ใบรับรองวิทยานิพนธ์

บัณฑิตวิทยาลัย สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ

เรื่อง การสร้างและหาประสิทธิภาพชุดทดลองการส่งกำลังด้วยสายพาน

โดย นายมงคล พัชรวงศ์สิริ

ได้รับอนุมัติให้นับเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตร
ครุศาสตร์อุตสาหกรรมมหาบัณฑิต สาขาวิชาเครื่องกล

_____ คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย

(อาจารย์ ดร.มงคล หวังสถิตย์วงษ์)

21 พฤษภาคม 2550

คณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์

_____ ประธานกรรมการ

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.สุราษฎร์ พรมจันทร์)

_____ กรรมการ

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ภร นนทะสร)

_____ กรรมการ

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.สมภพ ตลับแก้ว)

การสร้างและหาประสิทธิภาพชุดทดลองการส่งกำลังด้วยสายพาน

นายมงคล พัชรวงศ์สิริ

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตร
ครุศาสตร์อุตสาหกรรมมหาบัณฑิต
สาขาวิชาเครื่องกล ภาควิชาครุศาสตร์เครื่องกล
บัณฑิตวิทยาลัย สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ
ปีการศึกษา 2549
ลิขสิทธิ์ของสถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ

ชื่อ : นายมงคล พัชรวงศ์สิริ
ชื่อวิทยานิพนธ์ : การสร้างและหาประสิทธิภาพชุดทดลองการส่งกำลังด้วยสายพาน
สาขาวิชา : เครื่องกล
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ
ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ : ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.สุราษฎร์ พรมจันทร์
ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ภร นนทะสร
ปีการศึกษา : 2549

บทคัดย่อ

การวิจัย เรื่อง การสร้างและหาประสิทธิภาพชุดทดลองการส่งกำลังด้วยสายพาน เป็นการวิจัยเชิงทดลอง ตามหลักสูตรวิทยาศาสตรบัณฑิต พุทธศักราช 2548 คณะเทคโนโลยีอุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยราชภัฏกาญจนบุรี

วิธีการดำเนินการวิจัย ผู้วิจัยได้สร้างชุดทดลองซึ่งประกอบไปด้วย ใบเนื้อหา ใบประลอง แบบทดสอบ และ ชุดทดลองการส่งกำลังด้วยสายพาน โดยนำไปใช้กับกลุ่มตัวอย่างเป็นนักศึกษาโปรแกรมวิชาเทคโนโลยีเครื่องกล คณะเทคโนโลยีอุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยราชภัฏกาญจนบุรี ชั้นปีที่ 3 จำนวน 15 คน หลังจากจบการเรียนการสอนในแต่ละหัวข้อให้นักศึกษาทำแบบฝึกหัดในหัวข้อนั้นๆ ทันที และเมื่อเรียนจบการเรียนทุกบทเรียนแล้ว ให้นักศึกษาทำแบบทดสอบ หลังจากนั้นจึงนำคะแนนที่ได้จากการทำแบบฝึกหัด และ แบบทดสอบมาคำนวณหาประสิทธิภาพ ของชุดทดลอง

ผลการวิจัยในครั้งนี้ ปรากฏว่า ชุดทดลองการส่งกำลังด้วยสายพาน ที่ผู้วิจัยทำการวิจัยมีประสิทธิภาพเท่ากับ 91.16/87.00 ซึ่งสูงกว่าเกณฑ์ 80.00 / 80.00 ที่กำหนดไว้

(วิทยานิพนธ์มีจำนวนทั้งสิ้น 197 หน้า)

คำสำคัญ : ส่งกำลังด้วยสายพาน

_____อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์

Name : Mr.Mongkol Patcharavongsiri
Thesis Title : The construction and efficiency of the belt transmission experiment set.
Major Field : Mechanical Technology.
King Mongkut's Institute of Technology North Bangkok.
Thesis Advisors : Assistant Professor Dr.Surat Promchun
Assistant Professor Porn Nontasorn.

Abstract

The purposes of this experimental research were to construct and find the efficiency of the belt transmission experiment set for Sciences curriculum, Faculty of Industrial Technology, Kanchanaburi Rajabhat University.

In process of this research, the researcher constructed experimental set comprising information sheet lab sheets, test and the belt transmission experiment set. The experiment set was used by a group of 15 mechanical students, all the 3 year level for Mechanical Technology Program, Faculty of Industrial Technology, Kanchanaburi Rajabhat University. After completing each lesson, the students were asked to do practice exercises immediately. At the end of lesson, students were required to do the test. The scores from both practice exercises and the test were used for the calculation of efficiency of the experiment set.

The result of this research revealed that the efficiency of the belt transmission experiment set was 91.16/87.00 which is excluded the standard requirement of 80.00/80.00

(total 197 pages)

Kerword : belt transmission

_____Advisor.

กิตติกรรมประกาศ

วิทยานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จลงได้ด้วยความอนุเคราะห์และความช่วยเหลือของ ผศ.ดร.สุราษฎร์ พรมจันทร์ และ ผศ.ภร นนทะสร ซึ่งเป็นอาจารย์ที่ปรึกษา ได้ให้คำแนะนำ แนวคิด พร้อมทั้งตรวจแก้ไขข้อความต่างๆ ด้วยดีมาตลอด ผู้วิจัยขอกราบขอบพระคุณเป็นอย่างสูง ณ โอกาสนี้

ผู้วิจัยขอกราบขอบพระคุณ คณบดีคณะเทคโนโลยีอุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยราชภัฏกาญจนบุรี ที่ให้ความอนุเคราะห์ สถานที่ ในการทำวิจัย

ผู้วิจัยขอกราบขอบพระคุณ ผู้เชี่ยวชาญทุกท่าน ที่ให้ความอนุเคราะห์ในการตรวจสอบชุดทดลองการส่งกำลังด้วยสายพาน ซึ่งได้ทำการประเมิน และให้ข้อเสนอแนะที่เป็นประโยชน์ต่อการทำวิจัย

ท้ายที่สุดนี้ ขอกราบขอบพระคุณ บิดา มารดา และอาจารย์ทุกท่านผู้ประสิทธิประสาทวิชา

มงคล พัชรวงศ์สิริ

กิตติกรรมประกาศ

วิทยานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จลงได้ด้วยความอนุเคราะห์และความช่วยเหลือของ ผศ.ดร.สุราษฎร์ พรมจันทร์ และ ผศ.ภร นนทะสร ซึ่งเป็นอาจารย์ที่ปรึกษา ได้ให้คำแนะนำ แนวคิด พร้อมทั้งตรวจแก้ไขข้อความต่างๆ ด้วยดีมาตลอด ผู้วิจัยขอกราบขอบพระคุณเป็นอย่างสูง ณ โอกาสนี้

ผู้วิจัยขอกราบขอบพระคุณ คณบดีคณะเทคโนโลยีอุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยราชภัฏกาญจนบุรี ที่ให้ความอนุเคราะห์ สถานที่ ในการทำวิจัย

ผู้วิจัยขอกราบขอบพระคุณ ผู้เชี่ยวชาญทุกท่าน ที่ให้ความอนุเคราะห์ในการตรวจสอบชุดทดลองการส่งกำลังด้วยสายพาน ซึ่งได้ทำการประเมิน และให้ข้อเสนอแนะที่เป็นประโยชน์ต่อการทำวิจัย

ท้ายที่สุดนี้ ขอกราบขอบพระคุณ บิดา มารดา และอาจารย์ทุกท่านผู้ประสิทธิประสาทวิชา

มงคล พัชรวงศ์สิริ

สารบัญ

		หน้า
บทคัดย่อภาษาไทย		ข
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ		ค
กิตติกรรมประกาศ		ง
สารบัญตาราง		ซ
สารบัญภาพ		ฌ
บทที่ 1	บทนำ	1
	1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา	1
	1.2 วัตถุประสงค์	2
	1.3 สมมติฐานของการวิจัย	2
	1.4 ขอบเขตของการวิจัย	2
	1.5 กลุ่มประชากรและกลุ่มตัวอย่าง	3
	1.6 ประโยชน์ของผลการวิจัย	3
บทที่ 2	เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	4
	2.1 ความสำคัญของสื่อการสอน	4
	2.2 บทบาทของสื่อการสอน	4
	2.3 จุดมุ่งหมายของการสอนแบบประลอง	5
	2.4 การสอนแบบประลอง	6
	2.5 องค์ประกอบของการสอนแบบประลอง	8
	2.6 การสร้างชุดประลอง	9
	2.7 การประเมินสื่อการสอน	11
	2.8 ทฤษฎีการส่งกำลังด้วยสายพาน	11
	2.9 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	45
บทที่ 3	วิธีการดำเนินการวิจัย	47
	3.1 กำหนดกลุ่มประชากรและกลุ่มตัวอย่างในการวิจัย	47
	3.2 สร้างชุดทดลอง	48
	3.3 การสร้างเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย	50

