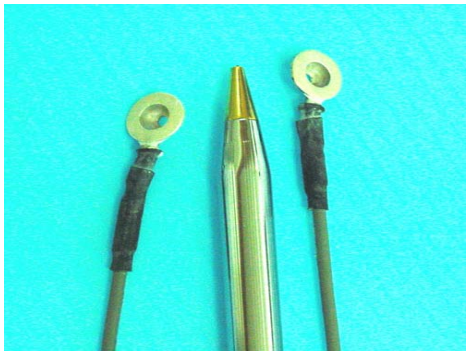
บทที่ 4

วิธีการทดลองและการประมวลผล

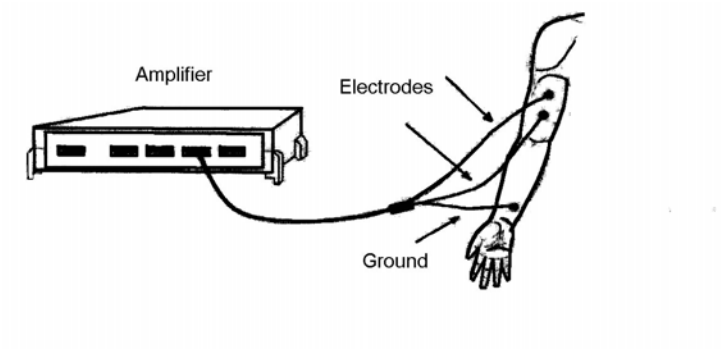
ในบทนี้จะกล่าวถึงขั้นตอนและวิธีการทดลอง ตลอดจนถึงกระบวนการวิเคราะห์ผลซึ่งประกอบด้วยวิธีความถี่มีเดียน, วิธีแรงดันประสิทธิผล และวิธีออโตรีเกรซซีฟ

4.1 การวัดสัญญาณไฟฟ้าจากกล้ามเนื้อ

ในการวัดสัญญาณไฟฟ้าจากกล้ามเนื้อสำหรับงานวิจัยนี้ จะใช้อิเล็กโทรดชนิดที่ใช้ติดกับผิวหนัง (Surface Electrode) จำนวน 2 ชิ้น ดังภาพประกอบ 4-1 ติดบริเวณกล้ามเนื้อ "Biceps Brachii" วางห่างกันประมาณ 5 เซนติเมตร ลักษณะในการติดจะวางตามแนวยาวขนานกับเส้นใยกล้ามเนื้อเนื่องจากต้องการตรวจจับสัญญาณให้ครอบคลุมมัดกล้ามเนื้อมากที่สุด อนึ่งก่อนที่จะติดอิเล็กโทรดนั้นจำเป็นต้องทำความสะอาดบริเวณที่จะติดด้วยแอลกอฮอร์เสียก่อนเพื่อลดค่าความต้านทานที่ผิวหนังลง ลักษณะเป็นดังภาพประกอบ 4-2



ภาพประกอบ 4-1 ลักษณะของอิเล็กโทรดชนิดติดผิวหนัง



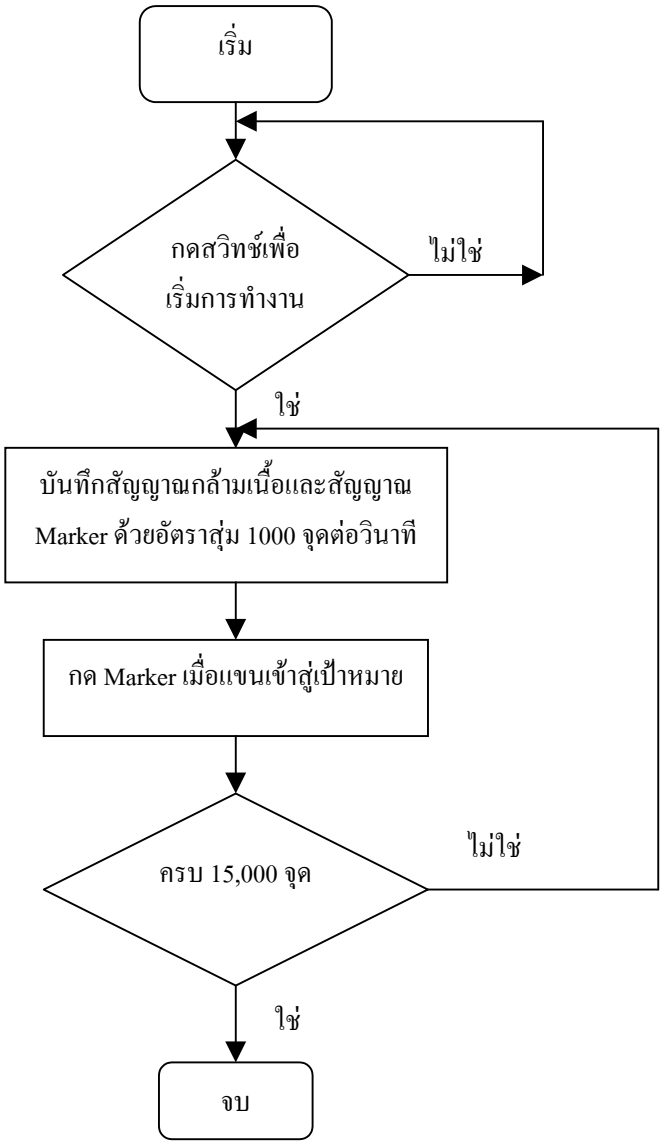
ภาพประกอบ 4-2 แสดงตำแหน่งการติดอิเล็กโทรดวางตามลักษณะของเส้นใยกล้ามเนื้อ

