เครื่องฟังเสียงหัวใจ
(Stethoscope)

จัดทำโดย

นายนิภัทร์ รัตนศีลชัย รหัสนักศึกษา 60010542
Nipat Rattanasinchai Student ID 60010542

นางสาวรัชดาภรณ์ อินทศรี รหัสนักศึกษา 60010857
Miss Ratchadaporn Intarsri Student ID 60010857

รายงานนี้เป็นส่วนหนึ่งของวิชา โปรเจค 2
ภาควิชาวิศวกรรมอิเล็กทรอนิกส์ คณะวิศวกรรมศาสตร์
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
ปีพุทธศักราช 2563

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้
This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.
Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

เครื่องฟังเสียงหัวใจ
(Stethoscope)

จัดทำโดย

นายนิภัทร์ รัตนศีลชัย รหัสนักศึกษา 60010542

Nipat Rattanasinchai Student ID 60010542

นางสาวรัชดาภรณ์ อินทศรี รหัสนักศึกษา 60010857

Miss Ratchadaporn Intarsri Student ID 60010857

อาจารย์ที่ปรึกษา

ดร.เทอดศักดิ์ ลิ่วหาทอง

รายงานนี้เป็นส่วนหนึ่งของวิชา โปรเจค 2

ภาควิชาวิศวกรรมอิเล็กทรอนิกส์ คณะวิศวกรรมศาสตร์

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

ปีพุทธศักราช 2563

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.

Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

ใบรับรองวิชา โปรเจค2

รายงาน วิชาโปรเจค 2 ปีการศึกษา 2563

สาขาวิชา วิศวกรรมอิเล็กทรอนิกส์

คณะ วิศวกรรมศาสตร์

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

เรื่อง เครื่องฟังเสียงหัวใจ

(Stethoscope)

ผู้จัดทำ นายนิภัทร์ รัตนศีลชัย รหัสประจำตัว 60010542

นางสาวรัชดาภรณ์ อินทศรี รหัสประจำตัว 60010857

รายงานนี้ผ่านการตรวจสอบโดยอาจารย์ที่ปรึกษาแล้ว

.....

อาจารย์ที่ปรึกษา

ดร.เทอดศักดิ์ ลิ่วหาทอง

King Mongkut's Institute of Technology Ladkrabang

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.

Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

หัวข้อโครงงาน เครื่องฟังเสียงหัวใจ (Stethoscope)

นักศึกษา นายนิภัทร์ รัตนศีลชัย รหัสนักศึกษา 60010542
นางสาวรัชดาภรณ์ อินทศรี รหัสนักศึกษา 60010857

ปริญญา วิศวกรรมศาสตร์บัณฑิต
ภาควิชา วิศวกรรมอิเล็กทรอนิกส์
ปีการศึกษา 2563
อาจารย์ที่ปรึกษาโครงงาน ดร.เทอดศักดิ์ ลิ่วหาทอง

บทคัดย่อ

ปริญญานิพนธ์ฉบับนี้เป็นการออกแบบและสร้างเครื่องฟังช่วยฟังและตรวจสอบเสียงหัวใจอิเล็ก-ทรอนิกส์โดยมีรายละเอียดโครงงานดังต่อไปนี้ตัวเครื่องวัดเสียงหัวใจรับสัญญาณเสียงหัวใจจากไมโครโฟนที่ติดไว้บริเวณสายของ Stethoscope จากนั้นสัญญาณจะผ่านวงจรก่อนขยาย (pre-amplifier) และจะถูกกรองด้วยวงจรขยายต่ำผ่านเพื่อกำหนดช่วงความถี่ต่ำผ่านก่อนที่จะไปวงจรขยายกำลัง (Power-amplifier) เพื่อขยายให้ได้สัญญาณเสียงหัวใจที่ดีที่สุดและฟังเสียงหัวใจผ่านหูฟังต่อไปโดยการใช้งานเครื่องฟังเสียงหัวใจจะช่วยให้แพทย์ฟังเสียงหัวใจได้ชัดเจนขึ้นโดยสามารถปรับเสียงดังหรือเบาได้ตามต้องการ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้
This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.
Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

Project Title Stethoscope

Student Mr. Nipat Rattanasinchai Student ID 60010542
Miss Ratchadaporn Intarsri Student ID 60010857

Degree Bachelor of Engineering

Program Electronics Engineering

Year 2020

Thesis Advisor Professor.Thurdsak Leauhatong

ABSTRACT

This thesis is the design and construction of hearing aids and examining electronic heart sounds. The project details are as follows The heart sound meter receives the heart sound signal from the microphone attached to the stethoscope cable. Then the signal will pass through the circuit prior to amplification (pre-amplifier) and is filtered by a low-pass amplifier to define the low-pass frequency range. Before going to the power amplifier to amplify the best heartbeat signal and continue listening to the heart through the headphones By using a stethoscope, it will help the doctor to hear the heart sound more clearly, which can be as loud or as low as desired.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้
This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.
Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบคุณอาจารย์ คณะวิศวกรรมศาสตร์ ภาคเล็กทรอนิกส์ ที่ได้มีการจัดตั้งวิชานี้ ขึ้นมาเพื่อให้นักศึกษาได้เรียนรู้สิ่งที่มีความจำเป็นอย่างมากในชีวิตการทำงานขอขอบคุณอาจารย์ที่ปรึกษา ดร.เทอดศักดิ์ ลิ่วหาทอง ที่คอยให้คำแนะนำตรวจทานและแก้ไขข้อบกพร่องต่างๆ ขอขอบคุณรุ่นพี่ที่คอยให้คำแนะนำ ปรึกษา ขอขอบพระคุณ คุณพ่อ คุณแม่ของพวกเรา ที่อยู่เบื้องหลังของความสำเร็จ พร้อมทั้งให้คำปรึกษา สถานที่ สิ่งอำนวยความสะดวกต่างๆ และสนับสนุนให้กำลังใจตลอดมา

นิภัทร์ รัตนศีลชัย
รัชดาภรณ์ อินทศรี

King Mongkut's Institute of Technology Ladkrabang

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้
This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.
Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อภาษาไทย	**A**
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ	**B**
กิตติกรรมประกาศ	**C**
สารบัญ	**D**
บทที่ 1	
ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา	1
ความมุ่งหมายและวัตถุประสงค์ของการศึกษา	1
สมมติฐานของการศึกษา	1
ขอบเขตของการวิจัย	2
ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ	2
บทที่ 2	3
โครงสร้างของหัวใจ	3
ลิ้นหัวใจ	4
โครงสร้างผนังของหัวใจ	5
เสียงเต้นของหัวใจ	5
การฟังเสียงหัวใจ	8
ส่วนประกอบ	10
หูฟังทางการแพทย์	10
ไมโครโฟน	11
แบตเตอรี่	11
โมดูลชาร์จแบตเตอรี่	11
โมดูลเพิ่มแรงดันไฟฟ้า	12
ทฤษฎีวงจร	13
วงจรก่อนการขยาย	13
วงจรขยายสัญญาณแบบไม่กลับเฟส	13
วงจร High Pass Filter	15
วงจร Low Pass Filter	15
วงจรกรองความถี่ต่ำผ่านลำดับสอง	16
NE5532	17
TDA2822	17
LM317	18

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้
This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.
Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

บทที่ 3 19
การคำนวณและออกแบบวงจร 19
วงจร Low pass filter 25
วงจร Power Amplifier 26
วงจรลดแรงดัน 29
บทที่ 4 31
ออกแบบวงจรเครื่องฟังเสียงหัวใจ 32
Mems Micophone ใน Stethoscope 33
นำอุปกรณ์จริงลงบนแผ่นทองแดงตามลายวงจรที่ออกแบบได้ 34
เครื่องฟังเสียงหัวใจที่ได้ 34
ทดสอบฟังเสียงหัวใจ 35
ทดสอบการตอบสนองความถี่ของวงจร 36
ทดสอบวัด Total Harmonic Distortion (THD) 45
บทที่ 5 47
สรุปผลการทดลอง 47
วิจารณ์ผลการทดลอง 47
เอกสารอ้างอิง 48

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้
This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.
Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

สารบัญรูป

รูปที่ หน้า

รูปที่ 2.1 แสดงส่วนประกอบของหัวใจ....4
รูปที่ 2.2 แสดงกราฟของเสียงเต้นหัวใจ....5
รูปที่ 2.3 แสดงกราฟเสียงของหัวใจที่ผิดปกติ....7
รูปที่ 2.4 แสดงตำแหน่งที่ใช้ฟังเสียงหัวใจ....8
รูปที่ 2.5 การบีบตัวของหัวใจที่ทำให้เกิดเสียง....9
รูปที่ 2.6 แสดงรูปหูฟังทางการแพทย์ Stethoscope....10
รูปที่ 2.7 แสดงรูป Mems microphone....11
รูปที่ 2.8 แบตเตอรี่ลิเทียม....11
รูปที่ 2.9 โมดูลชาร์จแบตเตอรี่....12
รูปที่ 2.10 โมดูลเพิ่มแรงดันไฟฟ้า....12
รูปที่ 2.11 หูฟังที่ใช้เชื่อมต่อกับวงจร....13
รูปที่ 2.12 การทำงานของวงจรก่อนการขยาย....13
รูปที่ 2.13 วงจรก่อนการขยายสัญญาณแบบแหล่งจ่ายแรงดันไฟตรงเดี่ยว....14
รูปที่ 2.14 วงจรขยายแบบไม่กลับเฟส....14
รูปที่ 2.15 แสดงวงจร High Pass Filter....15
รูปที่ 2.16 วงจร Low Pass Filter....16
รูปที่ 2.17 วงจรกรองความถี่ต่ำผ่านลำดับสอง (Second-Order Low pass Active Filter)....17
รูปที่ 2.18 NE5532P....17
รูปที่ 2.19 TDA2822....18
รูปที่ 2.20 schematic ของ LM317....18
รูปที่ 3.1 วงจร pre amplifier....19
รูปที่ 3.2 วงจร pre amplifier....20
รูปที่ 3.3 การหา transfer function....22
รูปที่ 3.4 วงจร Pre Amplifier....24
รูปที่ 3.5 Low pass filter ที่ออกแบบได้....25
รูปที่ 3.6 Power Amplifier ที่ออกแบบได้....26
รูปที่ 3.7 การคำนวณ Power Amplifier....26
รูปที่ 3.8 การคำนวณ Power Amplifier....27

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้
This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.
Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

รูปที่ 3.9 วงจรลดแรงดัน....29
รูปที่ 3.10 วงจรเครื่องฟังเสียงหัวใจ....30
รูปที่ 4.1 วงจรฟังเสียงหัวใจ....31
รูปที่ 4.2 ลาย PCB วงจรฟังเสียงหัวใจ....32
รูปที่ 4.3 ลาย PCB วงจรฟังเสียงหัวใจ....32
รูปที่ 4.4 ลาย Stethoscope ที่ใช้รับสัญญาณ input....33
รูปที่ 4.5 วงจรฟังเสียงหัวใจที่ลงอุปกรณ์บนแผ่นทองแดง....34
รูปที่ 4.6 วงจรฟังเสียงหัวใจที่ลงอุปกรณ์บนแผ่นทองแดง....34
รูปที่ 4.7 สัญญาณหัวใจที่ได้จากวงจรฟังเสียงหัวใจ....35
รูปที่ 4.8 กราฟแสดงการตอบสนองความถี่ของวงจร Pre-amplifier....38
รูปที่ 4.9 กราฟแสดงการตอบสนองความถี่ของวงจร Pre-amplifier ในรูปของอัตราขยาย(Gain)....38
รูปที่ 4.10 กราฟแสดงการตอบสนองความถี่ของวงจร Low pass filter....41
รูปที่ 4.11 กราฟแสดงการตอบสนองความถี่ของ low pass filter ในรูปของอัตราขยาย(Gain)....41
รูปที่ 4.12 กราฟแสดงการตอบสนองความถี่ของวงจร Power Amplifier....44
รูปที่ 4.13 กราฟแสดงการตอบสนองความถี่ของ Power amplifier ในรูปของอัตราขยาย(Gain)....44
รูปที่ 4.14 แสดง Total Harmonic distortion ของสัญญาณอินพุทที่ความถี่ 20 Hz....45
รูปที่ 4.15 แสดง Total Harmonic distortion ของสัญญาณอินพุทที่ความถี่ 100 Hz....46
รูปที่ 4.16 แสดง Total Harmonic distortion ของสัญญาณอินพุทที่ความถี่ 200 Hz....46

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้
This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.
Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

สารบัญตาราง

ตารางที่ หน้า
ตารางที่ 4.1 แสดงการตอบสนองของวงจร Pre -amplifier 36
ตารางที่ 4.2 แสดงการตอบสนองของวงจร Low pass filter.....39
ตารางที่ 4.3 แสดงการตอบสนองของวงจร Power amplifier.....42

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้
This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.
Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

บทที่ 1

บทนำ

1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

เนื่องจากเสียงหัวใจเป็นข้อมูลที่จำเป็นต่อวินิจฉัยโรค และความผิดปกติที่เกิดขึ้นของหัวใจและลิ้นของหัวใจ เสียงหัวใจแบ่งออกเป็น 4 เสียง เสียง S1,S2,S3 และ S4 โดยเสียงทีได้ยินมาเพียงแค่เสียง S1 และ S2 เท่านั้น ในขณะที่หัวใจกำลังบีบตัวทำให้เกิดเสียง ซึ่งเป็นเสียงจากระยะ S1 ถึง S2 และในขณะที่หัวใจคลายตัวทำให้เกิดเสียง จากระยะ S2 ถึง S1 แล้วยังมีเสียง Murmur ซึ่งเป็นเสียงที่เกิดจากความผิดปกติ สังเกตจาก ช่วงการเกิดเสียง,ความดัง,ความถี่ของเสียง (เสียงสูง,เสียงต่ำ)เสียงต่างๆเหล่านี้ใช้สำหรับวินิจฉัยโรคของแพทย์ในปัจจุบันมีแพทย์ผู้เชี่ยวชาญไม่มากนักรวมถึงปัญหาที่เกิดจากความผิดปกติของหัวใจนั้นเกิดจากคลื่นไฟฟ้าหัวใจด้วย โดยการดูผลจากกราฟ ด้วยเหตุนี้พวกเราจึงจะทำโครงงานนี้ขึ้นมาเพื่อให้แพทย์นั้นสามารถวินิจฉัยโรคและวางแผนการรักษาเบื้องต้นได้รวดเร็วยิ่งขึ้นและคาดว่าในอนาคตจะสามารถช่วยแพทย์ในการตรวจและวินิจฉัยโรคต่างๆของหัวใจได้รวดเร็วยิ่งขึ้น

