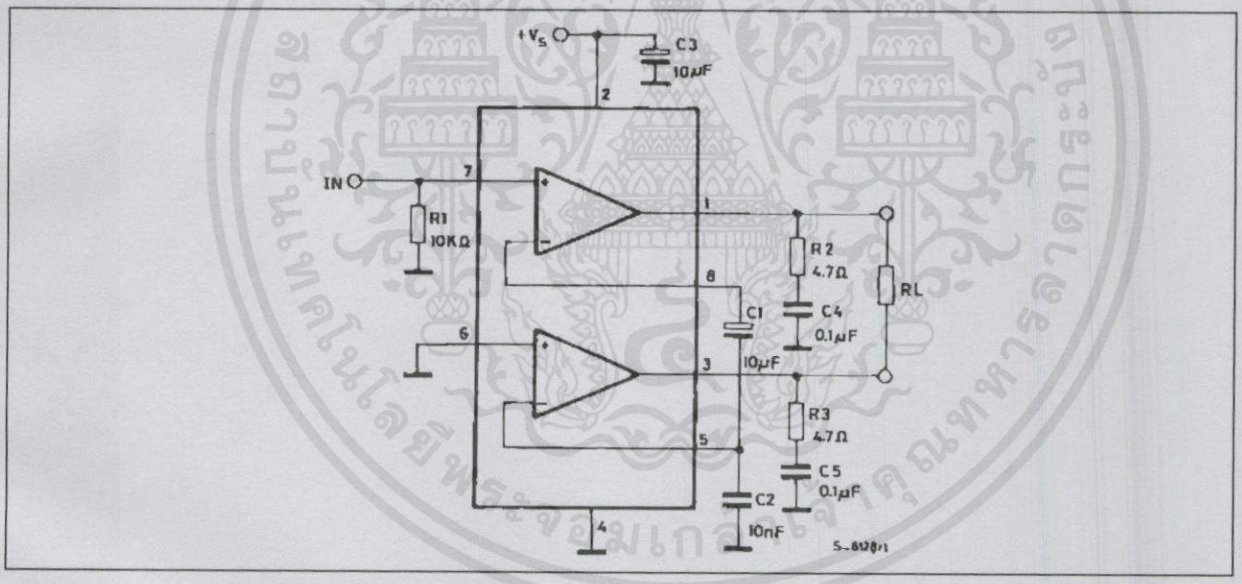


Figure 3 : P.C. Board and Components Layout of the Circuit of Figure 1

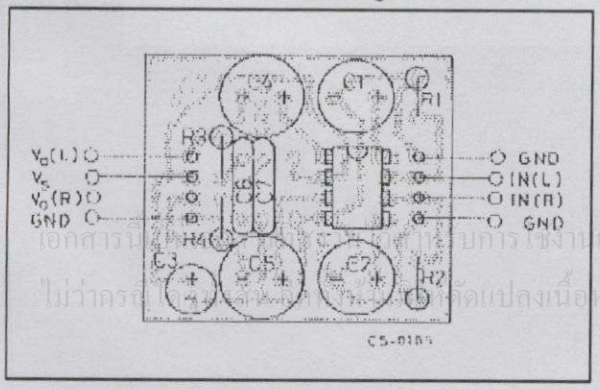
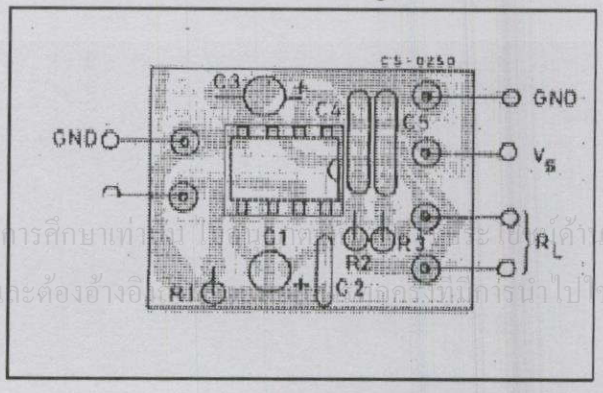