สารบัญ (ต่อ)

หน้า

3.4 ดำเนินการทดลองและเก็บรวบรวมงานวิจัย 52

3.5 การวิเคราะห์ข้อมูล 53

3.6 สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล 53

บทที่ 4 ผลของการวิจัย 55

4.1 การวิเคราะห์ผลการทำแบบฝึกหัด 55

4.2 การวิเคราะห์หาประสิทธิภาพของชุดการสอน 56

บทที่ 5 สรุปผลและข้อเสนอแนะ 57

5.1 สรุปผลการวิจัย 57

5.2 อภิปรายผลการวิจัย 57

5.3 ข้อเสนอแนะจากผลการวิจัย 57

5.4 ข้อเสนอแนะเพื่อการวิจัยครั้งต่อไป 58

บรรณานุกรม 59

ภาคผนวก ก 61

รายละเอียดของหลักสูตรวิชา การออกแบบเครื่องจักรกล 62

ภาคผนวก ข 63

รายการหัวข้อเรื่อง 64

การประเมินความสำคัญของหัวเรื่อง 65

ภาคผนวก ค 66

รายนามผู้เชี่ยวชาญที่ตรวจสอบคุณภาพชุดการสอน 67

หนังสือขอเชิญเป็นผู้เชี่ยวชาญประเมินสื่อการสอนเพื่อประกอบ 68

ภาคผนวก ง 75

การวิเคราะห์ผลการประเมินชุดทดลองด้านการออกแบบ 76

การวิเคราะห์ผลการประเมินชุดทดลองด้านคุณภาพของชุดทดลอง 77

การวิเคราะห์ผลการประเมินชุดทดลองด้านการทดลอง 77

ภาคผนวก จ 78

การแสดงคะแนนจากการทดลองใช้ชุดทดลอง 79

สารบัญ (ต่อ)

	หน้า
ภาคผนวก ฉ	81
คู่มือครู	81
คำอธิบายรายวิชา	82
ใบเนื้อหา	83
แบบฝึกหัด	95
เฉลยแบบฝึกหัด	100
ใบประลอง	105
เฉลยใบประลอง	120
แบบทดสอบ	133
เฉลยแบบทดสอบ	138
คู่มือการใช้เครื่อง	143
ภาคผนวก ช	158
แบบชุดทดลองการส่งกำลังด้วยสายพาน	159
ภาคผนวก ซ	160
ประวัติผู้วิจัย	161

สารบัญตาราง

		หน้า
ตารางที่ 2-1	แฟคเตอร์แก้ไข	16
ตารางที่ 2-2	มิติของสายพานวี	17
ตารางที่ 2-3 (ก)	สายพานวีมาตรฐาน	18
ตารางที่ 2-3 (ก) ต่อ	สายพานวีมาตรฐาน	19
ตารางที่ 2-3 (ข)	ความยาวของสายพานวีมาตรฐาน	20
ตารางที่ 2-3 (ค)	ความยาวของสายพานวีแคบ	21
ตารางที่ 2-4	ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางต่ำสุดของมู่เล่ที่ยอมให้ (มม.)	22
ตารางที่ 2-5	กำลังที่สามารถถ่ายทอดได้ต่อสายพานหนึ่งเส้น P_O	25
ตารางที่ 2-6	กำลังที่สามารถถ่ายทอดได้ต่อสายพานวีแคบเส้นเดียว	27
ตารางที่ 2-7	แฟคเตอร์แก้ไข	28
ตารางที่ 2-8	ช่วงปรับแต่งของศูนย์กลางมู่เล่	30
ตารางที่ 2-9	ช่วงใช้งานของโลดที่เหมาะสมกับความตึงของสายพาน (ก)	31
ตารางที่ 2-10 (ก)	แบบ ขนาด และที่ใช้ของสายพานฟันเฟือง	35
ตารางที่ 2-10 (ข)	หมายเลขระบุจำนวนฟันและความยาวมาตรฐานของสายฟันเฟือง (หน้าตัด L)	36
ตารางที่ 2-10 (ค)	หมายเลขระบุจำนวนฟันและความยาวมาตรฐานของสายฟันเฟือง (หน้าตัด L)	37
ตารางที่ 2-11	แฟคเตอร์แก้ไขที่ต้องเพิ่มเติมสำหรับกรณี การขับแบบเพิ่มความเร็วแลภายใต้การทำงานที่ผิดปกติ	38
ตารางที่ 2-12	ความสามารถในการถ่ายทอดกำลังต่อความกว้างหนึ่งนิ้ว	39
ตารางที่ 2-13	จำนวนฟันต่ำสุดที่ยอมให้ของมู่เล่สำหรับสายพานฟัน	40
ตารางที่ 2-14	แฟคเตอร์แก้ไขสำหรับค่า T.I.M. ต่างๆ	41
ตารางที่ 2-15	ค่า Δci และ Δct สำหรับสายพานฟัน	43
ตารางที่ 4-1	แสดงการวิเคราะห์ผลคะแนนจากการทำแบบฝึกหัด	55
ตารางที่ 4-2	แสดงผลการวิเคราะห์หาประสิทธิภาพของชุดทดลอง	56

สารบัญภาพ

หน้า

ภาพที่ 2-1 โครงสร้างสายพานวี 12
ภาพที่ 2-2 สัดส่วนของพื้นที่หน้าตัดของสานพานวี 13
ภาพที่ 2-3 แผนผังการเลือกสายพานวี (กำลังที่ออกแบบกิโลวัตต์) 14
ภาพที่ 2-4 รูปร่างของร่องสายพานวีในมู่เล่สายพาน 14
ภาพที่ 2-5 การคำนวณหาค่าความยาวของสายพาน 15
ภาพที่ 2-6 มุมสัมผัสสายพานวี 23
ภาพที่ 2-7 มู่เล่ปรับความตึง 23
ภาพที่ 2-8 การสัมผัสกันระหว่างผิวสายพานและร่องมู่เล่ 26
ภาพที่ 2-9 แสดงอัตราส่วนภาคตัดขวางของสายพานวีแคบ 27
ภาพที่ 2-10 การปรับระยะระหว่างจุดศูนย์กลาง 29
ภาพที่ 2-11 การโก่งของสายพาน 29
ภาพที่ 2-12 การกำหนดตำแหน่งของมู่เล่ลอย (Idler pulley) 31
ภาพที่ 2-13 สายพานฟัน 33
ภาพที่ 2-14 แผนภูมิการเลือกสายพานฟัน 38
ภาพที่ 2-15 ความกว้างของสายพานฟันมาตรฐาน 41
ภาพที่ 2-16 ภาพสายพานแบบและที่ใช้ 44
ภาพที่ 3-1 แสดงขั้นตอนการวิเคราะห์หลักสูตรวิชาออกแบบเครื่องจักรกล 49
ภาพที่ 3-2 แสดงขั้นตอนการสร้างชุดทดลอง 50
ภาพที่ 3-3 แผนภูมิการสร้างเครื่องมือในการวิจัย 52

บทที่ 1
บทนำ

1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

ในโลกยุคปัจจุบัน การมีอุตสาหกรรมการผลิตในประเทศจะสามารถแข่งขันกับประเทศต่างๆ โดยเฉพาะอย่างยิ่ง กลุ่มประเทศที่พัฒนาแล้ว และประเทศอุตสาหกรรมใหม่ทั้งหลายนั้น สิ่งหนึ่งที่จะขาดไม่ได้ คือการพัฒนาขีดความสามารถทางด้านเทคโนโลยีการผลิตให้ทัดเทียมหรือดีกว่าต่างประเทศเหล่านั้น โดยแบ่งเป็นด้านทรัพยากร ด้านการเงิน ด้านเครื่องจักร และที่ขาดไม่ได้คือด้านบุคลากร ซึ่งแต่ละด้านต้องมีการพัฒนาไปพร้อมๆกัน ดังนั้นการศึกษาจึงเป็นหัวใจสำคัญในการพัฒนาบุคลากรของประเทศให้เป็นทรัพยากรที่มีคุณค่า โดยเฉพาะอย่างยิ่ง การพัฒนาด้านเทคโนโลยีซึ่งมีการเปลี่ยนแปลงรวดเร็ว จึงจำเป็นที่จะต้องมีการอบรมหรือการสอนอย่างมีประสิทธิภาพ รวดเร็ว ทันต่อการเปลี่ยนแปลง ซึ่งมหาวิทยาลัยเป็นส่วนสำคัญของการศึกษาที่จะให้นักศึกษามีความรู้ ความสามารถที่พอเพียงต่อการไปทำงานในสถานประกอบการ โปรแกรมวิชาเทคโนโลยีเครื่องกล คณะเทคโนโลยีอุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยราชภัฏกาญจนบุรี ได้เล็งเห็นความจำเป็นในการพัฒนาบุคลากรของประเทศ ด้านเทคโนโลยีและวิทยาศาสตร์ ให้มีศักยภาพ เพื่อให้นักศึกษามีทักษะด้านเทคโนโลยีการผลิต ตอบสนองความต้องการของประเทศ จึงได้มีการจัดการเรียนการสอนในรายวิชา ออกแบบเครื่องจักรกล (Machine Design) ให้กับนักศึกษา ซึ่งต้องมีความเข้าใจในเรื่องชิ้นส่วนเครื่องจักรกล ที่นำมาใช้โดยหนึ่งในชิ้นส่วนนั้นคือ “สายพาน” ที่มีใช้งานในโรงงานอุตสาหกรรม นักศึกษาจะต้องเป็นผู้ให้ผู้ออกแบบ ผู้เลือกใช้จำเป็นต้องมีความรู้เกี่ยวกับสายพาน ทั้งรูปแบบ ลักษณะการใช้งาน อัตราทดสายพาน การส่งกำลังที่เหมาะสม โดยพบปัญหาในการเรียนการสอนในรายวิชาทำให้นักศึกษาเข้าใจยาก ดังต่อไปนี้