1.2 ความมุ่งหมายและวัตถุประสงค์ของการศึกษา

ออกแบบเครื่องฟังเสียงหัวใจให้มีเสียงเหมือนกับเสียงที่ฟังจาก Stethoscope (เป็นเครื่องมือที่ใช้ฟังเสียงหัวใจของแพทย์) มากที่สุดยิ่งขึ้น และสามารถปรับเสียงของหัวใจให้ดังหรือเบาลงได้

1.3 สมมติฐานของการศึกษา

เครื่องวัดสัญญาณเสียงหัวใจได้ชัดเจนมากขึ้นพร้อมทั้งสามารถปรับระดับความดังของเสียงเพื่อให้แพทย์ฟังได้ฟังเสียงชัดเจนมากยิ่งขึ้น และสามารถแสดงกราฟของเสียงหัวใจได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้
This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.
Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

1.4 ขอบเขตของการวิจัย

โครงงานนี้จะทำการวัดสัญญาณเสียงหัวใจโดยใช้ Analog MEMS Microphone เข้าไปที่วงจรก่อนการขยายโดยใช้ออมแอมป์เบอร์ NE5532 สัญญาณนี้เข้าไปที่วงจรก่อนการขยาย จากนั้นส่งสัญญาณไปที่วงจรขยายกำลัง สุดท้ายสัญญาณจะถูกส่งไปที่หูฟัง

1.5 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1.ได้ความรู้เกี่ยวกับการออกแบบวงจรก่อนการขยาย และวงจรขยายสัญญาณ

2.ได้นำความรู้ที่เรียนมาใช้ประโยชน์ และได้ฝึกการนำความรู้มาใช้จริง

3.สามารถช่วยแพทย์ในการวินิจฉัยโรคและวางแผนการรักษาเบื้องต้นได้

King Mongkut's Institute of Technology Ladkrabang

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้
This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.
Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

บทที่ 2

หลักการและทฤษฎี

2.1 โครงสร้างของหัวใจ

หัวใจ เป็นอวัยวะภายในรูปร่างคล้ายโคน โดยมีปลายโคนชี้ลงไปทางด้านล่างซ้ายตั้งอยู่ภายในทรวงอกอยู่ระหว่างปอดทั้งสองข้างด้านหลังของกระดูกหน้าอกโดยค่อนไปทางด้านซ้ายจากแนวกึ่งกลางหัวใจผู้ใหญ่มีความยาวประมาณ 12 เซนติเมตรและความกว้าง 8-9 เซนติเมตรในบริเวณที่กว้างที่สุดและมีความหนาประมาณ 6 เซนติเมตร น้ำหนักของหัวใจในผู้ชายมีน้ำหนักประมาณ 280-340 กรัม ในผู้หญิงมีน้ำหนักประมาณ 230-280 กรัม และหัวใจจะมีการขยายขนาดและน้ำหนักมากขึ้นตามอายุโดยในผู้ชายจะมีการขยายขนาดมากกว่าในผู้หญิง หัวใจประกอบด้วยส่วนสำคัญต่างๆดังนี้

2.1.1 ห้องหัวใจ

หัวใจแบ่งออกเป็น 4 ห้อง ได้แก่ หัวใจห้องบนขวา (right atrium) หัวใจห้องบนซ้าย (left atrium), ห้องล่างขวา (right ventricle),หัวใจห้องล่างซ้าย (left ventricle)

-หัวใจห้องบนขวา มีขนาดใหญ่กว่าหัวใจห้องบนซ้าย แต่มีผนังบางกว่าห้องบนซ้ายประมาณ 2 มิลลิเมตรและ มีความจุประมาณ 57 ซีซี

-หัวใจห้องบนซ้าย มีขนาดเล็กกว่าหัวใจห้องบนขวาและผนังหนากว่าประมาณ 3 มิลลิเมตร แยกจากหัวใจห้องบนขวาโดยผนังกั้นหัวใจส่วนบน

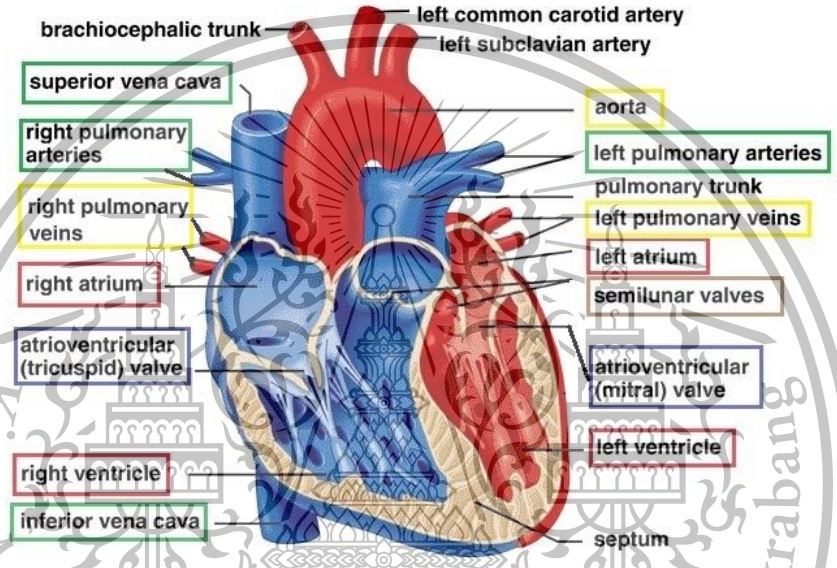
-หัวใจห้องล่างขวา มีรูปร่างสามเหลี่ยมต่อจากหัวใจห้องบนขวาโดยมีลิ้นไตรคัสปิดกั้น แบ่งหัวใจห้องบนขวาและล่างขวา ผนังหัวใจห้องล่างขวาจะบางกว่าห้องล่างซ้ายในอัตราส่วน 1 ต่อ 3 แต่จะมีความจุเท่ากับหัวใจห้องล่างซ้ายคือประมาณ 85 ซีซีหัวใจห้องล่างขวาจะต่อกับเส้นเลือดพัลโมนารี่โดยมีลิ้นหัวใจพัลโมนิคกั้นระหว่างกัน

- หัวใจห้องล่างซ้าย มีรูปร่างเป็นรูปโคน และเมื่อตัดขวางจะมีรูปร่างคล้ายวงรีหรือค่อนข้างกลมและประกอบเป็นส่วนของยอดหัวใจ โดยมีผนังหนาเป็น 3 เท่าของหัวใจห้องล่างขวา

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้
This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.
Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

2.1.2 ลิ้นหัวใจ

ลิ้นหัวใจของคนเรามี 4 ลิ้นทำหน้าที่ควบคุมการไหลเวียนของเลือดภายในหัวใจ จากหัวใจห้องบนไปหัวใจห้องล่างและออกสู่เส้นเลือดเอออร์ตาและเส้นเลือดพัลโมนารี



รูปที่ 2.1 ส่วนประกอบของหัวใจ
(ที่มา eejungle.blogspot.com/2014)

ลิ้นหัวใจไตรคัสปิด (Tricuspidvalve) กั้นระหว่างหัวใจห้องบนขวาและห้องล่างขวา ประกอบด้วยแผ่นลิ้นหัวใจรูปสามเหลี่ยม 3 แผ่น จะเปิดในจังหวะหัวใจคลายตัวทำให้เลือดไหลจากหัวใจห้องบนขวาสู่หัวใจห้องล่างขวาลิ้นหัวใจไมตรัล (Mitral valve) กั้นระหว่างหัวใจห้องบนซ้ายและหัวใจห้องล่างซ้ายประกอบด้วยแผ่นลิ้นหัวใจรูปสามเหลี่ยม 2 แผ่น จะเปิดในจังหวะคลายตัวทำให้เลือดไหลจากหัวใจห้องบนซ้ายสู่ห้องล่างซ้าย ลิ้นหัวใจพัลโมนิค (Pulmonic valve) กั้นระหว่างหัวใจห้องล่างขวาและเส้นเลือดพัลโมนารีประกอบด้วยแผ่นลิ้นหัวใจ 3 แผ่นรูปคล้ายเสี้ยวพระจันทร์โดยมีด้านนูนหันไปทางเส้นเลือดแดงพัลโมนารี จะเปิดในจังหวะหัวใจบีบตัว ทำให้เลือดไหลจากหัวใจห้องล่างขวาไปเส้นเลือดพัลโมนารี ลิ้นหัวใจเออร์ติค(Aortic valve) กั้นระหว่างหัวใจห้องล่างซ้ายและเส้นเลือดเออร์ตา ประกอบด้วยแผ่นลิ้นหัวใจ 3 แผ่นรูปคล้ายเสี้ยวพระจันทร์โดยมี 2 แผ่นอยู่ด้านหน้าและ 1 แผ่นอยู่ด้านหลังจะเปิดในจังหวะหัวใจบีบตัว ทำให้เลือดไหลจากหัวใจห้องล่างซ้ายไปเส้นเลือดแดงเออร์ตา

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้
This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.
Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

2.2 โครงสร้างผนังของหัวใจ

ประกอบด้วย 3 ชั้น คือ

1. แผ่นหุ้มหัวใจด้านนอก (epicardium) เป็นส่วนของแผ่นด้านในของเยื่อหุ้มหัวใจ

2.กล้ามเนื้อหัวใจ (myocardium)

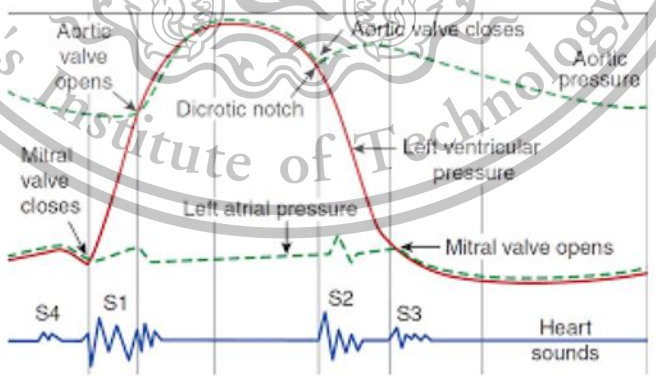
3.ผนังหัวใจด้านใน (endocardium) เป็นแผ่นบางบุผนังด้านในของหัวใจรวมทั้งเป็นส่วนของลิ้นหัวใจ

2.2.1 เยื่อหุ้มหัวใจ

ลักษณะเป็นถุงรูปโคนซึ่งมีหัวใจและส่วนต้นของเส้นเลือดแดงที่ออกจากหัวใจอยู่ภายในถุง เยื่อหุ้มหัวใจประกอบด้วย 2 แผ่น คือแผ่นด้านนอกและแผ่นด้านในซึ่งหุ้มรอบหัวใจระหว่างแผ่น 2 แผ่นเป็นช่องเยื่อหุ้มหัวใจ ซึ่งโดยปกติแล้วช่องนี้จะแฟบปิด แต่ในภาวะที่มีโรคเกี่ยวกับเยื่อหุ้มหัวใจอาจจะทำให้มีน้ำสะสมอยู่ในช่องดังกล่าวซึ่งถ้ามีปริมาณมากจะไปกดทับการคลายตัวของหัวใจโดยตรง

2.3 เสียงเต้นของหัวใจ

เป็นเสียงที่เกิดจากการปิดและการเปิดของลิ้นหัวใจ การไหลของกระแสเลือด การขยายของหลอดเลือดจากความดันเลือด โดยเสียงหัวใจปกติจะมีด้วยกัน 4 เสียง ซึ่งส่วนใหญ่จะได้ยินเสียงแรก (S1) และเสียงที่สอง (S2) โดยเสียงที่สาม (S3) จะได้ยินบางกรณีและเสียงที่สี่ (S4) มักจะไม่ได้ยิน เพราะเบามาก ถ้าแสดงสัญญาณเสียงหัวใจปกติออกมาเป็นกราฟจะเหมือนที่แสดงไว้ในภาพ



รูปที่ 2.2 กราฟของเสียงเต้นหัวใจ

(ที่มา th.wikipedia.org/2014)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้
This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.
Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

2.3.1 เสียงหัวใจลำดับที่ 1

เสียง S1 เป็นเสียงที่มีลกษณะเป็นเสียงต่ำฟังได้ชัดเจนความถี่อยู่ช่วง 25-45 Hzและจะดังอยู่ประมาณ 0.15 วินาที โดยเสียง S1 จะประกอบด้วยเสียงของ Atrio-ventricular Valves ปิด (Mitral Value ปิดก่อน Tricuspid Value เล็กหน่อย)หลังจากที่หัวใจห้องล่างปิด เสียงของผนังหัวใจห้องล่างยืดตัวจากแรงดันเลือดและเสียงที่ไหลผ่าน Semilunar value

2.3.2 เสียงหัวใจลำดับที่ 2

เสียง S2 เป็นเสียงที่มีความถี่อยู่ประมาณ 50 Hz และจะดังสั้นกว่าเสียง S1 เล็กน้อย ซึ่งจะดังอยู่ประมาณ 0.12 วินาที โดยเสียง S2 จะเกิดหลังจากเสียงของ Semilunar Valves ปิดโดยปกติ Aortiv value จะปิดก่อน Pulmonary Valve เล็กน้อยแต่ในบางกรณีอาจจะปิดห่างกันมากขึ้นจนเป็นเสียงที่ไม่ได้ดังต่อเนื่องกันได้เรียกว่า Physiological Splitting ซึ่งเกิดจากการหายใจเข้าซึ่งขระหายใจเข้าช่องอกจะขยายปริมาตรเพิ่มขึ้น ซึ่งทำให้ความดันในช่องอกลดลงมีผลให้หลอดเลือดในช่องอกขยายขนาดและมีปริมาณมากขึ้นและไหลเข้าสู่หัวใจด้านขวามากขึ้นจึงทำให้ต้องใช้เวลาในการไหลเพิ่มขึ้น Pulmonary Valve จึงปิดช้าลงระยะตั้งแต่ S1 ถึงเสียง S1 ของการเต้นหัวครั้งต่อไปหัวใจจะอยู่ในระยะ Diastole สัญญาณเสียงหัวใจที่ปกติเมื่อนำไปวิเคราะห์สัญญาณด้วย Continuous Wavelet Transform ตัวที่ชื่อ Morlet โดยสัญญาณเสียงหัวใจที่ใช้วิเคราะห์ด้วย Sampling frequency ที่ 200 Hz เมื่อนำค่าสัมประสิทธิ์จากการวิเคราะห์มาวาดกราฟแบบคอนทัวร์แล้วสามารถสังเกตลักษณะเส้นของกราฟคอนทัวร์เป็นกลุ่มที่มีขนาดอยู่ในช่วงสเกล 20-80

2.3.3 เสียงหัวใจลำดับที่ 3

เป็นเสียงหัวใจที่เกิดในช่วงที่หัวใจห้องล่างและห้องบนคลายตัวหรือระยะหัวใจห้องล่างคลายตัวรับเลือดเป็นเสียงที่มีความถี่ต่ำและความดังน้อย เกิดจากการไหลของเลือดจากหัวใจห้องบนลงล่าง ปกติเสียงนี้เบามากและไม่ได้ยินแต่อาจได้ยินชัดเจนในเด็กและในผู้ใหญ่ที่กำลังออกกำลังกาย

