บทที่ 3

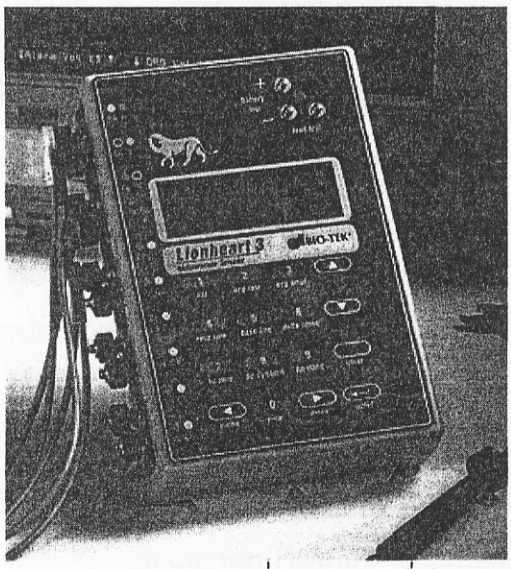
วิธีดำเนินการ

ในบทนี้จะกล่าวถึงวิธีดำเนินการในการทำวิทยานิพนธ์ โดยเริ่มจากแนะนำเครื่องมือและอุปกรณ์ทั้งหมดที่ใช้สำหรับเก็บสัญญาณและวิเคราะห์สัญญาณ จากนั้นจะกล่าวถึงการเก็บข้อมูลสัญญาณคลื่นไฟฟ้าหัวใจและพิจารณาแบ่งออกเป็น 2 กลุ่มได้แก่ กลุ่มสัญญาณคลื่นไฟฟ้าหัวใจกลุ่มตัวอย่างและกลุ่มทดสอบสำหรับใช้กับโครงข่ายประสาทเทียมที่มีการเรียนรู้แบบแพร่กลับต่อไป ต่อมาจึงกล่าวถึงขั้นตอนในการวิเคราะห์ข้อมูลคลื่นไฟฟ้าหัวใจในแต่ละขั้นตอนอย่างละเอียด จากนั้นจึงกล่าวถึงการสอนโครงข่ายประสาทเทียมที่มีการเรียนรู้แบบแพร่กลับ

3.1 เครื่องมือและอุปกรณ์ที่ใช้

เครื่องมือและอุปกรณีที่ใช้ในวิทยานิพนธ์ประกอบด้วย

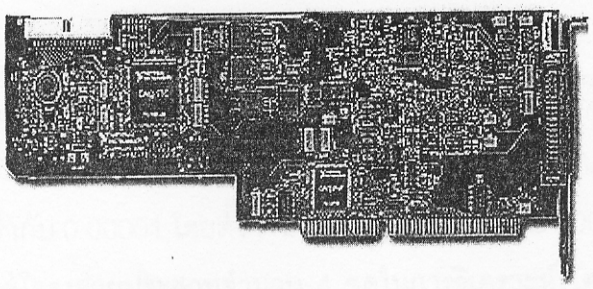
1. เครื่องจำลองคลื่นไฟฟ้าหัวใจยี่ห้อ Bio - Tek รุ่น Lionheart3 Multiparameter Simulator



ภาพประกอบ 3-1 เครื่องจำลองคลื่นไฟฟ้าหัวใจ

2. ไมโครคอมพิวเตอร์รุ่น Pentium II 400 มีหน่วยความจำ 128 MB

3. อุปกรณ์สำหรับรับสัญญาณคลื่นไฟฟ้าหัวใจจากภายนอกเข้าสู่ไมโครคอมพิวเตอร์เป็นการด์สำหรับแปลงสัญญาณอนาลอกเป็นดิจิตอล (A/D Card) ที่มีความละเอียด (Resolution) เท่ากับ 12 บิต ยี่ห้อ National Instrument รุ่น AT-MIO-16E-10



ภาพประกอบ 3-2 การด์สำหรับแปลงสัญญาณอนาล็อกเป็นดิจิตอล

3.2 การเก็บข้อมูลสัญญาณคลื่นไฟฟ้าหัวใจ

การเก็บข้อมูลคลื่นไฟฟ้าหัวใจสำหรับวิทยานิพนธ์นี้ กระทำโดยใช้โปรแกรมบันทึกซึ่งเขียนเขียนขึ้นด้วยโปรแกรม Labview 5.0 เพื่อทำการบันทึกข้อมูลคลื่นไฟฟ้าหัวใจจำนวน 6 ช่องสัญญาณได้แก่ L1, L2, V1, V2, V4, V5 โดยรับสัญญาณผ่านการ์ดสำหรับแปลงสัญญาณอนา - ล็อกเป็นดิจิตอล จากนั้นจึงทำการขยายสัญญาณด้วยอัตราการขยายเท่ากับ 60dB แล้วจึงนำสัญญาณที่ได้มากรองผ่านโปรแกรมกรองความถี่ต่ำผ่านที่มีความถี่คัตออฟเท่ากับ 300 Hz แฟ้มข้อมูลของคลื่นไฟฟ้าหัวใจจะถูกบันทึกในรูปแบบเท็กซ์ (Text File) ค่าความถี่ในการชักตัวอย่าง (Sampling Frequency) ที่ใช้ในการเก็บข้อมูลมีค่าเท่ากับ 12 kHz แต่เนื่องจากต้องทำการเก็บข้อ- มูลถึง 6 ช่องสัญญาณและจะต้องใช้เวลาในการบันทึกข้อมูลจึงทำให้ค่าความถี่ของการชักตัวอย่างในแต่ละช่องสัญญาณลดลงเหลือ 800 Hz ในภาพประกอบตัวอย่างคลื่นไฟฟ้าหัวใจที่จะได้แสดงต่อไปตลอดวิยานิพนธ์นี้ จะแสดงหน่วยในแกนนอน ของข้อมูลคลื่นไฟฟ้าหัวใจเป็นหน่วยของตำแหน่ง (Point) ตลอดทั้งเล่ม ข้อมูลคลื่นไฟฟ้าหัวใจเก็บตัวอย่างจากเครื่องจำลองคลื่นไฟฟ้าหัวใจ Lionheart3 Multiparameter Simulator ข้อมูลที่ได้ทั้งหมดนี้จะถูกนำมาแบ่งออกเป็น ข้อมูลกลุ่มตัวอย่างสำหรับใช้ในการเรียนรู้ของโครงข่ายประสาทจำนวน 220 ชุด และข้อมูลกลุ่มที่ใช้สำหรับทดสอบโครงข่ายประสาทจำนวน 1100 ชุด

3.3 การประยุกต์ใช้โครงข่ายประสาทเทียม

ในวิทยานิพนธ์นี้เลือกใช้โครงข่ายประสาทที่มีการเรียนรู้แบบแพร่กลับ โปรแกรมที่ใช้ถูกเขียนด้วยภาษาซีโดย Yukio Kosugi และพัฒนาเพิ่มเติมโดย พิทักษ์ ทางรัตนสุวรรณ (2540) โดยจะทำการเปรียบเทียบประสิทธิภาพในการวิเคราะห์ข้อมูลของวิธีการ 2 วิธี

วิธีที่1 ใช้โครงข่ายประสาทจำนวน 1 ชุดในการวิเคราะห์คลื่นไฟฟ้าหัวใจทั้ง 11 ชนิด โครงข่ายที่ใช้มี 61 อินพุต ประกอบไปด้วยข้อมูลของค่ากำลังเชิงสเปกตรัม จำนวน 60 อินพุต ประกอบด้วยค่ากำลังเชิงสเปกตรัมจาก 6 ช่องสัญญาณ จำนวนช่องสัญญาณละ 10 อินพุตได้แก่ ค่ากำลังเชิงสเปกตรัมที่ความถี่ 2 Hz, 4 Hz, 6 Hz, 8 Hz, 10 Hz, 12Hz, 14Hz, 16 Hz, 18 Hz และ 20 Hz ส่วนอินพุตอีก 1 อินพุตคืออัตราการเต้นของหัวใจ ในส่วนของชั้นซ่อนมี 1 ชั้นซ่อนประกอบด้วย

เซลล์ประสาท 30 เซลล์ และจำนวนเซลล์ประสาทในชั้นเอาท์พุตเท่ากับ 4 เซลล์ โครงข่ายประสาทมีทรานซ์เฟอร์ฟังก์ชันเป็นแบบ Log – Sigmoid มีอัตราการเรียนรู้เริ่มต้นเท่ากับ 5 และกำหนดให้ค่าความผิดพลาดเท่ากับ 0.00001 โดยตั้งจำนวนรอบสูงสุดไว้เท่ากับ 900000 รอบ

วิธีที่ 2 จะใช้โครงข่ายประสาทจำนวน 4 ชุดในการวิเคราะห์ โดยที่ตัวโปรแกรมจะทำการตรวจสอบจังหวะและอัตราการเต้นก่อนแล้วจึงทำการเลือกว่าจะใช้โครงข่ายประสาทชุดใดในการวิเคราะห์ รายละเอียดสถาปัตยกรรมของโครงข่ายจะต่างกับวิธีแรกตรงที่มี 60 อินพุตของ ค่ากำลังเชิงสเปกตรัม เท่านั้น

โครงข่ายประสาทแต่ละชุดในวิธีที่ 2 มีรายละเอียดดังนี้

ชุดที่ 1 จะวิเคราะห์คลื่นไฟฟ้าหัวใจที่มีอัตราการเต้นต่ำกว่า 100 ครั้งต่อนาที และจังหวะสม่ำเสมอ ชนิดของคลื่นไฟฟ้าหัวใจที่ใช้ในการสอนมีดังนี้

- Normal
- 2nd Degree AV Block
- 3rd Degree AV Block
- Right Bundle Brach Block
- Left Bundle Brach Block

ชุดที่ 2 จะวิเคราะห์คลื่นไฟฟ้าหัวใจที่มีอัตราการเต้นต่ำกว่า 100 ครั้งต่อนาที และจังหวะไม่สม่ำเสมอ ชนิดของคลื่นไฟฟ้าหัวใจที่ใช้ในการสอนมีดังนี้

- Normal
- Atrial Fibrillation
- Atrial Flutter
- Premature Ventricular Contraction
- 2nd Degree AV Block

ชุดที่ 3 จะวิเคราะห์คลื่นไฟฟ้าหัวใจที่มีอัตราการเต้นสูงกว่า 100 ครั้งต่อนาที และจังหวะสม่ำเสมอ ชนิดของคลื่นไฟฟ้าหัวใจที่ใช้ในการสอนมีดังนี้

- Atrial Tachycardia
- Supraventicular Tachycardia
- Ventricular Tachycardia

ชุดที่ 4 จะวิเคราะห์คลื่นไฟฟ้าหัวใจที่มีอัตราการเต้นสูงกว่า 100 ครั้งต่อนาที และจังหวะไม่สม่ำเสมอ ชนิดของคลื่นไฟฟ้าหัวใจที่ใช้ในการสอนมีดังนี้

- Atrial Fibrillation
- Atrial Flutter

3.3.1 **ค่าเป้าหมายของโครงข่ายประสาทเทียม**

วิธีที่ 1 ทำการวิเคราะห์โดยใช้โครงข่าย 1 ชุดซึ่งสามารถรู้จำคลื่นไฟฟ้าหัวใจได้ 11 ชนิด

ทำการฝึกสอนโครงข่ายประสาทให้สามารถจำคลื่นไฟฟ้าหัวใจได้11ชนิด โดยใช้ค่า ค่ากำลังเชิงสเปกตรัม และอัตราการเต้นเป็นตัวแปร มีค่าเป้าหมายในการฝึกสอนดังนี้

ตาราง 3-1 ค่าเป้าหมายของโครงข่ายประสาทสำหรับวิธีที่ 1

ชนิดของคลื่นไฟฟ้าหัวใจ	ค่าเป้าหมาย			
	เซลล์ที่ 1	เซลล์ที่ 2	เซลล์ที่ 3	เซลล์ที่ 4
Normal	0	0	0	0
Atrial Fibrillation	0	0	0	1
Atrial Flutter	0	0	1	0
Atrial Tachycardia	0	0	1	1
Supraventicular Tachycardia	0	1	0	0
Premature Ventricular Contraction	0	1	0	1
Ventricular Tachycardia	0	1	1	0
2nd Degree AV Block	0	1	1	1
3rd Degree AV Block	1	0	0	0
Right Bundle Brach Block	1	0	0	1
Left Bundle Brach Block	1	0	1	0