ก. นักศึกษาไม่เข้าใจลักษณะทางกายภาพของสายพานและมู่เล่ในลักษณะต่างๆ

ข. นักศึกษาไม่เข้าใจลักษณะการส่งกำลังในอัตราทดต่างๆ ของสายพาน

ค. นักศึกษาไม่สามารถหาค่าการกินกระแสไฟฟ้าของมอเตอร์ในแต่ละภาระที่เกิดขึ้น

จากปัญหาดังกล่าวส่งผลให้นักศึกษาโปรแกรมเทคโนโลยีเครื่องกล คณะเทคโนโลยีอุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยราชภัฏกาญจนบุรี ได้เกรด E ในแต่ละภาคการศึกษา ดังตารางที่ 1-1

ตารางที่ 1-1 แสดงจำนวนนักศึกษาที่สอบไม่ผ่านวิชาออกแบบเครื่องจักรกล

ภาคเรียนที่	หมู่เรียน	ผลการเรียน	
		จำนวนนักศึกษาทั้งหมด	จำนวนนักศึกษาที่สอบไม่ผ่าน
3/2547	471353901	21	5
2/2548	472333901	13	4
3/2548	481353901	19	4
2/2549	482353901	7	1

จากปัญหาดังกล่าวนั้น จึงมีการคิดชุดทดลอง โดยให้ความสำคัญกับชิ้นส่วนเครื่องจักรกลที่นักศึกษาจะต้องใช้ในการทำงานจริง และ เป็นชุดทดลองที่โปรแกรมเครื่องกลยังขาดแคลน ผู้วิจัยจึงคิดชุดทดลองการ่ส่งกำลังด้วยสายพาน ที่จะแก้ปัญหาในการเรียนให้เห็นภาพ ไม่ต้องจินตนาการและได้สัมผัสจริง เพื่อให้เกิดประสบการณ์ในการเรียนการสอน สามารถทดลองพิสูจน์ทฤษฎีที่ใช้การเรียนการสอน เกิดเข้าใจในเนื้อหา และมองเห็นการทำงานจริง สามารถประยุกต์การใช้งานจริงได้เมื่อต้องไปทำงานในภาคอุตสาหกรรมต่างๆ เมื่อนักศึกษาสำเร็จการศึกษาสามารถนำความรู้ไปพัฒนาองค์กรและประเทศต่อไปได้

1.2 วัตถุประสงค์

เพื่อสร้างและหาประสิทธิภาพของชุดทดลองการส่งกำลังด้วยสายพาน

1.3 สมมติฐานของการวิจัย

ชุดทดลองส่งกำลังด้วยสายพานใช้งานได้เป็นอย่างมีประสิทธิภาพตามเกณฑ์ 80/80

1.4 ขอบเขตของการวิจัย

1.4.1 ด้านชุดทดลองที่ใช้ในการวิจัยนี้

1.4.1.1 สามารถทำการทดลองสายพานได้ 4 ชนิด คือ สายพานแบน สายพานวี สายพานกลม และสายพานฟันเฟือง

1.4.1.2 ใช้ต้นกำลังจากมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสสลับมีความเร็วรอบคงที่

1.4.1.3 สามารถถอดเปลี่ยน มู่เล่สายพานได้ตามชนิดของสายพาน

1.4.1.4 ประกอบไปด้วย ชุดส่งกำลังด้วยสายพาน ใบเนื้อหา แบบฝึกหัด ใบประลอง และ แบบทดสอบ

1.4.2 ด้านการทดลอง

1.4.2.1 ศึกษากายภาพของมู่เล่ และสายพาน

1.4.2.2 หาค่าความเร็วของสายพาน

1.4.2.3 มุมโอบของสายพานแบบต่างๆ ได้โดยใช้บรรทัดวัดมุม

1.4.2.4 หาค่าอัตราทดของล้อสายพาน

1.4.2.5 หาค่าความเร็วรอบของล้อสายพาน

1.4.2.6 หาค่าการใช้กระแสไฟฟ้าของมอเตอร์ขับล้อสายพาน

1.4.2.7 ใช้ทดลองกับนักศึกษาที่ลงทะเบียนเรียนวิชาออกแบบเครื่องจักรกล โปรแกรมวิชาเทคโนโลยีเครื่องกล คณะเทคโนโลยีอุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยราชภัฏกาญจนบุรี

1.4.3 ระยะเวลาดำเนินงานวิจัย

วันที่ 1 สิงหาคม พ.ศ.2549 - 28 กุมภาพันธ์ พ.ศ. 2550

1.5 ประโยชน์ของผลการวิจัย

1.5.1 นักศึกษาที่ใช้ชุดทดลองสามารถทำความเข้าใจลักษณะรูปร่าง วิธีการใช้งานสายพานแบน สายพานกลม สายพานวีและสายพานฟันเฟือง

1.5.2 นักศึกษาสามารถใช้เครื่องมือสำหรับถอดใส่ล้อสายพาน

1.5.3 อาจารย์มีสื่อการสอนที่ใช้ในการเรียนการสอนวิชาออกแบบเครื่องจักรกลเรื่องสายพาน ที่น่าสนใจ นักศึกษาไม่ต้องจินตนาการ เห็นภาพประกอบการคำนวณอย่างชัดเจน

บทที่ 2
เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ในการวิจัยการพัฒนาชุดทดลองการส่งกำลังด้วยสายพาน ในครั้งนี้ผู้วิจัยได้ศึกษาผลงานวิจัยและงานเขียนอื่น ๆที่เกี่ยวข้องกับชุดทดลองแบ่งออกเป็นหัวข้อดังต่อไปนี้ คือ

2.1 ความสำคัญของสื่อการสอน

2.2 บทบาทของสื่อการสอน

2.3 จุดมุ่งหมายของการสอนแบบประลอง

2.4 การสอนแบบประลอง

2.5 องค์ประกอบของการสอนแบบประลอง

2.6 การสร้างชุดประลอง

2.7 การประเมินสื่อการสอน

2.8 ทฤษฎีการส่งกำลังด้วยสายพาน

2.9 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

2.1 ความสำคัญของสื่อการสอน

ในระบบการเรียนการสอนนั้น สื่อเข้ามามีบทบาททั้งส่วนของผู้สอนและส่วนของผู้เรียน โดยช่วยให้ผู้สอนสามารถจัดประสบการณ์เพื่อการเรียน ได้อย่างเหมาะสมกับตัวผู้เรียน และ ช่วยให้ผู้เรียนสามารถเรียนได้ ตามความต้องการ ความสามารถ และ ความสนใจ ตามจุดมุ่งหมายของการเรียนการสอนความสำคัญของสื่อการสอน (สุนันท์ , 2526 : 25)

2.1.1 ช่วยแก้ปัญหาทางด้านความรู้พื้นฐานหรือภูมิหลังของผู้เรียนที่แตกต่างกัน

2.1.2 ช่วยให้ผู้สอนทำการสอนดีขึ้น ทำให้สามารถสอนได้บรรลุตามจุดมุ่งหมายที่ตั้งไว้

2.1.3 สื่อการสอนสำเร็จภาพที่ หรือ ชุดการเรียนการสอนด้วยตนเอง ช่วยผู้เรียนที่อยู่ในสภาพด้อยโอกาส สามารถเรียนได้ทัดเทียมกับผู้มีโอกาสดีกว่าการเพิ่มจำนวนของผู้เรียนมีมาก สื่อการสอนสามารถช่วยเพิ่มประสิทธิภาพทางการสอนเพื่อให้เพียงพอกับปริมาณความต้องการในการเรียนของผู้เรียน

