

หน่วยการเรียนรู้ที่ ๗
ระบบส่งกำลัง
ทางกล



สาระสำคัญ

ระบบการส่งกำลังของเครื่องจักรกลมีหลายแบบ แล้วแต่ความเหมาะสมของแต่ละประเภทงานที่ทำมีหลักการส่งกำลังโดยจะเป็นการส่งกำลังจากเพลาชับส่งกำลังไปยังเพลตามหรือเพลางาน ระบบการส่งกำลังของเครื่องจักรกล เช่น การส่งกำลังด้วยเฟือง โซ่ สายพาน คัปปลิ่ง (Coupling) เปลา และลูกเบี้ยว

สาระการเรียนรู้

1. ระบบส่งกำลัง
2. การส่งกำลังด้วยสายพานแบน
3. การส่งกำลังด้วยสายพานลิ้มหรือสายพานวี
4. ระบบส่งกำลังด้วยสายพานอัตราทดรวม

1. แสดงความรู้เกี่ยวกับหลักการคำนวณหาระบบส่งกำลังทางกล
2. คำนวณหาระบบส่งกำลังทางกล เพื่อใช้ในการออกแบบตามหลักการ

สมรรถนะ
ประจำหน่วย

1. อธิบายความหมายของระบบส่งกำลังได้
 2. คำนวณหาขนาดของล้อสายพานชนิดต่างๆ ได้
 3. คำนวณหาความเร็วรอบของล้อสายพานชนิดต่างๆ ได้
 4. อธิบายถึงการส่งถ่ายกำลังด้วยสายพานแบนและสายพานวีได้
 5. คำนวณหาอัตราทดของระบบส่งกำลังด้วยสายพานแบนและสายพานวีได้
-

จุดประสงค์การเรียนรู้

ระบบการส่งกำลังของเครื่องจักรกลที่ใช้ตามโรงงานอุตสาหกรรมมีหลายแบบ แล้วแต่ความเหมาะสมของแต่ละประเภทงานที่ทำ ซึ่งหลักการส่งกำลังของเครื่องจักรกลจะเป็นการส่งกำลังจากต้นกำลังหรือเรียกว่า เพลาขับ ส่งกำลังไปยังจุดที่ต้องการ เพื่อนำกำลังงานไปใช้งานเรียกว่า เพลาตาม หรือเพลางาน

ระบบการส่งกำลังของเครื่องจักรกล ได้แก่ การส่งกำลังด้วยเฟือง โซ่ สายพาน คัปปลิ่ง (Coupling) เพลา และลูกเบี้ยว

1. ระบบส่งกำลัง

สายพานเป็นส่วนหนึ่งของเครื่องจักรที่ใช้ส่งกำลังจากจุดหนึ่งไปอีกจุดหนึ่ง โดยเป็นการส่งกำลังแบบอ่อนตัวและสามารถส่งกำลังเพื่อเปลี่ยนทิศทางได้ด้วย สายพานที่ใช้ในปัจจุบันสามารถแบ่งออกเป็น 4 ประเภทหลัก ได้แก่ สายพานแบน (Flat Belt) สายพานวี (V-Belt) สายพานกลม (Ropes) และสายพานไทม์มิ่ง (Timing Belt)

