เครื่องช่วยทดสอบการบังคับร่มแบบกลม
Parachute Tester

ภาณุวัฒน์ หุ่นพงษ์

มหาวิทยาลัยราชภัฏเทพสตรี

งานวิจัยนี้เป็นส่วนหนึ่งของทุนสนับสนุน
มหาวิทยาลัยราชภัฏเทพสตรี
ปี 2561

กิตติกรรมประกาศ

จากการศึกษาเครื่องช่วยทดสอบการบังคับร่มกระตุกแบบกลมได้สำเร็จลุล่วงไปด้วยดี เนื่องจากได้รับความอนุเคราะห์จากมหาวิทยาลัยราชภัฏเทพสตรีและโรงเรียนสงครามพิเศษ ศูนย์สงครามพิเศษ ค่ายเอราวัณ ที่คอยให้คำแนะนำ อีกทั้งขอขอบคุณอาจารย์ธาดา คำแดงและอาจารย์โชติวุฒิ ประสพสุขที่ได้กรุณาเสียสละเป็นอาจารย์ที่ปรึกษาร่วมของโครงการและให้คำแนะนำต่างๆ ในการช่วยแก้ไขปัญหาอย่างสม่ำเสมอและตลอดจนให้คำปรึกษาต่างๆ จนโครงการนี้สำเร็จลุล่วงได้ด้วยดีจึงใคร่ขอขอบคุณทุกท่านไว้ ณ ที่นี้เป็นอย่างสูง

ภาณุวัฒน์ หุ่นพงษ์

มหาวิทยาลัยราชภัฏเทพสตรี

สารบัญ

เรื่อง	หน้า
กิตติกรรมประกาศ	ก
สารบัญ	ข
สารบัญรูป	ค
สารบัญตาราง	ง
บทที่ 1 บทนำ	1
1.1 ที่มาและความสำคัญ	1
1.2 วัตถุประสงค์	1
1.3 ขอบเขตของโครงการวิจัย	1
1.4 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ	1
1.5 ระยะเวลาการทำวิจัยและแผนการดำเนินงานตลอดโครงการวิจัย	2
บทที่ 2 ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	3
2.1 ทฤษฎี	3
2.2 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	16
บทที่ 3 วิธีดำเนินการวิจัย	17
3.1 การดำเนินโครงการ	17
3.2 ศึกษาปัญหาและออกแบบเครื่องช่วยทดสอบการบังคับร่มกระตุกแบบกลม	18
3.3 การดำเนินการสร้างเครื่องช่วยทดสอบการบังคับร่มกระตุกแบบกลม	19
3.4 เก็บรวบรวมข้อมูล ประเมินผลและสรุปผลการทดลอง	22
บทที่ 4 ผลการทดลอง	24
4.1 ผลการทดลองการหมุนที่มีผลต่อการกระตุกร่ม (มอเตอร์กระแสตรง)	24
4.2 ผลการทดลองการหมุนที่มีผลต่อการกระตุกร่ม (มอเตอร์กระแสสลับ)	25
4.3 ผลการวิเคราะห์ค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานและระดับความพึงพอใจที่มีต่อเครื่องช่วยทดสอบการบังคับร่มแบบกลม	26
บทที่5 สรุปผลการทดลอง และข้อเสนอแนะ	28
5.1 สรุปผลการทดลอง	28
5.2 ข้อเสนอแนะ	28
บรรณานุกรม	29
ภาคผนวก	30

มหาวิทยาลัยราชภัฏเทพสตรี

สารบัญรูป

รูปที่	หน้า
2.1 โครงสร้างของเกณฑ์ความเสียหาย	5
2.2 วงจรการควบคุมการหมุนของมอเตอร์กระแสตรง	6
2.3 ฟันเฟืองตรง	7
2.4 เฟืองสะพาน	7
2.5 เฟืองวงแหวน	8
2.6 เฟืองเฉียง	8
2.7 เฟืองเฉียงก้างปลา	9
2.8 เฟืองดอกจอก	9
2.9 เฟืองตัวหนอน	10
2.10 เฟืองเกลียวสกรู	10
2.11 การติดตั้งการขับสายพาน	12
2.12 ขนาดของแบตเตอรี่ทั่วไป	13
2.13 สวิตช์ปุ่มกด	13
2.14 ลักษณะทั่วไปของแมกเนติกคอนแทคเตอร์	15
3.1 แสดงการดำเนินโครงการ	17
3.2 แบบเครื่องช่วยทดสอบการบังคับร่มกระตุกแบบกลม	18
3.3 ลักษณะเครื่องช่วยทดสอบการบังคับร่ม	19
3.4 โครงชุดเครื่องช่วยทอสอบการบังคับร่ม	20
3.5 การติดตั้งชุดสตาร์ทการหมุนกระตุกร่ม	20
3.6 แสดงการติดตั้งชุดควบคุมความเร็วมอเตอร์กับมอเตอร์บังคับเครื่องกระตุก	21
3.7 การทดสอบการทำงานเครื่องช่วยทดสอบการบังคับร่มกระตุกแบบกลม	22
4.1 แสดงความสัมพันธ์ระหว่างองศาของรอบการหมุนที่มีผลต่อความเสถียรของมอเตอร์กระแสตรง	24
4.2 แสดงความสัมพันธ์ระหว่างองศาของรอบการหมุนที่มีผลต่อความเสถียรของมอเตอร์กระแสสลับ	25

มหาวิทยาลัยราชภัฏเทพสตรี

สารบัญตาราง

ตารางที่	หน้า
1.1 ระยะเวลาทำการวิจัยและแผนการดำเนินงานตลอดโครงการวิจัย	2
4.1 ระยะการหมุนที่มีผลต่อการกระตุกร่ม (มอเตอร์กระแสตรง)	24
4.2 ระยะการหมุนที่มีผลต่อการกระตุกร่ม (มอเตอร์กระแสสลับ)	25
4.3 จำนวนของผู้ทดสอบโดยจำแนกน้ำหนัก	26
4.4 ความพึงพอใจต่อเครื่องช่วยทดสอบการบังคับร่มกระตุกแบบกลม	26

มหาวิทยาลัยราชภัฏเทพสตรี

บทที่ 1
บทนำ

1.1 ที่มาและความสำคัญ

ตั้งแต่อดีตจนถึงปัจจุบันมหาวิทยาลัยราชภัฏทั่วประเทศมีการผลิตบัณฑิตในระดับปริญญาตรีออกมาในแต่ละปีจำนวนหลายหมื่นคนซึ่งนั้นเป็นผลจากการที่นักศึกษาให้ความสนใจในการเรียนและการเอาใจใส่ด้านการศึกษาแต่อย่างไรก็ตามผู้ที่อยู่เบื้องหลังแห่งความสำเร็จนั้นก็คือครูและอาจารย์ที่ปรึกษาให้คำแนะนำดังนั้นจะเห็นได้ว่า

เนื่องด้วยทางมหาวิทยาลัยราชภัฏเทพสตรีได้มีการกำหนดเอกลักษณ์และอัตลักษณ์ในการดำเนินงานอย่างชัดเจนคือให้บุคลากรและนักศึกษาทำหน้าที่ของตนเองโดยมุ่งเน้นการรับใช้สังคมและการนำความรู้ที่มีไปปฏิบัติให้ตรงตามวัตถุประสงค์ของเอกลักษณ์และอัตลักษณ์ของมหาวิทยาลัยราชภัฏเทพสตรีที่ได้ตั้งไว้ ดงนั้นทางผู้วิจัยจึงได้ลงพื้นที่และสอบถามข้อมูลไปยังชุมชนและหน่วยงานทางทหารพบว่าที่หน่วยงานศูนย์สงครามพิเศษต้องการความช่วยเหลือในการออกแบบและสร้างชุดฝึกการกระโดดร่มกระตุก โดยจากความเป็นมาในอดีตจนถึงปัจจุบันการฝึกโดดร่มของค่ายศูนย์สงครามพิเศษจะมีการฝึกที่หนักและอันตรายอีกทั้งมีการฝึกเพื่อเตรียมความพร้อมโดรมทุกปี ซึ่งบางปีมีการเกิดอุบัติเหตุถึงกับชีวิตโดยสาเหตุหลักของการเกิดอุบัติเหตุเกิดจากผู้ฝึกขาดสมาธิและความชำนาญในการกระตุกร่มจึงส่งผลทำให้ผู้ฝึกเกิดอาการหมดสติและเกิดอุบัติเหตุในที่สุด ดังนั้นทางหน่วยศูนย์สงครามพิเศษจึงมีความต้องการให้ทางหน่วยงานของคณะเทคโนโลยีอุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยราชภัฏเทพสตรี ออกแบบเครื่องช่วยทดสอบกระตุกร่มเพื่อช่วยให้ผู้ฝึกได้เรียนรู้ก่อนจะทดสอบสภาวะสถานการณ์จริงและทำให้ผู้ฝึกเกิดความชำนาญในจังหวะการบังคับร่มการทรงตัวที่ทำให้เกิดอุบัติเหตุ

งานวิจัยนี้ผู้วิจัยมุ่งเน้นออกแบบและสร้างเครื่องช่วยทดสอบการกระตุกร่มที่สามารถลดการเกิดอุบัติเหตุและเสียชีวิตโดยมุ่งเน้นหลักความปลอดภัยในการปฏิบัติงานเป็นสำคัญ

1.2 วัตถุประสงค์

1.2.1 เพื่อออกแบบและสร้างเครื่องช่วยทดสอบการบังคับร่มกระตุก

1.2.2 เพื่อศึกษาการทำงานเครื่องช่วยทดสอบการบังคับร่มกระตุก

1.3 ขอบเขตของโครงการวิจัย

1.3.1 ออกแบบและสร้างชุดทดสอบบังคับร่มกระตุก

1.3.2 ศึกษาสมรรถนะการทำงานเครื่องช่วยทดสอบการบังคับร่ม

1.3.3 เปรียบเทียบข้อมูลก่อนและหลังการฝึกทดสอบ

1.4 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1.4.1 หน่วยงานของรัฐที่เกี่ยวข้องสามารถนำไปใช้ประโยชน์

มหาวิทยาลัยราชภัฏเทพสตรี

1.5 ระยะเวลาทำการวิจัย และแผนการดำเนินงานตลอดโครงการวิจัย

ตารางที่ 1.1 ระยะเวลาทำการวิจัยและแผนการดำเนินงานตลอดโครงการวิจัย

แผนการดำเนินงาน	เดือนที่ (1 ตุลาคม 2560 – 30 กันยายน 2561)								
	1	2	3	4	5	6	7	8	9
ศึกษาและเก็บข้อมูล	←	—	→						
วางแผนและดำเนินการสร้าง				←	—	→			
เก็บผลการทดลองและสรุปผล						←	—	→	
วิเคราะห์ผลการทดลองและตีพิมพ์								←	—

มหาวิทยาลัยราชภัฏเทพสตรี

บทที่ 2
ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ในบทนี้เป็นการนำเสนอแนวคิด หลักการ ทฤษฎีและผลการวิจัยที่เกี่ยวข้องและนำมาใช้ในการพัฒนานวัตกรรมเพื่อเป็นการบูรณาการเรียนการสอน โดยมีหัวข้อและรายละเอียดดังนี้

