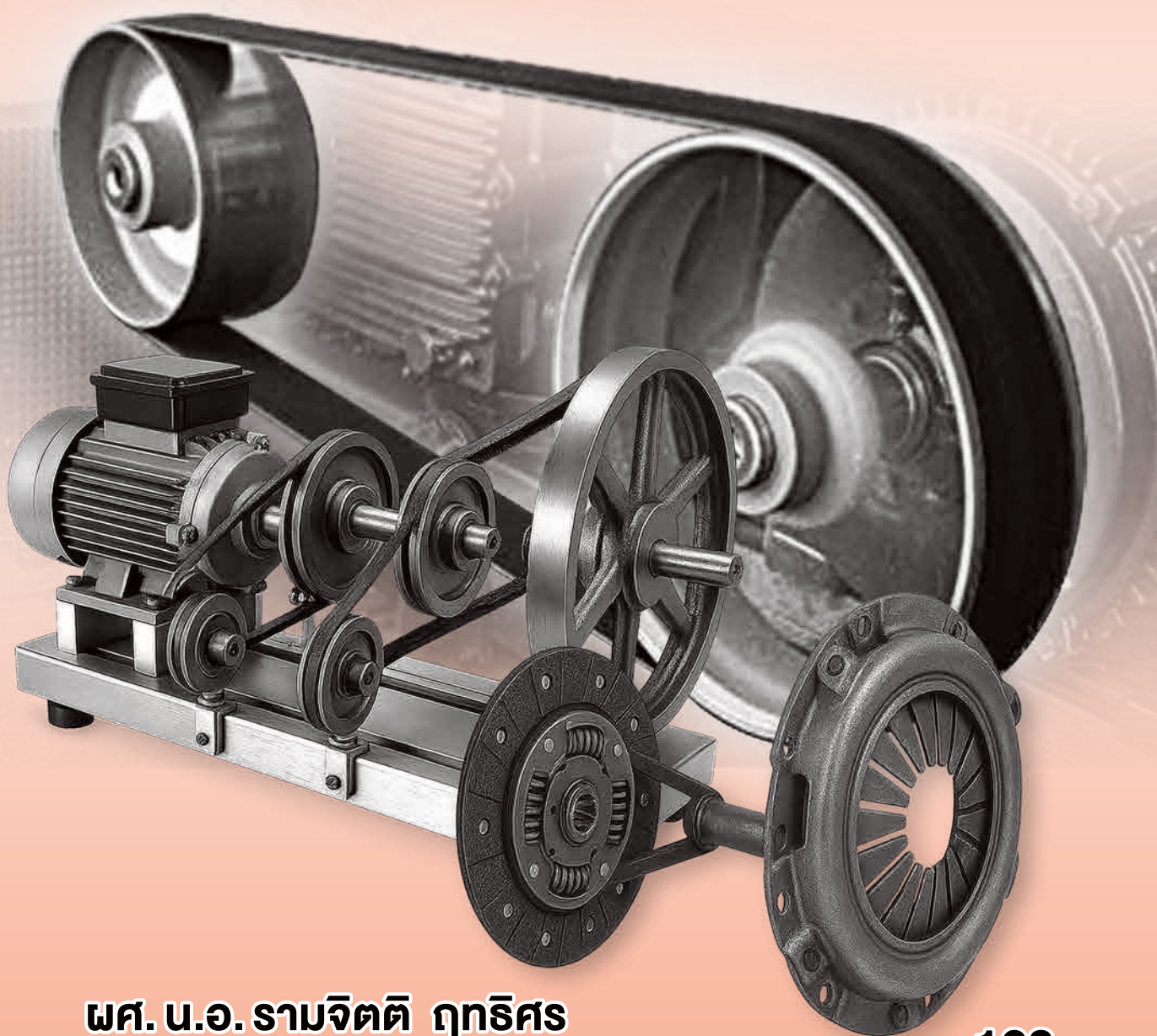


งานส่งถ่ายกำลัง

(Power Transmission Practice)



ผศ. น.อ. รามจิตติ ฤทธิศร

120.-

งานส่งถ่ายกำลัง (Power Transmission Practice)

กลุ่มอาชีพเครื่องกลและยานยนต์

ISBN 978-616-495-304-8

พิมพ์ครั้งที่ 1 พ.ศ. 2568

จำนวนที่พิมพ์ 2,000 เล่ม

เรียบเรียงโดย

ผศ. น.อ.รามจิตติ ฤทธิศร



วังอักษร



จัดพิมพ์และจัดจำหน่าย โดย...

บริษัท วังอักษร จำกัด

69/3 ถนนอรุณอมรินทร์ แขวงวัดอรุณ เขตบางกอกใหญ่

กรุงเทพฯ 10600 โทร. 0-2472-3293-5

โทรสาร 0-2891-0742 Mobile 08-8585-1521

e-mail : wangaksorn9@gmail.com

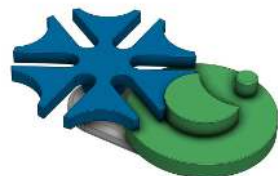
Facebook : สำนักพิมพ์ วังอักษร

www.wangaksorn.com

Line ID : wangaksorn

แถมฟรี e-book

ในรูปแบบ QR Code



บริษัท วังอักษร จำกัด ขอสงวนลิขสิทธิ์

ตามพระราชบัญญัติลิขสิทธิ์ พ.ศ. 2537 และตามพระราชบัญญัติลิขสิทธิ์เพิ่มเติม พ.ศ. 2565

ห้ามมิให้ทำการคัดลอก ดัดแปลง แก้ไขเนื้อหา หรือเผยแพร่ต่อสาธารณชน ไม่ว่ารูปแบบใด
ชื่อและเครื่องหมายการค้าอื่น ๆ ที่อ้างอิงในหนังสือเล่มนี้ เป็นสิทธิโดยชอบด้วยกฎหมายของเจ้าของแต่ละราย
บริษัทฯ มิได้อ้างความเป็นเจ้าของแต่อย่างใด



ตารางกำหนดการจัดการเรียนรู้
วิชา งานส่งถ่ายกำลัง
(Power Transmission Practice)

