



เครื่องต้นแบบพัดลมดูดอากาศแบบคลัทช์แรงเหวี่ยง
Prototype exhaust fans and centrifugal clutch.

โดย

นายจิรัฐติกุล กล้าหาญ

สาขาวิชาวิศวกรรมเครื่องกล คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม
งานวิจัยนี้ได้รับงบประมาณจากกองทุนส่งเสริมงานวิจัย ปี พ.ศ ๒๕๕๕
สถาบันวิจัยและพัฒนา มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลสุวรรณภูมิ

บทคัดย่อ

โรงงานอุตสาหกรรม ในปัจจุบันส่วนใหญ่จะมีมลพิษที่ อันตรายต่อสุขภาพของผู้ปฏิบัติงานเนื่องจากวัตถุดิบและผลผลิตจำนวนมากที่จัดว่าเป็นอันตรายต่อสุขภาพ มลพิษเหล่านี้ส่วนใหญ่จะปะปน และ ล่องลอยอยู่ในอากาศซึ่งพร้อมที่จะเข้าสู่ร่างกาย และ ทำอันตรายต่อผู้ปฏิบัติงานทางโรงงานอุตสาหกรรมจึงต้องมีพัดลมดูดอากาศเพื่อการเคลื่อนย้ายอากาศให้ไหลไปในทิศทางที่กำหนดแต่การดูดอากาศ หรือ การเคลื่อนย้ายอากาศสามารถนำไปใช้กับฟาร์ม หรือ ปศุสัตว์ต่างๆ ที่ต้องการให้โรงเรือนมีการถ่ายเทของอากาศสามารถนำมาใช้ได้ในการดูดอากาศหรือการเคลื่อนย้ายอากาศนั้นจะมีการพาหรือดูดกลิ่นต่างๆ ควนและ ผ่น ไปพร้อมๆกันดังนั้นร้านอาหารที่ไม่มีทางระบาย ควนและกลิ่นก็ต้องอาศัยพัดลมดูดอากาศในการเคลื่อนย้ายควนและกลิ่นออกจากห้องครัวหรืออาคารเพื่อให้อากาศบริสุทธิ์เข้ามาแทนที่

ในโครงการนี้จะนำพัดล้อยี่ทั้งสามชนิดมาทำการทดลองที่ความเร็วรอบที่ 100-1,500 rpm และนำผลของพัดล้อยี่ทั้งสามชนิดมาเปรียบเทียบกันจะได้ดังต่อไปนี้พัดล้อยี่แบบอัตราทด 2:2 นั้นจะทำความเร็วรอบได้เพียง 1,300 rpm เท่านั้นแต่ความเร็วลมที่ได้จะเท่ากับ 23.4 m/s และมีอัตราการสิ้นเปลืองกระแสไฟฟ้าเท่ากับ 6.7 A ส่วนพัดล้อยี่ธรรมดาอัตราทด 3:1 จะได้ความเร็วรอบถึง 1,500 rpm แต่ความเร็วลมที่ได้จะเท่ากับ 12.81 m/s และมีอัตราการสิ้นเปลืองกระแสไฟฟ้าเท่ากับ 1.4 A และแบบคลัทช์แรงเหวี่ยงจะได้ความเร็วรอบ 1,500 rpm เช่นกันความเร็วลมที่ได้จะเท่ากับ 14.72 m/s และมีอัตราการสิ้นเปลืองกระแสไฟฟ้าเท่ากับ 1.6 A

ABSTRACT

Industrial pollution is the most dangerous to the health of workers due to raw materials and products, many of which are classified as hazardous to health. These pollutants. Most are mixed and floating in the air, which is ready to enter the body and do harm to the plant operator must have exhaust fans to move air to flow in the direction of the air suction however. The movement of air can be used with farm animals or smelly. The house has a circulation of air that can be used for ventilation or air movement will have to take or absorb odors and smoke and dust at the same restaurant, so there is no outlet Smoke and the smell would require exhaust fans to remove smoke and odors from your kitchen or building to replace air.

This project will take three out of pool already conducted at a speed of 100-1,500 rpm three pools Valley compared to the pool following a ratio 2:2 Valley. the speed is only around 1,300 rpm but wind speed is equal to 23.4m/s and a power consumption of 6.7 A 3:1 ratio of the pool is already plain to speed up to 1,500 rpm cycles, however. wind speed is equal to 12.81m/s and the rate of consumption of electricity is equivalent to 1.4 A and a clutch, centrifugal force will speed 1,500 rpm with a wind speed that is equal to 14.72 m / s and at the end. power consumption of 1.6 A.

กิตติกรรมประกาศ

ในการจัดทำวิจัยนี้ คณะผู้จัดทำได้ดำเนินการ และได้กระทำงานเสร็จลุล่วงตามเป้าหมาย และวัตถุประสงค์ที่กำหนดไว้เป็นอย่างดี คณะผู้จัดทำขอขอบคุณ คณาจารย์ในสาขาวิชาวิศวกรรมเครื่องกล ที่ได้ให้ข้อมูลต่างๆ ทั้งทางด้านวิชาการและทางด้านอื่น ที่เกี่ยวกับโครงการและข้อมูลทางด้านเทคนิคปฏิบัติทั่วไป จนผู้จัดทำสามารถจัดทำงานวิจัยสำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยดี

คณะผู้จัดทำ

สวพ.
มทร.สุวรรณภูมิ

สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อ	ก
กิตติกรรมประกาศ	ค
สารบัญรูป	ง
สารบัญตาราง	ฉ
คำอธิบายสัญลักษณ์และคำย่อ	ช
บทที่	
1 บทนำ	1
1.1 ความเป็นมาของโครงการ	1
1.2 วัตถุประสงค์ของโครงการ	1
1.3 ขอบเขตของโครงการ	1
1.4 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับจากโครงการ	2
1.5 ขั้นตอนการดำเนินงาน	2
2 ทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง	3
2.1 หลักการทำงานของคลัทช์แรงเหวี่ยงหนีศูนย์กลาง	3
2.2 ขั้นตอนของการส่งกำลัง	4
2.3 ส่วนประกอบต่างๆของคลัทช์แรงเหวี่ยงหนีศูนย์กลาง	4
2.4 การออกแบบและสร้างชุดทดสอบสมรรถนะพัฒนาระบบแรงเหวี่ยง	9
2.5 หลักการเบื้องต้นของมอเตอร์	12
2.6 ลูกปืน	14
2.7 เฟลา	18
2.8 การพิจารณาในการออกแบบเฟลา	21
2.9 สายพานและล้อสายพาน	23
2.10 เซ็นเซอร์และตัวควบคุมรอบการทำงานมอเตอร์	24
2.11 หลักการทำงานของอินเวอร์เตอร์	25
2.12 การควบคุมมอเตอร์	26

สารบัญ(ต่อ)

บทที่	หน้า
3 วิธีการดำเนินโครงการ	27
3.1 ขั้นตอนการดำเนินงาน	28
3.2 การคำนวณเชิงวิศวกรรม	39
3.3 วัสดุอุปกรณ์	30
3.4 ขั้นตอนการสร้างเครื่อง	30
4 รายงานผลการดำเนินงาน	33
4.1 การทดลองเครื่องพัฒนาคูอากาศโดยใช้ระบบส่งกำลังแบบ คลัทช์แรงเหวี่ยง	33
4.2 ขั้นตอนการทดลอง	33
4.3 ผลการทดลอง	34
5 สรุปผลการทดลองและข้อเสนอแนะ	39
5.1 สรุปผลที่ได้จากโครงการ	39
5.2 ข้อเสนอแนะ	39
เอกสารอ้างอิง	
ภาคผนวก	
ภาคผนวก ก	40
ภาคผนวก ข	44
ประวัติผู้จัดทำ	

บทที่ 5

สรุปผลการทดลองและข้อเสนอแนะ

จากที่ทำโครงการเครื่องต้นแบบพัฒนาคูอากาศโดยใช้ระบบส่งกำลังแบบคลัทช์แรงเหวี่ยง บัดนี้ได้ดำเนินการจัดทำโครงการได้สำเร็จลุล่วงแล้วซึ่งผลการทดลอง ได้บรรลุตามวัตถุประสงค์ที่ตั้งไว้ ภายใต้ขอบเขตของโครงการและสามารถที่จะนำไปใช้ประโยชน์ได้จริงตามที่คาดหวังไว้ทุกประการ

ผลการทดลองซึ่งได้กล่าวไว้ในบทที่ 4 มีประโยชน์อย่างยิ่งสำหรับข้อมูลเพื่อทำให้ทราบว่าโครงการนี้มีข้อบกพร่องเกี่ยวกับเรื่องใดบ้าง เพื่อใช้เป็นแนวทางในการปรับปรุงแก้ไขให้ดียิ่งขึ้นต่อไป

5.1 สรุปผลที่ได้จากโครงการ

ในการทดลองถึงประสิทธิภาพในการทำงานสามารถทำงานได้ตามวัตถุประสงค์ที่ตั้งไว้สามารถทำงานได้ตามแผนที่ตั้งไว้แล้ว ในการคูอากาศของพัฒนาคูอากาศโดยใช้ระบบส่งกำลังแบบคลัทช์แรงเหวี่ยงรวมทั้งสามารถนำไปพัฒนาต่อให้ดียิ่งขึ้นไปในการจัดทำโครงการเครื่องต้นแบบพัฒนาคูอากาศโดยใช้ระบบส่งกำลังแบบคลัทช์แรงเหวี่ยง หลังจากทำการทดสอบแล้วปรากฏว่าเครื่องต้นแบบพัฒนาคูอากาศโดยใช้ระบบส่งกำลังแบบคลัทช์แรงเหวี่ยง สามารถทำงานได้ตามที่ต้องการ

5.2 ข้อเสนอแนะ

โครงการนี้ประสบปัญหาต่าง ๆ ขึ้น ซึ่งทางคณะผู้จัดทำโครงการได้รวบรวมข้อบกพร่องต่าง ๆ ของโครงการเพื่อนำมาสรุปเป็นข้อ ๆ ดังนี้

1. ปัญหาในการเลือกใช้อินเวอร์เตอร์
2. วัตรอบชุดระบบส่งกำลังแบบคลัทช์แรงเหวี่ยงเมื่ออยู่ใกล้กันตัวเลขของวัตรอบจะวิ่งมั่ว
3. โครงการนี้สามารถนำผลการทดลองไปใช้กับงานจริง
4. เมื่อเดินเครื่องนานๆฟิวที่อินเวอร์เตอร์จะขาดเนื่องจากความร้อน

บทที่ 1

บทนำ

1.1 ความเป็นมาของโครงการ

โรงงานอุตสาหกรรมในปัจจุบัน ส่วนใหญ่จะมีมลพิษที่อันตรายต่อสุขภาพของผู้ปฏิบัติงานเนื่องจาก วัตถุดิบและผลผลิตจำนวนมากที่จัดว่าเป็นอันตรายต่อสุขภาพ และ มลพิษเหล่านี้ส่วนใหญ่จะปะปน และ ล่องลอยอยู่ในอากาศซึ่งพร้อมที่จะเข้าสู่ร่างกายและทำอันตรายต่อผู้ปฏิบัติงานทาง โรงงานอุตสาหกรรม จึงต้องมีพัดลมดูดอากาศเพื่อการเคลื่อนย้ายอากาศให้ไหลไปในทิศทางที่กำหนดแต่การดูดอากาศหรือ การเคลื่อนย้ายอากาศสามารถนำไปใช้กับฟาร์มหรือปศุสัตว์ต่างๆ ที่ต้องการให้โรงเรือนมีการถ่ายเทของอากาศสามารถนำมาใช้ได้ในการดูดอากาศ หรือการเคลื่อนย้ายอากาศนั้นจะมีการพาหรือดูดกลิ่นต่างๆ ควนและ ผุน ไปพร้อมๆ กันดังนั้นร้านอาหารที่ไม่มีทางระบาย ควนและกลิ่นก็ต้องอาศัยพัดลมดูดอากาศในการเคลื่อนย้ายควนและกลิ่นออกจากห้องครัวหรืออาคารเพื่อให้อากาศบริสุทธิ์เข้ามาแทนที่

ดังนั้นกลุ่มผู้จัดทำจึงคิดที่จะสร้าง เครื่องต้นแบบพัดลมดูดอากาศโดยใช้ระบบส่งกำลังแบบคลัชแรงเหวี่ยงขึ้นมาเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพการทำงานของพัดลมดูดอากาศ

1.2 วัตถุประสงค์ของโครงการ

1.2.1 เพื่อเป็นศึกษาระบบส่งกำลังแบบคลัชแรงเหวี่ยง

1.2.2 เพื่อนำอินเวอร์เตอร์มาใช้สำหรับควบคุมความเร็วรอบของมอเตอร์ที่ 100-1,500 rpm เพื่อเปรียบเทียบความเร็วลมและการใช้กระแสไฟฟ้าของพูลเลย์ทั้ง 3 แบบ

1.3 ขอบเขตของโครงการ

1.3.1 ใช้มอเตอร์เป็นต้นกำลังในการขับเคลื่อนใบพัด

1.3.2 ใบพัดมีขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางประมาณ 30 เซนติเมตร โดยจะมีซี่ของใบพัด 58 ซี่

1.3.3 มีโครงสร้างสูงประมาณ 65 เซนติเมตร กว้างประมาณ 73 เซนติเมตร ยาวประมาณ 95 เซนติเมตร

