

บทที่ 3 การดำเนินการวิจัย

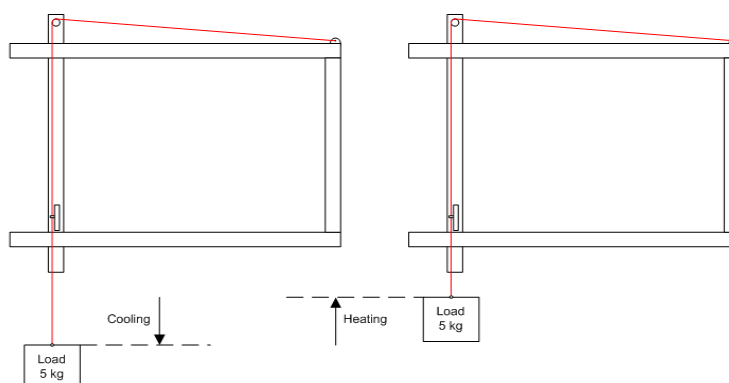
3.1 บทนำ

ในบทนี้กล่าวถึงวิธีการดำเนินการวิจัยที่ประกอบด้วยส่วนของอุปกรณ์ต่างๆที่ใช้ วงจรที่ออกแบบ รวมถึงการโปรแกรม การวิจัยนี้มีการประยุกต์ใช้โลหะผสมจำรูปสำหรับการขับเคลื่อนแอคชูเอเตอร์บนวาล์วควบคุม ซึ่งจำเป็นต้องมีโครงสร้างของแอคชูเอเตอร์บนวาล์วควบคุมที่สามารถขับเคลื่อนโดยโลหะผสมจำรูป วงจรสำหรับขับเคลื่อนเพื่อกระตุ้นการทำงานของโลหะผสมจำรูปและโปรแกรมการควบคุมแบบ PID ที่มีประสิทธิภาพในการควบคุมตำแหน่งของก้านวาล์วที่ขับเคลื่อนจากการกระตุ้นโลหะผสมจำรูป สำหรับการวิเคราะห์ผลการตอบสนองของโลหะจำรูปได้ใช้เครื่องทดสอบโลหะผสมจำรูป ซึ่งจะทดสอบด้วยการกระตุ้นการทำงานด้วยวงจรขับเคลื่อนบนเครื่องทดสอบโลหะผสมจำรูปและออกแบบโปรแกรมให้เหมาะสมกับการทดลอง

3.2 เครื่องทดสอบโลหะผสมจำรูป

ส่วนเครื่องทดสอบโลหะผสมจำรูป สร้างขึ้นเพื่อวิเคราะห์ผลการตอบสนองของโลหะผสมจำรูปโดยศึกษาผลการตอบสนองที่เกิดขึ้นจากโหลดทางกลและ โหลดทางความร้อนที่กระทำต่อเส้นลวด เพื่อนำมาใช้วิเคราะห์สำหรับการออกแบบสัญญาณอินพุตที่เหมาะสมแก่เส้นลวด หาความเร็วในการตอบสนองของโลหะผสมจำรูป

3.2.1 โครงสร้างของเครื่องทดสอบโลหะผสมจำรูป



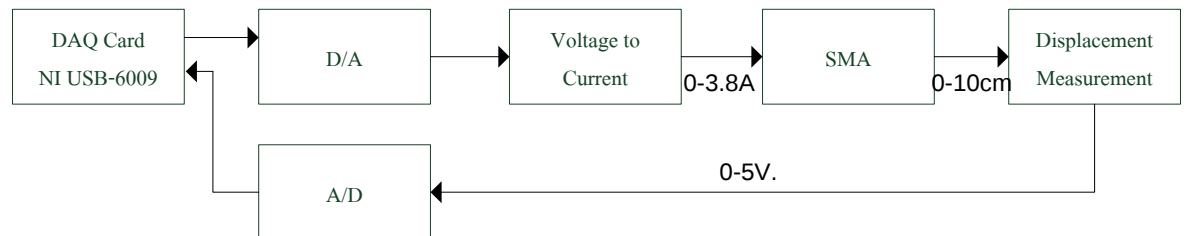
รูปที่ 3.1 แบบจำลองเครื่องทดสอบโลหะผสมจำรูป