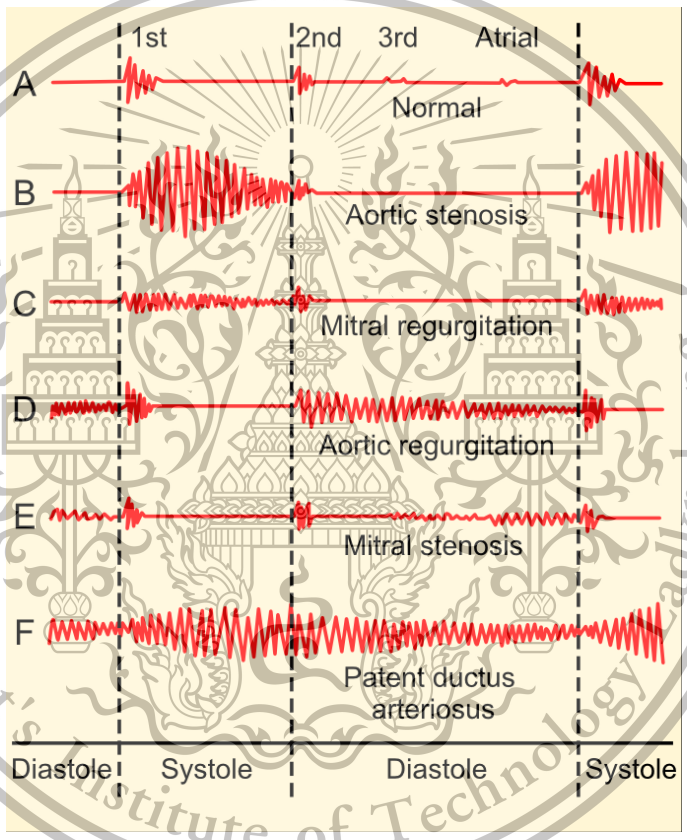
2.3.4 เสียงหัวใจลำดับที่ 4

เป็นเสียงหัวใจที่ได้ยินก่อนอันดับหนึ่งเล็กน้อย ความถี่ต่ำมากและความดังน้อยสุดปกติจะไม่ได้ยินเสียงนี้ แต่อาจจะได้ยินในผู้ป่วยโรคความดันสูงและในขณะออกกำลังกายซึ่งในภาวะนี้หัวใจห้องบนบีบตัวแรงขึ้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้
This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.
Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

2.3.5 เสียงของหัวใจผิดปกติ (Abnormal Heart Sounds)

เสียงหัวใจผิดปกติเกิดจากกระบวนการการไหลของโลหิตถูกรบกวน โดยส่วนใหญ่เกิดจากการผิดปกติของลิ้นหัวใจ เช่น การตีบของลิ้นหัวใจ ทำให้เลือดมีความดันสูงและมีอัตราการไหลเพิ่มขึ้นหรือเกิดจากการรั่วของลิ้นหัวใจซึ่งทำให้เลือดไหลย้อนกลับ เสียงที่เกิดขึ้นทั้งหมดนี้เรียกรวมว่า Murmurs ถ้าแบ่งชนิดของ Murmursตามช่วงเวลาการเกิดจะแบ่งได้เป็น Systole Murmur ซึ่งเกิดในระยะบีบตัวของหัวใจและ Diastole Murmurs ซึ่งเกิดในระยะคลายตัวของหัวใจ ซึ่งสามารถดูได้ดังภาพ



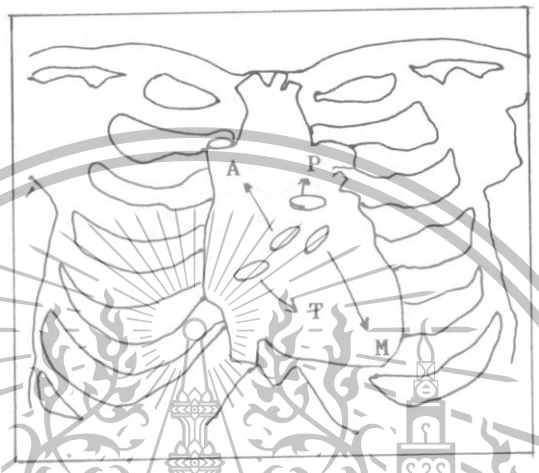
รูปที่ 2.3 กราฟเสียงของหัวใจที่ผิดปกติ

(ที่มา th.wikipedia.org/2014)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้
This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.
Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

2.3 การฟังเสียงหัวใจ

การเต้นของหัวใจในแต่ละครั้งแต่ละรอบทำให้เกิดเสียงหัวใจขึ้น ถ้าจะฟังเสียงหัวใจได้ดีที่สุดจะฟังได้ 4 จุดคือ



รูปที่ 2.4 ตำแหน่งที่ใช้ฟังเสียงหัวใจ

(ที่มา th.wikipedia.org/2014)

ในการเต้นของหัวใจแต่ละครั้งจะมี 2 ระยะ คือ

1.Diastole (Relaxation)

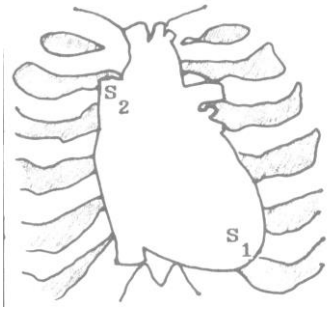
2.Systole (Contraction)

การบีบตัวของหัวใจทำให้เกิดเสียงขึ้น คือ

2.3.1 เสียง S1 เป็นเสียงที่เกิดจากการปิดของลิ้นไมทรัล และไทรคัสพิด ฟังชัดที่เอเพ็กซ์ได้ยิน “lub”

2.3.2 เสียง S2 เป็นเสียงที่เกิดจากการปิดของลิ้นพูลโมนิกและเอออร์ติกได้ยินเสียง “dub” ได้ยินชัดที่ลิ้นเอออร์ติก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้
This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.
Forbidden to modify the content, and cite the document when use.



รูปที่ 2.5 การบีบตัวของหัวใจที่ทำให้เกิดเสียง

(ที่มา th.wikipedia.org/2014)

2.2.3 เสียง S3 เป็นเสียงที่เกิดจากมีเลือดมาที่หัวใจห้องล่างขวา ในเวลาอันรวดเร็วใช้หูฟังด้านเบลฟัง ได้ยินชัดที่เอเพ็กซ์ ถ้าเกิดที่หัวใจห้องล่างซ้ายแต่ถ้าเกิดจากหัวใจห้องล่างขวาจะได้ยินชัดที่ขอบกระดูกกลางอกที่ช่องซี่โครง 3-4 พบในคนที่มีหัวใจวายหรือลิ้นหัวใจไมทรัลรั่ว

2.3.4 เสียง S4 เป็นเสียงที่เกิดจากหัวใจห้องบนหดรัดตัว (Atrial contraction) ทำให้มีแรงต้านของหัวใจห้องล่าง (Ventricle filling) พบได้ในคนที่มีความดันโลหิตสูง มีอาการเจ็บหน้าอก กล้ามเนื้อหัวใจตาย ลิ้นหัวใจเออร์ติกตีบ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้
This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.
Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

2.4 ส่วนประกอบ

2.4.1 หูฟังทางการแพทย์ (Stethoscope)

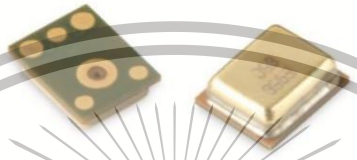
รูปที่ 2.6 รูปหูฟังทางการแพทย์ Stethoscope
(ที่มา homecare.in.th)

หูฟังทางการแพทย์เป็นอุปกรณ์ทางการแพทย์ใช้ฟังเสียงหัวใจส่วนใหญ่หูฟังทางการแพทย์แบบมาตรฐานจะมีหัว Bell กับ diaphragm บางรุ่นจะรวมหัว bell กับ diaphragm เข้าด้วยกันเป็นหัวเดียว (tunable diaphragm) หากกดเบาๆลงบน Chest wall ก็จะกรองเสียงสูง (Hihg frequency) ออกไปทำหน้าที่เหมือนหัว bell ในทางกลับกันหากกดแน่นขึ้นก็จะกรองเสียงต่ำ (Low frequency) ออกไปทำหน้าที่เหมือนหัว diaphragm อีกรุ่นที่ไม่ค่อยเห็นใช้กันในบ้านเราคือ Corrugated diaphragm แต่หากใครมีใช้ก็จะใช้วิธีการกดที่ chest wall ด้วยแรงที่ต่างกันเพื่อให้ได้ variable sound frequency ด้าน bell chest pieces มีลักษณะคล้ายถ้วยหรือระฆังใช้ฟังเสียงทุ้มต่ำ เช่น S3,S4 gallop,diastotic rumbling murmur ของ mitral stenosis ที่ apex เป็นต้น วิธีใช้แตะเบาๆ ที่ผิวหนังหน้าอก โดยใช้เพียงน้ำหนักของ chest pieces เอง ให้พอคลุมผิวหนังทั่วรอบวงคล้ายสุญญากาศ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้
This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.
Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

2.4.2 ไมโครโฟน (MEMs Microphone)

เป็นส่วนที่รับสัญญาณเสียงหัวใจ (สัญญาณอินพุท)



รูปที่ 2.7 Mems microphone
(ที่มา basic-principles-of-mems-microphones)

2.5 แบตเตอรี่

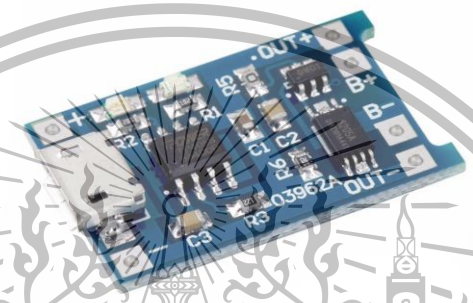
แบตเตอรี่ลิเทียมแบบ Charge ซ้ำได้ (Rechargeable) แรงดัน 3.7 V และเก็บพลังงาน 3000 mAh (lithium Battery Rechargeable Polymer Li-Po) มีขนาด กว้าง 40 mm x ยาว 58 mm x หนา 10 mm

รูปที่ 2.8 แบตเตอรี่ลิเทียม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้
This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.
Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

2.6 โมดูลชาร์จแบตเตอรี่

โมดูลชาร์จแบตเตอร์รี่แบบ lithium battery รับไฟชาร์จ 5V จาก USB หัวต่อแบบ micro USB กระแสชาร์จสูงสุด 1A ตัดไฟเมื่อชาร์จเต็มที่ 4.2V พร้อมวงจรป้องกัน over-discharge , over current มีไฟแจ้งสถานะ สีแดงกำลังชาร์จ เมื่อชาร์จเต็มไฟน้ำเงิน



รูปที่ 2.9 โมดูลชาร์จแบตเตอรี่
(ที่มา https://www.spmicrotech.com)

2.7 โมดูลเพิ่มแรงดันไฟฟ้า (DC-to-DC Step up Converter Module)

เราใช้ โมดูลเพิ่มแรงดันโดยเพิ่มแรงดันจากแบตเตอรี่จาก 3.7 V เป็น 9V เพื่อเป็นแหล่งจ่ายให้กับวงจรวัดสัญญาณเสียงหัวใจ

รูปที่ 2.10 โมดูลเพิ่มแรงดันไฟฟ้า
(ที่มา https://www.spmicrotech.com)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้
This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.
Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

2.8 หูฟัง (Headphone)

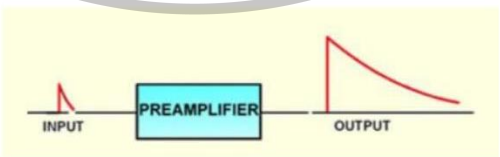
สำหรับสเปคภายใน นั้นรองรับความถี่เสียงที่ 17Hz - 21kHz Sound pressure level (SPL) ที่ 118 dB และ Impedance ที่ ≈18 Ω โดยมีน้ำหนักที่เบาพกพาสะดวกรวมเพียง 12 กรัมเท่านั้น

รูปที่ 2.11 หูฟังที่ใช้เชื่อมต่อกับวงจร
(ที่มา https://www.mit.co.th)

2.8 ทฤษฎีวงจร

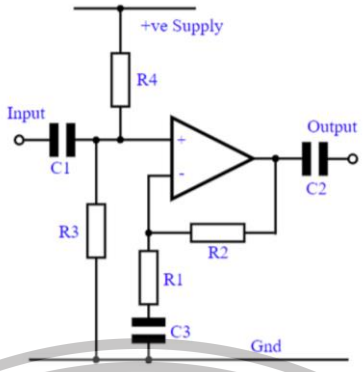
2.8.1 วงจรก่อนการขยาย (Pre-Amplifier)

เนื่องจากสัญญาณที่ถูกส่งเข้ามาจากภาคสัญญาณเข้ามีความแตกต่างกัน เช่น ไมโครโฟน เครื่องบันทึกเสียง เป็นต้น ดังนั้นภาคก่อนการขยายจะช่วยในการปรับแต่งเสียงให้มีสัญญาณมากน้อยพอๆกันก่อนจะถูกส่งไปวงจรขยายกำลัง



รูปที่ 2.12 การทำงานของวงจรก่อนการขยาย
(ที่มา https://www.electronics-tutorials)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้
This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.
Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

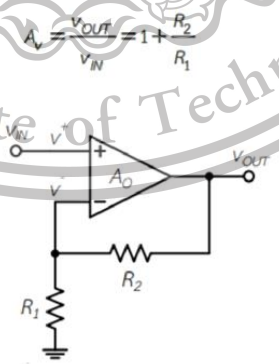


รูปที่ 2.13 วงจรก่อนการขยายสัญญาณแบบแหล่งจ่ายแรงดันไฟตรงเดี่ยว

(ที่มา https://www.electronics-tutorials)

2.6.2 วงจรขยายสัญญาณแบบไม่กลับเฟส (Non-Inverthing Amplifier Circuit)

วงจรขยายแบบไม่กลับเฟส คือ วงจรขยายที่มีสัญญาณเอาต์พุตตรงเฟสกับสัญญาณอินพุต ซึ่งวงจรประกอบด้วยออปแอมป์ ตัวต้านทาน R1 ต่อกับอินพุตขาลบของออปแอมป์กับกราวด์และตัวต้านทาน R2 ต่อระหว่างอินพุตขาลบกับเอาต์พุตของออปแอมป์ในลักษณะป้อนกลับแบบลบ อัตราขยายของวงจรสามารถออกแบบได้จากสมการ



รูปที่ 2.14 วงจรขยายแบบไม่กลับเฟส

(ที่มา https://www.electronics-tutorials)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้
This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.
Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

