บทที่ 2
หลักการและทฤษฎี

การขับเคลื่อนมอเตอร์ไฟฟ้าเพื่อขับโหลด สามารถทำได้สอดคล้องและง่ายกับความต้องการ อีกวิธีหนึ่งที่นิยมทำกันมากคือ ใช้สายพานขับระหว่างมอเตอร์กับโหลด ซึ่งสายพานส่วนใหญ่จะมี 2 ชนิดคือ สายพานแบบแบน (Flat Belts) และสายพานลิ่ม (V-Belts) การตั้งความตึงหรือหย่อนของสายพานสามารถทำได้โดยการดึงหรือปรับมอเตอร์ อาจจะติดตั้งบนรางหรือฐานที่เลื่อนได้ หากสายพานหย่อนเกินไปจะทำให้สายพานกับพู่เลย์เกิดสลิพ (Slip) หากตั้งสายพานตึงจนเกินไป อาจจะทำให้เกิดอันตรายต่อแบริ่งสายพานเอง และเพลาของมอเตอร์ ส่วนข้อดีอีกอย่างหนึ่งของการส่งกำลังผ่านทางสายพาน คือ สามารถเลือกความเร็วรอบของโหลดได้โดยการเลือกขนาดของพู่เลย์ ตามอัตราส่วนเส้นผ่านศูนย์กลางวงล้อพู่เลย์ตาม กับวงล้อมอเตอร์พู่เลย์ขับ จะเท่ากับอัตราส่วนของความเร็วของล้อมอเตอร์พู่เลย์ และของวงล้อพู่เลย์ตาม

2.1 มอเตอร์ (Motor)

มอเตอร์ (Motor) คือ เครื่องกลที่ใช้สำหรับเปลี่ยนพลังงานไฟฟ้า ออกมาเป็นพลังงานกล

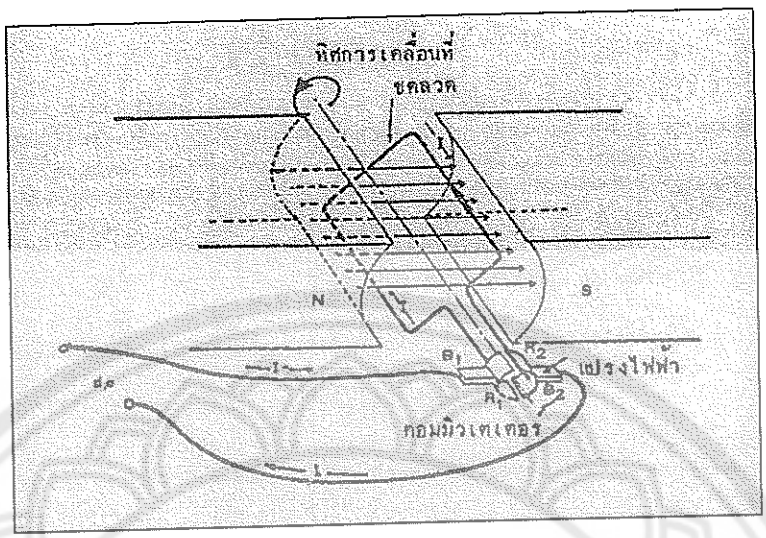
2.1.1 ส่วนประกอบที่สำคัญของมอเตอร์

- ขั้วแม่เหล็ก N และ S ซึ่งทำหน้าที่สร้างสนามแม่เหล็กในมอเตอร์ขั้วแม่เหล็ก อาจเป็นแม่เหล็กถาวร หรืออาจทำจากแม่เหล็กไฟฟ้าก็ได้ ในมอเตอร์ เรียกขั้วแม่เหล็ก N และ S นี้ว่า สเตเตอร์ (Stator)

- ขดลวดอาร์เมเจอร์ (Armature) ซึ่งหมุนได้รอบตัว เมื่อมีกระแสไฟฟ้าผ่านเข้าไปในขดลวดอาร์เมเจอร์ที่วางอยู่ในสนามแม่เหล็ก จะทำให้เกิดแรงกระทำต่อขดลวด แล้วเกิดโมเมนต์คู่ควบ หมุนขดลวดอาร์เมเจอร์

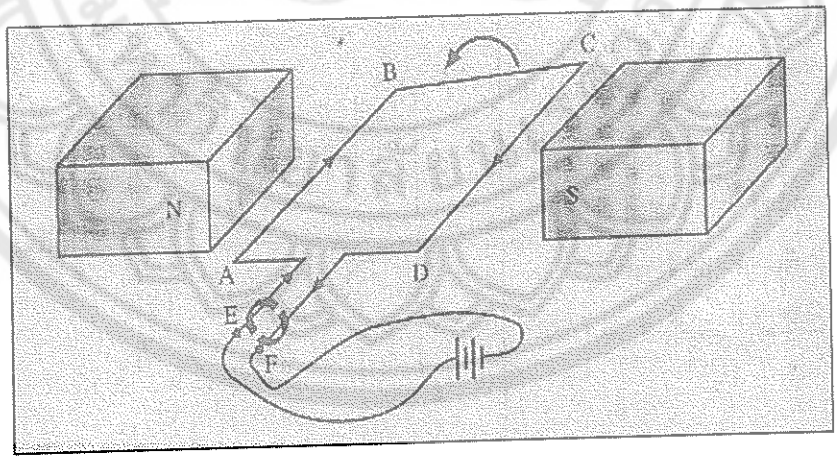
- วงแหวนผ่าซีก หรือ Commutates เป็นส่วนประกอบสำคัญ ที่จะทำให้กระแสที่ไหลผ่านขดลวดอาร์เมเจอร์ ไหลในทิศที่ทำให้เกิดโมเมนต์คู่ควบ หมุนขดลวดอาร์เมเจอร์ในทิศเดียวกันตลอดเวลา

- แปรงคาร์บอน ทำหน้าที่สัมผัสเบาๆ กับ Commutates โดยที่แปรงทั้งสองอยู่กับที่ และใช้สำหรับต่อกับวงจรไฟฟ้า



รูปที่ 2.1 การทำงานของมอเตอร์

(ที่มา : รติภรณ์ ผดุงเกียรติ ฟิสิกส์ราชมงคล)



รูปที่ 2.2 การทำงานของมอเตอร์

(ที่มา : รติภรณ์ ผดุงเกียรติ ฟิสิกส์ราชมงคล)

2.1.2 ลักษณะของมอเตอร์

ลักษณะของมอเตอร์นั้นคล้ายไดนาโม แต่มีส่วนที่สำคัญ คือ แหวนครึ่งซีก เพื่อทำหน้าที่บังคับให้กระแสวิ่งอยู่ทางเดียว ถ้าไม่มีแหวนครึ่งซีกแล้ว ขดลวดจะพลิกกลับไปมา

เริ่มแรก ลวดด้าน AB อยู่ติดกับแหวน E ลวดด้าน CD อยู่ติดกับแหวน F ตามรูป กระแสเข้าตามทิศทาง EAB (เข้าไปข้างใน) และกระแสออกทางด้าน CDF (ออกมาข้างนอก) พอให้กระแสเข้าขดลวด เริ่มหมุนในทิศทวนเข็มนาฬิกา สมมติลวดหมุนได้ครึ่งรอบ จะเห็นว่าลวด CD มาแทน AB และ AB มาแทน CD จังหวะนี้ลวด AB จะได้กระแสตามทิศ CDF ลวด CD จะได้กระแสทิศ EAB ทำให้ขดลวดนี้ สามารถหมุนไปได้ทางเดียวเรื่อยๆ

ถ้าหากไม่มีแหวนครึ่งซีก คือ เป็นแหวน 2 วง กระแสไม่มีถูกตัดช่วง ลวดแต่ละฝ่ายจะได้รับกระแสทางเดียวตลอด ทำให้ขดลวดพลิกกลับไปกลับมา

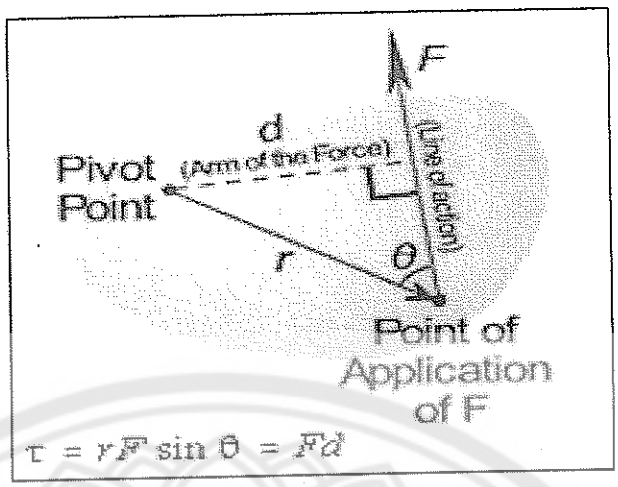
2.2 สูตรการคำนวณที่เกี่ยวข้องกับมอเตอร์

2.2.1 ทอร์ค (Torque)

ทอร์ค คือ ความพยายามของแรงที่จะทำให้เกิดการหมุน มีขนาดเท่ากับผลคูณของแรงกับระยะตั้งฉาก จากจุดหมุนไปยังแนวแรง

ทอร์คเป็นปริมาณเวกเตอร์ โดยคำจำกัดความของทอร์ค (Torque) คือ ผลคูณเวกเตอร์ระหว่าง เวกเตอร์ชี้ตำแหน่ง (r) ของจุดที่ถูกแรงถูกกระทำ (พิจารณาจากจุดหมุนไปยังจุดดังกล่าว) และแรงที่กระทำ (F) ($\tau = r \times F$)

