

## สารบัญ

บทที่	หน้า
1 บทนำ.....	1
ที่มาและความสำคัญของงานวิจัย.....	1
จุดมุ่งหมายของการวิจัย.....	2
ขอบเขตของการวิจัย.....	2
ขั้นตอนดำเนินการวิจัย.....	3
ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ.....	3
2 หลักการทำงานของหัวใจ.....	4
ลักษณะกายวิภาคของหัวใจ.....	4
คุณสมบัติการทำงานของหัวใจ.....	6
ลักษณะการทำงานเชิงกลของหัวใจ.....	7
วงจรการทำงานของหัวใจ.....	9
คลื่นไฟฟ้าหัวใจ.....	10
เสียงหัวใจ.....	16
3 สัญญาณและระบบ.....	20
ระบบเวลาต่อเนื่อง.....	20
ระบบเวลาเป็นช่วง.....	30
การแปลง DFT.....	38
การแปลง FFT.....	38
การแปลง DFT และ FFT ผกผัน.....	45
CORRELATION OF DISCRETE TIME SIGNAL.....	46

## สารบัญ(ต่อ)

บทที่	หน้า
4 การตรวจสอบความผิดปกติในการทำงานของหัวใจเบื้องต้น โดยอาศัยคลื่นไฟฟ้าหัวใจและคลื่นเสียงเชิงกลจากการทำงานของหัวใจ.....	54
การตรวจความผิดปกติการทำงานของหัวใจโดยอาศัยคลื่นไฟฟ้าหัวใจ.....	54
การตรวจความผิดปกติการทำงานของหัวใจโดยอาศัยคลื่นเสียงหัวใจ.....	63
การตรวจสอบความผิดปกติในการทำงานของหัวใจเบื้องต้น โดยอาศัยคลื่นไฟฟ้าหัวใจและคลื่นเสียงเชิงกลจากการทำงานของหัวใจ.....	64
การออกแบบโปรแกรมให้เป็นการเชื่อมต่อกับผู้ใช้ทางกราฟฟิก.....	62
5 ผลการตรวจสอบความผิดปกติในการทำงานของหัวใจเบื้องต้น โดยอาศัยคลื่นไฟฟ้าหัวใจและคลื่นเสียงเชิงกลจากการทำงานของหัวใจ.....	78
ผลการลดสัญญาณรบกวนด้วยการแปลงเวฟเลต.....	78
ผลการนอร์มอลไลส์ทางขนาด.....	81
ผลการวิเคราะห์ Fast Fourier Transform .....	82
ผลการวิเคราะห์หาผลตอบสนองความถี่ของระบบ.....	83
ผลการวิเคราะห์หาผลตอบสนองอิมพัลส์ของระบบ .....	84
ผลการตรวจสอบความผิดปกติในการทำงานของหัวใจเบื้องต้น.....	85
6 สรุปและวิเคราะห์ผลการวิจัย.....	88
บรรณานุกรม.....	90

## สารบัญ(ต่อ)

บทที่	หน้า
ภาคผนวก.....	91
ภาคผนวก ก โปรแกรม MATLAB สำหรับการตรวจสอบความผิดปกติ ในการทำงานของหัวใจเบื้องต้น.....	92
ภาคผนวก ข การประชุมวิชาการทางวิศวกรรมไฟฟ้าครั้งที่ 27.....	110
ประวัติผู้วิจัย.....	115