ในการทดลองจะให้อาสาสมัครใช้แขนยกน้ำหนักที่หนัก 100, 300, 500, 700และ 900 กรัม ตามลำดับ โดยยกทำมุมกับแนวดิ่งเป็นมุม 45, 90 และ135 องศา เนื่องจากการใช้น้ำหนักที่น้อยจะเป็นการลดความเมื่อยล้าของกล้ามเนื้อลงและไม่ส่งผลต่อสัญญาณที่ได้มากนัก ทั้งนี้ในการบันทึกสัญญาณจะเริ่มเก็บตั้งแต่อาสาสมัครเริ่มยกน้ำหนักเป็นต้นไปจนถึงตำแหน่งเป้าหมายรวมระยะเวลาทั้งหมด 15 วินาที ดังภาพประกอบ 4-3 แต่จะเก็บเอาเฉพาะช่วงที่สัญญาณ Marker Active High มาประมวลผลเท่านั้น เป็นจำนวนจุดทั้งสิ้น 5,000 จุด หรือ 5 วินาที

ภาพประกอบ 4-3 ตัวอย่างลักษณะของการยกน้ำหนักที่มุม 90 องศา

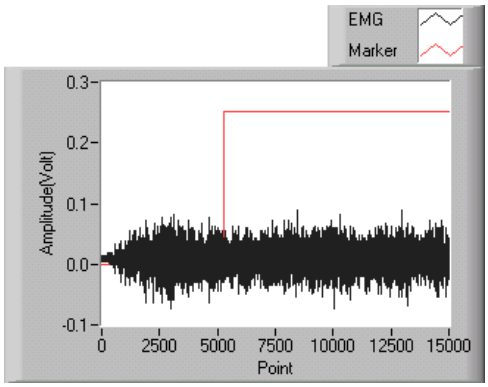
4.2 การบันทึกสัญญาณ

ขั้นตอนแรกก่อนที่จะนำสัญญาณไปประมวลผลจำเป็นต้องจัดหาวิธีการบันทึกข้อมูลก่อน ในการทดลองใช้การ์ดแปลงจากอนาล็อคเป็นดิจิตอลชนิดสำเร็จรูปของ บริษัทเนชั่นแนลอินสตรูเม้นต์ รุ่น 6024E ขนาด 12 บิต และเขียนโปรแกรมบันทึกสัญญาณบน LabVIEW for Windows V.6.0i ซึ่งได้แสดงโฟลชาร์ทการทำงานของโปรแกรมดังภาพประกอบ 4-4 ในการบันทึกสัญญาณนั้นจะมีสัญญาณ 2 สัญญาณด้วยกันคือ สัญญาณไฟฟ้าจากกล้ามเนื้อและสัญญาณ Marker ซึ่งสัญญาณ Marker นี้ จะใช้เป็นตัวบอกตำแหน่งจุดที่แขนเคลื่อนมาถึงจุด(องศา)ที่จะทำการวัด โดยจะมีผู้ช่วยการทดลองเป็นคนกดสวิทช์ให้สัญญาณ ทั้งสองสัญญาณจะกำหนดอัตราการสุ่มที่ 1,000 จุดต่อวินาที และจำนวนจุดที่ได้ทำการบันทึกทั้งหมดคือ 15,000 จุด