ตามคำจำกัดความของการครอสเวกเตอร์ ขนาดของทอร์คเท่ากับขนาดของ r คูณกับขนาดของ F คูณด้วยค่า sin(Φ) (Φ) คือ มุมระหว่างเวกเตอร์ r กับ F ($\tau = r F \sin(\Phi)$ $r \sin(\Phi)$ เท่ากับขนาดของระยะทาง d ซึ่งเป็นระยะระหว่างแกนหมุนกับแนวแรงกระทำ ($r \sin(\Phi) = d$ (ตามรูป) ระยะทาง d นี้ถูกเรียกอีกชื่อหนึ่งว่า "แขนของแรง" ตอนนี้ทอร์คสามารถเขียนเป็นสูตรได้ว่า $\tau = F \times d$ (ทอร์คเท่ากับผลคูณระหว่างแรงกับแขนของแรง) ทอร์คสามารถเรียกอีกชื่อหนึ่งว่า "แรงบิด" เนื่องจากมันเป็นผลของการบิดหมุนของวัตถุเพราะแรงภายนอก



รูปที่ 2.3 การบิดหมุนของวัตถุ

(**ที่มา** : รติภรณ์ ผดุงเกียรติ ฟิสิกส์ราชมงคล)

สมการ

ทอร์ค

$$\tau = rF \sin \theta = FD \tag{2.1}$$

ทอร์คในรูปของเวกเตอร์

$$\tau = r\,F \sin \Phi = r\,F_{\perp} = r_{\perp}\,F \tag{2.2}$$

เมื่อ

τ คือทอร์คหน่วยเป็นนิวตัน - เมตร (N.m) เป็นปริมาณเวกเตอร์

F คือแรงหน่วยนิวตัน (N) เป็นปริมาณเวกเตอร์

r คือระยะจากจุดหมุนไปตั้งฉากกับแนวแรงหน่วยเมตร (m) หรือแขนหมุนมีทิศจาก จุดหมุนยังแนวแรง เป็นปริมาณเวกเตอร์

หมายเหตุ เพื่อความสะดวกในการคำนวณเราสามารถจะแยกองค์ประกอบของ F ให้ตั้งฉากกับ r หรือแยกองค์ ประกอบของ r ให้ตั้งฉากกับ F ก็ได้

2.3 การควบคุมมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสสลับ

2.3.1 การควบคุมมอเตอร์สามารถทำได้ 2 วิธีคือ

2.3.1.1 แบบเลือกความเร็ว

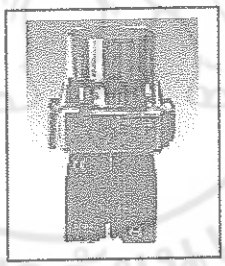
แบบนี้เลือกได้ว่าให้มอเตอร์ที่หมุนด้วยความเร็วต่ำหรือความเร็วสูงคือเลือกให้คอนแทคเตอร์ K1 ทำงาน หรือ K2 ทำงานถ้ามอเตอร์หมุนที่ความเร็วต่ำก่อนสามารถเปลี่ยนไปที่ความเร็วสูงได้เลย แต่ถ้าหมุนด้วยความเร็วสูงต้องเปลี่ยนเป็นความเร็วต่ำจะต้องกดสวิทช์ปุ่มกดหยุดการทำงานเสียก่อนเพื่อชะลอความเร็ว แล้วจึงกดสวิทช์ปุ่มกดให้คอนแทคเตอร์ของความเร็วต่ำทำงาน วงจรเหมาะสำหรับใช้เมื่อมี โหลดน้อยๆ ที่เพลาของมอเตอร์

2.3.1.2 แบบควบคุมให้หมุนเรียงตามลำดับความเร็ว

แบบนี้มอเตอร์จะต้องหมุนที่ความเร็วต่ำก่อนเสมอแล้วจึงไปหมุนที่ความเร็วสูงได้โดยใช้รีเลย์ช่วย (K3A) ช่วยในการควบคุม การลดความเร็วจากสูงมาต่ำต้องหยุดก่อนแล้วจึงเริ่มใหม่ที่ความเร็วต่ำวงจรนี้เหมาะสมกับงานที่มีโหลดที่เพลาของมอเตอร์มาก

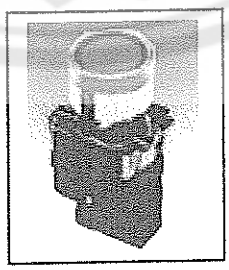
2.3.2 การควบคุมให้มอเตอร์หมุนเรียงตามลำดับความเร็ว (Selective speed control)

อุปกรณ์ที่ใช้ในการควบคุม



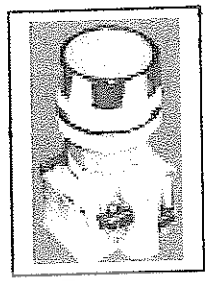
รูปที่ 2.4 สวิตช์ปุ่มกดสีแดงปกติปิด 1 ตัว = S1 (Push Button switch N.C.)

(**ที่มา** : http://edu.e-tech.ac.th/mdec/learning/e-web/sara018.html)



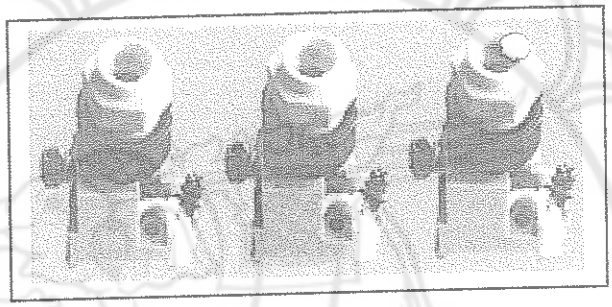
รูปที่ 2.5 สวิตช์ปุ่มกดสีเขียวปกติเปิด 1 ตัว = S2 (Push Button switch N.O.)

(**ที่มา** : http://edu.e-tech.ac.th/mdec/learning/e-web/sara018.html)



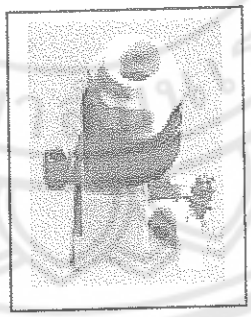
รูปที่ 2.6 สวิตซ์ปุ่มกดสีเหลืองปกติเปิด 1 ตัว = S3 (Push Button switch N.O.)

(ที่มา : http://edu.e-tech.ac.th/mdec/learning/e-web/sara018.html)



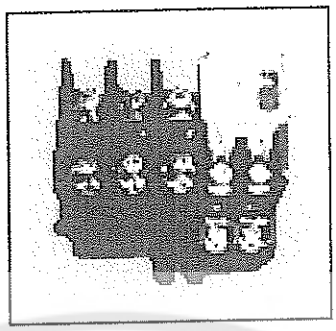
รูปที่ 2.7 คาร์ทริดฟิวส์ วงจรกำลัง 3 ตัว = F1 (Power Fuse)

(ที่มา : http://edu.e-tech.ac.th/mdec/learning/e-web/sara018.html)



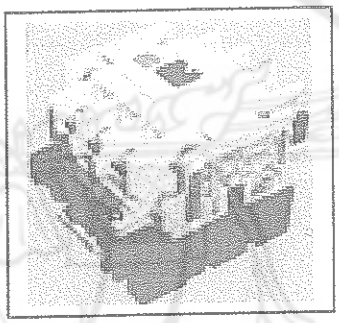
รูปที่ 2.8 คาร์ทริดฟิวส์วง จรควบคุม1 ตัว = F2 (Control Fuse)

(ที่มา : http://edu.e-tech.ac.th/mdec/learning/e-web/sara018.html)



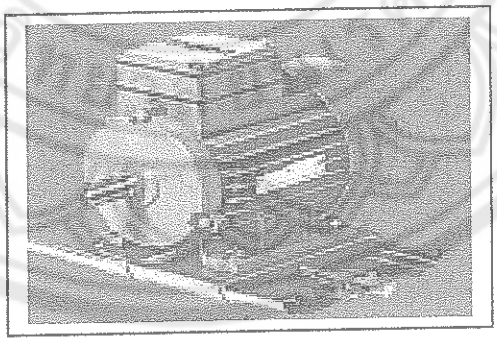
รูปที่ 2.9 โอเวอร์โหลกรีเลย์ 2 ตัว=F3,F4

(**ที่มา** : http://edu.e-tech.ac.th/mdec/learning/e-web/sara018.html)



รูปที่ 2.10 แมคเนติคคอนแทคเตอร์ 2 ตัว = K1,K2

(**ที่มา** : http://edu.e-tech.ac.th/mdec/learning/e-web/sara018.html)



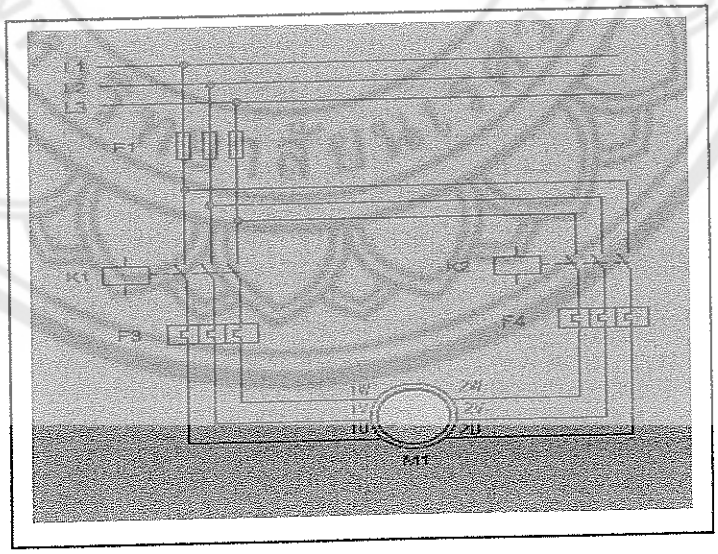
รูปที่ 2.11 มอเตอร์ไฟฟ้ากระแสสลับ 3 เฟส

(**ที่มา** : www.hitachi-hitt.com/home/products_threephas)