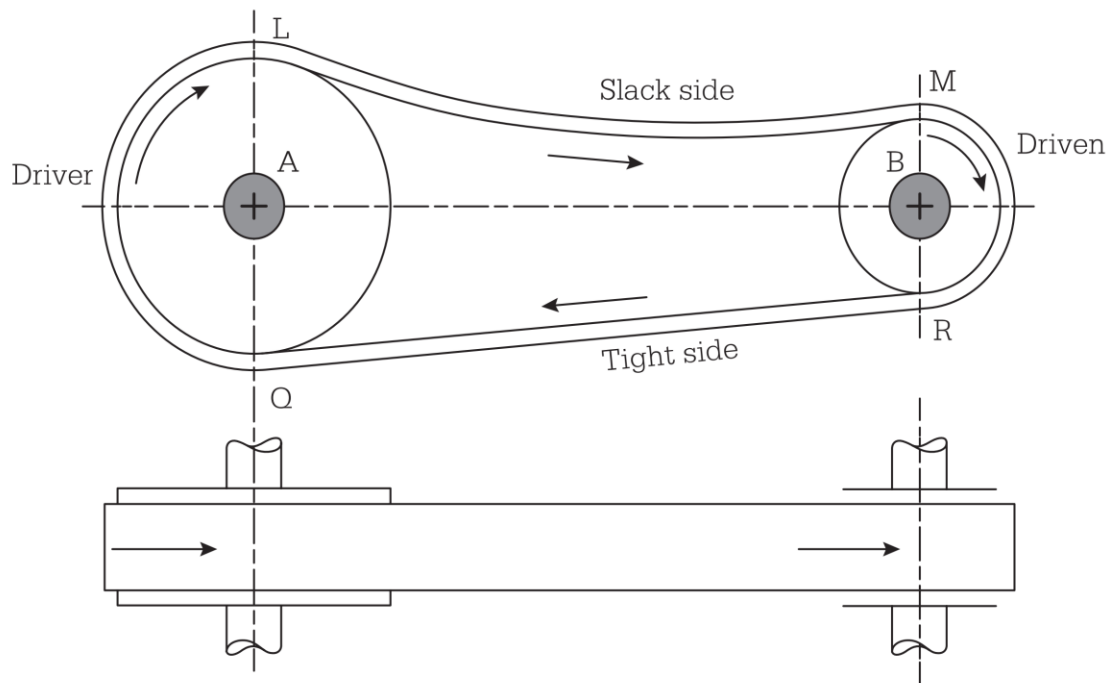
ในหน่วยการเรียนรู้นี้จะกล่าวถึงสายพานแบนและสายพานวี เนื่องจากเป็นสายพานที่ส่วนใหญ่ใช้กับเครื่องจักรกลตามโรงงานต่างๆ และสามารถส่งกำลังได้ดีกว่าสายพานแบบอื่นๆ

2. การส่งกำลังด้วยสายพานแบน

2. การส่งกำลัง ด้วยสายพานแบน

2.1 ลักษณะของสายพานแบน

สายพานแบนเป็นวัสดุที่ทำจากหนัง ผ้า หรือพลาสติก มีหน้าตัดของสายพานเป็นรูปสี่เหลี่ยมผืนผ้า ซึ่งสายพานแบนจะใช้กับงานที่ส่งกำลังมากๆ การส่งกำลังของสายพานแบน มี 3 แบบ คือ แบบวิธีเปิด (Open Drive) แบบไขว้ (Cross Drive) และแบบกึ่งไขว้ (Quarter Twist Drive)

