

ชุดจำลองเครื่องตัดฟิลเตอร์กรองอากาศสำหรับในงานอุตสาหกรรม

Air Filter Cutter Simulation Set for Industrial Use

ยุดิ ฉัตรวรานนท์^{1*}, มัลลิกา ชัชวาลกิจกุล¹, สุรพล สาริบุตร¹, ธีรยุทธ แยมปราศัย¹

อนุสรณ์ ผ่องประภา², วสันต์ สุวรรณหงส์² และ ปันณวิชญ์ ภัทร์สรณ์สิริ³

Yutti Chatwaranon^{1*}, Mallika Chatchawankitkun¹, Surapol Saribut¹, Teerayut Yaemprasai¹,

Anusorn Phongprapa², Wasan Suwannahong², and Punnavich Phatsornsiri³

¹สาขาวิชาวิศวกรรมไฟฟ้า คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยกรุงเทพธนบุรี

²สาขาวิชาวิศวกรรมเครื่องกล คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยกรุงเทพธนบุรี

³สาขาวิชาวิศวกรรมไฟฟ้า คณะวิศวกรรมศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีปทุมวัน

¹Department of Electrical Engineering, Faculty of Engineering, Bangkokthonburi University

²Department of Mechanical Engineering, Faculty of Engineering, Bangkokthonburi University

³Department of Electrical Engineering, Faculty of Engineering, Pathumwan Institute of Technology

*E-mail: y.chatwaranon@gmail.com

บทคัดย่อ

การตัดฟิลเตอร์กรองอากาศที่ใช้ในงานอุตสาหกรรม ส่วนใหญ่จะพบเจอปัญหาในเรื่องของอุปกรณ์ในการตัดชิ้นงานไม่เพียงพอ ความเที่ยงตรงของการตัด การใช้แรงงาน และการใช้เวลายาวนานเกินไป ดังนั้นในงานวิจัยนี้จึงดำเนินการออกแบบและสร้างชุดจำลองเครื่องตัดฟิลเตอร์กรองอากาศขึ้น เพื่อศึกษาการลดปัญหาและเพิ่มประสิทธิภาพการทำงาน โดยชุดจำลองเครื่องตัดฟิลเตอร์กรองอากาศนี้ ใช้โปรแกรมเมเบิลลอจิกคอนโทรลเลอร์ (PLC) ควบคุมการทำงานซึ่งเขียนบนโปรแกรม GX Work 2 แทนการใช้แรงงานคน ใช้วัสดุลดความร้อนแทนการใช้กรรไกรและใช้เซนเซอร์แสงแทนการใช้ตลับเมตร ซึ่งจากการทดลองชุดจำลองนี้ พบว่าอุปกรณ์สามารถทำงานจริงและทำงานได้ถูกต้องตามขั้นตอนการทำงาน ชิ้นงานที่ได้มีขนาดและจำนวนตามที่กำหนด โดยขนาดของชิ้นงานนั้นอยู่ในเกณฑ์ของค่าความผิดพลาดที่ยอมรับได้

คำสำคัญ: ฟิลเตอร์กรองอากาศ ลวดนิโครม โปรแกรมเมเบิลลอจิกคอนโทรลเลอร์

* Corresponding author, e-mail: y.chatwaranon@gmail.com

Abstract

Air filter cutting in industrial applications mostly encounters problems with insufficient cutting equipment, cutting accuracy, labor intensiveness, and excessive time consuming. Therefore, this research is designed and built to study the reduction of problems and increase work efficiency. This air filter cutting model uses a programmable logic controller (PLC) to control the operation, which is written on the GX Work 2 program instead of using human labor. It uses heat wire instead of scissors and uses a light sensor instead of a tape measure. The results were found that the equipment can actually work and works correctly according to the work steps. The workpieces are of the specified size and quantity. The size of the workpieces is within the acceptable error range.

Keywords: Air Filter, Nichrome Wire, Programmable Logic Controller

1. ที่มาและความสำคัญ

ในปัจจุบันอุตสาหกรรมการผลิตจะนิยมใช้การเติมอากาศด้วยเครื่องส่งลมเย็น (Per-Cool Air Handling Unit: PAHU) ซึ่งจะทำหน้าที่ในการเติมอากาศเข้าไปในระบบปิด หรือพื้นที่การทำงานของภาคอุตสาหกรรม เพื่อรักษาระดับแรงดันบรรยากาศ หรือแบ่งพื้นที่การทำงาน โดยเครื่องส่งลมเย็นจะทำงานด้วยการให้มอเตอร์ดูดอากาศจากภายนอกเข้ามาผ่านฟิลเตอร์เพื่อให้อากาศสะอาดขึ้น ก่อนจะส่งเข้าสู่พื้นที่การผลิต การที่อากาศไหลผ่านฟิลเตอร์นั้นเพื่อเป็นการกรองเศษฝุ่น ใบไม้ เศษดิน และสิ่งแปลกปลอมต่าง ๆ ก่อนส่งลมเข้าสู่พื้นที่การทำงาน เมื่อมีการใช้งานไประยะเวลาหนึ่งจะส่งผลให้ฟิลเตอร์นั้นหมดสภาพการใช้งาน ไม่สามารถกรองให้อากาศสะอาด หรือไม่สามารถให้อากาศไหลผ่านได้ จึงต้องมีการเปลี่ยนฟิลเตอร์ใหม่