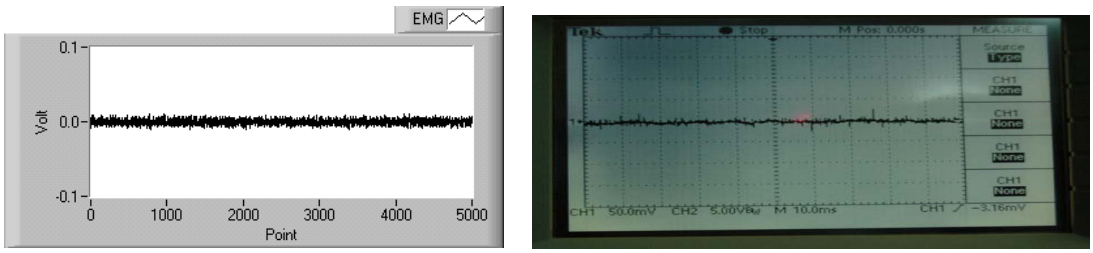


ภาพประกอบ 4-4 โฟลชาร์ทของโปรแกรมการบันทึกสัญญาณ

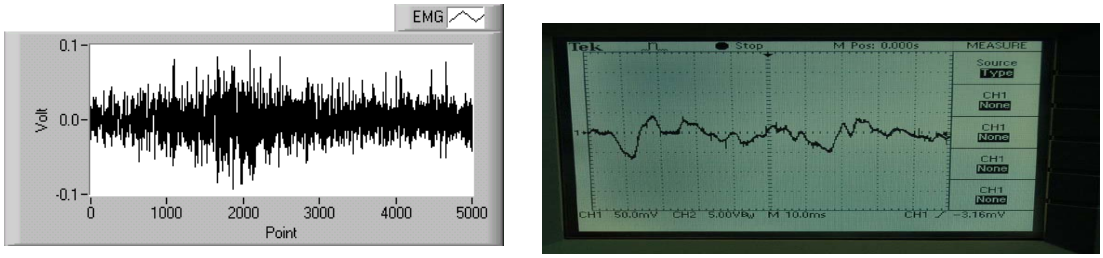
หลังจากได้ใช้โปรแกรมการบันทึกสัญญาณทำการบันทึกสัญญาณกล้ามเนื้อและสัญญาณ Marker ในขณะที่อาสาสมัครได้ทำกิจกรรม เป็นดังภาพประกอบ 4-3 โดยที่ในแนวแกน y นั้น มีหน่วยเป็นโวลท์และแนวแกน x มีหน่วยเป็นจุด มีลักษณะเป็นดังภาพประกอบ 4-5, 4-6 และ 4-7



ภาพประกอบ 4-5 ตัวอย่างสัญญาณกล้ามเนื้อและสัญญาณ Marker



ภาพประกอบ 4-6 สัญญาณที่บันทึกและสัญญาณที่ปรากฏบนจอสโคปขณะที่แขนอยู่นิ่ง



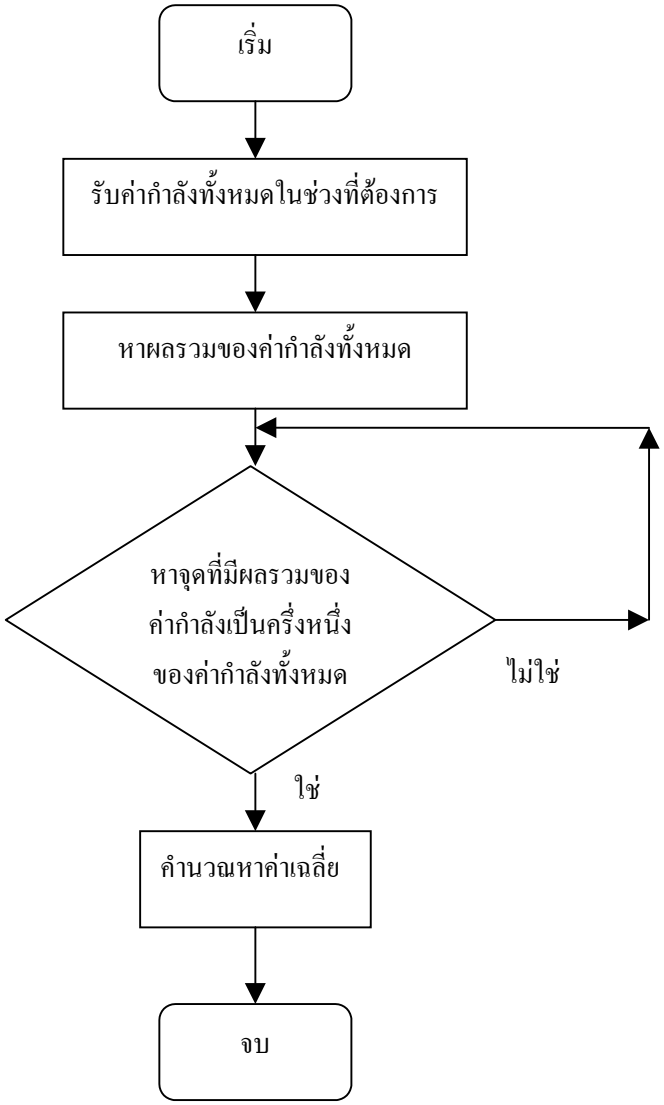
ภาพประกอบ 4-7 สัญญาณที่บันทึกและสัญญาณที่ปรากฏบนจอสโคปขณะที่ยกน้ำหนัก

4.3 การวิเคราะห์สัญญาณ

หลังจากได้ทำการบันทึกสัญญาณเก็บไว้แล้วขั้นตอนต่อไปก็คือวิเคราะห์สัญญาณที่ได้บันทึกไว้แล้วโดยใช้วิธีการต่างๆที่ได้กล่าวมาแล้วในบทที่ 2

4.3.1 การวิเคราะห์สัญญาณด้วยวิธีการหาความถี่มีเดียน

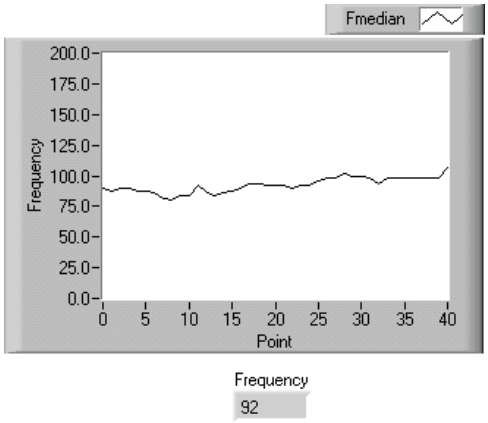
ในการหาความถี่มีเดียนได้กล่าวไว้แล้วในบทที่ 2 โดยมีโฟลชาร์ตของโปรแกรมและลักษณะของสัญญาณความถี่มีเดียนเป็นดังภาพประกอบ 4-8, 4-9, 4-10 และ 4-11 ตามลำดับ