ครั้งที่	รายการ		จำนวนชั่วโมง		
	ทฤษฎี/บทเรียนที่	ปฏิบัติ/ใบงาน	ท	ป	รวม
1	บทเรียนที่ 1 การเคลื่อนที่และการส่งผ่านการเคลื่อนที่	ใบงานที่ 1.1 การเคลื่อนที่และการส่งผ่านพลังงานเบื้องต้น	2	3	5
2 - 3	บทเรียนที่ 2 การต่อโยงและกลไกต่อโยง 4 ชั้น	ใบงานที่ 2.1 กลไกต่อโยง 4 ชั้น (กำหนดให้ตัวตามเปลี่ยนแปลงเป็นองศาการเคลื่อนที่ (θ)) ใบงานที่ 2.2 กำหนดให้กลไกต่อโยง 4 ชั้น (กำหนดให้ตัวตามเปลี่ยนแปลงเป็นระยะทางการเคลื่อนที่ (S))	4	6	10
4 - 6	บทเรียนที่ 3 กลไกต่อโยงแบบใช้ชิ้นต่อโยง	ใบงานที่ 3.1 กลไกสไลเดอร์แคร็ง ใบงานที่ 3.2 กลไกควีกรีเทิร์นแบบแคร็งเซฟเปอร์ ใบงานที่ 3.3 กลไกควีกรีเทิร์นแบบแดร็กลิงค์ ใบงานที่ 3.4 กลไกควีกรีเทิร์นแบบวิทเวอร์ ใบงานที่ 3.5 กลไกควีกรีเทิร์นแบบออฟเซต	6	9	15
7 - 8	บทเรียนที่ 4 กลไกเจนิวาและคัปปลิง	ใบงานที่ 4.1 การทดลองกลไกเจนิวา ใบงานที่ 4.2 การใช้งานคัปปลิง	4	6	10
9	บทเรียนที่ 5 ลูกเบี้ยว	ใบงานที่ 5.1 ลูกเบี้ยว	2	3	5



ครั้งที่	รายการ		จำนวนชั่วโมง		
	ทฤษฎี/บทเรียนที่	ปฏิบัติ/ใบงาน	ท	ป	รวม
10 - 11	บทเรียนที่ 6 ขบวนการเฟือง	ใบงานที่ 6.1 การวัดอัตราทดของเฟือง ใบงานที่ 6.2 การวิเคราะห์ทิศทางการหมุนในชุดเฟือง ใบงานที่ 6.3 แรงบิดและความเร็วระหว่างเฟือง	4	6	10
12 - 13	บทเรียนที่ 7 ชิ้นส่วนต่อโยงที่ยึดหดได้	ใบงานที่ 7.1 ความยาวสายพานและอัตราทด ใบงานที่ 7.2 การสั่นไถลของสายพาน ใบงานที่ 7.3 ระบบส่งกำลังด้วยโซ่และเชือก	4	6	10
14	บทเรียนที่ 8 การคำนวณกลไกเชิงกราฟิก	ใบงานที่ 8.1 การวาดกราฟการกระจัดของลูกเลื่อน ใบงานที่ 8.2 การหาความเร็วของลูกเลื่อน	2	3	5
15	ประเมินผลลัพธ์การเรียนรู้ระดับรายวิชา		2	3	5
รวม			30	45	75



บริษัท วังอักษร จำกัดได้จัดทำหนังสือวิชา **งานส่งถ่ายกำลัง (Power Transmission Practice)** เพื่อใช้บูรณาการและประกอบการเรียนการสอน ตามหลักสูตรอาชีวศึกษา (สอศ.) หลักสูตรส่งเสริมการเรียนรู้ (สกร.) หลักสูตรอุดมศึกษา ผู้สนใจในการพัฒนาการเรียนรู้และทักษะ

หนังสือเล่มนี้ประกอบด้วยเนื้อหาสาระ ใบงาน แบบฝึกหัดคู่ขนาน มีจุดประสงค์ในการยกระดับผู้เรียนให้เรียนทฤษฎีและปฏิบัติ เพื่อเสริมสร้างทักษะ ประสบการณ์ และการประยุกต์ใช้ได้จริง โดยเน้นกระบวนการเรียนรู้ที่มีคุณธรรม จริยธรรม จรรยาบรรณวิชาชีพ และกิจนิสัยในการทำงาน เพื่อสร้างสมรรถนะตามความต้องการของสถานประกอบการ เนื้อหาในหนังสือเล่มนี้แบ่งออกเป็น **8 บทเรียน** คือ **บทเรียนที่ 1 การเคลื่อนที่และการส่งผ่าน การเคลื่อนที่** **บทเรียนที่ 2 การต่อโยงและกลไกต่อโยง** **4 ชิ้น** **บทเรียนที่ 3 กลไกต่อโยงแบบใช้ชิ้นต่อโยง** **บทเรียนที่ 4 กลไกเจ็นิวาและคัปปลิง** **บทเรียนที่ 5 ลูกเบี้ยว** **บทเรียนที่ 6 ขบวนเฟือง** **บทเรียนที่ 7 ชิ้นส่วนต่อโยงที่ยึดหดได้** และ**บทเรียนที่ 8 การคำนวณกลไกเชิงกราฟิก**

หนังสือเล่มนี้มีเนื้อหาที่ทันสมัย ตามแผนการพัฒนาศึกษาด้านวิชาชีพ ซึ่งสอดคล้องกับ ยุทธศาสตร์ชาติและแผนการศึกษาแห่งชาติ เพื่อให้ผู้เรียนมีผลลัพธ์การเรียนรู้และสมรรถนะตามมาตรฐานฝีมือแรงงานแห่งชาติ หน่วยงานกรมพัฒนาฝีมือแรงงาน รหัส - อาชีพช่างบำรุงรักษารถยนต์ ระดับ 2 และมาตรฐานฝีมือแรงงานแห่งชาติ หน่วยงานกรมพัฒนาฝีมือแรงงาน รหัส - อาชีพช่างซ่อมรถยนต์ ระดับ 2 - 3

ผศ. น.อ.รามจิตติ ฤทธิศร



	บทเรียนที่ 1 การเคลื่อนที่และการส่งผ่านการเคลื่อนที่	1
1.1	การเคลื่อนที่และกลไก.....	2
1.2	การส่งผ่านการเคลื่อนที่และถ่ายทอดกำลัง.....	3
1.3	หน้าที่ของระบบถ่ายทอดกำลัง.....	9
ใบงานที่ 1.1	การเคลื่อนที่และการส่งผ่านพลังงานเบื้องต้น.....	10
	แบบฝึกหัดบทเรียนที่ 1.....	11
	บทเรียนที่ 2 การต่อโยงและกลไกต่อโยง 4 ชั้น	13
2.1	ขึ้นต่อโยงและการต่อโยง.....	14
2.2	กลไกต่อโยง 4 ชั้น.....	15
2.3	การหาความเร็วเฉลี่ยของกลไกต่อโยง 4 ชั้น.....	20
ใบงานที่ 2.1	กลไกต่อโยง 4 ชั้น (กำหนดให้ตัวตามเปลี่ยนแปลงเป็นองศาการเคลื่อนที่ (θ)).....	26
ใบงานที่ 2.2	กลไกต่อโยง 4 ชั้น (กำหนดให้ตัวตามเปลี่ยนแปลงเป็นระยะทางการเคลื่อนที่ (s)).....	28
	แบบฝึกหัดบทเรียนที่ 2.....	30
	บทเรียนที่ 3 กลไกต่อโยงแบบใช้ขึ้นต่อโยง	33
3.1	กลไกสไลเดอร์แคร้ง.....	34
3.2	กลไกสก็อตโยค.....	36
3.3	กลไกควีกรี่เทิร์น.....	37
3.4	แพนโดกราฟ.....	42
3.5	กลไกเส้นตรง.....	42
ใบงานที่ 3.1	กลไกสไลเดอร์แคร้ง.....	44
ใบงานที่ 3.2	กลไกควีกรี่เทิร์นแบบแคร้งเชฟเปอร์.....	46
ใบงานที่ 3.3	กลไกควีกรี่เทิร์นแบบแดร์กลิ้งค์.....	48