ตารางที่ 2.1 ความหมายสัญลักษณ์อักษรกำกับวงจร

สัญลักษณ์	ความหมาย
S1	สวิตช์ปุ่มกดหยุดเดินมอเตอร์ (Push Button Stop)
S2	สวิตช์ปุ่มกดเดินมอเตอร์ความเร็วต่ำ (Push Button Low Speed)
S3	สวิตช์ปุ่มกดเดินมอเตอร์ความเร็วสูง (Push Button Hinge Speed)
F1	ฟิวส์ป้องกันวงจรกำลัง (Power Fuse)
F2	ฟิวส์ป้องกันวงจรควบคุม (Control Fuse)
F3	ส่วนป้องกันมอเตอร์ทำงานที่ความเร็วต่ำ (Overload Relay)
F4	ส่วนป้องกันมอเตอร์ทำงานที่ความเร็วสูง (Overload Relay)
K1	แมคเนติคคอนแทคเตอร์ต่อความเร็วต่ำ (Low Speed Contactor)
K2	แมคเนติคคอนแทคเตอร์ต่อความเร็วสูง (Hinge Speed Contactor)
K3A	รีเลย์ช่วย (Auxiliary relay)
M1	มอเตอร์ 3 เฟสแบบสองความเร็ว (3 Phase Induction Motor 2 Speed)

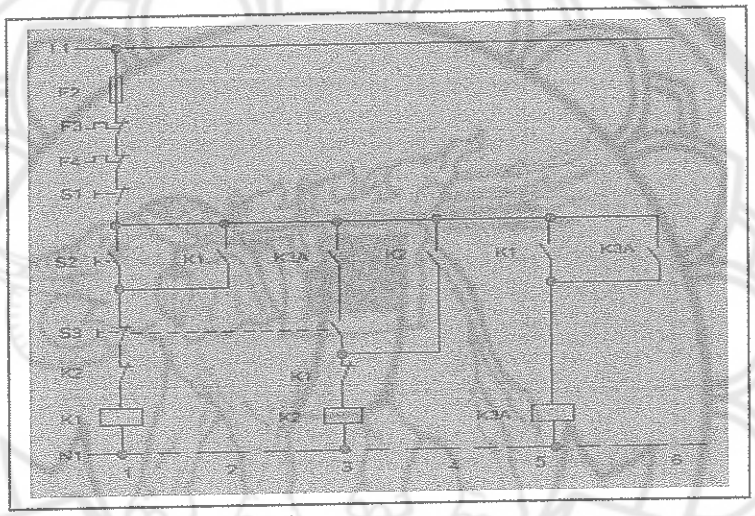
2.3.3 วงจรการควบคุมมอเตอร์หมุนเรียงลำดับความเร็ว (Selective speed control)



รูปที่ 2.12 วงจรกำลัง

(**ที่มา** : http://edu.e-tech.ac.th/mdec/learning/e-web/sara018.html)

วงจรกำลัง Y นี้เป็นวงจรกำลังมอเตอร์ 2 ความเร็วแบบมีขดลวดสเตเตอร์ 2 ชุดแยกกัน ถ้า 1U, 1V, 1W ต่อเข้ากับสายเมนมอเตอร์ มอเตอร์จะเป็นแบบ 8 ขั้วหมุน 750 รอบ/นาที และถ้า 2U, 2V, 1W ต่อเข้าสายเมนมอเตอร์จะเป็นแบบ 2 ขั้วหมุน 300 รอบ/นาที ลักษณะการควบคุมคล้ายกลับการกลับทางหมุนมอเตอร์คือให้คอนแทคเตอร์ K1 และ K2 สลับกันทำงาน ดังนั้นคอนแทคเตอร์ทั้งสองต้องมีอินเตอร์ล็อค คอนแทค (Interlock contact) ซึ่งกันและกันด้วยลักษณะ ของขั้วจะไม่เป็นอัตราส่วน 2 : 1 เช่น 8/2P, 6/4P และ 6/2P เป็นต้น



รูปที่ 2.13 วงจรควบคุม

(**ที่มา** : http://edu.e-tech.ac.th/mdec/learning/e-web/sara018.html)

2.3.4 **ลำดับขั้นการทำงานการควบคุมให้มอเตอร์หมุนตามลำดับความเร็ว**

- กดสวิตช์ปุ่มกด S3 (ความเร็วสูง) ถ้ากดสวิตช์ S3 เพื่อต้องการให้มอเตอร์หมุนที่ความเร็วสูงเลย คอนแทคเตอร์ K2 จะไม่ทำงานต้องรอให้รีลย์ช่วย K3A ทำงานก่อน

- การทำงานที่ความเร็วต่ำ กดสวิตช์ปุ่มกด S2 มอเตอร์เริ่มหมุนที่ความเร็วต่ำ คอนแทคช่วยปกติปิดของ K1 ในแถวที่ 2 กำลังจะล็อคตัวเองและคอนแทคเตอร์ช่วย ปกติปิดในแถวที่ 3 ตัดวงจรคอนแทคเตอร์ K2 ไม่ให้ทำงานและคอนแทคช่วยปกติเปิดของคอนแทคเตอร์ K1 ในแถวที่ 5 จะต่อให้ K3A ทำงาน

- ขณะความเร็วต่ำ หลังจากที่คอนแทคเตอร์ K1 ทำงานแล้วคอนแทคเตอร์ช่วย K3A ในแถวที่ 3 จะต่อวงจรเพื่อเตรียมให้คอนแทคเตอร์ K2 ทำงาน

- เปลี่ยนการทำงานไปที่ความเร็วสูง เมื่อกดสวิตช์ปุ่มกด S3 คอนแทคเตอร์ K2 จะหยุดการทำงาน แต่คอนแทคเตอร์ K2 ทำงานแทนมอเตอร์หมุนที่ความเร็วสูง

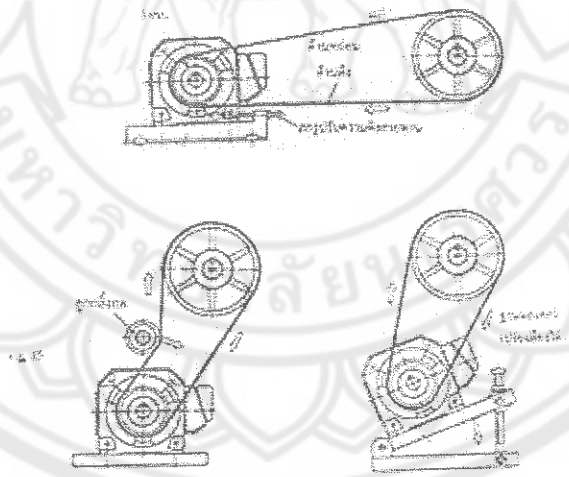
- ขณะทำงานที่ความเร็วสูง เมื่อคอนแทคเตอร์ K2 ทำงานคอนแทคเตอร์ K1 จะถูกอินเตอร์ล็อก (Interlock) ด้วยคอนแทคเตอร์ปกติปิดของ K2 ในแถวที่ 1 ดังนั้นถ้าเรากด S2 อีกครั้งหนึ่ง คอนแทคเตอร์ K1 ไม่สามารถทำงานได้

2.4 การติดตั้งการต่อประกับเครื่องจักรโหลดโดยใช้สายพาน

2.4.1 สายพาน (Belts)

สายพานลักษณะส่งกำลังด้วยแรง

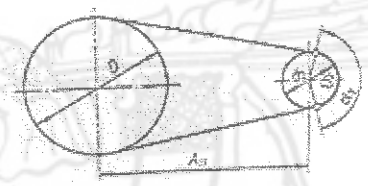
จะส่งถ่ายโมเมนต์ด้วยความเสียดทาน (Friction) ระหว่างล้อสายพานและสายพาน ส่วนการทำให้สายพานตึงนั้นจะได้จากการ กำหนด ให้ มีความยาวสายพานที่ถูกต้อง ด้วยการขยายระยะห่างระหว่างแกนเพลา เช่น ให้มอเตอร์ขับยึดอยู่ในรางเลื่อนได้หรือบนแท่นเอียงปรับขึ้นลงหรือใช้ลูก กลิ้งกดสายพานด้านหย่อน(ขณะส่งกำลัง)ให้อยู่ใกล้ด้านล้อพูเล่ (Pulley) ที่มีขนาดเล็กกว่าเพื่อให้มีการโอบของสายพานเพิ่มมากขึ้น (ดังรูปที่2.14 MC-BEL1) ยิ่งทำให้การส่งกำลังได้มากขึ้น



รูปที่ 2.14 MC-BEL1 การใช้อุปกรณ์ช่วยทำให้สายพานตึง

(**ที่มา** : http://www.gprecision.net/)

แรงตามขอบล้อสายพานที่ส่งกำลังจะทำให้สายพานเกิดการยืดตัวแบบยืดหยุ่นที่มีผลให้สายพาน เกิดการลื่นในขณะส่งกำลังบนล้อสายพาน =2% ของการส่งกำลังทั้งหมด ด้วยเหตุนี้สายพานที่มีลักษณะการส่งกำลังด้วยแรง จึงไม่เหมาะนำมาใช้งานในที่ต้องการอัตราทดที่เที่ยงตรงระหว่างเพลาตั้งแต่ 2 เพลาขึ้นไป โดยปกติจะต้องให้มีมุมโอบที่ล้อสายพานตัวเล็กให้มากเพียงพอที่การส่งกำลังจะเกิดขึ้นได้อย่างมีประสิทธิภาพ จึงต้องกำหนดอัตราทดสำหรับการส่งกำลังสายพานแบนให้ไม่เกิน I = มากกว่า 6 : 1 และระยะห่างระหว่างแกนล้อสายพาน a มากกว่าหรือเท่ากับ 1,2 (d1 + d2)ในกรณีที่อัตราทด I = มากกว่า 6 : 1 หรือในกรณีที่มุมโอบของสายพานด้านล้อสายพานตัวเล็กสุดน้อยกว่า 100 องศา ก็ให้ใช้ลูกกลิ้งกดสานพานที่มีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางอย่างน้อยที่สุดเท่ากับขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางของล้อสายพานตัวเล็ก ดังรูปที่ 2.15 MC-BEL2



รูปที่ 2.15 MC-BEL2แสดงมุมโอบ α_2 ที่ล้อพูเล่ย์เล็ก

(**ที่มา** : http://www.gprecision.net/)