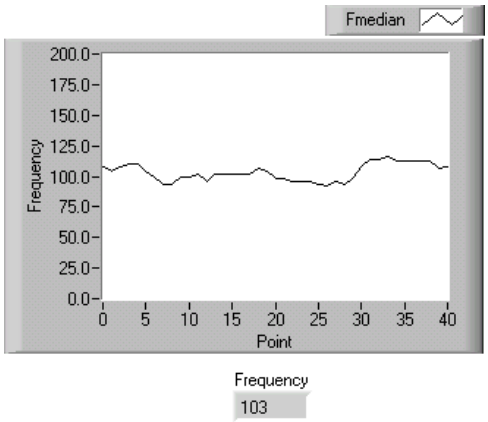
ภาพประกอบ 4-8 โฟลชาร์ทของโปรแกรมความถี่มีเดียน

ในการหาความถี่มีเดียนนั้นจะนำสัญญาณไฟฟ้าจากกล้ามเนื้อมาประมวลผลจำนวนทั้งสิ้น 5,000 จุด โดยนับเอาตั้งแต่จุดที่สัญญาณ Marker Active High (0.2V) เป็นจุดเริ่มต้น โปรแกรมจะดึงสัญญาณมาประมวลเป็นชุดๆละ 1,000 จุด และเลื่อนไปครั้งละ 100 จุด เช่น ชุดแรก 0-999 จุด

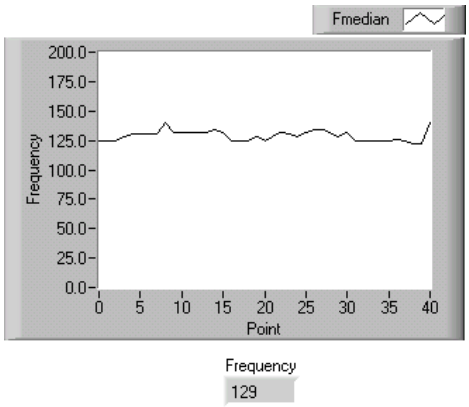
ชุดที่สอง 99-1,099 จุด เป็นต้น ดังนั้นจะมีชุดสัญญาณทั้งหมด 41 ชุด(0-40ตำแหน่ง) และเพื่อความสะดวกในการวิเคราะห์จึงได้หาค่าเฉลี่ยของความถี่มีเดียนมาใช้ในการวิเคราะห์



ภาพประกอบ 4-9 ตัวอย่างความถี่มีเดียนและค่าเฉลี่ย น้ำหนัก 500 กรัม ที่มุม 45 องศา



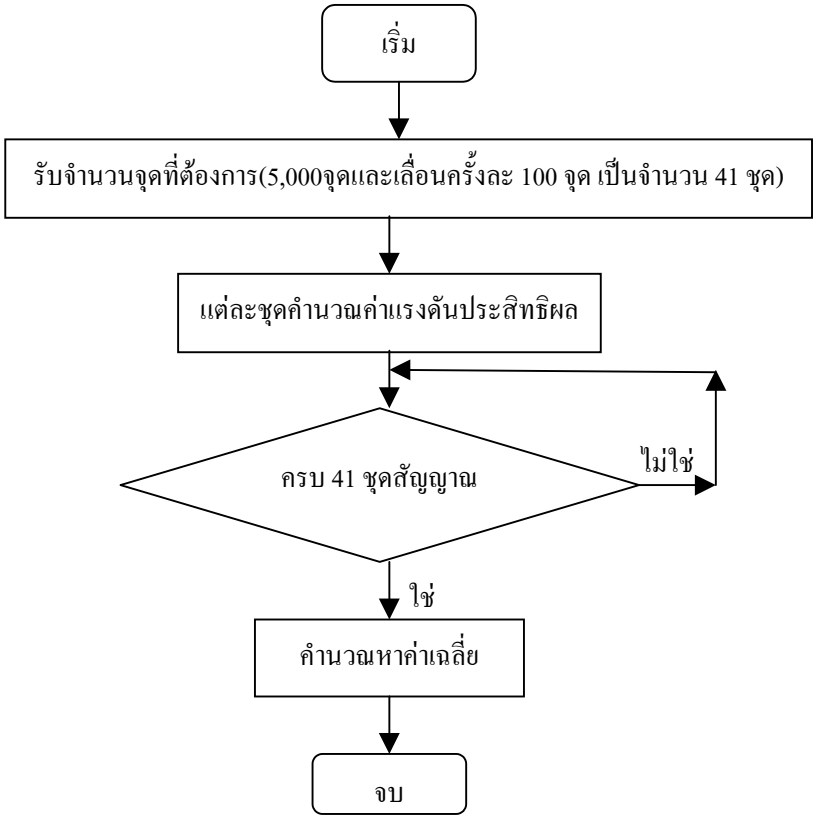
ภาพประกอบ 4-10 ตัวอย่างความถี่มีเดียนและค่าเฉลี่ย น้ำหนัก 500 กรัม ที่มุม 90 องศา