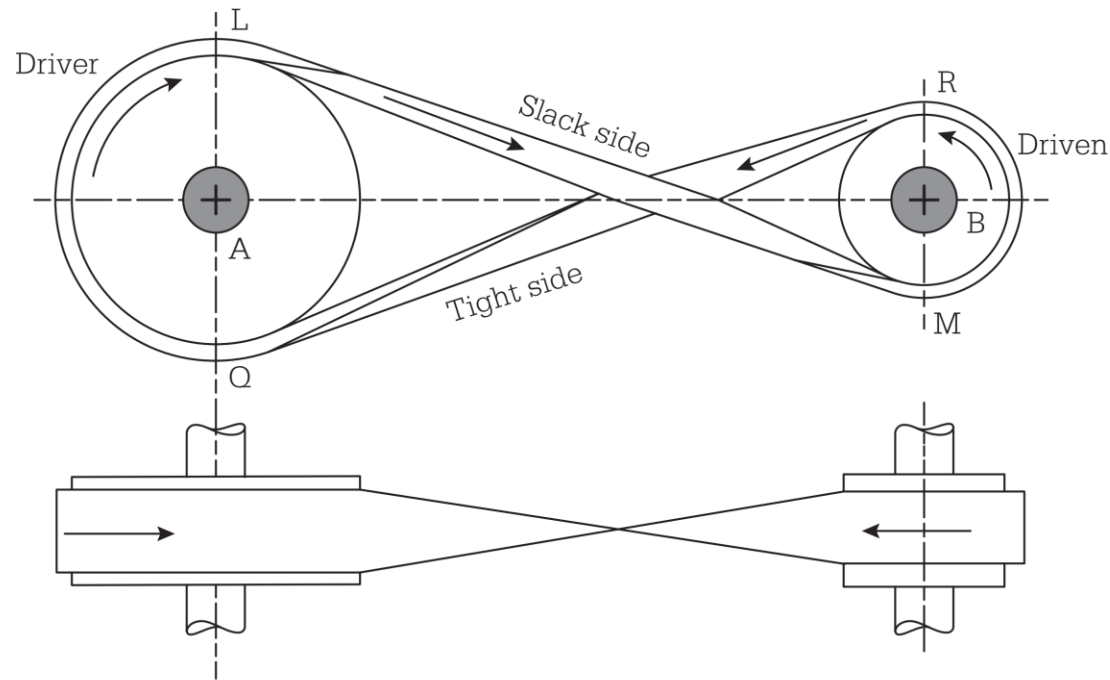


2. การส่งกำลังด้วยสายพานแบน

2.2 รูปแบบของการใช้งานสายพานแบน

การส่งกำลังจากพูลเลย์ (Pulley) ตัวขับไปยังพูลเลย์ตัวตามด้วยสายพานแบน มีรูปแบบดังนี้

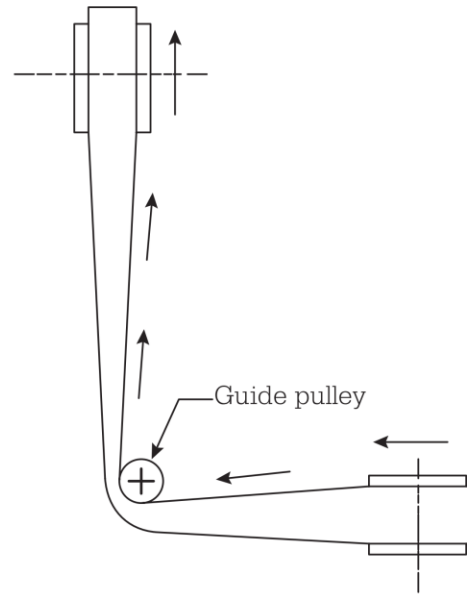
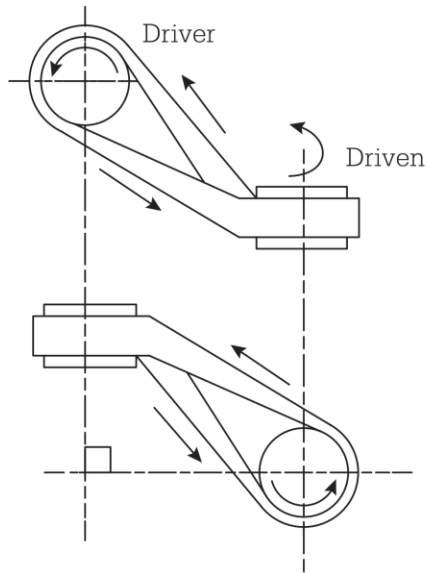
2.2.1 Open Belt Drive เป็นการใช้งานลักษณะที่พูลเลย์ขับไปยังพูลเลย์ตัวตามหมุนไปในทิศทางเดียวกัน



2. การส่งกำลังด้วยสายพานแบน

2.2 รูปแบบของการใช้งานสายพานแบน

2.2.2 Crossed or Twist Belt Drive เป็นการใช้งานลักษณะที่พูลเลย์ตัวขับและตัวตามหมุนไปในทิศทางตรงข้ามกัน เหมาะสำหรับ การส่งกำลังที่ไม่ต้องการความเร็วรอบสูงและมีข้อควรระวังตรงจุดที่สายพานไขว้กัน ซึ่งมีโอกาสที่จะเกิดการเสียดสีกันเอง ทำให้อายุการใช้งานสั้นลง



2. การส่งกำลังด้วยสายพานแบน

2.2 รูปแบบของการใช้งานสายพานแบน

2.2.3 Quarter Turn Belt Drive หรือเรียกว่า Right Angle Belt Drive เป็นการติดตั้งสายพานแบนในลักษณะที่ต้องการให้พูลเลย์ทั้งสองหมุนในทิศทางที่ทำมุมกัน 90 องศา และเพื่อเป็นการป้องกันไม่ให้สายพานลื่นไถลออกจากพูลเลย์ ควรกำหนดให้ความกว้างของพูลเลย์กว้างมากกว่าหรือเท่ากับ 1.4 เท่าของความกว้างของสายพานแบน

2. การส่งกำลัง ด้วยสายพานแบน

สายพานแบนเป็นการส่งกำลังโดยการอาศัยการโยงสายพานถึงกันระหว่างล้อขับกับล้อตาม ดังรูปแบบ Open Belt Drive ลักษณะของล้อขับและล้อตามจะเป็นล้อกลม ผิวด้านบนของล้อจะเกลี้ยงเรียบหมุนได้รอบ การส่งกำลังจะต้องให้ความเร็วรอบของล้อขับกับล้อตามเท่ากันเสมอ

