# บทที่ 3
# วิธีการดำเนินการวิจัย

การดำเนินการวิจัย ผู้วิจัยจะทำการวิเคราะห์ข้อมูลแยกเป็น 2 ส่วน ได้แก่ ข้อมูลที่ได้จากการจำลองแบบ (Simulation) และข้อมูลจริงที่ได้จากวงจรออสซิลเลเตอร์ การดำเนินงานวิจัยมีรายละเอียดและขั้นตอนต่าง ๆ ดังนี้

## 3.1 การเก็บรวบรวมข้อมูล

ข้อมูลที่ใช้ในการวิจัยครั้ง เป็นข้อมูลอนุกรมเวลาความถี่ของวงจรออสซิลเลเตอร์ เก็บรวบรวมข้อมูลตัวอย่างแบ่งได้เป็น 2 ส่วน ได้แก่

3.1.1 ข้อมูลอนุกรมเวลาความถี่ (fractional frequency) ที่สร้างขึ้นโดยการจำลองแบบสัญญาณรบกวน 5 รูปแบบ ได้จากโปรแกรมสำเร็จรูป AlaNoise 3.0 (ฟรีดาวน์โหลดจากเว็บไซต์ http://www.alamath.com) ขนาดอนุกรมเวลาเท่ากับ 100 200 500 และ 1,000 ทำซ้ำ 100 ครั้ง การจำลองแบบสัญญาณรบกวน 5 แบบ ได้แก่

รูปแบบที่ 1 : White Phase Modulation

รูปแบบที่ 2 : Flicker Phase Modulation

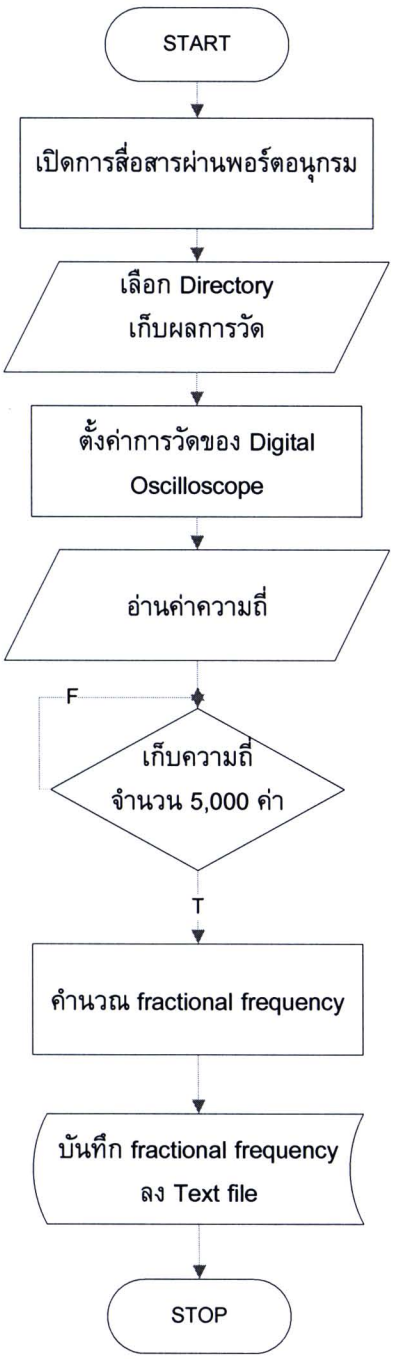
รูปแบบที่ 3 : White Frequency Modulation

