สารบาญ

หน้า

บทคัดย่อ……(3)
Abstract……(4)
กิตติกรรมประกาศ……(5)
สารบาญ……(6)
รายการตาราง……(8)
รายการภาพประกอบ……(9)
ตัวย่อและสัญลักษณ์……(12)

บทที่

1 บทนำ……1
1.1 ความสำคัญและที่มาของหัวข้อวิจัย……1
1.2 การตรวจเอกสาร……2
1.3 วัตถุประสงค์……4
1.4 ขอบเขตของการวิจัย……4
1.5 ขั้นตอนและวิธีการวิจัย……4
1.6 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ……5
2 ความรู้ทั่วไปเกี่ยวกับหัวใจ……6
2.1 หัวใจ……6
2.2 โครงสร้างของหัวใจ……7
2.3 สรีรวิทยาของหัวใจ……10
2.4 วงจรการทำงานของหัวใจ……11
2.5 The phonocardiogram……12
2.6 การเกิดของเสียงหัวใจ……12
3 การออกแบบและสร้างวงจรขยายสัญญาณเสียงเต้นของหัวใจ……17
3.1 การวัดผลตอบสนองความถี่ของไมโครโฟนที่ใช้……17
3.2 การยึดไมโครโฟนเพื่อใช้งาน……24
3.3 วงจรขยายเสียงเต้นของหัวใจ……26

สารบาญ (ต่อ)

หน้า

3.4 การจัดสร้างปรับปรุงอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์เพื่อใช้ฟังและเก็บเสียงเต้นของหัวใจ....30

4 การวิเคราะห์และแสดงผลสัญญาณเสียงเต้นของหัวใจ.....34

4.1 การใช้คณิตศาสตร์เพื่อการวิเคราะห์และแยกแต่ละครั้งของการเต้นของห้วใจ.....34

4.2 การทำ segmentation โดยวิธีการคำนวณเชิงคณิตศาสตร์.....35

4.3 โปรแกรมคอมพิวเตอร์ที่ได้พัฒนาขึ้น.....47

4.4 ตัวอย่างการแสดงผลบนหน้าจอคอมพิวเตอร์โดยใช้โปรแกรมที่พัฒนา.....51

4.5 วิเคราะห์ความถูกต้องโดยเปลี่ยนพารามิเตอร์บางตัวเพื่อทดสอบผลการคำนวณ.....57

4.5.1 ใช้ พารามิเตอร์คือ ความกว้างวินโดว์ (T_w)= 0.02 วินาที และ N_R=0.2 วินาที 58

4.5.2 ใช้ พารามิเตอร์คือ ความกว้างวินโดว์ (T_w)= 0.02 วินาที และ N_R =0.46 วินาที 59

4.5.3 ใช้ พารามิเตอร์คือ ความกว้างวินโดว์ (T_w)= 0.02 วินาที และ N_R =1.33 วินาที 59

4.5.4 ใช้ พารามิเตอร์คือ ความกว้างวินโดว์ (T_w)= 0.04 วินาที และ N_R =0.46 วินาที 60