วิธีที่ 2 ใช้โครงข่ายประสาทจำนวน 4 ชุดในการวิเคราะห์

ชุดที่ 1 จะวิเคราะห์คลื่นไฟฟ้าหัวใจที่มีอัตราการเต้นต่ำกว่า 100 ครั้งต่อนาที และจังหวะสม่ำเสมอ โดยมีค่าเป้าหมายในการฝึกสอนดังนี้

ตาราง 3-2 ค่าเป้าหมายของโครงข่ายประสาทสำหรับวิธีที่ 2 ชุดที่ 1

ชนิดของคลื่นไฟฟ้าหัวใจ	ค่าเป้าหมาย			
	เซลล์ที่ 1	เซลล์ที่ 2	เซลล์ที่ 3	เซลล์ที่ 4
Normal	0	0	0	0
2nd Degree AV Block	0	1	1	1
3rd Degree AV Block	1	0	0	0
Right Bundle Brach Block	1	1	0	1
Left Bundle Brach Block	0	0	1	0

ชุดที่ 2 จะวิเคราะห์คลื่นไฟฟ้าหัวใจที่มีอัตราการเต้นต่ำกว่า 100 ครั้งต่อนาที และจังหวะไม่สม่ำเสมอ โดยมีค่าเป้าหมายในการฝึกสอนดังนี้

ตาราง 3-3 ค่าเป้าหมายของโครงข่ายประสาทสำหรับวิธีที่ 2 ชุดที่ 2

ชนิดของคลื่นไฟฟ้าหัวใจ	ค่าเป้าหมาย			
	เซลล์ที่1	เซลล์ที่2	เซลล์ที่3	เซลล์ที่4
Normal	0	0	0	0
Atrial Fibrillation	0	1	0	1
Atrial Flutter	1	0	1	0
Premature Ventricular Contraction	1	0	0	1
2nd Degree AV Block	0	1	1	1

ชุดที่ 3 จะวิเคราะห์คลื่นไฟฟ้าหัวใจที่มีอัตราการเต้นสูงกว่า 100 ครั้งต่อนาที และจังหวะสม่ำเสมอโดยมีค่าเป้าหมายในการฝึกสอนดังนี้

ตาราง 3-4 ค่าเป้าหมายของโครงข่ายประสาทสำหรับวิธีที่ 2 ชุดที่ 3

ชนิดของคลื่นไฟฟ้าหัวใจ	ค่าเป้าหมาย			
	เซลล์ที่1	เซลล์ที่2	เซลล์ที่3	เซลล์ที่4
Atrial Tachycardia	0	0	0	1
Supraventicular Tachycardia	0	1	0	0
Ventricular Tachycardia	0	1	1	0

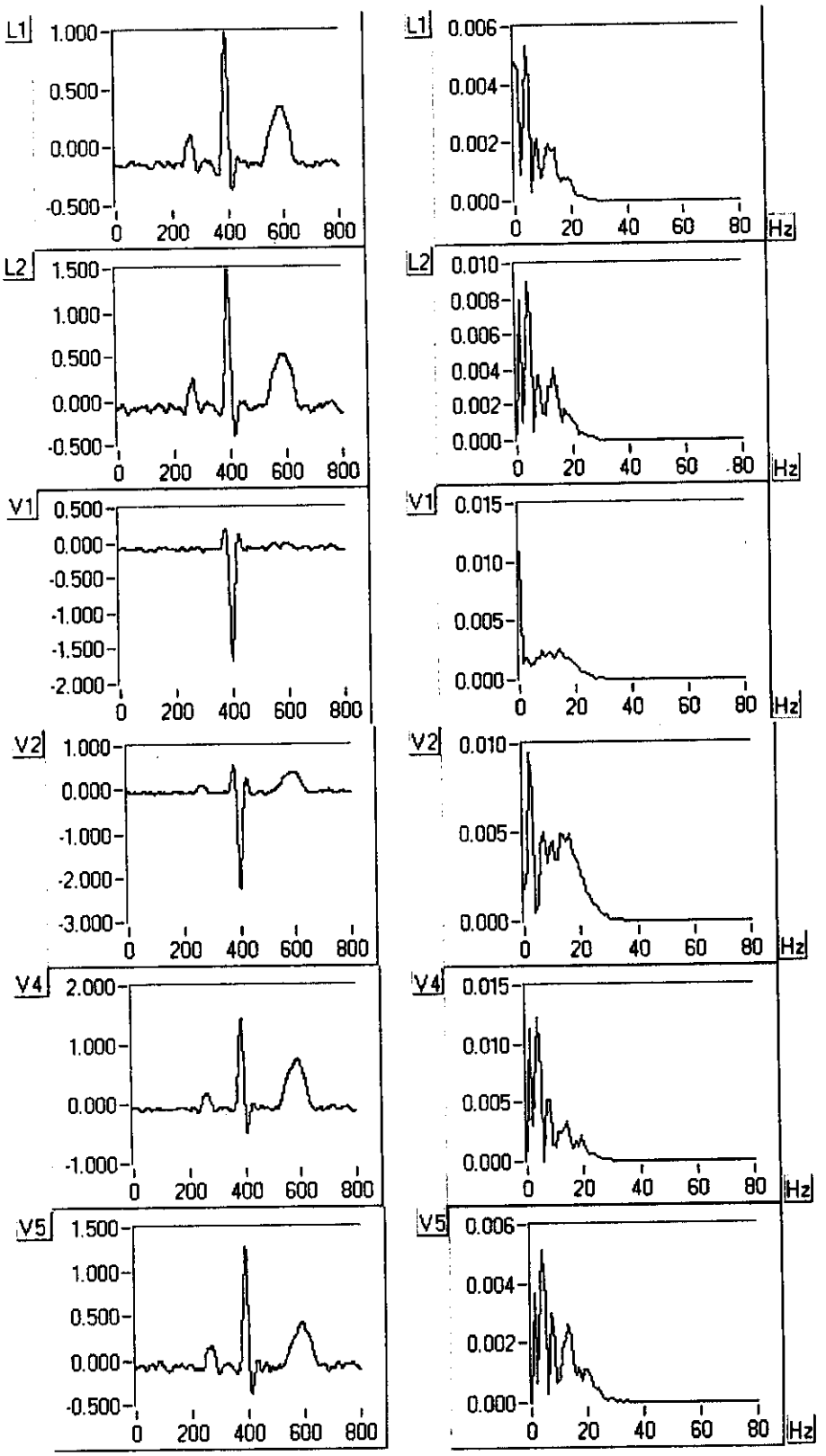
ชุดที่ 4 จะวิเคราะห์คลื่นไฟฟ้าหัวใจที่มีอัตราการเต้นสูงกว่า 100 ครั้งต่อนาที และจังหวะไม่สม่ำเสมอโดยมีค่าเป้าหมายในการฝึกสอนดังนี้

ตาราง 3-5 ค่าเป้าหมายของโครงข่ายประสาทสำหรับวิธีที่ 2 ชุดที่ 4

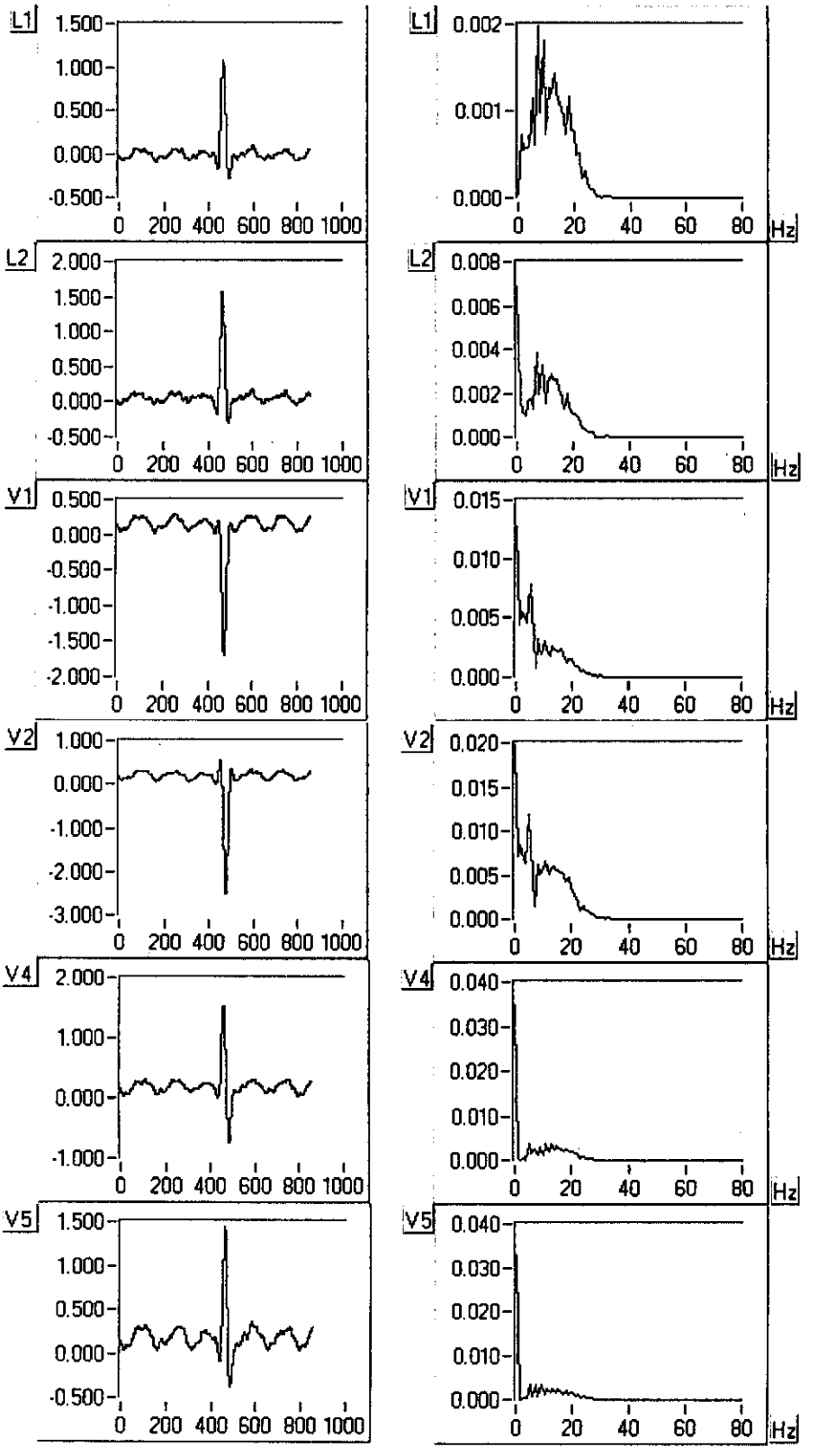
ชนิดของคลื่นไฟฟ้าหัวใจ	ค่าเป้าหมาย			
	เซลล์ที่1	เซลล์ที่2	เซลล์ที่3	เซลล์ที่4
Atrial Flutter	1	0	1	0
Atrial Fibrillation	0	1	0	1