รูปแบบที่ 4 : Flicker Frequency Modulation

รูปแบบที่ 5 : Random Walk Frequency Modulation

3.1.2 ข้อมูลอนุกรมเวลาของความถี่จริง ใช้ความถี่ที่วัดได้จาก Digital oscilloscope ของบริษัท Trektronix รุ่น TDS 220 มีค่า bandwidth 100 MHz 1G sample/s ในการเก็บข้อมูลนี้ ได้เชื่อมต่อ Digital Oscilloscope กับคอมพิวเตอร์ผ่านพอร์ตอนุกรมตามมาตรฐาน RS 232 และเขียนโปรแกรมเพื่อควบคุมให้ Digital Oscilloscope วัดข้อมูลความถี่ทุกช่วงเวลา 100 มิลลิวินาที ขนาดอนุกรมเวลาเท่ากับ 5,000 ทำซ้ำ 3 ครั้ง แผนผังการทำงานของโปรแกรมแสดงได้ดังรูปที่ 3.1

สำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ




**รูปที่ 3.1** แผนผังการทำงานของโปรแกรมวัดความถี่จากวงจรออสซิลเลเตอร์

**3.2 การวิเคราะห์ข้อมูล**

3.2.1 ข้อมูลจากการจำลองแบบสัญญาณรบกวน ทำการพัฒนาโปรแกรมเพื่อคำนวณค่าต่างๆ ดังนี้

3.2.1.1 คำนวณค่า Allan Variance และ Overlapping Allan Variance (ดังรูปที่ 3.2)

3.2.1.2 นำค่า Allan Variance และค่า Overlapping Allan Variance ที่ได้มาสร้างสมการเส้นตรงแสดงความสัมพันธ์ระหว่าง $\log\sigma_y(\tau)$ กับ $\log\tau$ ด้วยวิธีกำลังสองน้อยที่สุด โดยใช้หลักการของแผนภาพ Sigma-Tau แล้วคำนวณหาค่าความชัน ($\frac{\mu}{2}$) (ดังรูปที่ 3.3)

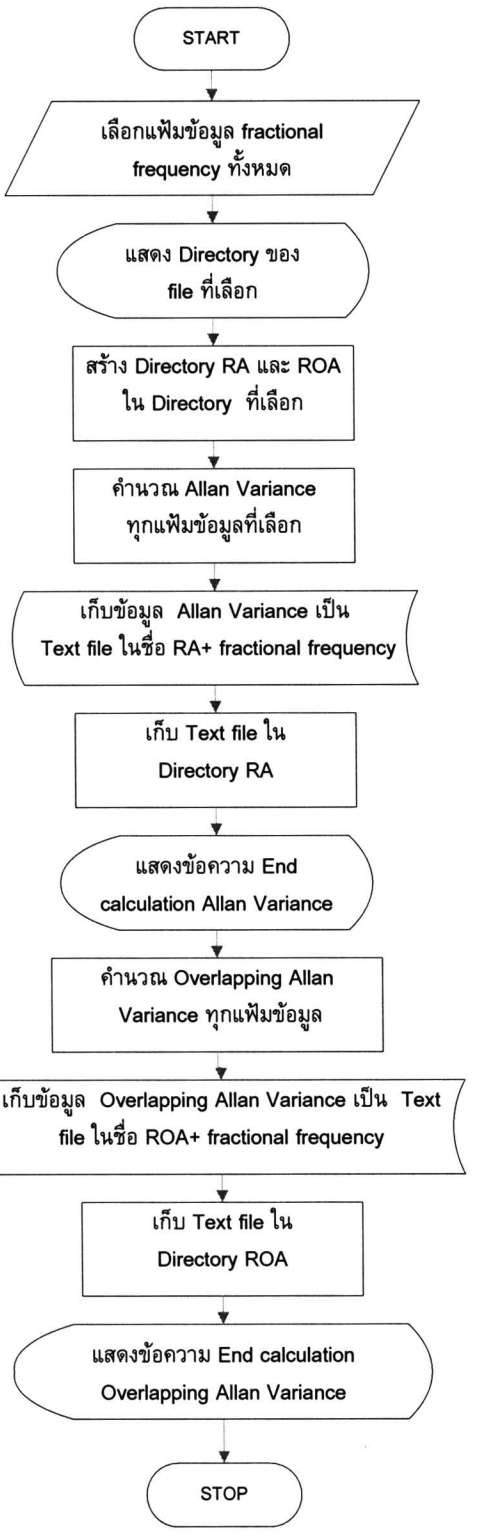
3.2.2 ข้อมูลจริงที่วัดจากวงจรออสซิลเลเตอร์ ทำการพัฒนาโปรแกรมเพื่อเก็บข้อมูลความถี่จากวงจรออสซิลเลเตอร์ คำนวณค่า fractional frequency และคำนวณค่าต่างๆ ดังนี้