ผลของการใช้ลูกกลิ้งกดสายพาน

- ทำให้เกิดภาระดัดสูงขึ้น
- ทำให้เกิดเสียงดังมากขึ้น
- ทำให้ประสิทธิภาพลดลง

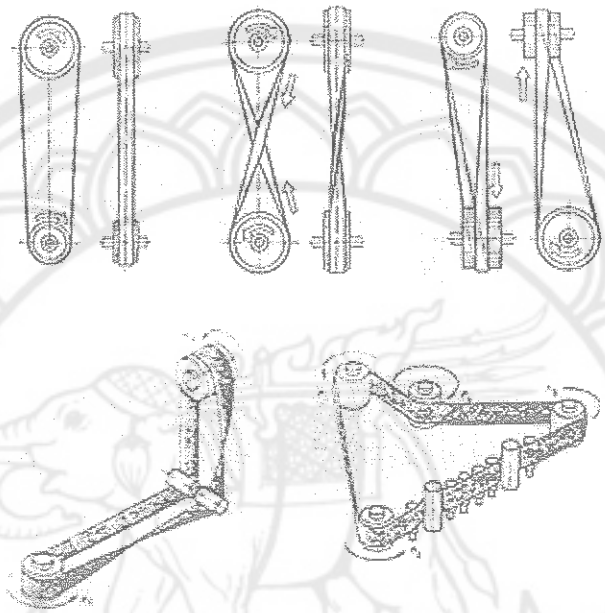
การใช้ลูกกลิ้งกดภายในสายพาน

- ทำให้มุมโอบล้อสายพานน้อยลง
- ถ้าเป็นไปได้ควรวางให้ใกล้กับล้อสายพานใหญ่ การใช้ลูกกลิ้งกดภายนอกสายพาน
- ทำให้มุมโอบสานพานมากขึ้น ท ถ้าเป็นไปได้ควรวางให้ใกล้กับล้อสานพานตัวเล็ก
- เพื่อมิให้สายพารับภาระดัดมาก ควรจะเลือกขนาดลูกกลิ้งให้โตขึ้น

การปรับหรือทำให้สายพานตึงเพื่อใช้งานนั้น จะมีผลให้รองเพลาต้องรับภาระสูง สายพานลักษณะส่งกำลังด้วยแรงแบ่งออกเป็น แบบสายพานแบน, สายพานลิ่ม, และสายพานกลม

สายพานแบน

จะผลิตจากหนัง, สิ่งทอ หรือทำจากชั้นต่าง ๆ ของหนังพลาสติก และเส้นใยหลาย ๆ ชั้น สายพานแบนสามารถนำมาใช้งานในลักษณะ ไขว้หรือกึ่งไขว้ได้ แต่การสึกหรอของสายพานดังกล่าวจะเกิดขึ้นมากกว่าการใช้ของสายพานลักษณะเปิด ดูรูปที่ 2.16 MC-BEL3



รูปที่ 2.16 MC-BEL3การส่งกำลังของสายพาน

(**ที่มา** : http://www.gprecision.net/)

- **สายพานลักษณะไขว้**

เป็นลักษณะการวงสายพานที่ทำให้มีมุมโอบมากกว่าลักษณะเปิด อัตราทดจะไม่เปลี่ยนแปลง แต่ล้อสายพานจะหมุนไปในทิศทาง ตรงกันข้ามกัน เนื่องจากสายพานไขว้สัมผัสกันจึงทำให้เกิดการสึกหรอค่อนข้างเร็ว

- **สายพานลักษณะกึ่งไขว้**

จะทำให้มีมุมโอบล้อสายพานมากกว่าแบบลักษณะเปิดล้อสายพาน ซึ่งจะวางในทิศทางตั้งฉากกันแต่มีทิศทางการหมุนเหมือนกัน เพื่อให้การหมุนของสายพานบนล้อสายพานมั่นคง จะกำหนดให้ความกว้างของล้อสายพานขับโตกว่าประมาณ 1/4 เท่าของล้อแบบลักษณะเปิด และให้ล้อสายพานโตกว่าประมาณ 1/3 เท่าของล้อแบบลักษณะเปิด

สายพานสิ่งทอ

จะผลิตแบบไม่มีปลายจากเส้นใยของโพลิเอสเตอร์ สายพานแบบนี้เวลาใช้งานจะมีเสียงน้อยมากและไม่มีการสั่นสะเทือน จึงเหมาะใช้ในงานขับเพลาสปินเดิล(ภายใน)ของเครื่องเจียระไนและความเร็วสูงสำหรับล้อสายพานขนาดเล็ก

สายพานแบบหลายชั้น

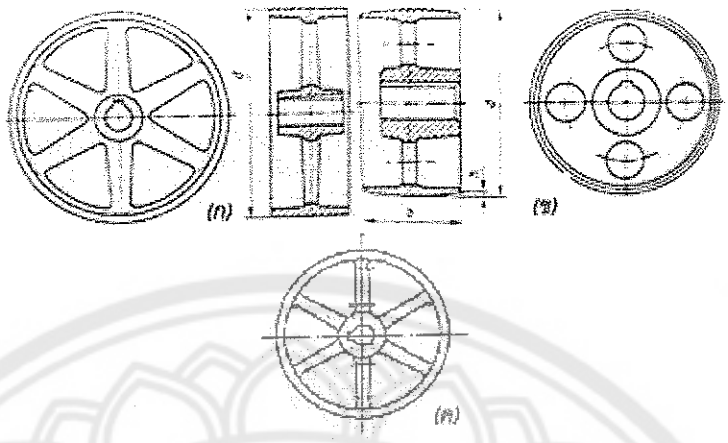
จะมีชั้นความฝืดที่เป็นพลาสติกยืดหยุ่นหรือหนัง ส่วนชั้นที่รับการดึงจะทำจากแถบโพลิเอไมด์ชั้นเดียวหรือหลายชั้น หรือทำจากเชือกเกลียวโพลิเอสเตอร์

ข้อดีของสายพานแบบหลายชั้น

- มีความสามารถในการฉุดดึงได้ดีเพราะมีความเสียดทานสูง
- สามารถดัดงอได้มากเพราะสายพานมีความหนาน้อย
- สามารถส่งถ่ายกำลังงานได้ถึง 6000 kw
- ใช้งานที่มีความเร็วได้ถึง 100 m/s

ล้อสายพานแบน

ตามแต่ประโยชน์การใช้งานจะมีการผลิตล้อสายพานแบนจากเหล็กหล่อ, เหล็กกล้า, โลหะเบา, พลาสติก หรือไม้ บนผิวล้อที่รองรับสายพานจะต้องลื่น มิฉะนั้นจะทำให้สายพานสึกหรอเร็วมาก (จากการลื่นเสียดสี) โดยให้มีผิวความหยาบอยู่ระหว่าง 4 ถึง 10 um ล้อสายพานตามแบบ Z (รูปทรงกระบอก) ดังรูปที่ 2.17 MC-BEL4 (ก) และแบบ G (ผิวรูปโค้ง) ดังรูปที่MC-BEL4 (ข) ล้อสายพานแบบ G ที่มีผิวโค้งนี้จะช่วยประคองสายพานให้อยู่ตรงกลางเสมอในขณะส่งกำลัง (ป้องกันมิให้ดิ้นออกไปทางข้าง)ซึ่งก็หมายความว่าแรงตึงหรือแรงดึงของสายพานที่มากที่สุด จะอยู่ตรงกึ่งกลางความกว้างของล้อสายพานจึงสามารถส่งกำลังด้วยความเร็วขอบถึง 20 m/s เหมาะสำหรับนำมาใช้งานเป็นล้อตาม ล้อสายพานยังแบ่งตามลักษณะรูปร่างแบบโครงเป็นแผ่นกลมทึบหรือเจาะรู ดังรูปที่ 2.17 MC-BEL4 (ข) หรือแบบโครงเป็นซี่ถอดออกเป็น 2 ชิ้นได้ ดังรูปที่ 2.17 MC-BEL4 (ค) ที่ช่วยให้การถอดประกอบระหว่างรองเพลาได้ง่ายขึ้น รวมทั้งทำให้สะดวกต่อการขนส่งและขนถ่ายอีกด้วย



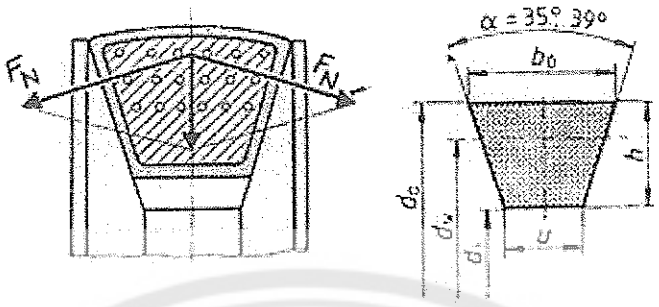
รูปที่ 2.17 MC-BEL4รูปแบบของล้อสายพาน

(**ที่มา** : http://www.gprecision.net/)

ล้อสายพานส่วนใหญ่จะทำจากเหล็กหล่อเทา (GG - 15, GG - 20) สำหรับล้อสายพานที่ใช้งานรับภาระมาก ๆ จะทำจากเหล็กกล้าหล่อ(GS - 33, GS 45) หรือจากเหล็กกล้า (แผ่น), โลหะเบาที่ได้จากการรีดขึ้นรูปหรือเชื่อมประสานล้อสายพานทุกชนิดจะต้องมีการถ่วงดุลน้ำหนักลักษณะสถิต ส่วนในกรณีที่ไวต่อการสั่นสะเทือนหรือใช้งานความเร็วสูง จะต้องถ่วง ดุลน้ำหนักลักษณะพลวัต (Dynamic) โดยที่ความเร็วขอบ v มากกว่า 25 m/s จะต้องถ่วงดุลน้ำหนักทั้งลักษณะสถิตและพลวัต