2.1 ทฤษฎี

2.2 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

2.1 ทฤษฎี

2.1.1 แรงและการเคลื่อนที่

แรง (force) คือ อำนาจอย่างหนึ่งที่พยายามทำให้วัตถุเปลี่ยนสภาพการเคลื่อนที่เปลี่ยนขนาดและรูปร่างของวัตถุได้ ผลของแรง ทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงต่อวัตถุที่ถูกกระทำดังต่อไปนี้ เช่น วัตถุที่อยู่นิ่งเกิดการเคลื่อนที่ วัตถุที่กำลังเคลื่อนที่ มีความเร็วเพิ่มขึ้นหรือลดลง หรือเปลี่ยนทิศทาง หรือทำให้วัตถุเปลี่ยนรูปร่างอาจเห็นชัดเจนหรือไม่ชัดเจน การออกแรงทำกิจกรรมต่างๆ นั้น เราจะสังเกตพบว่า การหิ้วกระเป๋าจะออกแรงน้อยกว่าการผลักรถยนต์ให้เคลื่อนที่หรือการถือสมุด 1 เล่ม จะออกแรงน้อยกว่าการยกกองสมุด 20 เล่ม การใช้ความรู้สึกบอกขนาดของแรง เป็นการคาดคะเนความรู้สึกของแต่ละบุคคล ซึ่งไม่เป็นมาตรฐานเดียวกัน วิธีการง่ายๆ ในการวัดขนาดของแรงที่กระทำต่อวัตถุก็ คือ การใช้เครื่องชั่งสปริงเกี่ยววัตถุไว้แล้วออกแรงดึงเครื่องชั่งสปริงเข็มชี้บนสเกลของเครื่องชั่งจะบอกขนาดของแรง สำหรับหน่วยของแรงตามระบบเอสไอ (SI) คือ นิวตัน (N) เช่น แรงที่ 1 นิวตัน คือ แรงที่ทำให้มวล 1 กิโลกรัมเคลื่อนที่ด้วยความเร่ง 1 เมตรต่อวินาที^{2} นอกจากนี้แรงจะมีทั้งขนาดและทิศทางอีกด้วย ซึ่งเมื่อเราออกแรงยกวัตถุต่างๆ ขึ้นมาในแนวดิ่งสิ่งของต่างๆจะเคลื่อนที่ขึ้นตามแนวดิ่งตามแนวแรงด้วยเช่นกันในการออกแรงแต่ละครั้งจะต้องมีทิศทางไปทางใดทางหนึ่งเสมอ โดยแรงในระบบจะแบ่งได้ดังนี้

- แรงย่อย คือ แรงที่เป็นส่วนประกอบของแรงลัพธ์
- แรงลัพธ์ คือ แรงรวมซึ่งเป็นผลรวมของแรงย่อยซึ่งจะต้องอาศัยการรวมกันเป็นปริมาณเวกเตอร์
- แรงขนาน คือ แรงที่มีทิศทางขนานกัน ซึ่งอาจกระทำที่จุดเดียวกันหรือต่างกันก็ได้
- แรงหมุน คือ แรงที่กระทำต่อวัตถุทำให้วัตถุเคลื่อนที่โดยหมุนรอบจุดหมุน ผลของจุดหมุนเรียกว่าโมเมนต์
- แรงคู่ควบ คือ แรงขนานต่างพวกกันคู่หนึ่งที่มีขนาดเท่ากัน แรงลัพธ์มีค่าเป็นศูนย์และวัตถุที่ถูกแรงควบกระทำหนึ่งคู่จะไม่อยู่นิ่งแต่จะเกิดแรงหมุน
- แรงดึง คือ แรงที่เกิดจากการเกร็งตัวเพื่อต่อต้านแรงกระทำของวัตถุ เป็นแรงที่เกิดในวัตถุในลักษณะยาวๆ เช่น เส้นเชือก เส้นลวด
- แรงสู่ศูนย์กลาง คือ แรงที่มีทิศเข้าสู่ศูนย์กลางของวงกลมหรือทรงกลมอันหนึ่งๆ เสมอ
- แรงต้าน คือ แรงที่มีทิศทางต่อต้านการเคลื่อนที่หรือทิศทางตรงข้ามกับแรงที่พยายามจะทำให้วัตถุเกิดการเคลื่อนที่ เช่น แรงต้านของอากาศและแรงเสียดทาน

มหาวิทยาลัยราชภัฏเทพสตรี

- แรงโน้มถ่วงของโลก คือ แรงดึงดูดที่มวลของโลกกระทำกับมวลของวัตถุ เพื่อดึงดูดวัตถุนั้นเข้าสู่ศูนย์กลางของโลก

การเคลื่อนที่ คือการเปลี่ยนตำแหน่งของวัตถุในช่วงเวลาหนึ่งโดยการเคลื่อนที่นั้นมี 2 แบบได้แก่ การเคลื่อนที่ตามทิศทางเดียวกันกับการเคลื่อนที่กลับทิศ โดยในการเคลื่อนที่นั้นต้องอาศัยถึงความเร็ว ความเร่งและความหน่วงในการเคลื่อนที่ของวัตถุ

อัตราเร็วเฉลี่ย $V = \frac{\Delta S}{\Delta t}$ เมตรต่อวินาที ..... (2.1)

โดยที่ S = ระยะทางที่เคลื่อนที่ได้
t = เวลาในการเคลื่อนที่

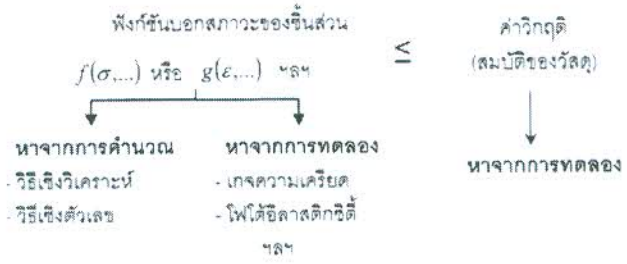
ความเร่ง $a = \frac{\Delta S}{\Delta t}$ เมตรต่อวินาที^{2} ..... (2.2)

โดยที่ a = ความเร็วที่เปลี่ยนแปลงของวัตถุที่กำลังเคลื่อนที่

2.1.2 หลักการออกแบบและความเสียหายของวัสดุ

ความเสียหายของวัสดุและการออกแบบการออกแบบชิ้นส่วนเพื่อหลีกเลี่ยงความเสียหายผู้ออกแบบ ต้องตระหนักว่าชิ้นส่วนที่ออกแบบมีโอกาสเกิดความเสียหายได้หลายแบบเช่น การรับภาระเกิน (overload) ความล้า (fatigue) การคืบ (creep) การผุกร่อน (corrosion) การสึกหรอ (wear) การโก่งงออย่างไร้เสถียรภาพ (buckling) เป็นต้น การระบุว่าชิ้นส่วนควรได้รับการออกแบบภายใต้เกณฑ์ความเสียหาย (failure criteria) แบบใดต้องพิจารณาปัจจัยหลายอย่างประกอบกัน เช่น การเปลี่ยนแปลงขนาดของภาระตามเวลา (คงที่หรือวัฏจักร ฯลฯ) โหมดของภาระ(ดึงกด บิด ดัด ฯลฯ) อุณหภูมิ (สูงหรือต่ำเทียบกับจุดหลอมเหลวของวัสดุ) สภาพแวดล้อม (กัดกร่อนหรือเฉื่อย)รูปร่างของชิ้นส่วน (เรียวยาว แผ่นบาง ฯลฯ) เป็นต้น ถ้าผู้ออกแบบไม่มีประสบการณ์การออกแบบชิ้นส่วนที่พิจารณาแล้วเขาจะต้องคาดการณ์ว่ามีโหมดความเสียหายใดบ้างที่มีโอกาสเกิดขึ้นได้โดยพิจารณาจากปัจจัยต่าง ๆ ที่กล่าวไป จากนั้นจึงออกแบบชิ้นส่วนด้วยเกณฑ์ที่ป้องกันไม่ให้เกิดความเสียหายในโหมดเหล่านั้นหลังจากสร้างชิ้นส่วนแล้วก็ควรนำชิ้นส่วนไปทดสอบในสภาวะทดสอบจริงหรือสภาวะทดสอบเทียบเท่าเพื่อทวนสอบว่าชิ้นส่วนใช้งานในสภาวะใช้งานได้โดยไม่เสียหายหรือมีอายุใช้งานมากกว่าหรือเท่ากับที่ต้องการหรือไม่การออกแบบอีกประเภทคือ การแก้ไขความผิดพลาดของการออกแบบก่อนหน้า เช่น ชิ้นส่วนเสียหายที่ภาระต่ำกว่าภาระใช้งานที่กำหนดหรือเสียหายก่อนถึงอายุใช้งานที่กำหนดในกรณีนี้ผลการวิเคราะห์เหตุเสียหาย (failure analysis) จะทำให้ผู้ออกแบบทราบว่าโหมดความเสียหายของชิ้นส่วนคืออะไร ดังนั้นจึงสามารถเลือกเกณฑ์ความเสียหายที่เหมาะสมได้ทันที

มหาวิทยาลัยราชภัฏเพชรบุรี



รูปที่ 2.1 โครงสร้างของเกณฑ์ความเสียหาย

ค่าตัวแปร เช่น ความเค้น ความเครียด ฯลฯ ในฟังก์ชันบอกสภาวะนั้น หาได้ด้วยการคำนวณจากสูตร (วิธีเชิงวิเคราะห์) จากผลการคำนวณเชิงตัวเลขหรือจากการทดลอง แต่ค่าวิกฤตหาได้จากการทดลองเท่านั้น เพราะว่าเป็นสมบัติของวัสดุสำหรับโหมดความเสียหายโหมดเดียวกันอาจจะมีเกณฑ์ความเสียหายหลายเกณฑ์ให้เลือกขึ้นกับสมมุติฐานที่ใช้พัฒนาเกณฑ์ความเสียหายยกตัวอย่าง เช่น การคราก (yielding) ของวัสดุเหนียว

แม้ว่าจะออกแบบชิ้นส่วนด้วยเกณฑ์ความเสียหายที่สอดคล้องกับโหมดความเสียหายแล้วก็ตาม ผู้ออกแบบยังไม่ควรมั่นใจว่าชิ้นส่วนไม่มีโอกาสเสียหายในโหมดนั้นหรือใช้งานได้ตลอดไป เนื่องจากชิ้นส่วนอาจได้รับผลจากโหมดความเสียหายแบบอื่นก่อนที่จะเสียหายในโหมดที่คิดว่าป้องกันไว้แล้ว ยกตัวอย่างเช่น การพังโค่นของโครงเหล็กติดแผ่นป้ายโฆษณา ซึ่งในตอนแรกโครงเหล็กนี้สามารถรับแรงลมที่มาปะทะได้แต่เมื่อใช้งานไปนาน ๆ สลักเกลียวหรือรอยเชื่อมเกิดการผุกร่อนโครงเหล็กจึงพังลงได้เมื่อปะทะกับแรงลมขนาดเท่าเดิม

2.1.3 มอเตอร์ไฟฟ้า

มอเตอร์ไฟฟ้า คือ เครื่องกลไฟฟ้าที่เปลี่ยนพลังงานไฟฟ้าให้เป็นพลังงานมอเตอร์ไฟฟ้าจัดว่าเป็นเครื่องต้นกำลังอย่างหนึ่งซึ่งมีความสำคัญมากและนิยมใช้กันอย่างแพร่หลายที่สุดทั้งในอาคารบ้านเรือน และสถานประกอบการ และในโรงงานอุตสาหกรรมทั่วๆ ไป ทั้งนี้พลังงานไฟฟ้าเป็นพลังงานที่มีความสะดวกในการแปรรูปเป็นพลังงานรูปอื่น นอกจากนั้นยังมีราคาถูกเมื่อเปรียบเทียบกับพลังงานที่ได้จากแหล่งอื่นเครื่องกลไฟฟ้าที่เปลี่ยนพลังงานไฟฟ้าให้เป็นพลังงานกลมอเตอร์ไฟฟ้าจัดว่าเป็นเครื่องต้นกำลังอย่างหนึ่งซึ่งมีความสำคัญมากและนิยมใช้กันอย่างแพร่หลายที่สุดทั้งในอาคารบ้านเรือนสถานประกอบการและในโรงงานอุตสาหกรรมมอเตอร์สามารถแบ่งออกเป็น2 ชนิดคือมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรง (DC motor) และมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสสลับ (AC motor) แต่สำหรับที่ใช้ในโครงการนี้จะเป็นมอเตอร์มอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรงสลับเพราะมีประสิทธิภาพสูงกว่า (DC motor)และมีกลไกไม่ซับซ้อนมอเตอร์ที่ใช้จะเป็นมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสไฟฟ้าสลับชนิดเฟสเดียวแบบสปลิทเฟสมอเตอร์มีขนาดแรงม้าขนาดตั้งแต่1/4 แรงม้า, 1/3 แรงม้า, 1/2 แรงม้าแต่จะมีขนาดไม่เกิน1 แรงม้าบางทีนิยมเรียกว่าอินดักชั่นมอเตอร์ (Induction motor) มอเตอร์ชนิดนี้นิยมใช้งานมากในตู้เย็นเครื่องสูบน้ำขนาดเล็กเครื่องซักผ้าเครื่องทำขนมต่างๆ เป็นต้น