5 สรุปผลการวิจัยและข้อเสนอแนะ.....61

บรรณานุกรม.....63

ภาคผนวก โปรแกรม MATLAB ที่ใช้ในการคำนวณ.....65

ประวัติผู้เขียน.....79

รายการตาราง

ตาราง **หน้า**

2-1 แสดงความถี่ของเสียงชนิดต่าง ๆ ของหัวใจที่ผิดปกติและเสียงปอด.....16

4-1 เปรียบเทียบเมื่อใช้ T_w = 0.02 วินาที และ N_R = 0.2 วินาที.....58

4-2 เปรียบเทียบเมื่อใช้ T_w = 0.02 วินาที และ N_R = 0.46 วินาที.....59

4-3 เปรียบเทียบเมื่อใช้ T_w = 0.02 วินาที และ N_R = 1.33 วินาที.....59

4-4 เปรียบเทียบเมื่อใช้ T_w = 0.04 วินาที และ N_R = 0.46 วินาที.....60

รายการภาพประกอบ

ภาพประกอบ **หน้า**

2-1 ส่วนของหัวใจด้านหน้า ……6

2-2 ส่วนประกอบต่าง ๆ ภายในหัวใจ……7

2-3 ส่วนของลิ้นหัวใจ……8

2-4 เส้นเลือดที่มาเลี้ยงหัวใจ……10

2-5 สรีรวิทยาของหัวใจ……11

2-6 สัญญาณ PCG ที่ปกติ สัญญาณ ECG และ carotic pulse……13

2-7 การเกิดของเสียงหัวใจที่ลำดับต่าง ๆ ของ S_1, S_2 และ S_3……14

2-8 วงจรการทำงานของหัวใจในจังหวะคลายตัวและบีบตัว……15

2-9 ตำแหน่งต่าง ๆ ของหัวใจ……15

3-1 การจัดวางอุปกรณ์เพื่อวัดแหล่งกำเนิดเสียง……18

3-2 ระดับเสียงที่เปล่งออกจากลำโพงเมื่อป้อนวงจรขยายด้วยแรงดันคงที่……19

3-3 การจัดอุปกรณ์เพื่อวัดผลตอบสนองความถี่ของไมโครโฟน……20

3-4 กราฟแสดงการตอบสนองของไมโครโฟนเมื่อให้ระดับเสียงที่ส่งเข้าไมโครโฟนคงที่……20

3-5 กราฟแสดงผลตอบสนองความถี่ช่องเสียบไมโครโฟนของซาวด์การ์ดเมื่อใช้อัตราการชักตัวอย่างที่ 8,000 Hz ขนาด 16 Bits……21

3-6 กราฟแสดงผลตอบสนองความถี่ช่องเสียบไมโครโฟนของซาวด์การ์ดเมื่อใช้อัตราการชักตัวอย่างที่ 11,025 Hz ขนาด 16 Bits……22

3-7 วงจรที่ใช้ในการทดสอบหาความสัมพันธ์ระหว่างกระแสและแรงดันของคอนเดนเซอร์ไมโครโฟน……23

3-8 กราฟที่ใช้ในการทดสอบหาความสัมพันธ์ระหว่างกระแสและแรงดันของคอนเดนเซอร์ไมโครโฟน……23

3-9 คอนเดนเซอร์ไมโครโฟนที่ใช้ และกรวยทำด้วยกาวซิลิโคนที่พัฒนาขึ้น……25

3-10 ก้อนยางทรงสี่เหลี่ยมที่ใช้ในการยึดตัวไมโครโฟน……25

3-11 หัวไมโครโฟนที่ใช้เพื่อทำการดักจับเสียงเทียบกับหัวไมโครโฟนที่เป็นผลิตภัณฑ์จากต่างประเทศ……26

3-12 บล็อกส่วนประกอบต่าง ๆ ที่ใช้……26

3-13 รายละเอียดของวงจรอิเล็กทรอนิกส์ที่ใช้งาน……27

รายการภาพประกอบ (ต่อ)

ภาพประกอบ **หน้า**

3-14 หน้าจอออสซิโลสโคปแสดงสัญญาณที่วัดได้จากเสียงที่เกิดจากการเต้นของหัวใจที่ผ่านการขยายแล้ว…..28

