บทเรียนที่ 6

ระบบส่งกำลัง

ด้วยสายพาน

คณิตศาสตร์ช่างเชื่อม (Welding Mathematics)

สาระสำคัญ

ในการทำงานเกี่ยวกับเครื่องจักรกลต้องมีการส่งกำลัง
เพื่อให้เครื่องจักรสามารถเคลื่อนที่ในแนวต่าง ๆ ได้
เช่น การหมุน การส่งถ่าย
ระบบส่งกำลังมีด้วยกันหลายชนิด
การส่งกำลังด้วยสายพานเป็นการส่งกำลังชนิดหนึ่ง
สายพานที่ใช้ในการส่งกำลังก็มีหลายแบบ เช่น
สายพานลิ่ม สายพานแบน สายพานกลม
ต้องคำนวณในเรื่อง ส่งกำลังให้เหมาะสม
เพื่อจะได้เกิดการทำงานที่มีประสิทธิภาพ

1 การส่งกำลังด้วยสายพาน

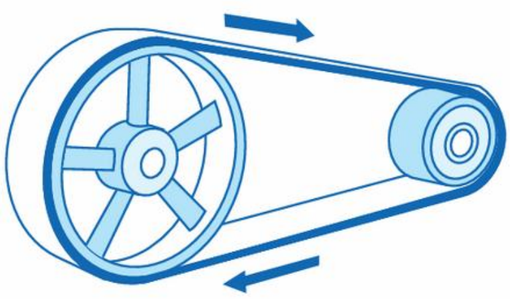
การส่งกำลังด้วยสายพาน (Belt) เป็นการส่งกำลัง โดยอาศัยหลักการความฝืดของสายพานกับล้อสายพานและเกิดเป็นแรงเสียดทาน แบ่งตามลักษณะของสายพานซึ่งมีหลายชนิด

ข้อดี ของการส่งกำลังด้วยสายพาน คือ สามารถส่งถ่ายกำลังที่มีระยะห่างระหว่างเพลาทั้งสองได้มากกว่าการส่งกำลังด้วยเฟือง มีการยืดหยุ่นตัวดี การส่งกำลังไม่เกิดเสียงดัง ราคาถูก

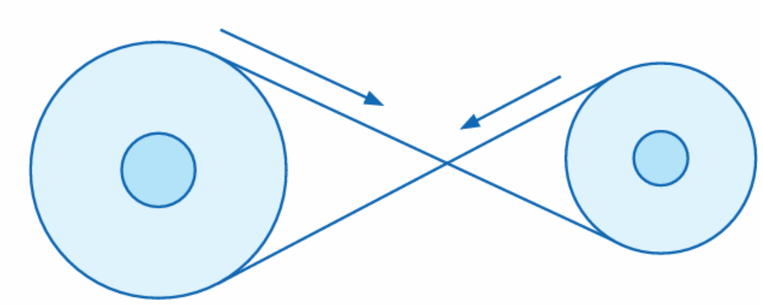
ส่วนข้อเสีย คือ ไม่เหมาะสำหรับงานที่ต้องการอัตราทดแน่นอน ไม่เหมาะกับงานบางสภาวะ และมีความแข็งแรงน้อยกว่าเฟือง