ซึ่งในการเปลี่ยนฟิลเตอร์แบบสำเร็จรูปนั้นมีต้นทุนที่ค่อนข้างสูง ทางสถานประกอบการจึงลดต้นทุนด้วยการจัดซื้อฟิลเตอร์แบบม้วนความยาวมากกว่า 20 เมตร และนำมาตัดแบ่งเป็นชิ้นขนาด 60 x 100 เซนติเมตรเพื่อนำไปใช้งานแทนฟิลเตอร์แบบสำเร็จรูป ซึ่งสามารถลดต้นทุนได้จริงแต่กลับพบปัญหาในเรื่องของการใช้เวลาและพื้นที่การทำงานมากขึ้น อุปกรณ์ที่ใช้ในการตัดฟิลเตอร์กรองอากาศไม่เพียงพอ ทำให้ฟิลเตอร์ที่ตัดออกมานั้นขาดความเที่ยงตรงของชิ้นงาน ดังนั้นเพื่อการทำงานที่มีประสิทธิภาพมากขึ้น ทางผู้จัดทำจึงได้จัดทำชุดจำลองเครื่องตัดฟิลเตอร์กรองอากาศขึ้นเพื่อเป็นชุดทดลองในการตัดฟิลเตอร์ให้มีความเที่ยงตรงและเหมาะสมในการนำไปใช้งานเพื่อให้มีประสิทธิภาพดีที่สุด

2. ทฤษฎี และงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

2.1 ฟิลเตอร์ (Roll Filter)

ฟิลเตอร์ เป็นวัสดุที่ผลิตจากเส้นใยโพลีเอสเตอร์ มีสีขาว และเป็นวัสดุที่สามารถนำไปใช้งานกรองได้ทั้งงานกรองน้ำหรืองานกรองอากาศ สามารถนำไปตัดตามขนาดที่ต้องการ การใช้งานสามารถนำไปตัดใช้งานกรอบอลูมิเนียมหรืออื่น ๆ และสามารถนำไปใช้งานโดยป้อนให้เข้ารูปกับพื้นที่แล้วค่อยตัดให้พอดีกับการใช้งาน ไรลฟิลเตอร์มาตรฐานมีขนาด กว้าง 2 เมตร ยาว 20 เมตร มีความหนาตั้งแต่ 10 - 20 มิลลิเมตร



รูปที่ 1 โรลฟิลเตอร์

2.2 ลวดนิโครม (Nichrome Wire)

ลวดนิโครม เป็นโลหะผสมชนิดหนึ่ง ประกอบด้วย นิกเกิล โครเมียม เหล็ก ไม่รวมตัวกับออกซิเจนในอากาศ มีจุดหลอมเหลวสูง สามารถนำความร้อนได้ มีทั้งลวดกลมและแบน มีหลากหลายขนาด สามารถเลือกใช้งานได้ตามความเหมาะสม มีขนาดโอห์มต่อเมตรให้เลือกใช้งานตามลักษณะงานที่เฉพาะเจาะจง ลวดนิโครมสามารถเลือกใช้งานที่อุณหภูมิตั้งแต่ 500 - 1,425 องศาเซลเซียส และเป็นลวดมีความต้านทานไฟฟ้าสูง สามารถทนแรงดันไฟฟ้าได้มากกว่าลวดธรรมดาทำให้ไม่ขาดง่าย สามารถนำลวดนิโครมไปใช้งานได้หลากหลายด้าน เช่น ใช้ตัดโฟมกับงานขึ้นรูป หรือใช้ผลิตฮีตเตอร์แบบต่าง ๆ เช่น เต้าเผา เต้าไฟฟ้า เต้าทดลอง เต้าอบ เต้าวิทยาศาสตร์ หรืองานให้ความร้อน เช่น ลวดซีล ลวดตัดโฟม พลาสติก ชุบโลหะ ชุบแข็ง ซีล อบสกกรีน และอื่น ๆ

ในการเลือกใช้งานลวดนิโครม จะต้องศึกษาความสัมพันธ์ของกระแสไฟฟ้าที่จ่ายให้กับลวดนิโครม ที่ขนาดต่าง ๆ ซึ่งจะทำให้เกิดความร้อนขึ้น การเลือกใช้งานจากการกำหนดขนาดของแรงดันไฟฟ้า กระแสไฟฟ้า และอุณหภูมิที่ต้องการใช้งาน แสดงดังตารางที่ 1

ตารางที่ 1 ความสัมพันธ์ของขนาดลวดนิโครม กระแสไฟฟ้า และอุณหภูมิที่เกิดขึ้น

Diameter (mm.)	Area (mm. ²)	Temperature (°C)						
		200	400	600	700	800	900	1000
		Current (A)						
0.7	0.385	3.1	4.8	6.95	7.8	9.1	10.3	11.8
0.65	0.342	2.82	4.4	6.3	7.15	8.25	9.3	10.75
0.6	0.283	2.52	4	5.7	6.5	7.5	8.5	9.7
0.55	0.238	2.25	3.55	5.1	5.8	6.75	7.6	8.7
0.5	0.196	2	3.15	4.5	5.2	5.9	6.75	7.7
0.45	0.159	1.74	2.75	3.9	4.45	5.2	5.85	6.75
0.4	0.126	1.5	2.34	3.3	3.85	4.4	5	5.7
0.35	0.096	1.27	1.95	2.76	3.3	3.75	4.15	4.75
0.3	0.085	1.05	1.63	2.27	2.7	3.05	3.4	3.85