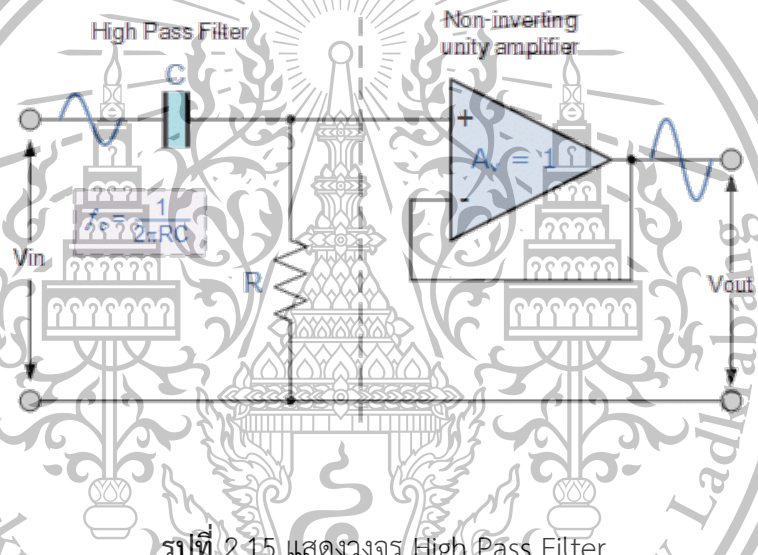
2.6.3 วงจร High Pass Filter

เป็นวงจรที่ยอมให้ความถี่สูงกว่าความถี่คัทออฟ (Frequency Cutoff) ผ่านไปได้ โดยวัดเมื่ออัตราการขยายลดลง 3dB

สูตรคำนวณ Fc = 1/2***π***R*C

เมื่อ ***π*** = 3.14

R = หน่วยเป็น ohm C = หน่วยเป็น uF



รูปที่ 2.15 แสดงวงจร High Pass Filter

(ที่มา https://www.electronics-tutorials)

2.6.4 วงจร Low Pass Filter

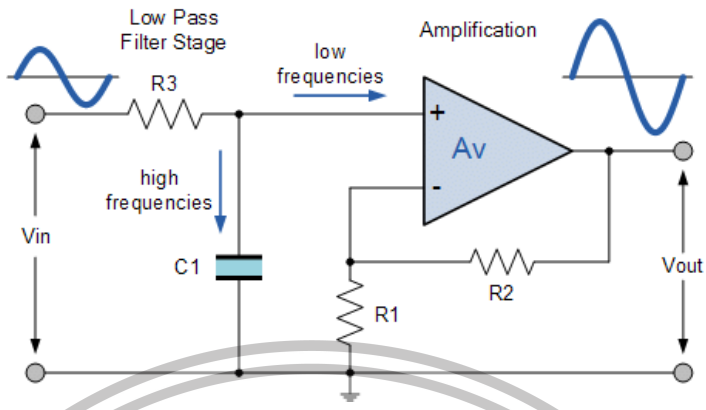
เป็นวงจรที่ยอมให้ความถี่ต่ำกว่าความถี่คัทออฟ (Frequency Cutoff) ผ่านไปได้ โดยวัดเมื่ออัตราการขยายลดลง 3dB

สูตรคำนวณ Fc = 1/2***π***R*C

เมื่อ ***π*** = 3.14

R = หน่วยเป็น ohm C = หน่วยเป็น uF

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้
This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.
Forbidden to modify the content, and cite the document when use.



รูปที่ 2.16 วงจร Low Pass Filter

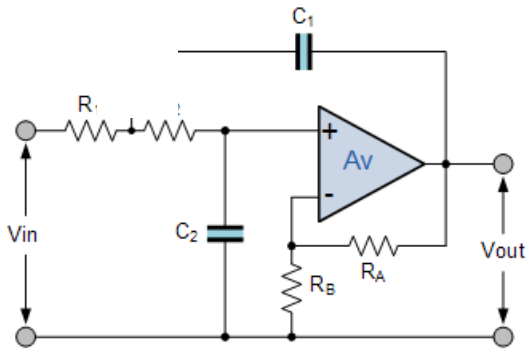
(ที่มา https://www.electronics-tutorials)

2.6.5 วงจรกรองความถี่ต่ำผ่านลำดับสอง (Second-Order Low pass Active Filter)

วงจรของความถี่ต่ำผ่านลำดับสี่ สามารถสร้างได้โดยใช้ออมแอมป์เพียงตัวเดียว ดังในรูปที่ 2.13 วงจรนี้อาจจะเรียกว่า วงจรกรองความถี่แบบ Sallen and Key ซึ่งตั้งชื่อตามผู้ออกแบบวงจร สำหรับวงจรนี้ความถี่ตัด (Cut off frequency,FL) สามารถกำหนดได้ จากค่าอุปกรณ์ที่ต่ออยู่ภายนอก ตามสมการ (2.1)

$$f_{cl} = \frac{1}{2\pi\sqrt{R_1 R_2 C_1 C_2}} \qquad (2.1)$$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้
This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.
Forbidden to modify the content, and cite the document when use.



รูปที่ 2.17 วงจรกรองความถี่ต่ำผ่านลำดับสอง (Second-Order Low pass Active Filter)

(ที่มา https://www.electronics-tutorials)

2.6.6 NE5532

เป็นออมแอมป์ แบบ Dual low noise

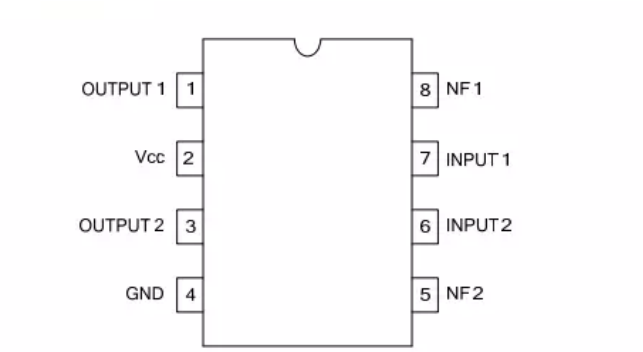
รูปที่ 2.18 NE5532P

(ที่มา https://www.electronics-tutorials)

2.6.7 TDA2822

เป็น Audio amplifier ที่มีเป็น Dual Low -Voltage Power Amplifier ที่ใช้ในระบบขยายเสียง Class-AB

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้
This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.
Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

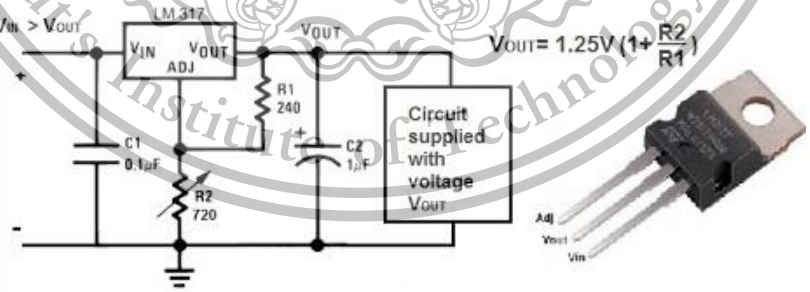


รูปที่ 2.19 TDA2822

(ที่มา https://www.electronics-tutorials)

2.6.8 LM317

ไอซีเรกกูเลเตอร์แบบลิเนียร์ สามารถปรับแรงดันเอาต์พุตได้ตั้งแต่ 1.25 - 30V ทนกระแสไฟฟ้าสูงสุด 1A ปรับเปลี่ยนค่าแรงดันเอาต์พุตได้จากการปรับค่าความต้านทานที่ขา Adj



รูปที่ 2.20 schematic ของ LM317

(ที่มา https://www.electronics-tutorials)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้
This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.
Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

บทที่ 3

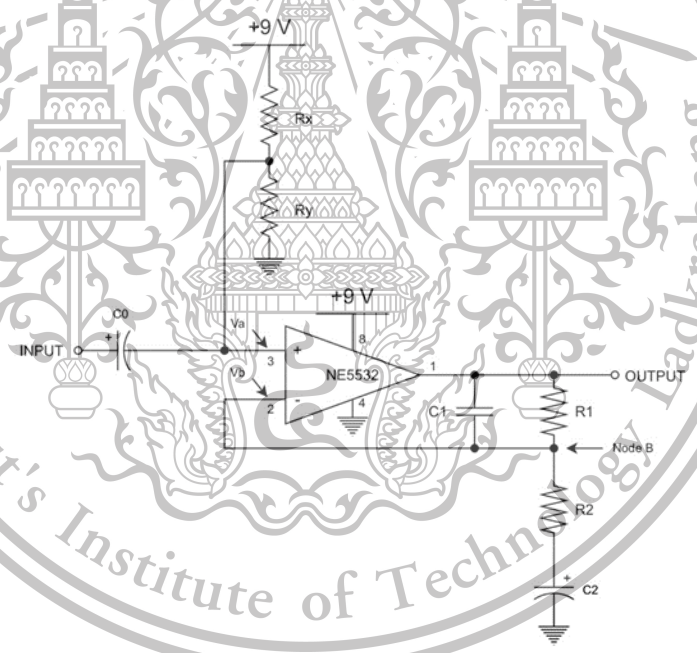
การออกแบบวงจรและการทำงาน

3.1 การคำนวณและออกแบบวงจร

3.1.1 ออกแบบวงจรฟังเสียงหัวใจ

เนื่องจากเราต้องการวงจรที่ขยายสัญญาณให้ใหญ่ขึ้นรวมถึงช่วยปรับแต่งเสียงของสัญญาณอินพุต และเราต้องการแบนด์วิธที่ค่า 20-200 Hz หรือมีการตอบสนองความถี่ที่ 20-200Hz ตามค่าของสัญญาณความถี่ที่เราฟังจากเสียงของหัวใจที่เราสามารถได้ยินได้

3.1.1.1 โดยมีขั้นตอนการออกแบบวงจร ดังนี้



รูปที่ 3.1 วงจร pre amplifier

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้
This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.
Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

จากรูปที่ 3.1 พิจารณาได้ดังนี้

1. เมื่อเราพิจารณาไฟกระแสตรง (DC) จะพบว่าค่าอัตราขยาย (Gain) มีค่าเท่ากับ $1+\frac{R_1}{R_2}$ ซึ่งเมื่อเราพิจารณาที่โหนด B (Vb) จากความสัมพันธ์ของ Kirchhoff current law (KCL) จะได้

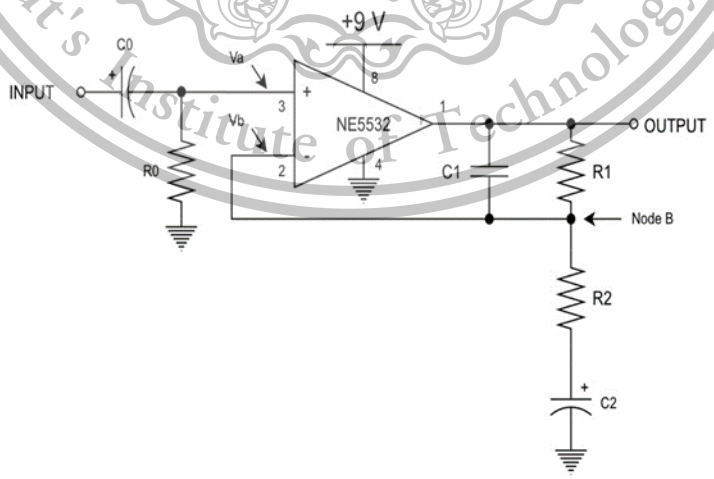
$$\frac{V_{out}-V_b}{R_1}=\frac{V_b}{R_2}$$

$$\frac{V_{out}}{V_b}=1+\frac{R_1}{R_2} \quad (3.1)$$

ทราบ Vb=Va =Vin ดังนั้น อัตราขยาย (Gain) มีค่า

$$\text{Gain} = \frac{V_{out}}{V_{in}}=\frac{V_{out}}{V_b}=\frac{V_{out}}{V_a}=1+\frac{R_1}{R_2} \quad (3.2)$$

2. เมื่อเราพิจารณาไฟกระแสสลับ (AC) เราจะพิจารณาวงจรในรูปที่ 3.2 จะเห็นว่าเราทำการตัดแหล่งจ่ายไฟตรงออก เมื่อเราพิจารณาไฟกระแสสลับ (AC) จะเห็นว่า Ro คือ Rx// Ry ซึ่งเมื่อเราพิจารณา AC ของทางฝั่งอินพุตของวงจร Pre amplifier



รูปที่ 3.2 วงจร pre amplifier

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้
This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.
Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

ทราบว่าอิมพีแดนซ์ของ C (X_c) $= \frac{1}{sC}$; $s = j\omega$ ใช้วิธีการแบ่งแรงดันจะได้

$$V_a(s) = \frac{R_o}{\frac{1}{sc_o} + R_o} \times V_{in}(s)$$

เราได้ Transfer function ดังนี้

$$H(s) = \frac{V_a(s)}{V_{in}(s)} = \frac{sC_oR_o}{1+sC_oR_o} \quad ; \quad s = j\omega \tag{3.3}$$

สรุปได้ว่า วงจรส่วนนี้จะทำหน้าที่เป็น High Pass Filter และเป็นตัวกำหนดค่าความถี่ต่ำคัทออฟ

จาก

$$\omega_{cl} = \frac{1}{R_o c_o}$$

จะได้

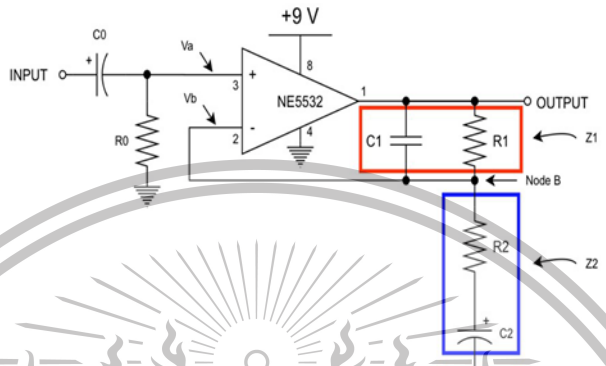
$$f_{cl} = \frac{1}{2\pi R_o c_o} \tag{3.4}$$

ในวงจรเราต้องการความถี่ต่ำคัทออฟที่ 20 Hz เรากำหนด R_o มีค่า 2.5 kΩ และ c_o มีค่า 3.3 μF

$$f_{cl} = \frac{1}{2\pi \times 2.5k \times 3.3\mu} = 19.29 \text{ Hz}$$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้
This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.
Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