1.3.4 ใช้อินเวอร์เตอร์ในการปรับความถี่ให้แก่มอเตอร์เพื่อปรับความเร็วรอบคงที่

1.3.5 ชุดส่งกำลังแบบคลัชแรงเหวี่ยง 1 ชุด

1.3.6 ใช้เซ็นเซอร์วัดความเร็วลมบริเวณตรงกลางห่างจากปากทางออก 30 เซนติเมตร

1.3.7 ใช้ความถี่สูงสุดไม่เกิน 60 Hz

1.3.8 ใช้ใบพัดลมแบบแรงเหวี่ยงขนาด 30 เซนติเมตร

1.4 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับจากโครงการ

1.4.1 เพื่อใช้งานและเป็นเครื่องต้นแบบไว้ปรับปรุงและพัฒนาในระดับสูงขึ้น

1.4.2 สามารถนำไปเปรียบเทียบความเร็วรอบของพัดลมดูดอากาศโดยใช้ระบบส่งกำลังแบบคลัทช์แรงเหวี่ยงกับพัดลมดูดอากาศที่ไม่ใช้ระบบส่งกำลังแบบคลัทช์แรงเหวี่ยง

1.4.3 เพื่อศึกษาถึงอัตราการทดของชุดคลัทช์แรงเหวี่ยงที่ส่งไปยังใบพัดลมได้

1.4.4 สามารถนำชุดระบบส่งกำลังแบบคลัทช์แรงเหวี่ยงมาประยุกต์ใช้กับเครื่องจักรต้นกำลังอื่นได้

1.5 ขั้นตอนการดำเนินการ

ตารางที่ 1.1 แสดงขั้นตอนการดำเนินงาน

ขั้นตอนการทำงาน	ม.ย	ก.ค	ส.ค	ก.ย	ต.ค	พ.ย	ธ.ค	ม.ค	ก.พ	มี.ค	เม.ย
ศึกษาข้อมูล	←	→									
การสร้างโครงงาน			←	→							
ทดลองข้อมูล						←	→				
รวบรวมข้อมูล								←	→		
วิเคราะห์ข้อมูล									←	→	
สรุป								←	→		

บทที่ 3

วิธีการดำเนินงาน

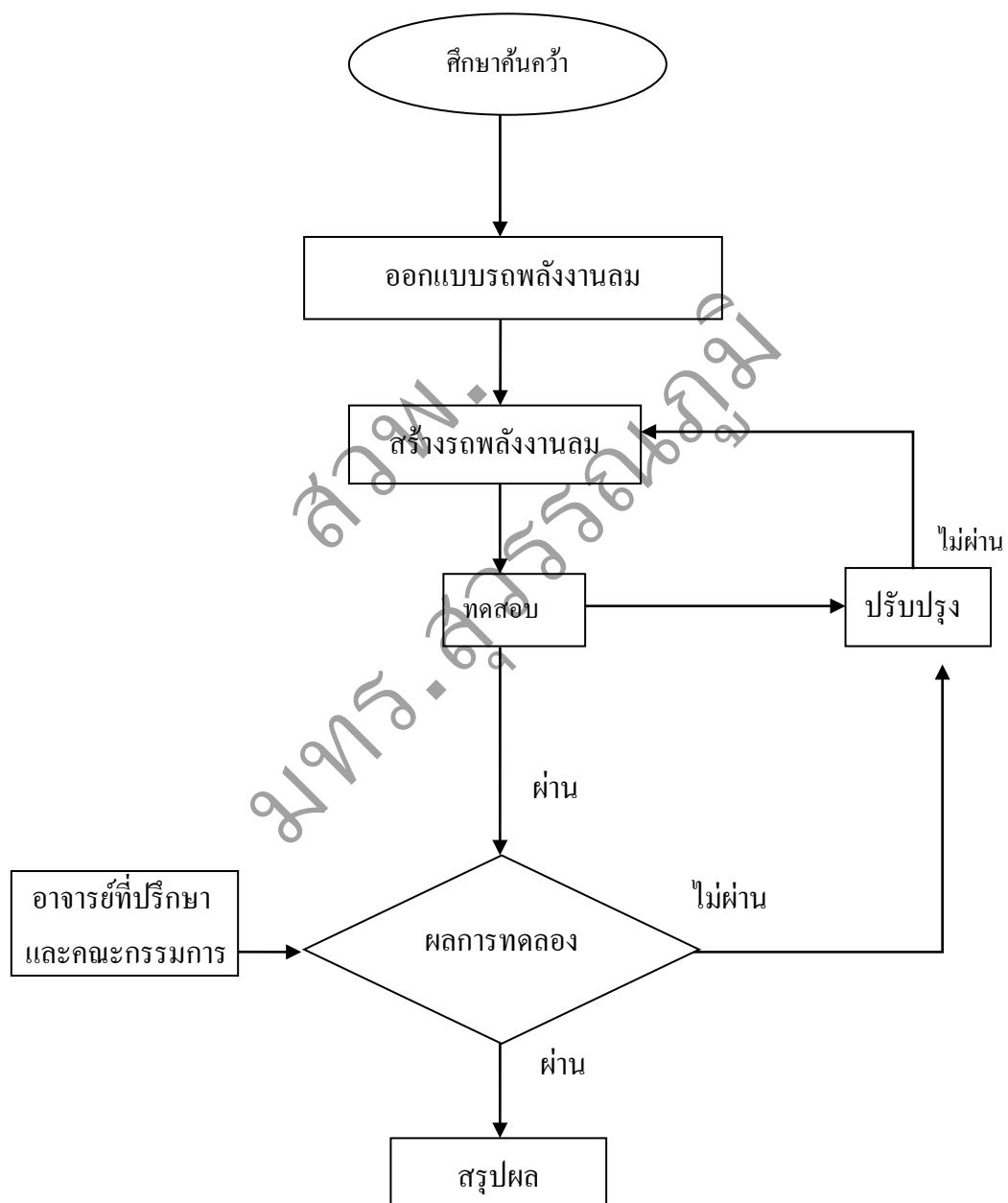
ในการออกแบบและสร้างเครื่องต้นแบบพัดลมดูดอากาศโดยใช้ระบบส่งกำลังแบบคลัชแรงเหวี่ยงซึ่งเป็นเครื่องที่มีการเปลี่ยนแปลง ของอัตราทดโดยอัตโนมัติและใช้มอเตอร์เป็นตัวต้นกำลัง เพื่อทำให้เกิดการทำงาน รายละเอียด ต่าง ๆ ในวิธีการดำเนินการจะกล่าวต่อไป ตั้งแต่ขั้นตอนการจัดซื้ออุปกรณ์ตลอดจนสิ้นสุดโครงการ เพื่อที่จะเป็นเครื่องต้นแบบพัดลมดูดอากาศโดยใช้ระบบส่งกำลังแบบคลัชแรงเหวี่ยงและเป็นประโยชน์แก่ผู้ที่สนใจ

ในการดำเนินการสร้างและประกอบอุปกรณ์ของชุดระบบส่งกำลังแบบครัทช์แรงเหวี่ยงโดยจะต้องมีการกำหนดขั้นตอนในการดำเนินงาน วิธีการทำงานซึ่งสามารถดำเนินการตามขั้นตอน

โดยในบทนี้จะแสดงถึงรายละเอียดและการดำเนินการจัดการสร้างเครื่องต้นแบบพัดลมดูดอากาศโดยใช้ระบบส่งกำลังแบบคลัชแรงเหวี่ยงตามลำดับดังต่อไปนี้

- 1.ขั้นตอนการดำเนินงาน
- 2.การคำนวณเชิงวิศวกรรม
- 3.วัสดุอุปกรณ์
- 4.ขั้นตอนการสร้างเครื่อง

3.1 ขั้นตอนการดำเนินงาน



3.2 การคำนวณเชิงวิศวกรรม

3.7.1 การคำนวณหาเพลาดันและมอเตอร์

โดยการคำนวณจะให้น้ำหนักของใบพัดที่กระทำต่อเพลามีดังต่อไปนี้

$$F = m \times g$$

$$F = 5 \times 9.81$$

$$F = 49.05 \text{ นิวตัน}$$

∴ แรงที่ได้ เท่ากับ 49.05 นิวตัน

การคำนวณหางานในการที่เพลาก่อกระทำต่อวินาทีขณะที่เพลามุน n รอบต่อวินาที
สามารถคำนวณได้ดังนี้

$$WF = F \times 2\pi r \times n$$

$$WF = 49.05 \times 2 \times 3.14 \times 0.19 \times 1500$$

$$WF = 87.83 \text{ kJ}$$

∴ งานในการที่เพลาก่อกระทำต่อวินาทีเท่ากับ 87.83 kJ

ให้ระยะจากแรงที่กระทำจนถึงจุดรองรับ (r) เท่ากับ 19 มิลลิเมตรจะหาโมเมนต์แรงบิด
ได้ดังนี้

$$T = F \times r$$

$$T = 49.05 \times 0.19$$

$$T = 8.38 \text{ นิวตันมิลลิเมตร}$$

∴ โมเมนต์แรงบิด เท่ากับ 8.38 นิวตันมิลลิเมตร

การคำนวณหากำลังมอเตอร์สามารถคำนวณหาได้ดังนี้

$$P = \frac{2\pi Tn}{60}$$

$$P = \frac{2 \times 3.81 \times 8.38 \times 1500}{60}$$

∴ กำลังมอเตอร์เท่ากับ 1317.42 w

3.3 วัสดุอุปกรณ์

3.3.1 ก๊อ อินเวอร์เตอร์

3.3.2 ชุดBlower

3.3.3 ก๊อ มอเตอร์

3.3.4 ชุดระบบส่งกำลังแบบคลัชแรงเหวี่ยง

3.4 ขั้นตอนการสร้างเครื่อง

3.4.1 การสร้างโครง และส่วนประกอบต่างๆ ทำการซื้อเหล็กฉาก หน้า 4 มิลลิเมตร จำนวน 1 เส้น ตัดแบ่งออกเป็น 4 เส้น ยาว 950 เซนติเมตร ตัดเหล็ก 2 เส้น ยาว 75 เซนติเมตร ทำการเชื่อมขึ้นโครง



รูปที่ 3.1 เชื่อมขึ้น โครงพัฒลมดูดอากาศแบบคลัชแรงเหวี่ยง

3.4.2 นำชุดBlower ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 470 เซนติเมตร และกว้าง 250 เซนติเมตร วางลงบนโครงสร้างที่จัดทำขึ้น



รูปที่ 3.2 ชุดBlowerและใบพัด

3.4.3 นำมอเตอร์ที่เป็นต้นกำลังของพัดลมดูดอากาศแบบคลัชแรงเหวี่ยงแรงม้าเท่ากับ 2HP และ 1450รอบ/นาที ติดตั้งเข้ากับ โครงสร้าง



รูปที่ 3.3 มอเตอร์

3.4.4 พัดลมดูดอากาศแบบคลัชแรงเหวี่ยงที่ทำการติดตั้งอุปกรณ์ต่างๆแล้ว



รูปที่ 3.4 พัดลมดูดอากาศแบบคลัชแรงเหวี่ยง

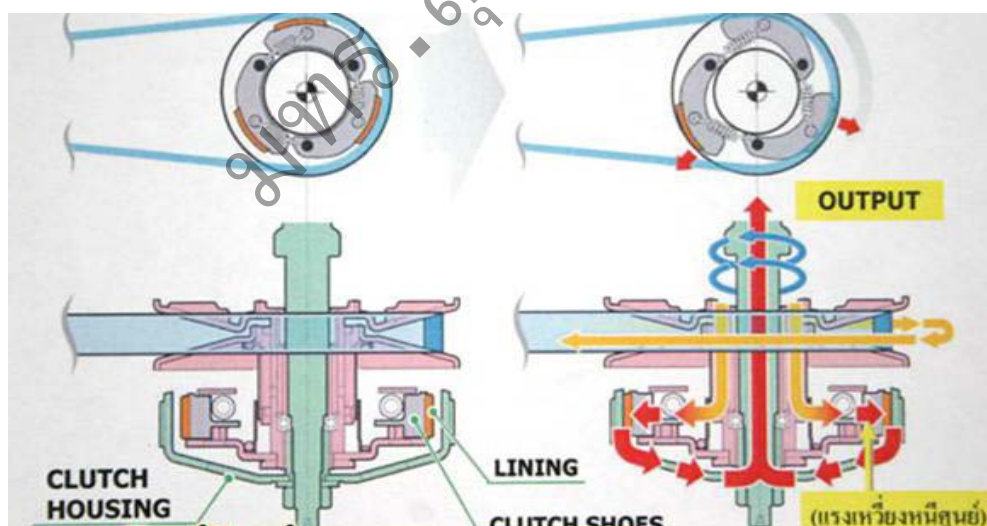
บทที่ 2

ทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง

ในการออกแบบ แลสร้างเครื่องต้นแบบพัดลมดูดอากาศโดยใช้ระบบส่งกำลังแบบคลัทช์แรงเหวี่ยงได้มีการนำทฤษฎีและการคำนวณเข้ามาเกี่ยวข้องเพื่อในการเลือกใช้อุปกรณ์ต่าง ๆ และการออกแบบดังในหัวข้อต่อไปนี้

2.1 หลังการทำงานของคลัทช์แรงเหวี่ยงหนีศูนย์กลาง

หลักการง่าย ๆ คือเมื่อเครื่องยนต์หมุนเร็วขึ้นก็จะทำให้ฟ้คลัทช์มีแรงเหวี่ยงหนีศูนย์กลางเคลื่อนที่ออกด้านนอกหรือ กางออกจนกระทั่งไปจับกับเสื้อคลัทช์ที่ติดอยู่กับล้อหลัง พาให้ล้อเคลื่อนที่ในที่สุด และการที่รถเคลื่อนที่แบบปล่อยฟรีไม่มีเอ็นจินเบรกเมื่อเรายกคันเร่งก็เพราะเมื่อไม่มีแรงจากการจับทำให้คลัทช์เคลื่อนที่กลับแยกจากเสื้อคลัทช์ การลดลงของรอบเครื่องยนต์จึงไม่มีผลทำให้ล้อลดความเร็วในการหมุนเร็วขึ้นแต่อย่างใดจึงเป็นคำตอบที่ว่าทำไมรถแบบออโตเมติกจึงไม่มีเอ็นจินเบรก