Diameter (mm.)	Area (mm. ²)	Temperature (°C)						
		200	400	600	700	800	900	1000
		Current (A)						
0.25	0.049	0.84	1.33	1.83	2.15	2.4	2.7	3.1
0.2	0.0314	0.65	1.03	1.4	1.65	1.82	2	2.3
0.15	0.0177	0.46	0.74	0.99	1.15	1.28	1.4	1.62
0.1	0.00785	0.1	0.47	0.63	0.72	0.8	0.9	1

ตารางที่ 2 สภาพต้านทานไฟฟ้าของวัสดุ

วัสดุ	สภาพต้านทานไฟฟ้า ($\Omega.m$)
เงิน	1.6×10^{-8}
อะลูมิเนียม	2.7×10^{-8}
ทองแดง	1.7×10^{-8}
นิโครม	9.8×10^{-7}

ในการคำนวณหาขนาดของลวดนิโครม สามารถคำนวณได้จากสมการที่ (1) ถึง สมการที่ (3)

$$R = \frac{V}{I} \quad (1)$$

$$A = \frac{\rho l}{R} \quad (2)$$

$$D = \sqrt{\frac{4A}{\pi}} \quad (3)$$

เมื่อ	R	คือ	ความต้านทานไฟฟ้า	หน่วยเป็น โอห์ม (Ω)
	V	คือ	แรงดันไฟฟ้า	หน่วยเป็น โวลต์ (V)
	I	คือ	กระแสไฟฟ้า	หน่วยเป็น แอมแปร์ (A)
	A	คือ	พื้นที่หน้าตัดของลวด	หน่วยเป็น ตารางเมตร (m ²)
	l	คือ	ความยาวของเส้นลวด	หน่วยเป็น เมตร (m)
	ρ	คือ	สภาพต้านทานไฟฟ้า	หน่วยเป็น โอห์มเมตร ($\Omega.m$)
	D	คือ	ขนาดของเส้นผ่านศูนย์กลาง	หน่วยเป็น เมตร (m)

2.3 โปรแกรมเมเบิลลอจิกคอนโทรลเลอร์ (Programmable Logic Control: PLC)

โปรแกรมเมเบิลลอจิกคอนโทรลเลอร์ เป็นอุปกรณ์ควบคุมการทำงานของเครื่องจักรหรือกระบวนการทำงานต่าง ๆ โดยภายในมีไมโครโพรเซสเซอร์ (Microprocessor) เป็นเหมือนสมองสั่งการที่สำคัญ PLC จะมีส่วน

ที่เป็นอินพุตและเอาต์พุตที่สามารถต่อออกไปใช้งานได้ทันที ตัวตรวจวัดหรือสวิตช์ต่าง ๆ จะต่อเข้ากับอินพุต ส่วนเอาต์พุตจะใช้ต่อออกไปควบคุมการทำงานของอุปกรณ์หรือเครื่องจักรที่เป็นเป้าหมาย ซึ่งสามารถสร้างวงจรหรือแบบของการควบคุมได้โดยการป้อนคำสั่งเข้าไปในโปรแกรมของ PLC นอกจากนี้ยังสามารถใช้งานร่วมกับอุปกรณ์อื่นได้ เช่น เครื่องอ่านบาร์โค้ด (Barcode Reader) เครื่องพิมพ์ (Printer) ซึ่งในปัจจุบันนอกจาก PLC จะใช้งานแบบเดี่ยว (Standalone) แล้วยังสามารถเชื่อมต่อ PLC หลาย ๆ เครื่องเข้าด้วยกัน (Network) เพื่อควบคุมการทำงานของระบบให้มีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้น และการใช้งาน PLC นั้นมีความยืดหยุ่นสูง ดังนั้นในภาคอุตสาหกรรมต่าง ๆ จึงนิยมมาใช้ PLC มากขึ้น

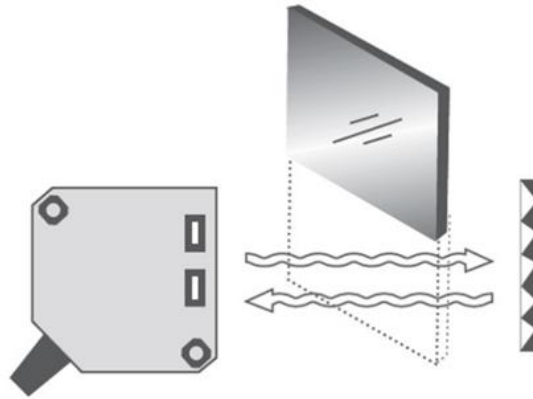
การใช้ PLC สำหรับควบคุมเครื่องจักรหรืออุปกรณ์ต่าง ๆ ในงานอุตสาหกรรมจะมีข้อได้เปรียบกว่าการใช้ระบบของรีเลย์ (Relay) ซึ่งจำเป็นจะต้องติดตั้งสายไฟฟ้าหรือที่เรียกว่า Hard-Wired ฉะนั้น เมื่อมีความจำเป็นที่ต้องเปลี่ยนกระบวนการผลิตหรือลำดับการทำงานใหม่ จึงจำเป็นต้องติดตั้งสายไฟฟ้าใหม่ ซึ่งเสียเวลาและเสียค่าใช้จ่ายสูง แต่เมื่อเปลี่ยนมาใช้ PLC การเปลี่ยนกระบวนการผลิตหรือลำดับการทำงานใหม่นั้นสามารถทำได้โดยการเขียนหรือเปลี่ยนโปรแกรมใหม่เท่านั้น นอกจากนี้แล้ว PLC ยังใช้ระบบโซลิดสเตต (Solid State) ซึ่งมีความน่าเชื่อถือ ใช้กระแสไฟฟ้าน้อย และสะดวกเมื่อต้องการขยายขั้นตอนการทำงานของเครื่องจักร