ต่อมาเราพิจารณาทางส่วนขอวงจรป้อนกลับแบบลบ



รูปที่ 3.3 การหา transfer function

$$Z_1 = \frac{1}{sc_1} // R_1 = \frac{R_1}{1+sc_1R_1} \quad (3.5)$$

$$Z_2 = \frac{1}{sc_2} + R_2 = \frac{1+sc_2R_2}{sc_2} \quad (3.6)$$

จากวงจร Gain = 1+ Z1/Z2

จาก Transfer function

$$H(s) = \frac{V_{out}(s)}{V_{in}(s)} = 1 + \frac{z_1}{z_2} \quad \text{.....} \quad (1)$$

แทนค่า Z1 และ Z2 ลงในสมการที่ 1

จะได้

$$H(s) = 1 + \frac{\frac{R_1}{1+sc_1R_1}}{\frac{1+sc_2R_2}{sc_2}}$$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้
This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.
Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

$$= \frac{[s^2(c_1c_2R_1R_2)+s(c_1R_1+c_2R_2+c_2R_1)+1]}{[sc_1R_1+1][sc_2R_2+1]} \quad (3.7)$$

สรุปได้ว่า $\mathbf{C_1}$ ตัวนี้ทำหน้าที่เป็น low pass filter หรือเป็นตัวกำหนดความถี่สูงคัทออฟ จากสมการ Transfer function ตัวกำหนดความถี่สูงคัทออฟคือ C1 และ R1 จาก

$$\omega_{ch} = \frac{1}{R_1C_1}$$

$$f_{ch} = \frac{1}{2\pi R_1C_1} \quad (3.8)$$

ในที่นี้เราต้องการความถี่คัทออฟ มีค่า 200 Hz กำหนด C1 มีค่า 1nF และ R1 มีค่า 7.5kΩ

ดังนั้น

$$f_{ch} = \frac{1}{2\pi \times 7.5k \times 100n} = 212.21\,Hz$$

สรุปได้ว่า C2 ตัวนี้ทำหน้าที่เป็น High Pass Filter หรือเป็นตัวกำหนดค่าความถี่คัทออฟ จากสมการ Transfer function

ตัวกำหนดความถี่ต่ำคัทออฟคือ C2 และ R2

จาก

$$\omega_{cl} = \frac{1}{R_2C_2}$$

$$f_{cl} = \frac{1}{2\pi R_2C_2} \quad (3.9)$$

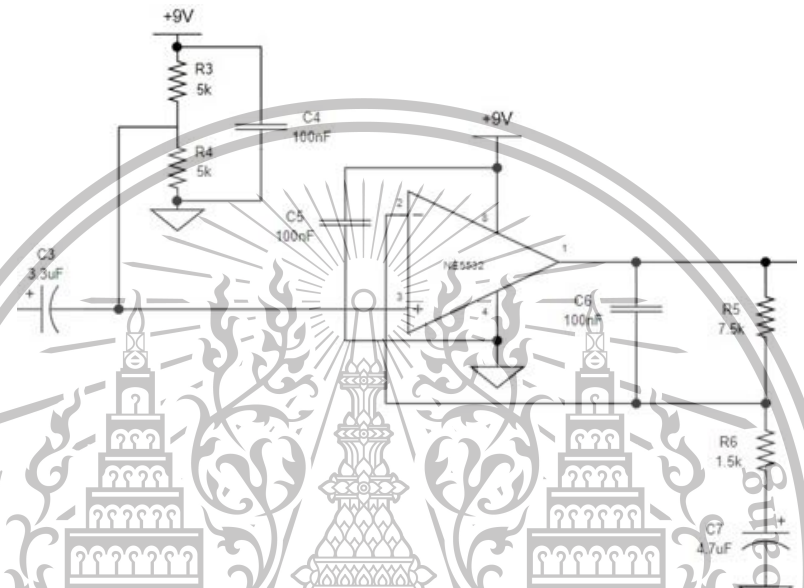
ในที่นี้เราต้องการความถี่ต่ำคัทอออฟมีค่า 20 Hz กำหนด *C2* มีค่า 4.7 μF และ R2 มีค่า 1.5kΩ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้
This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.
Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

ดังนั้น

$$f_{cl} = \frac{1}{2\pi \times 1.5k \times 4.7\mu} = 22.58 \text{ Hz}$$

ดังนั้น ออกแบบวงจรได้ดังนี้



รูปที่ 3.4 วงจร Pre Amplifier

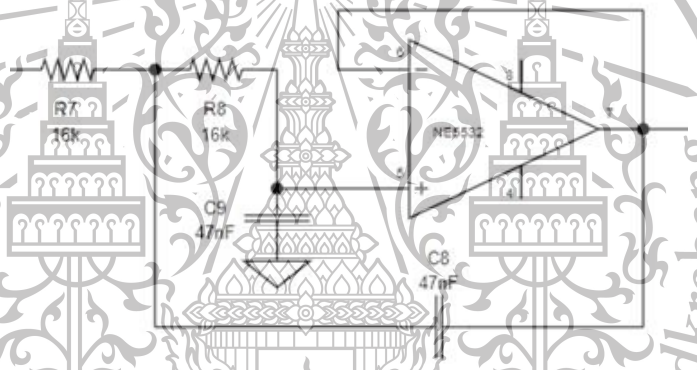
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้
This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.
Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

วงจร Low pass filter

วงจรแบบ sallen key low pass filter ใช้ในการกรองความถี่ต่ำผ่าน ใช้ NE5532 สามารถคำนวณได้ตามสมการ ซึ่งความถี่สูงคัทออฟได้ถูกออกแบบไว้ที่ 211.64 Hz

จาก

$$f_{cl} = \frac{1}{2\pi\sqrt{R_7 R_8 C_5 C_6}} = 211.64 \text{ Hz}$$



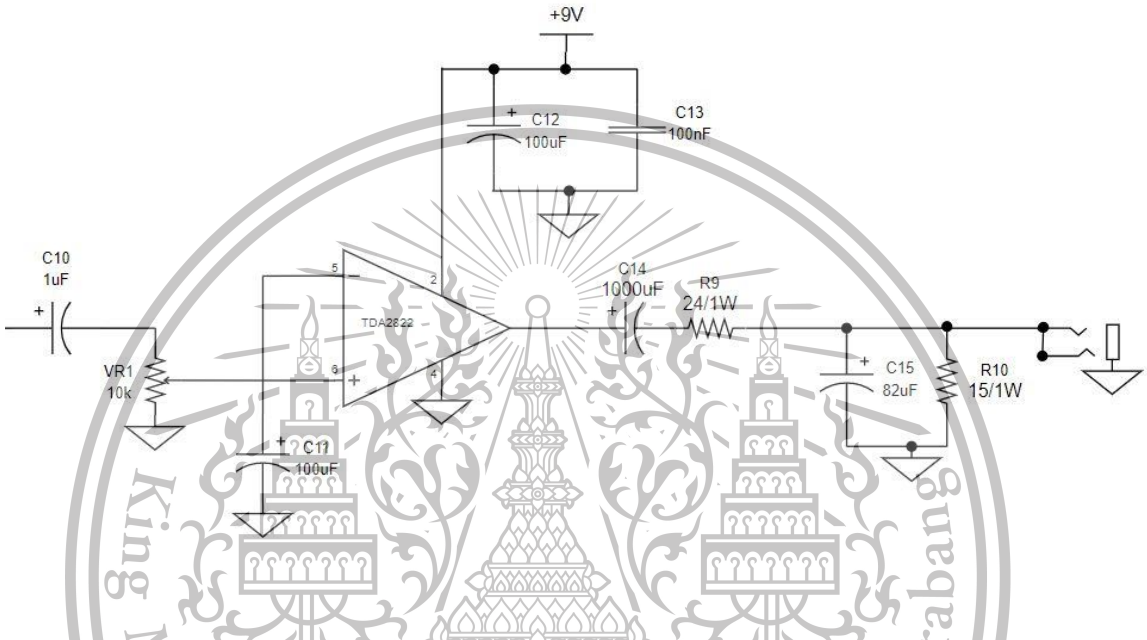
รูปที่ 3.5 Low pass filter ที่ออกแบบได้

King Mongkut's Institute of Technology Ladkrabang

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้
This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.
Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

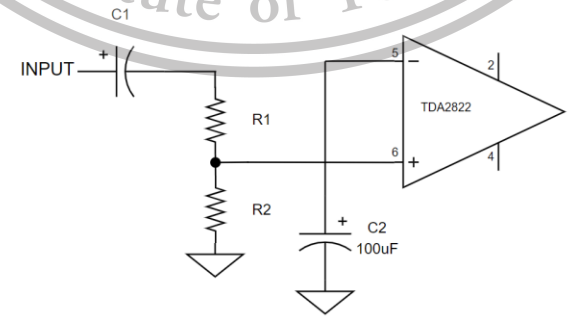
วงจร Power Amplifier

วงจร Power Amplifier มีความสามารถในการจ่ายกระแสกับกำลังงานสูงกว่าวงจรขยายทั่วไป โดยใช้ TDA2822 ใช้กับโหลดอิมพลีแดนซ์ต่ำอย่างเช่น หูฟัง โดยมีอัตราขยายที่ 39 เดซิเบล หรือ 89 เท่า



รูปที่ 3.6 Power Amplifier ที่ออกแบบได้

วิธีการคำนวณ



รูปที่ 3.7 การคำนวณ Power Amplifier

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้
This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.
Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

ส่วนที่ 1 :

$$T_v(s) = \frac{V_{x(s)}}{V_{in(s)}} = \frac{R_2}{\frac{1}{sc_1} + (R_1 + R_2)} = \frac{sc_1R_2}{1 + sc_1(R_1 + R_2)}$$

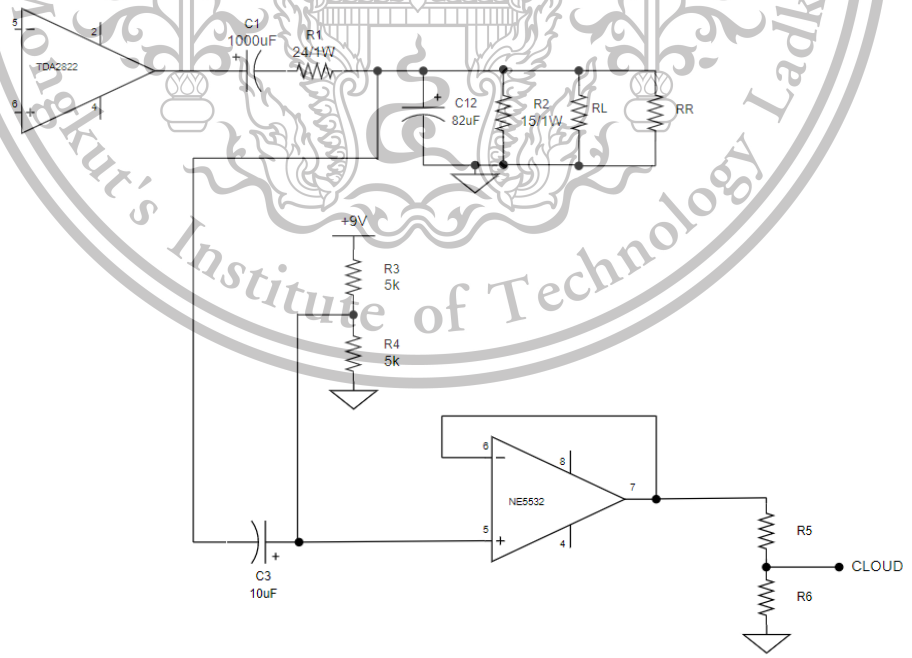
เมื่อ $\omega \to \infty$ และ $x_c = 0$ ดังนั้น $T_{V(s)} = \frac{R_B}{R_A + R_B}$ โดย $\omega \to 0$ และ $x_c = \infty$ ดังนั้น สัญญาณไม่สามารถผ่านได้

สรุปได้ว่า C จะทำหน้าที่เป็นตัว frequency cut off Low (fcl)

จาก $\omega_{cl} = \frac{1}{VRC} \to f_{cl} = \frac{1}{2\pi c_1(R_1 + R_2)}$ กำหนด $(R_1 + R_2) = 10K$

ดังนั้น จะได้ $c_1 = 1\mu F$ และ $f_{cl} = 15.92$ Hz

ส่วนที่ 2 :



รูปที่ 3.8 การคำนวณ Power Amplifier

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้
This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.
Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

พิจารณา $\mathbf{C_1}$ โดยมองตัว TDA2822 เป็น Voltage source ตัวหนึ่ง จะได้ $R_2//R_L//R_R \approx 16$

โดย $\mathbf{C_1}$ จะทำหน้าที่เป็น frequency cut off Low (fcl) , $\mathbf{C_2}$ ทำหน้าที่เป็น frequency cut off high (fch) และ $\mathbf{C_3}$ เป็น frequency cut off Low (fcl)

พิจารณาที่ $\mathbf{C_1}$ จะได้ว่า $\mathbf{C_2}$ จะถูก short circuit และ $\mathbf{C_3}$ จะถูกมองเป็น open circuit

$$f = \frac{1}{2\pi(24+\frac{16}{3})(1000\mu F)} = 5.43 \text{ Hz}$$

$$f = \frac{1}{2\pi(24+16)(1000\mu F)} = 3.98 \text{ Hz}$$

พิจารณาที่ $\mathbf{C_2}$ จะได้ว่า $\mathbf{C_1}$ จะถูก short circuit และ $\mathbf{C_3}$ จะถูกมองเป็น short circuit จะได้

$$f = \frac{1}{2\pi(24//\frac{16}{3})(82\mu F)} = 444.8 \text{ Hz}$$

$$f = \frac{1}{2\pi(24//16)(1000\mu F)} = 202.2 \text{ Hz}$$

พิจารณาที่ $\mathbf{C_3}$ จะได้ว่า $\mathbf{C_1}$ จะถูก short circuit และ $\mathbf{C_2}$ จะถูกมองเป็น open circuit จะได้

$$f = \frac{1}{2\pi(2.5k+4.369)(10\mu F)} = 6.255 \text{ Hz}$$

$$f = \frac{1}{2\pi(2.5k+16)(1000\mu F)} = 6.342 \text{ Hz}$$

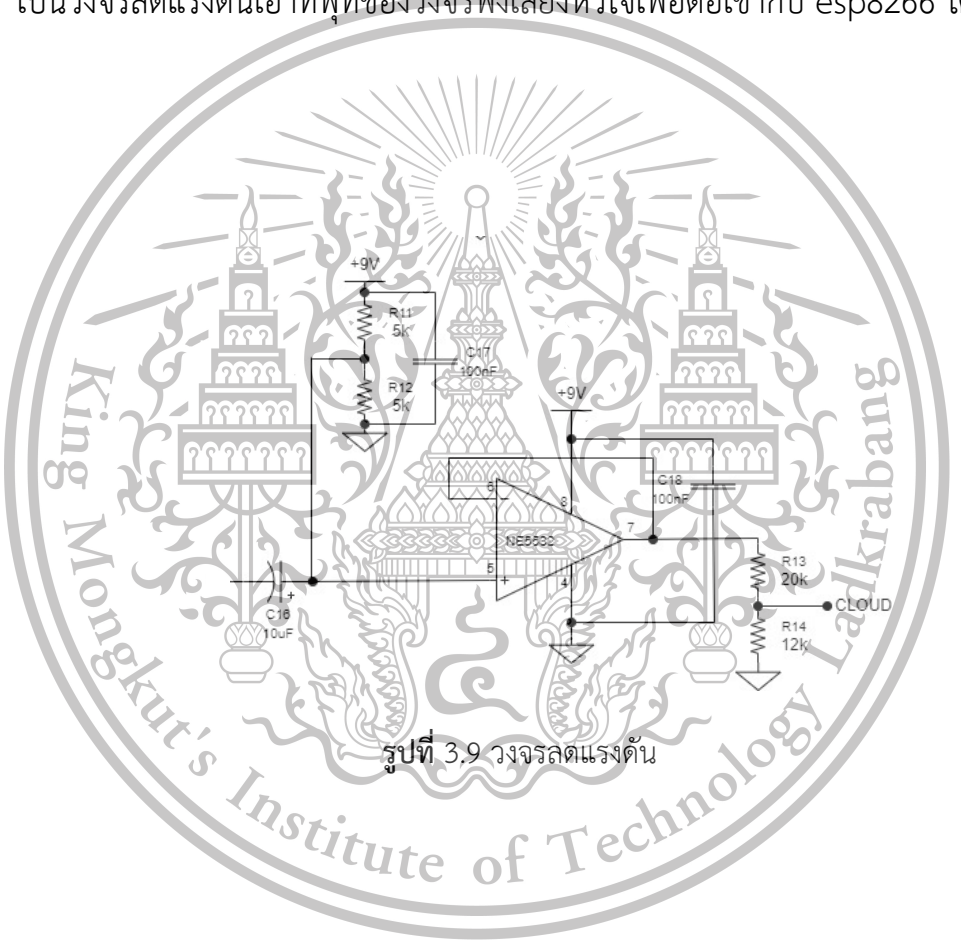
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้
This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.
Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