การส่งถ่ายกำลังด้วยสายพานลิ่ม

สายพานลิ่มส่วนใหญ่จะผลิตแบบไม่มีปลาย เป็นสายพานทำจากยางมีภาคตัดขวางเป็นรูปสี่เหลี่ยมคางหมูครึ่งหนึ่ง ด้านบนมีเส้นโพลีเอสเตอร์ ที่ผ่านการวัลเคไนซิ่งมาแล้วแทรกอยู่ ทำให้ค่าความต้านแรงดึงเพิ่มสูงขึ้น สายพานลิ่มชนิดที่มีชั้นใยสิ่งทอหุ้มอยู่รอบ ๆ จะช่วยป้องกันการสึกหรอได้อีกด้วยสายพานลิ่มจะไม่รับแรงตามแนวรัศมีโดยตรงเหมือนสายพานแบน แต่จะรับแรงตามแนวตั้งฉากกับด้านข้างของสายพานลิ่ม ดังรูปที่ 2.18 MC-BEL5(แรงปกติ F_N) สายพานลิ่มที่มีความตึงและค่าสัมประสิทธิ์ความเสียดทาน μ เท่ากับสายพานแบน จะสามารถส่งกำลังได้ดีกว่าสายพานแบนได้ถึง 3 เท่า ซึ่งข้อดีและข้อเสียของสายพานลิ่มเมื่อเทียบสายพานแบนมีดังนี้คือ



รูปที่ 2.18 MC-BEL5โครงสร้างแรงปฏิกิริยาและขนาดของสายพานลิ่ม

(**ที่มา** : http://www.gprecision.net/)

ข้อดี

- ส่งกำลังได้ดีในขณะที่รองเพลารับภาระน้อยกว่า
- มีการลื่นไถลขณะส่งกำลังน้อยมาก (ที่ประสิทธิภาพ η = 0,90)
- มีมุมโอบน้อย แต่ให้อัตราทดได้มากถึง i_{max} = 15 : 1 โดยที่ ไม่ต้องมีลูกกลิ้งกดสายพาน
- เปลืองที่น้อย, มีระยะห่างระหว่างแกนเพลาน้อยกว่า
- ส่งถ่ายกำลังงานได้สูงที่ขนาดล้อสายพานและเพลาเล็กกว่า
- สามารถให้หมุนย้อนทิศทางได้
- สามารถจัดเรียงสายพานลิ่มได้หลายเส้นทำให้ส่งถ่ายกำลังงานได้มาก

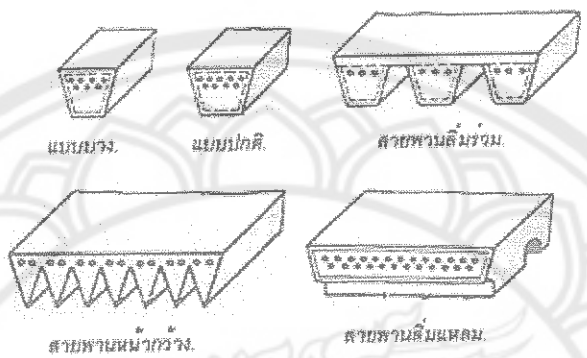
ข้อเสีย

- ต้นทุนผลิตสูงกว่าสายพานแบน
- มีระยะห่างระหว่างแกนเพลาจำกัด
- ไม่สามารถจัดสายพานส่งกำลังให้เป็นลักษณะไขว้สลับได้ ตามมาตร

ตามมาตรฐาน DIN 2211 จะกำหนดให้มุมด้านข้างของร่องล้อสายพานอยู่ระหว่าง 32 องศา ถึง 38 องศา (ตามแต่ขนาดเส้นผ่าน ศูนย์กลางของล้อสายพาน) ส่วนมุมของสายพานลิ่มที่กำหนดตาม DIN 2218 จะอยู่ระหว่าง 35 องศา ถึง 39 องศา แต่เมื่อนำสายพานลิ่มมาประกอบให้ตึงเข้ากับล้อสายพานแล้ว จะเกิดการยึด และในขณะหมุนดัดแนบสนิทรอบร่องล้อสายพาน ที่ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางล้อสายพานเล็กและมีระยะห่างระหว่างแกนเพลา $a = d_a + (3/2).h$ (d_a = ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางโตนอกสุดล้อสายพาน,h = ความสูงสายพาน จะไม่มีการสูญเสีย (ลื่น) ขณะส่งกำลัง เพื่อให้สัมพันธ์กันกับการใช้งานจะมีการแบ่งแยกสายพานลิ่มเป็นรูปพรรณดังต่อไปนี้

สายพานลิ่มปกติ

เป็นสายพานที่กำลังจะถูกทดแทนด้วยการนำเอาสายพานลิ่มเส้นบางที่มีประสิทธิกำลังงานดีกว่ามาใช้งาน โดยเฉพาะอย่างยิ่ง ล้อสายพานที่มีขนาดเล็กจะมีการนำสายพานลิ่มบางเปิดด้านข้างมาใช้งาน ดังรูปที่ 2.19 MC-BEL6



รูปที่ 2.19 MC-BEL6สายพานลิ่มรูปพรรณ

(**ที่มา** : http://www.gprecision.net/)

สานพานลิ่มชนิดที่มีการวัลเคไนเซชั่น และมีพลาสติกใยแก้วสั้น ๆ เสริมด้านล่าง จะทำให้ด้านข้างของสายพานทนแรงดัด และการสึกหรอได้สูงขึ้นสายพานที่มีร่องฟันใต้สายพานจะเหมาะสำหรับใช้งานกับล้อสายพานขนาดเล็กสายพานลิ่มเส้นบางเปิดด้านข้างจะนิยมนำมาใช้ขับเคลื่อนอุปกรณ์หมุนเร็วในยานยนต์

สายพานลิ่มร่วม (ดูรูปที่ 2.19 MC-BEL6)

จะนำมาใช้งานในการส่งกำลังมาก ๆ เพราะสายพานลิ่มอยู่ขนานติดกันหลายเส้นด้านบนสายพานนี้ จะมีแผ่นปิดยางสังเคราะห์ จึงเหมาะสมกับงานที่มีการถ่ายเทโมเมนต์หมุนแบบไม่สม่ำเสมอและที่มีระยะห่างระหว่างแกนเพลามาก ๆ

สายพานลิ่มแหลม (ดูรูปที่ 2.19 MC-BEL6)

จะกระจายแรงตามแนวรัศมีไปยังแผ่นปิดด้านบนสายพานอย่างสม่ำเสมอตลอดหน้ากว้างสายพาน จึงเหมาะในการใช้กับแกนเพลาที่มีระยะห่างมาก ๆ และรับภาระสูง

สายพานลิ่มหน้ากว้าง (ดูรูปที่ 2.19 MC-BEL6)

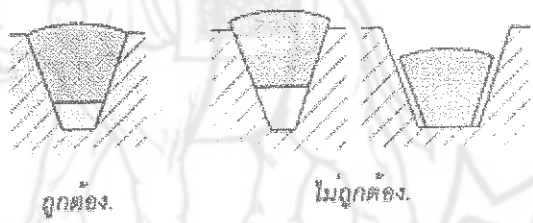
เป็นสายพานรูปร่างพิเศษสำหรับการส่งกำลังที่มีการปรับความเร็วรอบตามต้องการได้

สายพานลิ่มหลายรูปพรรณ (ดูรูปที่ 2.19 MC-BEL6)

จะมีผิวชั้นบนที่เป็นพลาสติกหุ้มอยู่ โดยรอบทำหน้าที่เป็นชั้นผิวรับแรงดึงส่วนเนื้อสายพานร่องลิ่มเป็นลิ่มสายพานที่เรียงต่อกันที่สวมสัมผัสผิว ร่องล้อสายพานได้แนบสนิทพอดี ซึ่งทำให้แรงตามแนวรัศมีถูกถ่ายเทไปยังด้านบนของสายพาน จึงเหมาะใช้กับงานที่มีอัตราทดสูงมาก ๆ และส่งกำลังงานได้ถึง 600 kw

ล้อสายพานลิ่ม

ตาม DIN 2217ล้อสายพานลิ่มจะมีแบบร่องเดียวหรือหลายร่อง มุมร่องล้อสายพาน α = 30 องศา, 34' และ 38 องศา โดยล้อสายพานที่มีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางโตกว่าจะมีมุมร่องล้อสายพานที่โตกว่า ร่องล้อสายพานจะมีการผลิตให้สายพานที่สวมประกอบแล้วไม่เลยพ้นจากขอบร่องล้อและจะต้องไม่จมอยู่ในร่องล้อ มิฉะนั้นสายพาน จะสูญเสียปฏิกิริยาแรงลิ่มขับ ดังรูปที่ 2.20 MC-BEL7



รูปที่ 2.20 MC-BEL7 ขนาดสายพานที่ถูกต้อง

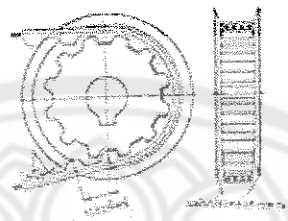
(**ที่มา** : http://www.gprecision.net/)

2.4.2 **สายพานลักษณะส่งกำลังด้วยรูปร่าง**

สายพานฟันขับมาตรฐาน

ในการส่งถ่ายโมเมนต์หมุนจะเกิดจากการขับของสายพานเข้าไปในฟันล้อเฟือง ทำให้ไม่มีการลื่นไหลในขณะส่งกำลังเลย อัตราทด จึงคงที่เสมอ สายพานฟันขับนี้จะผลิตแบบไม่มีปลาย DIN 7721ใช้พลาสติกยูเรเทนหรือยางคุณภาพสูงหล่อขึ้นรูปโดยเสริมด้วย เส้นลวด เกลียวเหล็กกล้าที่ทำหน้าที่รับแรงดึงได้ดีเนื่องจากสายพานฟันขับ ใช้แรงในการดึงสายพานน้อย จึงทำให้เพลาและรองเพลารับภาระน้อย ไปด้วยวัสดุที่ใช้ทำสายพานมีคุณสมบัติยืดหยุ่นที่ทำให้สามารถดูดกลืนการกระแทกและสั่นสะเทือนได้ถึงระดับหนึ่งฟันขับสามารถรับภาระได้ถึง400 N/cm^2 จึงเหมาะใช้งานส่งกำลังน้อยไปจนถึงปานกลางด้วยความเร็วถึง 80 m/sล้อสายพานฟันขับจะผลิตให้มีแผ่น