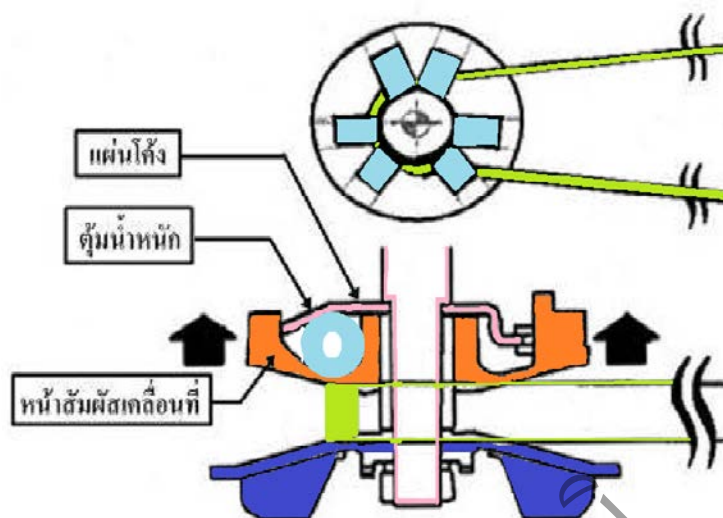
รูปที่ 2.1 หลังการทำงานของคลัทช์แรงเหวี่ยงหนีศูนย์กลาง

2.2 ขั้นตอนของการส่งกำลัง

การส่งกำลังขั้นตอนของการส่งกำลังของระบบส่งกำลังบำรุงอัตโนมัติ เป็นโปรแกรมที่พัฒนาขึ้นโดยมีวัตถุประสงค์ เพื่อควบคุมระบบส่งกำลังและซ่อมบำรุงของหน่วยทดแทนอัตโนมัติ อัตราส่วนของความเร็วรอบของล้อขับ (หรือเฟืองขับ) ต่อความเร็วของล้อตาม ของรถขับด้วยเกียร์ธรรมดา คือ จากเพลาค้อเหวี่ยงไปที่คลัทช์-เกียร์-โซ่-แล้วก็ขับล้อในที่สุด แต่ในรถที่ขับด้วยระบบออโตเมติกจะเริ่มต้นที่เดียวกัน คือเพลาค้อเหวี่ยงไปที่พูลเล่-สายพาน-ไปพูลเลย์ตาม-คลัทช์แรงเหวี่ยง-แล้วจึงมาขับล้อ จะเห็นได้ว่าในรถแบบออโตเมติกนั้นจะถูกตัดขั้นตอนของเกียร์ออกไป และ แทนที่จะเป็นโซ่ในการขับล้อหลังก็จะเปลี่ยนมาเป็นสายพานแทนของรถขับด้วยเกียร์ธรรมดา คือ จากเพลาค้อเหวี่ยงไปที่คลัทช์-เกียร์-โซ่-แล้วก็ขับล้อในที่สุด แต่ในรถที่ขับด้วยระบบออโตเมติกจะเริ่มต้นที่เดียวกัน คือเพลาค้อเหวี่ยงไปที่พูลเล่-สายพาน-ไปพูลเลย์ตาม-คลัทช์แรงเหวี่ยง-แล้วจึงมาขับล้อจะเห็นได้ว่าในรถแบบออโตเมติกนั้นจะถูกตัดขั้นตอนของเกียร์ออกไป และแทนที่จะเป็นโซ่ในการขับล้อหลังก็จะเปลี่ยนมาเป็นสายพานแทน จากขั้นตอนที่ดึงเอารอบการหมุนของเพลาค้อเหวี่ยงมาใช้งานตรงๆ เลยก็ทำให้ลดการสูญเสียกำลังงานระหว่างขั้นตอนการส่งผ่านไปได้อ ซึ่งหากเป็นการนำออกมาใช้งานแบบดิบๆ ตรงๆ เลยก็คงจะต้องเปลืองน้ำมันมากกว่านี้เข้าไปอีก เพราะว่าไม่มีการทดรอบที่จะช่วยให้รถขับเคลื่อนออกจากจุดหยุดนิ่งเหมือนเกียร์ ที่จะมีการวางเกียร์ต่ำเป็นเกียร์กำลัง ส่วนเกียร์สูงขึ้นก็ไล่ระดับเป็นเกียร์สำหรับความเร็วเพิ่มขึ้นเรื่อยๆ ความจริงแล้วในรถออโตเมติกก็มีการทดรอบเพื่อไม่ให้กินแรงเครื่องยนต์เหมือนกันครับ แต่เป็นการทดรอบที่อยู่ในชุดขับเคลื่อนด้วยสายพานและพูลเลย์นั่นเอง

2.3 ส่วนประกอบต่างๆของคลัทช์แรงเหวี่ยงหนีศูนย์กลาง

2.3.1 พูลเล่ ☐ ย ☐ ขับ (Drive Pulley) พูลเล่ ☐ ย ขับติดตั้งอยู่ ☐ ที่เพลาค้อเหวี่ยงมีหน้า ☐ ที่รับกำลังจากมอเตอร์และกำหนดอัตราการเปลี่ยนแปลงความเร็วในการขับเคลื่อน โดยอาศัยแรงเหวี่ยงจากการหมุนของเพลามอเตอร์ ซึ่งจะทำให้ ☐ เกิดการเปลี่ยนแปลงขนาดเส ☐ นพ ☐ าสุนย ☐ กลางของพูลเล่ ☐ ย ☐ แล ☐ วส ☐ ่งต่อกำลังงานพ ☐ านไปที่สายพาน โดยแรงเสียดทาน



รูปที่ 2.2 แสดงสัณฐานประกอบของพูลเล่ย์ตัวจับ



รูปที่ 2.3 แสดงพูลเล่ย์ตัวจับ

2.3.2 แผงโค้ง (Ramp Plate) แผงโค้ง (Ramp Plate) ติดตั้งอยู่กับเฟลตามอเตอร์ทำงานร่วมกับตุ่มน้ำหนัก (Weight Roller) และหน้าสัมผัสเคลื่อนที่ (Movable Drive Face) โดยจะหมุนไปพร้อมกับหน้าสัมผัสเคลื่อนที่ใดด้วย โดยแผงโค้งจะหักมุมให้ลาดเอียงมาทางด้านนอกเพื่อให้ตุ่มน้ำหนักเคลื่อนที่ไปดันหน้าสัมผัสเคลื่อนที่ (Movable Drive Face) ให้เคลื่อนที่เข้าหาหน้าสัมผัสที่อยู่กับที่ (Drive Face) เป็นผลให้ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางของพูลเลย์จะเพิ่มขึ้นเป็นการเพิ่มความเร็วพัลคม



รูปที่ 2.4 แสดงแผงโค้ง

2.3.3 ตุ่มน้ำหนัก (Weight Roller) ตุ่มน้ำหนัก ติดตั้งอยู่ตรงกลางระหว่างแผงโค้ง (Ramp Plate) และหน้าสัมผัสเคลื่อนที่ (Movable Drive Face) ตุ่มน้ำหนักมีหน้าที่ดันให้หน้าสัมผัสเคลื่อนที่เข้าหาหน้าสัมผัสที่อยู่กับที่เมื่อมอเตอร์ทำงานและมีความเร็วรอบที่เหมาะสม โดยตุ่มน้ำหนักจะเคลื่อนที่เข้าออกจากจุดศูนย์กลางโดยแรงเหวี่ยงหนีศูนย์กลาง ที่เกิดจากการหมุนของเฟลตามอเตอร์หมุนเร็วจะเกิดแรงเหวี่ยงหนีศูนย์กลาง ตุ่มน้ำหนักก็จะเคลื่อนที่ ออกจากจุดศูนย์กลางไปดันหน้าสัมผัสเคลื่อนที่ไปหาหน้าสัมผัสที่อยู่กับที่ ทำให้เส้นผ่านศูนย์กลางของพูลเลย์จะเพิ่มไปดันสายพานลวดเฟลาซึ่งมีความเร็วลดลงด้วย ตุ่มน้ำหนักจึงมีแรงเหวี่ยงลดลง สายพานจะดันให้หน้าสัมผัสเคลื่อนที่ เคลื่อนที่เข้าหาแผงโค้งเป็นผลให้ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางของพูลเลย์ลดลงทำให้ความเร็วของพัลคมลดลง

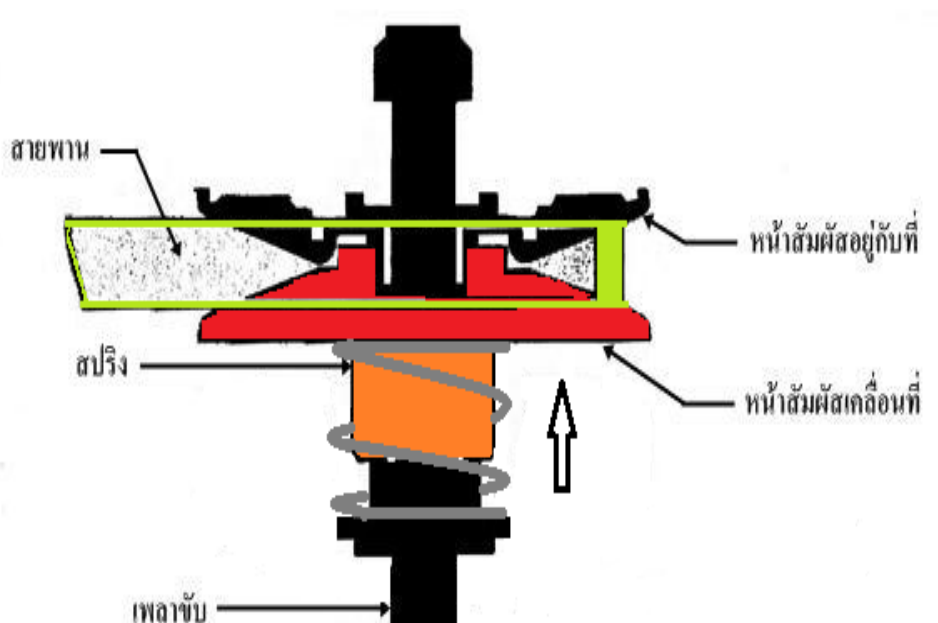
2.3.4 หน้าสัมผัสอยู่กับที่ (Drive Face) หน้าสัมผัสอยู่กับที่ ติดตั้งอยู่กับร่องสาย ของเฟลาพัลคม จะหมุนไปเป็นชุดเดียวกันกับเฟลาทำหน้าที่รับกำลังงานจาก

มอเตอร์ไฟฟ้าทางเพลาขับหรือเหวี่ยงเลวร้ายทอดกำลังผ่านไปเพื่อโน้ตส่งต่อ
 อกำลังไปที่ตุ้มน้ำหนักส่งต่ออกำลังงานไปที่หน้าสัมผัสเคลื่อน ที่ทำให้เกิดการส่งกำลัง
 จากพูลเลย์ขับเคลื่อนไปยังสายพานไปที่พูลเลย์ตามที่เหมาะสมที่อยู่กับที่จะติดตั้ง
 ใบพัดไว้ เพื่อดูดเอาอากาศจากภายนอกเข้า ไประบายความร้อนที่เกิดจากการทำงาน
 ของมอเตอร์

2.3.5 หน้าสัมผัสเคลื่อนที่ (Movable Driven Face) หน้าสัมผัสเคลื่อนที่ติดตั้งเป
 นชุดเดียวกัน กับชุดพูลเลย์ตามในสภาพปกติ ที่มอเตอร์ยังอยู่ที่ยึดรอบเดินเบา ที่
 พูลเลย์ขับเคลื่อนมีขนาด

เส้นผ่านศูนย์กลางเล็กแรงดึงของสายพาน จะกระทำต่อพูลเลย์ตามน้อยทำให้
 สปริงที่ติดตั้งภายในดันให้หน้าสัมผัสเคลื่อนที่ใดให้เคลื่อนที่ไปหา หน้าสัมผัสอยู่
 กับที่เป็ผลให้ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางของพูลเลย์ตามใหญ่ ลักษณะแบบนี้
 จะทำให้พัดลมมีความเร็วต่ำเมื่อมอเตอร์มีความเร็วรอบสูงขึ้นพูลเลย์ขับเคลื่อนจะมีขนาด
 เส้นผ่านศูนย์กลางโตขึ้น ซึ่งการเพิ่มขนาดของพูลเลย์ขับเคลื่อนจะมีผลทำให้สายพานตึงมากขึ้น
 ซึ่งการที่สายพานตึงมากขึ้นจะทำให้เกิดแรงกดของสายพานที่พูลเลย์ตามมากขึ้นแ
 แรงกดของสายพานมากกว่แรงดันสปริงสายพานก็จะกดให้หน้าสัมผัสเคลื่อนที่ให้
 เคลื่อนที่ออกห่างหน้าสัมผัสอยู่กับที่ เป็ผลให้พูลเลย์ตามขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง
 กลางเล็กของสายพานจะเคลื่อนลงไปในร่องของพูลเลย์ใดมาก ลักษณะแบบนี้จะทำให้
 มีความเร็วพัดลมเพิ่ม

2.3.6 พูลเลย์ตาม (Driven Pulley) พูลเลย์ตามติดตั้งอยู่บนเพลาขับของชุด
 เฟืองทดกำลังที่เพลาหลังมีหน้าทีส่งถ่ายกำลังงานที่ส่งมาจากสายพานผ่านไปยัง
 กำลังงานไปยังเพลาขับของพัดลม



รูปที่ 2.5 แสดงส่วนประกอบพูลเล่ □ ย □ ตัวตาม



รูปที่ 2.6 แสดงพูลเล่ □ ย □ ตัวตาม

2.3.7 สายพาน (Belt) สายพานใช้ในการขับเคลื่อนส่วนประกอบต่างๆของรถยนต์ เช่น พัดลม ระบายความร้อน เครื่องกำเนิดไฟฟ้า ปั๊มน้ำ คอมเพรสเซอร์ และปั๊มน้ำมันช่วยแรงพวงมาลัย มาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมนี้กำหนด ชนิดโดยแต่ละชนิดมีโครงสร้างแบ่งเป็นแต่ละแบบ รูปร่าง ขนาดและเกณฑ์ความคลาดเคลื่อน ส่วนประกอบและการทำ คุณลักษณะที่ต้องการได้แก่ ลักษณะทั่วไป ความทนแรงดึงและความยืดหยุ่น ความทนอุณหภูมิ ความทนต่อการใช้งาน ความทนน้ำมันเครื่องหมายและฉลาก การชักตัวอย่างและเกณฑ์การตัดสิน และการทดสอบ