3.3.2 ค่ากำลังเชิงสเปกตรัมที่นำมาวิเคราะห์

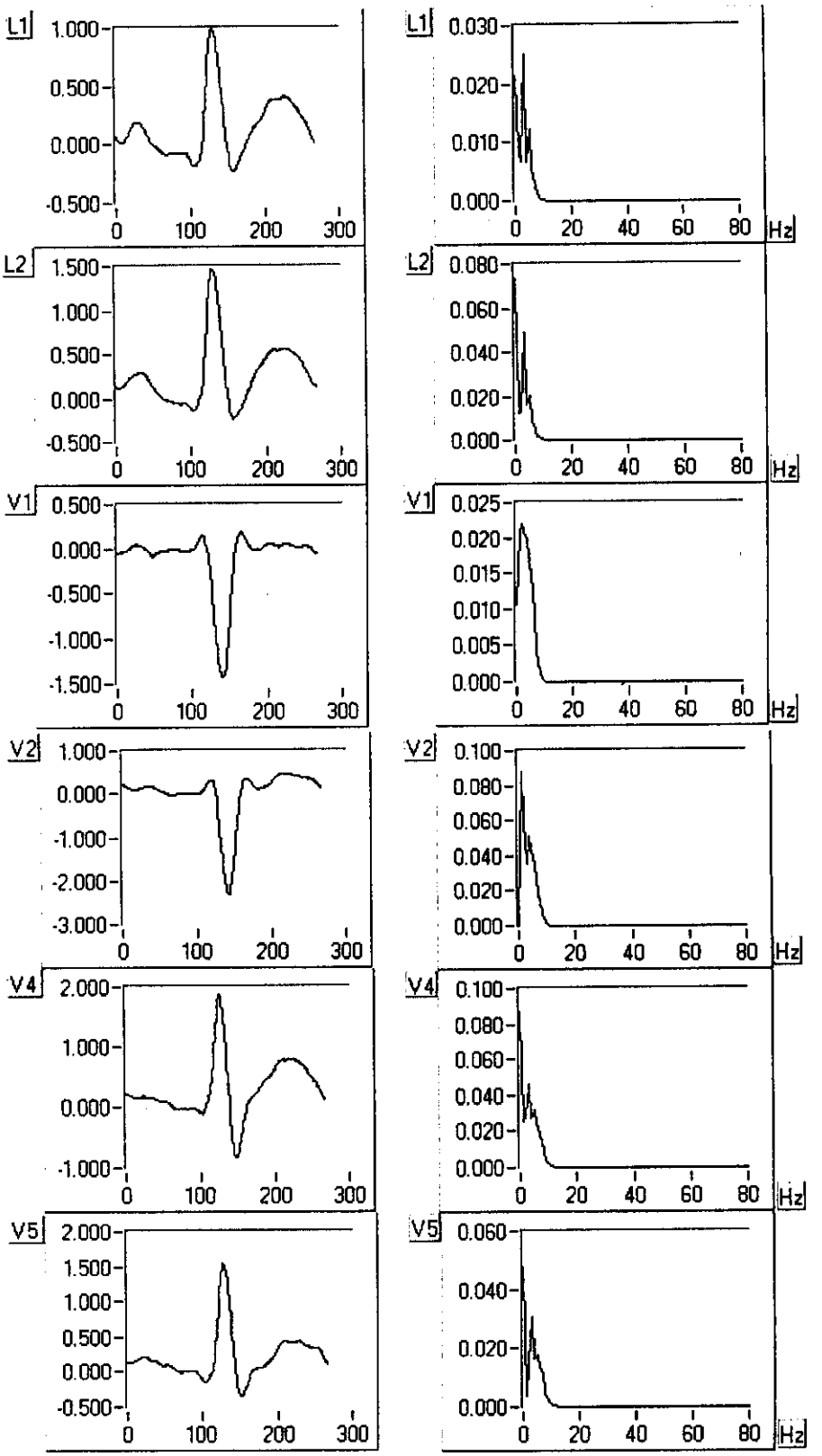
ค่ากำลังเชิงสเปกตรัมของคลื่นไฟฟ้าหัวใจในวิทยานิพนธ์ฉบับนี้ ได้มาจากการหาค่ากำลังเชิงสเปกตรัม ของคลื่นไฟฟ้าหัวใจครั้งละ 1 cycle และจะใช้เฉพาะช่วงความถี่ 2 – 20 Hz มาวิเคราะห์ เพื่อกำจัดสัญญาณรบกวนเช่น สัญญาณ 50 Hzจากสายไฟ, การเคลื่อนของ baseline และ การรบกวนจากสัญญาณกล้ามเนื้อ ไม่ให้สามารถส่งผลกระทบได้เนื่องจากความถี่ที่ใช้งานกับความถี่ของสัญญาณรบกวนไม่ได้อยู่ในย่านเดียวกัน ลักษณะค่ากำลังเชิงสเปกตรัมของคลื่นไฟฟ้าหัวใจแต่ละชนิดแสดงในรูปที่ 3-3 ถึง รูปที่ 3-13 ดังนี้



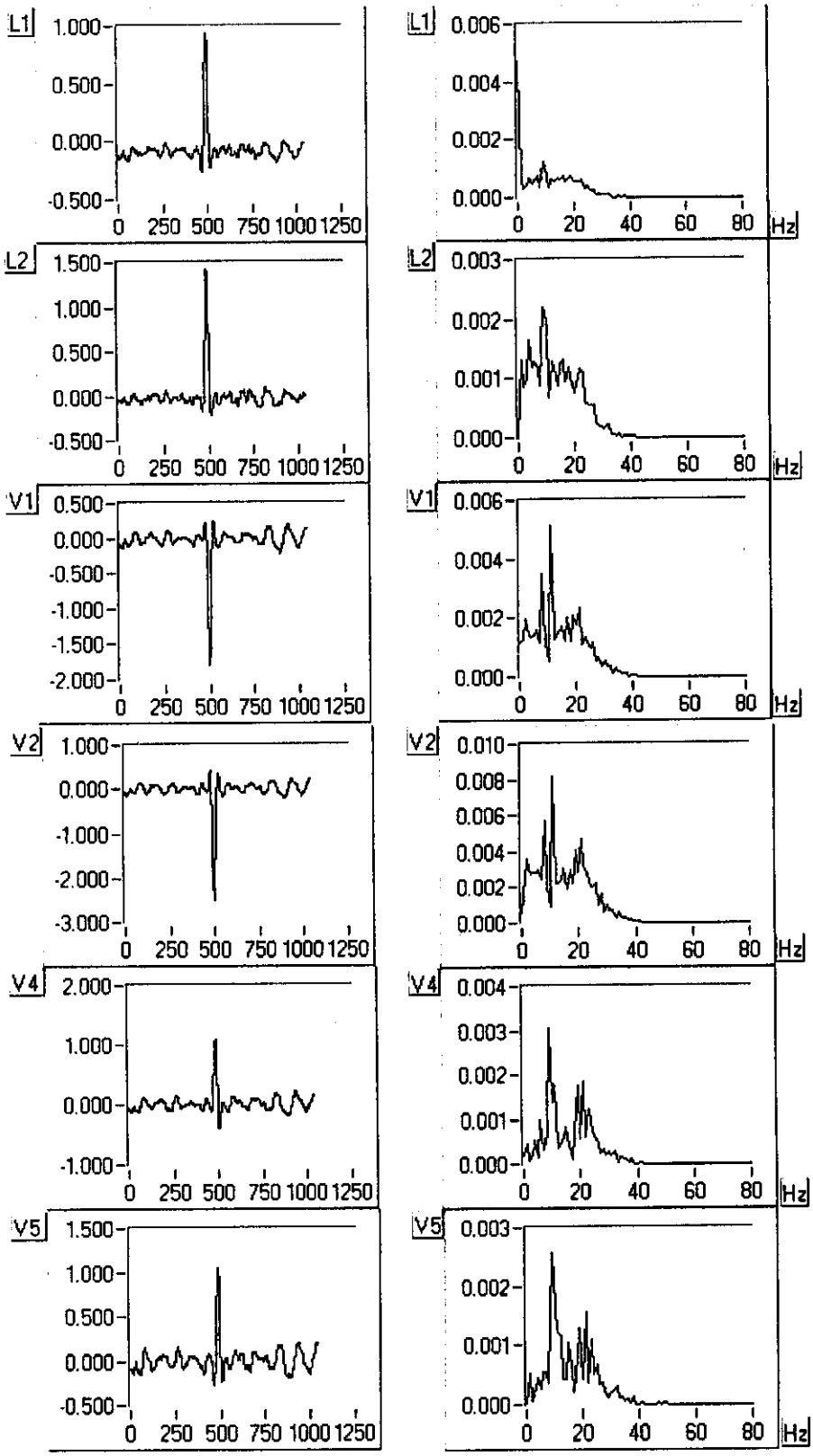
รูปที่ 3-3 รูปคลื่นไฟฟ้าหัวใจ และ สเปกตรัม ชนิดปกติ



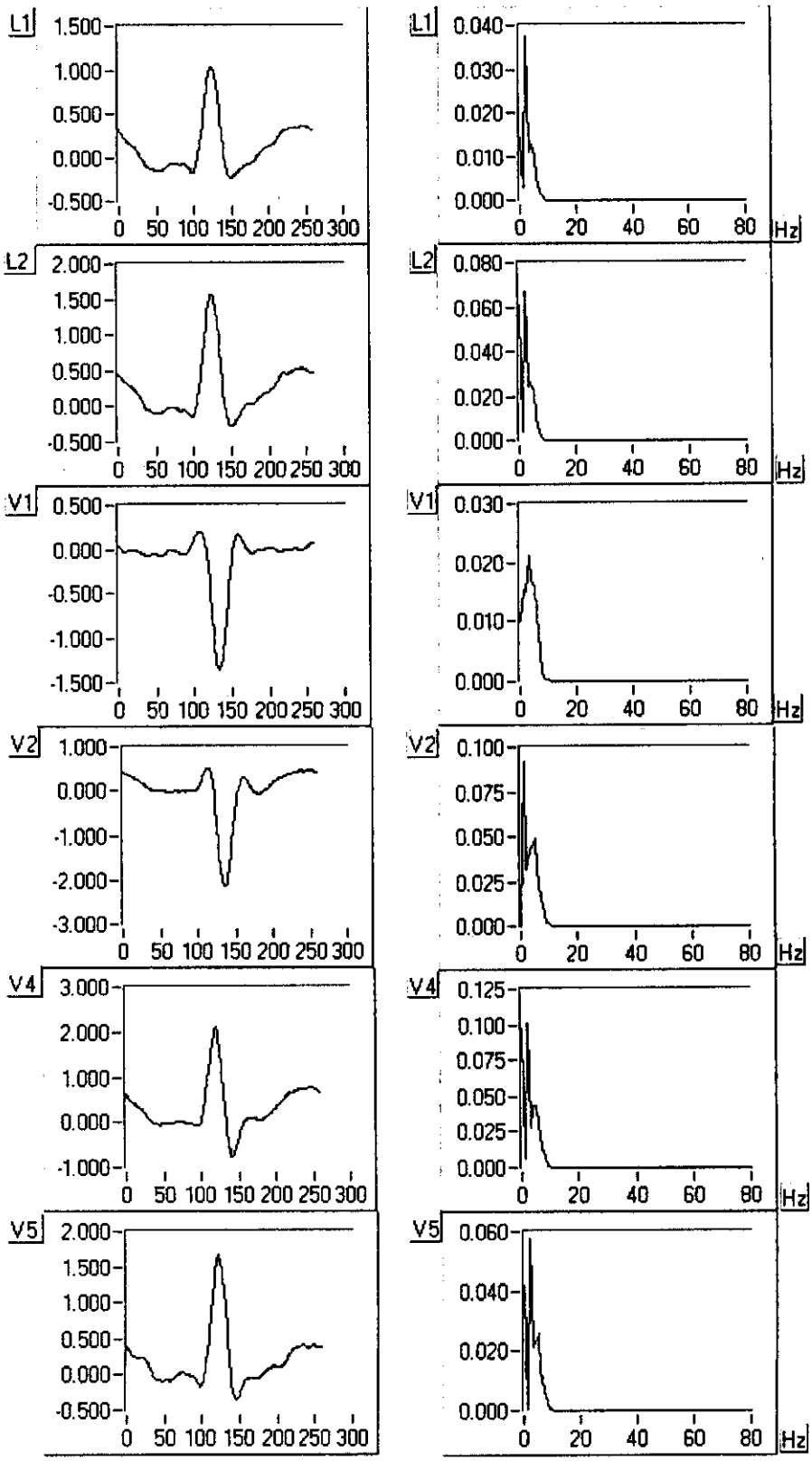
รูปที่ 3-4 รูปคลื่นไฟฟ้าหัวใจ และ สเปกตรัม ชนิด Atrial Flutter