มอเตอร์ไฟฟ้ากระแสสลับ (Alternating Current Motor)หรือเรียกว่ามอเตอร์ไฟฟ้าชนิดเหนี่ยวนำ (Induction Motor) คือ เครื่องกลไฟฟ้าที่เปลี่ยนพลังงานไฟฟ้ากระแสสลับให้เป็นพลังงานกลชนิดหมุน โดยมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสสลับสามารถแบ่งออกเป็น 2 ชนิดหลัก ๆ ได้แก่ 1. ซิงโครนัส

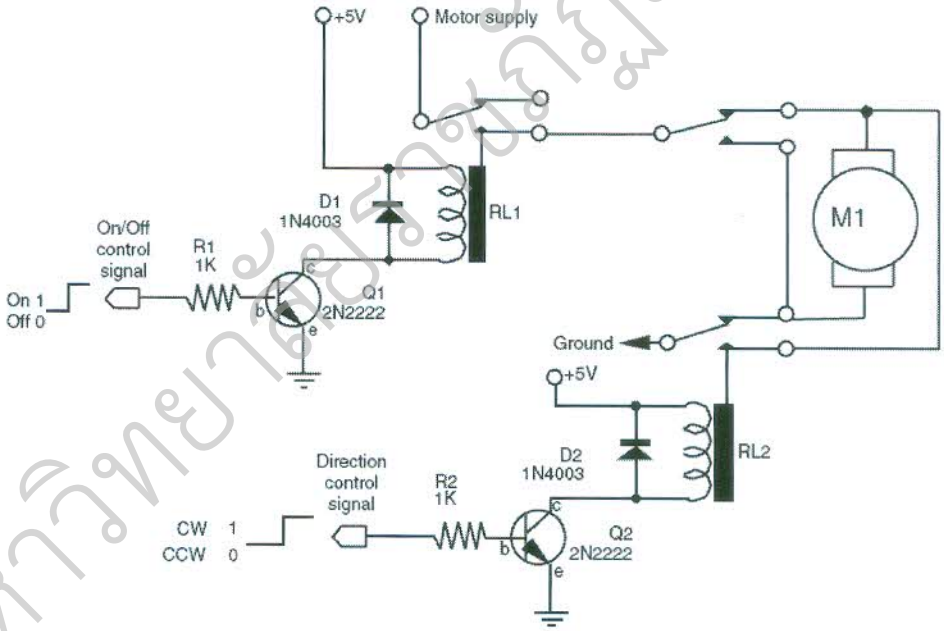
มหาวิทยาลัยราชภัฏเพชรบุรี

มอเตอร์ (Synchronous Motor) 2. อะซิงโครนัสมอเตอร์ (Asynchronous Motor)จะมีขนาดตั้งแต่เล็กๆไปจนถึงขนาดหลายร้อยแรงม้า มอเตอร์ชนิดเหนี่ยวนำมีทั้งที่เป็นมอเตอร์ชนิด 1 เฟส (Single Phase) และชนิดที่เป็นมอเตอร์ 3 เฟส (Three Phase) มอเตอร์ชนิดเหนี่ยวนำนั้นส่วนมากแล้วจะหมุนด้วยความเร็วคงที่แต่ก็มีบางชนิดที่สามารถเปลี่ยนแปลงความเร็วได้ เช่น มอเตอร์สลิปริงหรือมอเตอร์ชนิดขดลวดพัน ซึ่งจะเป็นมอเตอร์ชนิด 3 เฟส

มอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรง (Direct Current Motor) หรือเรียกว่าดี.ซี มอเอตร์ (D.C. MOTOR) การแบ่งชนิดของมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรงแบ่งออกได้ดังนี้

- มอเตอร์แบบอนุกรมหรือเรียกว่าซีรีส์มอเตอร์ (Series Motor)
- มอเตอร์แบบอนุขนานหรือเรียกว่าชันท์มอเตอร์ (Shunt Motor)
- มอเตอร์ไฟฟ้าแบบผสมหรือเรียกว่าคอมเปาวด์มอเตอร์ (Compound Motor)

มอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรงเป็นต้นกำลังขับเคลื่อนที่สำคัญอย่างหนึ่งในโรงงานอุตสาหกรรม เพราะมีคุณสมบัติที่ดีเด่นในด้านการปรับความเร็วได้ตั้งแต่ความเร็วต่ำสุดจนถึงสูงสุด นิยมใช้กันมากในโรงงานอุตสาหกรรม เช่นโรงงานทอผ้า โรงงานเส้นใยโพลีเอสเตอร์ โรงงานถลุงโลหะหรือให้เป็นต้นกำลังในการขับเคลื่อนรถไฟฟ้า เป็นต้นในการศึกษาเกี่ยวกับมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรงจึงควรรู้จักอุปกรณ์ต่าง ๆ ของมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรงและเข้าใจถึงหลักการทำงานของมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรงแบบต่าง ๆ



รูปที่ 2.2 วงจรการควบคุมการหมุนของมอเตอร์กระแสตรง

2.1.4 เฟือง

เฟือง (gear) เป็นชิ้นส่วนเครื่องกลที่มีรูปร่างเป็นจานแบนรูปวงกลม ตรงขอบมีลักษณะเป็นแฉก (เรียกว่า*ฟันเฟือง*) ซึ่งสามารถนำไปประกบกับเฟืองอีกตัวหนึ่ง ทำให้เมื่อเฟืองตัวแรกหมุน เฟืองตัวที่สองจะหมุนในทิศทางตรงกันข้าม เกิดเป็นระบบส่งกำลังขึ้น โดยความเร็วรอบของเฟืองที่สองจะขึ้นกับอัตราส่วนจำนวนฟันเฟืองของตัวแรกเทียบกับตัวที่สอง ซึ่งอัตราส่วนนี้สามารถปรับให้เกิดเป็น

มหาวิทยาลัยราชภัฏเทพสตรี

ความได้เปรียบเชิงกลได้ จึงถือเป็นเครื่องกลอย่างง่ายชนิดหนึ่งด้วยคุณลักษณะนี้ เฟือง สามารถนำมาใช้ส่งผ่านแรงหมุน ปรับความเร็ว แรงหมุนและทิศทางการหมุนในเครื่องจักรได้ โดยระบบเฟืองหรือระบบส่งกำลังนี้มีความสามารถคล้ายคลึงกับระบบสายพาน แต่จะดีกว่าตรงที่ระบบเฟืองจะไม่สูญเสียพลังงานไปกับการยืดหดและการลื่นไถลของสายพาน ซึ่งเฟืองในอุตสาหกรรมสามารถแบ่งได้ออกเป็น 8 ประเภทได้แก่

- เฟืองตรง (Spur Gears) เป็นเฟืองที่มีใช้งานกันมากที่สุดในบรรดาเฟืองชนิดต่าง ๆ เป็นเฟืองที่มีฟันขนานกับแกนหมุนและใช้ในการส่งกำลังการหมุนจากเพลาหนึ่งไปยังอีกเพลาหนึ่ง อัตราทด (Ratio) ของเฟืองแต่ละตัว เฟืองตรงส่วนมากจะนำมาใช้ในระบบส่งกำลัง (Transmission Component)

รูปที่ 2.3 เฟืองฟันตรง

- เฟืองสะพาน (Rack Gears) หน้าที่ของเฟืองสะพานคือใช้ในการเปลี่ยนทิศทางการเคลื่อนที่จากการเคลื่อนที่ในลักษณะการหมุนหรือการเคลื่อนที่เชิงมุมเป็นการเคลื่อนที่เชิงเส้นหรือการเคลื่อนที่เชิงเส้นหรือการเคลื่อนที่กลับไปกลับมา เฟืองสะพาน (Rack) มีลักษณะเป็นแท่งยาวตรง สามารถมุมกลับลำตัวได้ประมาณ 90 องศา และมีฟันเฟืองอยู่ด้านบนขบอยู่กับส่วนที่เป็นฟันเฟือง (Gear)

รูปที่ 2.4 เฟืองสะพาน

มหาวิทยาลัยราชภัฏเทพสตรี

- เฟืองวงแหวน (Internal Gears) เป็นเฟืองตรงชนิดหนึ่ง มีรูปร่างลักษณะกลม เช่นเดียวกับเฟืองตรง แต่ฟันเฟืองจะอยู่ด้านบนของวงกลม และต้องใช้คู่กับเฟืองตรงที่มีขนาดเล็กกว่าขบอยู่ภายในเฟืองวงแหวน สำหรับอัตราทดนั้นสามารถออกแบบให้มากหรือน้อยได้โดยขึ้นอยู่กับขนาดของเฟืองตัวนอก (Ring) และเฟืองตัวใน (Pinion) โดยที่ถ้าหากเฟืองตัวในเล็กกว่าเฟืองตัวนอกมากอัตราทดก็จะมากและถ้าหากเฟืองตัวในมีขนาดใกล้เคียงกับเฟืองตัวนอกอัตราทดก็จะน้อย โดยปกติของเฟืองวงแหวนแล้วเฟืองตัวเล็ก (Pinion Gear)ที่อยู่ด้านในจะทำหน้าที่เป็นตัวขับ

รูปที่ 2.5 เฟืองวงแหวน

- เฟืองเฉียง (Helical Gears) เป็นเฟืองส่งกำลังที่มีฟันเฉียงทำมุมกับแกนหมุน คล้ายเฟืองฟันตรง แต่มีเสียงที่เกิดจากการทำงานเบากว่าเฟืองฟันตรง ลักษณะแนวของฟันเฟืองจะไม่ขนานกับเพลาโดยจะทำมุมเฉียงไปเป็นมุมที่ต้องการ โดยอาจจะเอียงไปทางซ้ายหรือเอียงไปทางขวาขึ้นอยู่กับลักษณะความต้องการในการใช้งาน

รูปที่ 2.6 เฟืองเฉียง

- เฟืองเฉียงก้างปลา (Herringbone Gears) เป็นเฟืองที่มีลักษณะคล้ายกับเฟืองตรงแต่ฟันของเฟืองจะเอียงสลับกันเป็นฟันปลา ทำให้เฟืองก้างปลาสามารถทำงานรับภาระ

มหาวิทยาลัยราชภัฏเทพสตรี

(Load) ได้มากกว่าเฟืองตรง ในขณะเดียวกันแรงสั่นสะเทือนที่เกิดขึ้นในขณะทำงานก็ยังคงน้อยเมื่อเทียบกับเฟืองตรง

รูปที่ 2.7 เฟืองเฉียงก้างปลา

- เฟืองดอกจอก (Bevel Gears) เป็นเฟืองที่มีการตัดฟันเฟือง ใช้สำหรับส่งกำลังจากเพลาหนึ่งไปยังอีกเพลาหนึ่งที่ตัดกัน มุมระหว่างเพลาทั้งสองเป็นมุมระหว่างเส้นศูนย์กลางร่วมที่ตัดกัน ของฟันเฟือง มุมระหว่างเพลาประมาณ 90องศา แต่ในหลาย ๆ การใช้งานของเฟืองชนิดนี้ อาจจะต้องการมุมระหว่างเพลาที่มีค่ามากกว่าหรือน้อยกว่ามุม 90 องศา ก็ได้

รูปที่ 2.8 เฟืองดอกจอก

- เฟืองตัวหนอน (Worm Gears) เป็นชุดเฟืองที่ประกอบด้วยเกลียวตัวหนอน (Worm) และเฟือง (Gear) เป็นเครื่องกลที่ทำงานโดยการหมุน แนวเพลาขับ (Worm Shaft) และเพลาตาม (Worm Wheel Shaft) ของเฟืองตัวหนอนจะทำมุมกันที่มุมฉาก 90 องศา การทำงานของเฟืองตัวหนอนจะเงียบและมีแรงสั่นสะเทือนเกิดขึ้นน้อย เนื่องจากการส่งถ่ายกำลังจากเฟืองขับไปยังเฟืองตามนั้นการส่งถ่ายกำลังจะเป็นไปใน

มหาวิทยาลัยราชภัฏเทพสตรี

ลักษณะของการลื่นไถล (Sliding) ในการส่งถ่ายกำลังของเฟืองตัวหนอนนั้นความเค้นที่เกิดขึ้นบนผิวฟันเฟืองจะมากกว่าเฟืองแบบเฟืองตรงหรือแบบเฟืองเฉียง