รูปที่ 2 โปรแกรมเมเบิลลอจิกคอนโทรลเลอร์ (PLC)

2.4 เซนเซอร์แผ่นสะท้อน (Photo Sensor)

เซนเซอร์แผ่นสะท้อน จะทำหน้าที่วัดระยะของฟิลเตอร์ ซึ่งหลักการทำงานของเซนเซอร์แผ่นสะท้อน มีหน้าที่คอยตรวจจับวัตถุที่เคลื่อนที่ตัดผ่านเซนเซอร์ เมื่อวัตถุหรือชิ้นงานผ่านเข้ามาที่เซนเซอร์ จะเกิดการขวางลำแสงของเซนเซอร์ที่ส่งจาก Emitter ไปยังแผ่นสะท้อน จึงทำให้ Receiver ไม่สามารถรับลำแสงที่จะสะท้อนกลับมาได้ โดยเซนเซอร์แผ่นสะท้อนทำหน้าที่เหมือนสวิตช์ เมื่อระยะของฟิลเตอร์ได้ตามที่กำหนดแล้ว จะทำการส่งสัญญาณให้แก่ PLC เพื่อสั่งให้กระบวนการทำงานในขั้นตอนต่อไป



รูปที่ 3 หลักการสะท้อนของเซนเซอร์ผ่านสะท้อน



รูปที่ 4 เซนเซอร์ผ่านสะท้อน (Photo sensor)

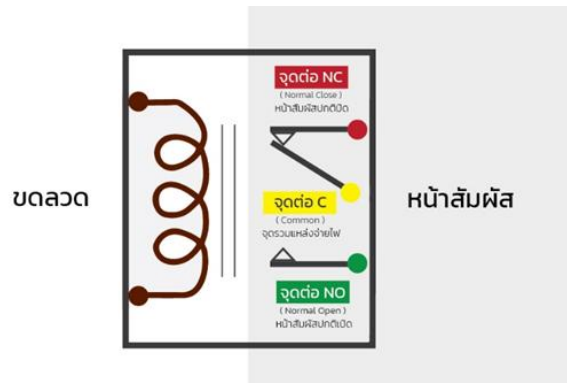
2.5 รีเลย์ (Relay)

รีเลย์ คือ สวิตช์ไฟฟ้าที่ใช้แม่เหล็กไฟฟ้าในการเปิดหรือปิดหน้าสัมผัสอย่างน้อยหนึ่งหน้าสัมผัส ทำหน้าที่เป็นหน้าสัมผัสภายนอกที่ใช้สำหรับวงจรการกลับทางหมุนของมอเตอร์ เนื่องจากการต่อวงจรของ PLC ไม่สามารถสลับขั้วแหล่งจ่ายได้ จึงต้องใช้หน้าสัมผัสของรีเลย์ภายนอกมาช่วยในการตัดต่อวงจรไฟฟ้า รีเลย์จึงนับเป็นส่วนประกอบสำคัญในระบบไฟฟ้าและอิเล็กทรอนิกส์ใช้ในการควบคุมวงจรกำลังไฟสูงด้วยสัญญาณกำลังต่ำ

รีเลย์ ประกอบไปด้วย 2 ส่วนหลัก ได้แก่ ขดลวด และหน้าสัมผัส ซึ่งโดยทั่วไปแล้ว ขดลวดจะทำจากลวดทองแดงพันรอบแกนกลาง และเมื่อกระแสไฟฟ้าจ่ายให้แก่ขดลวดก็จะสร้างสนามแม่เหล็กเพื่อทำการดึงหน้าสัมผัสให้เข้าหากัน เมื่อนำกระแสไฟฟ้าออก สนามแม่เหล็กจะหายไปและหน้าสัมผัสจะคลายตัวกลับสู่ตำแหน่งเดิมในส่วนของหน้าสัมผัสจะประกอบไปด้วยจุดต่อดังนี้ 3 จุด ได้แก่

1. จุดต่อ NO (Normally Open) ซึ่งหากไม่มีการจ่ายไฟให้คอยล์รีเลย์เหนี่ยวนำ หน้าสัมผัสจะไม่ติดกัน
2. จุดต่อ C (Common) เป็นจุดรวมที่เชื่อมต่อมาจากแหล่งจ่ายไฟ
3. จุดต่อ NC (Normally Close) ซึ่งหากยังไม่มีกระแสจ่ายไฟให้คอยล์รีเลย์เหนี่ยวนำ หน้าสัมผัสจะติดกัน

หน้าสัมผัสในรีเลย์นิยมทำจากวัสดุนำไฟฟ้า เช่น เงินหรือทองแดง และสามารถเปิดได้ตามปกติ NO หรือปิดตามปกติ NC เมื่อรีเลย์ได้รับพลังงานหน้าสัมผัส NO จะปิดและหน้าสัมผัส NC จะเปิดขึ้น ปล่องให้กระแสไหลผ่านวงจร เมื่อรีเลย์ไม่ได้จ่ายไฟหน้าสัมผัส NO จะเปิดขึ้นและหน้าสัมผัส NC จะปิด ซึ่งจะขัดจังหวะการไหลของกระแสไฟ