เมื่อ

ล้อขับ d_1 แทนขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางล้อขับ มีหน่วยเป็น มิลลิเมตร

n_1 แทนความเร็วรอบของล้อขับ มีหน่วยเป็น รอบต่อนาที

V_1 แทนความเร็วรอบของล้อขับ ซึ่งเท่ากับ $\frac{\pi d_1 \times n_1}{1,000 \times 60}$

ล้อตาม d_2 แทนขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางล้อขับ มีหน่วยเป็น มิลลิเมตร

n_2 แทนความเร็วรอบของล้อขับ มีหน่วยเป็น รอบต่อนาที

V_2 แทนความเร็วรอบของล้อขับ ซึ่งเท่ากับ $\frac{\pi d_2 \times n_2}{1,000 \times 60}$

ล้อที่มีขนาดโตจะมีความเร็วรอบช้ากว่าล้อที่มีขนาดเล็ก

$$V_1 = V_2$$

$$\frac{\pi d_1 \times n_1}{1,000 \times 60} = \frac{\pi d_2 \times n_2}{1,000 \times 60}$$

$$d_1 n_1 = d_2 n_2$$

$$\frac{n_1}{n_2} = \frac{d_2}{d_1}$$

ตัวอย่างที่ 1

ชุดส่งกำลังมอเตอร์

แบบสายพานแบน มีความเร็วรอบ

1,400 รอบต่อนาที

ล้อขับเคลื่อนเส้นผ่าศูนย์กลาง

250 มิลลิเมตร

ล้อตามขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง

1,750 มิลลิเมตร จงคำนวณหา

ความเร็วรอบของล้อตามและ

อัตราทดของชุดส่งกำลังนี้

วิธีทำ คำนวณหาความเร็วรอบของล้อตาม

จากสูตร

$$d_1 n_1 = d_2 n_2$$

แทนค่า $250 \times 1,400 = 1,700 \times n_2$

จัดใหม่จะได้ $n_2 = \frac{250 \times 1,400}{1,750}$

$$= 200 \text{ รอบ/นาที}$$

ดังนั้น ความเร็วรอบของล้อตามเท่ากับ 200 รอบต่อนาที

ตอบ

คำนวณหาอัตราทดของชุดส่งกำลัง

จากสูตร

$$i = \frac{n_1}{n_2}$$

แทนค่า $i = \frac{1,400}{200}$

$$= \frac{7}{1}$$

ดังนั้น อัตราทดของชุดส่งกำลังเท่ากับ 7 : 1

ตอบ

สายพานลีมหรือสายพานวีมีลักษณะหน้าตัดของสายพานเป็นรูปสี่เหลี่ยมคางหมู เป็นสายพานที่จับล้อยแน่นไม่เลื่อนหลุดไปกับล้อยสายพาน นิยมใช้กับการส่งกำลังใน เครื่องจักรอุตสาหกรรม

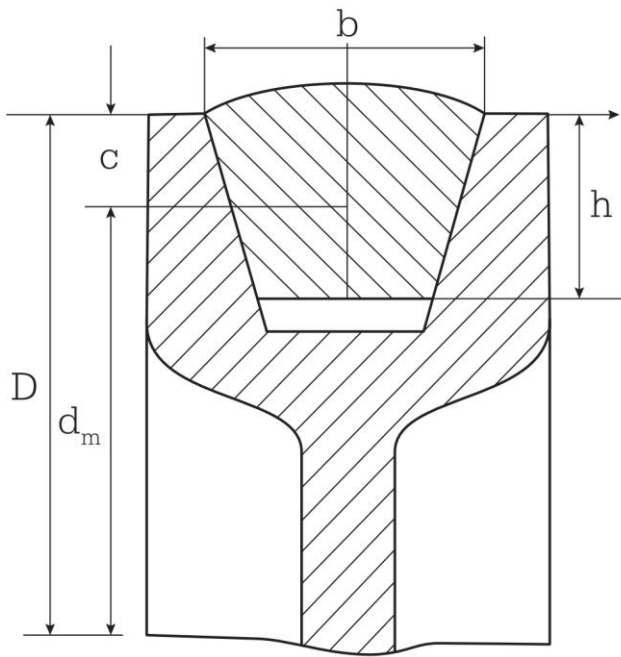
3. การส่งกำลังด้วยสายพานลีมหรือสายพานวี

ตารางแสดงค่าระยะ (c) ของสายพานลิ้ม

ความกว้างของสายพาน (b) mm	5	6	8	10	13	17	20	25	12	40	50
ระยะ (c) mm	1.5	2	2.5	3	4	5	6	8	10	12	16