ประคองด้านข้าง ดูรูปที่ 2.21 MC-BEL8 ทั้งหมดจะใช้เหล็กหล่อเทา, โลหะเบาหล่อขึ้นรูปในกระสวนทราย ฟันเฟืองส่วนมากจะผลิตให้มีค่าโมดุล = 6 หรือ 10 และความสูงของฟัน = 4 และ 4, 5 mm



รูปที่ 2.21 MC-BEL8โครงสร้างสายพานฟันขับมาตรฐาน

(ที่มา : http://www.gprecision.net/)

สายพานฟันขับประสิทธิภาพสูง

จะมีฟันขับในรูปมนโค้ง (ดูรูปที่ 2.22 MC-BEL9) ทำให้การขบของฟันนิ่มนวลและแนบกระชับมากกว่าฟันขับมาตรฐาน ด้วยเหตุนี้จึงสามารถ รับ ภาระได้สูงกว่า รวมทั้งมีการสึกหรอและเสียงดังน้อยกว่าอีกด้วย

รูปที่ 2.22 MC-BEL9โครงสร้างสายพานขับประสิทธิภาพสูง

(ที่มา : http://www.gprecision.net/)

การอ่านสัญลักษณ์ย่อของสายพานลิ่ม

Machine-Pr-1 ตารางเปรียบเทียบมาตรฐาน ISO กับ DIN

ISO	A	B	C	D
DIN	13	17	22	32

หมายเหตุ จากตารางข้างบน ความกว้างสายพาน (mm)

2.4.3 ตรวจสอบล้อสายพานและเพลาก่อนประกอบ

สำหรับกรณีความเที่ยงตรงสูง

การตรวจความเที่ยงศูนย์ แนวศูนย์ร่วมระหว่างผิวร่องล้อสายพาน และรู

- เครื่องมือที่ใช้ตรวจสอบ :

ก) โต๊ะตรวจสอบ, เพลามาตรฐาน, นาฬิกาวัด

ข) แท่นระดับ, แท่งลูกกลิ้งวัด, เพลามาตรฐาน

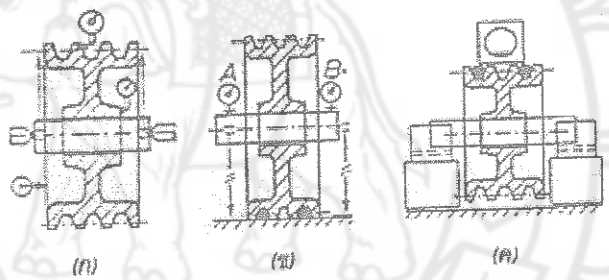
ค) เหมือนข้อ ข) และระดับน้ำ

- วิธีการวัดตรวจสอบ : (ดูรูปที่ 2.23 MC-BEL10 ประกอบ)

ก) ตรวจสอบร่องผิวล้อสายพานด้ายการหมุนแลใช้นาฬิกาวัด (รูป (ก))

ข) วัดตำแหน่งแตกต่างของเพลามาตรฐานเพื่อดูความเที่ยงศูนย์ของผิวรู (รูป (ข))

ค) ใช้ระดับน้ำวัดตำแหน่งสูงต่ำของร่องล้อสายพาน (รูป (ค))



รูปที่ 2.23 MC-BEL10

(ที่มา : http://www.gprecision.net/)

การตรวจสอบความฉากระหว่างผิวด้านข้างของล้อกับเพลา และผิวรู

- เครื่องมือที่ใช้ตรวจสอบสอบ :

ก) เพลามาตรฐาน, ฉากตาย

ข) ฉากตายเส้นผม

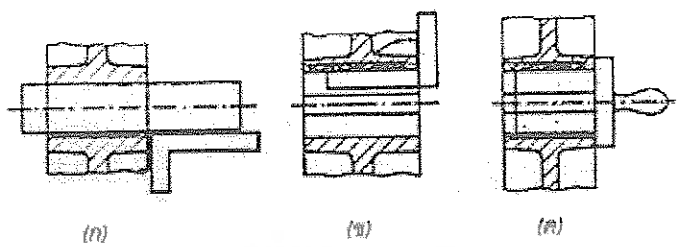
ค) แกนเพลาทดสอบผิวเรียบด้านข้าง

- วิธีการตรวจสอบ : (ดูรูปที่ 2.24 MC-BEL11 ประกอบ)

ก) ใช้ฉากตายวัดฉากระหว่างเพลามาตรฐานและผิวด้านข้างของล้อสายพาน (รูป (ก))

ข) ใช้ฉากตายเส้นผมวัดดูแสงลอดที่ผิวด้านข้างของล้อสายพาน (รูป (ข))

ค) ใช้แกนเพลาทดสอบความเรียบผิวด้านข้างของล้อสายพานด้วยสีทดสอบ (รูป (ค))



รูปที่ 2.24 MC-BEL11

(ที่มา : http://www.gprecision.net/)

การตรวจสอบความเที่ยงศูนย์ของร่องลิ่ม

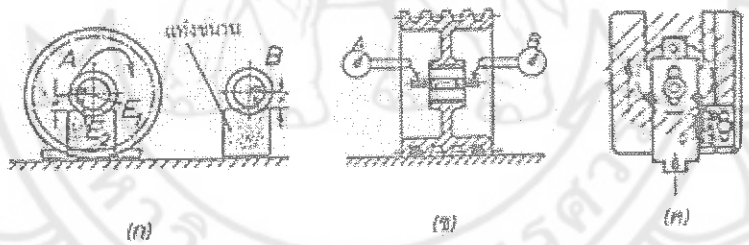
- เครื่องมือที่ใช้ตรวจสอบ :

แท่นลูกกลิ้งวัด, บล๊อกเกจ, นาฬิกาวัด

- วิธีการตรวจสอบ : (ดูรูปที่ 2.25 MC-BEL12 ประกอบ)

ก) สวมบล๊อกเก็จเข้าไปในเข้าไปในร่องลิ่ม

ข) ใช้นาฬิกาวัด วัดดุค่าแตกต่างบนผิวบล็อกเก็จทั้งข้าง



รูปที่ 2.25 MC-BEL12การใช้นาฬิกาวัดความเที่ยงศูนย์ของร่องลิ่ม

(ที่มา : http://www.gprecision.net/)

2.4.4 **การประกอบและการตึงสายพาน** (Installing and Tensioning Belts)

การประกอบสายพาน

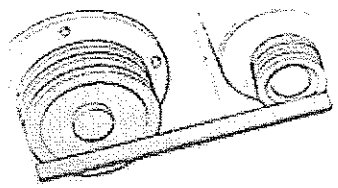
ก่อนทำการประกอบสายพานใด ๆ ก็ตามให้กระทำดังนี้

1) ตรวจสอบดูว่ามีคำเตือนเรื่องความปลอดภัยที่ต้องปฏิบัติก่อนหรือไม่

2) คลายอุปกรณ์ที่ปรับตึงสายพานให้อยู่ในสภาพหย่อนเต็มที่

3) ทำความสะอาดผิวหรือร่องล้อสายพาน

4) ตรวจสอบแนวร่วมศูนย์ของล้อสายพานทั้งสองด้วยบรรทัดเหล็ก ดูรูปที่ 2.26MC-BEL13



รูปที่ 2.26 MC-BEL13

(**ที่มา** : http://www.gprecision.net/)

การต่อสายพานแบน

การตัดความยาวสายพาน : การวัดความยาวสายพานโดยรอบ (ดูรูปที่ 2.27MC-BEL14 ประกอบ)

1) เช็คดูสายพานว่าเป็นขนาดและชนิดที่ใช้กับล้อสายพาน (รูป (ก))

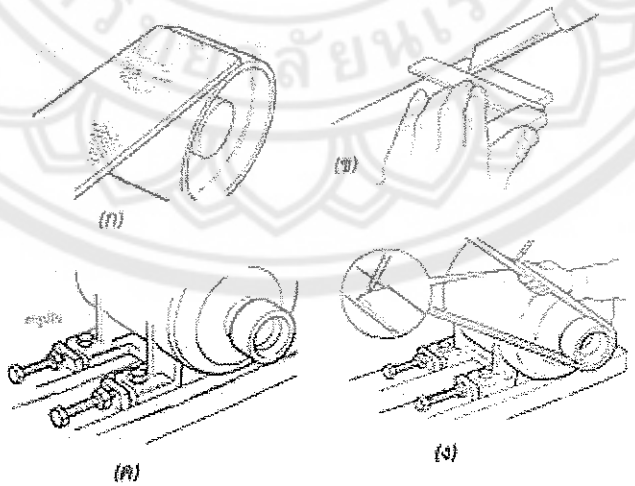
2) ตัดปลายด้านหนึ่งให้ได้ฉาก (รูป (ข))

3) การคลายสกรูปรับการตึงสายพานให้อยู่ในสภาพหย่อนเต็มที่ (รูป (ค))

4) ใส่สายพานรอบล้อสายพานให้ด้านผิวหยาบสัมผัสล้อสายพาน

5) จับปลายสายพานด้านที่ตัดได้ฉากเกยบนสายพานเส้นล่าง (รูป (ง))

6) ใช้มือจับให้แน่นแล้วหมายที่ปลายสายพาน

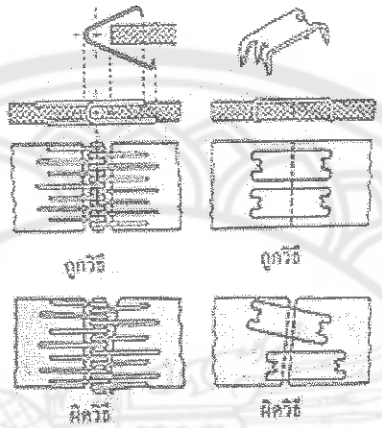


รูปที่ 2.27 MC-BEL14

(**ที่มา** : http://www.gprecision.net/)