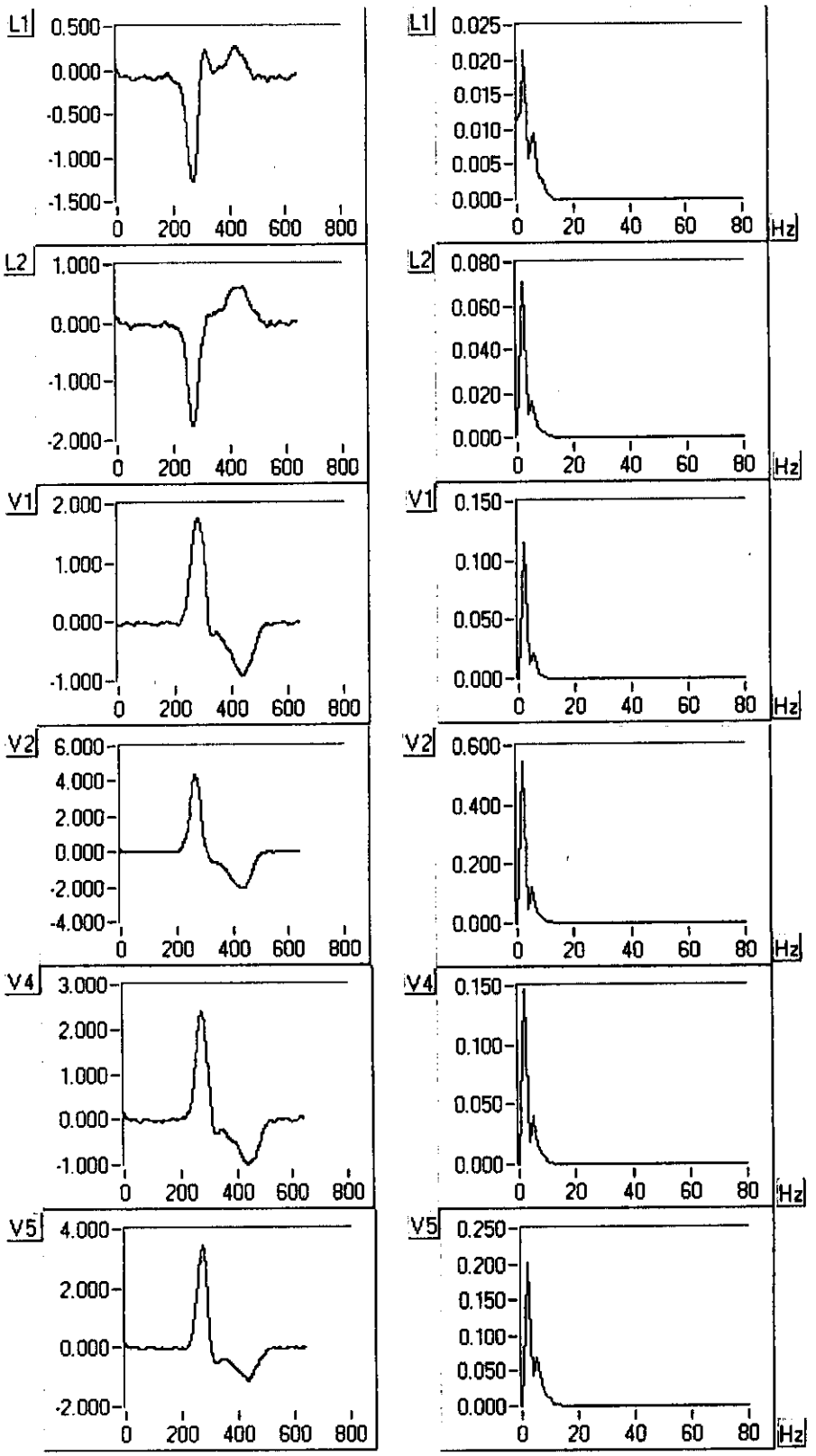
รูปที่ 3-5 รูปคลื่นไฟฟ้าหัวใจ และ สเปกตรัม ชนิด Atrial Tachycardia



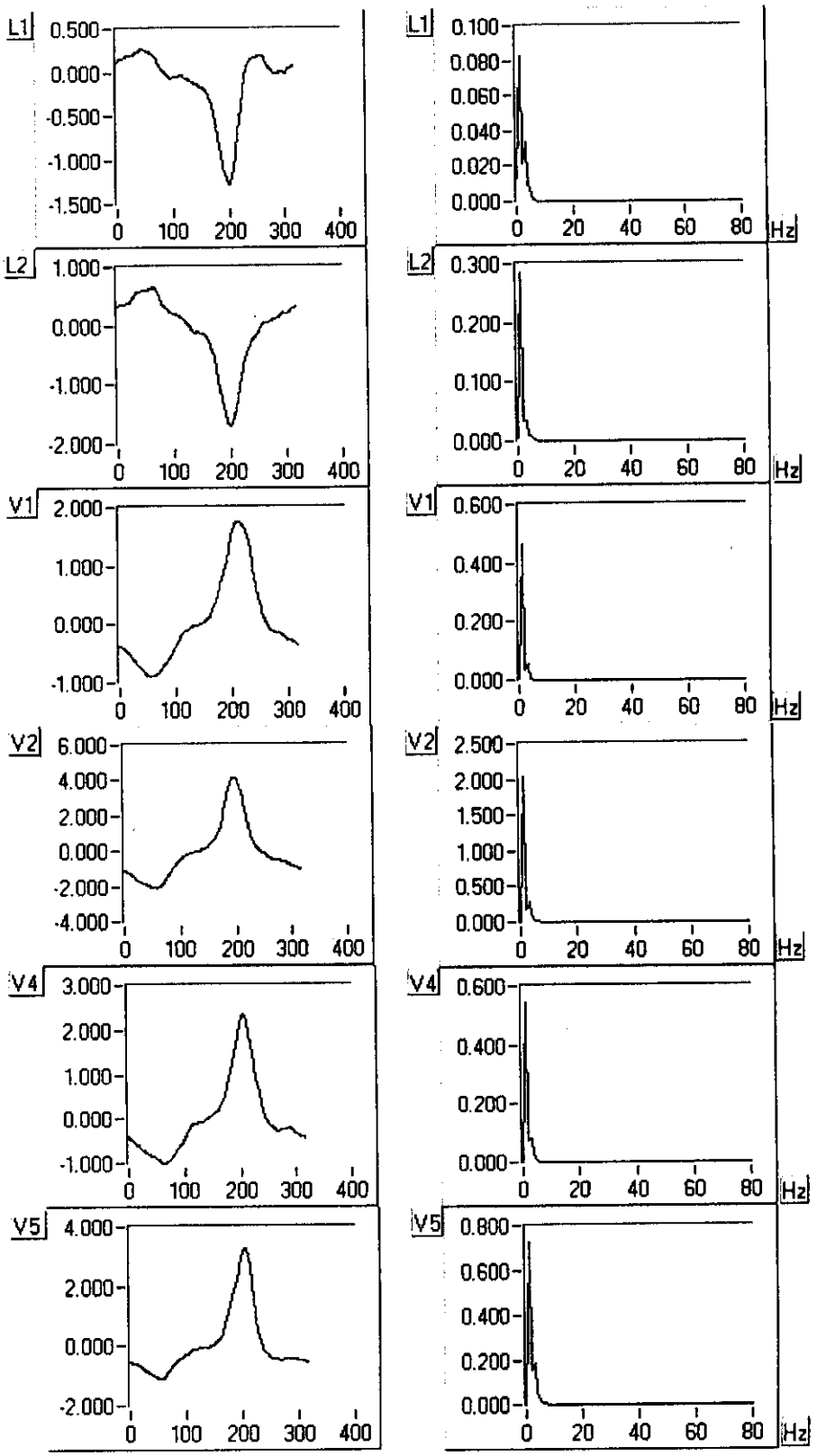
รูปที่ 3-6 รูปคลื่นไฟฟ้าหัวใจ และ สเปกตรัม ชนิด Atrial_Fibrillation



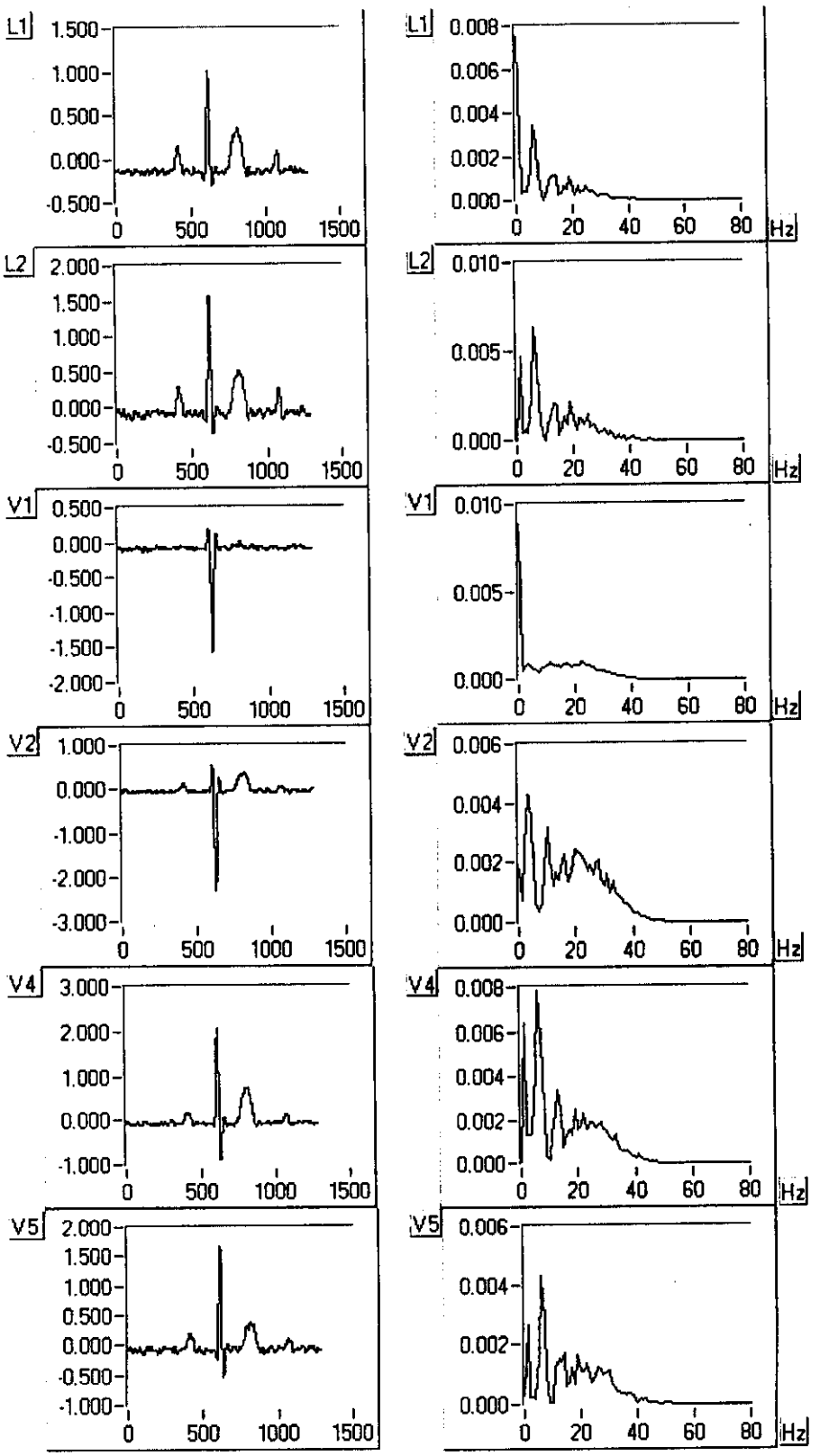
รูปที่ 3-7 รูปคลื่นไฟฟ้าหัวใจ และ สเปกตรัม ชนิด Supraventricular Tachycardia



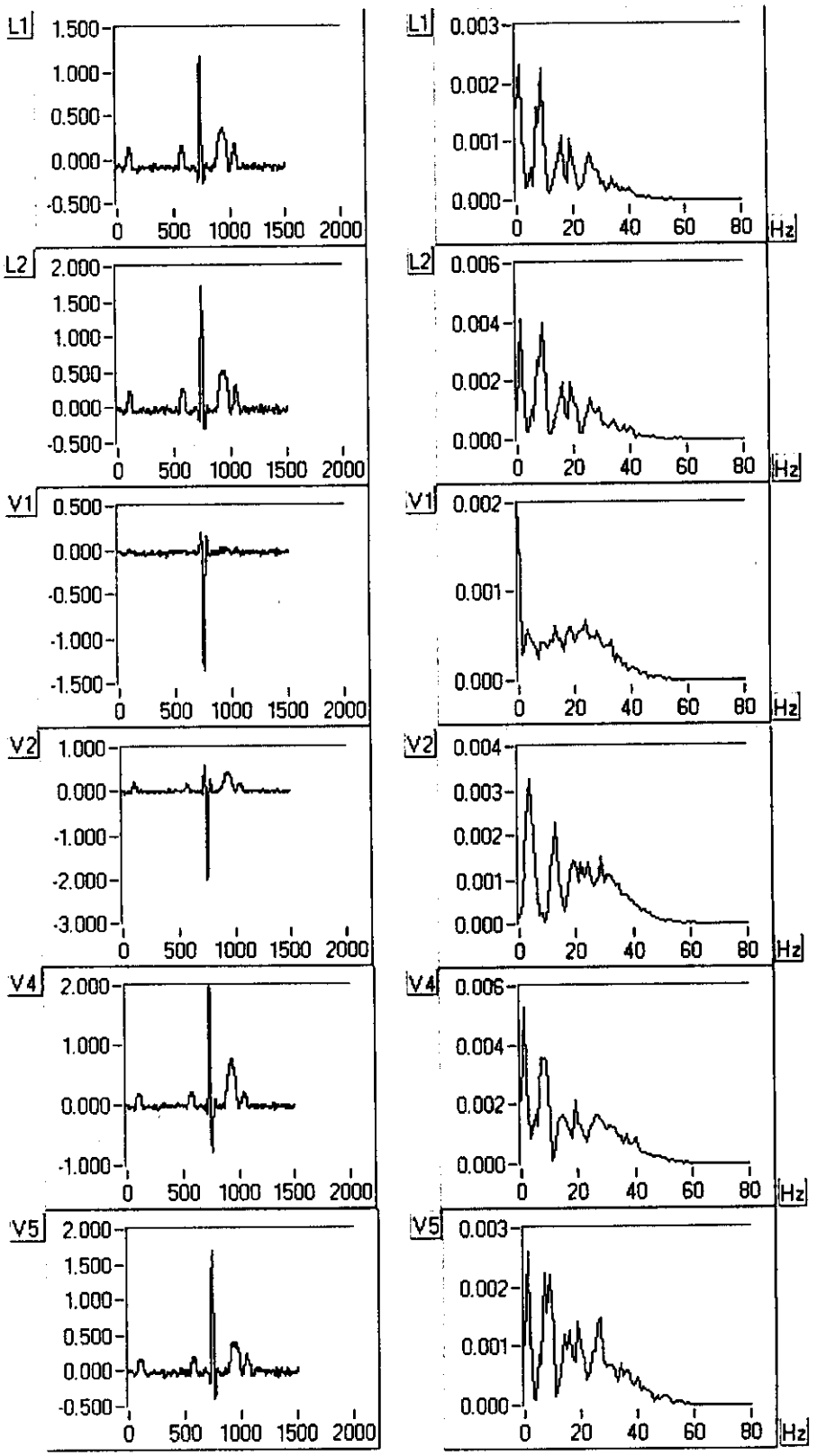
รูปที่ 3-8 รูปคลื่นไฟฟ้าหัวใจ และ สเปกตรัม ชนิด Premature Ventricular Contraction