รูปที่ 2.9 เฟืองตัวหนอน

- เฟืองเกลียวสกรู (Spiral Gears) เป็นเฟืองเกลียวที่ใช้ส่งกำลังระหว่างเพลาที่ทำมุมกัน 90 องศา การใช้งานเฟืองชนิดนี้ส่วนมากจะใช้ในการเปลี่ยนทิศทางในการส่งกำลังของเพลา

รูปที่ 2.10 เฟืองเกลียวสกรู

มหาวิทยาลัยราชภัฏเทพสตรี

การคำนวณโมดุลของเฟือง

เฟืองแต่ละคู่ที่จะสามารถขบกันได้นั้นสิ่งหนึ่งที่จะขาดไม่ได้คือ module หรือโมดุล จะต้องมีค่าเท่ากัน ซึ่งสามารถหาค่าโมดุลได้ดังต่อไปนี้

$$m = \frac{D}{N} \qquad \text{..... (2.3)}$$

เมื่อ D คือ โมดุลเฟือง มีหน่วยเป็นมิลลิเมตร(mm)
m คือ เส้นผ่านศูนย์กลางพิทช์ มีหน่วยเป็นมิลลิเมตร(mm)
N คือ จำนวนฟันเฟือง

การหาอัตราทดของคู่เฟือง

อัตราทด(m_ω) คืออัตราส่วนระหว่างความเร็วเชิงมุมของเฟืองขับต่อความเร็วเชิงมุมของเฟืองตาม จากความรู้ด้านกลศาสตร์จะได้ว่า

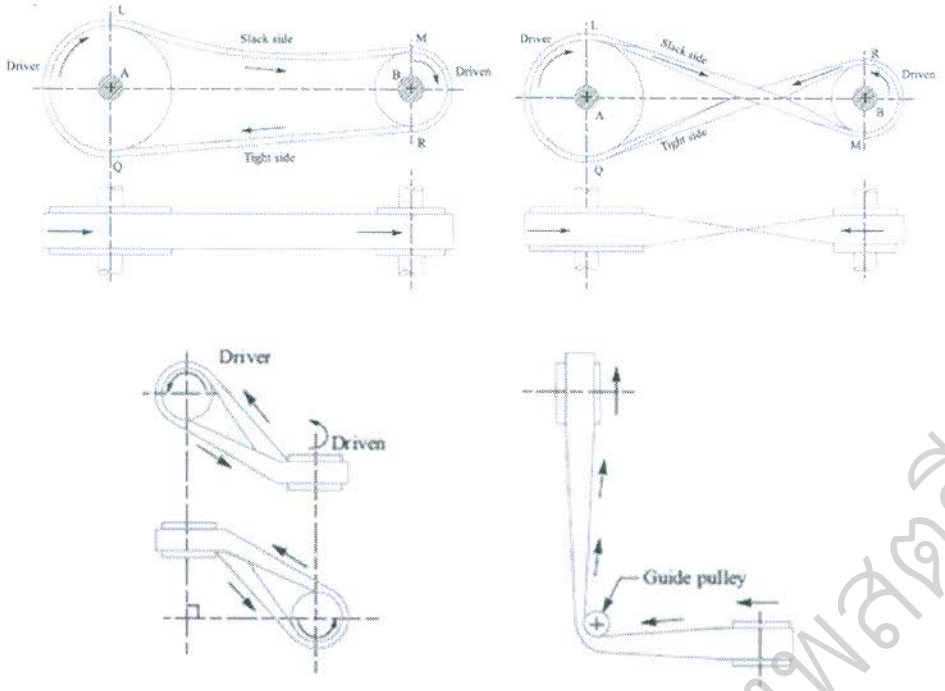
$$m_\omega = \frac{\omega_1}{\omega_2} = \frac{n_1}{n_2} = \frac{D_2}{D_1} = \frac{N_2}{N_1} \qquad \text{..... (2.4)}$$

เมื่อ m_ω คือ อัตราทด
ω คือ ความเร็วเชิงมุมมีหน่วยเป็น rad/s
n คือ ความเร็วรอบมีหน่วยเป็น rpm
D คือ เส้นผ่านศูนย์กลางพิทช์มีหน่วยเป็นมิลลิเมตร
N คือ จำนวนฟัน
1 คือ แทนเฟืองขับ
2 คือ แทนเฟืองตาม

2.1.5 สายพาน

สายพาน(Belt) คืออุปกรณ์ส่งถ่ายกำลังระหว่างเพลาแบบที่หยุ่นตัวได้การส่งกำลังด้วยสายพานทำได้โดยติดตั้งรอบพูลเลย์ตั้งแต่สองอันขึ้นซึ่งแรงในแนวสัมผัสจะถูกส่งถ่ายจากพูลเลย์ขับไปยังพูลเลย์ตาม โดยอาศัยความเสียดทานระหว่างสายพานและพูลเลย์ส่วนการติดตั้งสายพานขับทำได้หลายแบบเช่นสายพานแบบปิด สำหรับขับเพลาที่ขนานกันให้หมุนไปในทิศทางเดียวกันสายพานแบบไขว้สำหรับขับเพลาที่ขนานกันให้หมุนในทิศทางตรงกันข้ามสายพานแบบกึ่งไขว้สำหรับเพลาที่ข้ามกันและสายพานแบบทำมุมกันสำหรับที่ตัดกันซึ่งลักษณะการขับสายพานจะแบ่งออกเป็น 4 แบบได้แก่ แบบ open drive คือเพลาขนานกัน หมุนทิศทางเดียวกัน, แบบ reversing crossed drive คือ เพลาขนานกัน หมุนทิศทางกลับกัน, แบบ reversing opened drive คือเพลาขนานกัน หมุนทิศทางกลับกันและแบบquarter turn drive คือเพลาตั้งฉากกันดังรูปที่ 2.11

มหาวิทยาลัยราชภัฏเทพสตรี



รูปที่ 2.11 ติดตั้งการขับสายพาน

2.1.6 แบตเตอรี่ (Battery)

แบตเตอรี่ (Battery) คือ อุปกรณ์ที่ทำหน้าที่จัดเก็บพลังงานเพื่อไว้ใช้ต่อไป ถือว่าเป็นอุปกรณ์ที่สามารถแปลงพลังงานเคมีให้เป็นไฟฟ้าได้โดยตรงด้วยการใช้เซลล์กัลวานิก (Galvanic Cell) ที่ประกอบด้วยขั้วบวกและขั้วลบพร้อมกับสารละลายอิเล็กโตรไลต์ (Electrolyte Solution) แบตเตอรี่อาจประกอบด้วยเซลล์กัลป์วานิกเพียง 1 เซลล์หรือมากกว่าก็ได้แบตเตอรี่เป็นอุปกรณ์สำหรับจัดเก็บไฟฟ้าเท่านั้นไม่ได้ผลิตไฟฟ้าและสามารถประจุไฟฟ้าเข้าไปใหม่ (Recharge) ได้หลายครั้ง โดยประสิทธิภาพจะไม่เต็มร้อยเปอร์เซ็นต์แต่จะอยู่ที่ประมาณแปดสิบเปอร์เซ็นต์ เพราะมีการสูญเสียพลังงานบางส่วนไปในรูปความร้อนและปฏิกิริยาเคมีจาการประจุ/คายประจุนั้นเองแบตเตอรี่จัดเป็นอุปกรณ์ที่มีราคาแพงและเสียหายได้ง่ายหากดูแลรักษาไม่ดีพอหรือใช้งานผิดวิธีและรวมถึงอายุการใช้งานของแบตเตอรี่แต่ละชนิดจะแตกต่างกันออกไป เนื่องด้วยวิธีการใช้ การบำรุงรักษา การประจุและอุณหภูมิ เป็นต้น

มหาวิทยาลัยราชภัฏเทพสตรี

รูปที่ 2.12 ขนาดของแบตเตอรี่ทั่วไป

2.1.7 สวิตช์ปุ่มกด

สวิตช์ปุ่มกด หมายถึง อุปกรณ์ที่มีหน้าสัมผัสอยู่ภายในการเปิดปิดหน้าสัมผัสได้โดยใช้มือกดใช้ ควบคุมการทำงานของมอเตอร์ สวิตช์ปุ่มกดที่ใช้ในการเริ่มเดิน(Start) เรียกว่า สวิตช์ปกติเปิด (Normally Open) หรือที่ เรียกว่า เอ็น โอ (N.O.) สวิตช์ปุ่มกดหยุดการทำงาน(Stop) เรียกว่า สวิตช์ปกติปิด (Normally Close) หรือที่เรียกว่า เอ็น ซี (N.C.)

รูปที่ 2.13 สวิตช์ปุ่มกด

การใช้สวิตช์ปุ่มกดนั้นมีหลักการทำงาน คือใช้นิ้วกดที่ปุ่มกดจะทำให้มีแรงดันหน้าสัมผัสให้เคลื่อนที่หน้าสัมผัสที่ปิดจะเปิดส่วนหน้าสัมผัสที่เปิดจะปิด เมื่อปล่อยนิ้วออกหน้าสัมผัสจะกลับสภาพเดิมด้วยแรงสปริง การนำไปใช้งานใช้ในการควบคุมการเริ่มเดินและหยุดหมุนมอเตอร์ สวิตช์ปุ่มกดฉุกเฉิน (Emergency push button) สวิตช์ปุ่มกดฉุกเฉินหรือเรียกทั่วไปว่า สวิตช์ดอกเห็ดเป็นสวิตช์หัวใหญ่กว่าสวิตช์แบบธรรมดาเป็นสวิตช์ที่เหมาะกับงานที่ที่เกิดเหตุ ฉุกเฉินหรืองานที่ต้องการหยุดทันที

มหาวิทยาลัยราชภัฏพิบูลสงคราม

2.1.8 รีเลย์และคอนแทคเตอร์

รีเลย์(Relay) หมายถึง สวิตช์ที่ทำงานโดยอาศัยอำนาจแม่เหล็กในการ ON/OFF วงจรควบคุม เช่น คอยล์ของคอนแทคเตอร์ตัวอื่น โซลีนอยด์ (Solenoids)เนต้น หรืออาจใช้ในการ ON/OFF วงจรขนาดเล็กบ้างเหมือนกัน เช่น วงจรหลอดสัญญาณ หวูดสัญญาณ หรือมอเตอร์ขนาดเล็ก เป็นต้น

คอนแทคเอร์(Contactor) หมายถึง สวิตช์ที่ทำงานโดยอาศัอำนาจแม่เหล็กชว่ายในการ ON/OFF วงจรกังที่ใช้กระแสค่อนข้างสูง (ประมาณ 30-300 A) คอนแทคเตอร์ (Contactor)จะมีส่วนประกอบโครงสร้งเมือนกับรีเลย์ (Relay) แต่มีขนาดที่ไญ่กว่าและอาจมีอุปกรณ์ช่วยดับอาร์คที่คอนแทคเพิ่มขึ้น

- ข้อดีของการใช้รีเลย์และคอนแทคเตร์เมื่อเปรียบทียบกับสวิตช์เมื่อเปรียบเทยบกับสวิตช์กำลังอื่นๆ

1. ปลอดภัยต่อผู้ควบคุม อันตรายจากการ ON/OFF วงจรกำลังซึ่งมีกระแสค่อนข้างสูง (เช่น การสตาร์ทมอเตอร์ตัวใหญ่ๆซึ่งอาจเกิดการอาร์คขึ้นขณะสตาร์ท) ทั้งนี้เนื่องงจากสามารถใช้แรงดันไฟฟ้าค่าต่ำๆ ไปควบคุมคอยล์ของคอนแทคเตอร์ ทำให้เกิดกรตัดต่อในวงจรกำลังแทนการสับสวิทช์กำลังด้วยมือโดยตรง นอกจากนี้ยังสามารถย้ายจุดควบคุมไปอยู่ในที่ๆปลอดภัยและห่างจากวงจรกำลังได้

2. สะดวกต่อการควบคุม เพราะสามารถใช้ร่วมกับอุปกรณ์อื่นๆ เช่น Push button switch, Pressure switch, Flow switch, Limit switch ฯลฯ ในการควบคุมต่างๆ เช่น ลิฟท์ ซึ่งสามารถควบคุมให้หยุดเองได้เมื่อลิฟท์วิ่งถึงชั้นที่ต้องการ