3-15 หน้าจอคอมพิวเตอร์ของสัญญาณเสียงเต้นหัวใจ……..28

3-16 บล็อกไดอะแกรมการทำงานของเครื่องบันทึกและวิเคราะห์เสียงเต้นของหัวใจ……...29

3-17 ภาพถ่ายส่วนวงจรอิเล็กทรอนิกส์ต้นแบบที่ทดลองพัฒนาขึ้น……..……30

3-18 ภาพถ่ายอุปกรณ์ที่ได้พัฒนาขึ้นรุ่นแรก……..……32

3-19 ภาพถ่ายชุดอุปกรณ์ที่พัฒนาขึ้นล่าสุด……..……32

3-20 อุปกรณ์ภายใน……..……33

4-1 เสียงเต้นของหัวใจในโดเมนเวลาก่อนผ่านกระบวนการ……..……..35

4-2 เสียงที่ผ่านการเลือกช่วงเวลาที่ต้องการ..……...……..36

4-3 คุณสมบัติของฟิวเตอร์ความถี่ต่ำที่ใช้……..……36

4-4 เสียงที่ผ่านการฟิวเตอร์แล้ว…….……37

4-5 เสียงที่ผ่านการพลิกกลับ...……...……37

4-6 เสียงเมื่อผ่านฟิวเตอร์เดิมอีกครั้ง……..……..……..……38

4-7 เสียงเมื่อผ่านการนอร์มาไลท์ ……..……..……38

4-8 การคำนวณค่าพลังงานในแต่ละวิธี……..……...39

4-9 ผลการพล็อต $E_s[k]$ ที่คำนวณได้ในแต่ละแบบ……..……..……40

4-10 กราฟแสดงตัวอย่างการหาค่าเฉลี่ยพลังงานของแต่ละวินโดว์โดยความกว้างแต่ละวินโดว์คือ N_w ภาพบนคือลำดับ x[n], ภาพล่างคือ $E_s[k]$ ที่ได้จากการคำนวณโดยที่แต่ละวินโดว์ไม่เหลื่อมกัน…..……41

4-11 กราฟแสดงตัวอย่างการหาค่าเฉลี่ยพลังงานของแต่ละวินโดว์โดยความกว้างแต่ละวินโดว์คือ N_w ภาพบนคือลำดับ x[n], ภาพล่างคือ $E_s[k]$ ที่ได้จากการคำนวณโดยที่แต่ละวินโดว์เหลื่อมกันด้วยเวลา $T_w/2$……..……..42

4-12 การพล็อต $E_p[k]$ จากลำดับ $E_s[k]$ โดยใช้เงื่อนไขตามสมการ (4.15)……43

4-13 กราฟแสดงรายละเอียด t_R , t_{21} , t_{22} ,N_R , N_{21} , N_{22} , S_1, S_2……..……44

4-14 flow chart แสดงขั้นตอนการหาตำแหน่งที่เกิดเสียง S_2……..……45

4-15 เสียงเต้นของหัวใจในโดเมนเวลาก่อนผ่านกระบวนการ……..……51

รายการภาพประกอบ (ต่อ)

ภาพประกอบ **หน้า**

4-16 เสียงที่ผ่านการเลือกช่วงเวลาที่ต้องการ……..……..……..52

4-17 เสียงที่ผ่านการฟิวเตอร์แล้ว……..……...52

4-18 เสียงที่ผ่านการพลิกกลับ……...……53

4-19 เสียงเมื่อผ่านฟิวเตอร์ เดิมอีกครั้ง……..……...……53

4-20 เสียงเมื่อผ่านการนอร์มาไลท์ ……..……..…54

4-21 การคำนวณค่าพลังงานโดยใช้สมการ shannon entropy……54

4-22 การคำนวณค่าพลังงานโดยใช้สมการ absolute value……55

4-23 การคำนวณค่าพลังงานโดยใช้สมการ shannon energy……..55

4-24 การคำนวณค่าพลังงานโดยใช้สมการ energy square……56

4-25 ผลการพล็อต $E_s[k]$ โดยใช้ สมการ average shannon energy…..……56

4.26 การพล็อต $E_p[k]$ จากลำดับ $E_s[k]$ โดยทำการตั้ง thershold ที่ให้เท่ากับค่าเฉลี่ยบวกด้วยหนึ่งค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน……57

4-27 แสดงลักษณะกราฟในรูปแบบ (ก), (ข), (ค) และ (ง)……58

ตัวย่อและสัญลักษณ์

Ω	=	ohm
μA	=	micro amperes
μF	=	micro farad
μV	=	micro volts
A	=	amperes
dB	=	decibels
Hz	=	hertz
kΩ	=	kilo ohm
kHz	=	kilo hertz
mΩ	=	mili ohm
mA	=	milli amperes
s	=	seconds
V	=	volts