สายพานแบ่งตามลักษณะหน้าตัดที่นิยมใช้มีอยู่ 4 แบบ

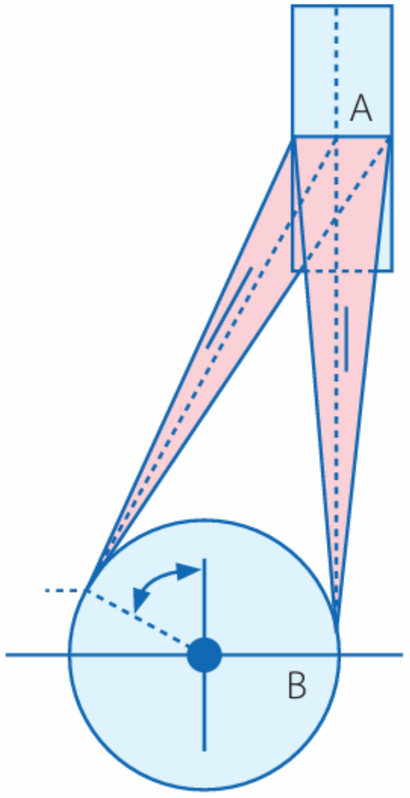
1.1 **สายพานแบน** วัสดุทำจากหนัง ผ้า หรือพลาสติก ใช้กับงานที่ส่งกำลังมาก ๆ การส่งกำลังของสายพานแบนมี 3 แบบ คือ แบบวิธีเปิด (Open Drive) แบบไขว้ (Cross Drive) และแบบกึ่งไขว้ (Quarter Twist Drive)



แสดงการส่งกำลังสายพานแบนแบบเปิด



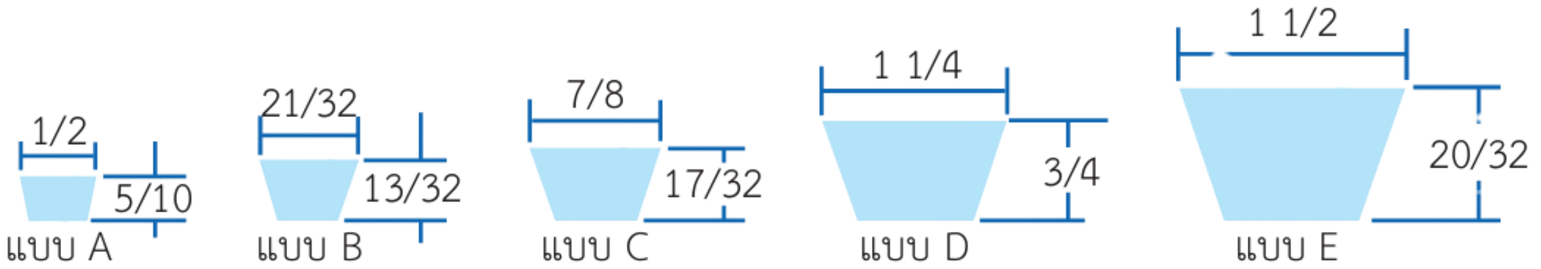
แสดงการส่งกำลังสายพานแบนแบบเปิด



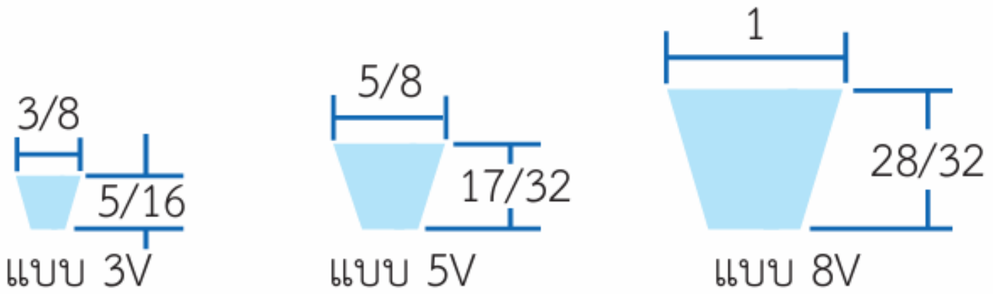
แสดงการส่งกำลังสายพานแบนแบบเปิด

1.2 สายพานลิ่ม หรือสายพานวี (V-Belt) มีพื้นที่หน้าตัดเป็นรูปสี่เหลี่ยมคางหมู ใช้กันมาก ในงานเครื่องกล มีใช้กันอยู่ 2 แบบ คือ