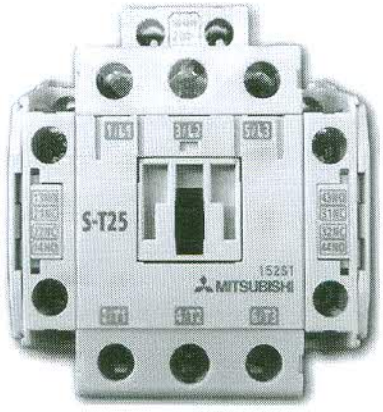
3. ประหยัดเมื่อเปรียบเทียบกับการควบคุมด้วยมือ (Manual Control) ในกรณีที่โหลดอยู่ห่างจากแหล่งจ่ายและจุดควบคุม ถ้าใช้การควบคุมด้วยมือจะต้องเดินสายของวงจรกำลังในระยะทางไกลๆ แต่ถ้าใช้การควบคุมด้วยคอนแทคเตร์จะช่วยให้ประหยัดได้ เพราะสามารถเดินสายวงจรกำลังจากแหล่งจ่ายไปยังโหลดได้โดยตรง ส่วนสายที่เดินไปยังจุดควบคุมจะเป็นสายที่มีขนาดเล็ก

- โครงสร้างและหลักการทำงานของรีเลย์และคอนแทคเตอร์

รีเลย์ (Relay) และคอนแทคเตอร์ (Contactor) จะมีโครงสร้างและการทำงานเหมือนกัน คือจะมีแผ่นเหล็กรูปตัว E อัดซ้อนกันเป็นแท่งอยู่ 2 ชุด ชุดแรกชุดแรกจะถูกยึดอยู่กับที่ โดยที่ขากลางจะมีขดลวดพันอยู่บนกรอบบนสวมอยู่ ซึ่งขดลวดชุดนี้จะเป็นตัวสร้างสนามแม่เหล็กขึ้นมาสวมที่ขาของตัว E อีกสองข้างจะมีขดลวดอีกชุดหนึ่งมีลักษณะเป็นวงแหวนยึดติดอยู่ เพื่อลดการสั่นของแกนอันเนื่องจากไฟฟ้ากระแสสลับ วงแหวนนี้เรียกว่า “Shaded ring” สำหรับแกนเหล็กอีกชุดหนึ่งจะสามารถเคลื่อนที่ได้ โดยจะยึดติดอยู่กับหน้าสัมผัสอีกทีหนึ่ง ในสภาวะปกติ (OFF) แกนเหล็กทั้งสองชุดนี้ จะถูกแรงสปริงผลักดันให้ห่างกันอยู่ ทำให้หน้าสัมผัสบางตัวต่อวงจรจุดนี้ให้ถึงกัน เราเรียกหน้าสัมผัสชุดนี้ว่า “หน้าสัมผัสปกติปิด”ในขณะเดียวกันก็จะมีหน้าสัมผัสบางตัวเปิดวงจรอยู่เราเรียกหน้าสัมผัสชุดนี้ว่า “หน้าสัมผัสปกติเปิด”เมื่อขดลวดที่ขากลางของแกนเหล็กได้รับพลังงานไฟฟ้า มันก็จะสร้างสนามแม่เหล็กขึ้นมาแรงอำนาจแม่เหล็กจะไปเอาชนะแรงสปริงดึงให้ชุดแกนเหล็กเคลื่อนที่ลงมา ในสภาวะนี้ (ON)หน้าสัมผัสทั้งสองชุดก็จะเปลี่ยนสภาวะการทำงานและจะกลับสู่สภาวะเดิมอีกครั้งในทันทีที่หยุดจ่ายพลังงานไฟฟ้าให้ขดลวด

มหาวิทยาลัยราชภัฏเพชรบุรี

หน้าสัมผัสส่วนที่ใช้ตัดต่อวงจรควบคุมเราจะเรียกว่า “คอนแทคเตอร์ช่วย (Auxiliary contact)” และส่วนที่ใช้ตัดต่อวงจรกำลังเราจะเรียกว่า “เมนคอนแทค (main contact)”



รูปที่ 2.14 ลักษณะทั่วไปของแมกเนติกคอนแทคเตอร์

- ชนิดและขนาดของแมกเนติกคอนแทกเตอร์ จะถูกแบ่งออกตามลักษณะของโหลดได้ 4 ชนิด ดังนี้คือ

AC-1: เป็นคอนแทคเตอร์ที่ใช้งานกับโหลดที่เป็นความต้านทาน

AC-2: เป็นคอนแทคตอร์ที่ใช้งานกับโหลดที่เป็นสลิปริงมอเตอร์

AC-3: เป็นคอนแทคเตอร์ที่ใช้ในงาน start และ stop มอเตอร์ไฟฟ้าเหนี่ยวนำแบบกรงกระรอก

AC-4: เป็นคอนแทคเตอร์ที่ใช้งานกลับทางหมุนมอเตอร์ไฟฟ้าเหนี่ยวนำแบบกรงกระรอกขนาดของคอนแทคเตอร์นิยมเรียกเป็น size 0, size 1, size 2, ... เป็นต้น สำหรับการพิจารณาเลือกขนาดของคอนแทคเตอร์ให้เหมาะสมกับมอเตอร์จะพิจารณาที่พิกัดกระแสและแรงดันของมอเตอร์และหน้าสัมผัสของคอนแทคเตอร์ ซึ่งในการพิจารณาเลือกคอนแทคเตอร์นอกจากขนาดและลักษณะของโหลดที่ใช้แล้วยังจะต้องพิจารณาถึงองค์ประกอบอื่นๆอีกเช่น ความบ่อยครั้งในการทำงาน ถ้าทำงานเพียงครั้งหรือสองครั้งต่อวัน เราก็อาจเลือกใช้คอนแทคเตอร์แบบ AC-3 แทน AC-4 ได้ โดยในการเลือกคอนแทคเตอร์ที่เหมาะสมกับงานจะต้องดู technical data ของบริษัทผู้ผลิต ซึ่งมีข้อที่ต้องพิจารณาคือ

- ลักษณะของโหลดและการใช้งาน
- แรงดันและความถี่
- สถานที่ใช้งาน
- ความบ่อยครั้งในการใช้งาน
- การป้องกันจากการสัมผัสและการป้องกันน้ำ
- ความคงทนทางกลและไฟฟ้า (Mechanical and Electrical Stresses)

สำนักวิทยบริการฯ มหาวิทยาลัยราชภัฏเพชรบุรี

2.2 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

GordonC.S. Smithand *Jill P.Pell*. (2003). ได้กล่าวว่า การใช้ร่มชูชีพในช่วงฤดูใบไม้ร่วงจะต้องป้องกันการโดดร่มและอันตรายที่เกิดจากแรงโน้มถ่วงซึ่งก่อให้เกิดการเสียชีวิตขึ้นในช่วงฤดูใบไม้ร่วง จากการทดลองการควบคุมร่มชูชีพผลปรากฏว่าประสิทธิภาพของร่มชูชีพไม่ได้ตามมาตรฐานที่วางไว้โดยการทดลองการใช้ร่มชูชีพนั้นจะเป็นการทดลองใช้ร่มชูชีพแบบต่างๆ เช่น แบบ double blind, randomized placebo, crossover ของร่มชูชีพ เป็นต้น.

Shuttleworth and etc. ได้ทำการออกแบบและผลิตร่มชูชีพกลมที่มีขนาดใหญ่ โดยใช้หลักการคำนวณแรงลมที่ระดับความสูงและระยะของร่มที่กางตามมุมองศาที่ได้ออกแบบไว้รวมถึงน้ำหนักรวมของร่มที่แตกต่างกัน คือ 250 กิโลกรัม, 500 กิโลกรัมและ 1,000 กิโลกรัม

Fan Yuxin and Xia Jian ได้ทำการจำลองการเคลื่อนที่ของของไหลที่ผ่านร่มชูชีพแบบกลมโดยหลักการใช้โปรแกรมจำลองการเคลื่อนที่ของร่มนั้นจะอาศัยวิธีวิเคราะห์เชิงตัวเลขและดูพฤติกรรมเชิงตัวเลขของโปรแกรมจากนั้นนำมาเปรียบเทียบกับผลการทดลองที่เกิดขึ้นซึ่งการทดสอบนี้เป็นการใช้ร่มชูชีพรหัส C-9

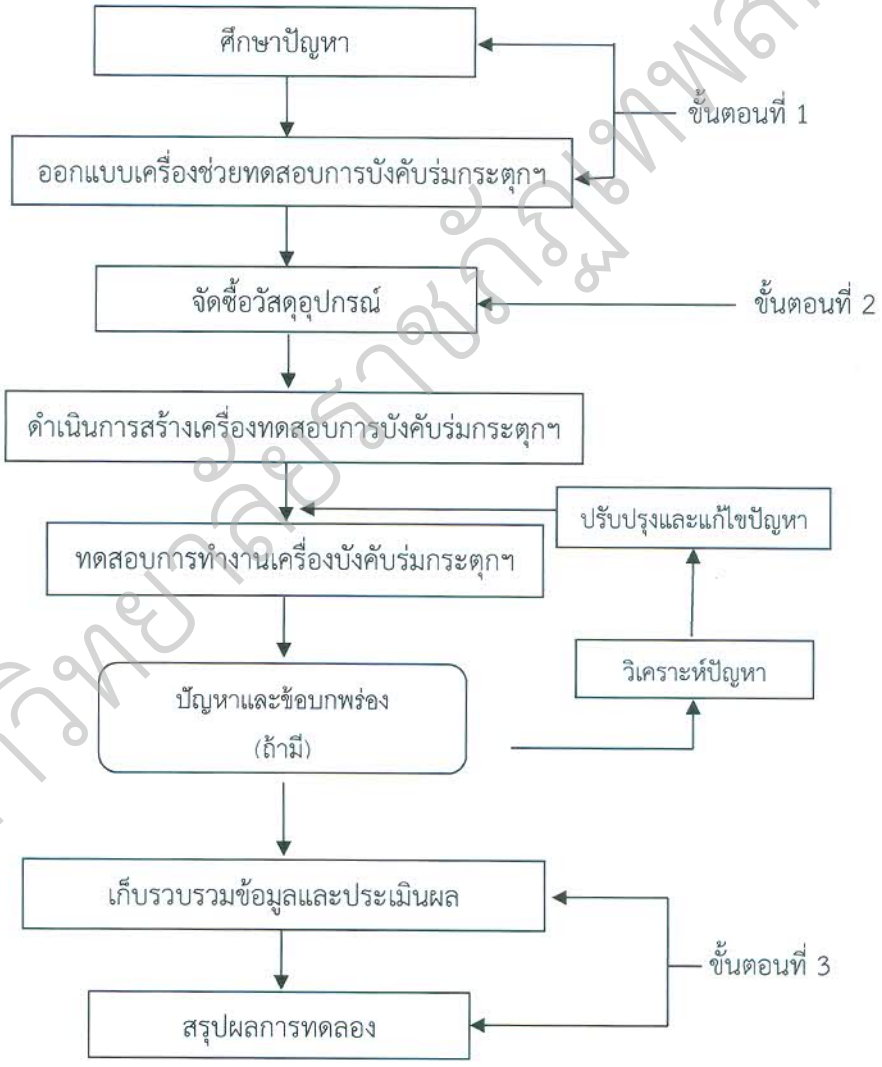
Haishan Tenga,b,c and D.Y. Li ได้ทำการจำลองและวิเคราะห์ถึงความเสียหายของร่มชูชีพที่เกิดจากแรงเสียดทานกับตัวแปรของคุณสมบัติของวัสดุ ซึ่งในการจำลองนี้จะใช้ความดันและความเร็วในการจำลองสภาพการไหลที่มีผลต่อสภาพพื้นผิว โดยจะเสนอแบบการจำลองทางทฤษฎีเพื่อวิเคราะห์แรงเสียดทานและประเมินผลกระทบของตัวแปรเกี่ยวกับความเสียหายของร่มชูชีพ ซึ่งในการทดสอบแบบจำลองนี้ก็เพื่อป้องกันไม่ให้เกิดการรั่วไหลของความร้อนที่มีการเสียดสีอาจทำให้เกิดการเผาไหม้ได้ ดังนั้นจึงสรุปได้ว่าการสร้างแบบจำลองทางคณิตศาสตร์มีวัตถุประสงค์เพื่อออกแบบร่มชูชีพและการเลือกใช้วัสดุ