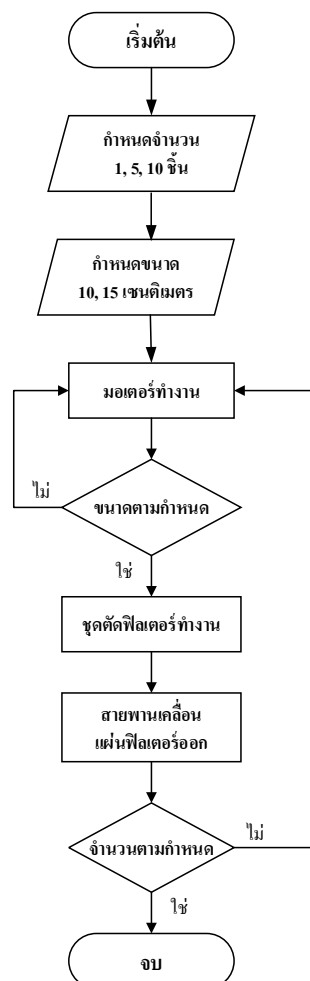


รูปที่ 5 ส่วนประกอบของรีเลย์

3. วิธีดำเนินการวิจัย

3.1 การออกแบบแผนผังลำดับขั้นตอนการทำงาน

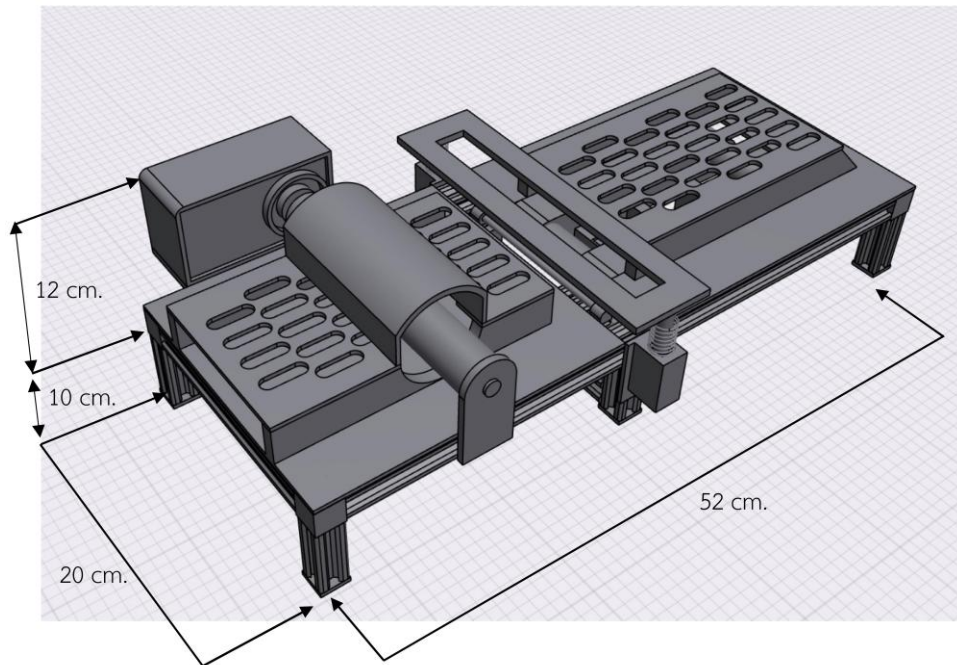
แผนผังลำดับขั้นตอนการทำงานดังรูปที่ 6 เป็นรูปแบบการทำงานที่เกิดขึ้นในกระบวนการการทำงานของชุดจำลองเครื่องตัดฟิวเตอร์กรองอากาศ มีขั้นตอนที่สำคัญในการทำงาน คือ การกำหนดจำนวนของแผ่นฟิวเตอร์ (1, 5, 10 แผ่น) และขนาดความยาวที่ต้องการ (10, 15 เซนติเมตร) การหมุนของมอเตอร์ขับเคลื่อนฟิวเตอร์ การรับข้อมูลของเซนเซอร์วัดระยะ และการทำงานของชุดตัดฟิวเตอร์ด้วยลวดความร้อน



รูปที่ 6 แผนผังขั้นตอนการทำงานของชุดจำลองเครื่องตัดฟิวเตอร์กรองอากาศ

3.2 ออกแบบตำแหน่งและลักษณะของชุดจำลอง

จากการออกแบบลำดับขั้นตอนการทำงาน และอุปกรณ์สำคัญที่ต้องใช้ในการสร้างชุดจำลองเครื่องตัดฟิลเตอร์กรองอากาศ จึงสามารถออกแบบตำแหน่งของอุปกรณ์ และลักษณะโครงสร้างโดยรวมของตัวโมเดลได้ตามรูปภาพการออกแบบโครงสร้างโมเดล เครื่องตัดฟิลเตอร์กรองอากาศ



รูปที่ 7 การออกแบบขนาดของชุดจำลอง

จากรูปที่ 7 เป็นการออกแบบขนาดของชุดจำลองการตัดแผ่นฟิลเตอร์ โดยมีขนาดอยู่ที่ 20 x 52 x 10 เซนติเมตร ซึ่งยังไม่รวมมอเตอร์ โดยในระบบนี้จะมีการติดตั้งเซนเซอร์และขดลวดในการตัดแผ่นฟิลเตอร์ ซึ่งในระบบ PLC ในการควบคุมการทำงาน