การยึดสายพานแบนเข้าด้วยกัน

ในการจะต่อสายพานเข้าบรรจบกัน จะต้องใช้ตัวเกี่ยวยึดสายพานเสียก่อน (ตามรูปที่ 2.28 MC-BEL15) แสดงการใช้ตัวเกี่ยวยึดเหนี่ยว ปลายสายพาน ที่ถูกและผิดวิธี



รูปที่ 2.28 MC-BEL15ตัวอย่างการยึดต่อสายพานแบน

(**ที่มา** : http://www.gprecision.net/)

การใช้อุปกรณ์ช่วยบีบตัวเกี่ยวปลายสายพาน

1) เลือกขนาดตัวเกี่ยวปลายสายพานให้สัมพันธ์กันกับขนาดความหนาของสายพาน

2) ตัดขนาดความยาวตัวเกี่ยวเท่ากับความกว้างของสายพานแบน - นำใส่ในอุปกรณ์ให้อยู่กึ่งกลาง ดังรูปที่ 2.29 MC-BEL16 (ก)

3) โยกด้ามอุปกรณ์ให้กดตัวเกี่ยวอัดยึดสายพานให้แน่นสนิท ดังรูปที่ 2.29 MC-BEL16 (ข) และ (ก)

4) ในกรณีไม่มีอุปกรณ์ให้ใช้ค้อนตีอัดแทนได้

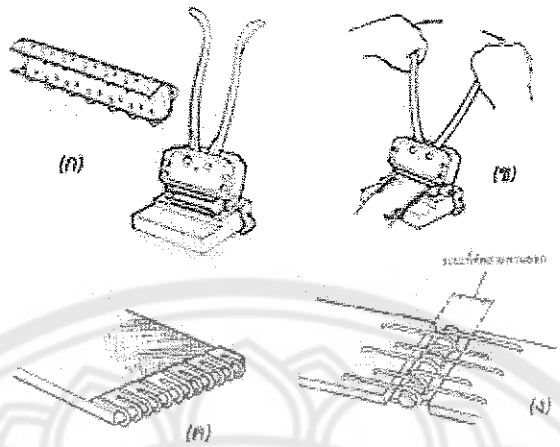
5) สำหรับอีกปลายด้านหนึ่งจะต้องตัดปลายสายพานออก เพราะมีระยะที่โผล่ออกมาของตัวเกี่ยวยึดสายพานทั้งสองข้าง แล้วจึงตัวเกี่ยวเข้ากับปลายสายพาน ดังรูปที่ 2.29 MC-BEL16 (ง)

ป. วิ
230
ว285ก
2551

I4426757 C.2

สำนักหอสมุด

16 ส.ค. 2562



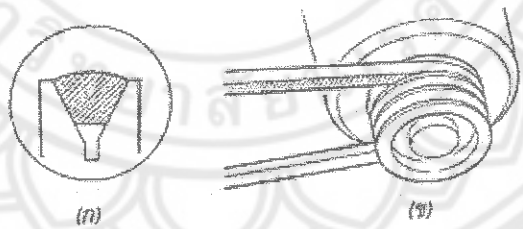
รูปที่ 2.29 MC-BEL16

(ที่มา : http://www.gprecision.net/)

การประกอบสายพานลิ่ม (Installing Vee Belt)

1) ตรวจสอบสายพานลิ่มที่มีขนาดความยาวถูกต้อง รวมทั้งมุมนเอียง ดังรูปที่ 2.28MC-BEL17 (ก)

2) กรณีเป็นล้อสายพานหลายร่อง ให้เริ่มประกอบใส่ร่องล้อสายพานในสุดก่อน ดังรูปที่ 2.30MC-BEL17 (ข)



รูปที่ 2.30 MC-BEL17

(ที่มา : http://www.gprecision.net/)

การปรับความตึงของสายพาน

สายพานหากตึงมากเกินไปก็จะทำให้สายพาน, รองเพลาสึกหรอเร็วขึ้น หากหย่อนมากก็จะเกิดการลื่นไถลส่งกำลังได้ไม่ดีเท่าที่ควร ด้วย

เหตุนี้จะต้องมีการปรับตึงสายพานตามที่ผู้ผลิตกำหนดมา โดยกระทำดังนี้

1) ดูค่าแรงดึงดัดและระยะดัดของสายพานจากคู่มือผู้ผลิต

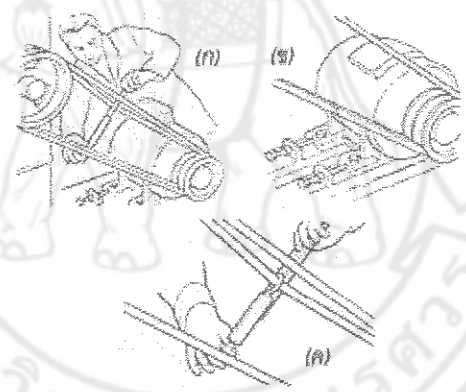
2) ใช้เก็จวัดแรงดึงบริเวณกึ่งกลางความยาวของสายพาน ดังรูปที่ 2.31 MC-BEL18 (ก) - วัดอ่านค่าระยะดัดสายพาน

3) ปรับความตึงตามค่าที่ผู้ผลิตกำหนดด้วยการปรับสกรูที่รั้งฐานมอเตอร์ ดังรูปที่ 2.31 MC-BEL18 (ข)

4) เช็ความตึงของสายพานด้วยเก็จสปริงวัดแรงและบรรทัดเหล็ก

5) ปรับความตึงจนได้ค่าถูกต้อง

6) ยึดน็อตฐานมอเตอร์และล็อกสกรูปรับให้แน่น



รูปที่ 2.31 MC-BEL18

(**ที่มา** : http://www.gprecision.net/)

2.4.5 **การบำรุงรักษาสายพาน**

สายพานแบน : สายพานที่ทำจากหนังเมื่อใช้งานไปนาน ๆ ผิวสัมผัสจะเกิดเป็นมัน ซึ่งอาจเกิดจากการตึงสายพานไม่เพียงพอ ทำให้เกิดการลื่นไถลนั้น ห้ามนำมาเทเรซินเด็ดขาด เพราะเรซินทุกชนิดจะทำให้สายพานเสียหาย สายพานหนังที่มีผิวสัมผัสมัน จะนิยมใช้น้ำสบู่พออุ่นและแปรงขัดออก (ห้ามใช้แปรงลวดที่แข็งและคม) หลังจากปล่อยให้แห้งแล้วนำมาทาด้วยน้ำมันสัตว์หรือน้ำมันพืชหรือจาระบี - ปล่อยทิ้งไว้ให้ซึมเข้าไปในสายพาน (ทำให้สายพานอ่อนตัว) - หลังจาก 2 ชั่วโมง หากยังมีเศษน้ำมันหรือจาระบีที่สายพานไม่สามารถดูดซึมต่อไปแล้วให้ใช้ผ้าเช็ดออกให้แห้ง

สายพานลิ่ม : จะห้ามมิให้น้ำมันหรือจาระบีสัมผัสสายพานลิ่มเด็ดขาด หากมิสามารถหลีกเลี่ยงบริเวณที่มีน้ำมันหรือจาระบีได้แล้ว ก็ให้ใช้สายพานลิ่มพิเศษที่ทำจากยางเปอบูนาน ในการใช้แรซินก็จะทำให้เกิดการเสียหายแก่สายพานเช่นกัน การใช้สายพานลิ่มที่อุณหภูมิเกินกว่า 70 องศา อย่างถาวร จะทำให้สายพานเสื่อมสภาพเร็วในการปรับตึงสายพานมากเกินไปจะมีผลให้ขาดเร็วก่อนกำหนด สำหรับกรณีที่สายพานในร่องล้อสายพานหลายเส้นมีเสียหาย 1 เส้น ก็จะต้องเปลี่ยนใหม่ทุกเส้นทั้งชุดเสมอ

ก่อนที่จะติดตั้งมอเตอร์ส่งกำลังโดยใช้สายพาน จำเป็นต้องเลือกสมบัติต่างๆ ของสายพานดังต่อไปนี้ ชนิดของสายพาน (สายพานแบน, สายพานตัววี, สายพานกลม) ชนิดของวัสดุที่ใช้ทำสายพาน (หนัง, ผ้า,ยาง) ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง และความกว้างของพู่เลย์ ทิศทางในการหมุนของมอเตอร์ ฯลฯ หลังจากที่ได้คำนึงถึงสิ่งต่างๆ เหล่านี้เรียบร้อยแล้วก็สามารถติดตั้งมอเตอร์ได้ตามวิธีต่อไปนี้

2.4.6 **กรรมวิธีในการติดตั้งสายพานส่งกำลัง**

ก. กรรมวิธีในการติดตั้ง (ดูรูปที่ 2.32)

ข. ขยายความกรรมวิธี (ดูรูปที่ 2.32)

(1) เมื่อต้องการเสียงเงียบในการส่งกำลัง และในขณะที่ระยะห่างระหว่างเพลาทั้งสั้นควรเลือกใช้สายพานตัววี