2.2 บทบาทของสื่อการสอน

2.2.1 ช่วยจัดและเสริมสร้างประสบการณ์การเรียนรู้

2.2.2 ช่วยควบคุมผู้เรียนให้มีปฏิกิริยาสัมพันธ์ในทิศทางที่พึงปรารถนา

2.2.3 ช่วยให้ผู้เรียนสามารถประกอบกิจกรรมการเรียน ที่แตกต่างกันไปตามเนื้อหาวิชา

2.2.4 ช่วยผู้สอนให้สามารถสอนได้รวดเร็วและถูกต้องมากขึ้น

2.2.5 ช่วยให้คุณภาพการเรียนรู้ดีขึ้น

2.2.6 ช่วยประทับความรู้สึก ความจำให้แก่ผู้เรียน

2.2.7 ช่วยให้ผู้เรียนสามารถเรียนรู้ได้มากขึ้นในเวลาเท่าเดิม

2.2.8 ช่วยส่งเสริมความคิด และการแก้ปัญหาในกระบวนการเรียนการสอน

2.2.9 ช่วยทำให้สิ่งที่ซับซ้อนง่ายขึ้น

2.2.10 ช่วยทำให้เกิดภาพที่แทนนามธรรม

2.2.11 ช่วยทำให้ขนาดของสิ่งที่จะทำการเรียนรู้มีขนาดที่เหมาะสม

2.2.12 ช่วยให้สิ่งที่เคลื่อนไหวเร็ว ช้าลง หรือสิ่งที่เคลื่อนไหวช้า เร็วขึ้น

2.2.13 ช่วยให้สิ่งที่ลี้ลับ สิ่งที่อยู่ไกลหรืออดีตมาแสดงได้

2.2.14 ช่วยทำให้ความคิดของผู้เรียนมีการพัฒนาอย่างต่อเนื่อง

2.3 จุดมุ่งหมายของการสอนแบบประลอง

การสอนแบบประลองมีจุดมุ่งหมายที่จะช่วยให้นักศึกษา ได้ฝึกหัดเทคนิควิธีการบางอย่าง และสามารถพัฒนาทักษะของตนอย่างจริงจัง การเรียนรู้จะเกิดจาก การที่นักศึกษาได้ลงมือทำการทดลองด้วยตนเอง ซึ่งจุดมุ่งหมายของการสอนแบบนี้ มีจุดมุ่งหมายหลายประการดังนี้ (สุชาติ , 2526 : 30)

2.3.1 ให้นักศึกษารู้จักคุ้นเคยกับเครื่องมือและอุปกรณ์ที่สำคัญ

2.3.2 ให้นักศึกษาคุ้นเคยกับการวางแผนเตรียมการและทดลองให้เครื่องมือในการปฏิบัติการทดลอง

2.3.3 เพื่อฝึกและพัฒนาความสามารถในการสังเกต รวบรวมและตีความ ข้อมูลต่าง ๆ ที่ได้จากการทดลอง

2.3.4 เพื่อฝึกฝนและพัฒนาความสามารถ ในการเสนอรายงานผลการทดลองที่ดี และมีความเหมาะสม

2.3.5 เพื่อพัฒนาความสามารถของนักศึกษา ในการที่จะรวบรวม และ สัมพันธ์แนวคิดหลักการและความรู้ต่าง ๆ เข้าด้วยกัน เพื่อที่จะมองเห็นภาพรวมของวิชานั้น ๆ

2.3.6 เพื่อประยุกต์หลักการทั่วไปเข้ากับสถานการณ์จริงในห้องทดลอง หรือในการปฏิบัติภาคสนามอื่น ๆ

2.3.7 เพื่อให้เห็นปัญหาและพิจารณาถึงทางเลือก ในการดำเนินงานปฏิบัติสิ่งต่าง ๆ

2.3.8 เพื่อให้รู้จัก วิเคราะห์ผลการทดลอง ต่อสมมุติฐานที่ตั้งไว้ และวิเคราะห์ผลที่เกิดขึ้นกับการปฏิบัติจริงในชีวิตประจำวัน

2.3.9 เพื่อส่งเสริมและพัฒนาทัศนคติที่ดีและทำให้เกิดความภูมิใจในงานอาชีพด้านต่าง ๆ

2.4 การสอนแบบการประลอง

เมื่อกล่าวถึงการสอนมีผู้ให้ความหมายไว้มากมายพอสรุปได้ว่า การสอน คือกระบวนการที่ครูพยายามสร้างความสัมพันธ์กับนักศึกษา ที่จะแนะนำให้นักศึกษาได้มีกิจกรรมในการแก้ปัญหา หรือการสร้างสถานการณ์ที่จะทำให้เกิดการเรียนรู้ในฝ่ายนักศึกษา โดยใช้วิธีการสอนแบบต่าง ๆกัน สิ่งที่สำคัญเกี่ยวกับการเลือกวิธีการสอนมีอยู่หลายประการแต่ที่สำคัญที่สุดคือ ความมุ่งหมายของบทเรียน หรืออาจกล่าวได้ว่าวิธีการสอนนั้นขึ้นอยู่กับจุดประสงค์ของการสอน (สุชาติ ,2526 : 32)

วิธีการสอนแบบประลอง (Laboratory Method) หรือวิธีการสอนแบบประลอง คือ วิธีการสอนที่ทำให้เกิดประสบการณ์ตรงเกี่ยวกับสิ่งที่จะต้องนำไปปฏิบัติ หรือข้อเท็จจริงจากทฤษฎี ที่ได้มีผู้ค้นพบมาแล้วนักศึกษาทำการประลองตามเนื้อหาทฤษฎีที่ได้เรียนมา เพื่อสรุปถึงข้อเท็จจริงตามทฤษฎี โดยวิธีการสอบสวนค้นคว้าและปฏิบัติการทดลอง วิธีการสอนแบบประลองนี้ผู้สอนต้องเตรียมพร้อมในเรื่องของเครื่องมือและอุปกรณ์ต่าง ๆ พร้อมทั้งคู่มือในการฝึกทดลองแต่ละขั้นตอน โดยระบุขั้นตอนการทำงานอย่างเป็นลำดับชัดเจนจนกระทั่งนักศึกษาสามารถปฏิบัติด้วยตนเองได้ ซึ่งการสอนแบบนี้จะทำให้นักศึกษาได้มีโอกาสทำการทดลองโดยทั่วถึงกัน เพื่อจะได้ศึกษาข้อเท็จจริงด้วยตนเอง ความมุ่งหมายของการสอนแบบประลองสรุปได้ดังนี้

2.4.1 เพื่อพัฒนาทักษะในการใช้เครื่องมือต่าง ๆ

2.4.2 เพื่อให้นักศึกษาได้รับประสบการณ์ตรง

2.4.3 เพื่อประยุกต์หลักการที่ใช้ในห้องทดลองกับงานจริงในภาคสนามได้

2.4.4 เพื่อพัฒนาความสามารถของนักศึกษา ในการที่จะรวมความสัมพันธ์ของความคิดหลักการและความรู้ต่าง ๆ เข้าด้วยกัน เพื่อทำให้นักศึกษาสามารถมองภาพรวมในเนื้อหาของวิชานั้นได้วิธีการดำเนินการโดยทั่วไปของการทดลองหรือการปฏิบัติการประลองควรต้องประกอบด้วย

2.4.4.1 ผู้สอนกำหนดการทดลองเพื่อให้สอดคล้องกับเนื้อหา และ หลักการที่บรรยายในชั้นเรียน โดยแบ่งเนื้อหาออกเป็นตอน ๆ หรือเป็นเรื่อง ๆ แล้วแต่เนื้อหา

2.4.4.2 จัดทำคู่มือการทดลอง ซึ่งประกอบไปด้วย จุดมุ่งหมายเครื่องมือและอุปกรณ์ แนวทางปฏิบัติรวมทั้งคำถามปัญหา หรือ สิ่งอื่น ๆ ที่จะเกิดขึ้นในการทดลองแล้วให้นักศึกษาอ่านล่วงหน้า

2.4.4.3 ผู้สอนและผู้ควบคุมห้องทดลอง จัดเตรียมอุปกรณ์เครื่องมือเป็นระเบียบ เป็นขั้นตอน และมีมากพอกับจำนวนนักศึกษา

2.4.4.4 นักศึกษาดำเนินการทดลองตามคำแนะนำของผู้สอน หรือ ผู้ควบคุมห้องทดลองตามลำดับขั้นที่วางไว้ โดยชัดเจนแล้ว เป็นกลุ่ม หรือ เป็นรายบุคคลแล้วแต่ความเหมาะสม