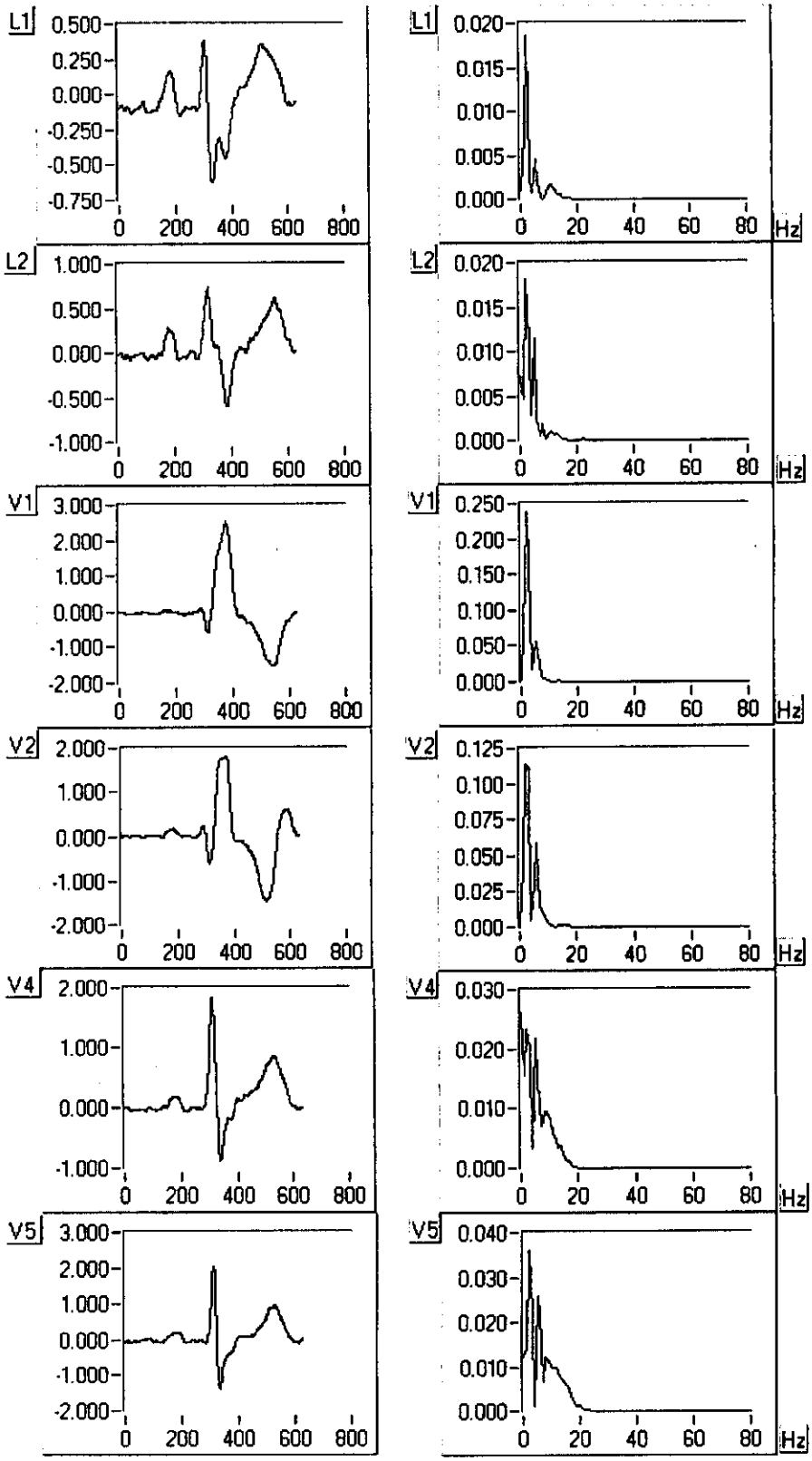
รูปที่ 3-9 รูปคลื่นไฟฟ้าหัวใจ และ สเปกตรัม ชนิด Ventricular Tachycardia



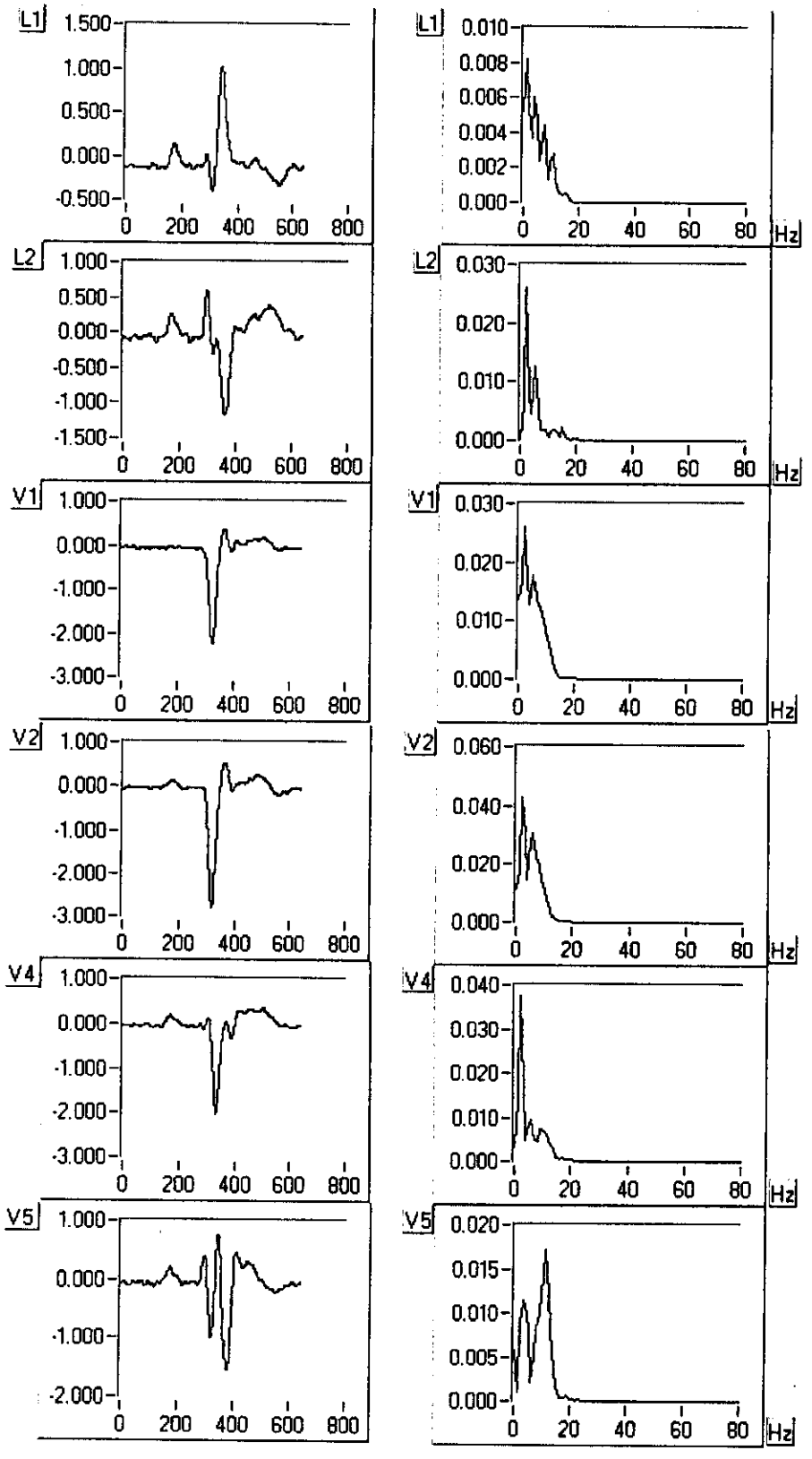
รูปที่ 3-10 รูปคลื่นไฟฟ้าหัวใจ และ สเปกตรัม ชนิด 2nd Degree AV Block



รูปที่ 3-11 รูปคลื่นไฟฟ้าหัวใจ และ สเปกตรัม ชนิด 3rd Degree AV Block



รูปที่ 3-12 รูปคลื่นไฟฟ้าหัวใจ และ สเปกตรัม ชนิด Right Bundle Branch Block (RBBB)



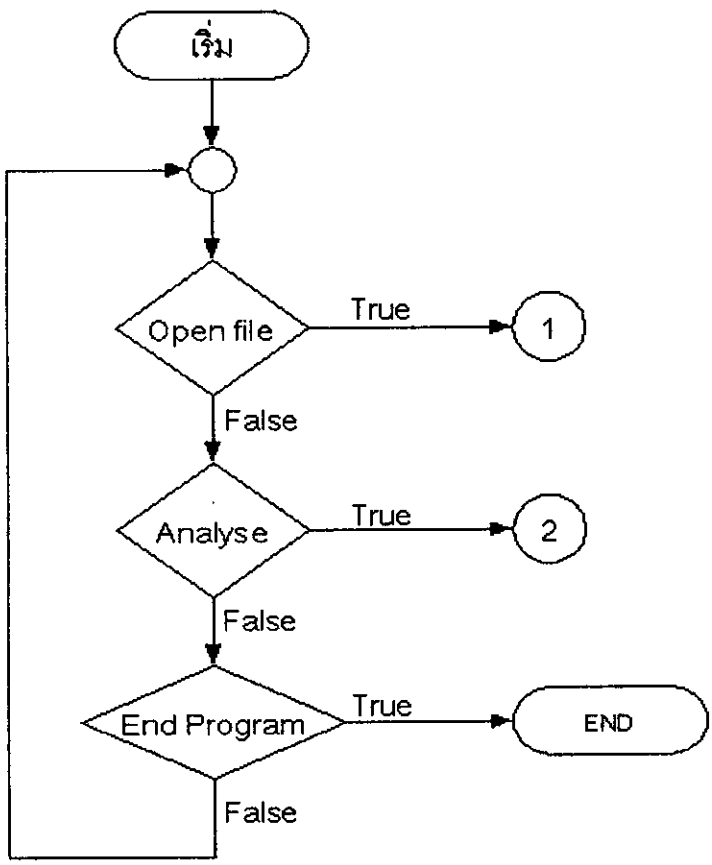
รูปที่ 3-13 รูปคลื่นไฟฟ้าหัวใจ และ สเปกตรัม ชนิด Left Bundle Brach Block (LBBB)

3.4 ขั้นตอนการวิเคราะห์ข้อมูลคลื่นไฟฟ้าหัวใจ

กระบวนการวิเคราะห์ข้อมูลคลื่นไฟฟ้าหัวใจทั้งหมดได้ถูกเขียนขึ้นด้วยโปรแกรม LabView 5.0 โดยมีขั้นตอนการวิเคราะห์ดังนี้