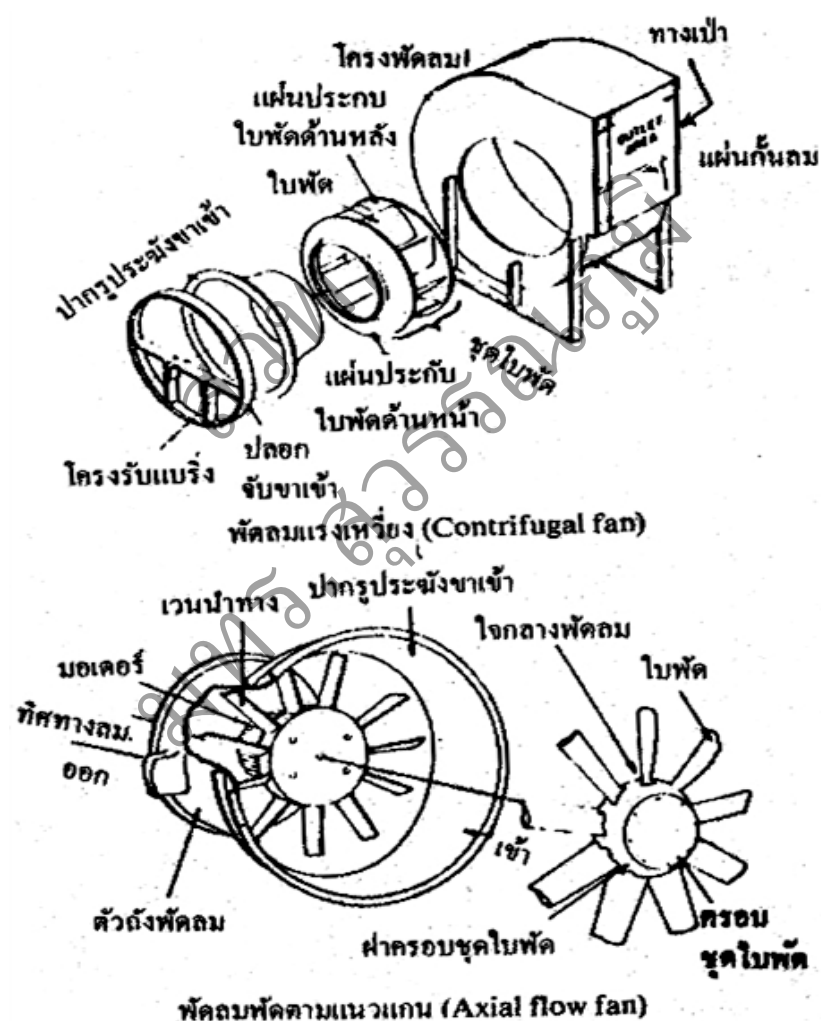
รูปที่ 2.7 สายพาน (Belt)

2.4 การออกแบบและสร้างชุดทดสอบสมรรถนะพัฒนแบบแรงเหวี่ยง

งานปริญญานิพนธ์นี้ทำเพื่อออกแบบและสร้างชุดทดสอบสมรรถนะพัฒนแบบแรงเหวี่ยง ตามมาตรฐาน BSI 848 แบบทดสอบท่อทางดูด โดยทำการสร้างและทดสอบมีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง ของใบพัดขนาด 300 มิลลิเมตร ติดตั้งบนโต๊ะขนาดกว้าง 100 เซนติเมตร ยาว 200 เซนติเมตร สูง 80 เซนติเมตร โดยมีท่อทางดูดมีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 70 มิลลิเมตร และ 90 มิลลิเมตร ตามลำดับ ท่อทางส่งจะมีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 90 มิลลิเมตร ชุดทดสอบพัฒมนี้นี้ ทดสอบความสามารถ ในการสร้างอัตราการไหลของใบพัดลม 3 แบบ คือ แบบใบโค้งหน้า แบบใบโค้งหลัง และแบบใบตรง ทดสอบการสูญเสียความดันภายในท่อพร้อมทั้งทดสอบปากทางเข้า 3 แบบ ในการทดลองจะแบ่งการทดลอง ออกเป็น 3 การทดลอง โดยการทดลอง คือ การทดลองที่ความเร็วรอบคงที่ ใบพัดลมเปลี่ยนไป จะทดลองที่ความเร็วรอบ 1,500 , 2,000 , 2,500 และ 2,900 รอบต่อนาที โดยเปลี่ยนใบพัดทั้ง 3 แบบ โดยใช้วิธีวัดอัตราการไหล การทดลองหาความดันสูญเสียภายในท่อทดสอบ จะทดลองที่ความเร็วรอบ 1,500 , 2,000 , 2,500 และ 2,900 รอบต่อนาที โดยจะเปลี่ยนใบพัดทั้ง 3 แบบ ใช้ปากทางดูดแบบปากเดียว คือ ปากกระฉัง และการทดลองที่ปากทางดูด 3 แบบ จะทดลองที่ความเร็วรอบ 1,500 , 2,000 , 2,500 และ 2,900 รอบต่อนาที โดยมีการเปลี่ยนปากทางดูด 3 แบบ ปากตรง ปากขอบคม และปากกระฉัง ใช้ใบพัดลมแบบเดียวคือ แบบใบโค้งหลัง โดยการทดลอง 2 แบบหลัง ใช้พื้ทอดทิววัดอัตราการไหลของลมผลการทดลองพบว่า ใบพัดแบบใบตรงให้ผลดีที่สุด รองลงมาคือ แบบใบโค้งหลัง และแบบใบโค้งหน้าแย่ที่สุด และการสูญเสียในท่อตรงพบว่า ที่ความเร็วรอบเดียวกัน การสูญเสียภายในท่อเป็นไปตามทฤษฎี คือเมื่อระยะทาง และอัตราการไหลเพิ่มขึ้นจะทำให้การสูญเสียภายในท่อเพิ่มขึ้น ส่วนปากทางดูดทั้ง 3 แบบ จะพบว่าปากทางดูดแบบปากกระฉัง จะมีการสูญเสียความดันน้อยที่สุด รองลงมาคือ แบบปากขอบคม และแบบปากขอบตรงตามลำดับ

2.4.1 พัฒนแบบแรงเหวี่ยง ทำงานโดยการดูดอากาศเข้าทางด้านข้างและเหวี่ยงออกในแนวรัศมีส่งผลให้อากาศมีความเร็วสูงขึ้นแล้วบังคับให้อากาศผ่านหน้าตัดที่ขยายขึ้นในลักษณะกั้นหอย มีเสียงค่อนข้างเจ็บบและมีหลากหลายประเภทที่เลือกใช้เป็นชนิดที่มีใบโค้งไปทางตรงกันข้ามการหมุน (ใบโค้งหลัง) เหมาะสมสำหรับใช้ในอุปกรณ์การปรับอากาศที่ต้องการความดันสถิตต่ำเมื่อมีการใช้งานที่มีการเปลี่ยนแปลง อัตราการไหลต่ำจะทำให้ประสิทธิภาพในการใช้งานสูงสุด

2.4.2 ประเภทของพัดลมสำหรับระบบปรับอากาศในอาคารสูงทั่วไปนั้น การส่งและการกระจายลมเย็นส่วนใหญ่จะใช้พัดลมอยู่ 2 ประเภทเท่านั้น คือ แบบเหวี่ยงหนีศูนย์กลาง (Centrifugal Fan) และแบบไหลตามแนวแกน (Axial Fan) โดยที่แบบแรกจะมีแนวโน้มการใช้งานอย่างแพร่หลายมากกว่าแบบที่สอง เนื่องจากแบบแรกจะมีความสามารถในการผลิตหรือจ่ายลมออกมาโดยให้ความดันสถิตย์ (Static Pressure) ของระบบสูงกว่าที่แบบที่สองสามารถทำได้



รูปที่ 2.8 รูปแบบและโครงสร้างของพัดลมแบบแรงเหวี่ยง

2.4.3 ระดับความดังเสียงของพัดลมและการควบคุมการควบคุมระดับความดังของเสียงจากพัดลมในระบบปรับอากาศมีความสำคัญพอๆกับการควบคุมอุณหภูมิความชื้น และปริมาณลมหมุนเวียน และเป็นตัวที่ใช้บ่งบอกได้ว่าระบบมีการออกแบบดีเพียงใด แต่อย่างไรก็ตามปัญหาเรื่อง

ของระดับเสียงที่เกินกว่ามาตรฐานก็ยังคงเป็นหนึ่งในปัญหาใหญ่ๆ ที่ฝ่ายปฏิบัติการและซ่อมบำรุง มักพบอยู่เป็นประจำก่อนที่จะทำการลงทุนเพื่อลดปัญหาในเรื่องของระดับเสียงที่เกิดขึ้นไปนั้น สิ่งสำคัญที่ต้องทำก็คือ การตรวจวัดเพื่อให้แน่ใจก่อนว่าสาเหตุของปัญหานี้เกิดจากระบบของพัดลมที่ใช้งานอยู่จริงหรือไม่ ถ้าใช่จึงค่อยทำการแก้ไขต่อไป เพราะเท่าที่ผ่านมานั้นเกือบจะทุกมาตรการที่ใช้ ในการลดปัญหาในเรื่องของเสียงจากระบบปรับอากาศนั้นจะมีผลทำให้สมรรถนะของระบบ ลดลงได้เสมอ โดยปกติการวัดระดับของเสียงจะต้องวัดด้วยเครื่องมือวัดระดับเสียง (Sound Level Meter) โดยมีหน่วยในการวัดค่าเป็นสเกล A (A-Scale) โดยสำหรับลักษณะงานแต่ละประเภทไม่ควรมีค่าสูงเกินมาตรฐาน หากทำการตรวจวัดแล้วพบว่าระดับเสียงมีค่าสูงกว่ามาตรฐาน ผู้ที่เกี่ยวข้องควรดำเนินการเพื่อแก้ไขทันที เสียงที่เกิดจากพัดลมนั้นเกิดขึ้นได้จากหลายๆ ปัจจัย ได้แก่ การออกแบบระบบ ปริมาณลมที่ต้องการ ความดันของระบบ ประสิทธิภาพของพัดลม และ ความเร็วของใบพัดลม (Tip Speed) ดังนั้นการออกแบบระบบอย่างถูกต้องแม่นยำ จึงมีความสำคัญอย่างมากในการควบคุมระดับของเสียงที่จะเกิดขึ้นได้ดีที่สุด ทั้งนี้หากเราไม่สามารถควบคุมการออกแบบให้ได้ตามที่ต้องการปัญหาดังกล่าวก็อาจจะเกิดขึ้นได้ โดยแนวทางเบื้องต้นสำหรับลดระดับความดังของเสียงในระบบสามารถทำได้ดังนี้

2.4.3.1 ที่ความดันสถิตยของพัดลมค่าหนึ่ง ระดับเสียงของพัดลมจะแปรผันโดยตรงกับ ค่าความเร็วของใบพัดลม (Tip Speed) ดังนั้นหากเราเพิ่มค่าความเร็วดังกล่าวให้มากขึ้นก็จะเป็นการเพิ่มทั้งปริมาณลมและระดับของเสียงให้มากขึ้นด้วย

2.4.3.2 พิจารณาการเปลี่ยนชนิดของพัดลมที่ใช้งาน เช่น สำหรับพัดลมแบบเหวี่ยงหนีศูนย์กลาง (Centrifugal Fan) ควรเลือกใช้ชนิด Backward Curve แทนชนิด Radial Blade หรือใช้ชนิด Radial Blade แทนชนิด Forward Curve เป็นต้น

2.4.3.3 ตรวจสอบสภาพ u3614 และ ซ่อมแซมวงล้อของตัวพัดลม (Fan Wheel) เนื่องจากเป็นส่วนประกอบหลักที่ทำให้เกิดเสียงรบกวนได้มากที่สุด เนื่องจากมักเกิดการเสียดสีของชิ้นส่วนใช้งาน อันเนื่องมาจากการผลิตที่ขาดคุณภาพจากโรงงานผลิต หรือเกิดการเสียดสีระหว่างการใช้งาน หรือจากการสะสมของคราบสกปรกที่ผิวใบพัดลม ออกแบบให้ค่าความเร็วลมภายในท่อส่งลมไม่ให้มีค่าเกินค่าสูงสุดที่กำหนด

2.4.3.4 หากดำเนินการตามวิธีข้างต้นแล้วยังไม่สามารถลดปัญหาเรื่องเสียงลงได้อีก ก็ควรพิจารณาติดตั้งอุปกรณ์เก็บเสียง (Silencer) แทน แต่ข้อเสียของอุปกรณ์ชนิดนี้คือมีค่าความดันสูญเสีย (Pressure Drop) ก่อนข้างสูง ดังนั้นสำหรับอุปกรณ์ประเภทนี้ยังลดเสียงลงได้มากเท่าไรก็ยังทำให้เกิดการสูญเสียความดันสถิตยในระบบมากขึ้นเท่านั้น จึงควรพิจารณาอย่างระมัดระวังก่อนจะเลือกใช้

2.5 ทฤษฎีเกี่ยวกับมอเตอร์

2.5.1 หลักการเบื้องต้นของมอเตอร์

มอเตอร์ เป็นเครื่องใช้ไฟฟ้าที่เปลี่ยนพลังงานไฟฟ้าเป็นพลังงานกล ประกอบด้วย ขดลวดที่พันรอบแกนโลหะที่วางอยู่ระหว่างขั้วแม่เหล็ก โดยเมื่อผ่านกระแสไฟฟ้าเข้าไปยังขดลวด ที่อยู่ระหว่างขั้วแม่เหล็ก จะทำให้ขดลวดหมุนไปรอบแกน และเมื่อสลับขั้วไฟฟ้า การหมุนของ ขดลวดจะหมุนกลับทิศทางเดิม