ภาพประกอบ 4-11 ตัวอย่างความถี่มีเดียนและค่าเฉลี่ย น้ำหนัก 500 กรัม ที่มุม 135 องศา

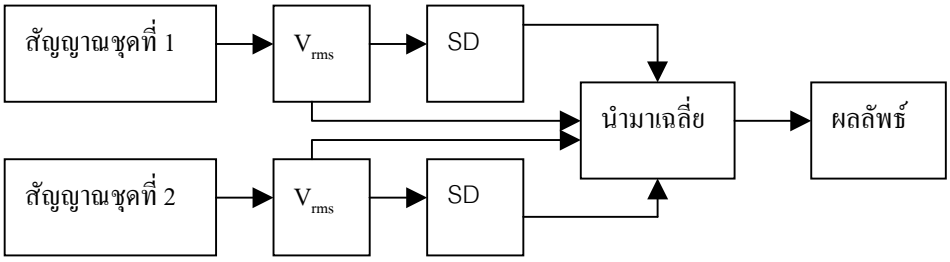
4.3.2 การวิเคราะห์สัญญาณด้วยวิธีการหาค่าแรงดันประสิทธิผล

การหาค่าแรงดันประสิทธิผลสามารถใช้เครื่องมือสำเร็จรูปที่โปรแกรม LabVIEW ให้มาหาได้ แต่จะต้องเขียนส่วนประกอบเพิ่มเติมเล็กน้อย แสดงดังโฟลชาร์ทภาพประกอบ 4-12



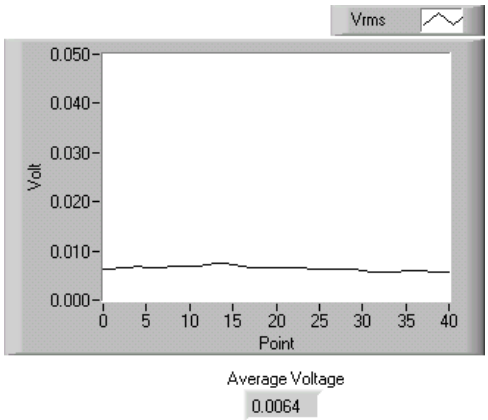
ภาพประกอบ 4-12 โฟลชาร์ทของโปรแกรมคำนวณค่าแรงดันประสิทธิผล

ในการประมวลสัญญาณด้วยวิธีนี้ได้เพิ่มการหาค่า Standard Deviation เนื่องจากจะได้ทราบว่ามีการกระจายของแรงดันประสิทธิผลมากหรือน้อยเพียงไร โดยมีโฟลชาร์ทดังภาพประกอบ 4-13

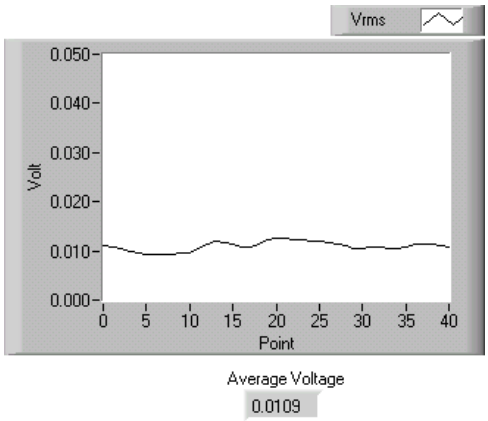


ภาพประกอบ 4-13 โฟลชาร์ทการหาค่าเฉลี่ยและค่า SDของวิธีแรงดันประสิทธิผล

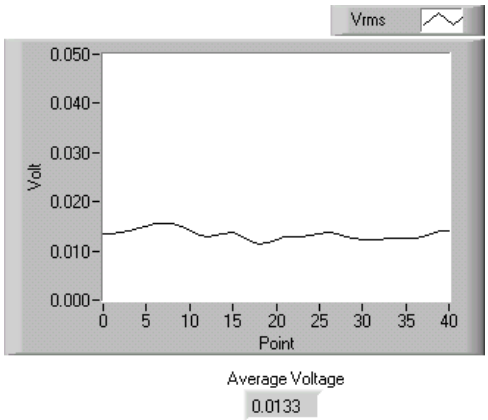
การคำนวณหาค่าแรงดันประสิทธิผลนั้น การดึงสัญญาณเข้ามาคำนวณมีลักษณะเดียวกันกับการหาความถี่มีเดียน ตัวอย่างของการวิเคราะห์แสดงได้ดังภาพประกอบ 4-14 ถึง 4-18



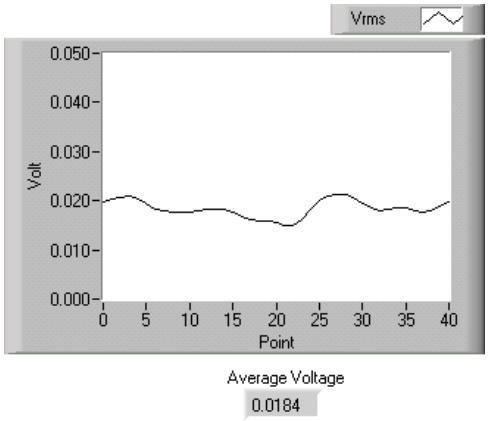
ภาพประกอบ 4-14 ตัวอย่างสัญญาณแรงดันประสิทธิผลและค่าเฉลี่ย น้ำหนัก 100 กรัม 90 องศา