ใบงานที่ 3.4 กลไกควิกรีเทิร์นแบบวิทเวอร์.....	50
ใบงานที่ 3.5 กลไกควิกรีเทิร์นแบบออฟเซต.....	52
แบบฝึกหัดบทเรียนที่ 3.....	54



บทเรียนที่ 4 กลไกเจนนีวาและคัปปลิง 57

4.1 กลไกเจนนีวา.....	58
4.2 คัปปลิง.....	63
4.3 กลไกที่ออกเกิ้ล.....	66
4.4 กลไกล้อแซมเบอร์.....	67
ใบงานที่ 4.1 กลไกเจนนีวา.....	69
ใบงานที่ 4.2 การใช้งานคัปปลิง.....	71
แบบฝึกหัดบทเรียนที่ 4.....	73



บทเรียนที่ 5 ลูกเบี้ยว 75

5.1 ชนิดของลูกเบี้ยว.....	76
5.2 การออกแบบรูปร่างของลูกเบี้ยว.....	80
ใบงานที่ 5.1 ลูกเบี้ยว.....	87
แบบฝึกหัดบทเรียนที่ 5.....	89



บทเรียนที่ 6 ขบวนเฟือง 92

6.1 ความเร็วที่เกี่ยวข้องกับเฟือง.....	93
6.2 อัตราทดและระบบส่งกำลังด้วยฟันเฟือง.....	95
6.3 ประเภทของเฟือง.....	97
6.4 เฟืองสุริยะ.....	105
ใบงานที่ 6.1 การวัดอัตราทดของเฟือง.....	110
ใบงานที่ 6.2 การวิเคราะห์ทิศทางการหมุนในชุดเฟือง.....	113
ใบงานที่ 6.3 แรงบิดและความเร็วระหว่างเฟือง.....	116
แบบฝึกหัดบทเรียนที่ 6.....	120



บทเรียนที่ 7 ขั้นตอนโยงที่ยึดหดได้ 123

7.1 สายพานแบน.....	124
7.2 สายพานวี.....	134



7.3 โซ่.....	135
7.4 เชือก.....	137
ใบงานที่ 7.1 ความยาวสายพานและอัตราทด.....	139
ใบงานที่ 7.2 การสั่นไถลของสายพาน.....	141
ใบงานที่ 7.3 ระบบส่งกำลังด้วยโซ่และเชือก.....	143
แบบฝึกหัดบทเรียนที่ 7.....	145



บทเรียนที่ 8 การคำนวณกลไกเชิงกราฟิก

147

8.1 การประลองการทำงานของกลไกต่อโยง 4 ชั้น.....	148
8.2 การประลองกลไกสไลเดอร์แคร้ง.....	151
8.3 การหาความเร็วและอัตราเร่งโดยกราฟ.....	153
ใบงานที่ 8.1 การวาดกราฟการกระจัดของลูกเลื่อน.....	155
ใบงานที่ 8.2 การหาความเร็วของลูกเลื่อน.....	157
แบบฝึกหัดบทเรียนที่ 8.....	159



กรณีศึกษา

161



บรรณานุกรม

164



บทเรียนที่



การเคลื่อนที่ และการส่งผ่านการเคลื่อนที่



หัวเรื่องหลัก

1.1 การเคลื่อนที่และกลไก

1.3 หน้าที่ของระบบถ่ายเทกำลัง

1.2 การส่งผ่านการเคลื่อนที่และถ่ายเทกำลัง



ผลลัพธ์การเรียนรู้ระดับบทเรียน

มีความรู้พื้นฐานเรื่องการเคลื่อนที่ในระบบกลไก จำแนกประเภทของการเคลื่อนที่ได้ ทั้งการหมุน การเลื่อน และการสั่นได้อย่างถูกต้อง อธิบายการส่งผ่านกำลังในรูปแบบต่าง ๆ ที่สัมพันธ์กับการเคลื่อนที่เหล่านั้นได้อย่างเหมาะสม เชื่อมโยงความรู้ด้านกลศาสตร์เบื้องต้นเข้ากับลักษณะการเคลื่อนที่ของชิ้นส่วนเครื่องกลได้ เช่น การถ่ายเทแรงจากเพลาหมุนไปยังล้อเฟืองหรือกลไกคันโยก ตลอดจนสามารถสังเกต วิเคราะห์ และอธิบายความสัมพันธ์ของจุดขับและจุดตามในระบบส่งถ่ายกำลังแบบพื้นฐานได้อย่างเป็นระบบ นอกจากนี้ นักศึกษายังสามารถนำความรู้ที่ได้ไปประยุกต์ใช้ในการอ่านแบบเครื่องกลหรือการตรวจสอบการทำงานของเครื่องจักรที่ใช้หลักการส่งถ่ายกำลังในชีวิตจริงหรือในอุตสาหกรรมได้อย่างมีประสิทธิภาพและปลอดภัย



แนวคิดหลัก

การเคลื่อนที่และการส่งผ่าน คือ พื้นฐานของการถ่ายเทพลังงานกลจากจุดหนึ่งไปยังอีกจุดหนึ่งอย่างมีประสิทธิภาพ โดยใช้กลไกที่เหมาะสมกับลักษณะงาน



สมรรถนะการเรียนรู้

1. ใช้ความรู้ด้านกลศาสตร์และกลไกเครื่องกลพื้นฐานอธิบายระบบการส่งถ่ายกำลัง
2. วิเคราะห์และแยกแยะการเคลื่อนที่ของชิ้นส่วนเครื่องกลในเครื่องจักรกลได้
3. สื่อสารผลการวิเคราะห์ผ่านแผนภาพหรือภาพวาดทางเทคนิคได้อย่างเข้าใจ