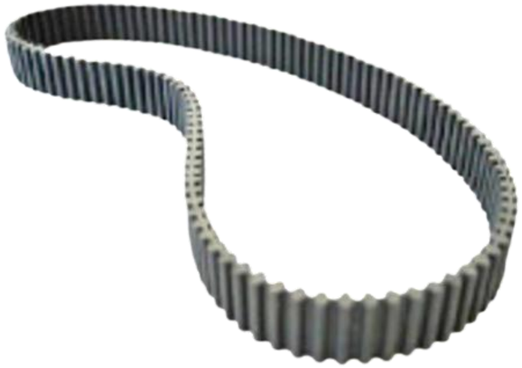
1. สายพานลิ่มมาตรฐาน เป็นสายพานลิ่มที่มีใช้กันอยู่ทั่วไป มีหน้าตัดของสายพานที่ใช้กันอยู่ประจำ คือ แบบ A B C D และ E ดังรูป



2. สายพานลิ่มหน้าแคบ นิยมใช้ในงานเครื่องกล ที่ใช้การส่งกำลังจากมอเตอร์ของเครื่องจักร มีหน้าตัดแบบ 3V 5V และ 8V ดังรูป



1.3 **สายพานไทม์มิ่ง (Timing Belt)** เป็นสายพานที่ไม่มีการลื่นไถล ทำเป็นฟันสำหรับยึด ซึ่งลักษณะของฟันก็มีหลายอย่าง มีชื่อเรียกหลายชื่อ มีอัตราทดที่แน่นอน เพราะใช้หลักการของเฟือง หรือโซ่ ส่งกำลังได้เงียบกว่าการส่งกำลังด้วยเฟือง โซ่ แต่ราคาแพง



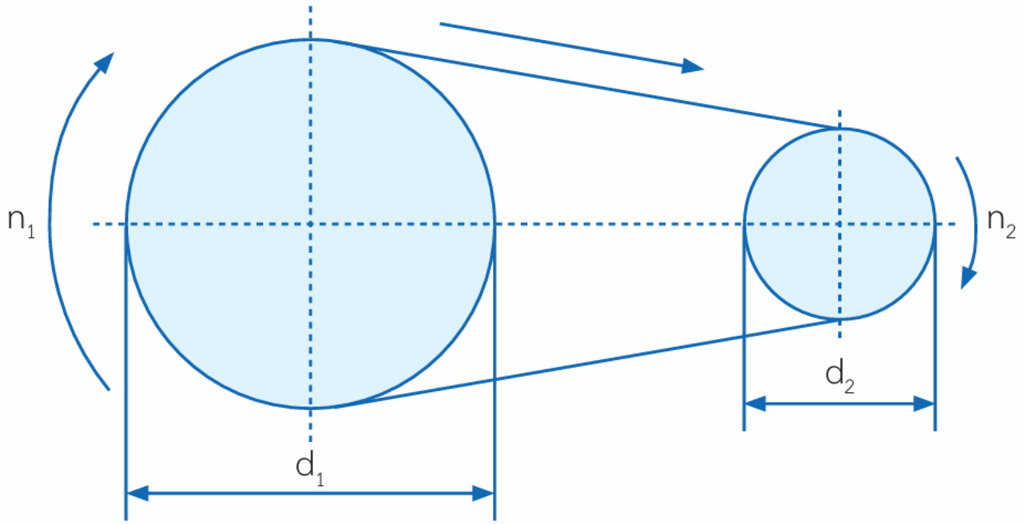
แสดงสายพานไทม์มิ่ง

1.4 **สายพานกลม (Round Belt)**
ใช้กับงานที่ต้องการส่งกำลังน้อย ๆ เช่น จักรเย็บผ้า ส่วนในเครื่องจักรกลไม่ค่อยมีใช้ เพราะส่งกำลังได้น้อย

แสดงสายพานกลม

2 ระบบส่งกำลังด้วยสายพานทดเดี่ยว

ระบบส่งกำลังด้วยสายพานทดเดี่ยว จะเป็นการส่งกำลังด้วยล้อสายพานเพียงล้อเดียว



แสดงแบบส่งกำลังทดเดี่ยว

กำหนดสัญลักษณ์และหน่วยดังนี้

d_1 = ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางของล้อขับ (mm)

d_2 = ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางของล้อตาม (mm)

n_1 = ความเร็วรอบของล้อขับ (rpm)

n_2 = ความเร็วรอบของล้อตาม (rpm)