มอเตอร์มี 2 ประเภท คือ มอเตอร์กระแสตรง และมอเตอร์กระแสสลับ มอเตอร์กระแสตรง เป็นมอเตอร์ที่ต้องใช้ไฟฟ้ากระแสตรงผ่านเข้าไปในขดลวดอาร์เมเจอร์เพื่อทำให้เกิดการดูด และผลัก กันของแม่เหล็กถาวรกับแม่เหล็กไฟฟ้าที่เกิดจากขดลวดมอเตอร์ จึงหมุนได้ มอเตอร์กระแสสลับ เป็นมอเตอร์ที่ต้องใช้กับไฟฟ้ากระแสสลับ โดยใช้หลักการดูด และผลักกันของแม่เหล็กถาวรกับ แม่เหล็กไฟฟ้าจากขดลวดทำให้เกิดการหมุนของมอเตอร์

ข้อควรระวังในการใช้เครื่องใช้ไฟฟ้าที่มีมอเตอร์เป็นส่วนประกอบ คือ ห้ามใช้เครื่องใช้ ประเภทนี้ในช่วงที่ไฟตก หรือแรงดันไฟฟ้าไม่ถึง 220 โวลต์ เนื่องจากมอเตอร์จะไม่หมุนและทำให้เกิดกระแสไฟฟ้าดันกลับ จะทำให้ขดลวดร้อนจัดจนเกิดไหม้เสียหายได้ ขณะที่มอเตอร์กำลังหมุน จะเกิดการเหนี่ยวนำไฟฟ้าขึ้นทำให้เกิดกระแสไฟฟ้าช้อนขึ้นภายในขดลวด แต่มีทิศทางการไหลสวนทางกับกระแสไฟฟ้าที่มาจากแหล่งกำเนิดพลังงานไฟฟ้าเดิม ทำให้ขดลวดของมอเตอร์ไม่ร้อนจนเกิดไฟไหม้ได้

มอเตอร์คือเครื่องกลไฟฟ้าที่เปลี่ยนพลังงานไฟฟ้าให้เป็นพลังงานกลตัวนำที่ให้ กระแสไฟฟ้าไหลผ่านเมื่อวางไว้ใกล้กันจะให้แรงดูดและแรงผลักต่อกัน

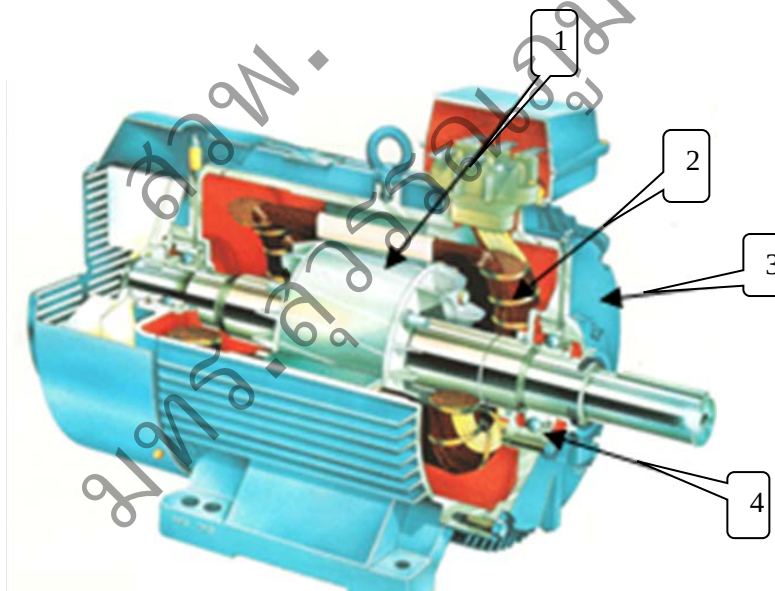
- ตัวนำที่ให้กระแสไหลทางเดียวกัน จะให้แรงดูดต่อกัน
- ตัวนำที่ให้กระแสไหลสวนทางกัน จะให้แรงผลักต่อกัน

การสูญเสียในมอเตอร์แบ่งออกได้ดังนี้

- การสูญเสียในขดลวดทองแดง
- การสูญเสียในขดลวดอาร์เมเจอร์
- การสูญเสียในขดลวดสนามแม่เหล็ก

2.5.2 มอเตอร์ไฟฟ้ากระแสสลับมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสสลับ 1 เฟสคือมอเตอร์ที่ใช้กับแหล่งจ่ายไฟฟ้ากระแสตรง 1 เฟส 220 โวลต์ 50 เฮิรตซ์ หรือขนาดแรงดันต่ำกว่านี้ตามพิกัดของมอเตอร์ แบ่งออกได้ 5 แบบ คือ

1. สปลิตเฟสมอเตอร์ (Split-phase Motor)
2. คาปาซิเตอร์มอเตอร์ (Capacitor Motor)
3. รีพัลชันมอเตอร์ (Repulsion Motor)
4. ยูนิเวอร์แซลมอเตอร์ (Universal or Series Motor)
5. เซดเคดโพลมอเตอร์ (Shaded-pole Motor)



รูปที่ 2.9 แสดงภาพตัดของสปลิตเฟสมอเตอร์

2.5.3 ส่วนประกอบของสปลิตเฟสมอเตอร์

1. ตัวหมุนหรือโรเตอร์ (Rotor)
2. ตัวอยู่กับที่หรือสเตเตอร์ (Stator)
3. ฝาปิดหัวท้ายมอเตอร์ (End Plate)
4. สวิตช์แรงเหวี่ยงหนีศูนย์กลาง (Centrifugal Switch)

2.5.3 การคำนวณกำลังของมอเตอร์เมื่อต้องการจะคำนวณหามอเตอร์จะได้ F นิวตัน ที่กระทำสัมผัสกับเพลลาทำให้เพลลาหมุนด้วยความเร็วรอบ n รอบต่อนาที ขณะที่เพลลาหมุนไป 1 รอบสามารถหาค่าต่าง ๆ ได้ดังนี้การคำนวณหาระยะทางที่เคลื่อนที่ได้ ขณะที่เพลลาหมุนไป 1 รอบสามารถคำนวณได้ดังแสดงในสมการที่ 1 สมการที่ใช้คำนวณหาระยะทางที่เคลื่อนที่ การคำนวณหาแรงบิด สามารถคำนวณได้ ดังในสมการที่ 1

$$T = F \times r$$

.....1

การคำนวณกำลังมอเตอร์สามารถคำนวณได้ ดังแสดงในสมการที่ 2

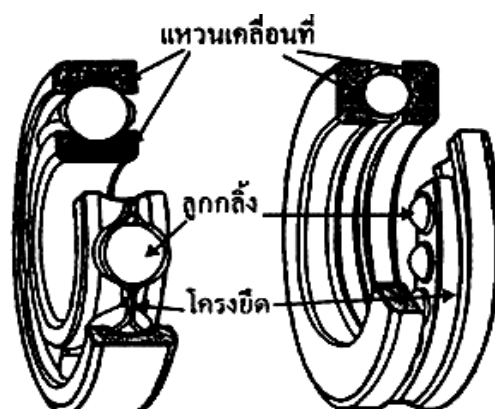
$$P = \frac{2\pi T n}{60}$$

.....2

เมื่อ	P	คือกำลังที่เพลารับแรงจากมอเตอร์มีหน่วยเป็นวัตต์(w)หรือกิโลวัตต์ (KW)
	T	คือมเมนต์แรงบิด มีหน่วยเป็น นิวตันเมตร
	N	คือความเร็วรอบของเพลลา มีหน่วยเป็นรอบต่อนาที rpm (1 รอบ = 2 เเรเดียน)
	R	คือรัศมีของเพลามีหน่วยเป็นเมตร

2.6 ลูกปืน

ลูกปืนที่ใช้เป็นชิ้นส่วนเครื่องจักรกลหลายชนิด แต่ละชนิดจะมีความแตกต่างกันตามรูปร่างของลูกปืนหรือลูกกลิ้งที่อยู่ภายในโดยที่ทั่วไปลูกปืนหนึ่งตัวจะประกอบด้วยส่วนต่างๆ



รูปที่ 2.10 ส่วนประกอบต่างของลูกปืน

2.6.1 ชนิดของลูกปืน

2.6.1.1 ลูกปืนชนิดลูกกลิ้งกลมร่องลึกแถวเดียว (Grooved Ball Bearing) เป็นตลับที่มีลูกกลิ้งซึ่งภายในแบบแถวเดียวหรือสองแถวก็ได้แล้วแต่การใช้งาน ตลับลูกปืนชนิดนี้เหมาะสำหรับการปะปานกลางตามแนวรัศมี และรับภาระต่ำตามแนวแกน และสำหรับความเร็วรอบสูง ตลับลูกปืนนี้มีลักษณะรูปร่าง ดังรูป



รูปที่ 2.11 ลูกปืนชนิดกลม

2.6.1.2 ลูกปืนชนิดลูกกลิ้งกลมแบบมีบ่ากับฐาน (Shoulder Ball Bearing) เป็นตลับลูกปืนที่มีลูกกลิ้งกลมที่สามารถรับแรงตามแนวรัศมี และรับแรงตามแนวแกนในหนึ่งทิศทางได้ ตลับลูกปืนแบบนี้ส่วนใหญ่จะนิยมนำมาประกอบเป็นคู่เพื่อให้เกิดการต้านกันเอาไว้ ตลับลูกปืนแบบนี้มีลักษณะรูปร่างดังรูป



รูปที่ 2.12 ลูกปืนชนิดลูกกลิ้งกลมแบบมีปากกับฐาน

2.6.1.3 ลูกปืนชนิดลูกกลิ้งกลมแบบเอียง (Angular Contact Ball Bearing) เป็นตลับลูกปืนที่มีลูกกลิ้งกลมที่สามารถรับแรงตามแนวรัศมี และ รับแรงตามแนวแกนในหนึ่งทิศทางได้ตลับลูกปืนแบบนี้เป็นที่ นิยมนำมาประกอบเป็นคู่เพื่อให้เกิดการต้านกันเอาไว้เช่นเดียวกับตลับลูกปืนชนิดลูกกลิ้งกลมแบบมีปากกับฐานตลับลูกปืนแบบนี้มีลักษณะรูปร่างดังรูป



รูปที่ 2.13 ลูกปืนชนิดลูกกลิ้งกลมแบบเอียง

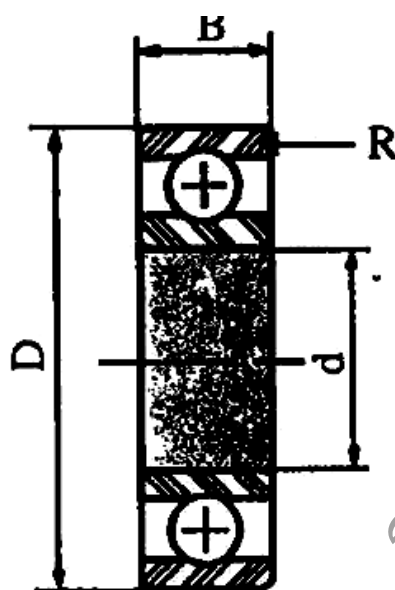
2.6.1.4 ลูกปืนชนิดลูกกลิ้งแบบแกว่งปรับศูนย์ (Selfaligning Ball Bearing) เป็นตลับลูกปืนที่มีลูกกลิ้งกลม ใช้สำหรับรับแรงตามแนวรัศมีและแนวแกนทั้งยังสามารถให้เพลลาที่เบี่ยงเบนไปจากศูนย์ และเพลลาที่รับการดัดงอได้ ตลับลูกปืนแบบนี้มีลักษณะ ดังรูป



รูปที่ 2.14 ลูกปืนชนิดลูกกลิ้งกลมแบบแกว่งปรับศูนย์

2.6.2 วัสดุที่ใช้ทำลูกปืนตลับลูกปืนที่ใช้เป็นชิ้นส่วนของเครื่องจักรกลทำจากวัสดุที่มีคุณภาพสูงเพื่อให้สามารถใช้งานได้ดีและคงทนถาวรได้ยาวนาน ดังนั้นวัสดุที่ใช้ทำตลับลูกปืนได้แก่ รางและลูกกลิ้งของตลับลูกปืน ส่วนมากจะทำด้วยเหล็กที่มีคาร์บอนสูง ผสมกับโครเมียม จากนั้นใช้กรรมวิธีทางความร้อนช่วยเพิ่มความแข็งให้กับวัสดุเพื่อเพิ่มอายุการใช้งาน และทนต่อการสึกหรอได้ดี

2.6.3 ขนาดของตลับลูกปืน ขนาดของลูกปืนได้มีการกำหนดไว้เป็นมาตรฐาน ดังนั้นทางปฏิบัติ ขนาดของตลับลูกปืนจะต้องเลือกมาจากคู่มือของตลับลูกปืนนั้นๆ ดังนี้ สิ่งที่สำคัญของตลับลูกปืนคือ ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางของรู ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางภายนอก ความกว้าง และมุมต่าง ๆ โดยทั่วไปมักจะใช้ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางของรูเป็นหลัก และพิจารณาร่วมกับขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางวงภายนอก และความหนาที่ต่างกันออกไป ขนาดที่ระบุตลับลูกปืนจะประกอบไปด้วยตัวเลขหลักสัญลักษณ์ ได้แก่ สัญลักษณ์ ของชนิด สัญลักษณ์ของขนาด สัญลักษณ์ของหมุน ดังรูป