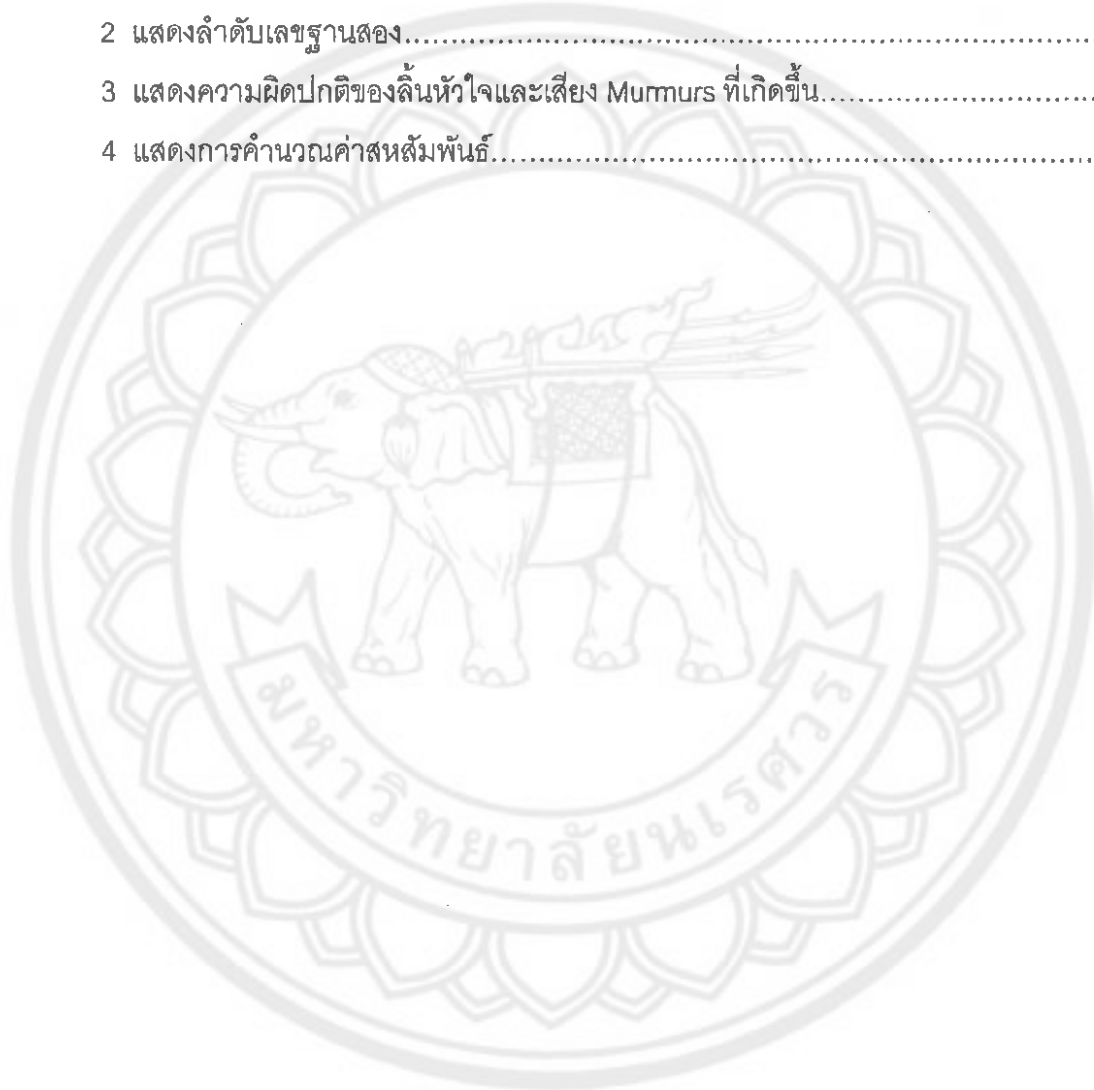


## บัญชีตาราง

ตาราง

หน้า

1 แสดงความผิดปกติของลิ้นหัวใจและเสียง Murmurs ที่เกิดขึ้น.....	19
2 แสดงลำดับเลขฐานสอง.....	44
3 แสดงความผิดปกติของลิ้นหัวใจและเสียง Murmurs ที่เกิดขึ้น.....	64
4 แสดงการคำนวณค่าสหสัมพันธ์.....	86



## บัญชีภาพ

ภาพ	หน้า
1 บล็อกไดอะแกรมแสดงระบบ.....	2
2 แสดงลักษณะของหลอดเลือดหัวใจ.....	5
3 แสดงลักษณะของลิ้นหัวใจ.....	6
4 แสดงระบบสีของหัวใจ.....	7
5 แสดงลักษณะการทำงานของเชิงกลของหัวใจ.....	8
6 แสดงวัฏจักรการทำงานของหัวใจ.....	10
7 แสดงระบบสีทำให้เกิดคลื่นไฟฟ้าหัวใจ.....	12
8 แสดงรายละเอียดของคลื่นไฟฟ้าหัวใจที่เป็นปกติ.....	12
9 Bipolar recording.....	14
10 Unipolar limb lead.....	15
11 unipolar chest lead.....	15
12 Einthoven's triangle.....	16
13 Einthoven hexaxial system.....	16
14 ตำแหน่งที่สามารถฟังเสียงหัวใจต่างๆ ได้ชัดเจน.....	17
15 แสดงลักษณะของสัญญาณเสียงหัวใจ.....	17
16 Phonocardiogram ของหัวใจปกติ และผิดปกติ.....	19
17 ความสัมพันธ์ระหว่าง $y(t)$ และ $x(t)$ โดยผ่าน $H$ .....	21
18 แสดงฟังก์ชันอิมพัลส์ $A\delta(t-t_0)$ .....	25
19 แผนผังแสดงความสัมพันธ์ระหว่างอินพุตและเอาต์พุตของระบบ.....	26
20 บล็อกไดอะแกรมแทนระบบเวลาเป็นช่วง.....	31
21 แผนผังแสดงความสัมพันธ์ระหว่างอินพุตและเอาต์พุตของระบบ.....	33
22 แผนผังแสดงความสัมพันธ์การคอนโวลูชันโดยการใช้ Fourier Transform Theorems...37	
23 ความสัมพันธ์อินพุต และเอาต์พุตในโดเมนเวลาและความถี่ของระบบ.....37	