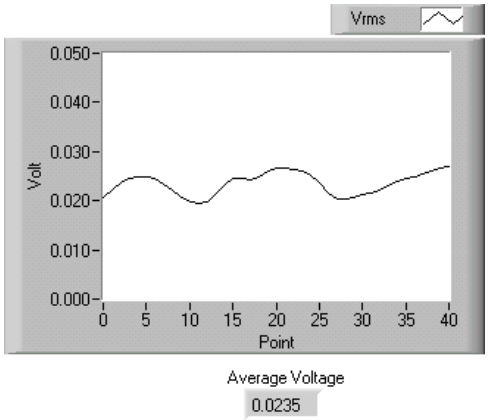
ภาพประกอบ 4-15 ตัวอย่างสัญญาณแรงดันประสิทธิผลและค่าเฉลี่ย น้ำหนัก 300 กรัม 90 องศา



ภาพประกอบ 4-16 ตัวอย่างสัญญาณแรงดันประสิทธิผลและค่าเฉลี่ย น้ำหนัก 500 กรัม 90 องศา



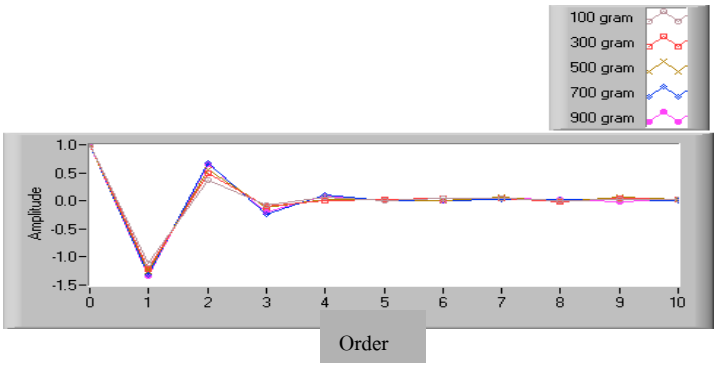
ภาพประกอบ 4-17 ตัวอย่างสัญญาณแรงดันประสิทธิผลและค่าเฉลี่ย น้ำหนัก 700 กรัม 90 องศา



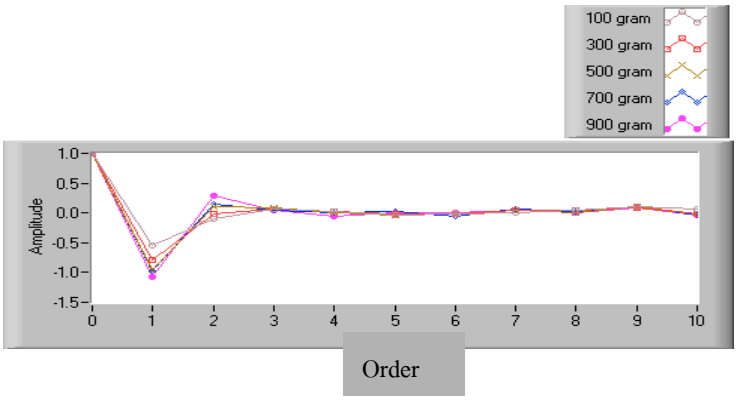
ภาพประกอบ 4-18 ตัวอย่างสัญญาณแรงดันประสิทธิผลและค่าเฉลี่ย น้ำหนัก 900 กรัม 90 องศา