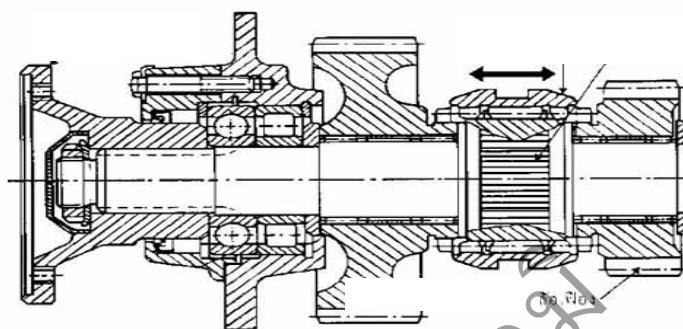
รูปที่ 2.15 การบอกขนาดของลูกปืน

2.7 เพลลา

2.7.1 เพลลา คือ ชิ้นส่วนเครื่องจักรกลที่หมุนได้ เพลลาจะรับโมเมนต์บิดที่ถ่ายภาระมาจากกลิ้งเพื่อส่งสายพาน หรือ เพลลาจึงสามารถรับภาระบิดและภาระดัดจึงมีการแบ่งเพลลาออกเป็นแบบเกร็งแบบข้อต่อและแบบตัดได้เพลลาเป็นชิ้นส่วนที่หมุน หรือ ไม่หมุนซึ่งลักษณะต่างๆจะมีหน้าตัดกลมบนเพลลาจะมีส่วนอื่นๆ ประกอบอยู่เช่นเฟืองส่งสายพานข้อเหวี่ยงงานโซ่และชิ้นส่วนสำคัญสำหรับการส่งกำลังอื่นๆ เพลลาอาจจะต้องรองรับภาระต่างๆ ได้แก่ ภาระในการตัดภาระในการดึงภาระในการอัดหรือ ภาระในการบิดซึ่งภาระเหล่านี้อาจจะกระทำเพียงอย่างเดียวอย่างใดอย่างหนึ่งเพียงอย่างเดียวหรือการกระทำพร้อมๆกันในขณะเดียวกันในการออกแบบเพลลาสิ่งสำคัญที่จะต้องพิจารณา คือ ความแข็งแรงสถิตและ ความแข็งแรงทางด้านความล้าและเพลลาอันหนึ่งอาจจะอยู่ภายใต้ความเค้นที่คงที่ความเค้นแบบสลับในเวลาเดียวกันได้

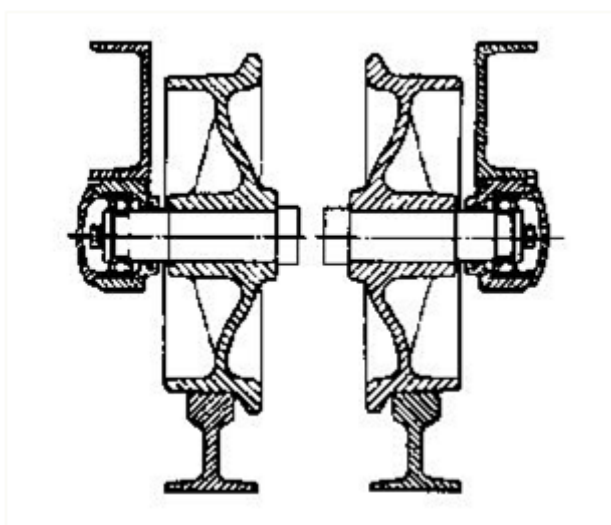
2.7.2 การออกแบบเพลลาจะต้องรักษาระยะโค้งงอของเพลลาให้อยู่ในตัวของเขตที่กำหนดในการให้ขนาดเพลลานั้นจะพิจารณาถึงระยะโค้งงอ ก่อน แล้วจึงทำการวิเคราะห์ความเค้นที่เกิดขึ้นเหตุผลก็เพราะว่าถ้าเพลลาที่ทำมามีความแข็งแรง พอที่จะไม่ได้เกิดระยะโค้งงอมากแล้ว ความเค้นที่เกิดขึ้นก็จะอยู่ในช่วงที่มีความปลอดภัย แต่ก็ไม่ได้หมายความว่าผู้ออกแบบจะสมมติว่ามีความปลอดภัยแล้วเสมอไป ดังนั้น จึงมีความจำเป็นอย่างยิ่งที่จะต้องทำการคำนวณตรวจสอบเพื่อให้รู้ว่าการออกแบบนั้นมีความถูกต้องอยู่ในขอบเขตที่ยอมรับได้จริง ๆ

2.7.3 เพลาส่งกำลัง (Transmission Shafts) เพลาชนิดนี้ใช้เฉพาะการบิดหรืออาจรับทั้งการบิด และการดัดผสมกันก็ได้การส่งกำลังจะถ่ายทอดผ่านเพลาโดยอาศัยแผ่นประกบต่อเพลา (Coupling) ผ่านเฟืองผ่านพูลเลย์ผ่านสายพานงานโซ่หรือโซ่เป็นต้นดังรูป



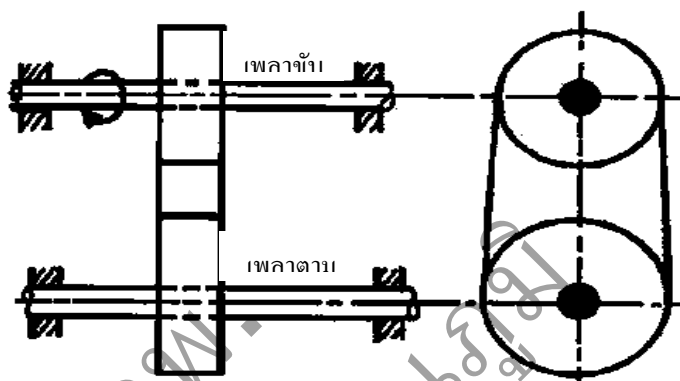
รูปที่ 2.16 เพลาส่งกำลังและส่วนประกอบอื่น

2.7.4 เพลารองรับภาระ เป็นเพลาชิ้นส่วนเครื่องจักรกลเช่นกัน ขณะใช้งานเพลาชนิดนี้อาจหมุนหรือไม่ก็ได้ แต่ที่สำคัญเพลาชนิดนี้ไม่ได้ส่งกำลังจะทำหน้าที่เป็นตัวรองรับชิ้นส่วนอื่นให้หมุน เช่น เพลาถูกรอกสายพาน เพลาถูกรอกสายพาน เพลาถูกล้อต่าง ๆ ซึ่งเป็นเพลาที่รับภาระน้ำหนักของอุปกรณ์อื่นที่กดทับทำให้สภาพการเสียหายของเพลาเกิดการดัดงอเป็นส่วนใหญ่ เช่น เพลา ล้อรถไฟ เป็นต้น ดังรูป

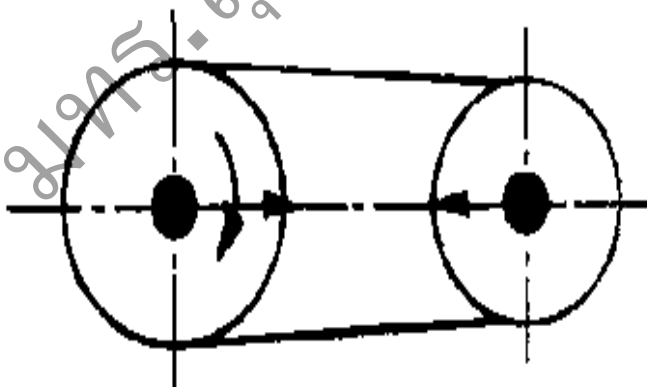


รูปที่ 2.17 เพลารองรับภาระ

2.7.5 ลักษณะของเพลลา เพลลาที่ใช้งานเป็นชิ้นส่วนเครื่องจักรกลที่ใช้กันทั่วไป จะมีลักษณะเป็นเพลลาผิวเรียบไม่มีปาดใด ๆ หรืออาจกลึงมาให้มีปาดเล็กน้อยเพื่อการประกอบบกับชิ้นส่วนอื่น เช่น เพลลาล้อสายพาน เพลลาของล้อเฟือง เพลลาเฟืองโซ่ ดังรูป



รูปที่ 2.18 เพลลาต้นตดล้อสายพาน



รูปที่ 2.19 เพลลาต้นตดเฟืองโซ่

2.8 การพิจารณาในการออกแบบเพลลา

การคำนวณหาขนาดเพลลาที่เหมาะสมนั้นขึ้นอยู่กับลักษณะการใช้งานในบางครั้งการหาขนาดเพลลาเพื่อให้เพลลาทนต่อแรงที่มากระทำอย่างเดียวนั้นไม่เป็นการเพียงพอ เช่น ในกรณีเพลลาถูกบีบ ในเครื่องยนต์สันดาปภายในต้องการให้มีตำแหน่งที่เที่ยงตรง ดังนั้นมุมบิดของเพลลาที่เกิดขึ้นในขณะที่ใช้งานจะต้องมีค่าไม่มากกว่าที่กำหนดไว้ เป็นต้น นั่นคือเพลลาจะต้องมีความแข็งแรงอยู่ในพิสัยที่ต้องการ ถ้ามุมบิดมากเกินไปนอกจากจะเสียความเที่ยงตรงทางด้านตำแหน่งแล้วยังอาจก่อให้เกิดความสั่นสะเทือนซึ่งมีผลทำให้เฟือง หรือ แบร็งที่รองรับเพลลาอยู่เกิดความเสียหายได้ง่ายถึงแม้ว่าไม่มีมาตรฐานสำหรับพิกัดมุมบิดของเพลลาไว้ก็ตามในทางปฏิบัติแล้วมักจะให้มีมุมบิดของเพลลาในเครื่องจักรกลส่งกำลังทั่วไปอาจจะมีมุมบิดได้ถึง 1° ต่อความยาวเพลลา 20 เท่าของขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางเพลลา ในกรณีของเพลลาถูกบีบสำหรับเครื่องยนต์สันดาปภายในแล้วจะให้มุมบิดได้ไม่เกิน 0.5° ตลอดความยาวของเพลลาไม่เกิน 0.3° ต่อความยาวเพลลา 1 เมตร สำหรับเพลลาส่งกำลังทั่วไปอาจจะมีมุมบิดได้ถึง 1° ต่อความยาว 20 เท่าของขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางเพลลา

ความแข็งแรงที่สำคัญอีกอย่างหนึ่งก็คือ ความแข็งแรงทางด้านระยะโก่งเพราะต้องใช้ระยะโก่งของเพลลาที่อยู่ภายใต้แรงภายนอกเป็นสำคัญในการกำหนดระยะเบียด (Clearance) ระหว่างล้อสายพานของเครื่องจักรจนถึงการเลือกชนิดแบร็งสำหรับที่จะรองรับเพลลาให้เหมาะสม ถ้าเพลามีระยะโก่งมากเกินไปจะทำให้ความยาวของฟันเฟืองส่วนที่สัมผัส หรือ ขบกันลดลงเป็นผลทำให้อัตราการขบของเฟืองลดลง ทำให้อัตราการส่งกำลังของเฟืองที่ไม่ราบเรียบเท่าที่ควรการเลือกแบร็งมารองรับเพลาก็เช่นกัน จำเป็นต้องเลือกแบร็งชนิดที่อนุญาตให้มีการเอียงแนวได้สำหรับการใช้งานได้พอเหมาะกับระยะโก่งของเพลลาที่จะเกิดขึ้นซึ่งอาจจะเป็นแบร็งแบบธรรมดา หรือ แบร็งแบบปรับแนวได้เอง (Self Aligning Bearing) ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับค่าระยะโก่งเป็นสำคัญ

2.8.1 การออกแบบเพลลาสำหรับภาระคงที่

ในการคำนวณกำลังงานและภาระของเพลลา สามารถคำนวณได้จากทำให้น้ำหนักของใบพัดที่กระทำต่อเพลลามีดังต่อไปนี้

$$F = m \times g \quad \dots\dots\dots 3$$

ตารางที่ 2.1 ภาระที่กระทำกับเพลา

ชนิดของภาระ	α_b	α_t
เพลาอยู่นิ่ง		
- แรงสม่ำเสมอหรือเพิ่มขึ้นอย่างช้าๆ	1.0	1.0
- แรงกระตุก	1.5-2.0	1.5-2.0
เพลาหมุน	1.5	1.0
- แรงสม่ำเสมอหรือเพิ่มขึ้นอย่างช้าๆ	1.5-2.0	1.0-1.5
- แรงกระตุกเบาๆ	2.0-3.0	1.5-3.0
- แรงกระตุกอย่างแรง		

ที่มา อาจารย์วิชาญ วิมานจันทร์ หนังสือเครื่องสูบลและพัดลม พิมพ์ครั้งที่ 3

ตารางที่ 2.2 ความเค้นออกแบบเพลา

ความเค้นออกแบบ	เพลาไม่มีร่องลิ้น	เพลาที่มีร่องลิ้น
α_{bd}	$0.6 \times \sigma_y$ $0.4 \times \sigma_u$	$0.7 \times 0.6 \times \sigma_y$ $0.7 \times 0.4 \times \sigma_u$
α_d	$0.36 \times \sigma_y$ $0.18 \times \sigma_u$	$0.7 \times 0.36 \times \sigma_y$ $0.7 \times 0.18 \times \sigma_u$

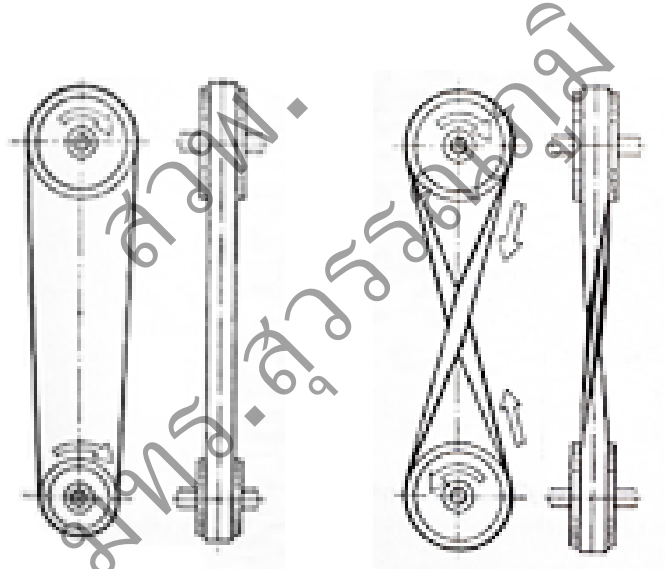
ที่มา อาจารย์วิชาญ วิมานจันทร์ หนังสือเครื่องสูบลและพัดลม พิมพ์ครั้งที่ 3