รูปที่ 3.1 เป็นเครื่องทดสอบโลหะผสมจำรูปที่มีรางคู่ด้านหน้าสำหรับแขวนเส้นลวด ซึ่งมีตัวต้านทานแบบเคลื่อนที่เพื่อวัดระยะเคลื่อนที่ของเส้นลวดซึ่งจะผูกติดไว้ที่โครงสร้างของเครื่องทดสอบโลหะ

ผสมจํารูป ปลายเส้นลวดด้านหนึ่งจะยึดติดไว้กับโครงอลูมิเนียม ส่วนปลายอีกด้านจะยึดติดไว้กับตัวด้านทานแบบเคลื่อนที่และ โหลดทางกล โดยที่มีแหล่งจ่ายกระแสไฟฟ้าป้อนไฟเลี้ยงให้แก่วงจรอิเล็กทรอนิกส์ จากนั้นจะควบคุมกระแสไฟฟ้าผ่าน โปรแกรม LabVIEW ไปยังวงจรขับกระแสเข้าสู่โลหะผสมจํารูปด้วยสัญญาณแบบ Pulse Width Modulation (PWM) ซึ่งเป็นการกระตุ้นการทำงานของโลหะผสมจํารูป จากนั้นเก็บผลการตอบสนองด้วย DAQ Card (NI USB-6009)

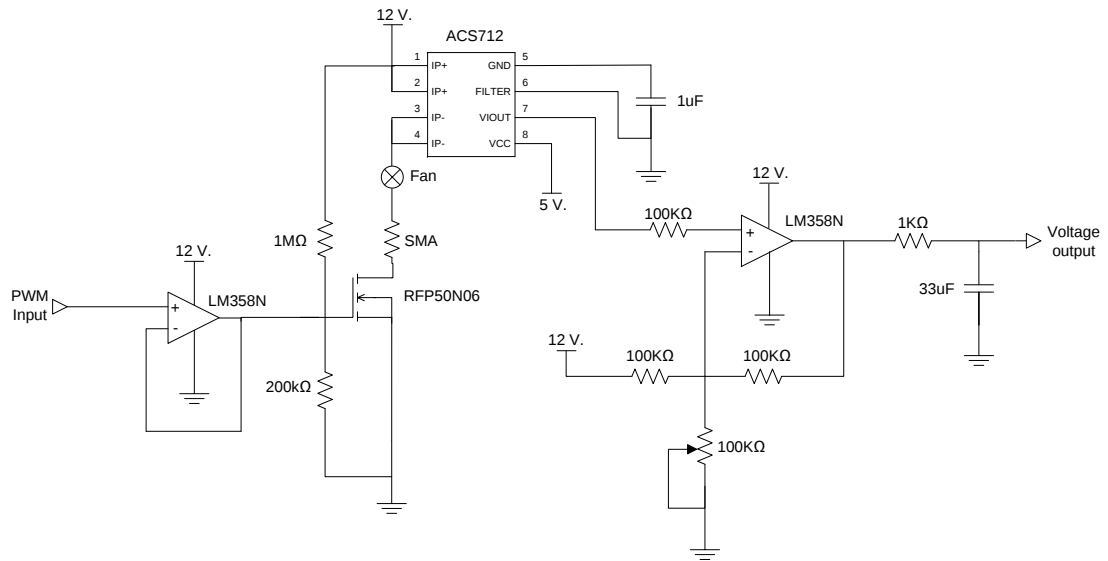
3.2.2 วงจรจ่ายกระแสสำหรับเครื่องทดสอบโลหะผสมจํารูป

การควบคุมเส้นลวดโลหะผสมจํารูปเกิดจากการจ่ายกระแสผ่านเส้นลวดเพื่อสร้างความร้อนทำให้อุณหภูมิของเส้นลวดสูงขึ้นจนเกิดการเปลี่ยนแปลงทางกลนั้นคือระยะการยืดหดของเส้นลวด มีกระบวนการทำงานคร่าวๆดังรูปที่ 3.3