เมื่อสายพานเคลื่อนที่ความเร็วรอบทั้งสองสายพานเท่ากัน

$$\therefore \quad d_1 n_1 = d_2 n_2$$

หรือ

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

ซึ่งอัตราส่วนความเร็วรอบของล้อขับต่อความเร็วรอบของล้อตามเรียกว่า อัตราทด ใช้สัญลักษณ์แทนด้วย i

หรือ

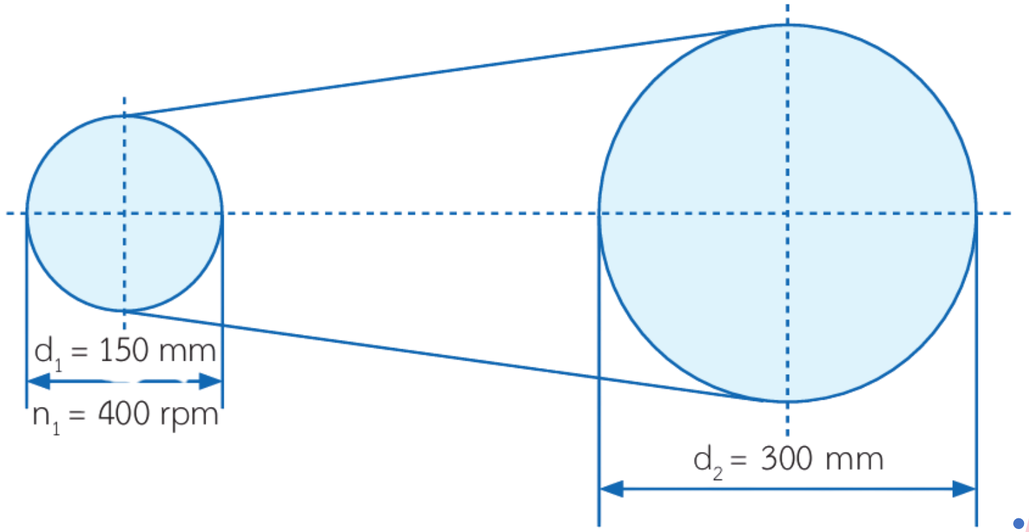
$$i = \frac{n_1}{n_2}$$

แต่

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

$$\therefore \quad \text{อัตราทด (i)} = \frac{n_1}{n_2} = \frac{d_2}{d_1}$$

ตัวอย่าง ถ้าล้อขับมีเส้นผ่านศูนย์กลาง 150 mm มีความเร็วรอบ 400 rpm และล้อตาม มีเส้นผ่านศูนย์กลาง 300 mm จงคำนวณหาความเร็วรอบของล้อตาม