สูตรการคำนวณงานในการที่เฟลากระทำต่อวินาทีขณะที่เฟลาหมุน n รอบต่อวินาทีที่สามารถคำนวณได้ดังนี้

$$W_F = F \times 2\pi r \times n \quad \dots\dots\dots 4$$

2.9 สายพานและล้อสายพาน (Belt and Pulley Drives)

สายพานและล้อสายพานเป็นการส่งกำลัง ซึ่งกระทำได้โดยที่เฟลาอยู่ห่างกันมาก ๆ และสามารถอยู่ต่างระนาบกันได้ เช่น เฟลาตั้งฉากกัน เฟลาสูงและต่ำแตกต่างกัน เป็นต้น โดยการส่งกำลังแบบนี้ เรียกว่า การส่งกำลังแบบอ่อนตัวได้ (Flexible) แต่จะมีข้อเสียคือ ไม่สามารถควบคุมอัตราทดที่แน่นอนได้ และอาจเกิดการลื่นไถลขณะส่งกำลังได้



รูปที่ 2.20 แสดงภาพสายพานและล้อสายพาน

2.9.1 สายพานแบนสามารถจะแบ่งชนิดออกได้เป็น 3 ชนิดคือ

- Light Drives เป็นสายพานที่ใช้กับงานเบาๆ โดยที่ความเร็วของสายพานขณะใช้งาน ไม่เกิน 10 m/s
- Medium Drives เป็นสายพานที่ใช้กับงานหนักปานกลาง โดยที่ความเร็วของสายพานขณะใช้งาน อยู่ระหว่าง 10-22 m/s
- Heavy Drives เป็นสายพานที่ใช้กับงานหนักโดยที่ความเร็วของสายพาน ขณะใช้งานสูงกว่า 22 m/s

2.9.2 ค่าสัมประสิทธิ์ความเสียดทานระหว่างสายพานกับ Pulley ค่าสัมประสิทธิ์ความเสียดทานระหว่างสายพานกับ Pulley เป็นตัวแปรที่สำคัญในการส่งถ่ายกำลัง เนื่องจากการส่งถ่ายกำลังจะเกิดขึ้นได้ก็ต่อเมื่อหน้าสัมผัสของสายพานแบนวางอยู่บน Pulley อย่างแนบสนิท และหากค่าสัมประสิทธิ์ความเสียดทานระหว่างสายพานกับ Pulley จะขึ้นอยู่กับตัวแปรต่างๆ ดังนี้

- วัสดุที่ใช้ทำสายพาน
- วัสดุที่ใช้ทำ Pulley
- การไถล (Slip) ของสายพานบนบน Pulley
- ความเร็วของสายพานบน

ตารางที่ ต่อไปนี้ แสดงค่าสัมประสิทธิ์ความเสียดทานของสายพาน และ Pulley เมื่อเปลี่ยนชนิดของวัสดุที่ใช้ทำสายพานบน และ Pulley

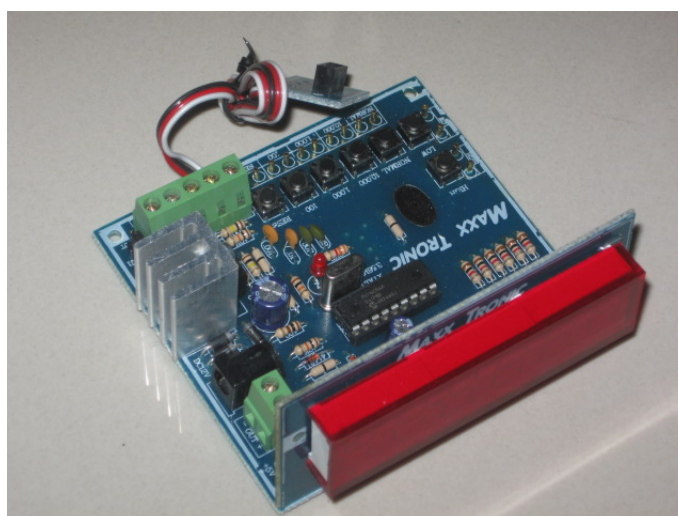
ตารางที่ 2.3 ค่าสัมประสิทธิ์ความเสียดทานระหว่างสายพานกับ Pulley

Belt Material	Pulley Material						
	Cast iron, steel			Wood	Compressed Paper	Leather face	Rubber face
	Dry	Wet	Greasy				
1. Leather oak tanned	0.25	0.2	0.15	0.3	0.33	0.38	0.40
2. Convass-stitched	0.20	0.15	0.12	0.23	0.25	0.27	0.30
3. Cotton woven	0.22	0.15	0.12	0.25	0.28	0.27	0.30
4. Rubber	0.30	0.18	-	0.32	0.35	0.40	0.42
5. Balata	0.32	0.20	-	0.35	0.38	0.40	0.42

ที่มา อาจารย์วิชาญ วิมานจันทร์ หนังสือเครื่องสูบลและพัดลม พิมพ์ครั้งที่ 3

2.10 เซ็นเซอร์และตัวควบคุมรอบการทำงานของมอเตอร์

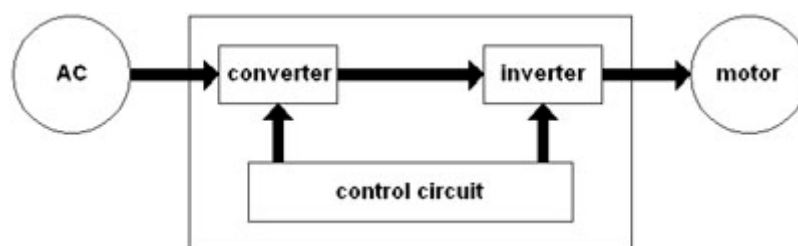
ระบบควบคุมที่ดีมีความแม่นยำและทำงานอย่างอัตโนมัตินั้น ไม่ได้เกิดจากการควบคุมเพียงอย่างเดียวจะต้องพึ่งพาอุปกรณ์ตรวจจับ (Sensor Element)



รูปที่ 2.21 ตัววัดรอบ Sensor

2.11 หลักการทำงานของอินเวอร์เตอร์

คืออุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ที่ใช้สำหรับควบคุมความเร็วรอบ ของมอเตอร์เหนี่ยวนำหรือ เอชเอ็มมอเตอร์ (ซึ่งบางครั้งก็ถูกเรียกว่า อะซิงโครนัส หรือมอเตอร์แบบกรงกระรอก)



รูปที่ 2.22 อินเวอร์เตอร์ สำหรับการควบคุม มอเตอร์

2.11.1 มอเตอร์เป็นอุปกรณ์ไฟฟ้า ที่ใช้ในการแปลงพลังงานไฟฟ้า ไปเป็นพลังงานกล โดยนำพลังงานที่ได้นี้ไปทำ การขับเคลื่อนเครื่องจักร อื่นๆต่อไป ความเร็วของมอเตอร์ สามารถ กำหนดได้โดย

- 1 แรงบิดของโหลด
- 2 จำนวนขั้วของมอเตอร์
- 3 ความถี่ของแหล่งจ่ายไฟที่ใช้กับมอเตอร์
- 4 แรงดันที่จ่ายให้กับมอเตอร์

ถ้าความถี่ของแหล่งจ่ายไฟ เปลี่ยนแปลงไปก็มีผลทำให้มอเตอร์มีความเร็วเปลี่ยนแปลงได้ด้วย แต่เมื่อทำการเปลี่ยนความถี่ โดยให้แรงดันคงที่ จะมีผลทำให้เกิดฟลักส์ แม่เหล็กเพิ่มมากขึ้นจนอิ่มตัว ซึ่งอาจทำให้มอเตอร์ ร้อนจนเกิดความเสียหายได้ ดังนั้นจึงต้องทำการเปลี่ยน แรงดันควบคู่ไปกับความถี่ด้วย และการที่จะเปลี่ยนแปลง ความถี่ของแหล่งจ่ายไฟ สามารถทำได้โดย การใช้อินเวอร์เตอร์ แหล่งจ่ายไฟกระแสสลับ จ่ายไฟฟ้ากระแสสลับ ไปยังคอนเวอร์เตอร์ ซึ่งทำหน้าที่เปลี่ยนไฟฟ้ากระแสสลับให้เป็น ไฟฟ้ากระแสตรง แล้วนำไฟฟ้ากระแสตรงที่ได้ ต่อเป็นอินพุตเข้าไปในวงจรอินเวอร์เตอร์ ซึ่งทำหน้าที่เปลี่ยนไฟฟ้ากระแสตรงนี้ เป็นไฟฟ้ากระแสสลับที่สามารถเลือก ความถี่ได้เพื่อไปควบคุมมอเตอร์ให้มีความเร็วตามต้องการได้การเปลี่ยนขนาดแรงดันของอินเวอร์เตอร์ตามความถี่ โดยวิธีการแปรรูปคลื่นของแรงดัน สามารถทำได้หลายวิธีดังนี้

- 1 วิธีแปรขนาดแรงดันของไฟตรง (PAM : Pulse Amplitude Modulation)
- 2 วิธีแปรความกว้างของพัลส์ที่ใช้เปิด-ปิดทรานซิสเตอร์

2.12 การควบคุมมอเตอร์

2.12.1 การสตาร์ท ทำได้โดยให้สัญญาณตั้งความถี่แก่อินเวอร์เตอร์ด้วยความถี่สตาร์ท มอเตอร์ก็จะผลิตแรงบิด จากนั้นอินเวอร์เตอร์จะค่อย ๆ เพิ่มความถี่ขึ้นไป จนกระทั่งแรงบิดของ มอเตอร์สูงกว่าแรงบิดของ โหลด มอเตอร์จึงเริ่มหมุน

2.12.2 การเร่งความเร็วและการเดินเครื่องด้วยความเร็วคงที่ หลังจากสตาร์ท อินเวอร์เตอร์และมอเตอร์แล้ว ความถี่ขาออกจะค่อย ๆ เพิ่มขึ้น จนถึงความถี่ที่ต้องการ ช่วงเวลาในการเพิ่มความถี่นี้คือเวลาการเร่งความเร็ว และเมื่อความถี่ขาออกเท่ากับความถี่ที่ต้องการ การเร่งความเร็วก็จบ อินเวอร์เตอร์จะเข้าสู่การทำงานในช่วงเวลาการเดินเครื่อง ด้วยความเร็วคงที่

2.12.3 การลดความเร็วทำได้โดยตั้งความถี่ให้ต่ำกว่าความถี่ขาออก อินเวอร์เตอร์จะลดความถี่ลงมาเรื่อยๆ ตามช่วงเวลาการลดความเร็วที่ได้ตั้งไว้ในขณะลดความถี่ความเร็วรอบของ มอเตอร์จะมีค่ามากกว่าความถี่ขาออกของอินเวอร์เตอร์ มอเตอร์จะทำงาน เหมือนเครื่องกำเนิดไฟฟ้า ผลิตไฟจ่ายกลับไปให้อินเวอร์เตอร์ regeneration ทำให้แรงดันไฟตรง แรงดัน กร่อม มีค่าเพิ่มขึ้น คอนเดนเซอร์ ดังนั้นภายในอินเวอร์เตอร์จะมีวงจรที่ทำหน้าที่รับพลังงานที่เกิดจากการ regeneration ซึ่งจะมีผลทำให้เกิดการเบรกมอเตอร์ วงจรนี้เรียกว่า วงจรเบรกคืนพลังงาน

2.12.4 การหยุด อินเวอร์เตอร์จะลดความถี่ลงจนถึงระดับหนึ่ง และจะผลิตไฟตรงเข้าไป ในมอเตอร์เพื่อ ทำงานเป็นเบรก จนมอเตอร์หยุด เรียกว่า การเบรกด้วยไฟตรง

บทที่ 4

รายงานผลการดำเนินงาน

เมื่อได้ทำการสร้างเครื่องพัฒนาคูอากาศโดยใช้ระบบส่งกำลังแบบคลัทช์แรงเหวี่ยง จนเสร็จเรียบร้อยแล้ว ในขั้นตอนต่อไปคือการทดลองระบบต่าง ๆ ของเครื่องพัฒนาคูอากาศโดยใช้ระบบส่งกำลังแบบคลัทช์แรงเหวี่ยง เพื่อที่จะได้ทราบสถานะที่เหมาะสมของการใช้เครื่องพัฒนาคูอากาศโดยใช้ระบบส่งกำลังแบบคลัทช์แรงเหวี่ยงในการปฏิบัติงานที่เหมาะสม

4.1 การทดลองเครื่องพัฒนาคูอากาศโดยใช้ระบบส่งกำลังแบบคลัทช์แรงเหวี่ยง

ในการทดลองเครื่องพัฒนาคูอากาศโดยใช้ระบบส่งกำลังแบบคลัทช์แรงเหวี่ยง จะอยู่ภายใต้เงื่อนไขที่กำหนด คือ การทดลองและข้อมูลที่ได้กล่าวถึงในบทนี้ เป็นส่วนที่เกี่ยวกับการควบคุมมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสสลับและ การส่งกำลังไปยังเพลาพูลเลย์โดยชุดคลัทช์แรงเหวี่ยงนี้ศูนย์จากแกนเพลามอเตอร์ไปยังแกนเพลารวมพัฒนาคูแบบแรงเหวี่ยง โดยการวัดรอบความเร็วด้วยเซ็นเซอร์และตัวควบคุมมอเตอร์จะทราบ ถึงจำนวนรอบที่ได้และที่ส่งไปยังแกนเพลารวมพัฒนาคูด้วยจำนวนรอบ