2.4.4.5 นักศึกษาเขียนรายงาน และ ให้ข้อคิดเห็นตามแนวทางผู้สอนแนะนำ

2.4.4.6 อภิปรายร่วมกันถึงผลการทดลอง และวิธีการทดลองที่ได้ทำเสร็จสิ้นไปรวมทั้งข้อคิดเห็นที่สัมพันธ์กับการทดลองที่ผ่านไปแล้วและเตรียมการเพื่อการทดลองครั้งใหม่

จะเห็นว่าก่อนที่นักศึกษาทำการทดลองและเขียนรายงานรวมทั้งการอภิปรายสิ่งประกอบที่สำคัญก็คือ การจัดทำคู่มือการทดลองให้กับนักศึกษาซึ่งประกอบไปด้วยใบเนื้อหา (Information Sheets) และใบประลอง (Experiment Sheets) (สุชาติ ,2526:33)

ใบเนื้อหา คือ เอกสารที่บอกข้อมูลทางทฤษฎีเกี่ยวกับหัวเรื่องที่จะทำการประลอง ประกอบด้วยเนื้อหาที่จำเป็นเพียงแค่บทสรุปสั้น ๆ เท่านั้นและใบเนื้อหาที่ดีนั้น ต้องอธิบายถึงเนื้อหาต่าง ๆ ที่เป็นจุดสำคัญของเรื่องนั้นอย่างเด่นชัด

ใบประลอง คือเอกสารที่บอกรายละเอียดเกี่ยวกับการประลองปฏิบัติการในหัวข้อนั้น ๆ มีตั้งแต่ชื่อของเรื่องที่จะประลองวัตถุประสงค์ของการประลองอุปกรณ์เกี่ยวกับความปลอดภัยในระหว่างการประลองที่จำเป็น อาจมีตารางบันทึกผล หรือ ตารางกราฟ เพื่อบันทึกผลการวัดค่าต่าง ๆ ในการประลอง มีคำถามท้ายการประลองและแนะนำการสรุป เพื่อเป็นแนวทางให้นักศึกษานำไปเขียนรายงาน และ อภิปรายสรุปผลหลังการเรียนได้ ใบประลองใช้มากในงานทดลองต่าง ๆ ทางด้านวิทยาศาสตร์เพื่อศึกษาทฤษฎีต่าง ๆ ใบประลองทั่วไปจะต้องประกอบไปด้วย

ก. ชื่อเรื่อง
ข. วัตถุประสงค์
ค. เนื้อหาเบื้องต้น
ง. วัสดุและอุปกรณ์ประกอบในการประลอง
จ. ลำดับขั้นการประลอง
ฉ. เอกสารอ้างอิง
ช. คำถามเพื่อวัดผลหลังการประลอง
ซ. ใบข้อมูล เช่นตารางบันทึกผล หรือ กราฟ

2.5 องค์ประกอบของการสอนแบบประลอง

2.5.1 สถานที่ฝึกประลอง มีองค์ประกอบที่สำคัญโดยทั่วไป คือ

2.5.1.1 สถานที่ ที่ต้องเหมาะสมกับจุดมุ่งหมายและวิธีการทดลอง

2.5.1.2 สถานที่ ที่ต้องมีความพร้อมสมบูรณ์ในการประลอง

2.5.1.3 สถานที่ ที่ยินดีและเต็มใจ

2.5.1.4 สถานที่ ที่มีความยืดหยุ่นได้ตามสมควร

2.5.1.5 สถานที่ ที่ควรเป็นแบบฉบับได้

2.5.2 อุปกรณ์และเครื่องมือ มีองค์ประกอบที่สำคัญ โดยทั่วไปคือ

2.5.2.1 เครื่องมือและอุปกรณ์ ต้องมีจำนวนเพียงพอกับจำนวนนักศึกษา

2.5.2.2 เครื่องมือและอุปกรณ์ ควรจะอยู่ในสภาพพร้อมที่จะนำมาใช้งานได้

2.5.2.3 เครื่องมือและอุปกรณ์ ควรใช้ได้อย่างไม่จำกัดเวลา หรือเปิดเวลาให้กว้างและยืดหยุ่นได้

2.5.2.4 เครื่องมือและอุปกรณ์ ควรเป็นของที่ทำขึ้นเอง หรือหาซื้อและปรับปรุงขึ้นเองได้ภายในประเทศ

2.5.3 เอกสารการประลอง มีองค์ประกอบที่สำคัญโดยทั่วไปคือ (สุชาติ , 2526 : 30-31)

2.5.3.1 คู่มือการประลอง ควรประกอบด้วย

ก. แนะนำ ความหมาย และความสำคัญ

ข. วัตถุประสงค์ของการประลอง

ค. การเตรียมตัวของผู้เรียน

ง. แนะนำเครื่องมือ เครื่องใช้

จ. ลำดับขั้นของการฝึกการทดลอง

ฉ. การบันทึก การสังเกต การสรุปสิ่งที่ทดลอง

ช. แบบฟอร์มหรือตาราง เพื่อใช้บันทึกข้อสังเกต

ซ. ปัญหาและอุปสรรคที่อาจเกิดขึ้น

ฌ. คำศัพท์หรือทฤษฎีพื้นฐานที่ควรทราบ

ญ. คำถามหรือการประเมินผลต่อการฝึกการทดลองนั้น

ฎ. บทสรุป คำลงท้าย

ฏ. หนังสือหรือเอกสารอ้างอิง

2.5.4 เอกสารประกอบ หมายถึง เอกสารที่เป็นเนื้อหาหรือทฤษฎีที่เกี่ยวข้องกับงานที่ทดลอง

2.6 การสร้างชุดประลอง

การประลอง เป็นวิธีการสอนที่สำคัญวิธีหนึ่ง ในขบวนการเรียนการสอนภาคปฏิบัติในสถาบันอาชีวศึกษา เป็นการเพิ่มประสิทธิภาพ และความสามารถในการปฏิบัติงาน ด้านอุตสาหกรรมของนักศึกษา ฉะนั้นชุดประลองที่นักศึกษาทำการประลอง จะต้องมีประสิทธิภาพและการสร้างชุดประลองให้มีประสิทธิภาพนั้น จะต้องเป็นระบบและมีความสอดคล้องในด้านต่าง ๆ อย่างสมบูรณ์ วิธีการสร้างชุดประลองมีลำดับขั้นในการสร้างดังนี้

2.6.1 การหาขอบข่ายเนื้อหาวิชา

การหาขอบข่ายเนื้อหาวิชา ต้องประกอบด้วยองค์ประกอบ 4 ประการ ที่ดำเนินควบคู่กัน ในการหาขอบข่ายเนื้อหาวิชา ต้องประกอบด้วยการศึกษาเชิงวิเคราะห์เนื้อหาวิชาการศึกษาเปรียบเทียบหลักสูตร การสำรวจโรงงาน และการสำรวจสถานศึกษา

2.6.1.1 การศึกษาเชิงวิเคราะห์เนื้อหาวิชา มีจุดมุ่งหมายในอันที่จะฟื้นฟูความรู้สำหรับผู้ออกแบบสร้างชุดประลองเพื่อการวางโครงร่างลำดับความสัมพันธ์ และแบ่งระดับความยาก-ง่ายของเนื้อหาวิชา ที่จะทำการออกแบบสื่อการสอน

การศึกษาเชิงวิเคราะห์เนื้อหาวิชา กระทำโดยศึกษาจาก ตำรา เอกสาร การสัมมนาปรึกษาผู้เชี่ยวชาญและศึกษางานอุตสาหกรรมที่เกี่ยวข้อง

2.6.1.2 การศึกษาเปรียบเทียบหลักสูตร มีจุดมุ่งหมาย เพื่อศึกษาความสอดคล้องความแตกต่างของหลักสูตรที่ใช้เรียนของสถานศึกษาต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องกัน ได้แก่ วิทยาลัยเทคนิค สถาบันเทคโนโลยีราชมงคล วิทยาลัยเทคโนโลยีอุตสาหกรรม สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้า มหาวิทยาลัยราชภัฏกาญจนบุรี ผลจากการศึกษาจะช่วยในการกำหนดแนวทางในการสร้างชุดประลองให้สอดคล้องอย่างสูงกับหลักสูตรต่าง ๆ กับความต้องการในงานอุตสาหกรรม

การศึกษาเปรียบเทียบหลักสูตร กระทำโดยการศึกษาจากเอกสารหลักสูตร การสอบถามครูผู้สอนในเนื้อหาวิชาที่เกี่ยวข้อง

2.6.1.3 การสำรวจโรงงาน เป็นการศึกษาสภาพการทำงาน การใช้เครื่องมืออุปกรณ์และเทคนิคต่าง ๆ ที่ใช้ในการทำงาน ตามหัวข้อเรื่องของชุดประลอง เป้าหมายต้องการดำเนินการเพื่อจะกำหนดรายละเอียดของการวิเคราะห์งาน (Job Analysis) ความสามารถในงาน (Job Competencies) ความรู้และทักษะที่ต้องการในงาน (Job Knowledge and Skills)