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

ย้ายข้างสมการเพื่อหา n_2

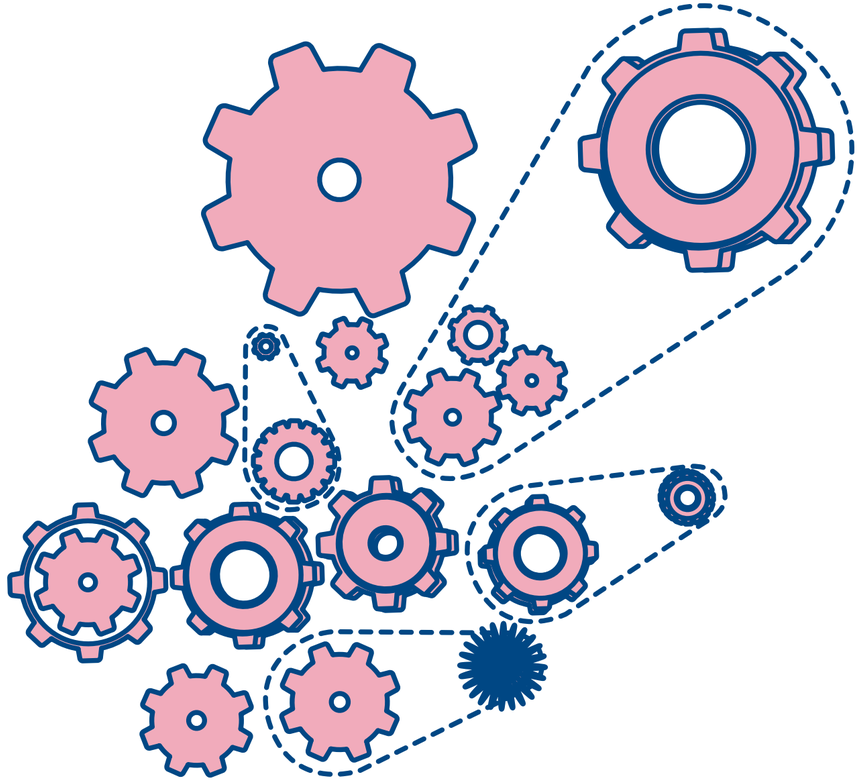
จะได้ $n_2 = \frac{n_1 d_1}{d_2}$

$= \frac{400 \times 150}{300}$

$\therefore$ ความเร็วของล้อตาม $= 200$ rpm **ตอบ**

3 ระบบส่งกำลังด้วยอัตราทดรวม

ระบบส่งกำลังอัตราทดรวม หมายถึง
อัตราการส่งกำลังที่มีชุดล้อขับและล้อตาม 2 ชุด
มีล้อสายพาน ทั้งหมด 4 ตัว คือ d1 d2 d3 และ d4
และความเร็วรอบก็จะมี 4 ตัวเหมือนกัน
คือ n1 n2 n3 และ n4 แต่ n2 = n3
เพราะอยู่เพลาเดียวกัน สาเหตุที่ต้องใช้อัตราทดรวม
เพราะการส่งกำลัง มีอัตราทดสูง
ถ้าส่งด้วยอัตราทดเดี่ยว
ล้อสายพานจะมีขนาดใหญ่มาก



ตารางแสดงค่า C ของสายพานลิ่ม

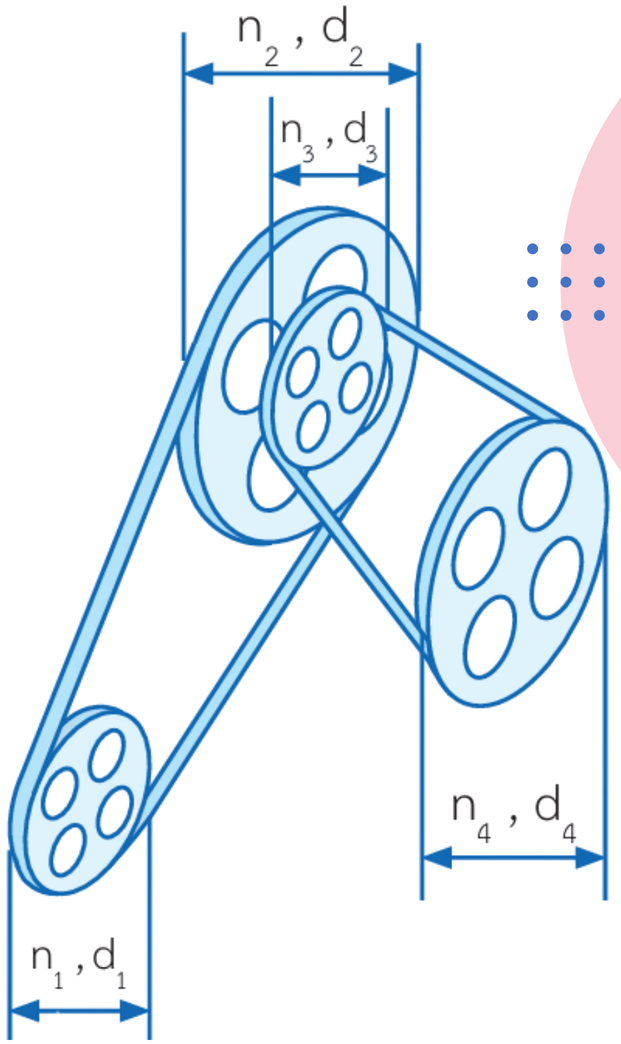
อัตราทดรวม $i = i_1 \times i_2$

ความเร็วของล้อตาม $i_1 = \frac{n_1}{n_2} = \frac{d_2}{d_1}$

$i_2 = \frac{n_3}{n_4} = \frac{d_4}{d_3}$

ดังนั้น $i = \frac{n_1}{n_2} \times \frac{n_3}{n_4}$ ($n_2 = n_3$ เพราะอยู่แกนเดียวกัน)