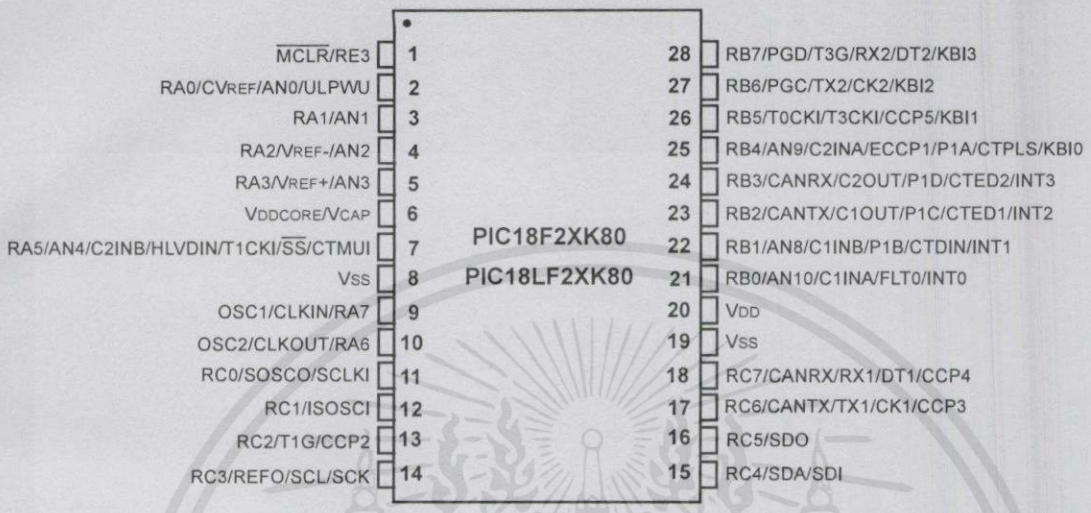
Figure 4 : P.C. Board and Components Layout of the Circuit of Figure 2



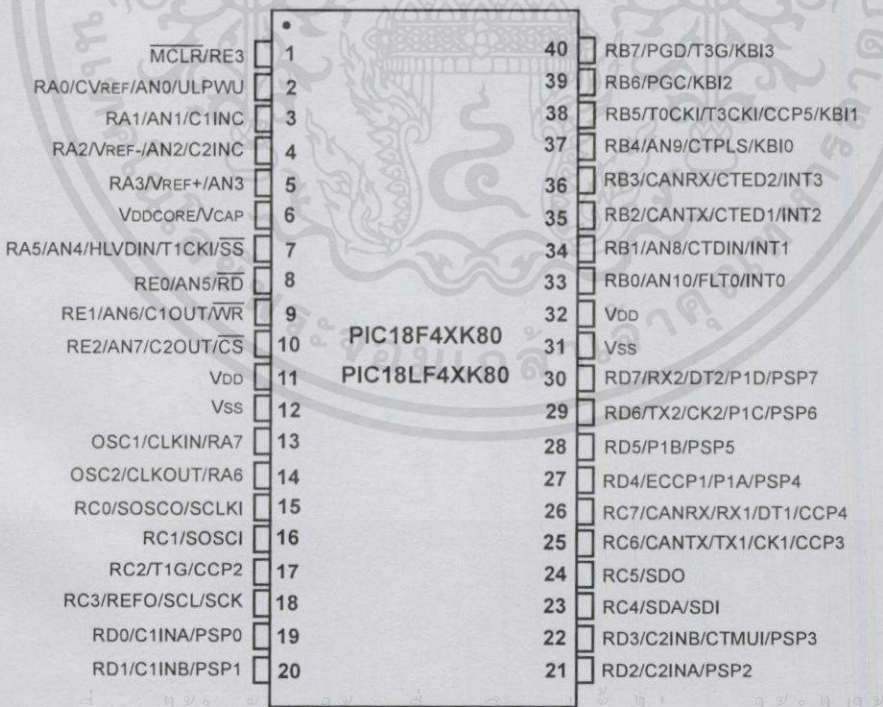
เอกสารนี้ใช้เพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ในเชิงการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น ไม่อนุญาตให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารนี้ทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Pin Diagrams (Continued)

28-Pin SSOP/SPDIP/SOIC



40-Pin PDIP



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

 © 2011 Microchip Technology Inc.

22.0 ENHANCED UNIVERSAL SYNCHRONOUS ASYNCHRONOUS RECEIVER TRANSMITTER (EUSART)

The Enhanced Universal Synchronous Asynchronous Receiver Transmitter (EUSART) module is one of two serial I/O modules. (Generically, the EUSART is also known as a Serial Communications Interface or SCI.)

The EUSART can be configured as a full-duplex, asynchronous system that can communicate with peripheral devices, such as CRT terminals and personal computers. It can also be configured as a half-duplex synchronous system that can communicate with peripheral devices, such as A/D or D/A integrated circuits, serial EEPROMs, etc.

The Enhanced USART module implements additional features, including automatic baud rate detection and calibration, automatic wake-up on Sync Break reception and 12-bit Break character transmit. These make it ideally suited for use in Local Interconnect Network bus (LIN/J2602 bus) systems.

All members of the PIC18F66K80 family are equipped with two independent EUSART modules, referred to as EUSART1 and EUSART2. They can be configured in the following modes:

- Asynchronous (full duplex) with:
  - Auto-wake-up on character reception
  - Auto-baud calibration
  - 12-bit Break character transmission
- Synchronous – Master (half duplex) with selectable clock polarity
- Synchronous – Slave (half duplex) with selectable clock polarity

The pins of EUSART1 and EUSART2 are multiplexed with the functions with the following ports, depending on the device pin count. See Table 22-1.