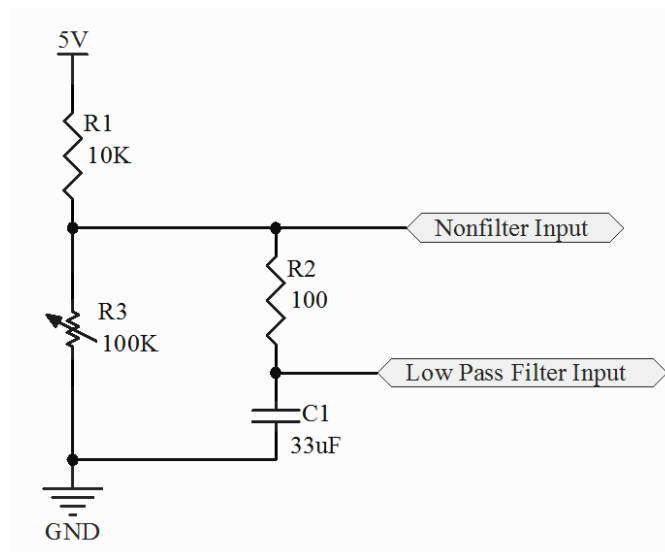
รูปที่ 3.2 บล็อกไดอะแกรมแสดงลักษณะการทำงานของเครื่องทดสอบโลหะผสมจํารูป

เมื่อโปรแกรม LabVIEW ส่งข้อมูลผ่าน DAQ Card (NI USB-6009) เพื่อป้อนสัญญาณ PWM แก่วงจรจ่ายกระแสที่ต้องวงจรขยายตามแรงดัน (Voltage follower) ใช้เพื่อเชื่อมต่อสัญญาณส่วนควบคุมและสัญญาณส่วนขับกระแส จากนั้นส่งแรงดันให้ขา G ของมอสเฟต Q2 ในการขับกระแสผ่านเส้นลวดโลหะผสมจํารูป จากนั้นจะวัดกระแสด้วยไอซี ACS712 ที่มีการลบ offset ด้วยวงจรบวกสัญญาณ (summing amplifier) โดยที่ขาลบของไอซี LM358N ที่มีตัวขยายที่ 1 เท่าด้วยการเลือกใช้งานความต้านทานที่ $100k\Omega$ ทั้งหมดเพื่อให้อัตราส่วนของการเลือกใช้งานวงจรบวกสัญญาณเป็น 1 เท่า จากนั้นใช้ DAQ card เก็บข้อมูลกระแสที่ได้จากแรงดันขาออกของวงจรบวกสัญญาณตลอดเวลาการทดสอบ ซึ่งวงจรส่วนขับกระแสจะทำหน้าที่ในการขับกระแสให้ไหลผ่านลวดโลหะผสมจํารูปดังรูปที่ 3.4



รูปที่ 3.3 วงจรระบบการจ่ายกระแสสำหรับเครื่องทดสอบโลหะผสมจำรูป

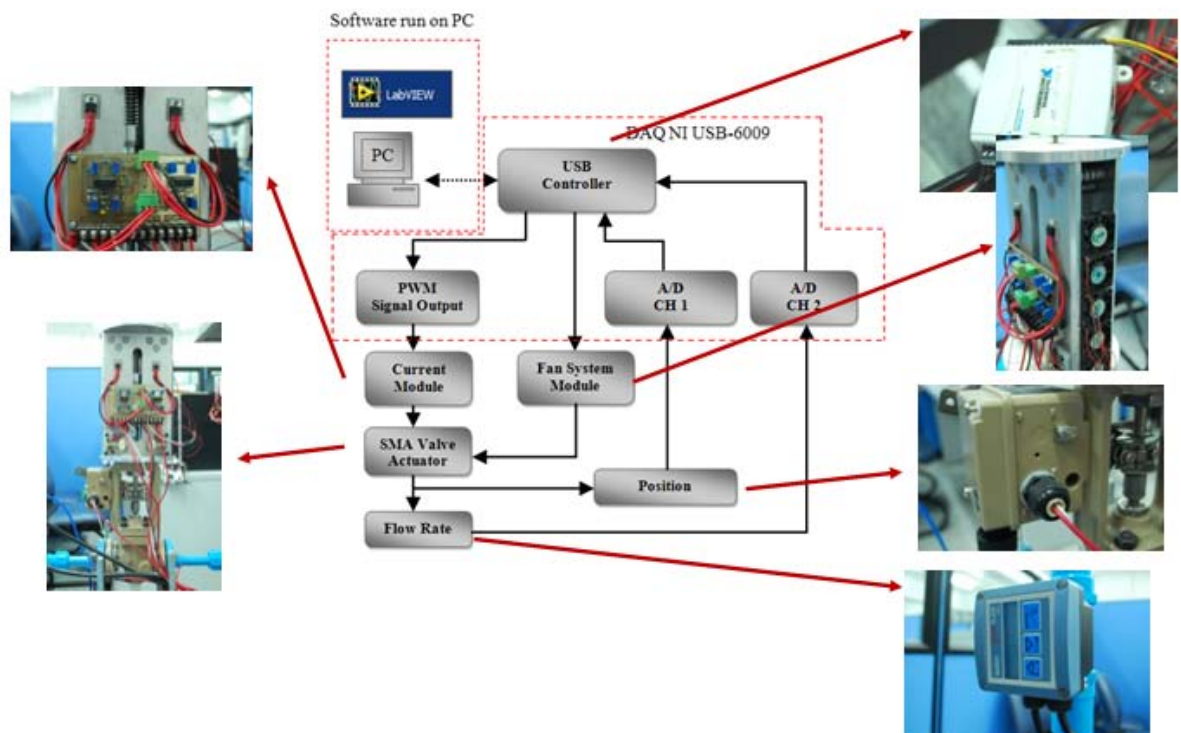
3.2.3 วงจรวัดระยะการเคลื่อนที่ของเส้นลวดโลหะผสมจำรูป