3.3 การคำนวณหาขนาดของลวดนิโครม

ในการหาขนาดของลวดนิโครมที่ต้องการใช้ สามารถคำนวณได้ดังต่อไปนี้

1. คำนวณหาค่าความต้านทานที่ต้องใช้ โดยกำหนดให้แรงดันไฟฟ้าและกระแสไฟฟ้าเลือกใช้งานอยู่ที่ 12 V และ 2 A ตามลำดับ จากสมการที่ 1 จะได้

$$R = \frac{V}{I} = \frac{12V}{2A} = 6\Omega$$

2. คำนวณหาค่าพื้นที่หน้าตัดของลวดนิโครม ต้องการความยาวของลวดไม่เกิน 20 เซนติเมตร และค่าสภาพต้านทานไฟฟ้าของลวดนิโครมจากตารางที่ 2 มีค่าเท่ากับ $9.8 \times 10^{-7} \Omega.m$ จากสมการที่ 2 จะได้

$$A = \frac{\rho l}{R} = \frac{(9.8 \times 10^{-7})(0.2)}{6}$$

$$A = 0.32667 \times 10^{-7} m^2$$

$$A = 0.032667 mm^2$$

3. คำนวณหาค่าขนาดของเส้นผ่านศูนย์กลาง โดยใช้สมการที่ 3 จะได้ว่า

$$D = \sqrt{\frac{4A}{\pi}} = \sqrt{\frac{4 \times 0.032667}{\pi}}$$

$$D = 0.204 \text{ mm}$$

จากการคำนวณ จึงเลือกใช้ขนาดของลวดนิโครมที่ขนาด 0.2 มิลลิเมตร ซึ่งเมื่อนำไปตรวจสอบปริมาณกระแสไฟฟ้าที่ใช้งานกับความร้อนที่เกิดขึ้นจากตารางที่ 1 พบว่า สามารถใช้งานได้ และเลือกใช้มอเตอร์เกียร์ที่อัตราความเร็ว 10 rpm หรือ 10 รอบต่อนาที เมื่อทำการคำนวณเรียบร้อยแล้ว จึงดำเนินการจัดสร้างและประกอบอุปกรณ์ต่าง ๆ ให้เสร็จสมบูรณ์ดังรูปที่ 8



รูปที่ 8 ชุดจำลองเครื่องตัดฟิลเตอร์กรองอากาศที่สร้างเสร็จสมบูรณ์

4. ผลการทดสอบ

ในการทดสอบการทำงานของชุดจำลองเครื่องตัดฟิลเตอร์กรองอากาศ สามารถแบ่งการทดสอบออกเป็น 2 หัวข้อ ดังนี้

4.1 การทดสอบการตัดฟิลเตอร์กรองอากาศตามขนาดที่กำหนด

ในการทดสอบนี้ ชุดจำลองเครื่องตัดฟิลเตอร์กรองอากาศ จะต้องตัดฟิลเตอร์ได้ตามขนาดที่กำหนดไว้ ได้แก่ 10 และ 15 เซนติเมตร โดยฟิลเตอร์ที่ถูกตัดจะต้องมีความคาบเคลื่อนไม่เกินร้อยละ 5% คือ ที่ขนาด 10 เซนติเมตร ฟิลเตอร์ที่ถูกตัดจะต้องมีขนาดระหว่าง 9.5 - 10.5 เซนติเมตร และที่ขนาด 15 เซนติเมตร ฟิลเตอร์ที่ถูกตัดจะต้องมีขนาดระหว่าง 14.25 - 15.75 เซนติเมตร

โดยทำการทดสอบเลือกจำนวนการทำงานที่ 1 5 และ 10 ขึ้น อย่างละ 1 รอบ และเก็บผลของขนาดฟิลเตอร์ที่ตัดได้ ซึ่งผลการทดสอบชุดจำลองเครื่องตัดฟิลเตอร์กรองอากาศการ ขนาด 10 และ 15 เซนติเมตร แสดงได้ดังตารางที่ 3 และ ตารางที่ 4 ตามลำดับ

ตารางที่ 3 ผลการทดสอบชุดจำลองเครื่องตัดฟیلเตอร์กรองอากาศการ ขนาด 10 เซนติเมตร

จำนวน (ชั้น)	ขนาดที่วัดได้ (เซนติเมตร)										ค่าเฉลี่ย (เซนติเมตร)	ค่าความ คลาดเคลื่อน (%)
1	10	-	-	-	-	-	-	-	-	-	10	0%
5	10	10.2	10	10.2	10.2	-	-	-	-	-	10.12	1.2%
10	10	10.1	10	9.8	10.2	10.2	10	10.2	10.1	9.9	10.05	0.5%

ตารางที่ 4 ผลการทดสอบชุดจำลองเครื่องตัดฟیلเตอร์กรองอากาศการ ขนาด 15 เซนติเมตร

จำนวน (ชั้น)	ขนาดที่วัดได้ (เซนติเมตร)										ค่าเฉลี่ย (เซนติเมตร)	ค่าความ คลาดเคลื่อน (%)
1	15	-	-	-	-	-	-	-	-	-	15	0%
5	15	15.2	15.1	15	15.1	-	-	-	-	-	15.08	0.53%
10	14.9	15	15.2	15	14.9	15.1	15	14.6	15	15	14.97	0.2%