จุดประสงค์เชิงพฤติกรรม

1. อธิบายประเภทและชนิดของกลไกการเคลื่อนที่ของเครื่องกลได้
2. วิเคราะห์และจำแนกรูปแบบของการเคลื่อนที่ของกลไกพื้นฐานได้
3. วิเคราะห์เส้นทางและรูปแบบการส่งถ่ายกำลัง
4. แสดงลักษณะการเคลื่อนที่ของกลไกจากแบบจำลองโดยใช้เครื่องมือทางเทคนิค



เนื้อหาสาระ

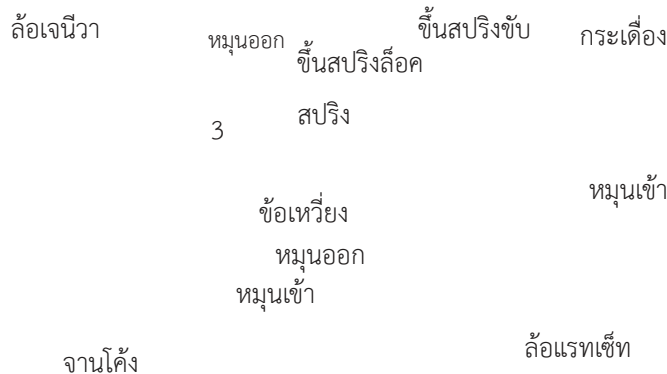
ในระบบเครื่องจักรกลทุกประเภท การเคลื่อนที่เป็นพื้นฐานสำคัญที่ใช้ในการถ่ายทอดพลังงานจากแหล่งต้นกำลังไปยังจุดที่ต้องการทำงาน การเคลื่อนที่ของชิ้นส่วนต่าง ๆ ในเครื่องกล เช่น เพลาหมุน สายพาน ล้อเฟือง หรือคั่นโยก มีบทบาทสำคัญต่อการเปลี่ยนพลังงานจากต้นกำลังให้กลายเป็นการทำงานจริง การเข้าใจชนิดของการเคลื่อนที่ เช่น การหมุน (Rotary Motion) การเลื่อน (Linear Motion) หรือ การสั่น (Oscillating Motion) จะช่วยให้สามารถวิเคราะห์และประยุกต์ใช้กับระบบถ่ายเทกำลังได้อย่างเหมาะสม เนื้อหาของบทเรียนนี้มุ่งเน้นให้เกิดความเข้าใจลักษณะของการเคลื่อนที่พื้นฐาน วิธีการส่งผ่านกำลังจากชิ้นส่วนหนึ่งไปยังอีกชิ้นส่วนหนึ่ง โดยผ่านกลไกแบบต่าง ๆ ที่พบในงานอุตสาหกรรม เช่น กลไกเฟือง สายพาน หรือข้อเสือ ซึ่งจะเป็พื้นฐานที่สำคัญสำหรับการศึษาในระดับที่ซับซ้อนมากขึ้นในบทถัดไป เช่น กลไกต่อโยง กลไกเฟืองซ้อน หรือขบวนเฟือง



1.1 การเคลื่อนที่และกลไก

1.1.1 การเคลื่อนที่แบบหยุดชั่วขณะ (Intermittent Motion)

เป็นลักษณะกลไกที่มีการหยุดในช่วงระยะเวลาหนึ่งระหว่างรอบของการเคลื่อนที่แล้วจึงเคลื่อนที่ต่อไป เช่น กลไกประแจเรทเช็ต (Ratchet) กลไกเฟืองนาฬิกาเจนีวา (Geneva) ดังรูปที่ 1.1 เป็นต้น



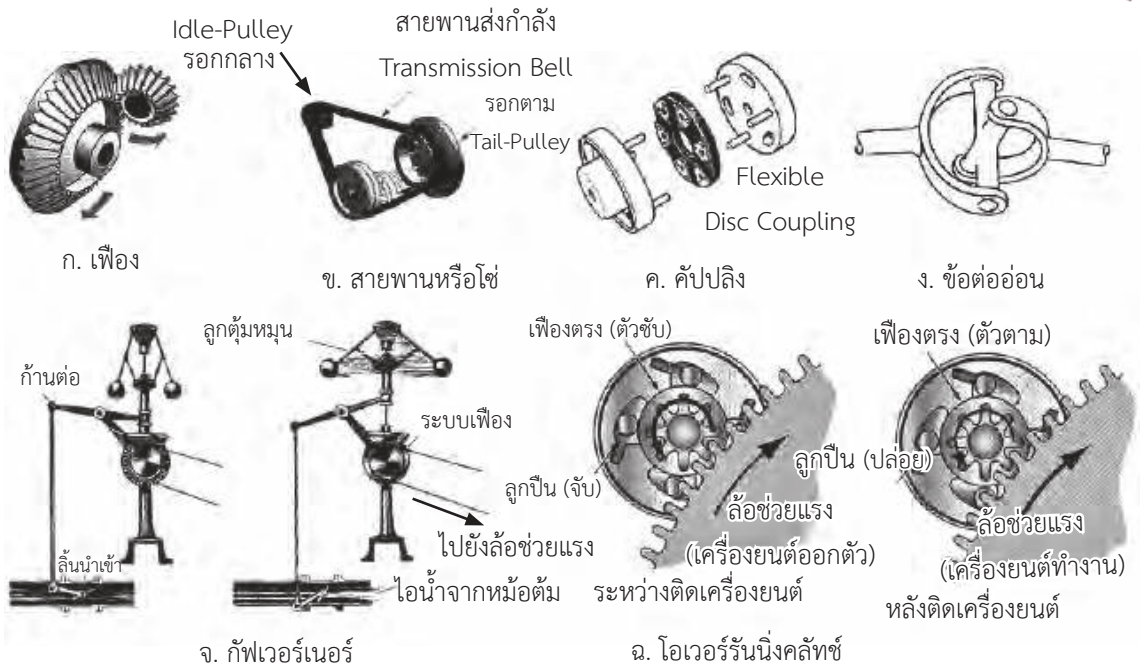
ก. กลไกเจนีวา 4 ชั้น

ข. กลไกเรทเช็ตแบบลิ้นสปริง

รูปที่ 1.1 กลไกการเคลื่อนที่แบบหยุดชั่วขณะ

1.1.2 การเคลื่อนที่แบบต่อเนื่อง (Continuous Motion)