3.4.1 โปรแกรมหลัก

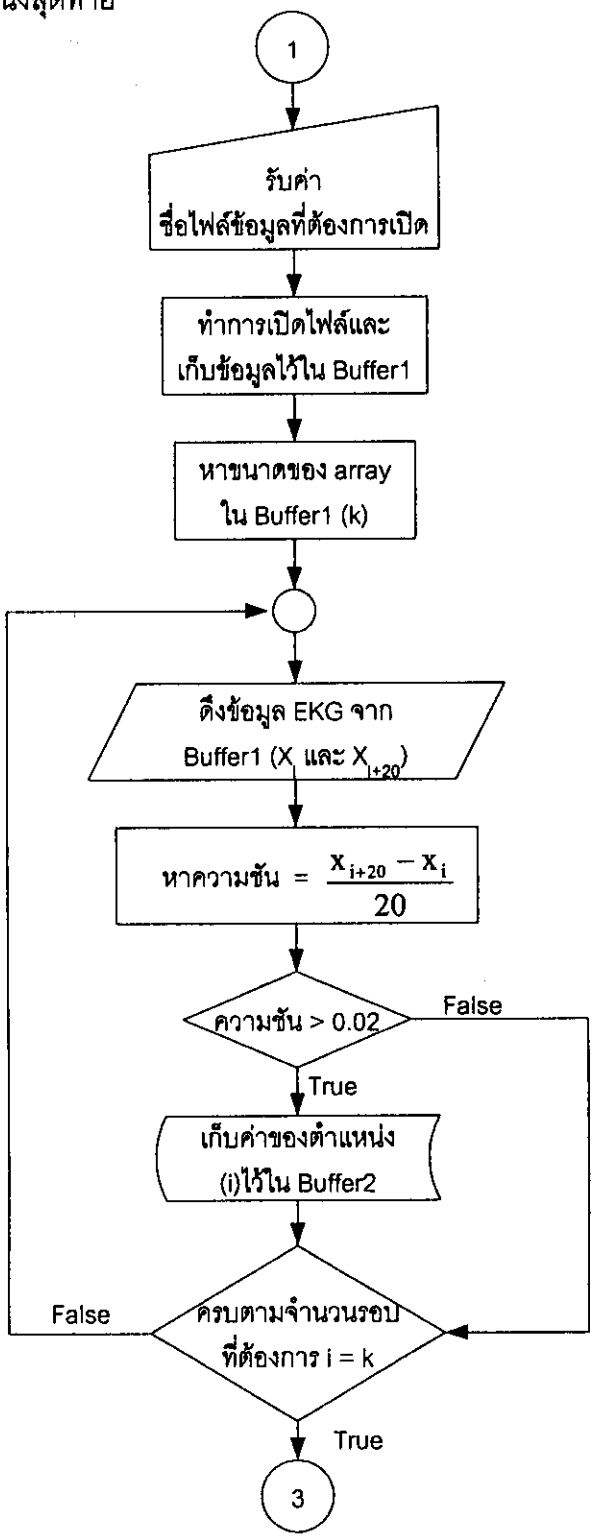
โปรแกรมในส่วนนี้จะทำการตรวจสอบว่าผู้ใช้งานได้มีคำสั่งให้ไปทำงานในส่วนใด



ภาพประกอบ 3-14แสดงขั้นตอนการทำงานของโปรแกรมในส่วนโปรแกรมหลัก

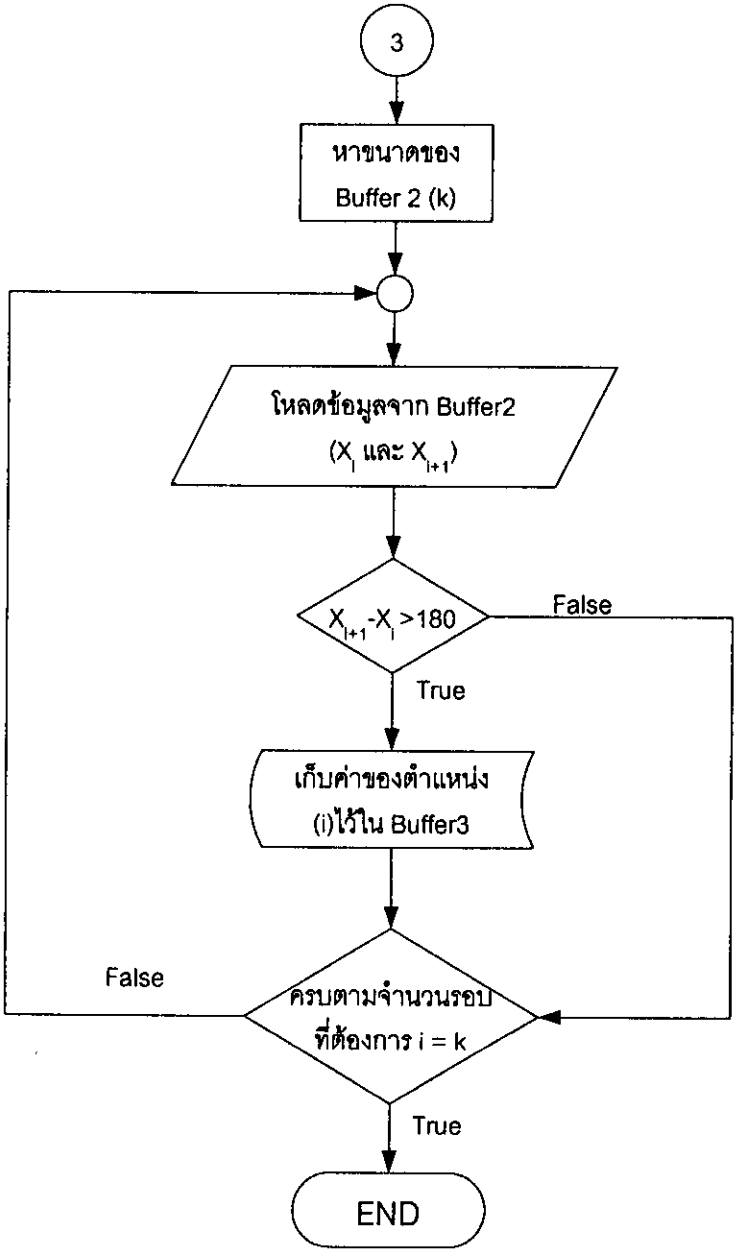
3.4.2 โปรแกรมในส่วนการเปิดFile และหายอดคลื่น

โปรแกรมส่วนนี้จะทำงานเมื่อผู้ใช้มีคำสั่งให้เปิดไฟล์ โดยที่โปรแกรมส่วนนี้จะทำการ เปิดไฟล์และเก็บข้อมูลไว้ใน buffer1 หลังจากนั้นจึงทำการดึงข้อมูลของคลื่นไฟฟ้าหัวใจ lead V2 จาก buffer1 ครั้งละ 20 ตัวอย่างเพื่อนำมาหาความชัน ถ้าความชันมีค่ามากกว่า 0.02 จะทำการเก็บค่าตำแหน่งของข้อมูลนั้นไว้ใน buffer2 หลังจากนั้นจึงทำการเลื่อนตำแหน่งของข้อมูลไปครั้งละ 1 ตำแหน่งจนกว่าจะถึงตำแหน่งสุดท้าย



ภาพประกอบ 3-15 แสดงขั้นตอนการทำงานของโปรแกรมในส่วนของการเปิดแฟ้มข้อมูลและหายอดคลื่น

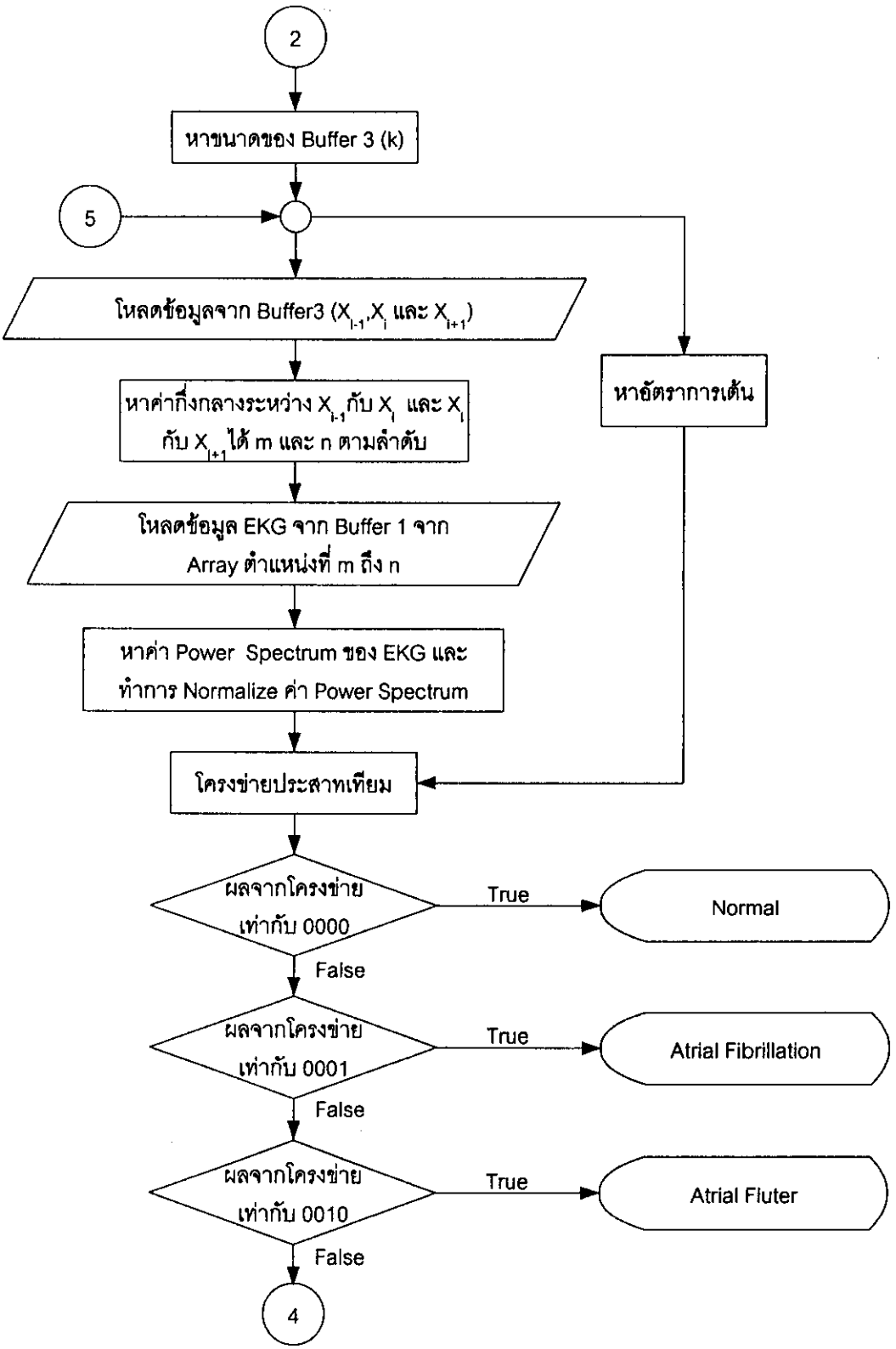
โปรแกรมในส่วนนี้จะทำงานต่อจากส่วนที่หาความชัน โดยการโหลดค่าตำแหน่งที่มีความชันมากกว่า 0.02 จาก buffer2 ครั้งละ 2 ตำแหน่งจากนั้นจึงทำการพิจารณา ถ้าค่าทั้งสองนั้นมีความต่างกันมากกว่า 180 จะทำการเก็บค่าของตำแหน่งใน buffer3 หลังจากนั้นจึงทำการเลื่อนตำแหน่งที่จะพิจารณาไปครั้งละ 1 ตำแหน่งจนกว่าจะถึงตำแหน่งสุดท้ายของ buffer2 ค่า 180 ที่นำมาพิจารณา มาจากค่าช่วงเวลาที่เกิด QRS complex ของคลื่นไฟฟ้าหัวใจส่วนใหญ่จะไม่เกิน 0.225 วินาที ดังนั้นเมื่ออัตราการชักตัวอย่างเท่ากับ 800 Hz จำนวนของตัวอย่างที่เก็บได้ใน 0.225 วินาทีจะเท่ากับ 180 ตัวอย่าง