3. การส่งกำลังด้วยสายพานลิ้มหรือสายพานวี

3. การส่งกำลัง ด้วยสายพานลิ่ม หรือสายพานวี



ด้วยเหตุที่สายพานจะต้องวางฝังตัวอยู่ในร่องของล้อ หากใช้ค่า d หรือขนาดวัดเส้นผ่านศูนย์กลางกลางของล้อแทนค่าลงในสูตร $d_1 n_1 = d_2 n_2$ เพื่อคำนวณจะได้คำตอบที่คลาดเคลื่อนจากความเป็นจริงมาก ดังนั้นจึงให้ใช้ค่า d_m (ค่าเฉลี่ย) แทนเขียนใหม่

$$d_m = d - 2c$$

3. การส่งกำลังด้วยสายพานลิ่มหรือสายพานวี

โดยค่า c จะหาได้จากตารางค่าระยะและ d_m คือค่า d เฉลี่ย (d_{mean}) ส่วนการคำนวณรอบและอัตราทด ยังคงใช้สูตรเดิม แต่ต้องเปลี่ยนจาก d เป็น d_m แทน
เขียนใหม่เป็น

$$d_{m1}n_1 = d_{m2}n_2$$

และ

$$i = \frac{n_1}{n_2} = \frac{d_{m2}}{d_{m1}}$$

เมื่อ

d_{m1} แทนความยาวเส้นผ่านศูนย์กลางเฉลี่ยของล้อขับ มีหน่วยเป็น มิลลิเมตร (มม.) ซึ่งเท่ากับ $d_1 - 2c$

d_{m2} แทนความยาวเส้นผ่านศูนย์กลางเฉลี่ยของล้อตาม มีหน่วยเป็น มิลลิเมตร (มม.) ซึ่งเท่ากับ $d_2 - 2c$

ตัวอย่างที่ 2

ล้อยับและล้อยตามที่ใช้สายพาน
ลีมชุดหนึ่งเป็นล้อยขนาด
เส้นผ่านศูนย์กลางเท่ากับ
125 มม. และ 480 มม.
ตามลำดับ สายพานที่ใช้อยู่
มีหน้ากว้าง 13 มม.
หากล้อยับหมุน 750 รอบต่อ
นาที จงคำนวณความเร็วของ
ล้อยตามและอัตราทด

วิธีทำ	เมื่อพิจารณาค่า c ของสายพานลีมหน้ากว้าง 13 มม. จากตาราง จะได้ค่า	C	=	4 มม.
	จากสูตร			
		d_m	=	$d - 2c$
	จะได้			
		d_{m1}	=	$d_1 - 2c$
	แทนค่า			
		d_{m1}	=	$125 - (2 \times 4)$
			=	117 มม.
	และ			
		d_{m2}	=	$d_2 - 2c$
	แทนค่า			
		d_{m2}	=	$480 - (2 \times 4)$
			=	472 มม.

ตัวอย่างที่ 2 (ต่อ)
ล้อยับและล้อยตามที่ใช้สายพาน
ลิ้มชุดหนึ่งเป็นล้อยขนาด
เส้นผ่านศูนย์กลางเท่ากับ
125 มม. และ 480 มม.
ตามลำดับ สายพานที่ใช้อยู่
มีหน้ากว้าง 13 มม.
หากล้อยับหมุน 750 รอบต่อ
นาที จงคำนวณความเร็วของ
ล้อยตามและอัตราทด

จากสูตร $d_{m1} n_1 = d_{m2} n_2$

โจทย์กำหนด

$$n_1 = 750 \text{ รอบ/นาที}$$

$$n_2 = \text{..... รอบ/นาที}$$

$$i = \text{.....}$$

แทนค่า $117 \times 750 = 472 \times n_2$

$$n_2 = \frac{117 \times 750}{472}$$

$$= 186 \text{ รอบ/นาที}$$

ดังนั้น ความเร็วรอบของล้อยตามเท่ากับ 186 รอบต่อนาที

ตอบ

ตัวอย่างที่ 2 (ต่อ)