T.Tezduyar and Y.osawa. ในบทความนี้เราจะอธิบายถึงเทคนิคการคำนวณการจำลองความสัมพันธ์ระหว่างโครงสร้างของของเหลวที่ไหลผ่านร่มชูชีพ โดยเทคนิคนี้จะอาศัยการใช้ข้อมูลการไหลแบบยาวซึ่งการคำนวณนี้ได้ใช้วิธี Multi-Domain Method (MDM) ที่พัฒนาขึ้นก่อนหน้านี้ในการคำนวณการทำงานของโครงสร้างของของเหลว ซึ่งจะดำเนินการผ่านโดเมนที่การไหลรอบร่มชูชีพและเคลื่อนที่ตามน้ำหนักและการหมุนของร่มชูชีพ โดยโดเมนนี้จะทำหน้าที่เป็นหนึ่งในโดเมนย่อยของ MDM ที่ออกแบบมาเฉพาะสำหรับการโต้ตอบความสัมพันธ์ของโครงสร้างของร่มชูชีพ ซึ่งจะพิจารณาจากเงื่อนไขขอบเขตสำหรับโดเมนย่อยที่จะถูกแยกออกจากข้อมูลการไหลและข้อมูลแบบ long-wake ในตำแหน่งที่สอดคล้องกับตำแหน่งของเขตแดนเหล่านั้นในโดเมนย่อย ซึ่งมีการคำนวณข้อมูลการไหลจากสมการ Navier-Stokes และคำนวณที่สภาวะของเหลวอัดตัวไม่ได้จากสูตร Formulation-Spatial-Domain / Stabilized Space-Time (DSD / SST) ซึ่งจะสามารถจัดการกับการเปลี่ยนแปลงในโดเมนเชิงพื้นที่ของของเหลวได้ซึ่งสูตรเหล่านี้จะครอบคลุมและควบคู่ไปกับการกำหนดเงื่อนไขและการจำกัดความที่ใช้สำหรับการแก้สมการเมมเบรนในการควบคุมโครงสร้างของร่มชูชีพในกลศาสตร์ จากตัวอย่างจะพบตัวเลขที่แสดงให้เห็นว่าเทคนิคที่อธิบายไว้นั้นทำหน้าที่เป็นส่วนประกอบของ MDM จึงทำให้เราสามารถจำลองความสัมพันธ์ของโครงสร้างร่มชูชีพที่มีของเหลวไหลผ่านได้

บทที่ 3
วิธีดำเนินการวิจัย

ในการดำเนินการสร้างเครื่องช่วยทดสอบการบังคับร่มกระตุกแบบกลมนั้น ต้องมีการศึกษาข้อมูลต่างๆ ที่เกี่ยวข้องจะนำมาใช้ประกอบในการสร้างเครื่องช่วยทดสอบการบังคับร่มกระตุกแบบกลมจำเป็นอย่างมากที่เราจะต้องทำงานอย่างเป็นขั้นตอนอย่างมีระบบการทำงานและมีความเหมาะสม ผู้วิจัยสร้างเครื่องช่วยทดสอบการบังคับร่มกระตุกแบบกลมมีวัตถุประสงค์ เพื่อช่วยให้ผู้ฝึกเกิดความชำนาญ อีกทั้งยังสามารถลดค่าใช้จ่ายในการซื้อชุดฝึกที่มีราคาแพงจากต่างประเทศและช่วยเพิ่มสมรรถนะความเชี่ยวชาญจากการใช้เครื่องช่วยทดสอบการบังคับร่มกระตุกแบบกลมและได้ดำเนินการตามขั้นตอนดังนี้

3.1 การดำเนินโครงการ



รูปที่ 3.1 แสดงการดำเนินโครงการ

มหาวิทยาลัยราชภัฏพิบูลสงคราม

3.2 ศึกษาปัญหาและออกแบบเครื่องช่วยทดสอบการบังคับร่มกระตุกแบบกลม

1. ศึกษาวิธีกระบวนการเครื่องช่วยทดสอบการบังคับร่มกระตุกฯ
2. ศึกษาค้นคว้าจากอินเตอร์เน็ตเกี่ยวข้องกับการบังคับร่ม
3. ศึกษาระบบและกลไกของเครื่องจักรกลที่เกี่ยวข้องกับเครื่องช่วยทดสอบการบังคับร่มกระตุกแบบกลม
4. ศึกษาค้นคว้าจากหนังสือ วารสาร และตำราที่เกี่ยวข้องกับการออกแบบชิ้นส่วนเครื่องช่วยทดสอบการบังคับร่มฯ
5. ศึกษาคุณสมบัติ ส่วนประกอบต่างๆ ของเครื่องช่วยทดสอบการบังคับร่มฯ เพื่อจัดหาวัสดุและอุปกรณ์ที่เหมาะสม
6. ออกแบบร่างแบบและเขียนแบบชิ้นส่วนต่างๆ ของเครื่องช่วยทดสอบการบังคับร่มกระตุกแบบกลม

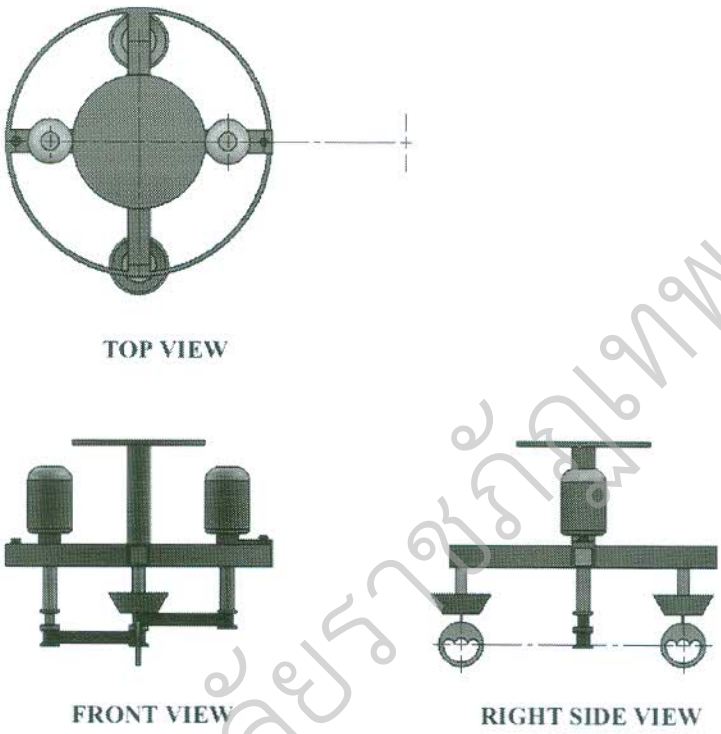
รูปที่ 3.2 แบบเครื่องช่วยทดสอบการบังคับร่มกระตุกแบบกลม

มหาวิทยาลัยราชภัฏธนบุรี

3.3 การดำเนินการสร้างเครื่องช่วยทดสอบการบังคับร่มกระตุกแบบกลม

ผู้วิจัยเห็นควรต้องแสดงขั้นตอนการจัดสร้างส่วนประกอบต่างๆของเครื่องช่วยทดสอบการบังคับร่มกระตุกแบบกลม

3.3.1 รวบรวมข้อมูลและออกแบบเครื่องช่วยทดสอบการบังคับฯ โดยใช้โปรแกรม Solid work ในการช่วยออกแบบ ซึ่งการออกแบบนี้ได้ทำการศึกษาวิธีการกระตุกร่มจากผู้เชี่ยวชาญและข้อมูลที่ได้ศึกษามาดังรูปที่ 3.3



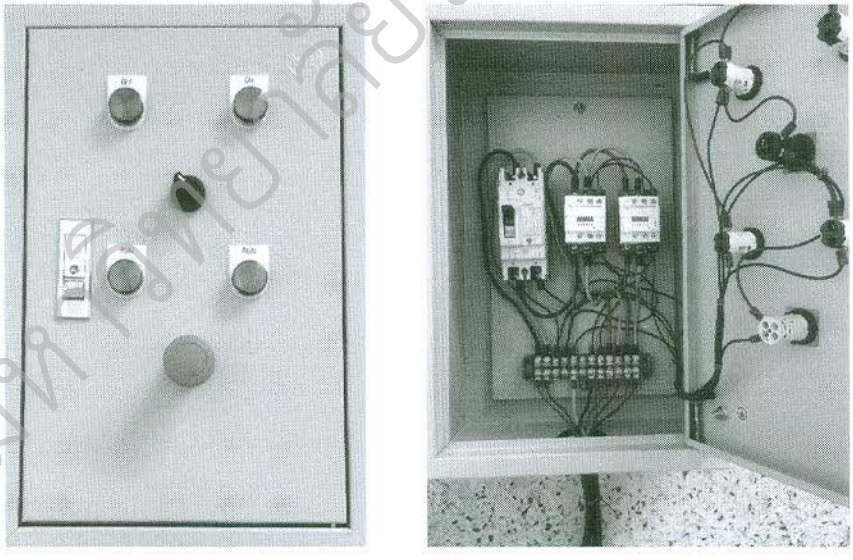
รูปที่ 3.3 ลักษณะเครื่องช่วยทดสอบการบังคับร่ม

3.3.2 สร้างชุดทดสอบโดยการนำเหล็กแผ่นหนา 4 มิลลิเมตรมาดัดให้ได้ขนาดวงกลมเส้นผ่านศูนย์กลางเท่ากับ 39 เซนติเมตร จากนั้นนำเหล็กกล่องมาเชื่อมเป็นแกนรับอุปกรณ์เพื่อติดตั้งชุดบังคับร่มและติดตั้งแกนหลุดอิสระเพื่อให้จานเฟืองหมุนตามแกนบังคับอย่างอิสระซึ่งจานเฟืองจะติดกับแกนของชุดหมุนอิสระ ดังรูปที่ 3.4

มหาวิทยาลัยราชภัฏเทพสตรี

รูปที่ 3.4 โครงชุดเครื่องช่วยทดสอบการบังคับร่ม

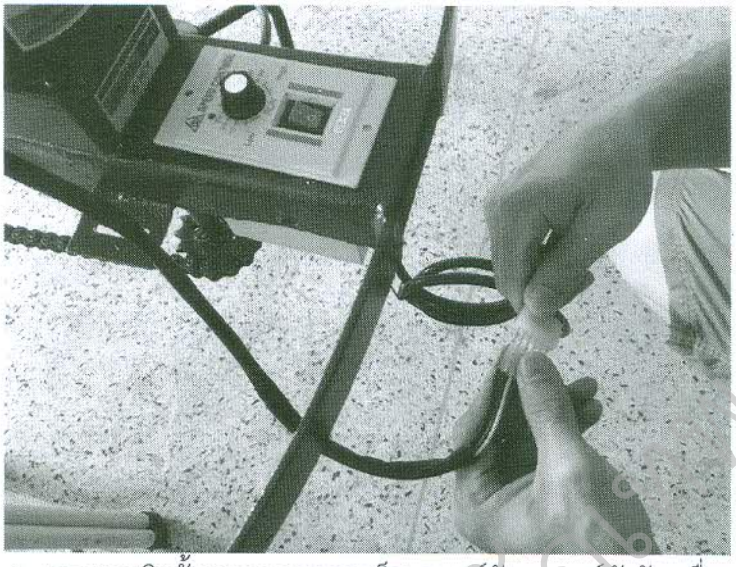
3.3.3 สร้างชุดกระตุกร่มโดยนำหลักการของคันสตาร์ทเครื่องตัดหญ้ามาเป็นตัวช่วยในการทำให้แกนบังคับอิสระหมุนตามทิศทางซ้ายและขวา ซึ่งแกนหมุนอิสระนั้นมีการติดตั้งชุดสตาร์ทเพื่อทำให้เฟืองที่ติดตั้งหมุนโดยมีชุดมอเตอร์ขับเคลื่อนทำให้การหมุนเป็นการเคลื่อนที่อย่างอิสระและคล่องตัวโดยระยะของการบังคับซ้าย-ขวาจะสามารถปรับความช้า-เร็วได้เพราะมีชุดควบคุมรอบความเร็วของมอเตอร์