4.2 การทดสอบการตัดฟیلเตอร์กรองอากาศตามจำนวนที่กำหนด

ในส่วนของการทดสอบนี้ ชุดจำลองเครื่องตัดฟیلเตอร์กรองอากาศ จะต้องตัดฟیلเตอร์ให้ได้ตามจำนวนที่กำหนดไว้ คือ 1, 5 และ 10 ชั้น โดยทำการทดสอบเลือกจำนวนการทำงานที่ 1 ชั้น ที่ขนาด 10 และ 15 เซนติเมตร จำนวนขนาดละ 5 ครั้ง และที่ 5 และ 10 ชั้น ที่ขนาด 10 และ 15 เซนติเมตร จำนวนขนาดละ 1 ครั้ง และเก็บผลของจำนวนฟیلเตอร์ที่ตัดได้ ซึ่งผลการทดสอบแสดงได้ดังตารางที่ 5 และตารางที่ 6

ตารางที่ 5 ผลการทดสอบจำนวนการตัดฟیلเตอร์กรองอากาศของชุดจำลอง ขนาด 10 เซนติเมตร

ครั้งที่	ขนาด (เซนติเมตร)		จำนวน (ชั้น)			ขนาดที่วัดได้ (เซนติเมตร)	การทำงาน
	10	15	1	5	10		
1	✓		✓			10	✓
2	✓		✓			10	✓
3	✓		✓			10	✓
4	✓		✓			10	✓
5	✓		✓			10.1	✓
6	✓			✓		10	✓
7	✓			✓		10.12	✓
8	✓			✓		10.07	✓
9	✓			✓		10	✓

ครั้งที่	ขนาด (เซนติเมตร)		จำนวน (ชิ้น)			ขนาดที่วัดได้ (เซนติเมตร)	การทำงาน
	10	15	1	5	10		
10	✓			✓		10.05	✓
11	✓				✓	10.1	✓
12	✓				✓	10	✓
13	✓				✓	10	✓
14	✓				✓	10.07	✓
15	✓				✓	10.1	✓

จากตารางที่ 5 เป็นการทดสอบการตัดแผ่นฟิลเตอร์ขนาด 10 เซนติเมตร โดยแบ่งเป็นจำนวนแผ่น ครั้งละ 1 แผ่น, 5 แผ่น และ 10 แผ่น ซึ่งผลความยาวของแผ่นฟิลเตอร์ต้องไม่เกินร้อยละ 5 พบว่า จากการทดสอบ 15 ครั้งนี้ ระบบสามารถใช้งานได้และความยาวของแผ่นฟิลเตอร์ไม่เกินร้อยละ 5 ที่มีการกำหนดไว้

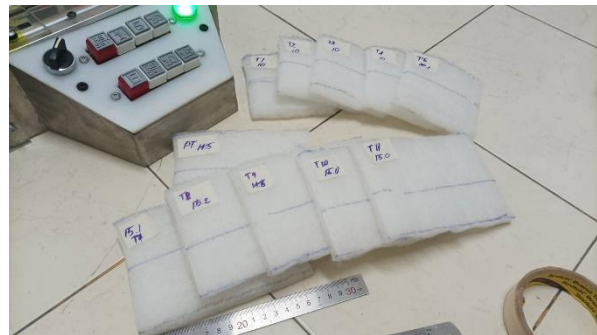
ตารางที่ 6 ผลการทดสอบจำนวนการตัดฟิลเตอร์กรองอากาศของชุดจำลอง ขนาด 15 เซนติเมตร

ครั้งที่	ขนาด (เซนติเมตร)		ขนาด (เซนติเมตร)			ขนาดที่วัดได้ (เซนติเมตร)	การทำงาน
	10	15	1	5	10		
1		✓	✓			15.1	✓
2		✓	✓			15.2	✓
3		✓	✓			14.8	✓
4		✓	✓			15	✓
5		✓	✓			15	✓
6		✓		✓		15	✓
7		✓		✓		15.08	✓
8		✓		✓		15.04	✓
9		✓		✓		15.	✓
10		✓		✓		15.1	✓
11		✓			✓	15.2	✓
12		✓			✓	14.97	✓
13		✓			✓	15.2	✓
14		✓			✓	15.2	✓
15		✓			✓	14.99	✓

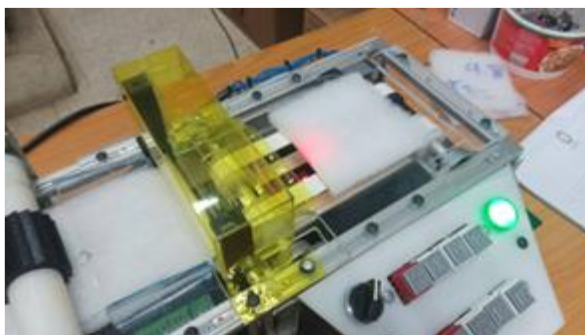
จากตารางที่ 6 เป็นการทดสอบการตัดแผ่นฟิลเตอร์ขนาด 15 เซนติเมตร โดยแบ่งเป็นจำนวนแผ่น ครั้งละ 1 แผ่น, 5 แผ่น และ 10 แผ่น ซึ่งผลความยาวของแผ่นฟิลเตอร์ต้องไม่เกินร้อยละ 5 พบว่า จากการทดสอบ 15 ครั้งนี้ ระบบสามารถใช้งานได้และความยาวของแผ่นฟิลเตอร์ไม่เกินร้อยละ 5 ที่มีการกำหนดไว้