การสำรวจโรงงาน กระทำโดยการสอบถามจากผู้ที่เกี่ยวข้องกับงานด้านอุตสาหกรรม การเยี่ยมชมโรงงาน และข่าวสารทางเทคโนโลยีใหม่ ๆ

2.6.1.4 การสำรวจสถานศึกษา เป็นการเรียนรู้ ระบบการจัดการเรียนการสอน วิธีการสอนความพร้อมของเครื่องมือ วัสดุอุปกรณ์ สื่อการสอน สิ่งอำนวยความสะดวก และปัญหาอุปสรรค

ต่าง ๆ ที่เกิดขึ้น ในแต่ละสถานศึกษา ข้อมูลและประสบการณ์จากการสำรวจจะช่วยให้การออกแบบสร้างชุดประลองมีประสิทธิภาพยิ่งขึ้น

การสำรวจสถานศึกษา กระทำโดยการสอบถาม จากผู้ที่เกี่ยวข้องกับงานด้านการศึกษา การเยี่ยมชมสถานศึกษาด้านอาชีวศึกษา

2.6.2 การกำหนดเนื้อหา และวัตถุประสงค์

นอกเหนือจากข้อมูลความรู้ และประสบการณ์จากการดำเนินงานต่าง ๆ แล้ว เครื่องมืออันหนึ่งที่จะช่วยในการกำหนดและตัดสินใจเลือกเนื้อหาก็คือ การวิเคราะห์กิจกรรม (Task Analysis) หัวข้อที่ได้รับการคัดเลือกแล้วจะถูกนำมาเขียนในภาพที่วัตถุประสงค์ทั่วไป วัตถุประสงค์เฉพาะและเขียนเป็นเนื้อ ซึ่งเนื้อหาวิชาดังกล่าวนำมาใช้สำหรับการสอนด้านการประลอง

2.6.3 การออกแบบและสร้างชุดประลอง

องค์ประกอบที่สำคัญ ในการออกแบบและสร้างชุดประลอง คือกิจกรรมและเนื้อหาที่สอดคล้อง กับวัตถุประสงค์ ซึ่งวัตถุประสงค์ที่ผ่านการตรวจสอบแล้ว จะเป็นแนวทางในการออกแบบและสร้างชุดประลอง (Experimental Kits) ใบเนื้อหา (Information Sheets) และใบงาน (Job Sheets) ต่อไป

2.6.3.1 ชุดประลอง ใช้เป็นอุปกรณ์ในการทำกิจกรรมของนักศึกษา อุปกรณ์การสอนจึงมีความสำคัญมากต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักศึกษา และความสามารถในการทำงานช่างอุตสาหกรรม จะเกิดขึ้นมากหรือน้อย ประการหนึ่งมาจากลักษณะของการประลอง

2.6.3.2 ใบเนื้อหา (Information Sheets) การเขียนใบเนื้อหาจะต้องคำนึงถึงวัตถุประสงค์เป็นหลัก โดยวัตถุประสงค์จะเป็นตัวบอกว่า ต้องการให้นักศึกษาเรียนรู้อะไร ใบเนื้อหาจะต้องครอบคลุมขอบเขตเนื้อหาทั้งหมด เพื่อให้ผู้เรียนบรรลุวัตถุประสงค์นั้น ๆ และจะต้องมีการตรวจกลับไปกลับมาระหว่างรายการวัตถุประสงค์และเนื้อหาวิชา เพื่อให้แน่ใจว่าได้เนื้อหาครอบคลุมทุกวัตถุประสงค์

2.6.3.3 ใบงาน (Job Sheets) เป็นการทำกิจกรรมของนักเรียน เพื่อให้ได้เนื้อหาความรู้ตามวัตถุประสงค์ โดยที่นักศึกษาร่วมกันคิดถกปัญหาในระหว่างการประลอง หรือสำหรับวิเคราะห์หลังจากผ่านการประลองไปแล้ว

2.6.4 การทดลองใช้ชุดประลองจะถูกนำไปใช้สถานศึกษาโดยผู้วิจัย เพื่อค้นหาข้อบกพร่องต่าง ๆ เช่น ความถูกต้อง ความเที่ยงตรง ความยาก ความซับซ้อน ความทนทาน และความสะดวกในการลอกเลียนขึ้นมาใหม่

2.6.5 การปรับปรุงข้อมูลและประสบการณ์ที่ได้จากการทดลองข้างต้น จะถูกนำมาใช้ในการปรับปรุงชุดประลองให้มีคุณภาพ เป็นที่ยอมรับได้

2.7 การประเมินสื่อการสอน

2.7.1 การประเมินสื่อการสอนเพื่อการประกันคุณภาพของสื่อการสอนนั้น มีกระบวนการและขั้นตอนที่ละเอียดซับซ้อน แต่ที่สามารถทำการประเมินได้ไม่ยากนักมี 5 วิธี ที่นิยมใช้คือ

2.7.1.1 การประเมินโดยผู้สอน

2.7.1.2 การประเมินโดยผู้เชี่ยวชาญ

2.7.1.3 การประเมินโดยคณะกรรมการเฉพาะกิจ

2.7.1.4 การประเมินโดยผู้เรียน

2.7.1.5 การประเมินโดยประสิทธิภาพของสื่อ

ก. ประเมินโดยอาศัยเกณฑ์

ข. ประเมินโดยไม่ได้ตั้งเกณฑ์

2.7.2 การประเมินสื่อการสอนเป็นการประเมิน ให้ทราบว่าสื่อการสอนที่นำมาใช้นั้นมีประสิทธิภาพ (Efficiency) และประสิทธิผล (Effectiveness) เพียงใด มีส่วนใดที่ควรได้รับการปรับปรุงแก้ไข เวลาที่ใช้เหมาะสมหรือไม่ทำให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้ตามวัตถุประสงค์หรือไม่ อย่างไร ทั้งประสิทธิภาพและประสิทธิผล นำไปสู่การบอกคุณภาพ (Quality) ของสื่อการสอนและการประกันคุณภาพของสื่อการสอน (Quality Assurance) นอกจากนี้การประเมินผลสื่อการสอนดังกล่าวแล้วอาจประเมินได้จาก

2.7.2.1 อภิปรายในชั้นเรียนท้ายบทเรียน

2.7.2.2 การสัมภาษณ์ผู้เรียนเป็นรายบุคคล

2.7.2.3 การสังเกตพฤติกรรมของผู้เรียน

สิ่งที่ใช้เป็นมาตรฐานในการพิจารณาประเมินสื่อการสอน ได้แก่ ความสามารถของสื่อที่ทำให้การเรียนการสอนบรรลุจุดประสงค์เนื้อหาวิชาเรื่องนั้น ๆ

2.8 ทฤษฎีการส่งกำลังด้วยสายพาน (สมยศ,2527:149)

การถ่ายทอดกำลังจากส่วนหนึ่งไปยังอีกส่วนหนึ่ง มีอยู่บ่อยครั้งที่เผชิญปัญหาที่ว่าเพลาทั้งสองที่ต้องการจะต่อเข้าด้วยกัน มีระยะห่างจากกันมาก ทำให้ไม่สามารถจะถ่ายทอดกำลังกันโดยตรงโดยอาศัยเฟืองได้

ในกรณีเช่นนี้ การถ่ายทอดกำลังหรือการหมุน จะต้องกระทำผ่านอุปกรณ์ถ่ายทอดกำลังที่ยืดหยุ่นได้ เช่นสายพาน หรือโซ่ โดยการพันอุปกรณ์ดังกล่าวรอบมู่เล่

การใช้อุปกรณ์ถ่ายทอดกำลังทางกลแบบยืดหยุ่นได้ ขับซึ่งกันและกัน อาจจะแบ่งออกได้เป็นการขับโดยสายพาน การขับโดยโซ่ และการขับโดยเชือก ซึ่งในจำนวนนี้ การขับโดยเชือกมักจะใช้ใน

กรณีพิเศษเท่านั้น ส่วนการขับโดยสายพาน ยังแบ่งย่อยออกได้อีก 3 กลุ่ม คือ กลุ่มแรก ใช้สายพานแบบสายพานแบน (flat belt) แบบนี้สายพานจะพันอยู่บนมู่เล่ทรงกระบอก และถ่ายทอดแรงบิดระหว่างเพลา ภายใต้ข้อแม้ที่ว่าระยะระหว่างจุดศูนย์กลางของเพลาทั้งสองต้องไม่เกิน 10 (เมตร) และอัตราส่วนของความเร็ว (speed ratio) อยู่ในช่วง 1/6 ถึง 1/1