รูปที่ 3.4 วงจรวัดระยะการเคลื่อนที่

R3 คือตัวต้านทานแบบเคลื่อนที่ชนิด B ขนาด $10\text{ k}\Omega$ ซึ่งชนิด B หมายถึงลักษณะการเปลี่ยนแปลงแบบเชิงเส้นในตำแหน่งต่างๆของตัวต้านทานแบบเคลื่อนที่ จากวงจรออกแบบโดยใช้หลักการของการแบ่งแรงดัน (voltage divider) เมื่อเกิดการเปลี่ยนแปลงระยะของโลหะผสมจำรูปจะทำให้ค่าแรงดันขาออกมีการเปลี่ยนแปลงไปตามค่าความต้านทานที่เปลี่ยนของระยะเคลื่อนที่ของเส้นลวด ซึ่งสามารถนำมาเปรียบเทียบเพื่อบอกระยะการเปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้นได้ ค่าความต่างศักย์ที่ได้นี้จะถูกส่งไปยังส่วน A/D หรือ Analog to Digital Converter โดยผ่านวงจรกรองความถี่ต่ำที่ 50 Hz เพื่อลดสัญญาณรบกวนที่อาจจะเกิดผลกระทบต่อระบบการวัด

3.3 แอคชูเอเตอร์ที่ขับเคลื่อนด้วยโลหะผสมจำรูปสำหรับวาล์วควบคุม



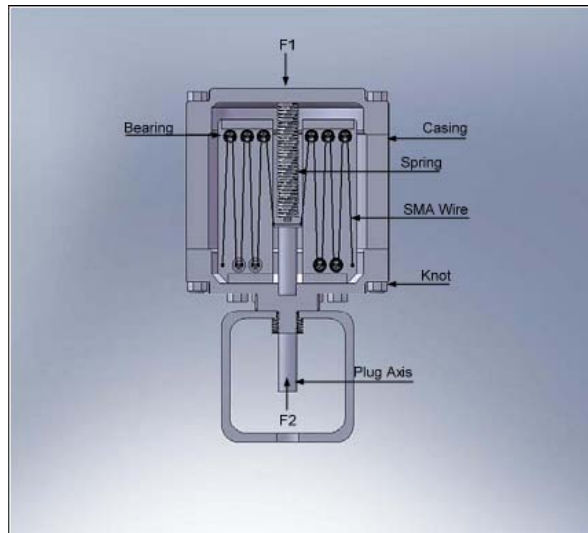
รูปที่ 3.5 ภาพรวมการทำงานของวาล์วควบคุม

จากงานวิจัยของ อุกฤษณ์ (อุกฤษณ์, 2008) ซึ่งศึกษาและออกแบบวาล์วควบคุมโดยใช้โลหะผสมจำรูป ชนิดเส้นลวดเป็นแอคชูเอเตอร์ กระบวนการทำงานของวาล์วควบคุมด้วยความร้อนบนโลหะผสมจำรูป โดยใช้ตัวควบคุมแบบ PID ซึ่งระบบวาล์วควบคุมแสดงในรูปที่ 3.6 เริ่มต้นการทำงานของวาล์วควบคุมที่คอมพิวเตอร์โดยรับ-ส่งข้อมูลด้วย DAQ Card (NI USB-6009) ซึ่ง DAQ Card ทำการป้อนสัญญาณอินพุตแบบ PWM สู่มอเตอร์แปลงแรงดันเป็นกระแส (V to I) เพื่อสร้างความร้อนแก่โลหะผสมจำรูปที่ใช้เป็นอุปกรณ์ขับเคลื่อนวาล์วควบคุม เมื่อโลหะผสมจำรูปได้รับความร้อนในปริมาณเพียงพอจะทำให้เกิดการหดตัวเพื่อดันทานแรงสปริงที่กดลงมาทำให้เกิดแรงดึงก้านวาล์วให้เคลื่อนที่ขึ้นตามปริมาณความร้อนที่เกิดขึ้นบนโลหะผสมจำรูป โดยทำงานควบคู่ไปกับโมดูลของระบบพัฒนาที่ช่วยให้โลหะผสมจำรูปคลายตัวได้เร็วขึ้น และวัดระยะการเคลื่อนที่ของก้านวาล์วจากอุปกรณ์วัดระยะก้านวาล์วและวัดอัตราการไหลจากอุปกรณ์วัดอัตราการไหล

ในส่วนฮาร์ดแวร์ประกอบไปด้วย การออกแบบโครงสร้าง ลักษณะการทำงานของวาล์ว วงจรจ่ายกระแส อุปกรณ์เซนเซอร์ที่ใช้ในการทดลองซึ่งถูกออกแบบโดย (อุกฤษณ์, 2008) และได้ทำการเพิ่มในส่วนของการวัดปริมาณกระแสในเส้นลวดโลหะจำรูปที่ใช้ขับเคลื่อนแอคชูเอเตอร์

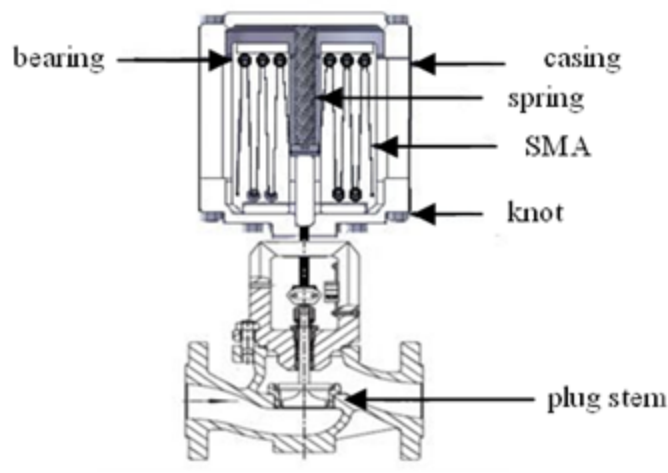
คุณลักษณะของวาล์วควบคุม มีดังนี้

- ระยะเคลื่อนที่ของก้าน วาล์ว (stoke distance) = 1.5×10^{-2} เมตร (หรือ 15 มิลลิเมตร)
- เส้นผ่านศูนย์กลางโลหะจำรูป = 8×10^{-4} เมตร (หรือ 0.8 มิลลิเมตร)
- ค่าคงตัวของสปริง (spring constant) = 55.8985 N/m (หรือ 5.58985 N/mm)