4.2 ขั้นตอนการทดลอง

1. เสียบปลั๊กไฟฟ้ากระแสสลับ 220 โวลต์ เพื่อป้อนไฟฟ้าให้แก่อินเวอร์เตอร์โดยผ่าน สวิตช์เปิด - ปิด หมายเลข 1 แล้วกระแสไฟฟ้าจะผ่านการตรวจวัดจากแอมป์มิเตอร์หมายเลข 2 จะมีหน้าจอแสดงผล
2. เมื่อกระแสไฟฟ้าได้เข้ามาที่อินเวอร์เตอร์หมายเลข 3 แล้วเปิดเครื่องอินเวอร์เตอร์เพื่อที่จะป้อนความถี่และกระแสไฟฟ้าให้แก่มอเตอร์เพื่อการทดลองและปรับความเร็วรอบ
3. เมื่อหมุนปุ่มปรับความถี่หมายเลข 4 ที่ป้อนให้แก่มอเตอร์จะมีหน้าจอหมายเลข 5 เพื่อแสดงถึงย่านความถี่ต่าง ๆ แล้วจดบันทึกค่าความถี่จากหน้าจอ
4. เมื่อค่าความถี่ที่อินเวอร์เตอร์จ่ายให้มอเตอร์หมายเลข 6 จะทำให้มอเตอร์เกิดการหมุน จึงถ่ายกำลังไปยังพูลเลย์ขับหมายเลข 7 แล้วสายพานหมายเลข 8 ที่ติดตั้งอยู่กับชุดพูลเลย์ขับหมายเลข 7 ส่งกำลังไปยังพูลเลย์ตามหมายเลข 9 และที่ติดตั้งอยู่เพลาของพัฒนาคูหมายเลข 10 จึงส่งผลให้พัฒนาคูเกิดการหมุน

5. เมื่อพูลเลย์ซ์ับหมายเลข 7 เกิดการหมุนจะมีเซ็นเซอร์หมายเลข 11 คอยตรวจวัดความเร็วรอบของพูลเลย์ซ์ับหมายเลข 7 จะมีหน้าจอแสดงผลหมายเลข 13 แล้วจดบันทึกค่า

6. เมื่อพูลเลย์ซ์ับหมายเลข 9 เกิดการหมุนจะมีเซ็นเซอร์หมายเลข 12 คอยตรวจวัดความเร็วรอบของพูลเลย์ซ์ับหมายเลข 9 จะมีหน้าจอแสดงผลหมายเลข 14 แล้วจดบันทึกค่า

7. เมื่อพัลลภหมายเลข 10 หมุนทำงานจะมีเซ็นเซอร์ตรวจวัดความเร็วรอบหมายเลข 15 ตรวจวัดอยู่ตำแหน่งปากทางออกตรงกลางห่างประมาณ 30 เซนติเมตร

8. ทำการจดบันทึกผลการทดลองจากเซ็นเซอร์ตรวจวัดความเร็วรอบในความเร็วรอบตั้งแต่ความเร็วรอบที่ 100 -1500 รอบ/นาที

4.3 ผลการทดลอง

ตารางที่ 4.1 การทดลองแบบพูลเลย์ซ์ับอัตราทด 2:2

ความเร็วรอบ (rpm)	ความถี่ (Hz)	ความเร็วรอบ (m/s)	กระแสไฟฟ้า (A)
100	3.5	1.8	1.2
200	7.5	3.8	0.6
300	10.5	5.7	0.6
400	14	8.0	0.7
500	18	9.4	0.9
600	18	11.6	1.3
700	28.5	13.5	1.6
800	29	15.6	2.5
900	29.5	15.3	2.9
1000	32.5	15.9	3.0
1100	36.5	19.8	4.2
1200	45.3	21.6	5.6
1300	49	23.4	6.7
1400	0	0	0
1500	0	0	0

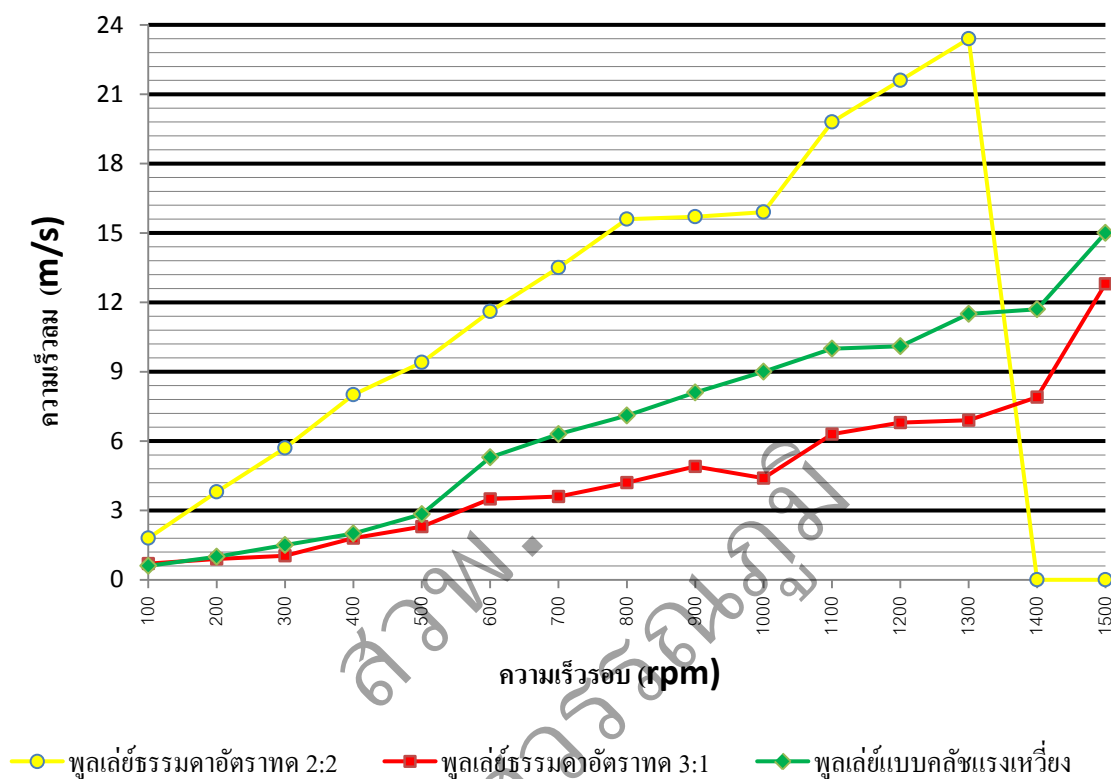
ตารางที่ 4.2 การทดลองพูลเลย์แบบธรรมดาอัตราทด 3:1

ความเร็วรอบ (rpm)	ความถี่ (Hz)	ความเร็วลม (m/s)	กระแสไฟฟ้า (A)
100		0.7	1.2
200	7.0	0.97	0.6
300	10.5	1.04	0.4
400	13.5	1.81	0.4
500	17.0	2.38	0.5
600	20.5	3.47	0.5
700	23.5	3.57	0.6
800	26.8	4.21	0.6
900	30.5	4.87	0.7
1000	34.0	4.92	0.8
1100	37.3	6.38	0.9
1200	41.0	6.82	1.0
1300	44.0	6.97	1.1
1400	47.5	7.94	1.2
1500	51.0	12.81	1.4

ตารางที่ 4.3 การทดลองพุลเลย์แบบคลัชแรงเหวี่ยง

ความเร็วรอบ (rpm)	ความถี่ (Hz)	ความเร็วลม (m/s)	กระแสไฟฟ้า (A)
100	4.0	0.56	1.0
200	7.0	0.99	0.5
300	10.5	1.4	0.4
400	13.5	2.03	0.4
500	17.0	2.84	0.4
600	20.5	5.29	0.5
700	23.5	6.26	0.5
800	27.0	7.06	0.6
900	30.5	8.08	0.7
1000	34.0	8.90	0.7
1100	37.5	10.0	0.8
1200	40.5	10.9	0.9
1300	44.5	11.5	1.1
1400	47.7	11.7	1.4
1500	50.2	14.7	1.6

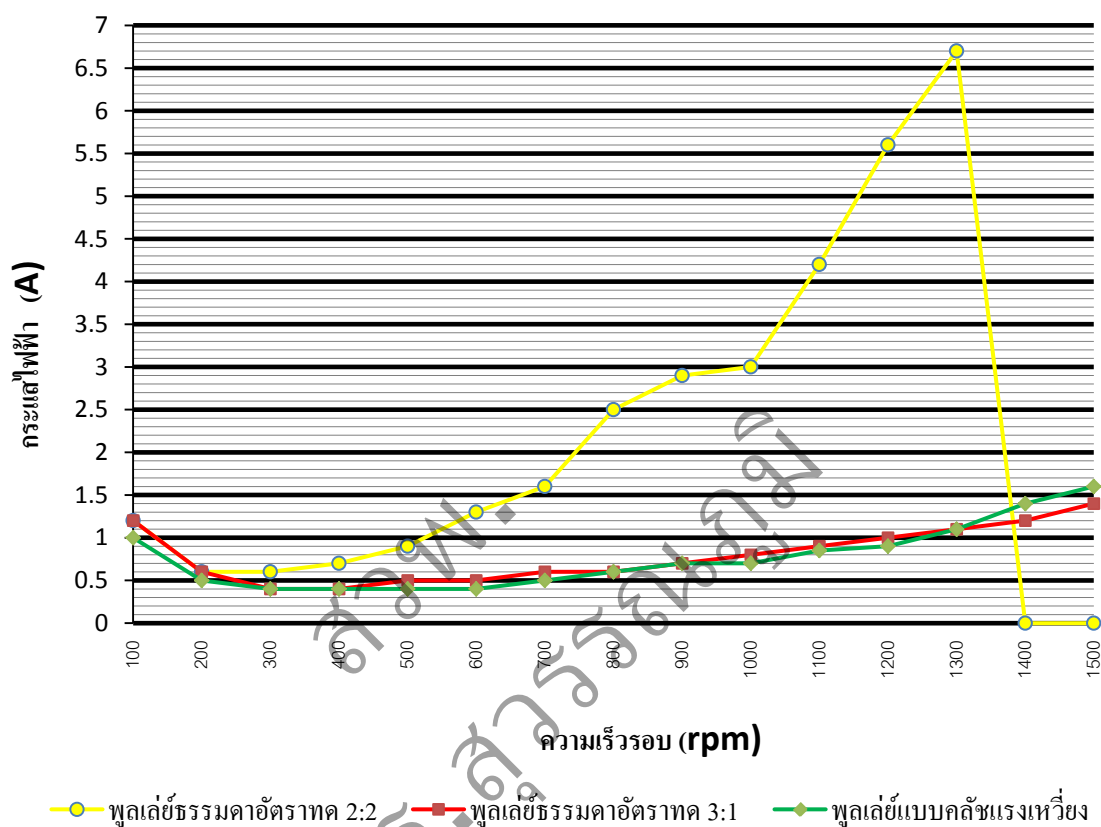
วิเคราะห์ผลการทดลองความเร็วรอบและความเร็วลม



รูปกราฟที่ 4.1 แสดงความสัมพันธ์ระหว่างความเร็วรอบและความเร็วลม

แสดงถึงความสัมพันธ์ระหว่างความเร็วรอบและความเร็วลมของพูลล์ยี่ทั้ง 3 แบบจะเห็นว่าความเร็วลมระหว่างพูลล์ยี่ธรรมดา และพูลล์ยี่แบบธรรมดาอัตราทด 3:1 (ไม่มีแรงเหวี่ยง) จะมีความเร็วลมใกล้เคียงกันในความเร็วรอบตั้ง 100 – 800 รอบ/นาทีแล้วก็เพิ่มความเร็วลมมากขึ้น แต่พูลล์ยี่แบบคลัชแรงเหวี่ยงจะสามารถให้ความเร็วลมได้มากกว่าพูลล์ยี่แบบอื่น

วิเคราะห์ผลการทดลองความความเร็วรอบและกระแสไฟฟ้า



รูปกราฟที่ 4.2 แสดงความสัมพันธ์ระหว่างความเร็วรอบและกระแสไฟฟ้า

จะแสดงถึงความสัมพันธ์ระหว่างความเร็วรอบและกระแสไฟฟ้าของพูลเลย์ทั้ง 3 แบบ จะเห็นได้ว่าการใช้กระแสไฟฟ้าของพูลเลย์อัตราทดในความเร็วยรอบตั้งแต่ 100 – 900 รอบ/นาที จะใช้กระแสไฟฟ้าสูงกว่าพูลเลย์แบบอื่นและพูลเลย์ (ไม่มีแรงเหวี่ยง) จะมีการใช้กระแสไฟฟ้าใกล้เคียงกับพูลเลย์แบบคลัชแรงเหวี่ยงในความเร็วยรอบตั้งแต่ 1000 – 1500 รอบ/นาที การใช้กระแสไฟฟ้าของพูลเลย์อัตราทดจะใช้น้อยกว่าแบบอื่น

เอกสารอ้างอิง

วิชาญ วิมานจันทร์. เครื่องสูบลมและพัดลม พิมพ์ครั้งที่ 3. กรุงเทพฯ :

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ, 2520.

สมเกียรติ บุญชนะ. การจัดการพลังงานในงานอุตสาหกรรม. พิมพ์ครั้งที่ 1. กรุงเทพฯ :

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ, 2546.

สมศักดิ์ กิรตุติเศรษฐ์. เครื่องมือวัดอุตสาหกรรม. พิมพ์ครั้งที่ 16. กรุงเทพฯ :

สมาคมส่งเสริมเทคโนโลยี (ไทย-ญี่ปุ่น), 2544.

สวพ.
มทร.สุวรรณภูมิ