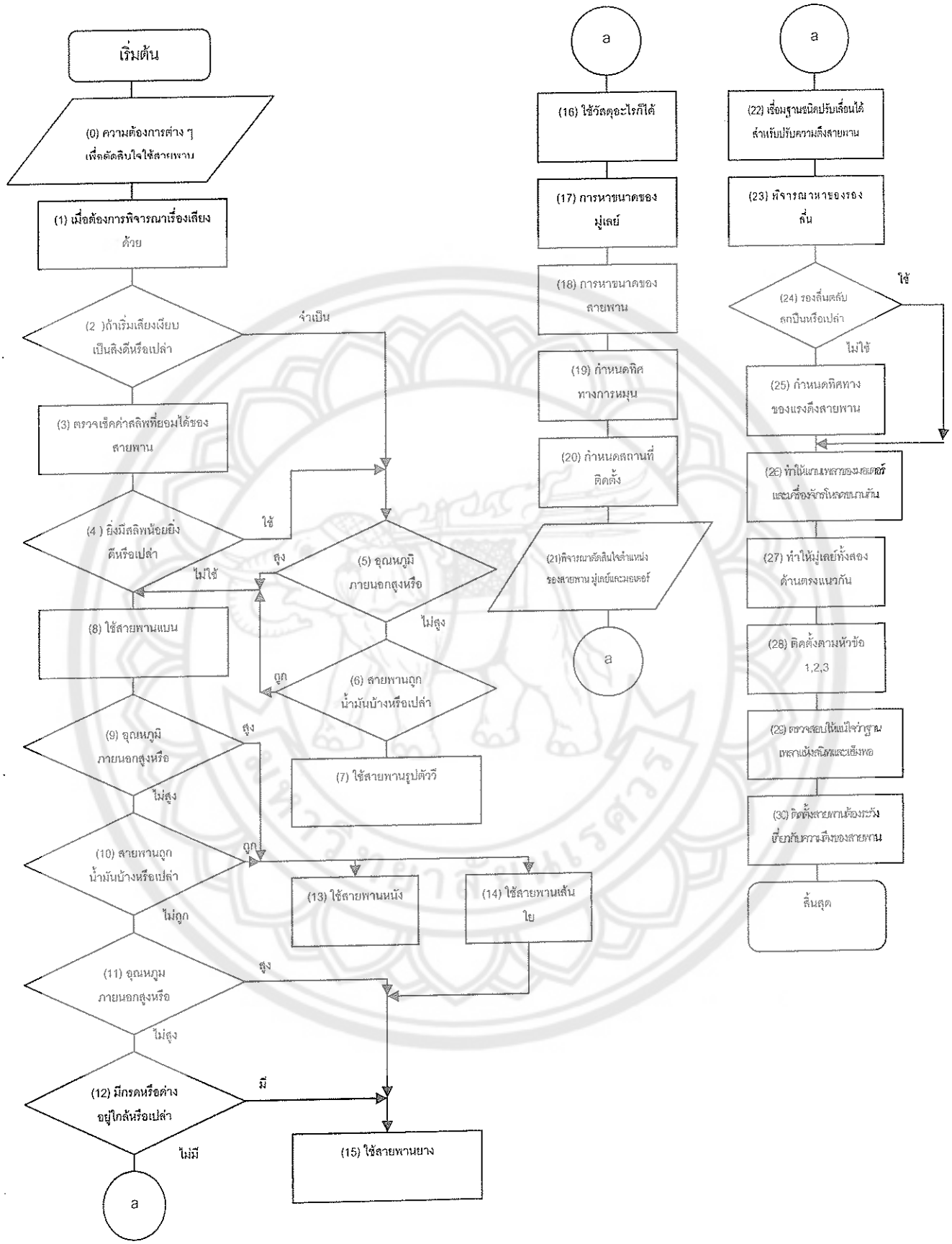
(5) (6) โดยสายพานรูปตัววี ทำจากยาง จะทนทานต่อสภาพอุณหภูมิ และน้ำมันต่ำ ดังนั้นถ้าอุณหภูมิรอบเครื่องจักรสูง หรือเป็นบริเวณที่มีน้ำมันมาก ไม่ควรเลือกใช้สายพานตัววี ในการส่งกำลัง

(3) ในกรณีสายพานรูปตัววี ตัวพู่เลย์เป็นร่องตัววีเพื่อให้หน้าสัมผัสส่งกำลังได้มากกว่าสายพานแบน ซึ่งจะทำให้ค่าสลิพ (การเลื่อนไหล) ต่ำกว่าสายพานแบน ดังนั้นถ้าต้องการค่าสลิพต่ำมากๆ ก็ต้องคำนึงใช้สายพานตัววี แต่อย่างไรก็ดีสายพานตัววีก็มีสลิพอยู่บ้าง ถ้าต้องการไม่ให้มีสลิพเลยต้องใช้สายพานพวกฟันเฟือง หรือโซ่ขับ

(7) การใช้สายพานตัววี

สายพานตัววีแยกออกตามขนาด โดยทั่วไปจะมีมาตรฐานธรรมดาตามเบอร์ A , B , C และ D และขนาดสายพานแคบ เช่น 3V , 5V, 8V เป็นต้น

แผนภูมิระบุขั้นตอนการเลือกสายพาน



รูปที่ 2.32 ขั้นตอนการเลือกสายพานให้เหมาะสมต่อการนำมาใช้งาน

2.4.7 การหาค่าแรงดึงบนสายพานที่เหมาะสม

ค่าต่ำสุดของแรงดึงบนสายพาน (เรียกว่าค่าแรงดึงในขั้นต้น: Ts หน่วยเป็นกิโลกรัม) ที่ต้องการส่งกำลังบิดในสภาพปกติ คำนวณได้จากสมการข้างล่าง

$$Ts = 0.9 \left\{ \frac{37.5(2.5 - F)}{F} \frac{H_d}{N \times v} + \frac{w \times v^2}{g} \right\} \text{ (กก.)} \qquad 2.3$$

โดย

F : แฟคเตอร์แก้ไขของมุมมองสัมผัส

H_d : ค่าแรงม้าที่ออกแบบใช้งาน = ค่าแรงม้าจริง x กับค่าสัมประสิทธิ์ของการโอเวอร์โหลด (แรงม้า) ค่าแรงม้าจริงคำนวณจาก 1 แรงม้า = 0.746 kW และค่าของสัมประสิทธิ์ของการโอเวอร์โหลดใช้ประมาณ 1.3

N : จำนวนสายพาน (ชิ้น)

V : ความเร็วของสายพาน (เมตร / วินาที)

W : น้ำหนักของสายพานต่อหน่วยความยาว (กิโลกรัม/เมตร)

G : ค่าอัตราเร่งจากแรงดึงดูดของโหลด = 9.8 เมตร/วินาที^{2}

ซึ่งแฟคเตอร์แก้ไขของมุมสัมผัส มีค่าเปลี่ยนแปลงไปตามมุมสัมผัสของพู่เลย์ตัวเล็กและค่าผลต่างของเส้นผ่านศูนย์กลางพิชของพู่เลย์ตัวใหญ่ (D) กับเส้นผ่านศูนย์กลางพิชของพู่เลย์ตัวเล็ก (d) หารด้วยระยะห่างระหว่างเพลา (C) ดังแสดงในตาราง 2.2

ตาราง 2.2 แสดงแฟคเตอร์แก้ไขสำหรับมุมสัมผัส F

$\frac{D - d}{C}$	มุมสัมผัสของพู่เลย์ตัวเล็ก	แฟคเตอร์แก้ไข F
0.0	180	1.00
0.1	174	0.99
0.2	169	0.97
0.3	163	0.96
0.4	157	0.94
0.5	151	0.93
0.6	145	0.91
0.7	140	0.89

นอกจากนี้น้ำหนักของสายพานต่อหน่วยความยาว (W) ยังเปลี่ยนแปลงได้ตามชนิดของสายพานและรูปร่าง ดังแสดงในตารางที่ 2.3

ตาราง 2.3 แสดงน้ำหนักต่อหน่วยความยาวของสายพาน W

ชนิดของสายพาน	รูปร่าง	W (กก./เมตร)
สายพานตัววีชนิดธรรมดา	A	0.12
	B	0.20
	C	0.37
	D	0.67
	E	1.02
สายพานตัววีแคบ	3V	0.08
	5V	0.20
	8V	0.50

2.4.8 การหาค่าแรงหย่อนโหลดของสายพาน

ภายหลังจากการหาค่าแรงตึงของสายพานในขั้นต้น T จะสามารถคำนวณหาแรงหย่อนโหลด T_d (กิโลกรัม) ของสายพานได้จากสมการ

$$T_d = \frac{G. x. Ts + Y}{16} \qquad (2.4)$$

เมื่อ

G : สัมประสิทธิ์แรงตึงของสายพาน

1.3 – 1.5 เมื่อใช้สายพานใหม่

1.0 – 1.3 เมื่อปรับสายพานใช้แล้วให้ตึง

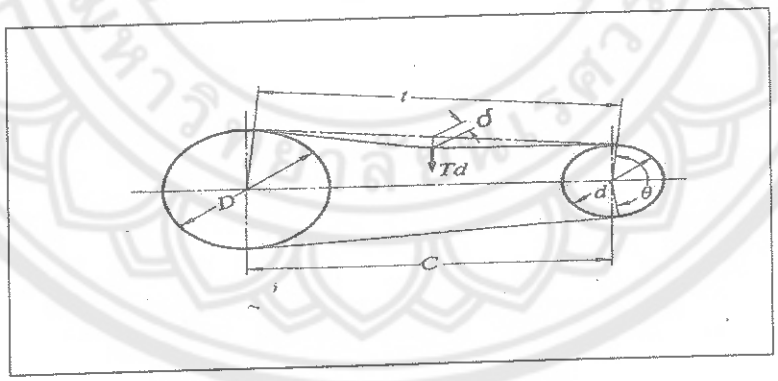
Y : ค่าคงตัว (กิโลกรัม)

ตาราง 2.4 แสดง ค่าคงตัว Y

ชนิดของสายพาน	รูปร่าง	Y (กก.)
สายพานตัววีชนิดธรรมดา	A	1.5
	B	2.0
	C	3.0
	D	6.0
	E	11.0
สายพานตัววีแคบ	3V	2.0
	5V	5.0
	8V	10.0

2.4.4 **การหาค่าระยะทางหย่อนของสายพาน (δ) เดลต้า**

สายพานควรรับแรงตึงขนาดพอเหมาะ ซึ่งจะทำให้เกิดการหย่อนของสายพาน (ระยะมิลลิเมตร) ตามที่กำหนดเมื่อใช้แรงหย่อนโหลด T_d กดลงบนกึ่งกลางสายพานระหว่างพู่เลย์ทั้งสองตามแนวตั้งฉากกับสายพาน ซึ่งมีระยะห่างกัน t (มม.) ในการปรับค่าการหย่อน (δ) ปรับค่าระยะห่างระหว่างแกนเพลา C หรือพูเล่ย์



เมื่อ d = 0.016 x t (มม.)

ซึ่งค่าจุดกึ่งกลาง t

หาได้จาก $t = \sqrt{c^2 - \left[\frac{D-d}{2}\right]}$ (มม.) (2.5)