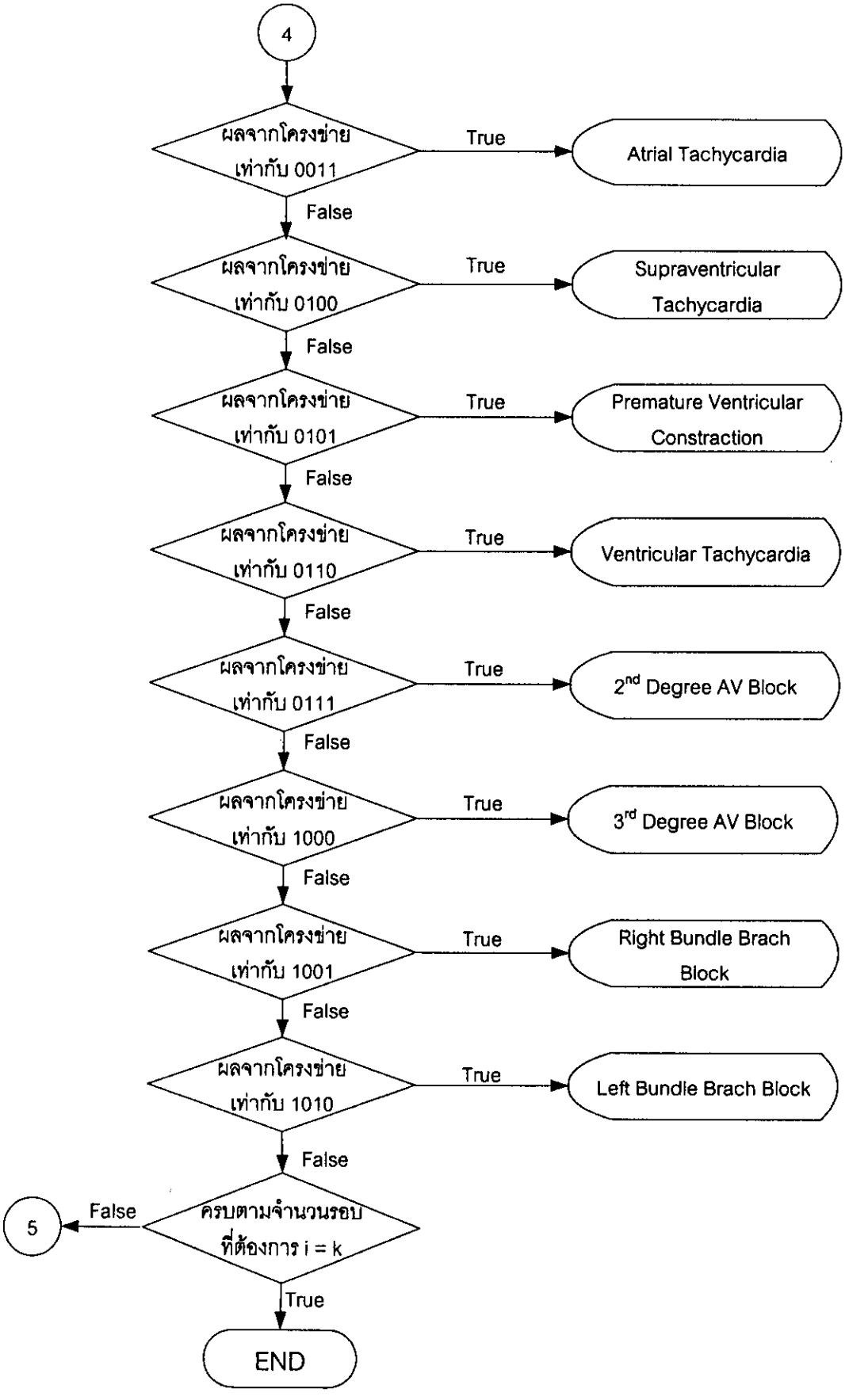
ภาพประกอบ 3-16 แสดงขั้นตอนการทำงานของโปรแกรมในส่วนของการเปิดแฟ้มข้อมูลและหายอดคลื่น (ต่อ)

3.4.3โปรแกรมวิเคราะห์สเปกตรัม และการจำแนกด้วยโครงข่ายประสาทวิธีที่1

โปรแกรมส่วนนี้จะทำงานโดยเริ่มจากทำการดึงข้อมูลคลื่นไฟฟ้าหัวใจจาก buffer1 โดยพิจารณาตำแหน่งที่ใช้ดึงข้อมูลจากตำแหน่งของยอดคลื่นที่เก็บไว้ใน buffer 3 จากนั้นจึงทำการหาค่าสเปกตรัมและอัตราการเต้นเพื่อป้อนให้โครงข่ายต่อไป เมื่อได้ผลลัพธ์จากโครงข่ายจึงทำการพิจารณาต่อไปว่าผลลัพธ์จะเป็นคลื่นไฟฟ้าหัวใจชนิดใด



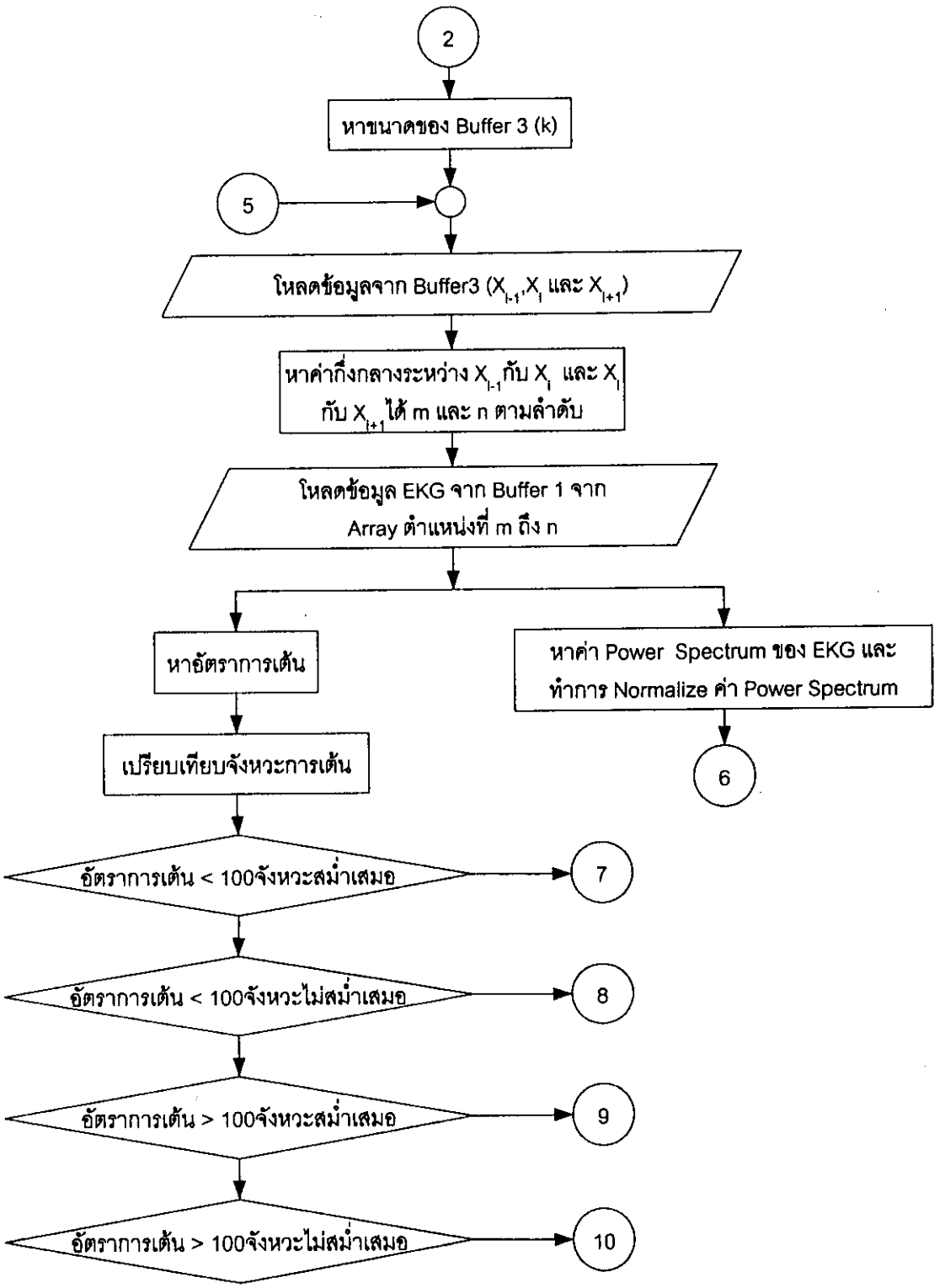
ภาพประกอบ 3-17 แสดงวิธีการทำงานของโปรแกรมในส่วนการวิเคราะห์ข้อมูลโดยใช้วิธีที่ 1



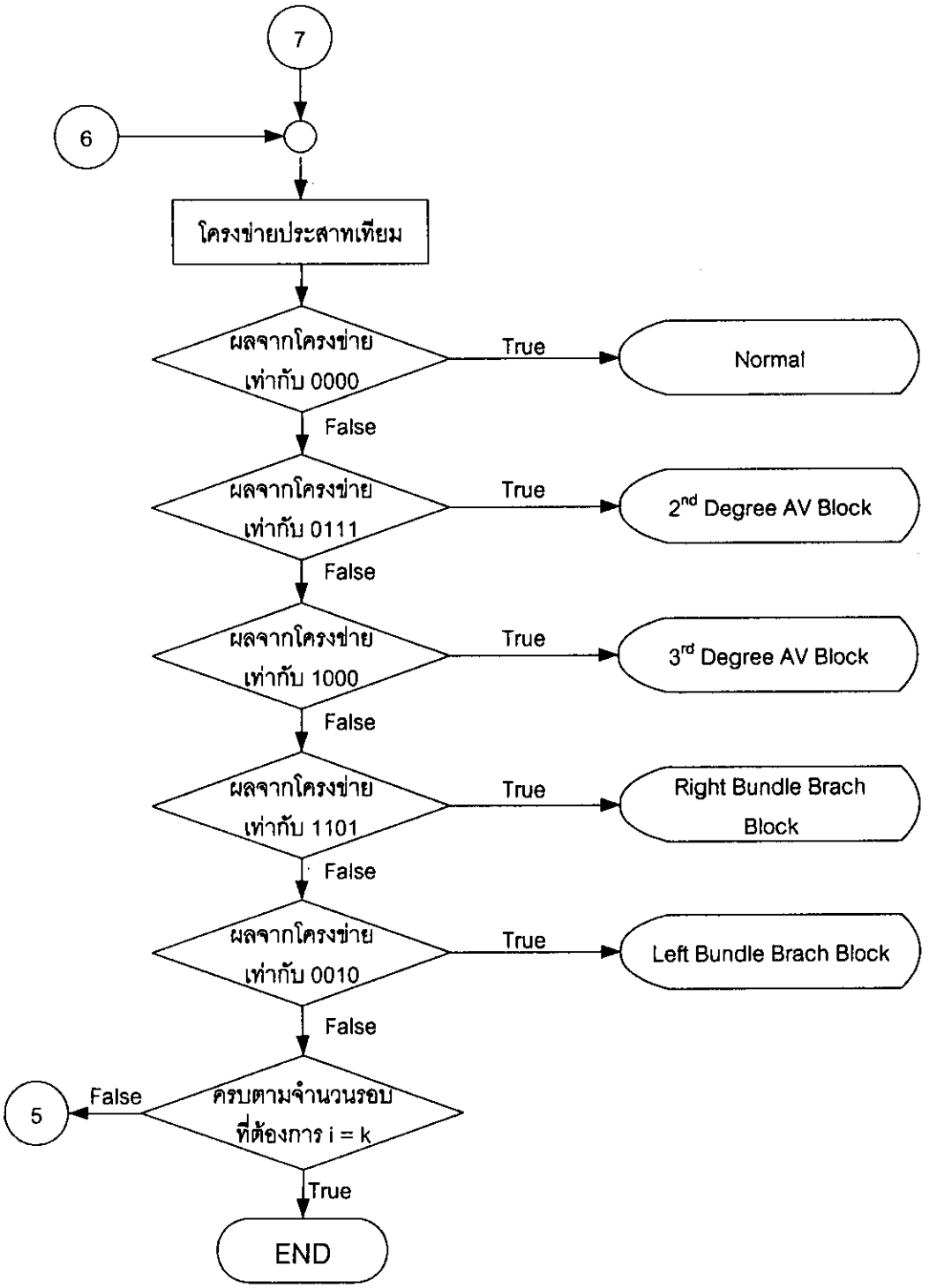
ภาพประกอบ 3-18 แสดงวิธีการทำงานของโปรแกรมในส่วนการวิเคราะห์ข้อมูลโดยใช้วิธีที่ 1(ต่อ)