รูปที่ 3.5 การติดตั้งชุดสตาร์ทการหมุนกระตุกร่ม

มหาวิทยาลัยราชภัฏสกลนคร

3.3.4 ติดตั้งชุดควบคุมความเร็วมอเตอร์กับมอเตอร์บังคับการกระตุกร่มซ้าย-ขวา โดยในการติดตั้งชุดคบคุมมอเตอร์นั้นจะต้องนำชุดมอเตอร์ต่อเข้ากับชุดกระตุกร่มทั้งสองด้านเพื่อให้มอเตอร์เป็นตัวขับและใช้ชุดควบคุมเป็นตัวจ่ายกระแสไฟเพื่อให้รอบการทำงานของการหมุนเป็นไปได้ตามความต้องการของผู้ทดสอบกระตุกร่มและเป็นตัวควบคุมความเร็วช้าของมอเตอร์ในการหมุนซ้ายและขวา



รูปที่ 3.6 แสดงการติดตั้งชุดควบคุมความเร็วมอเตอร์กับมอเตอร์บังคับเครื่องกระตุก

3.3.5 ติดตั้งชุดเครื่องช่วยทดสอบการบังคับร่มกระตุกแบบกลม (รูปที่ 3.7) โดยการนำเครื่องช่วยทดสอบติดตั้ง ณ อาคารฝึกกระโดดเพื่อทำการทดสอบประสิทธิภาพการทำงาน น้ำหนัก และระยะการหมุนเมื่อกระตุกร่มไปทิศทางซ้าย-ขวา

3.3.6 ทดสอบระบบการทำงาน โดยมีการทดสอบระบบการทำงานจะเน้นในเรื่อง 1) การพยุงตัวเพื่อดูน้ำหนักของผู้ฝึกกับโครงสร้างเครื่องว่าการรับน้ำหนักมีประสิทธิภาพดีหรือไม่ 2) ระยะการบังคับทิศทางซ้ายและขวามีการหมุนไปตามความต้องการของผู้ฝึกหรือไม่ เพื่อนำมาปรับแต่งให้ได้รอบการหมุนที่เสมือนการบังคับจริง 3) ขนาดของมอเตอร์ที่มีผลต่อการเคลื่อนที่และระบบชุดควบคุมมอเตอร์ในการสัมผัสกับหน้าคอนแทคว่ามีการเคลื่อนที่ตามกระตุกบังคับหรือไม่

มหาวิทยาลัยราชภัฏรำไพพรรณี

รูปที่ 3.7 การทดสอบการทำงานเครื่องช่วยทดสอบการบังคับร่มกระตุกแบบกลม

3.4 เก็บรวบรวมข้อมูล ประเมินผล และสรุปผลการทดลอง

เพื่อทดสอบความพึงพอใจของเครื่องช่วยทดสอบการบังคับร่มกระตุกแบบกลมผู้จัดทำได้ออกแบบและสร้างโดยการสอบถามความคิดเห็นจากผู้เชี่ยวชาญ สำหรับการสร้างแบบสอบถามมีดังนี้

1. ศึกษาวิธีการและข้อมูลเพื่อเป็นแนวทางในการสร้างแบบสอบถามความพึงพอใจ
2. สร้างแบบสอบถามความพึงพอใจของเครื่องช่วยทดสอบการบังคับร่มกระตุกแบบกลม โดยมีข้อเสนอแนะซึ่งมีรายละเอียด 2 ตอน คือ

ตอนที่ 1 เป็นแบบสอบถามแสดงความคิดเห็น แบบมาตราส่วนประมาณค่า (Rating Scale) กำหนดค่าเป็น 5 ระดับตามวิธีการของลิเคอร์ (พวงรัตน์ ทวีรัตน์ ,2535) มีดังนี้

5 หมายถึง ผลการประเมินในระดับมากที่สุด
4 หมายถึง ผลการประเมินในระดับมาก
3 หมายถึง ผลการประเมินในระดับปานกลาง
2 หมายถึง ผลการประเมินในระดับน้อย
1 หมายถึง ผลการประเมินในระดับน้อย

ตอนที่ 2 เป็นแบบสอบถามปลายเปิด สำหรับผู้ตรวจแบบสอบถามแสดงความคิดเห็นเพิ่มเติมและให้ข้อเสนอแนะต่างๆ

1) หาค่าเฉลี่ยเลขคณิต

$$\bar{x} = \frac{\Sigma x}{N}$$

เมื่อ $\bar{x}$ คือ ค่าเฉลี่ยเลขคณิต

Σx คือ ผลรวมของข้อมูลทั้งหมด

N คือ จำนวนกลุ่มตัวอย่างทั้งหมด

มหาวิทยาลัยราชภัฏธนบุรี

2) หาค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานใช้สูตร

$$S.D. = \sqrt{\frac{n\sum x^2 - (\sum x)^2}{n(n-1)}}$$

S.D. คือ ส่วนเบี่ยงมาตรฐานของกลุ่มประชากร

$\overline{x}$ คือ ขอมูลของแต่ละจำนวน

N คือ จำนวนกลุ่มประชากร

3) กำหนดเกณฑ์ในการแปลความหมายข้อมูลด้านสมรรถนะดังต่อไปนี้

คะแนนเฉลี่ยระหว่าง			แปลความ
4.50	-	5.00	มากที่สุด
3.50	-	4.49	มาก
2.50	-	3.49	ปานกลาง
1.50	-	2.49	น้อย
1.00	-	1.49	น้อยที่สุด

4) กำหนดการแปลความหมายทางด้านความพึงพอใจ ดังต่อไปนี้

คะแนน	แปลความ		
5	มากที่สุด	=	ผ่านเกณฑ์
4	มาก	=	ผ่านเกณฑ์
3	ปานกลาง	=	ไม่ผ่านเกณฑ์
2	น้อย	=	ไม่ผ่านเกณฑ์
1	น้อยที่สุด	=	ไม่ผ่านเกณฑ์

มหาวิทยาลัยราชภัฏเพชรบุรี

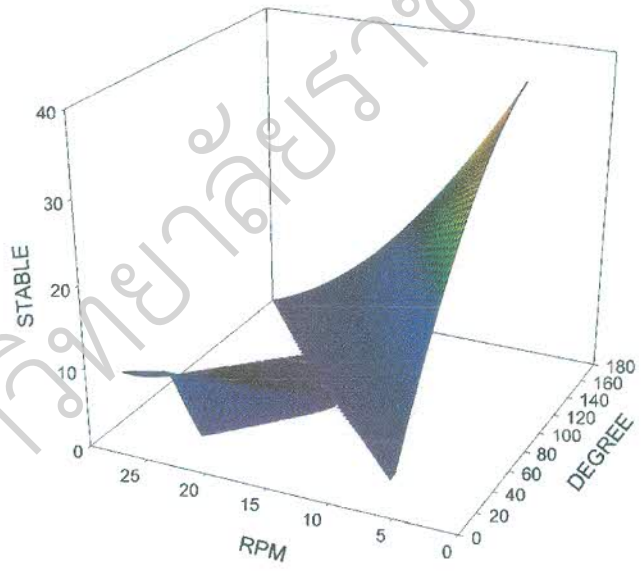
บทที่ 4
ผลการทดลอง

4.1 ผลการทดลองการหมุนที่มีผลต่อการกระตุกร่ม (ใช้มอเตอร์กระแสตรง)

ตารางที่ 4.1 ระยะการหมุนที่มีผลต่อการกระตุกร่ม

ระยะการหมุน	30 องศา (RPM)	60 องศา (RPM)	90 องศา (RPM)	180 องศา (RPM)
ซ้าย-ขวา	7	12	17	30
พร้อมกัน	-	-	-	-
ความเสถียร	เสถียร	ไม่เสถียร	ไม่เสถียร	ไม่เสถียร

จากตารางที่ 4.1 พบว่าระยะการหมุนตามแรงการกระตุกเชือกในทิศทางซ้ายและขวาตามองศาที่ได้ออกแบบการหมุนและมีความเร็วรอบมอเตอร์ที่รอบความเร็วต่างๆ โดยที่การหมุนไปทางซ้ายและขวามุมที่ 180 องศาจะใช้รอบความเร็วของมอเตอร์อยู่ที่ 30 รอบต่อนาที ซึ่งเป็นความเร็วของการหมุนสูงที่สุดในการใช้มอเตอร์กระแสตรงโดยที่ความเร็วรอบ 17 และ 12 รอบต่อนาที มีจังหวะในการหมุนไม่ความเสถียรจึงทำให้การกระตุกซ้ายและขวามีจังหวะไม่ต่อเนื่องแต่ผลการหมุนที่ระยะ 30 องศาที่ความเร็วรอบ 7 รอบต่อนาที มีจังหวะการบังคับร่มการหมุนที่เสถียรและต่อเนื่องกัน



รูปที่ 4.1 แสดงความสัมพันธ์ระหว่างองศาของรอบการหมุนที่มีผลต่อความเสถียรของมอเตอร์กระแสตรง

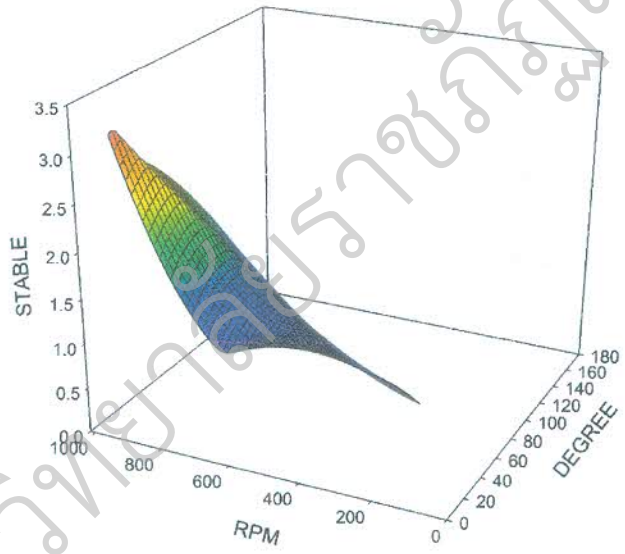
มหาวิทยาลัยราชภัฏสกลนคร

4.2 ผลการทดลองการหมุนที่มีผลต่อการกระตุกร่ม (ใช้มอเตอร์กระแสสลับ)

ตารางที่ 4.2 ระยะการหมุนที่มีผลต่อการกระตุกร่ม

ระยะการหมุน	30 องศา (RPM)	60 องศา (RPM)	90 องศา (RPM)	180 องศา (RPM)
ซ้าย-ขวา	290	580	725	1015
พร้อมกัน	-	-	-	-
ความเสถียร	เสถียร	เสถียร	เสถียร	ไม่เสถียร

จากตารางที่ 4.2 พบว่าระยะการหมุนตามแรงการกระตุกเชือกในทิศทางซ้ายและขวาตามองศาที่ได้ออกแบบการหมุนและมีความเร็วรอบมอเตอร์ที่รอบความเร็วต่างๆ โดยที่การหมุนไปทางซ้ายและขวามุม 180 องศาจะใช้รอบความเร็วของมอเตอร์อยู่ที่ 1015 รอบต่อนาที แต่ที่รอบความเร็วนี้จะมีจังหวะในการหมุนไม่เกิดความเสถียรจึงทำให้การกระตุกซ้ายและขวามีจังหวะที่ไม่ต่อเนื่องกันแต่ผลการหมุนที่ระยะ 30 องศา, 60 องศา และ 90 องศา จังหวะการบังคับร่มการหมุนมีความเสถียรและต่อเนื่องกัน



รูปที่ 4.2 แสดงความสัมพันธ์ระหว่างองศาของรอบการหมุนที่มีผลต่อความเสถียรของมอเตอร์กระแสสลับ

มหาวิทยาลัยราชภัฏเทพสตรี

4.3 ผลการวิเคราะห์ค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานและระดับความพึงพอใจที่มีต่อเครื่องช่วยทดสอบการบังคับร่มแบบกลม