3.2 แบตเตอรี่ (Battery)

ใช้แบตแตอรี่ลิเทียมแบบ Charge แรงดัน 3.7 V และเก็บพลังงาน 3000 mAh ในการจ่ายไฟให้กับวงจรฟังเสียงหัวใจ

วงจรลดแรงดัน

เป็นวงจรลดแรงดันเอาท์พุทของวงจรฟังเสียงหัวใจเพื่อต่อเข้ากับ esp8266 ได้



รูปที่ 3.9 วงจรลดแรงดัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้
This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.
Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

รูปที่ 3.10 วงจรเครื่องฟังเสียงหัวใจ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้
This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.
Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

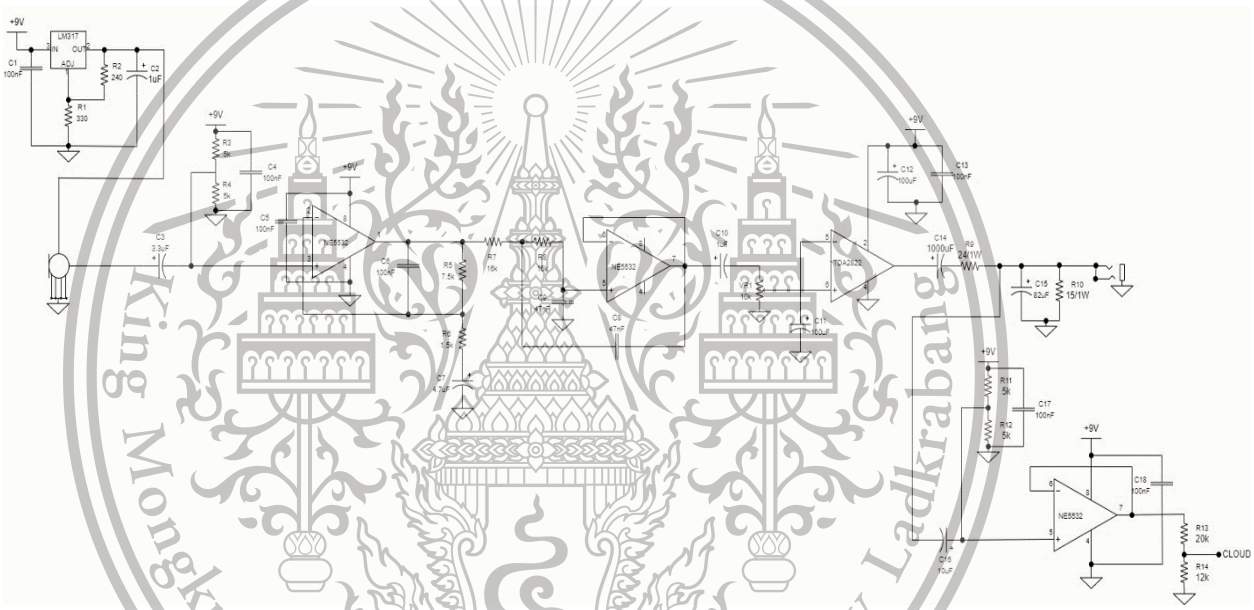
บทที่ 4

การทดลอง และ ผลการทดลอง

4.1 วิธีการทดลอง

ตอนที่ 1 วงจรฟังเสียงหัวใจ

4.1.1 ออกแบบวงจรเครื่องฟังเสียงหัวใจ



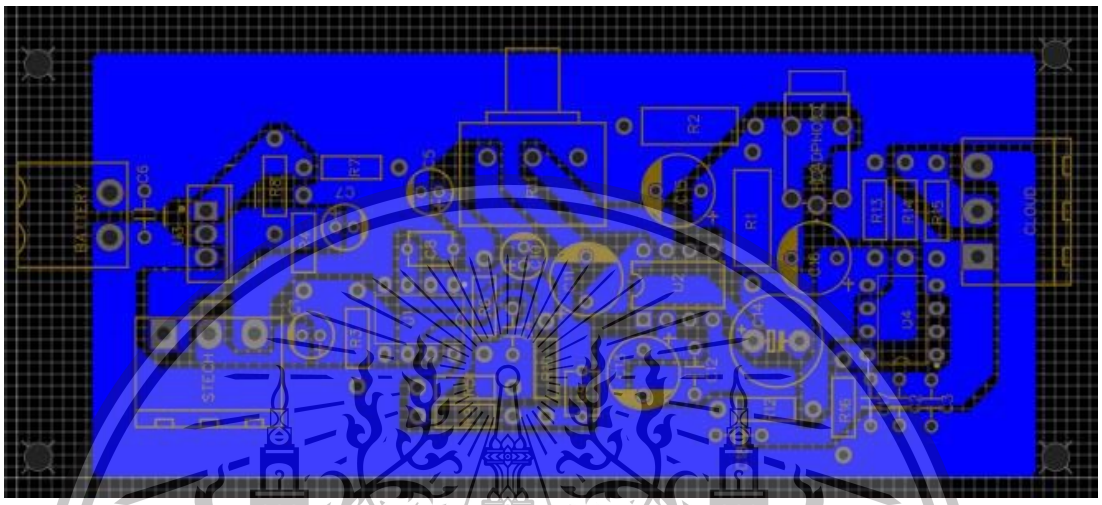
รูปที่ 4.1 วงจรฟังเสียงหัวใจ

King Mongkut's Institute of Technology Ladkrabang

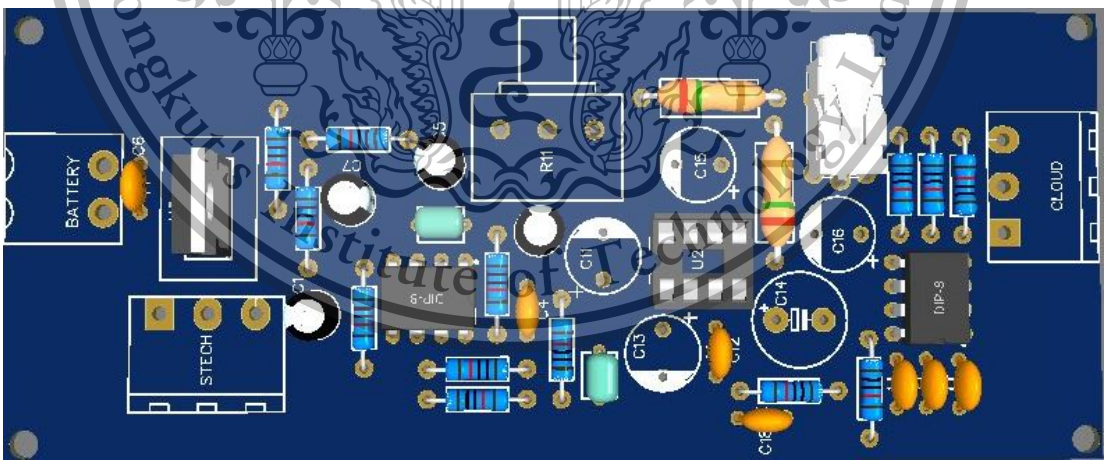
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้
This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.
Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

4.1.2 ออกแบบวงจรเครื่องฟังเสียงหัวใจ

ออกแบบลายวงจรฟังเสียงหัวใจ (PCB) ผ่าน Easy TDA



รูปที่ 4.2 ลาย PCB วงจรฟังเสียงหัวใจ



รูปที่ 4.3 ลาย PCB วงจรฟังเสียงหัวใจ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้
This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.
Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

4.1.3 Mems Micophone ใน Stethoscope

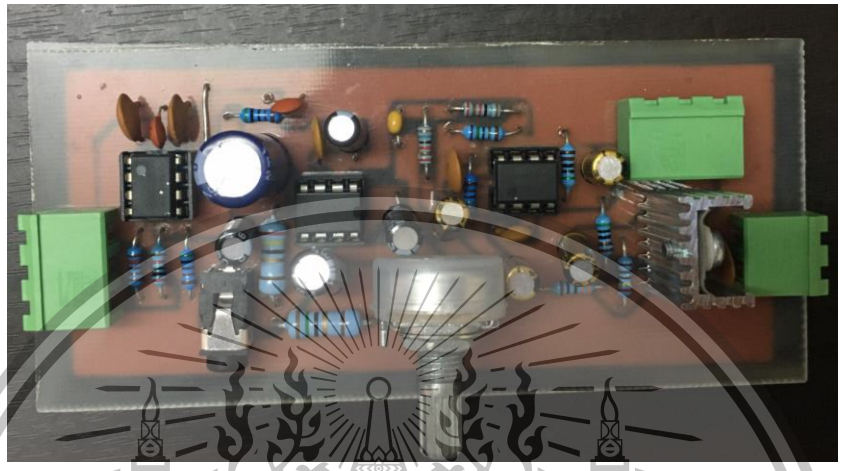
ส่วนของ Mems Microphone ที่รับสัญญาณ input จากหัวใจ

รูปที่ 4.4 สาย Stethoscope ที่ใช้รับสัญญาณ input

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้
This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.
Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

4.1.4 นำอุปกรณ์จริงลงบนแผ่นทองแดงตามลายวงจรที่ออกแบบได้

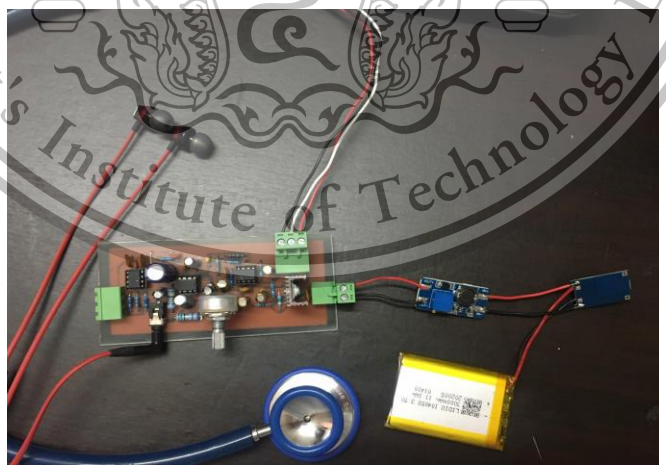
ทำการรีดลายวงจรลงบนแผ่นทองแดงทำการกัดปริ้นและบัดกรีอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ลงไป



รูปที่ 4.5 วงจรฟังเสียงหัวใจที่ลงอุปกรณ์บนแผ่นทองแดง

4.1.5 เครื่องฟังเสียงหัวใจที่ได้

เครื่องฟังเสียงหัวประกอบไปด้วยวงจรที่ออกแบบได้ หูฟัง Stethoscope และแบตเตอรี่

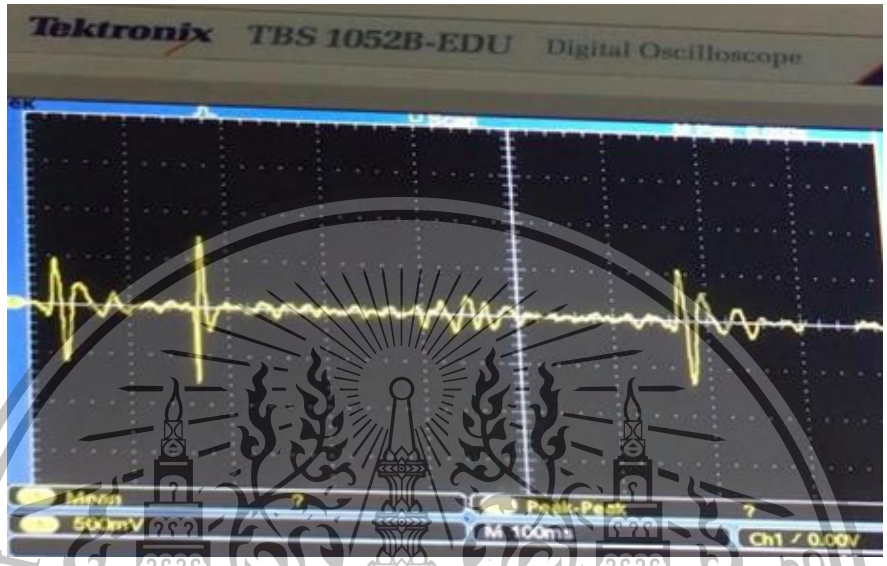


รูปที่ 4.6 เครื่องฟังเสียงหัวใจ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้
This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.
Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

4.2 ทดสอบฟังเสียงหัวใจ

ทดสอบฟังเสียงหัวใจและดูกราฟเอาท์พุทของวงจรผ่านเครื่อง oscilloscope



รูปที่ 4.7 สัญญาณหัวใจที่ได้จากวงจรฟังเสียงหัวใจ

King Mongkut's Institute of Technology Ladkrabang

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้
This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.
Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