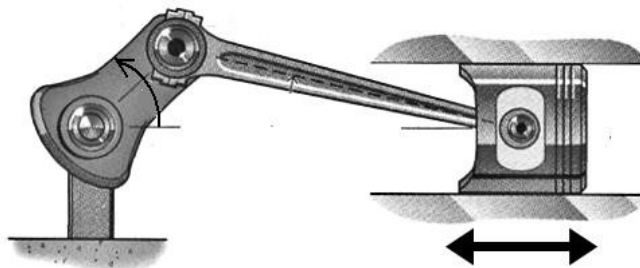
เป็นลักษณะการเคลื่อนที่จากตำแหน่งเริ่มต้นอีกครั้งหนึ่งในรอบต่อไปโดยไม่มีการหยุดหรือเคลื่อนที่ย้อนกลับเลยในระหว่างรอบของการเคลื่อนที่ เช่น เฟือง (Gear) สายพานหรือโซ่ (Belt & Chain) คัปปลิง (Coupling) ข้อต่ออ่อน (Universal Joint) กัฟเวอร์เนอร์ (Governor) และโอเวอร์รันนิ่งคลัทช์ (Overrunning Clutch) ดังรูปที่ 1.2



รูปที่ 1.2 ตัวอย่างกลไกการเคลื่อนที่แบบต่อเนื่อง

1.1.3 การเคลื่อนที่แบบกลับไปกลับมา (Reciprocating Motion)

เป็นกลไกที่มีลักษณะการเคลื่อนที่ย้อนกลับในระหว่างรอบของการเคลื่อนที่ เช่น การเคลื่อนที่ของลูกสูบในกลไกข้อเหวี่ยงไถล (Slider Crank) ดังรูปที่ 1.3 และเลื่อยไฟฟ้า เป็นต้น



รูปที่ 1.3 กลไกข้อเหวี่ยงไถล

1.2 การส่งผ่านการเคลื่อนที่และถ่ายทอดกำลัง

โดยทั่วไปแล้วกำลังงานหรือความสามารถในการทำงานของตัวต้นกำเนิดกำลังจะไม่สามารถนำไปใช้งานได้ทันที เช่น ไม่สามารถนำเครื่องยนต์ที่มีรอบการทำงานสูงไป ขับเคลื่อนล้อรถยนต์ได้โดยตรง เป็นต้น ทั้งนี้เนื่องจาก

1. ตำแหน่งของอุปกรณ์ที่จะทำงานไม่สามารถต่อตรงเข้ากับตัวต้นกำเนิดกำลัง
2. โมเมนต์บิดและความเร็วที่ออกจากตัวต้นกำเนิดกำลังนั้น ยังไม่เหมาะสมกับสภาวะของการทำงาน

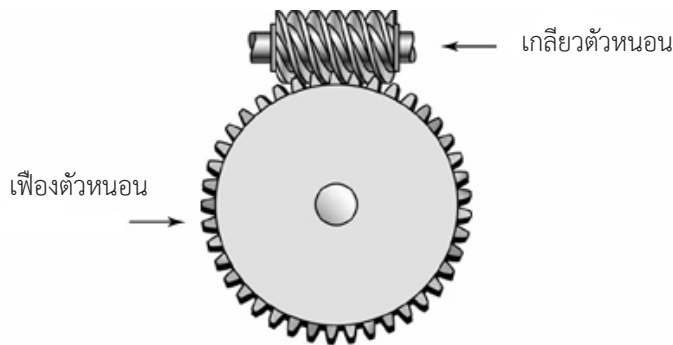
ดังนั้น ในการถ่ายทอดกำลังจากตัวต้นกำเนิดไปยังอุปกรณ์ที่จะทำงาน จะต้องมีการปรับสภาวะที่ออกจากตัวต้นกำเนิดกำลังดังกล่าว ให้เหมาะสมกับสภาวะงานเสียก่อน

1.2.1 การส่งผ่านการเคลื่อนที่ (Transmission of Motion)

การส่งผ่านการเคลื่อนที่ของชิ้นต่อโยงต่าง ๆ ในกลไก แบ่งออกได้ 3 แบบ คือ

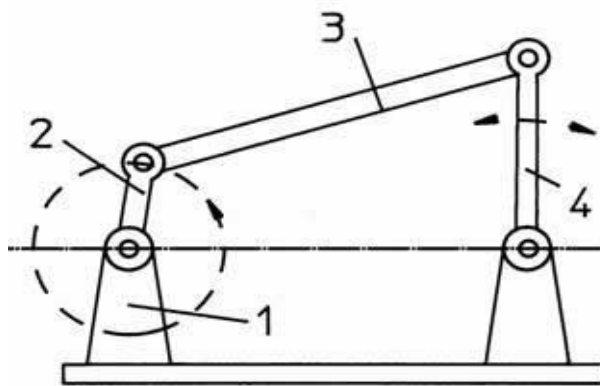
1. การส่งผ่านการเคลื่อนที่แบบสัมผัสกันโดยตรงระหว่างชิ้นต่อโยง 2 ชิ้น (Direct Contact)

เช่น เฟืองขับและเฟืองตามของชุดเฟืองต่างๆ ซึ่งสามารถที่จะทดรอบความเร็วในการหมุนให้เร็วขึ้น คงที่หรือช้าลงก็ได้ ตัวอย่างเช่น ชุดเฟืองตัวหนอน ดังรูปที่ 1.4 ซึ่งเป็นชุดเฟืองที่ประกอบด้วยเฟืองหนอนและตัวเกลียวหนอน โดยเกลียวหนอนจะหมุนเพื่อไปขับเฟืองหนอนให้หมุนตาม ใช้ในการทดรอบความเร็วสูงๆ ไปเป็นความเร็วต่ำๆ เช่น การทดรอบมอเตอร์ เป็นต้น



รูปที่ 1.4 ชุดเฟืองตัวหนอน

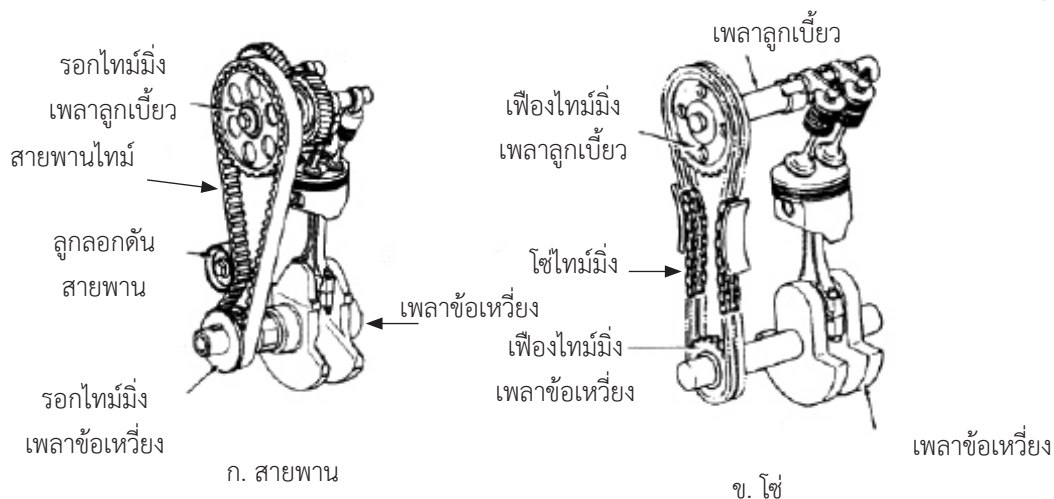
2. การส่งผ่านโดยอาศัยชิ้นต่อโยงตัวกลาง ที่เพิ่มขึ้นมาอีกหนึ่งชิ้นหรือมากกว่า (Intermediate Link) เช่น กลไกข้อเหวี่ยงกลดังรูปที่ 1.3 หรือกลไกต่อโยง 4 ชิ้น (Four-bar Link ages) ดังรูป 1.5 เป็นต้น