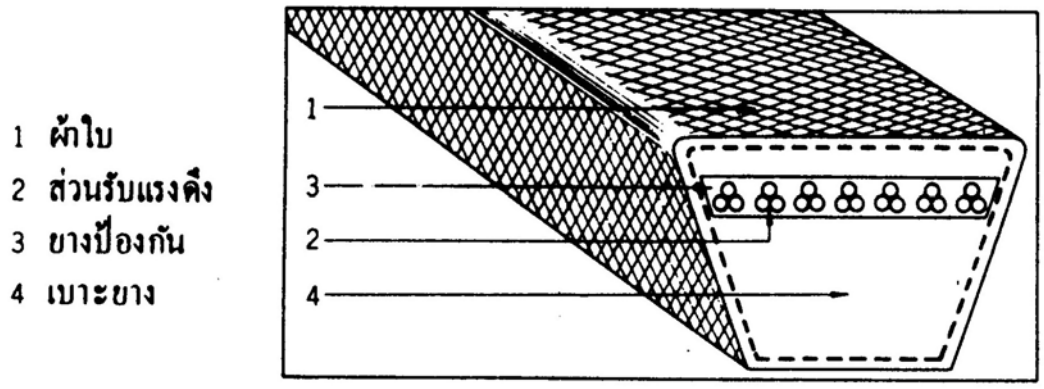
กลุ่มที่สอง ใช้สายพานที่มีพื้นที่หน้าตัดขวางเป็นรูปสี่เหลี่ยมคางหมู พันอยู่ในร่องของมู่เล่และถ่ายทอดแรงบิดระหว่างเพลาที่ห่างกันไม่เกิน 5 (เมตร) และอัตราส่วนความเร็วอยู่ในช่วง 1/7 ถึง 1/1

กลุ่มสุดท้าย สายพานที่มีฟันเหมือนฟันเฟืองจะถูกขับโดยเฟืองโซ่ แบบนี้ ระยะห่างระหว่างจุดศูนย์กลางของเพลาทั้งสองอาจจะสูงถึง 2 (เมตร) และอัตราส่วนความเร็วอยู่ในช่วง 1/6 ถึง 1/1 นอกจากนี้ สายพานแบบนี้ยังมีข้อดีอีกข้อหนึ่งคือ ให้การถ่ายทอดการหมุนที่แม่นยำกว่าแบบอื่น ๆ ทั้งหมด

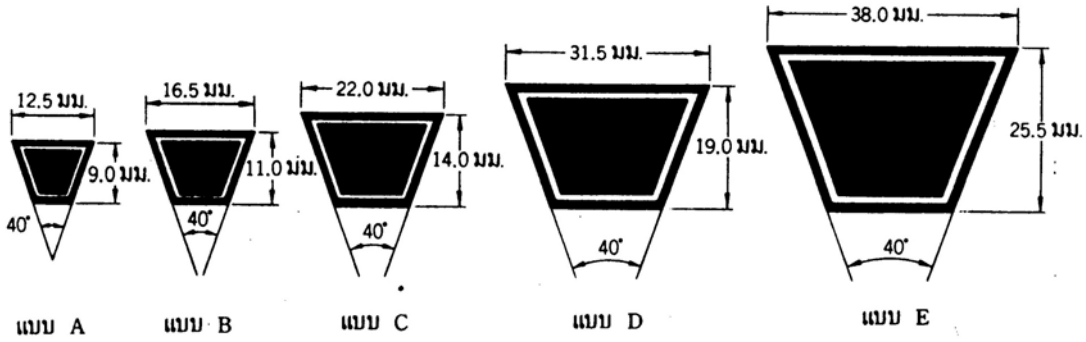
อย่างไรก็ตาม การขับโดยใช้สายพานส่วนใหญ่มักจะนิยมใช้สายพานวี (V-Belt) ทั้งนี้เพราะสายพานวี นั้นหาง่ายและมีราคาถูก โดยทั่วไป ความเร็วของสายพานที่ออกแบบไว้ อยู่ในช่วง 10 ถึง 20 เมตร / วินาที แต่อาจจะใช้ได้สูงเต็มที่ถึง 25 (เมตร / วินาที) และถ่ายทอดกำลังได้สูงสุดประมาณ 500 กิโลวัตต์ แต่เนื่องจากมีการเลื่อนไถลระหว่างมู่เล่และสายพาน ดังนั้นสายพานวี จึงไม่สามารถให้อัตราส่วนความเร็วที่แม่นยำจริง ๆ ได้แต่ในปัจจุบัน มีการใช้สายพานฟัน (timing belt) ที่สามารถให้อัตราส่วนความเร็วที่แม่นยำพอ ๆ กับเฟืองกันอย่างแพร่หลาย เช่น ในจักรเย็บผ้าทางอุตสาหกรรม เครื่องคำนวณ เครื่องลอกแบบ พิมพ์ดีดไฟฟ้า ฯลฯ

2.8.1 การขับโดยสายพานวี

สายพานวี ทำมาจากยางและมีพื้นที่หน้าตัดเป็นรูปสี่เหลี่ยมคางหมู ภาพที่ 2-1 แสดงโครงการสร้างภายในของสายพานวี ที่ใช้กันอยู่ทั่ว ๆไป ที่บริเวณส่วนแกน (core) ของสายพานจะมีวัสดุจำพวกเททรอน (tetron)



ภาพที่ 2-1 โครงสร้างของสายพานวี

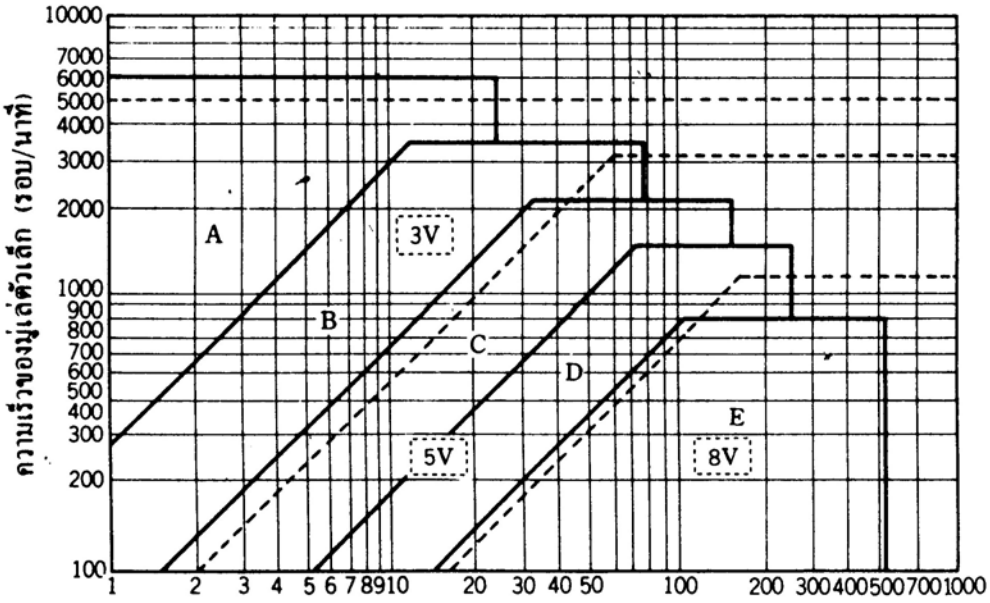


ภาพที่ 2-2 สัดส่วนของพื้นที่หน้าตัดของสายพานวี

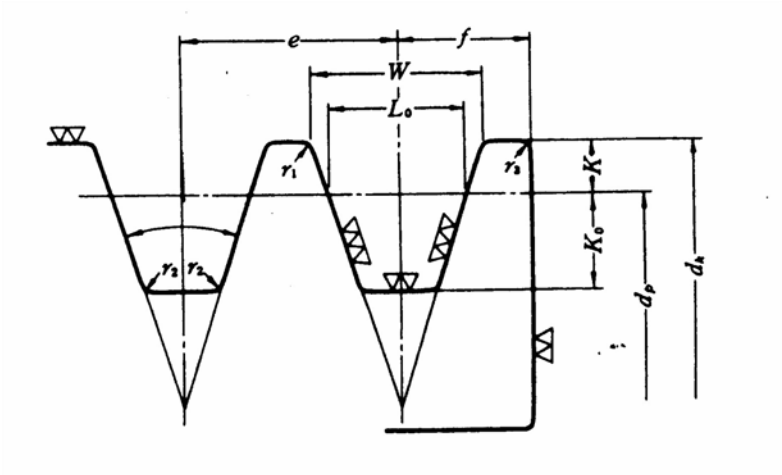
หรือคล้าย ๆ กันนี้ใส่ไว้เพื่อช่วยให้สายพานรับแรงดึงได้สูง ๆ สายพานวี จะม้วนอยู่ในร่องของมู่เล่ และในขณะที่สายพานโค้งไปตามร่องมู่เล่นั้น ความกว้างของสายพานจะเพิ่มขึ้น ทำให้แรงของความเสียดทานระหว่างสายพานและมู่เล่เพิ่มมากขึ้น อันเนื่องมาจากผลของลิ่ม ผลก็คือทำให้มีการถ่ายทอดกำลังได้มากขึ้นเมื่อเทียบกับแรงดึงน้อย ๆ และ ภาพที่ 2-2 แสดงสัดส่วนต่าง ๆ ของขนาดพื้นที่หน้าตัดของสายพานวี ที่ใช้กันมากที่สุด