3.2.2.1 คำนวณค่า Allan Variance และ Overlapping Allan Variance (ดังรูปที่ 3.2)

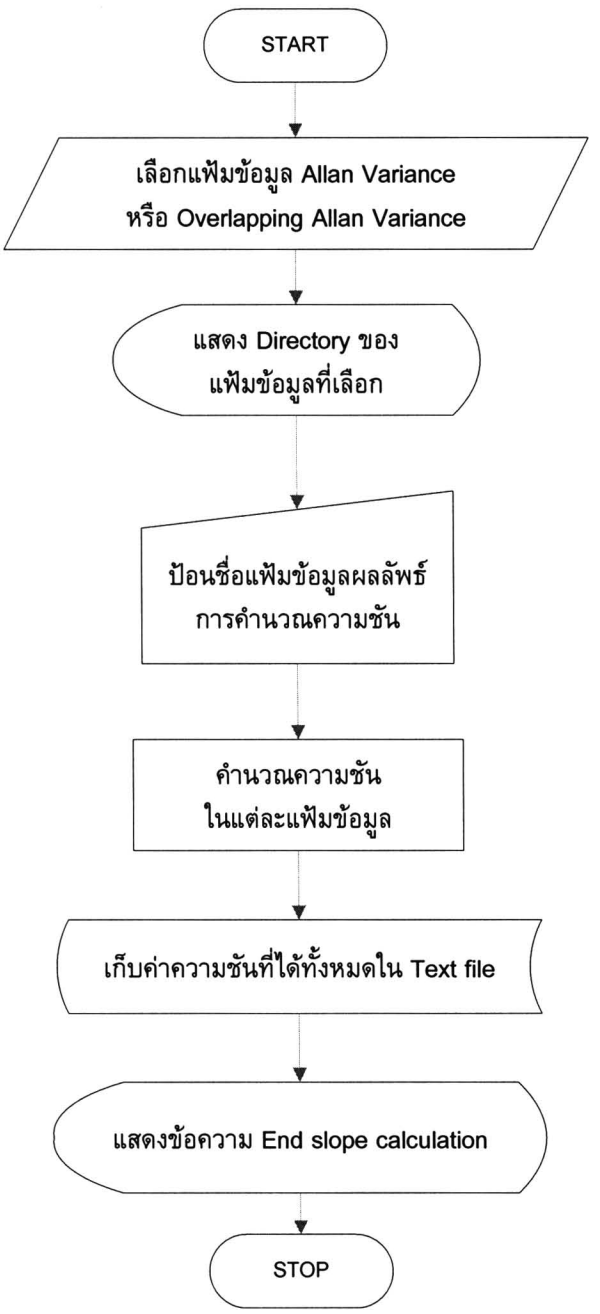
3.2.2.2 นำค่า Allan Variance และค่า Overlapping Allan Variance ที่ได้มาสร้างสมการเส้นตรงแสดงความสัมพันธ์ระหว่าง $\log\sigma_y(\tau)$ กับ $\log\tau$ ด้วยวิธีกำลังสองน้อยที่สุด โดยใช้หลักการของแผนภาพ Sigma-Tau แล้วคำนวณหาค่าความชัน (ดังรูปที่ 3.3)

3.2.2.3 แสดงแผนภาพความสัมพันธ์เชิงเส้นระหว่าง $\log\sigma_y(\tau)$ กับ $\log\tau$ ของข้อมูลแต่ละชุด และคำนวณค่าสัมประสิทธิ์การตัดสินใจ ($r^2$)