4.3.3 การวิเคราะห์สัญญาณด้วยวิธีออโตรีเกรซซีฟ

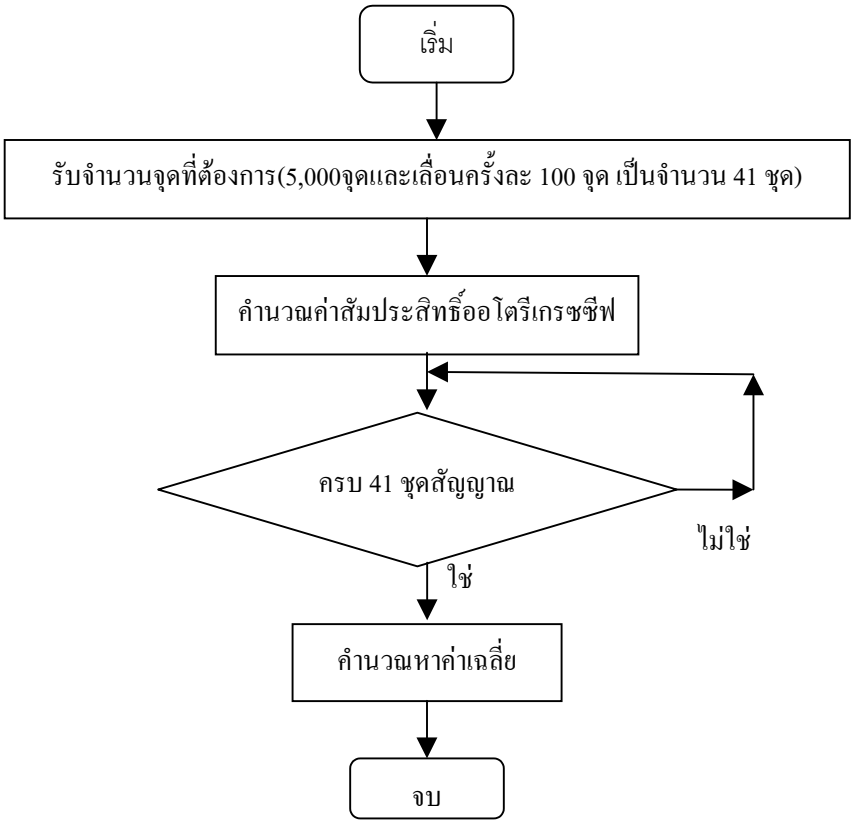
การวิเคราะห์สัญญาณด้วยวิธีออโตรีเกรซซีฟนี้ ในงานวิจัยจะพิจารณาเฉพาะสัมประสิทธิ์ตัวที่หนึ่งเท่านั้น เนื่องจากในการวิเคราะห์เบื้องต้นจากอาสาสมัครชุดต้นแบบจำนวน 10 คน พบว่าสัมประสิทธิ์ตัวที่หนึ่งมีความสัมพันธ์กับแรงที่ใช้ยกน้ำหนักในลักษณะที่แปรผกผัน ในขณะที่สัมประสิทธิ์ตัวที่สองจะแปรผันตรงกับแรงและเมื่อทำการเปรียบเทียบสัมประสิทธิ์ทั้งสองตัวเมื่อเทียบกับแรงแล้วปรากฏว่า สัมประสิทธิ์ตัวที่หนึ่งและสัมประสิทธิ์ตัวที่สองมีความชันของเส้นตรง Regression ที่ใกล้เคียงกัน แต่สัมประสิทธิ์ตัวที่หนึ่งจะมีการเกาะกลุ่มกันดีกว่าสัมประสิทธิ์ตัวที่สองจึงเลือกใช้สัมประสิทธิ์ตัวที่หนึ่งในการวิเคราะห์ผลต่อไป ภาพของสัมประสิทธิ์ทั้งสิบอันดับแสดงดังภาพประกอบ 4-19 และ 4-20 สำหรับการดึงสัญญาณเพื่อนำเข้ามาประมวลนั้น ก็จะใช้วิธีเดียวกันกับสองวิธีที่ได้กล่าวมาแล้ว โดยแสดงดังโฟลชาร์ทภาพประกอบ 4-21



ภาพประกอบ 4-19 ตัวอย่างสัมประสิทธิ์ออโตรีเกรซซีฟทั้ง 10 อันดับของอาสาสมัครคนที่หนึ่ง

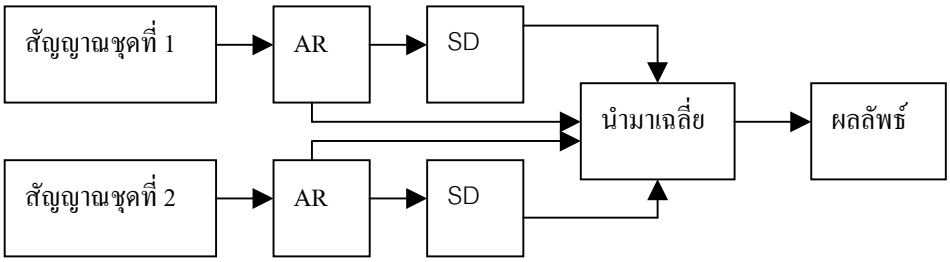


ภาพประกอบ 4-20 ตัวอย่างสัมประสิทธิ์ออโตรีเกรซซีฟทั้ง 10 อันดับของอาสาสมัครคนที่สอง



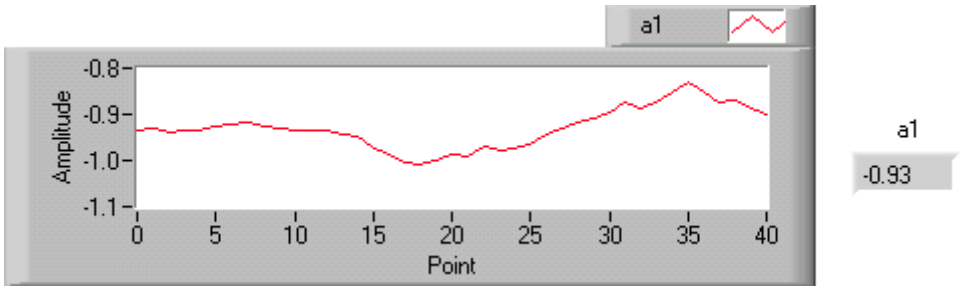
ภาพประกอบ 4-21 โฟลชาร์ทของโปรแกรมคำนวณค่าสัมประสิทธิ์ของวิธีออโตรีเกรซซีฟ

ในการประมวลสัญญาณด้วยวิธีนี้ได้เพิ่มการหาค่า Standard Deviation เนื่องจากจะได้ทราบว่ามีการกระจายของสัมประสิทธิ์ออโตรีเกรซซีฟมากหรือน้อยเพียงไร โดยมีโฟลชาร์ทดังภาพประกอบ 4-22