รูปที่ 9 แดงฟังก์ชันในการเลือกขนาดและจำนวนในการตัดฟิลเตอร์กรองอากาศ



รูปที่ 10 ฟิลเตอร์กรองอากาศที่ตัดด้วยชุดจำลองที่ขนาด 10 และ 15 เซนติเมตร



รูปที่ 11 การนับจำนวนฟิลเตอร์กรองอากาศที่ถูกตัดที่ขนาด 10 และ 15 เซนติเมตร

5. สรุปผลการทดลอง

จากผลการทดสอบ พบว่า การทำงานของชุดจำลองเครื่องตัดฟิลเตอร์กรองอากาศ สามารถทำงานได้ครบตามลำดับขั้นตอนการทำงานที่กำหนดไว้ โดยในการทดสอบขนาดและจำนวนของฟิลเตอร์กรองอากาศที่ถูกตัดมานั้น พบว่า ขนาดของฟิลเตอร์ที่ได้จะอยู่ในช่วงที่ไม่เกินค่าความคลาดเคลื่อนร้อยละ 5 โดยค่าที่มีความผิดพลาดนั้นในการตัดฟิลเตอร์ต้องไม่เกินร้อยละ 5 โดยในชุดแบบจำลองนี้ใช้แผ่นฟิลเตอร์ที่ต้องการ 10

และ 15 เซนติเมตร โดยค่าความคลาดเคลื่อนนั้นต้องไม่เกินร้อยละ 5 เช่น ต้องการแผ่นฟิลเตอร์ที่ 10 เซนติเมตร ต้องไม่เกิน 0.5 เซนติเมตร หรือ 15 เซนติเมตร ต้องไม่เกิน 0.75 เซนติเมตร

ในส่วนของการกำหนดจำนวนการตัดฟิลเตอร์กรองอากาศ พบว่า สามารถทำงานได้อย่างถูกต้องครบถ้วนตามจำนวนที่กำหนดไว้ โดยปัญหาที่พบคือเมื่อลวดนิโครมได้รับความร้อน จะมีการโค้งงอจากการขยายตัวซึ่งจะส่งผลให้การตัดฟิลเตอร์คลาดเคลื่อน จึงทำการแก้ไขปัญหาโดยการเพิ่มชุดสปริงที่ปลายของลวดหรือการเพิ่มตัวขึงลวดเมื่อทำการปรับปรุงแล้วจึงทำการเก็บผลเพิ่มเติม ซึ่งพบว่าฟิลเตอร์ที่ถูกตัดมานั้นมีขนาดที่สามารถใช้งานได้และชุดจำลองสามารถทำงานได้ถูกต้องตามที่กำหนดไว้ โดยชุดแบบจำลองนี้กำหนดขนาดของแผ่นฟิลเตอร์ที่ 10 และ 15 เซนติเมตร ที่มีการกำหนด 1, 5 และ 10 แผ่น โดยมีค่าความคลาดเคลื่อนน้อยที่ ร้อยละ 5 โดยในการทดสอบนั้นจะใช้อยู่ที่ 100 ครั้ง ต้องมีการตรวจสอบเซนเซอร์และอุปกรณ์

6. กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบคุณ มหาวิทยาลัยกรุงเทพมหานคร ที่ให้การสนับสนุนสถานที่และงบประมาณที่ใช้ในการทำงานวิจัย อีกทั้งขอขอบคุณคณาจารย์ประจำสาขาวิชาวิศวกรรมไฟฟ้า คณะวิศวกรรมศาสตร์ ทุกท่านที่ให้ความอนุเคราะห์ในการช่วยเหลือในการทำงานวิจัยครั้งนี้

7. เอกสารอ้างอิง

- [1] วิจิตชัย วงษ์แจ้ง และคณะ. (2564). *การพัฒนาเครื่องตัดหัวปลาตุก*. เอกสารวิชาการฉบับที่ 1/2564. กองวิจัยและพัฒนาเทคโนโลยีอุตสาหกรรมสัตว์น้ำ กรมประมง กระทรวงเกษตรและสหกรณ์.
- [2] อนุรักษ ไชยเอ็ม และอนุสรณ์ สดใส. (2554). *เครื่องตัดสายไฟอัตโนมัติ*. ปรินิพนธ์วิศวกรรมบัณฑิต. กลุ่มวิชาเทคโนโลยีไฟฟ้าและอิเล็กทรอนิกส์ คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยบูรพา.
- [3] ชัยวัฒน์ อินทร์เรือง และณัฐพล สีนสมุทร. (2555). *เครื่องย่อยกระดาษ*. ปรินิพนธ์วิศวกรรมบัณฑิต. สาขาวิชาวิศวกรรมไฟฟ้า ภาควิชาวิศวกรรมไฟฟ้าและคอมพิวเตอร์ คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยนเรศวร.
- [4] ลือชัย ทองนิล (2558). *คู่มือวิศวกรไฟฟ้า (ฉบับปรับปรุง)*. กรุงเทพมหานคร: สมาคมส่งเสริมเทคโนโลยี (ไทย-ญี่ปุ่น).
- [5] บริษัท สุมิพล คอร์ปอเรชั่น จำกัด. (24 มี.ค. 2564). *ลิมิตสวิตช์*. searched at <https://www.sumipol.com/knowledge/what-is-limit-switch-omron/>
- [6] บริษัท สุมิพล คอร์ปอเรชั่น จำกัด. (20 เม.ย. 2566). *รีเลย์*. searched at <https://www.sumipol.com/knowledge/what-is-relays/>