สารบัญ

หน้า

บทคัดย่อภาษาไทย ข
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ ค
กิตติกรรมประกาศ ง
สารบัญ จ
รายการตาราง ซ
รายการรูปประกอบ ฌ
รายการสัญลักษณ์ ฎ
ประมวลศัพท์และคำย่อ ฑ

บทที่

1. บทนำ 1

1.1 ความสำคัญและที่มาของงานวิจัย 1
1.2 วัตถุประสงค์ของงานวิจัย 6
1.3 ประโยชน์และผลที่คาดว่าจะได้รับจากงานวิจัย 7
1.4 ขอบเขตงานวิจัย 7
1.5 ขั้นตอนการดำเนินงาน 7

2. ทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง 8

2.1 บทนำ 8
2.2 แอคชูเอเตอร์ที่ขับเคลื่อนด้วยโลหะผสมจำรูปสำหรับวาล์วควบคุม 8
2.2.1 โลหะผสมจำรูป 8
2.2.2 แอคชูเอเตอร์ 9
2.3 ความล้าจากการใช้งานโลหะผสมจำรูปที่ใช่ขับเคลื่อนแอคชูเอเตอร์ในวาล์วควบคุม 10
2.4 การตรวจจับความล้าในโลหะผสมจำรูปที่ใช้ขับเคลื่อนแอคชูเอเตอร์ในวาล์วควบคุม 11
2.4.1 โมเดลแบบ NARX (Nonlinear Auto Regressive eXogenous) 12
2.4.2 การจัดระดับความล้าของวาล์วด้วยวิธี k-means clustering 15
2.4.3 อัลกอริธึม CUSUM 16
2.4.4 การตรวจจับแบบ adaptive CUSUM 19

2.4.4.1 การกำหนดค่าเฉลี่ยและเค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานภายหลังการเปลี่ยนแปลง 19
2.4.4.2 การกำหนดค่า threshold 20

3. การดำเนินงานวิจัย 23
3.1 บทนำ 23
3.2 เครื่องทดสอบโลหะผสมจำรูป 23
3.2.1 โครงสร้างของเครื่องทดสอบโลหะผสมจำรูป 23
3.2.2 วงจรจ่ายกระแสสำหรับเครื่องทดสอบโลหะผสมจำรูป 24
3.2.3 วงจรวัดระยะการเคลื่อนที่ของเส้นลวดโลหะผสมจำรูป 25
3.3 แอคชูเอเตอร์ที่ขับเคลื่อนด้วยโลหะผสมจำรูปสำหรับวาล์วควบคุม 26
3.3.1 วงจรจ่ายกระแสสำหรับแอคชูเอเตอร์ 28

4. วิธีการทดลองและผลการทดลอง 31
4.1 บทนำ 31
4.2 การสร้างและวัดความล้าเชิงใช้งานของโลหะผสมจำรูปที่ใช้ขับเคลื่อนแอคชูเอเตอร์ 31
4.2.1 การหาสัญญาณอินพุตที่เหมาะสมในการสร้างปริมาณความล้า 31
4.2.1.1 การทดสอบหาความเร็วในการตอบสนองและอัตราการขยายของวาล์วควบคุม 31
4.2.1.2 การทดสอบสัญญาณอินพุตชนิดต่างๆกับโลหะผสมจำรูป 35
4.2.1.3 การทดสอบผลกระทบจากความล้าที่เกิดขึ้นบนโลหะผสมจำรูป 37
4.3 การสร้างปริมาณความล้าให้แก่โลหะผสมจำรูปในวาล์วควบคุม 42
4.4 แบบจำลองทางคณิตศาสตร์ของระบบวาล์วควบคุม 43
4.5 การประยุกต์ใช้แบบจำลองทางคณิตศาสตร์เพื่อสร้างสัญญาณตกค้างสำหรับตรวจจับความล้า 44
4.6 การวิเคราะห์สัญญาณตกค้าง 45
4.7 การวิเคราะห์ระดับของความล้า 46
4.8 การตรวจจับความผิดปกติในสัญญาณตกค้างด้วยอัลกอริทึม CUSUM 50
4.9 การตรวจจับความผิดปกติในสัญญาณตกค้างด้วยอัลกอริทึม Adaptive CUSUM 52
4.10 สรุปผลการทดลอง 56

5. บทสรุปและข้อเสนอแนะ 58
5.1 บทสรุป 58
5.2 ข้อเสนอแนะ 59

5.2.1 ข้อเสนอแนะเกี่ยวกับปัญหาทางด้านฮาร์ดแวร์ 59
5.2.2 ข้อเสนอแนะเกี่ยวกับการพัฒนาอัลกอริธึม 59

เอกสารอ้างอิง **61**

ภาคผนวก **64**
ก โปรแกรม LabVIEW 64
ข โปรแกรม MATLAB 73

ประวัติผู้วิจัย **88**