TABLE 22-1: CONFIGURING EUSART PINS(1)

Pin Count	USART1		USART2	
	Port	Pins	Port	Pins
28-pin	PORTB	RB6/PGC/TX2/CK2/KBI2 and RB7/PGD/T3G/RX2/DT2/KBI3	PORTC	RC6/TX1/CK1 and RC7/RX1/DT1
40/44-pin	PORTC	RC6/TX1/CK1 and RC7/RX1/DT1	PORTD	RD6/TX2/CK2/P1C/PSP6 and RD7/RX2/DT2/P1D/PSP7
64-pin	PORTE	RE7/TX2/CK2 and RE6/RX2/DT2	PORTG	RG3/TX1/CK1 and RG0/RX1/DT1

Note 1: The EUSART control will automatically reconfigure the pin from input to output as needed.

In order to configure the pins as an EUSART:

- For EUSART1:
  - SPEN (RCSTA1<7>) must be set (= 1)
  - TRISx<x> must be set (= 1)
  - For Asynchronous and Synchronous Master modes, TRISx<x> must be cleared (= 0)
  - For Synchronous Slave mode, TRISC<x> must be set (= 1)
- For EUSART2:
  - SPEN (RCSTA2<7>) must be set (= 1)
  - TRISx<x> must be set (= 1)
  - For Asynchronous and Synchronous Master modes, TRISx<x> must be cleared (= 0)
  - For Synchronous Slave mode, TRISx<x> must be set (= 1)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

23.0 12-BIT ANALOG-TO-DIGITAL CONVERTER (A/D) MODULE

The Analog-to-Digital (A/D) Converter module in the PIC18F66K80 family of devices has eight inputs for the 28-pin devices, 11 inputs for the 40/44-pin and 64-pin devices. This module allows conversion of an analog input signal to a corresponding 12-bit digital number.

The module has these registers:

- A/D Control Register 0 (ADCON0)
- A/D Control Register 1 (ADCON1)
- A/D Control Register 2 (ADCON2)
- A/D Port Configuration Register 1 (ANCON0)
- A/D Port Configuration Register 2 (ANCON1)
- ADRESH (the upper, A/D Results register)
- ADRESL (the lower, A/D Results register)

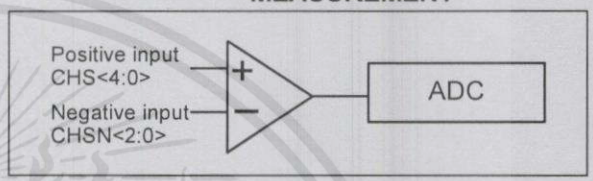
The ADCON0 register, shown in Register 23-1, controls the operation of the A/D module. The ADCON1 register, shown in Register 23-2, configures the voltage reference and special trigger selection. The ADCON2 register, shown in Register 23-3, configures the A/D clock source and programmed acquisition time and justification.

23.1 Differential A/D Converter

The converter in PIC18F66K80 family devices is implemented as a differential A/D where the differential voltage between two channels is measured and converted to digital values (see Figure 23-1).

The converter also can be configured to measure a voltage from a single input by clearing the CHSN bits (ADCON1<2:0>). With this configuration, the negative channel input is connected internally to AVss (see Figure 23-2).

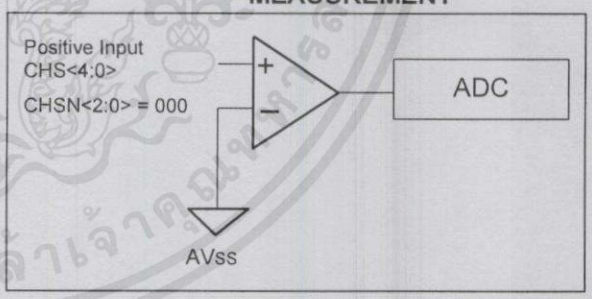
FIGURE 23-1: DIFFERENTIAL CHANNEL MEASUREMENT



Differential conversion feeds the two input channels to a unity gain differential amplifier. The positive channel input is selected using the CHS bits (ADCON0<6:2>) and the negative channel input is selected using the CHSN bits (ADCON1<2:0>).

The output from the amplifier is fed to the A/D Converter, as shown in Figure 23-1. The 12-bit result is available on the ADRESH and ADRESL registers. An additional bit indicates if the 12-bit result is a positive or negative value.

FIGURE 23-2: SINGLE CHANNEL MEASUREMENT



In the Single Channel Measurement mode, the negative input is connected to Avss by clearing the CHSN bits (ADCON1<2:0>).

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้