รูปที่ 1.5 กลไกต่อโยง 4 ชิ้น

3. การส่งผ่านการเคลื่อนที่แบบอาศัยชิ้นต่อโยงแบบยืดหยุ่น (Flexible Connector)

เช่น สายพานและโซ่ดัง รูปที่ 1.6



รูปที่ 1.6 สายพานและโซ่

1.2.2 การถ่ายทอดกำลังทางกล

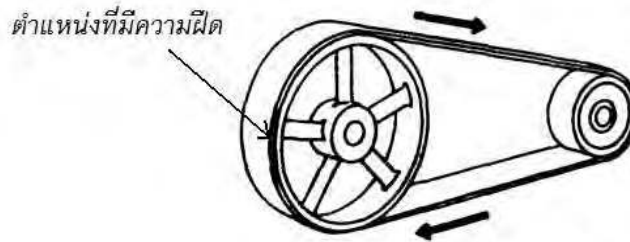
การถ่ายทอดกำลังทางกลจากตำแหน่งหนึ่งไปยังอีกตำแหน่งหนึ่ง ส่วนใหญ่ คือการถ่ายทอดโมเมนต์บิดและการเคลื่อนที่แบบการหมุน ซึ่งวิธีการถ่ายทอดกำลังดังกล่าวมีอยู่ 4 วิธี คือ

1. ถ่ายทอดกำลังโดยใช้ความฝืด (Friction Drive) จะใช้หลักการของความฝืดระหว่างผิวของวัตถุ 2 ชิ้นที่สัมผัสกัน โดยถ่ายทอดกำลังจากวัตถุหนึ่งซึ่งเป็น “ตัวขับ” ไปยังอีวัตถุหนึ่งซึ่งเรียกว่า “ตัวถูกขับหรือตัวตาม” การถ่ายทอดกำลังแบบนี้ เช่น การถ่ายทอดกำลังโดยคลัทช์ ดังรูป 1.7 ซึ่งอาศัยความฝืดระหว่างผิวของแผ่นคลัทช์กับผิวของแผ่นกดคลัทช์ และผิวของล้อช่วยแรง ถ้าแรงที่เกิดจากโมเมนต์บิดของเครื่องยนต์สูงกว่าค่าความฝืดสูงสุด คลัทช์ก็จะลื่นไม่สามารถส่งกำลังได้



รูปที่ 1.7 การถ่ายทอดกำลังโดยชุดคลัทช์

การถ่ายทอดกำลังอีกแบบหนึ่งที่อาศัยความฝืด คือ การถ่ายทอดโดยใช้สายพาน ดังรูปที่ 1.8 ซึ่งจะใช้ในการถ่ายทอดกำลังจากกรอกตัวขับไปยังกรอกอีกตัวหนึ่งซึ่งเป็นตัวถูกขับ ถ้าแรงดึงของสายพานมากกว่าความฝืดระหว่างสายพานกับกรอก สายพานก็จะลื่นไม่สามารถถ่ายทอดกำลังได้



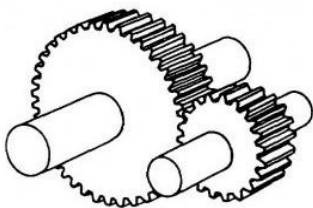
รูปที่ 1.8 การถ่ายทอดกำลังโดยสายพาน

2. การถ่ายทอดกำลังโดยให้เฟือง (Gear Drive) การถ่ายทอดกำลังโดยใช้เฟืองจะใช้หลักการของคานงัด (Lever) คือ ฟันของเฟืองตัวขับจะไปงัดฟันของเฟืองของตัวขับให้เคลื่อนที่ไป หลักการของเฟืองที่สำคัญ คือ อัตราส่วนจำนวนฟันของเฟืองตัวขับและเฟืองตัวตาม ซึ่งจะแสดงถึงการเปลี่ยนแปลงของความเร็วและโมเมนต์บิด หรือกล่าวได้ว่าอัตราส่วนของเฟือง ก็คือ อัตราส่วนระหว่างจำนวนฟันของเฟืองแต่ละตัว ถ้าเฟืองตัวเล็ก (จำนวนฟันน้อย) ขับเฟืองตัวใหญ่ (จำนวนฟันมาก) รอบของเฟืองตัวใหญ่จะหมุนช้าแต่โมเมนต์บิดจะมาก ในทางตรงข้ามกัน ถ้าเฟืองตัวใหญ่เป็นตัวขับและเฟืองตัวเล็กเป็นตัวตาม ความเร็วของเฟืองตัวเล็กจะเร็วกว่าเฟืองตัวใหญ่ แต่โมเมนต์บิดจะน้อย

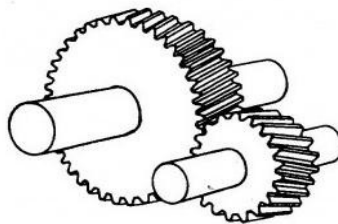
เฟืองที่ใช้ในการถ่ายทอดกำลังนั้นมีหลายแบบ สำหรับการเลือกใช้แบบเฟืองในการถ่ายทอดกำลังนั้น จะคำนึงถึงจำนวนกำลังที่จะถ่ายทอด ความเร็วและโมเมนต์บิดที่ต้องการ และรวมทั้งตำแหน่งของอุปกรณ์ที่จะทำงาน แบบเฟืองที่นิยมใช้กันมี ดังนี้

2.1 เฟืองตรง (Straight Spur) ซึ่งมีลักษณะฟันตรง ดังรูปที่ 1.9 ใช้ในการถ่ายทอดกำลังระหว่างเพลาที่ขนานกัน เฟืองแบบนี้จะใช้ในงานที่มีความเร็วต่ำ ข้อเสียก็คือ มีเสียงดังและรับแรงได้น้อย

2.2 เฟืองเฉียง (Helical Spur) มีลักษณะฟันเอียง ดังรูปที่ 1.10 ใช้ในการถ่ายทอดกำลังระหว่างเพลาที่ขนานกัน เช่นเดียวกับเฟืองตรง แต่สามารถมีสมรรถนะในการใช้งานดีกว่า เช่น ความเร็วสูงและมีความแข็งแรงกว่า รวมทั้งมีเสียงเบากว่าด้วย