ล้อจับและล้อตามที่ใช้สายพาน
ลิ้มชุดหนึ่งเป็นล้อขนาด
เส้นผ่านศูนย์กลางเท่ากับ
125 มม. และ 480 มม.
ตามลำดับ สายพานที่ใช้อยู่
มีหน้ากว้าง 13 มม.
หากล้อจับหมุน 750 รอบต่อ
นาที จงคำนวณความเร็วของ
ล้อตามและอัตราทด

คำนวณหาอัตราทด

จากสูตร

$$i = \frac{n_1}{n_2}$$

แทนค่า

$$\begin{aligned} i &= \frac{750}{186} \\ &= \frac{4.03}{1} \end{aligned}$$

ดังนั้น อัตราทดเท่ากับ 4.03 : 1

หรือคำนวณได้จากสูตร

$$i = \frac{d_{m2}}{d_{m1}}$$

แทนค่า

$$\begin{aligned} i &= \frac{472}{117} \\ &= \frac{4.03}{1} \end{aligned}$$

ดังนั้น อัตราทดเท่ากับ 4.03 : 1

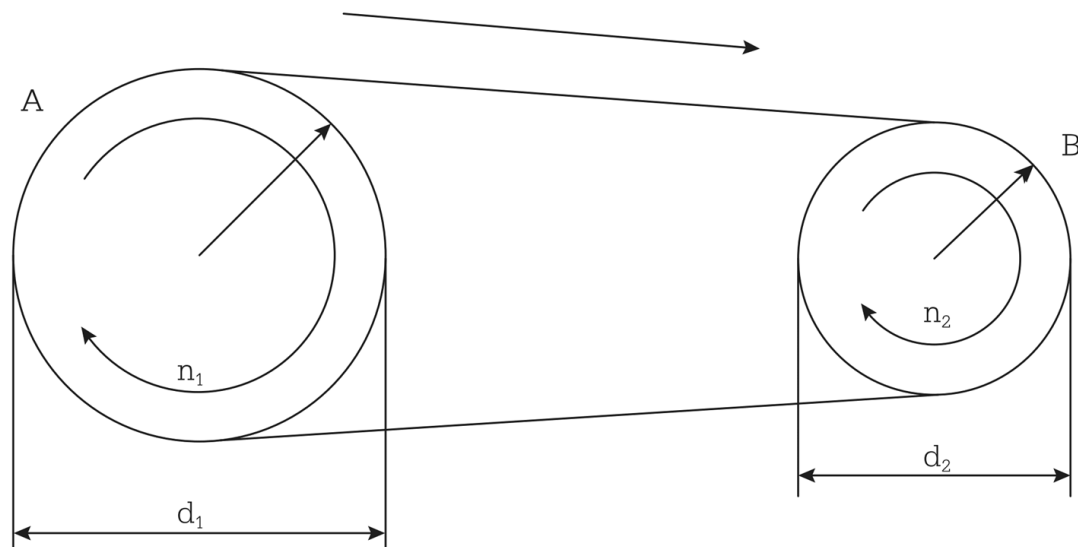
ตอบ

ตอบ

อัตราทดสายพาน คือการที่มีการส่งกำลังจากตัวขับ (Driver ณ จุดที่ A) มาตำแหน่งตัวถูกขับ (Driven ณ จุดที่ B) ผ่านพูลเลย์และสายพานส่งกำลัง ซึ่งจะทำให้รอบและแรงบิดเปลี่ยนไปมากหรือน้อยขึ้นอยู่กับขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางของพูลเลย์ตัวขับและติดตาม

ระบบส่งกำลังด้วยสายพาน มี 2 แบบ คือแบบส่งกำลังด้วยอัตราทดเดี่ยวและแบบส่งกำลังด้วยอัตราทดรวม