3.2.2.4 นำค่าความชัน ($\frac{\mu}{2}$) หรือค่า $\mu$ ที่ได้ไปทำนายรูปแบบสัญญาณรบกวนโดยพิจารณาจากแผนภาพ Sigma-Tau




**รูปที่ 3.2** แผนผังการคำนวณค่า Allan Variance และ Overlapping Allan Variance




**รูปที่ 3.3** แสดงแผนผังการทำงานของโปรแกรมการคำนวณค่าความชันจากข้อมูล Allan Variance และ Overlapping Allan Variance

### 3.3 การเปรียบเทียบวิธีการพยากรณ์

การเปรียบเทียบวิธีการทำนายรูปแบบสัญญาณรบกวน จากการใช้ Allan Variance และ Overlapping Allan Variance จะคำนวณค่าความคลาดเคลื่อนระหว่างความชัน ($\frac{\mu}{2}$) ที่ได้จากการสร้างสมการความสัมพันธ์ระหว่าง $\log\sigma_y(\tau)$ กับ $\log\tau$ ด้วยวิธีกำลังสองน้อยที่สุด กับค่าความชันตามทฤษฎีของแผนภาพ Sigma-Tau โดยใช้ค่าเฉลี่ยกำลังสองของความคลาดเคลื่อน (MSE) วัดความถูกต้องของการทำนาย วิธีที่ให้ค่าเฉลี่ยกำลังสองของความคลาดเคลื่อนต่ำกว่า (MSE) จะเป็นวิธีทำนายรูปแบบสัญญาณรบกวนได้ดีกว่า

$$MSE = \frac{\sum_{t=1}^{n} error^2}{n}$$

### 3.4 วิเคราะห์ และสรุปผลศึกษา

3.4.1 ข้อมูลจากการจำลองแบบสัญญาณรบกวน

ข้อมูลอนุกรมเวลาที่รวบรวมจากการจำลองแบบด้วยโปรแกรมคอมพิวเตอร์ คำนวณค่า Allan Variance และ Overlapping Allan Variance โดยโปรแกรมที่พัฒนาขึ้น แล้วนำค่าที่ได้ไปคำนวณค่าความชันของค่า $\log\sigma_y(\tau)$ กับ $\log\tau$ ของ Allan Variance และ Overlapping Allan Variance และทำการเปรียบเทียบค่าความชัน ($\frac{\mu}{2}$) กับค่าความชันทางทฤษฎีของรูปแบบสัญญาณรบกวนแบบต่างๆ เพื่อคำนวณค่าความคลาดเคลื่อนกำลังสองเฉลี่ย (MSE) จากนั้น เปรียบเทียบค่า MSE ของ Allan Variance และ Overlapping Allan Variance ว่า ตัวสถิติใดมีประสิทธิภาพในการทำนายรูปแบบสัญญาณรบกวนได้ดีกว่ากัน

3.4.2 ข้อมูลจริงที่วัดจากวงจรออสซิลเลเตอร์

การวิเคราะห์ข้อมูลจริงที่ได้จากวงจรออสซิลเลเตอร์ ทำการเก็บข้อมูลอนุกรมเวลา fractional frequency ขนาด 5,000 ทำซ้ำ 3 ครั้ง แล้วทำการคำนวณค่า Allan Variance และ Overlapping Allan Variance จากนั้นนำมาสร้างสมการความสัมพันธ์เชิงเส้นระหว่าง $\log\sigma_y(\tau)$ กับ $\log\tau$ โดยใช้หลักการของแผนภาพ Sigma-Tau เพื่อคำนวณหาค่าความชันของเส้นกราฟของข้อมูลทั้ง 3 ชุด ดูความสอดคล้องของผลที่ได้ แล้วนำไปทำนายรูปแบบสัญญาณรบกวนของออสซิลเลเตอร์ที่ใช้ทดลอง