รูปที่ 3.6 แบบจำลองแอกชูเอเตอร์

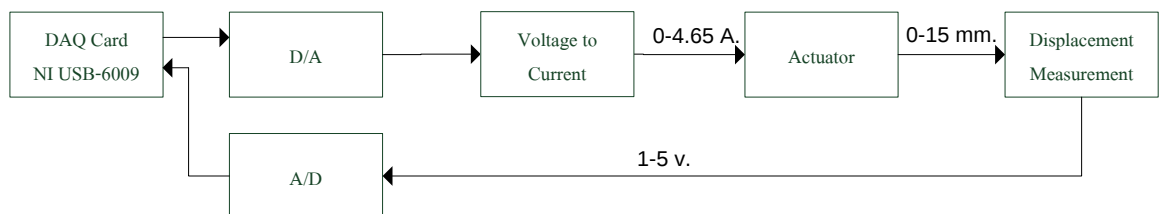
จากรูปที่ 3.7 ด้านปลายของเส้นลวดโลหะผสมจำรูปทั้งสองเส้นนั้นจะเป็นจุดที่จ่ายกระแสไฟฟ้าเพื่อกระตุ้นการทำงานและกระแสไฟฟ้าจะไหลผ่านเส้นลวดโลหะจำรูปลงกราวด์ โดยที่ปลายอีกด้านของเส้นลวดโลหะทั้งสองเส้นจะถูกยึดกับตัว plug stem เมื่อกระแสไฟฟ้าไหลผ่านเส้นลวดโลหะทั้งสองเส้นก็จะให้เส้นลวดนั้นหดตัวและดึงตัว plug stem ขึ้นตามระยะที่กำหนดได้ด้วยวิธีการควบคุมกระแสไฟฟ้าผ่านเส้นลวดโลหะจำรูปเมื่อนำแอกชูเอเตอร์ที่ขับเคลื่อนด้วยโลหะผสมจำรูปประกอบเข้ากับส่วนของตัววาล์วจะได้ดังรูปที่ 3.8 โดยถูกกระตุ้นการทำงานจากความร้อนบนโลหะจำรูปที่เกิดจากการทำการของวงจรขับกระแส