ตารางที่ 4.3 จำนวนของผู้ทดสอบโดยจำแนกน้ำหนัก

น้ำหนัก	จำนวน	คิดเป็นร้อยละ
50 – 60 กิโลกรัม	7	14
61 – 70 กิโลกรัม	9	18
71 – 80 กิโลกรัม	17	34
81 – 90 กิโลกรัม	6	12
91 – 100 กิโลกรัม	8	16
100 กิโลกรัมขึ้นไป	3	6
รวม	**50**	**100.00**

ผลการวิเคราะห์ข้อมูลพบว่าผู้ทดสอบจะมีน้ำหนักอยู่ที่ระหว่าง 71-80 กิโลกรัม จำนวน 17 คน คิดเป็นร้อยละ 34, น้ำหนักอยู่ที่ระหว่าง 61 – 70 กิโลกรัมจำนวน 17 คน คิดเป็นร้อยละ 34น้ำหนักอยู่ที่ระหว่าง 91 – 100 กิโลกรัมจำนวน 8 คน คิดเป็นร้อยละ 16, น้ำหนักอยู่ที่ระหว่าง 50 – 60 กิโลกรัมจำนวน 7 คน คิดเป็นร้อยละ 14, น้ำหนักอยู่ที่ระหว่าง 81 – 90 กิโลกรัมจำนวน 6 คน คิดเป็นร้อยละ 12 และสุดท้ายที่น้ำหนักที่ 100 กิโลกรัมขึ้นไปมีจำนวน 3 คน คิดเป็นร้อยละ 6, โดยรวมทั้งหมดมีจำนวน 50 คน คิดเป็นร้อยละ 100.00 ดังตารางที่ 4.3

ตารางที่ 4.4 ความพึงพอใจต่อเครื่องช่วยทดสอบการบังคับร่มกระตุกแบบกลม

รายการ	$\bar{x}$	S.D	ระดับ
1. ขั้นตอนและการใช้งานเครื่องช่วยทดสอบบังคับร่มฯ	4.20	0.67	ผ่านเกณฑ์
2. ขนาดและความเหมาะสมของเครื่องช่วยทดสอบการบังคับร่มฯ	4.20	0.70	ผ่านเกณฑ์
3. การเลือกวัสดุในการสร้างเครื่อง	4.12	0.63	ผ่านเกณฑ์
4. ความแข็งแรงและทนทานของเครื่องช่วยทดสอบการบังคับร่มฯ	4.18	0.63	ผ่านเกณฑ์
5. ประสิทธิภาพของของมอรอบมอเตอร์เครื่องช่วยทดสอบการบังคับร่มฯ	4.10	0.71	ผ่านเกณฑ์
รวม	**4.16**	**0.67**	ผ่านเกณฑ์

ผลการวิเคราะห์ข้อมูลพบว่า เครื่องช่วยทดสอบการบังคับร่มแบบกลมได้คะแนนเฉลี่ยรวม 4.16 โดยผู้ตอบแบบสอบถามให้ความพึงพอใจดังนี้ 1.) ขั้นตอนและการใช้งานเครื่องช่วยทดสอบบังคับร่มฯ คะแนนเฉลี่ย 4.20 2.) ขนาดและความเหมาะสมของเครื่องช่วยทดสอบการบังคับร่มฯ คะแนนเฉลี่ย 4.20 3.) การเลือกวัสดุในการสร้างเครื่อง คะแนนเฉลี่ย 4.12 4.) ความแข็งแรงและทนทานของเครื่องช่วยทดสอบการบังคับร่มฯ คะแนนเฉลี่ย 4.18 5.) ประสิทธิภาพของของมอรอบ

มหาวิทยาลัยราชภัฏเพชรบุรี

มอเตอร์เครื่องช่วยทดสอบการบังคับร่มฯ คะแนนเฉลี่ย 4.10 ซึ่งผลโดยรวมของความพึงพอใจถือว่าผ่านเกณฑ์ในการใช้งานของเครื่องช่วยทดสอบการบังคับร่มกระตุกแบบกลม ดังตารางที่ 4.4

มหาวิทยาลัยราชภัฏเทพสตรี

บทที่ 5
สรุปผลการทดลองและข้อเสนอแนะ

5.1 สรุปผลการทดลอง

จากการทดสอบเครื่องช่วยทดสอบการบังคับร่มแบบกลมพบว่า ในการใช้มอเตอร์กระแสตรงจะให้รอบที่แรงการหมุนจะต่ำกว่าการใช้มอเตอร์กระแสสลับ โดยจากผลการทดสอบระยะการหมุนตามแรงการกระตุกเชือกในทิศทางซ้ายและขวาตามองศาที่ได้ออกแบบการหมุนและมีความเร็วรอบมอเตอร์ที่รอบความเร็วต่างๆ ในการหมุนไปทางซ้ายและขวามุมที่ 180 องศาของมอเตอร์กระแสตรงและกระแสสลับจะไม่มีความเสถียร แต่ในระยะที่มุมการหมุน 90, 60 และ 30 องศาของมอเตอร์กระแสสลับจะให้การหมุนที่มีความเสถียรและมีประสิทธิภาพในการทำงานสูงกว่ารอบการหมุนของมอเตอร์กระแสตรง

ผลการวิเคราะห์ผู้ทดสอบที่มีน้ำหนักตามเกณฑ์ที่กำหนดพบว่าจะมีน้ำหนักอยู่ที่ระหว่าง 71-80 กิโลกรัม จำนวน 17 คน คิดเป็นร้อยละ 34, น้ำหนักอยู่ที่ระหว่าง 61 – 70 กิโลกรัมจำนวน 17 คน คิดเป็นร้อยละ 34น้ำหนักอยู่ที่ระหว่าง 91 – 100 กิโลกรัมจำนวน 8 คน คิดเป็นร้อยละ 16, น้ำหนักอยู่ที่ระหว่าง 50 – 60 กิโลกรัมจำนวน 7 คน คิดเป็นร้อยละ 14, น้ำหนักอยู่ที่ระหว่าง 81 – 90 กิโลกรัมจำนวน 6 คน คิดเป็นร้อยละ 12 และสุดท้ายที่น้ำหนักที่ 100 กิโลกรัมขึ้นไปมีจำนวน 3 คน คิดเป็นร้อยละ 6 ซึ่งรวมทั้งหมดเป็นจำนวน 50 คน คิดเป็นร้อยละ 100.00

ผลของความพึงพอใจในการใช้งานของผู้ทดสอบที่น้ำหนักต่างๆ จำนวน 50 คนพบว่าเครื่องช่วยทดสอบการบังคับร่มแบบกลมได้คะแนนเฉลี่ยรวม 4.16 โดยผู้ตอบแบบสอบถามให้ความพึงพอใจดังนี้ 1.) ขั้นตอนและการใช้งานเครื่องช่วยทดสอบบังคับร่มฯ คะแนนเฉลี่ย 4.20 2.) ขนาดและความเหมาะสมของเครื่องช่วยทดสอบการบังคับร่มฯ คะแนนเฉลี่ย 4.20 3.) การเลือกวัสดุในการสร้างเครื่อง คะแนนเฉลี่ย 4.12 4.) ความแข็งแรงและทนทานของเครื่องช่วยทดสอบการบังคับร่มฯ คะแนนเฉลี่ย 4.18 5.) ประสิทธิภาพของของมอรอบมอเตอร์เครื่องช่วยทดสอบการบังคับร่มฯ คะแนนเฉลี่ย 4.10 ซึ่งผลโดยรวมของความพึงพอใจถือว่าผ่านเกณฑ์ในการใช้งานของเครื่องช่วยทดสอบการบังคับร่มกระตุกแบบกลม

5.2 ข้อเสนอแนะ

5.2.1 ควรมีการสร้างการหมุนลักษณะหมุนทิศทางได้มากกว่า 180 องศา

5.2.2 ชุดควบคุมและมอเตอร์ควรเลือกใช้ที่ทอร์กสูงเพื่อให้ความเร็วเสมือนการกระตุกจริง

มหาวิทยาลัยราชภัฏธนบุรี

เอกสารอ้างอิง

สุชาติ สุภาพ. (2550). การเคลื่อนที่และพลังงาน. พิมพ์ครั้งที่ 1. กรุงเทพฯ:สำนักพิมพ์ SCIENCE PUBLISHING.

จิรพงศ์ กสิวิทย์อำนวย. (2553). กลศาสตร์การแตกหัก. เล่มที่ 1. หน้า 1-8.

ไชยชาญ หินเกิด. (2556). เครื่องกลไฟฟ้ากระแสตรง. สำนักพิมพ์ สสท.

บรรจง จันทมาศ. (2554). ทฤษฎีวงจรไฟฟ้ากระแสสลับ. สำนักพิมพ์ สสท.

วริทธิ์ อึ้งภากรณ์และชาญ ถนัดงาน. (2556). การออกแบบเครื่องจักรกล เล่ม 2. กรุงเทพฯ: สำนักพิมพ์ ซีเอ็ดยูเคชั่น บมจ.

Gordon C.S. Smithand *Jill P.Pell. (2003).* "การควบคุมร่มชูชีพแบบต่างๆ เพื่อป้องกันอันตรายที่เกิดจาก แรงโน้มถ่วง" BMJ. 2003. หน้า 327.

Shuttleworth N. and etc. "การออกแบบและผลิตร่มชูชีพ"B.I.O.S final Report No.466.

Fan Yuxin and Xia Jian. (2014). "การวิเคราะห์การเคลื่อนที่ของของไหลเชิงตัวเลขแบบ 3 มิติ" ฉบับที่ 6. ธันวาคม. หน้า 1373 – 1383.

Haishan Tenga,b,c and D.Y. Li. (2017). "แบบจำลองความเสียหายทางคณิตศาสตร์ของร่มชูชีพ" tribology international. ฉบับที่ 105. หน้า 292 – 298.

T.Tezduyar and Y.Osawa. (2001). "ความสัมพันธ์ระหว่างของไหลที่ไหลผ่านร่มชูชีพ" Computer Methods in Applied Mechanics and Engineering. เล่มที่ 120. ฉบับที่ 6-7. ธันวาคม. หน้า 717 – 726.

มหาวิทยาลัยราชภัฏเพชรบุรี

ภาคผนวก
แบบประเมินความพึงพอใจ

มหาวิทยาลัยราชภัฏเทพสตรี

แบบประเมินความพึงพอใจ
เครื่องช่วยทดสอบการบังคับร่มกระตุกแบบกลม

คำชี้แจง: ใส่เครื่องหมาย ✓ ลงในช่องที่ตรงกันกับตัวท่านและความพึงพอใจที่ท่านมีต่อเครื่องช่วยทดสอบการบังคับร่มกระตุกแบบกลมว่าท่านมีความพึงพอใจต่อการทดสอบในระดับใด

ตอนที่ 1 ข้อมูลทั่วไป

น้ำหนัก ☐ 50 – 60 กิโลกรัม ☐ 61 – 70 กิโลกรัม
☐ 71 – 80 กิโลกรัม ☐ 81 – 90 กิโลกรัม
☐ 91 – 100 กิโลกรัม ☐ 100 กิโลกรัมขึ้นไป

ตอนที่ 2 ความพึงพอใจต่อเครื่องช่วยทดสอบการบังคับร่มกระตุกแบบกลมว่าท่านมีความพึงพอใจต่อผลิตภัณฑ์ในระดับใด

5	หมายถึง	ระดับมากที่สุด
4	หมายถึง	ระดับมาก
3	หมายถึง	ระดับปานกลาง
2	หมายถึง	ระดับน้อย
1	หมายถึง	ระดับน้อยที่สุด

ลำดับที่	รายการ	มากที่สุด	มาก	ปานกลาง	น้อย	น้อยที่สุด
		5	4	3	2	1
1	ขั้นตอนและการใช้งานเครื่องช่วยทดสอบบังคับร่มฯ					
2	ขนาดและความเหมาะสมของเครื่องช่วยทดสอบการบังคับร่มฯ					
3	การเลือกวัสดุในการสร้างเครื่อง					
4	ความแข็งแรงและทนทานของเครื่องช่วยทดสอบการบังคับร่มฯ					
5	ประสิทธิภาพของเครื่องช่วยทดสอบการบังคับร่มฯ					

ข้อเสนอแนะ .....
.....
.....
.....
.....
.....
.....

มหาวิทยาลัยราชภัฏเทพสตรี