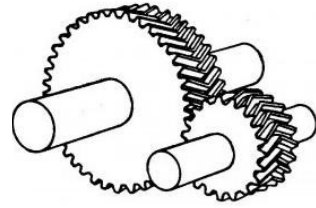
รูปที่ 1.9 เฟืองตรง



รูปที่ 1.10 เฟืองเฉียง

2.3 เฟืองเฉียงก้างปลา (Herringbone Gear)

ดังรูปที่ 1.11 มีลักษณะฟันเฉียง 2 ชุด วางทำมุมกันเปรียบเสมือนมีเฟืองเฉียงสองตัวมาติดกัน เฟืองแบบนี้จะใช้ในการถ่ายทอดกำลังระหว่างเพลานานานกันและจะเป็นแบบที่ดีที่สุดเมื่อเปรียบเทียบกับเฟืองตรงและเฟืองเฉียงแบบธรรมดา ซึ่งสามารถถ่ายทอดกำลังได้มาก ความเร็วทำงานสูงและเสียงเงียบกว่า

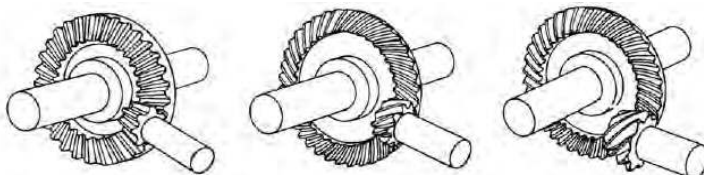


รูปที่ 1.11 เฟืองเฉียงก้างปลา

2.4 เฟืองดอกจอกแบบเฟืองตรง (Plain Bevel Gear) มีลักษณะเป็นฟันตรงเช่นเดียวกับเฟืองตรง ดังรูปที่ 1.12ก. แต่จะใช้ในการถ่ายทอดกำลังระหว่างเพลที่ตั้งฉากซึ่งกันและกัน ลักษณะงานที่จะนำไปใช้จะเป็นเช่นเดียวกับเฟืองตรง คือ งานต้องมีรอบต่ำและไม่ต้องส่งกำลังมาก

2.5 เฟืองดอกจอกแบบเฟืองเฉียง (Spiral Bevel Gear) มีลักษณะฟันเฉียงเช่นเดียวกับเฟืองเฉียง ดังรูปที่ 1.12ข. ใช้ในการถ่ายทอดกำลังระหว่างเพลที่ตั้งฉากเช่นเดียวกับเฟืองดอกจอกแบบเฟืองตรง แต่มีข้อดีกว่า คือ สามารถถ่ายทอดกำลังได้มากกว่า และใช้งานที่มีความเร็วรอบสูง รวมทั้งมีเสียงเบากว่าด้วย

2.6 เฟืองดอกจอกแบบไฮพอยด์ (Hypoid Bevel Gear) ดังรูปที่ 1.12ค. มีลักษณะเช่นเดียวกับเฟืองดอกจอกแบบเฟืองเฉียง ใช้ในการถ่ายทอดกำลังระหว่างเพลที่ตั้งฉากเช่นเดียวกัน มีข้อแตกต่างคือ ระดับของเพลของเฟืองขับ (ตัวเล็ก) จะต่ำกว่าระดับของเพลของเฟืองตัวตาม (ตัวใหญ่)



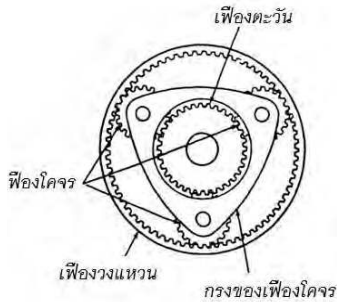
ก. แบบเฟืองตรง

ข. แบบเฟืองเฉียง

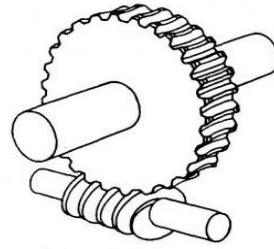
ค. แบบไฮพอยด์

รูปที่ 1.12 เฟืองดอกจอกแบบต่าง ๆ

2.7 เฟืองสุริยะแพนเนทารี (Planetary) ดังรูปที่ 1.13 จะเป็นชุดของเฟือง ซึ่งตัวหนึ่งจะเป็นเฟืองที่มีฟันนอก เฟืองที่มีฟันในเรียกว่าเฟืองวงแหวน (Ring Gear) เฟืองที่มีฟันนอกเรียกว่าเฟือง โคจร (หรือเฟืองสุริยะ) (Planetary Gear) ซึ่งโดยปกติแล้วจะมีเฟืองตัวกลางซึ่งเป็นเฟืองแบบฟันนอกตัวหนึ่งที่ขบกับเฟืองโคจร บางครั้งเรียกเฟืองตัวกลางนี้ว่าเฟืองตะวัน (Sun Gear) ชุดของเฟืองสุริยะซึ่งประกอบด้วยเฟืองทั้ง 3 ตัวนี้ แต่ละชุดสามารถที่จะให้อัตราส่วนความเร็วระหว่างเพลขาขับและเพลที่ถูกขับ หลายอัตราส่วน และแรงที่กระทำก็จะกระจายไปยังเฟืองทั้งสาม ทำให้ชุดเฟืองแบบนี้เหมาะที่จะใช้ในเครื่องจักรกลหนักที่ต้องถ่ายทอดกำลังสูง และต้องการอัตราส่วนความเร็วหลาย ๆ อัตรา เช่น ชุดเกียร์อัตโนมัติของรถยนต์ เป็นต้น



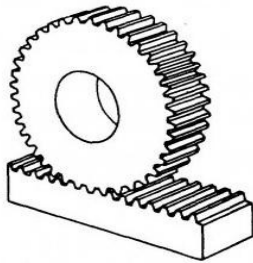
รูปที่ 1.13 ชุดเฟืองสุริยะ



รูปที่ 1.14 เฟืองตัวหนอน

2.8 เฟืองตัวหนอน (Worm Gear) ดังรูปที่ 1.14 เป็นเฟืองซึ่งมีฟันลักษณะเป็นสกรู และใช้ในการถ่ายทอดกำลังระหว่างเพลาสองเพลาส่งซึ่งตั้งฉากกัน แต่ไม่อยู่ในระนาบเดียวกัน เช่นเดียวกับเฟืองดอกจอกแบบไฮปอยด์ แต่เฟืองตัวหนอนเหมาะกับงานที่ตัวขับเคลื่อนมีความเร็วสูง ๆ และต้องการความเร็วของตัวที่ถูกขับเคลื่อนต่ำ ๆ