รูปที่ 3.7 วาล์วควบคุมขับเคลื่อนด้วยโลหะผสมจำรูป

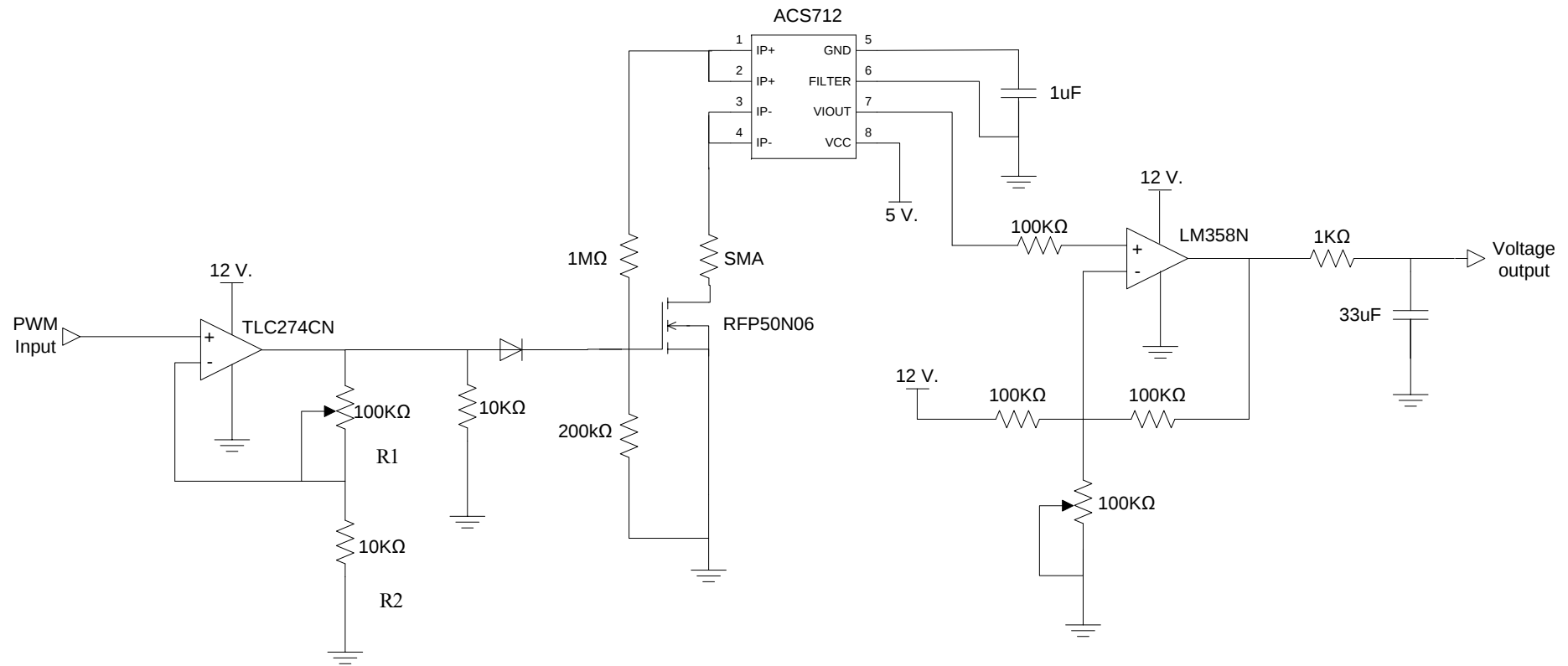
3.3.1 วงจรจ่ายกระแสสำหรับแอคชูเอเตอร์

การควบคุมตำแหน่งก้านวาล์วเกิดจากการจ่ายกระแสให้แก่เส้นลวดโลหะผสมจำรูปเพื่อสร้างความร้อนทำให้อุณหภูมิของเส้นลวดสูงขึ้นจนเกิดการเปลี่ยนแปลงทางกลนั่นคือการกระตุ้นให้เกิดระยะการยืดหดของเส้นลวดทำให้เกิดแรงขับเคลื่อนก้านวาล์วให้เคลื่อนที่ตามระยะที่ต้องการ ซึ่งมีกระบวนการทำงานคร่าวๆดังรูปที่ 3.9



รูปที่ 3.8 บล็อกไดอะแกรมแสดงลักษณะการทำงานของแอคชูเอเตอร์

จากรูปที่ 3.9 เมื่อโปรแกรม LabVIEW ส่งข้อมูลผ่าน DAQ Card (NI USB-6009) เพื่อป้อนสัญญาณ PWM แก่วงจรจ่ายกระแสที่ต่อวงจรขยายสัญญาณแบบไม่กลับเฟส (non-inverting amplifier) โดยที่ขาลบของไอซี TLC274CN ที่มีตัวขยายที่ 1 เท่าซึ่งสามารถคำนวณได้ดังสมการที่ 3.1 และมีวงจรตามรูปที่ 3.9 