3.4.4 โปรแกรมวิเคราะห์สเปกตรัม และการจำแนกด้วยโครงข่ายประสาทวิธีที่ 2

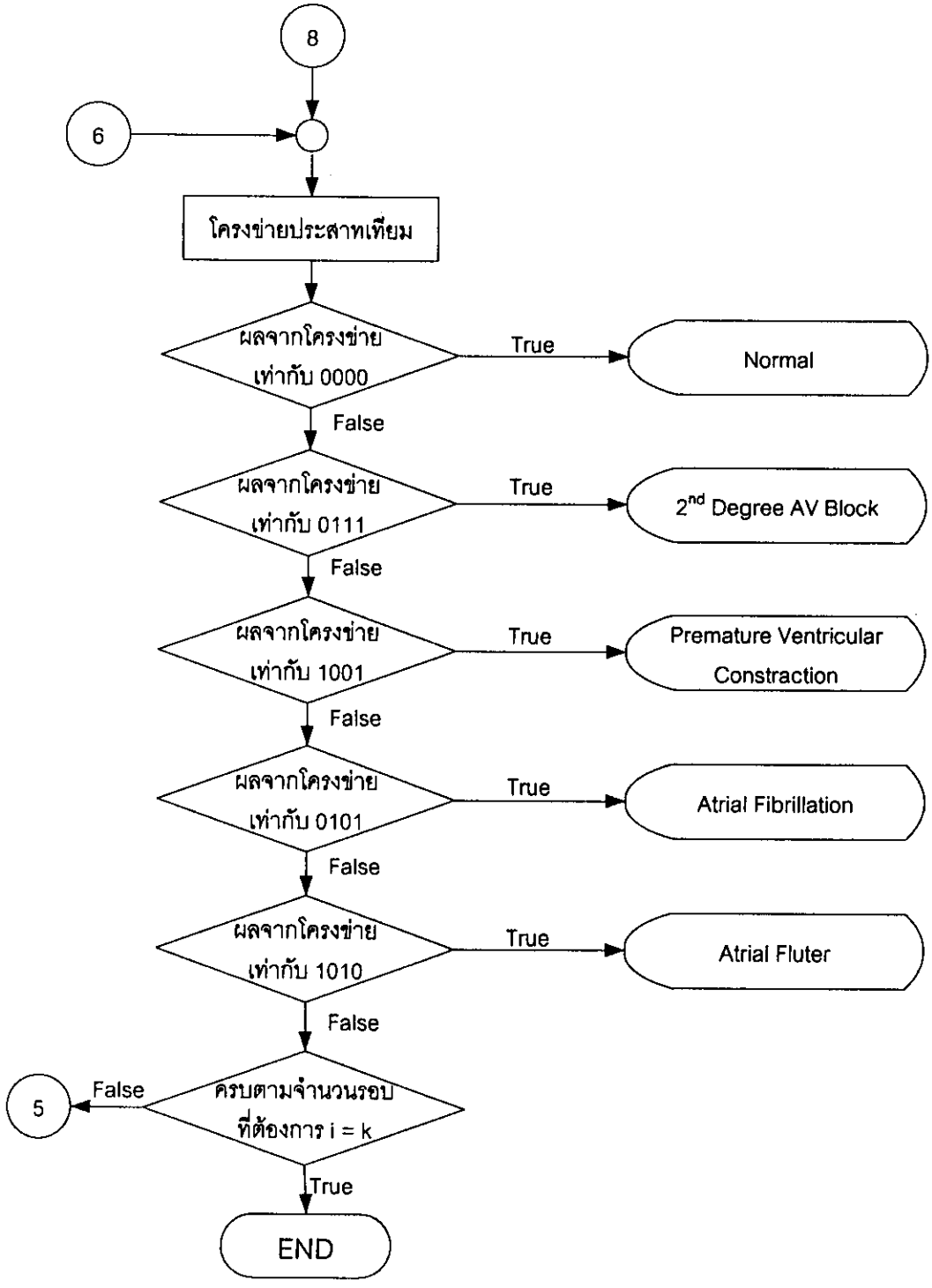
ในภาพประกอบ3-9 และ3-13 เป็นรูปที่แสดงวิธีการทำงานของโปรแกรมโดยใช้โครงข่ายประสาท 4 ชุด ตัวโปรแกรมจะทำการตรวจสอบอัตราการเต้นและจังหวะการเต้นก่อนแล้วจึงตัดสินว่าจะใช้โครงข่ายประสาทชุดใดในการวิเคราะห์คลื่นไฟฟ้าหัวใจ



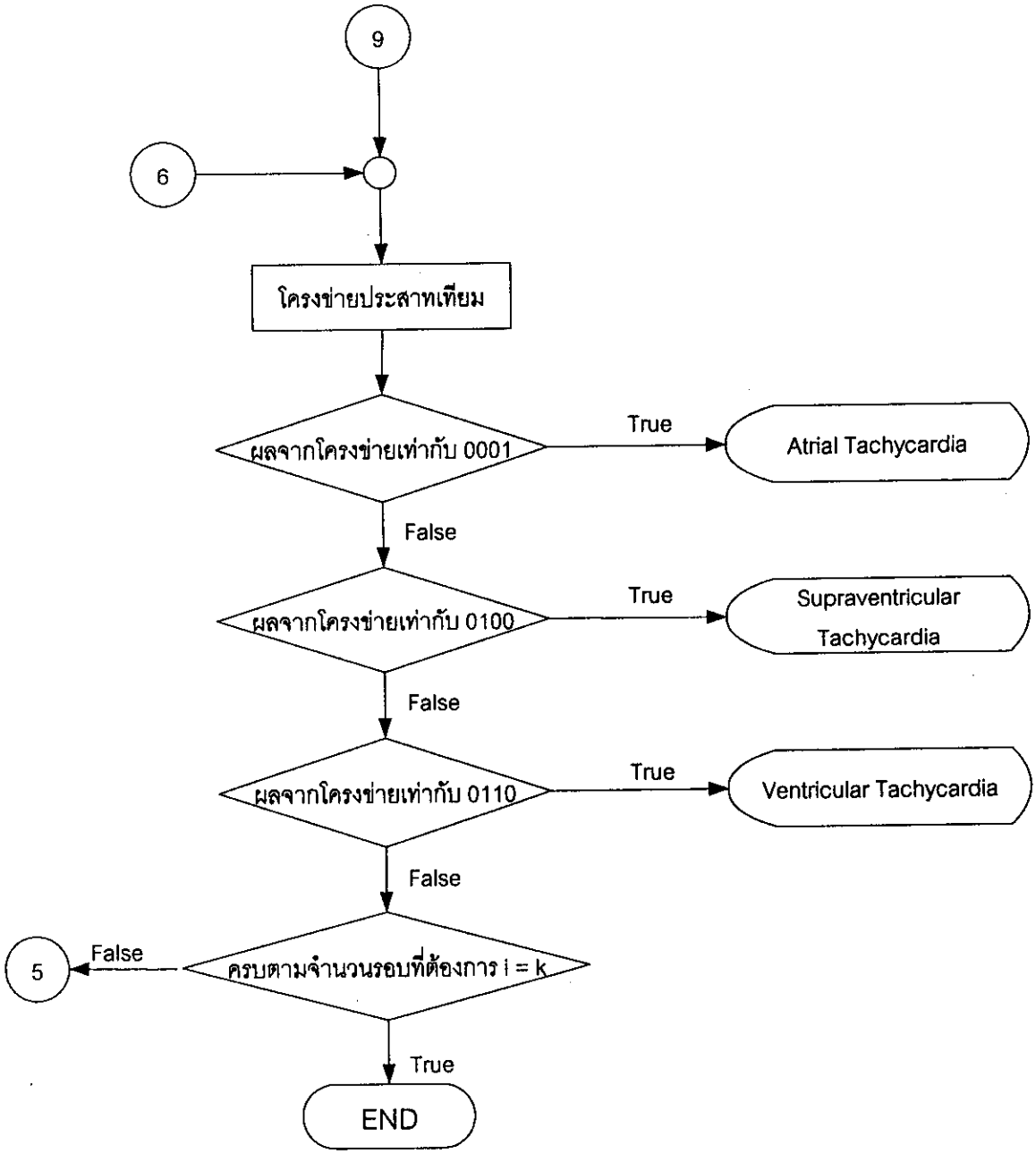
ภาพประกอบ 3-19 แสดงวิธีการทำงานของโปรแกรมในส่วนการวิเคราะห์ข้อมูลโดยใช้วิธีที่ 2



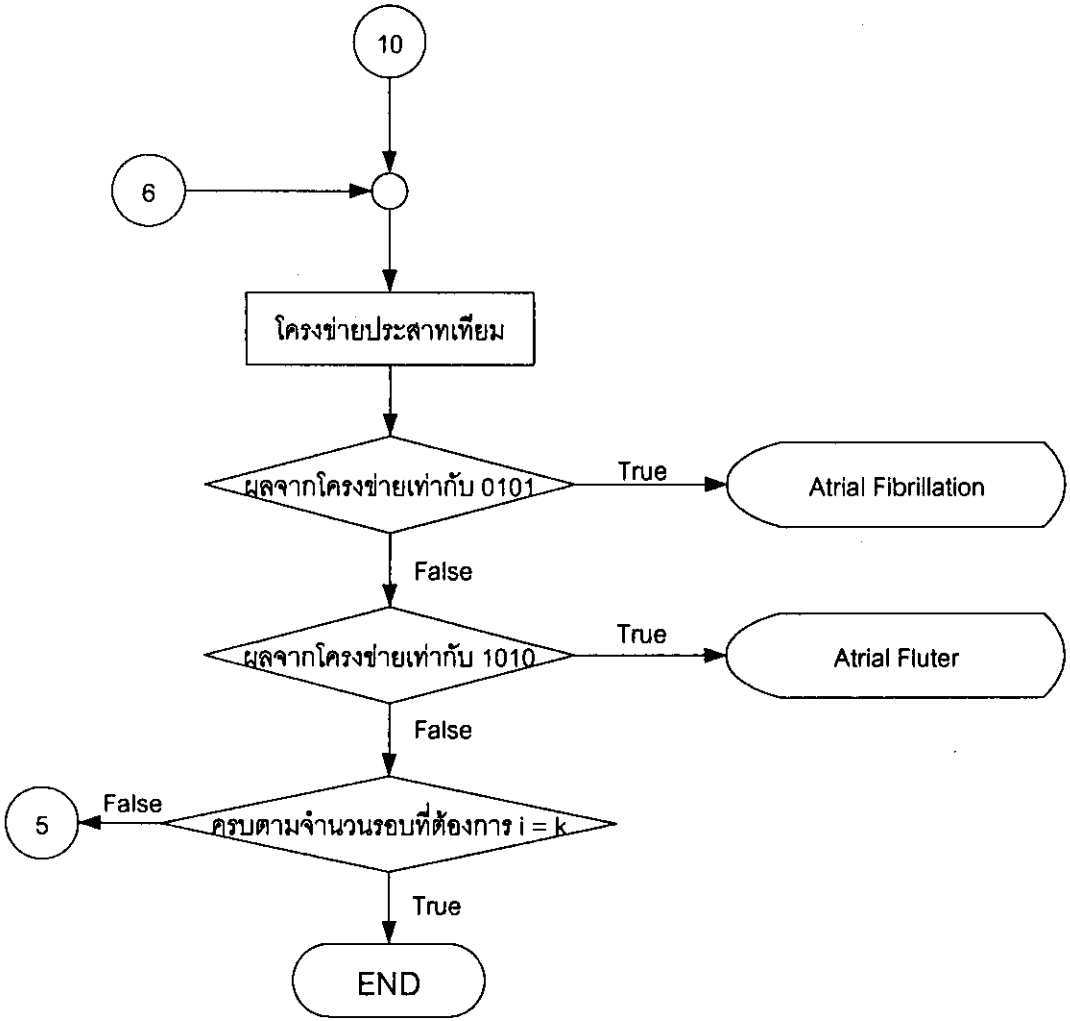
ภาพประกอบ 3-20 แสดงวิธีการทำงานของโปรแกรมในส่วนการวิเคราะห์ข้อมูลโดยใช้วิธีที่ 2 (ต่อ)



ภาพประกอบ 3-21 แสดงวิธีการทำงานของโปรแกรมในส่วนการวิเคราะห์ข้อมูลโดยใช้วิธีที่ 2 (ต่อ)



ภาพประกอบ 3-22 แสดงวิธีการทำงานของโปรแกรมในส่วนการวิเคราะห์ข้อมูลโดยใช้วิธีที่ 2 (ต่อ)



ภาพประกอบ 3-23 แสดงวิธีการทำงานของโปรแกรมในส่วนการวิเคราะห์ข้อมูลโดยใช้วิธีที่ 2 (ต่อ)