2.9 ชุดเฟืองสะพาน (Rack and Pinion) ดังรูปที่ 1.15 จะเป็นชุดเฟืองที่เปลี่ยนลักษณะการเคลื่อนที่แบบหมุนให้เป็นการเคลื่อนที่ในแนวเส้นตรง ซึ่งส่วนมากแล้วจะใช้ในการถ่ายทอดกำลังที่มีตัวขับเคลื่อนมีความเร็วรอบต่ำ ๆ และไม่ต้องรับแรงมากนัก เช่น ระบบบังคับเลี้ยวในรถยนต์ เป็นต้น



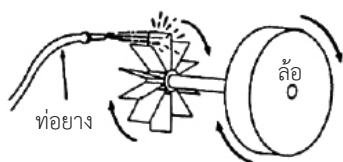
รูปที่ 1.15 ชุดเฟืองสะพาน



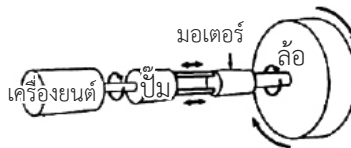
รูปที่ 1.16 การถ่ายทอดกำลังโดยใช้โซ่

3. การถ่ายทอดกำลังโดยใช้โซ่ (Chain Drive) การถ่ายทอดกำลังโดยใช้โซ่ ดังรูปที่ 1.16 จะคล้ายกับการถ่ายทอดกำลังโดยใช้สายพาน ซึ่งจะถ่ายทอดกำลังจากเพลานึงไปยังอีกเพลานึงที่ขนานกัน แต่การถ่ายทอดกำลังโดยใช้โซ่จะมีประสิทธิภาพมากกว่า และไม่ลื่นไถล

4. การถ่ายทอดกำลังโดยใช้ของเหลว (Fluid Drive) ที่เป็นการใช้ของเหลวเป็นตัวกลางในการถ่ายทอดกำลัง แบ่งออกเป็น 2 วิธี ดังรูปที่ 1.17 คือ การถ่ายทอดกำลังแบบไฮโดรไดนามิก (Hydrodynamic) ซึ่งถ่ายทอดกำลังโดยใช้ของเหลวในสภาวะที่มีความเร็วในการไหลสูงแต่ความดันต่ำ ระบบไฮโดรไดนามิกนี้จะใช้อุปกรณ์ถ่ายทอดกำลัง คือ ตัวเปลี่ยนรูปแรงบิด (Torque Converter) คัปปลิงของไหล (Fluid Coupling) เป็นต้น ส่วนอีกวิธีหนึ่ง คือ การถ่ายทอดกำลังแบบไฮโดรสแตติก (Hydrostatic) ซึ่งถ่ายทอดกำลังโดยใช้ของเหลวในสภาวะที่มีความดันสูง แต่ความเร็วในการไหลต่ำ โดยมีอุปกรณ์ที่ใช้ในการถ่ายทอดกำลัง คือ ปั๊ม และ มอเตอร์ไฮดรอลิก เป็นต้น



ก. ไฮโดรไดนามิก



ข. ไฮโดรสแตติก

รูปที่ 1.17 การถ่ายทอดกำลังโดยใช้ของเหลว

1.3 หน้าที่ของระบบถ่ายทอดกำลัง

เพื่อที่จะถ่ายทอดกำลังจากเครื่องยนต์ไปยังอุปกรณ์ที่จะทำงานให้เหมาะสมกับสภาวะการทำงานนั้น ระบบถ่ายทอดกำลังของเครื่องจักรกลมีหน้าที่ที่สำคัญ ดังนี้

1. เชื่อมต่อและตัดกำลังที่ส่งจากตัวต้นกำเนิดไปยังอุปกรณ์ที่จะทำงาน หน้าที่นี้เพื่อที่จะสนองตอบสภาวะการทำงานของเครื่องจักรกล ในกรณีที่เครื่องจักรกลนั้นมีได้ทำงานต่อเนื่องตลอดเวลา อาจจะมีการหยุดทำงานชั่วคราวเพื่อเปลี่ยนสภาวะการทำงาน เช่น เปลี่ยนความเร็ว หรือเปลี่ยนทิศทางของการเคลื่อนที่เป็นต้น

2. ระบบถ่ายทอดกำลังจะต้องสามารถเปลี่ยนอัตราส่วนความเร็วได้ตามต้องการ ซึ่งหมายความว่า ความเร็วรอบที่ออกมาจากตัวต้นกำเนิดกำลังนั้น สามารถที่จะเปลี่ยนความเร็วให้เหมาะสมกับอุปกรณ์ทำงานที่เข้ามารับการถ่ายทอดได้

3. กลับทิศทางการเคลื่อนที่ เครื่องจักรกลจะต้องสามารถเดินหน้าหรือถอยหลังได้ ดังนั้นระบบถ่ายทอดกำลังจึงต้องสามารถกลับทิศทางการเคลื่อนที่ได้เมื่อต้องการ

4. แบ่งกำลังและจัดความเร็วระหว่างตัวรับการถ่ายทอดได้ ยกตัวอย่างเช่น ในขณะที่รถยนต์เข้าโค้ง ชูดเฟืองบังคับเลี้ยว ซึ่งรับกำลังที่ถ่ายทอดมาจากเครื่องยนต์นั้น จะต้องแบ่งกำลังและปรับความเร็วล้อทั้งสองด้านให้ไม่เท่ากัน (ล้อด้านนอกต้องหมุนเร็วกว่าล้อด้านใน) มิฉะนั้นรถยนต์จะเลี้ยวไม่ได้

สรุปสาระสำคัญ

1. การเคลื่อนที่ในระบบเครื่องกลแบ่งออกเป็น 3 ประเภทหลัก ได้แก่ การหมุน (Rotary), การเคลื่อนตรง (Linear), และการสั่น (Oscillating)

2. การส่งผ่านกำลังจากตัวต้นกำเนิดไปยังจุดทำงานปลายทางสามารถกระทำผ่านชิ้นส่วนกล เช่น เฟือง สายพาน คั่นโยก หรือเพลลา

3. อุปกรณ์แต่ละชนิดเหมาะสมกับลักษณะการใช้งานที่แตกต่างกัน เช่น เฟืองเหมาะกับการถ่ายทอดกำลังที่ต้องการความแม่นยำ ส่วนสายพานเหมาะกับการส่งกำลังระยะไกล

4. ความเข้าใจเรื่องของการเคลื่อนที่และการส่งกำลังจะช่วยให้สามารถวิเคราะห์การทำงานของเครื่องจักรพื้นฐาน ตลอดจนออกแบบหรือปรับปรุงระบบกลไกให้มีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้น