4. ระบบส่งกำลังด้วยสายพานอัตราทดรวม

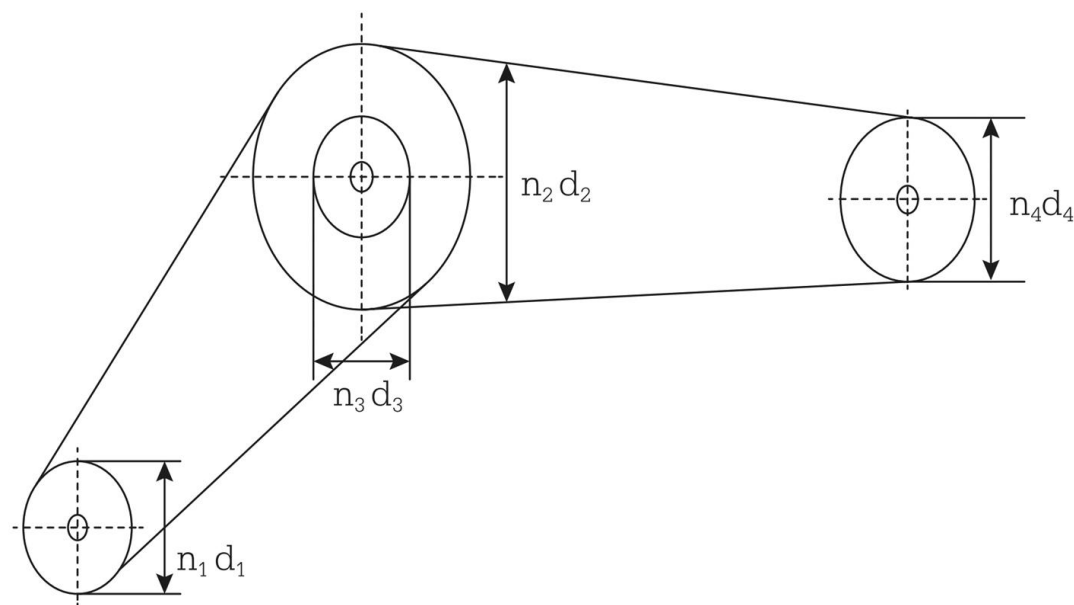


รูปแสดงชุดส่งกำลัง

ตัวขับ A ส่งกำลังผ่านสายพานไปยังตัวตาม B

4. ระบบส่งกำลังด้วยสายพาน อัตราทดรวม

4.1 ระบบส่งกำลังด้วยอัตราทดเดียว
เป็นการส่งกำลังด้วยล้อสายพานเพียงล้อเดียว



รูปแสดงระบบส่งกำลังด้วยอัตราทดรวมของสายพาน

4. ระบบส่งกำลังด้วยสายพาน อัตราทดรวม

4.2 ระบบส่งกำลังด้วยอัตราทดรวม

เป็นการส่งกำลังที่มีชุดล้อขับและล้อตาม 2 ชุด มีล้อสายพานทั้งหมด 4 ล้อ คือ d_1 d_2 d_3 และ d_4 ส่วนความเร็วรอบจะมี 4 ตัว คือ n_1 n_2 n_3 และ n_4 แต่ n_2 เท่ากับ n_3 เพราะอยู่ชุดเดียวกัน

4. ระบบส่งกำลังด้วย สายพานอัตราทดรวม

ความสัมพันธ์ของสูตรมีดังนี้

เมื่อ

d_1 แทนขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางของล้อขับ มีหน่วยเป็น มม.

d_2 แทนขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางของล้อตาม มีหน่วยเป็น มม.

n_1 แทนความเร็วรอบของล้อขับ มีหน่วยเป็น รอบต่อวินาที

n_2 แทนความเร็วรอบของล้อตาม มีหน่วยเป็น รอบต่อวินาที

i แทนอัตราทด

****เฉพาะสายพานในร่อง ไม่รวม timing belt**

โดยที่จุด a คือตำแหน่งขับ (Driver)

จุด b คือตำแหน่งถูกขับ (Driven)

4. ระบบส่งกำลังด้วย สายพานอัตราทดรวม

กรณีสายพานเคลื่อนที่ความเร็วรอบทั้งสองสายพานเท่ากัน

จะได้สูตร

$$d_1 n_1 = d_2 n_2$$

หรือ

$$\frac{n_1}{n_2} = \frac{d_2}{d_1}$$

หากอัตราส่วนความเร็วรอบของล้อขับต่อความเร็วรอบของ
ล้อตาม เรียกว่า อัตราทด ใช้เขียนแทนด้วย i สามารถคำนวณได้
จากสูตร

$$i = \frac{n_1}{n_2}$$

แต่

$$\frac{n_1}{n_2} = \frac{d_2}{d_1}$$

ดังนั้น

$$i = \frac{n_1}{n_2} = \frac{d_2}{d_1}$$

วิธีทำ

คำนวณหาความเร็วรอบของล้อตาม ได้จากสูตร

$$d_1 n_1 = d_2 n_2$$

แทนค่า
จัดใหม่จะได้

$$80 \times 1,200 = 120 \times n_2$$

$$\begin{aligned} n_2 &= \frac{80 \times 1,200}{120} \\ &= 800 \text{ รอบ/นาที} \end{aligned}$$