4.3 ทดสอบการตอบสนองความถี่ของวงจร

4.3.1 ทดสอบการตอบสนองความถี่ของวงจร Pre -amplifier

เมื่อจายสัญญาณอินพุตจากฟังชันเจนเนอเรเตอร์ขนาด 27 มิลลิโวลต์พีคทูพีคได้ค่าเอาท์พุทดังต่อไปนี้

ตารางที่ 4.1 แสดงการตอบสนองของวงจร Pre -amplifier

Frequency(Hz)	Output Voltage (mVpp)
10	28.8
15	48.8
16	53.6
17	56.8
18	64
19	68
20	68
21	70
22	72
23	74
24	76
25	78
30	90
40	100
50	110
60	115
70	118
80	118
90	118
100	116
110	116
120	114
130	112
140	108
150	106
160	106

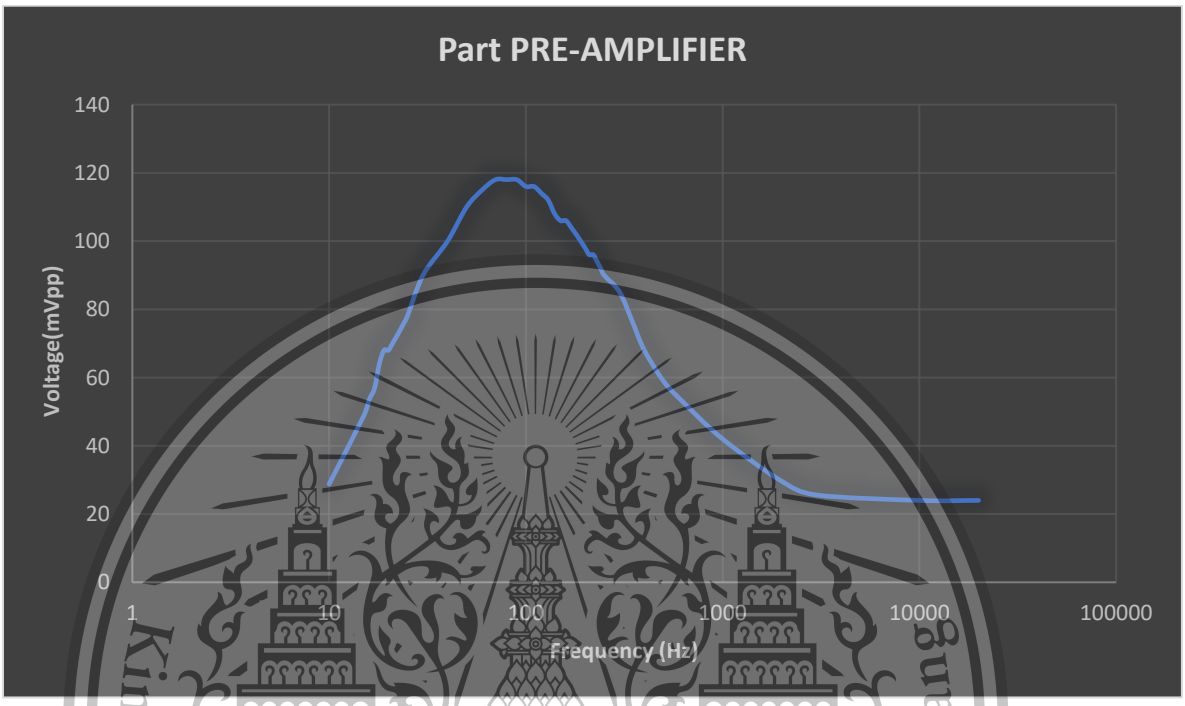
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้
This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.
Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

Frequency(Hz)	Output Voltage (mVpp)
170	104
180	102
190	100
200	98
210	96
220	96
230	94
240	92
250	90
300	85
350	76
400	68
500	59
600	54
1000	42
2000	29.6
3000	25.6
10000	24
20000	24

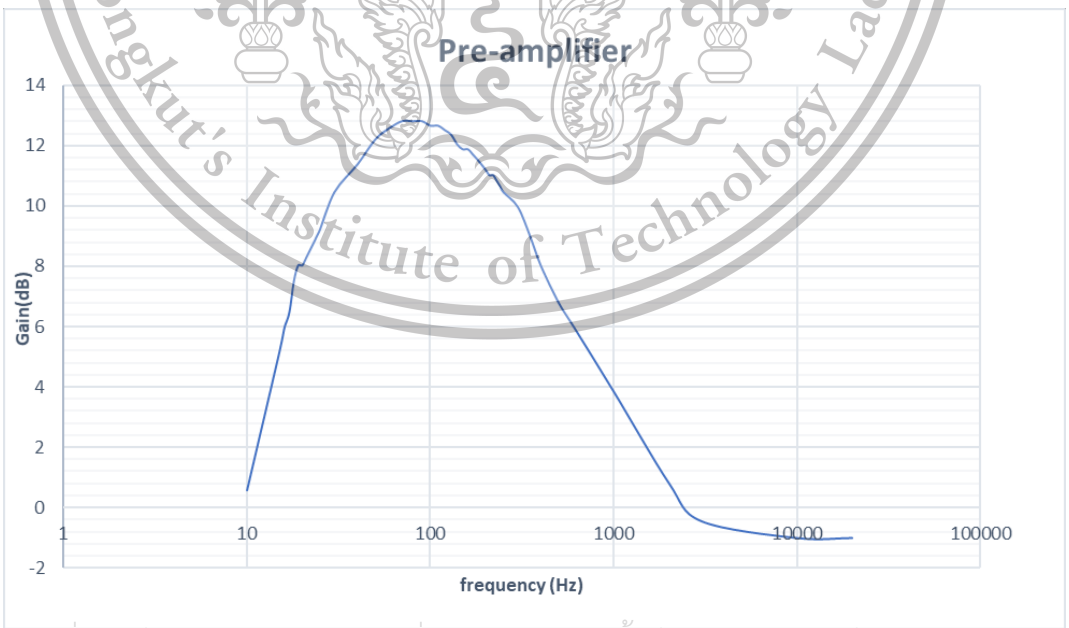
King Mongkut's Institute of Technology Ladkrabang

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้
This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.
Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

โดยนำค่าในตาราง 4.1 มาพล็อตกราฟความสัมพันธ์ระหว่างค่าแรงดัน(Voltage) และความถี่ (Frequency) ได้ดังนี้



รูปที่ 4.8 กราฟแสดงการตอบสนองความถี่ของวงจร Pre-amplifier



รูปที่ 4.9 กราฟแสดงการตอบสนองความถี่ของวงจร Pre-amplifier ในรูปของอัตราขยาย(Gain)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้
This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.
Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

4.3.2 ทดสอบการตอบสนองความถี่ของวงจร Low pass filter

เมื่อจายสัญญาณอินพุตจากฟังชันเจนเนอเรเตอร์ขนาด 27 มิลลิโวลต์พีคทูพีคได้ค่าเอาท์พุทดังต่อไปนี้

ตารางที่ 4.2 แสดงการตอบสนองของวงจร Low pass filter

Frequency(Hz)	Output Voltage (mVpp)
10	27.2
15	47.2
16	49.6
17	54.4
18	58.4
19	63.2
20	65.6
21	69.6
22	71.2
23	72.8
24	74.4
25	76.8
30	88
40	98.4
50	103
60	105
70	106
80	106
90	104
100	100
110	97.6
120	94.4
130	91.2
140	86.4
150	82.4
160	79.2
170	74.8
180	72

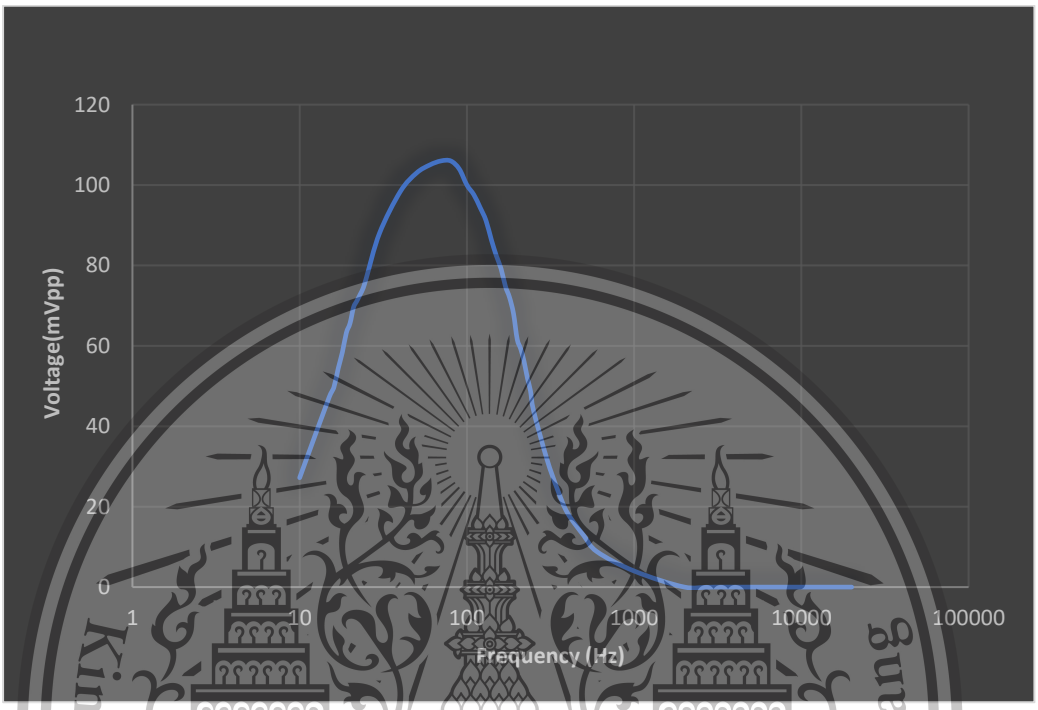
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้
This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.
Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

Frequency(Hz)	Output Voltage (mVpp)
190	68
200	61.6
210	59.2
220	56
230	52
240	48.8
250	44
300	32
350	24
400	18.4
500	12.8
600	8.8
1000	4
2000	0
3000	0
10000	0
20000	0

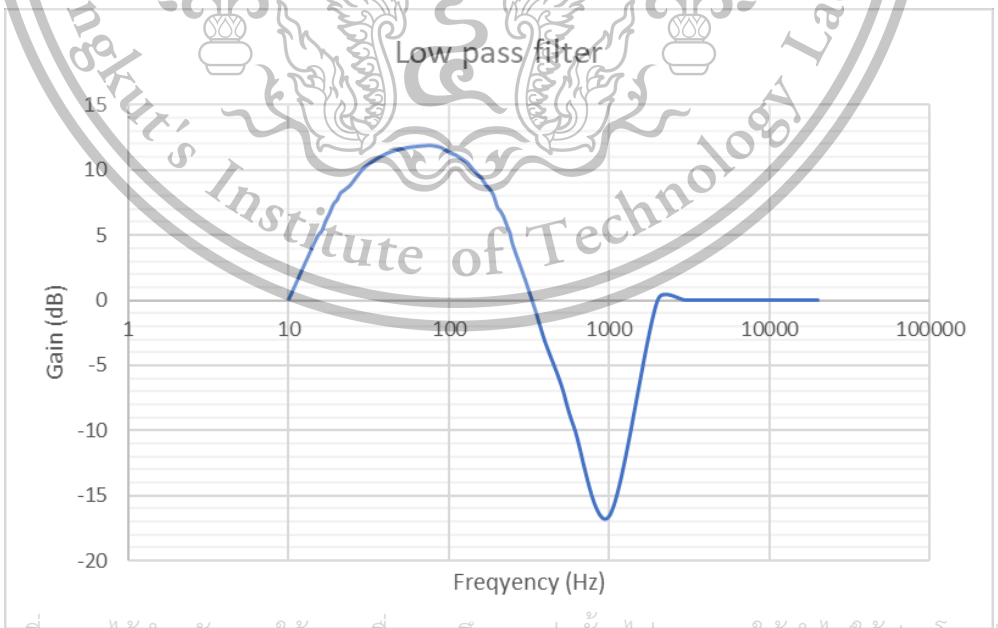
King Mongkut's Institute of Technology Ladkrabang

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้
This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.
Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

โดยนำค่าในตาราง 4.2 มาพล็อตกราฟความสัมพันธ์ระหว่างค่าแรงดัน(Voltage) และความถี่ (Frequency) ได้ดังนี้



รูปที่ 4.10 กราฟแสดงการตอบสนองความถี่ของวงจร Low pass filter



รูปที่ 4.11 กราฟแสดงการตอบสนองความถี่ของ low pass filter ในรูปของอัตราขยาย(Gain)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้
This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.
Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

4.3.3 ทดสอบการตอบสนองความถี่ของวงจร Power amplifier

เมื่อจายสัญญาณอินพุตจากฟังชันเจนเนอเรเตอร์ขนาด 27 มิลลิโวลต์พีคทูพีคได้ค่าเอาท์พุทดังต่อไปนี้

ตารางที่ 4.3 แสดงการตอบสนองของวงจร Power amplifier

Frequency(Hz)	Output Voltage (mVpp)
10	492
15	1140
16	1300
17	1500
18	1640
19	1680
20	1740
21	1840
22	1960
23	2040
24	2120
25	2180
30	2380
40	2960
50	3080
60	3200
70	3280
80	3320
90	3280
100	3160
110	3120
120	3040
130	2960
140	2600
150	2520
160	2380
170	2240
180	2140

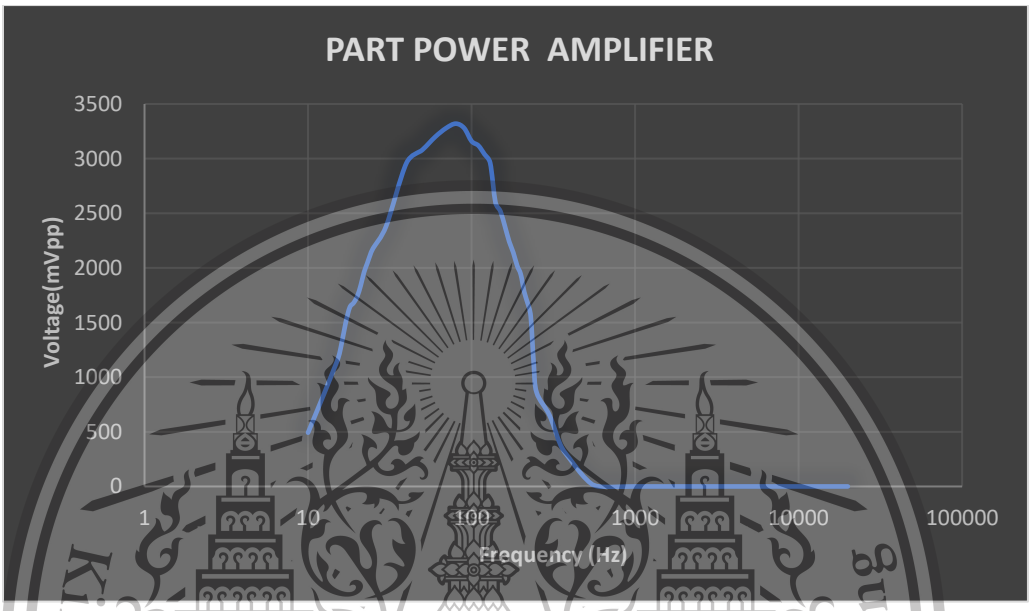
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้
This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.
Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