## บัญชีภาพ(ต่อ)

ภาพ	หน้า
24 การกระจาย DFT 8 จุด เป็น DFT 4 จุด.....	41
25 การกระจาย DFT 8 จุด เป็น DFT 4 จุด หลังจากการใช้คุณสมบัติความสมมาตร.....	42
26 การกระจาย DFT 4 จุด เป็น DFT 2 จุด .....	42
27 แผนภาพรวมของการคำนวณ FFT 8 จุด.....	43
28 บล็อกไดอะแกรม Correlation.....	46
29 แสดงการคำนวณ autocorrelation ของ $x(n) = a^n, 0 < a < 1$ .....	51
30 P wave ที่ปกติจะมีลักษณะกลมเรียบ เกิดจาก depolarization ของ เอเทรียม ขวา และ ซ้าย.....	55
31 P wave ที่มีลักษณะผอมสูงและแหลมกว่าธรรมดา.....	57
32 P wave หัวกลับใน lead I และ P wave หัวตั้งใน aVR .....	57
33 Q wave ที่ปกติใน lead ต่างๆ.....	58
34 Q wave ที่ผิดปกติใน lead II, III, aVF .....	59
35 QRS complex ที่ผิดปกติ มีขนาดใหญ่.....	60
36 T wave ที่ปกติที่ขยายใหญ่.....	61
37 T wave ที่ผิดปกติที่หัวกลับ.....	61
38 U wave ที่ผิดปกติมีขนาดใหญ่.....	62
39 Phonocardiogram ของหัวใจปกติ และผิดปกติ.....	63
40 แสดงการเปรียบเทียบระหว่างคลื่นไฟฟ้าหัวใจที่ปกติ กับคลื่นเสียงหัวใจที่ปกติ และผิดปกติ.....	65
41 บล็อกไดอะแกรมแสดงระบบ.....	66
42 บล็อกไดอะแกรมแสดงขั้นตอนการออกแบบโปรแกรม MATLAB .....	66
43 บล็อกไดอะแกรมแสดงขั้นตอนการกำจัดสัญญาณรบกวนด้วยเวฟเลท.....	67
44 บล็อกไดอะแกรมแสดงขั้นตอนการนอร์มัลไลซ์สัญญาณ.....	68

## บัญชีภาพ (ต่อ)

ภาพ	หน้า
45 บล็อกไดอะแกรมแสดงขั้นตอนการวิเคราะห์ Fast Fourier Transform.....	69
46 บล็อกไดอะแกรมแสดงขั้นตอนการหาค่าผลตอบสนองความถี่ของระบบ.....	70
47 บล็อกไดอะแกรมแสดงขั้นตอนการหาค่าผลตอบสนองอิมพัลส์ของระบบ.....	71
48 บล็อกไดอะแกรมแสดงขั้นตอนการหาค่า สหสัมพันธ์.....	72
49 บล็อกไดอะแกรม graphics object.....	73
50 แสดง Flowchart ขั้นตอนการออกแบบโปรแกรมการเชื่อมต่อกับผู้ใช้ทางกราฟฟิก.....	74
51 แสดงโปรแกรมการตรวจสอบความผิดปกติในการทำงานของหัวใจเบื้องต้น.....	75
52 แสดงเมนูไฟล์.....	75
53 แสดงเมนูคลื่นเสียงหัวใจ.....	76
54 แสดงเมนูคลื่นไฟฟ้าหัวใจ.....	76
55 แสดงเมนูระบบหัวใจ.....	77
56 แสดงเมนูกระบวนการสหสัมพันธ์.....	77
57 แสดงคอนโทรลต่างๆ บนโปรแกรม.....	77
58 สัญญาณคลื่นไฟฟ้าหัวใจก่อนการแปลงเวฟเลต.....	78
59 สัญญาณคลื่นไฟฟ้าหัวใจหลังการแปลงเวฟเลต.....	79
60 สัญญาณคลื่นเสียงหัวใจก่อนการแปลงเวฟเลต.....	79
61 สัญญาณคลื่นเสียงหัวใจหลังการแปลงเวฟเลต.....	80
62 นอร์มอลไลส์ทางขนาดของสัญญาณคลื่นไฟฟ้าหัวใจ.....	81
63 นอร์มอลไลส์ทางขนาดของสัญญาณคลื่นเสียงหัวใจ.....	81
64 Fast Fourier Transform ของสัญญาณคลื่นไฟฟ้าหัวใจ.....	82
65 Fast Fourier Transform ของสัญญาณคลื่นเสียงหัวใจ.....	82
66 FFT ของ $h(n)$ ระบบการทำงานของหัวใจปกติ.....	83
67 FFT ของ $h(n)$ ระบบการทำงานของหัวใจผิดปกติ.....	83

## บัญชีภาพ (ต่อ)

ภาพ	หน้า
68 $h(n)$ ของระบบการทำงานของหัวใจปกติ.....	84
69 $h(n)$ ของระบบการทำงานของหัวใจผิดปกติ.....	84
70 การวิเคราะห์ค่าสหสัมพันธ์ของการทำงานของหัวใจปกติ.....	85
71 การวิเคราะห์ค่าสหสัมพันธ์ของการทำงานของหัวใจผิดปกติ.....	85
72 แสดงแผนภูมิแท่งของการคำนวณค่าสหสัมพันธ์.....	86