ซึ่งวงจรส่วนนี้มีหน้าที่ในการเชื่อมต่อสัญญาณส่วนควบคุมและสัญญาณส่วนขับเคลื่อนและขยายสัญญาณจากนั้นส่งแรงดันให้ขา G ของมอสเฟต Q2 ในการขับเคลื่อนกระแสให้แก่เส้นลวดโลหะผสมจำรูป จากนั้นจะวัดกระแสด้วยไอซี ACS712 ที่มีการลบ offset และใช้ DAQ card เก็บข้อมูลกระแสที่ได้จากแรงดันขาออกของวงจรวัดสัญญาณตลอดเวลาการทดสอบเพื่อใช้ในการวิเคราะห์ ซึ่งวงจรส่วนขับเคลื่อนจะทำหน้าที่ในการขับเคลื่อนให้ไหลผ่านลวดโลหะผสมจำรูปดังรูปที่ 3.10



รูปที่ 3.9 วงจรจ่ายกระแสสำหรับแอคชูเอเตอร์

สามารถคำนวณหาอัตราขยายของวงจรขยายแบบไม่กลับเฟสได้ดังสมการด้านล่างนี้

$$V_{out} = 1 + \frac{R_1}{R_2} \quad (3.1)$$

ซึ่งในงานวิจัยนี้ได้เลือกใช้อัตราขยายที่ 1 เท่าโดยเลือกใช้ค่า R_1 ที่ 0 โอห์ม

ในบทนี้ได้กล่าวถึงเครื่องทดสอบโลหะผสมจำรูป และระบบวาล์วควบคุมที่ใช้ในการวิจัย ซึ่งจะกล่าวถึงการนำไปใช้สำหรับการทดสอบ วิเคราะห์ และพัฒนาอัลกอริทึมมาสำหรับการตรวจจับความผิดปกติในงานวิจัยในบทที่ 4