Frequency(Hz)	Output Voltage (mVpp)
190	2020
200	1940
210	1780
220	1680
230	1560
240	1120
250	860
300	650
350	380
400	250
500	70
600	0
1000	0
2000	0
3000	0
10000	0
20000	0

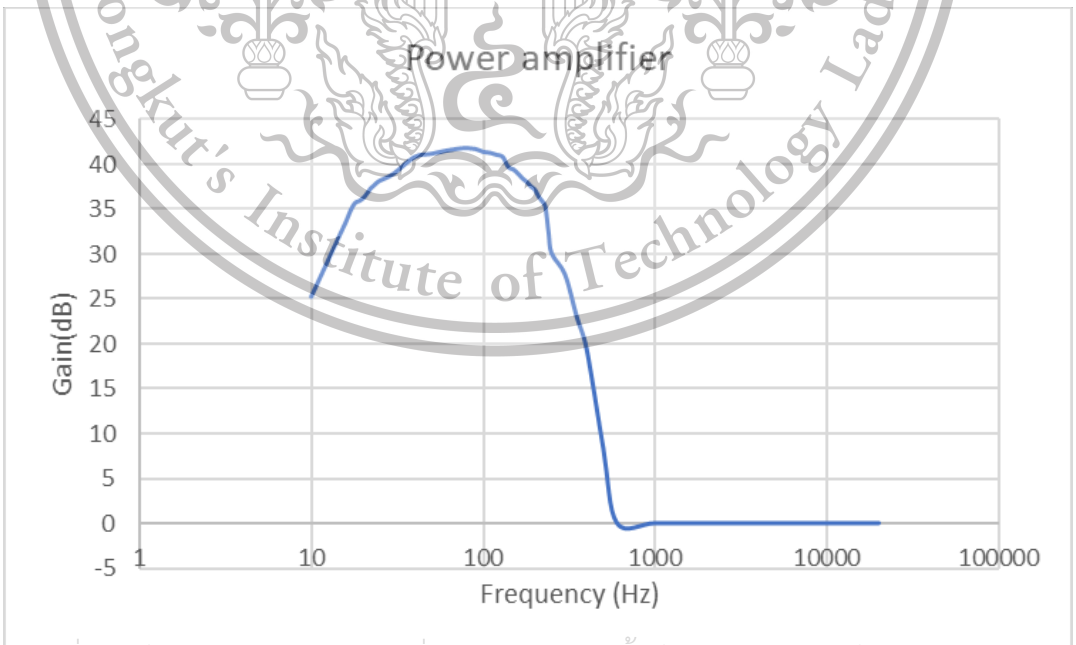
King Mongkut's Institute of Technology Ladkrabang

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้
This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.
Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

โดยนำค่าในตาราง 4.3 มาพล็อตกราฟความสัมพันธ์ระหว่างค่าแรงดัน(Voltage) และความถี่ (Frequency) ได้ดังนี้



รูปที่ 4.12 กราฟแสดงการตอบสนองความถี่ของวงจร Power Amplifier



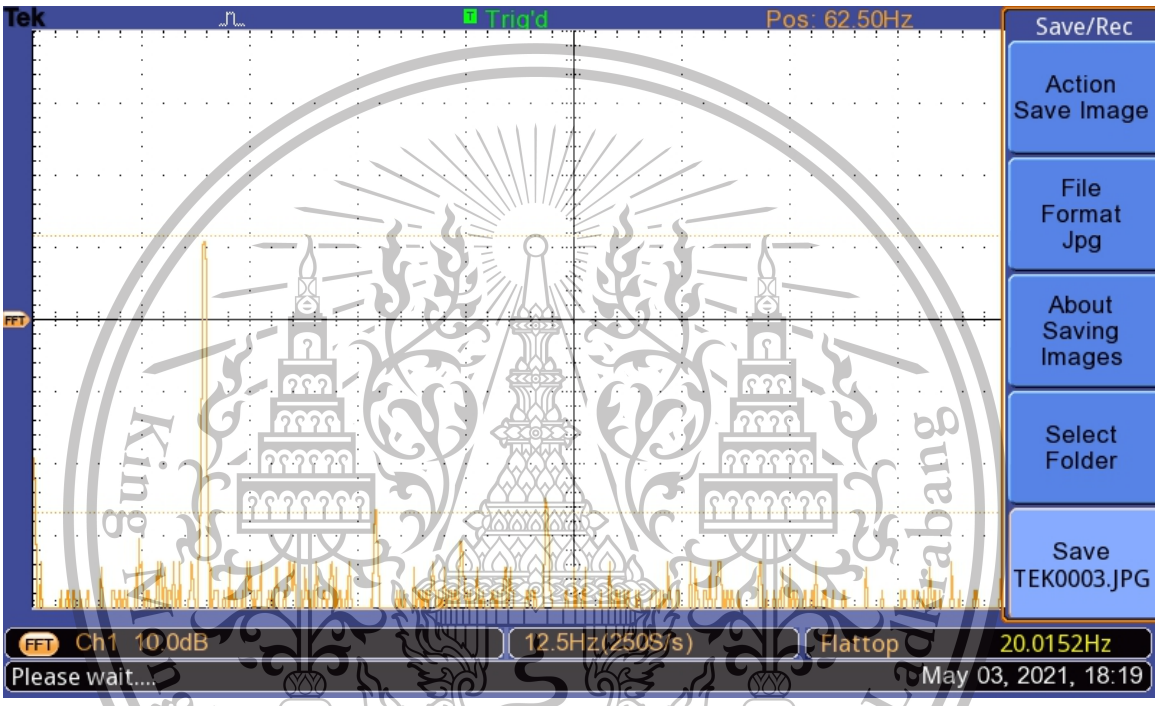
รูปที่ 4.13 กราฟแสดงการตอบสนองความถี่ของ Power amplifier ในรูปของอัตราขยาย(Gain)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้
This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.
Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

4.4 ทดสอบวัด Total Harmonic Distortion (THD)

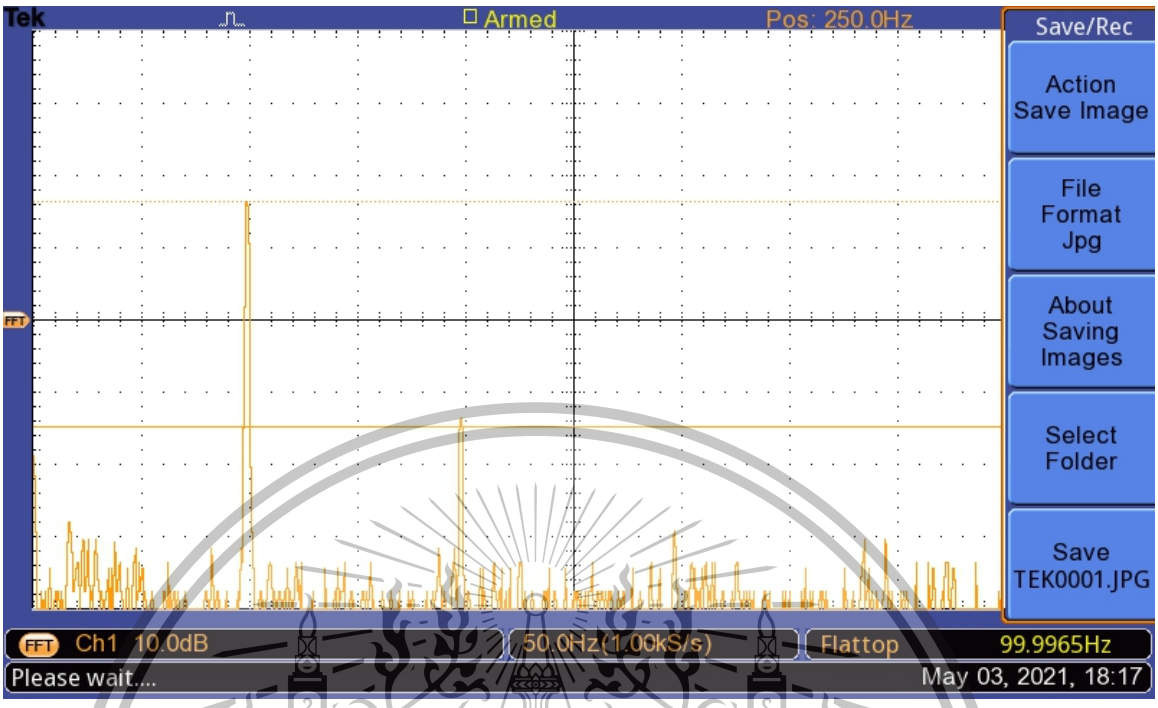
เพื่อดูว่าสัญญาณเอาท์พุทนั้นมีความผิดเพี้ยนไปจากสัญญาณอินพุทมากน้อยเพียงใด

ซึ่งจากการคำนวณพบว่า ที่ 20 Hz มีค่า THD ประมาณ 1.7% ที่ 100 Hz มีค่า THD ประมาณ 2.75% และที่ 200 Hz มีค่า THD มีค่าประมาณ 1.76 % ดังรูป

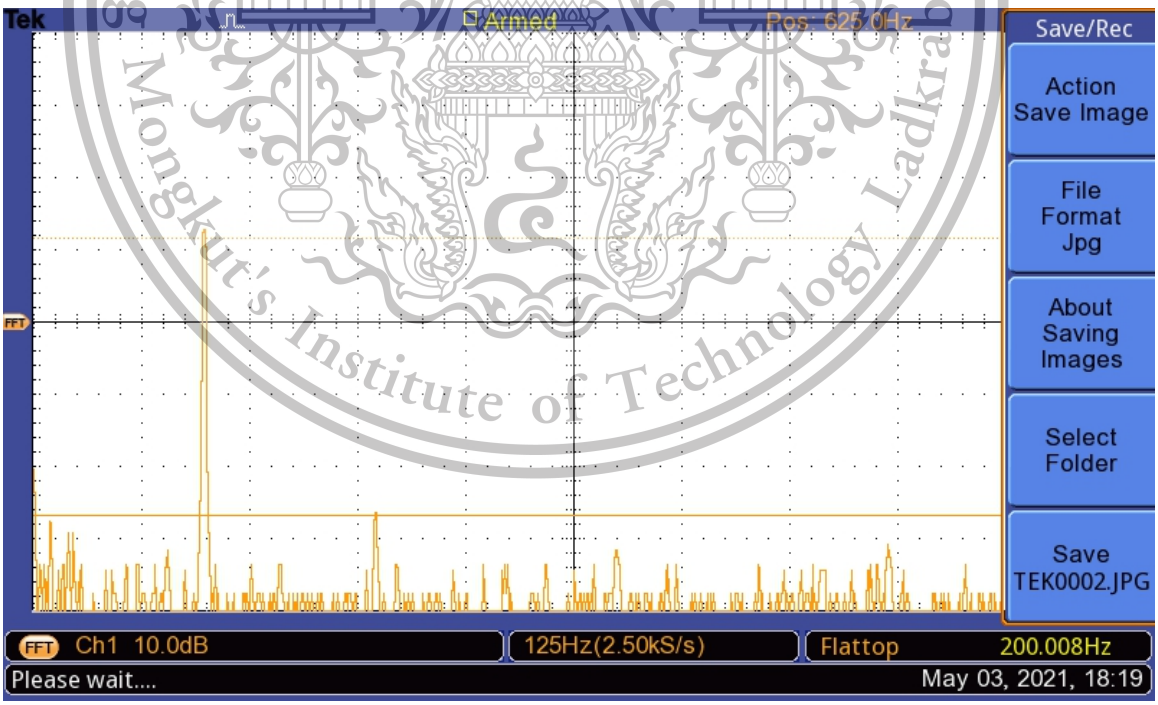


รูปที่ 4.14 แสดง Total Harmonic distortion ของสัญญาณอินพุทที่ความถี่ 20 Hz

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้
This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.
Forbidden to modify the content, and cite the document when use.



รูปที่ 4.15 แสดง Total Harmonic distortion ของสัญญาณอินพุทที่ความถี่ 100 Hz



รูปที่ 4.16 แสดง Total Harmonic distortion ของสัญญาณอินพุทที่ความถี่ 200 Hz

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้
This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.
Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

บทที่ 5

สรุปผลการทดลอง

จากการออกแบบเครื่องฟังเสียงหัวใจที่ประกอบไปด้วยวงจรขยายในส่วนของ Pre-amplifier, Low pass filter , High pass filter และ Power amplifier ซึ่งเมื่อจ่ายสัญญาณอินพุทจากฟังก์ชันเจนเนอเรเตอร์ขนาด 27 มิลลิโวลต์พีคทูพีค ได้ค่า 3.3 โวลต์พีคทูพีค ที่ความถี่ 70-80 Hz และเมื่อได้ทดสอบฟังเสียงหัวใจนั้นพบว่าสามารถได้ยินเสียงหัวใจอย่างชัดเจนและสามารถตัดเสียงรบกวนหรือเสียงซ่า (noise) ออกไปได้และเมื่อวัดค่า total harmonics distortion ของวงจรเป็นค่าที่ยอมรับได้

วิจารณ์ผลการทดลอง

จากการทดลองวัดFrequency Response ในแต่ละส่วนของวงจร พบว่า ค่าความถี่ Cut-off มีความใกล้เคียงกับที่คำนวณ แต่มีความคลาดเคลื่อนเล็กน้อย ซึ่งอาจจะเกิดจากค่าความผิดพลาดที่ตัวอุปกรณ์ และอัตราขยายของวงจรมีค่าความคลาดเคลื่อนไปจากการคำนวณทางทฤษฎีเนื่องจากการออกแบบวงจรบนบอร์ด ค่าความต้านทานที่มีค่าความคาดเคลื่อนเล็กน้อย

King Mongkut's Institute of Technology Ladkrabang

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้
This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.
Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

เอกสารอ้างอิง

[1] Tanya Lewis - Staff Writer (2016). Human Heart: Anatomy, Function & Facts.

https://www.livescience.com/34655-human-heart.html

[2] Introduction to Operational Amplifiers (Op-amps)

https://www.allaboutcircuits.com/textbook/semiconductors/chpt-8/introduction-operational-amplifiers

[3] -Ron Mancini , Texas Instrument (2002) Op Amps for everyone.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้
This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.
Forbidden to modify the content, and cite the document when use.