$i = \frac{n_1}{n_4}$ หรือ $= \frac{d_1}{d_2} \times \frac{d_4}{d_3}$

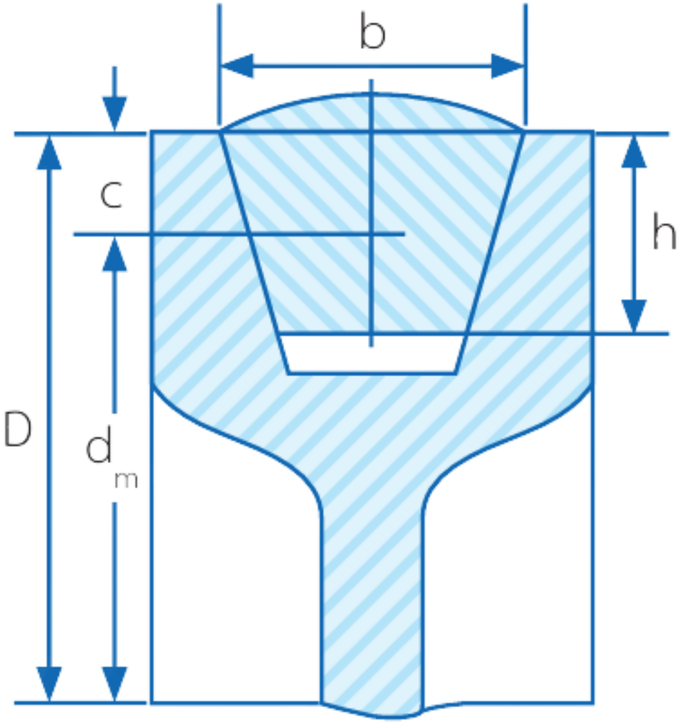


แสดงแบบส่งกำลังทดรวม

4 ระบบส่งกำลังของสายพานลิ่ม

สายพานลิ่ม (Wedge Belt) มีลักษณะเป็นรูปสี่เหลี่ยมคางหมู เป็นสายพานที่จับล้อแน่น ไม่เลื่อน (Slip) ถูไปกับล้อสายพาน ซึ่งจะต้องพาดอยู่บนล้อ ซึ่งเซาะขอบ เป็นร่องตัววีรับไว้

b	=	ความกว้างด้านบนของสายพาน (Top Width)
h	=	ความสูงรวมของสายพาน (Total Height)
c	=	ความสูงส่วนบน (Top Height)
D	=	ความลึกทั้งหมด (Total Depth)
d_m	=	ความหนาต่ำสุดของสายพาน (Minimum Thickness)



แสดงส่วนต่าง ๆ ของสายพานลิ่ม

ตารางแสดงค่า c ของสายพานลิ่ม

ความกว้างของสายพาน (b) mm	5	6	8	10	13	17	20	25	32	40	50
ระยะ (c) mm	1.5	2	2.5	3	4	5	6	8	10	12	16

ด้วยเหตุสายพานจะต้องวางฝังตัวอยู่ในร่องของล้อ การใช้ค่า D
จะได้คำตอบที่คลาดเคลื่อนไปจากเดิม จึงใช้ค่า dm แทน และหาได้จากสูตร

$$d_m = D - 2c$$

โดยที่ค่า c หาได้จากตาราง
ส่วนการคำนวณหาความเร็วรอบและอัตราทดก็ใช้สูตรการคำนวณเหมือนสายพานแบน

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