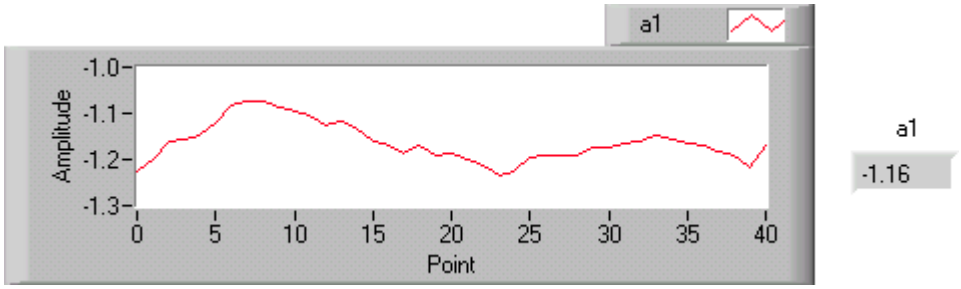


ภาพประกอบ 4-22 โฟลชาร์ทการหาค่าเฉลี่ยและค่า SDของวิธีออโตรีเกรซซีฟ

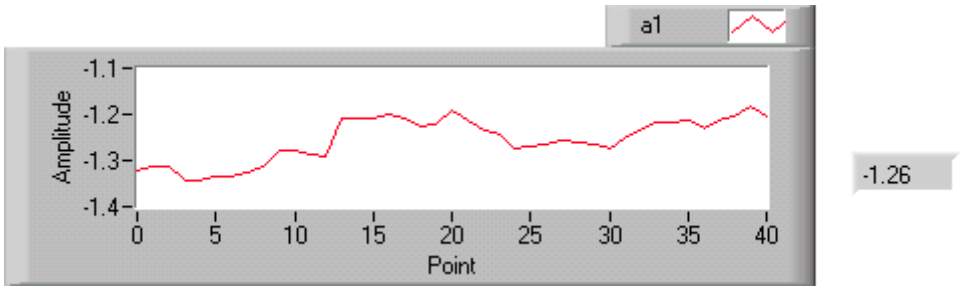
สัญญาณไฟฟ้าจากกล้ามเนื้อเมื่อผ่านการประมวลผลด้วยวิธีนี้มีลักษณะดังภาพประกอบ 4-23 ถึง 4-27



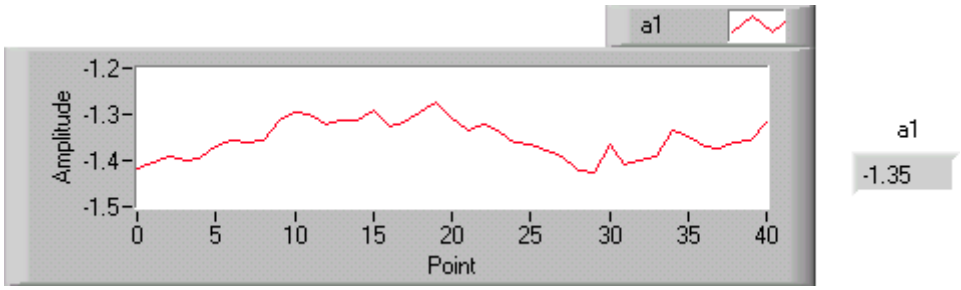
ภาพประกอบ 4-23 ลักษณะของสัมประสิทธิ์ออโตรีเกรซซีฟอันดับ 1 ที่น้ำหนัก 100 กรัม 90 องศา



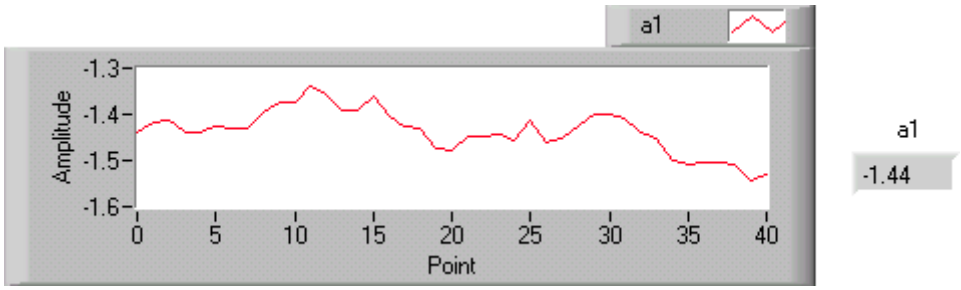
ภาพประกอบ 4-24 ลักษณะของสัมประสิทธิ์ออโตรีเกรซซีฟอันดับ 1 ที่น้ำหนัก 300 กรัม 90 องศา



ภาพประกอบ 4-25 ลักษณะของสัมประสิทธิ์ออโตรีเกรซซีฟอันดับ 1 ที่น้ำหนัก 500 กรัม 90 องศา



ภาพประกอบ 4-26 ลักษณะของสัมประสิทธิ์ออโตรีเกรซซีฟอันดับ 1 ที่น้ำหนัก 700 กรัม 90 องศา



ภาพประกอบ 4-27 ลักษณะของสัมประสิทธิ์ออโตรีเกรซซีฟอันดับ 1 ที่น้ำหนัก 900 กรัม 90 องศา