ดังนั้น ความเร็วรอบของล้อตามเท่ากับ 800 รอบต่อนาที

ตอบ

ตัวอย่างที่ 3

กำหนดให้ล้อสายพาน d_1 ขนาด
เส้นผ่านศูนย์กลาง 80 มม. ติดอยู่กับ
เพลาของมอเตอร์ที่หมุนได้
1,200 รอบต่อนาที ถูกส่งกำลังมายัง d_2
ด้วยสายพานแบนขนาด
เส้นผ่านศูนย์กลาง 120 มม.
จงคำนวณหาความเร็วรอบของล้อตาม
และอัตราทด

คำนวณหาอัตราทด ได้จากสูตร

$$\begin{aligned} i &= \frac{n_1}{n_2} \\ \text{แทนค่า} \quad i &= \frac{1,200}{800} \\ &= \frac{1.5}{1} \end{aligned}$$

ดังนั้น อัตราทดเท่ากับ 1.5 : 1

ตอบ

ตัวอย่างที่ 3 (ต่อ)

กำหนดให้ล้อสายพาน d_1 ขนาด
เส้นผ่านศูนย์กลาง 80 มม. ติดอยู่กับ
เพลาของมอเตอร์ที่หมุนได้
1,200 รอบต่อนาที ถูกส่งกำลังมายัง d_2
ด้วยสายพานแบนขนาด
เส้นผ่านศูนย์กลาง 120 มม.
จงคำนวณหาความเร็วรอบของล้อตาม
และอัตราทด

ตัวอย่างที่ 4

ชุดส่งกำลังด้วยสายพานวีมี
ขนาดล้อขับเส้นผ่านศูนย์กลาง
175 มม. หมุนด้วยความเร็ว-
รอบ 1,400 รอบต่อนาที
สายพานมีหน้ากว้าง 17 มม.
หากล้อตามมีขนาดเส้นผ่าน-
ศูนย์กลาง 250 มม.

จงคำนวณหา

ก. ความเร็วรอบของล้อตาม

วิธีทำ

ก. สายพานกว้าง 17 มม. มีระยะ (c) เท่ากับ 5 มม.

จากสูตร

$$d_m = d - 2c$$

$$d_{m1} = d_1 - 2c$$

$$\begin{aligned} d_{m1} &= 175 - (2 \times 5) \\ &= 165 \text{ มม.} \end{aligned}$$

$$d_{m2} = d_2 - 2c$$

$$\begin{aligned} d_{m2} &= 250 - (2 \times 5) \\ &= 240 \text{ มม.} \end{aligned}$$

ตัวอย่างที่ 4 (ต่อ)

ชุดส่งกำลังด้วยสายพานรียมี
ขนาดล้อขับเส้นผ่านศูนย์กลาง
175 มม. หมุนด้วยความเร็ว-
รอบ 1,400 รอบต่อนาที
สายพานมีหน้ากว้าง 17 มม.
หากล้อตามมีขนาดเส้นผ่าน-
ศูนย์กลาง 250 มม.

จงคำนวณหา

ก. ความเร็วรอบของล้อตาม

จากสูตร

$$d_{m1} n_1 = d_{m2} n_2$$

แทนค่า

$$165 \times 1,400 = 240 \times n_2$$

จัดใหม่จะได้

$$n_2 = \frac{165 \times 1,400}{240}$$

$$= 962.5 \text{ รอบ/นาที}$$

ดังนั้น ความเร็วรอบของล้อตามเท่ากับ 962.5 รอบต่อนาที

ตอบ

ตัวอย่างที่ 4 (ต่อ)

ชุดส่งกำลังด้วยสายพานวีมี
ขนาดล้อขับเส้นผ่านศูนย์กลาง
175 มม. หมุนด้วยความเร็ว-
รอบ 1,400 รอบต่อนาที
สายพานมีหน้ากว้าง 17 มม.
หากล้อตามมีขนาดเส้นผ่าน-
ศูนย์กลาง 250 มม.

จงคำนวณหา

ข. อัตราทดของชุดส่งกำลัง

ข. อัตราทดของชุดส่งกำลัง หาได้จากสูตร

$$i = \frac{d_{m2}}{d_{m1}}$$

แทนค่า

$$i = \frac{240}{165}$$

$$= \frac{1.45}{1}$$

ดังนั้น อัตราทดของชุดส่งกำลัง 1.45 : 1

ตอบ