ในการเลือกขนาดของสายพานวี ให้เหมาะสมกับสภาพของการใช้งาน เช่นจากขนาดของกำลังที่ออกแบบประกอบกับความเร็วของเพลาขับได้แสดงไว้ในภาพที่ 2-3 จากภาพที่ 2-3 กำลังที่ออกแบบจะได้มาจากการคำนวณโดยคูณกำลังที่ต้องการถ่ายทอดด้วยแฟคเตอร์แก้ไขที่ได้จากตารางที่ 2-1

ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางระบุของมู่เล่สายพานวี ใช้แทนด้วยเส้นผ่านศูนย์กลาง d_p (มม.) ของมู่เล่ในภาพที่ 2-4 ซึ่งในตารางที่ 2-2 ก็คือค่า L_o นั่นเอง การใช้สายพานวี ขับจะทำได้ก็แต่เฉพาะเมื่อมีเพลาสองเพลาวางขนานกัน การใช้สายพานขับจะทำให้ได้การถ่ายทอดที่เงียบกว่าเมื่อเปรียบเทียบการขับด้วยเฟืองหรือโซ่ ส่วนกำลังที่ถ่ายทอดนั้น อาจจะเพิ่มได้โดยการใช้สายพานหลาย ๆ เส้นวางขนานกันเส้นต่อเส้น



ภาพที่ 2-3 แผนผังการเลือกสายพานวี (กำลังที่ออกแบบ กิโลวัตต์)



ภาพที่ 2-4 รูปร่างของร่องสายพานวี ในมู่เล่สายพาน

ระยะระหว่างจุดศูนย์กลางเพลาจะต้องมีค่า 1.5 ถึง 2 เท่าของเส้นผ่านศูนย์กลางของมู่เล่ตัวโต ส่วนความยาวของสายพานนั้น ก็มีขนาดต่าง ๆ กันออกไป โดยบอกเป็นตัวเลขระบุความยาวของเส้นรอบวงของสายพานมีหน่วยเป็นนิ้ว ตารางที่ 2-3 (ก,ข) เป็นตัวอย่างของขนาดระบุของสายพานมาตรฐานกันเป็นส่วนใหญ่ ในตารางที่ 2-3 (ค) แสดงความยาวของสายพานวี แบบแคบที่จะได้กล่าวถึงอย่างละเอียดในภายหลักอีก การใช้มู่เล่ที่เล็กเกินไป จะทำให้สายพานวี มีอายุการใช้งานสั้นลง ตารางที่ 2-4 ได้แสดงขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางต่ำสุดที่ยอดให้ของมู่เล่ที่สัมพันธ์กับสายพานแบบต่าง ๆ เมื่อพิจารณาภาพ สมมุติให้ความเร็วของมู่เล่ตัวขับ และตัวถูกขับแทนได้ด้วย

n_1 และ n_2 (รอบ / นาที) และให้ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางระบุแทนได้ด้วย d_p (มม.) และ D_p (มม.) ตามลำดับแล้ว อัตราส่วนของความเร็ว u คือ n_2/n_1 หรือ d_p/D_p เนื่องจากว่าสายพานวี โดยทั่วไปมักใช้กับงานที่ต้องการทดความเร็วลงมา ดังนั้น อัตราทด i ($i > 1$) จึงควรได้รับการพิจารณาเป็นพิเศษ

$$\frac{n_2}{n_1} = i = \frac{D_p}{d_p} = \frac{1}{u}, = \frac{1}{i} \qquad (2\text{-}1)$$

เมื่อ n_1 = ความเร็วของมู่เล่ตัวขับ (รอบ / นาที)

n_2 = ความเร็วของมู่เล่ตัวตาม (รอบ / นาที)

D_P = เส้นผ่านศูนย์กลางของมู่เล่ตัวขับ

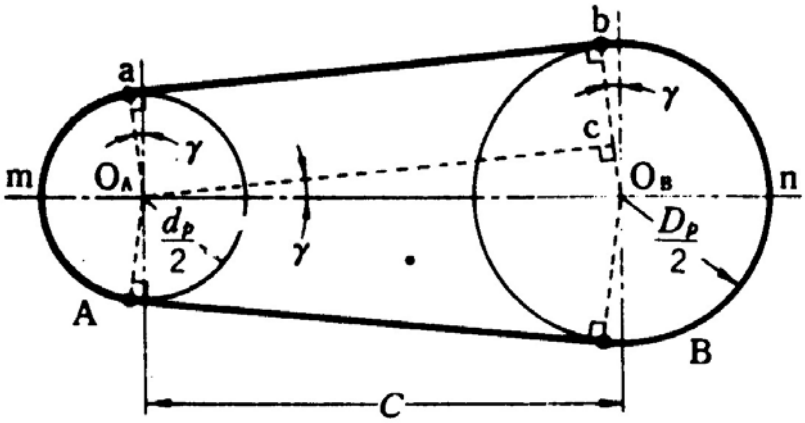
d_P = เส้นผ่านศูนย์กลางของมู่เล่ตัวตาม

i = อัตราทด

เมื่อ v = ความเร็วของสายพานวี (เมตร / วินาที)

ความเร็วของสายพานวี (เมตร / วินาที) คือ

$$V = \frac{\pi d_p n_1}{60x1000} \qquad (2\text{-}2)$$



ภาพที่ 2-5 การคำนวณหาค่าความยาวของสายพาน

ตารางที่ 2-1 แฟคเตอร์แก้ไข

ตัวถูกขับ		ตัวขับ					
		แรงบิดสูงสุดขึ้นสูงถึง 200%			แรงบิดสูงสุดสูงกว่า 200%		
		มอเตอร์ AC (แรงบิดปกติ, Squirrel cage,synchronous) มอเตอร์ DC (shunt wound)			มอเตอร์ AC (แรงบิดสูง, เฟสเดียว,series wound) มอเตอร์ DC (compound wound, series wound) เครื่องยนต์,เพลาในแนวเส้น , คลัช		
		เวลาทำงานต่อวัน			เวลาทำงานต่อวัน		
		3 - 5 ชม.	8 -10 ชม.	16-24 ชม.	3 - 5 ชม.	8-10 ชม.	16-24 ชม.
โลดมีการเปลี่ยนแปลงน้อยมาก	เครื่องกวน (ของเหลว),ใบพัด เครื่องเป่า(สูงถึง 7.5 กิโลวัตต์) ,ปั๊มหอยโข่ง, สายพานลำเลียงงานเบา ๆ	1.0	1.1	1.2	1.2	1.3	1.4
โลดมีการเปลี่ยนแปลงน้อย	สายพานลำเลียง (ทราย,ถ่านหิน),เครื่องผสมแป้ง,ใบพัด (มากกว่า 7.5 กิโลวัตต์), เครื่องยนต์,เพลาในแนวเส้น, เครื่องปล่อยเรือลงน้ำ, เครื่องมือกล,เครื่องพิมพ์	1.2	1.3	1.4	1.4	1.5	1.6
โลดมีการเปลี่ยนแปลงปานกลาง	สายพานลำเลียง (ถัง,เกลียว), ปั๊มแบบอัดกระแทก,เครื่องอัด ,โรงสี,เครื่องตี,เครื่องจักรทอผ้า,เครื่องจักรงานช่างไม้	1.3	1.4	1.5	1.6	1.7	1.8
โลดมีการเปลี่ยนแปลงมาก	เครื่องบด,ย่อย,โรงสี(แบบใช้ลูกกลมบด)แม่แรง,เครื่องจักรโรงงานทำยาง,(เครื่องรีด, เครื่องม้วน)	1.5	1.6	1.7	1.8	1.9	2.0

ตารางที่ 2-2 มิติของสายพานวี

สายพานวี แบบ	เส้นผ่านศูนย์กลางระบุ (เส้นผ่านศูนย์กลางพิตช์ d_p)	a (°)	W*	L_o	K**	K_o	C	F
A	จาก 71 ถึง 100	34	11.95	9.2	4.5	8.0	15.0	10.0
	มากกว่า 100 จนถึง125	36	12.12					
	มากกว่า 125	38	12.30					
B	มากกว่า125 จนถึง160	34	15.86	12.5	5.5	9.5	19.0	12.5
	มากกว่า160 จนถึง200	36	16.07					
	มากกว่า 200	38	16.29					
C	จาก 200 จนถึง 250	34	21.18	16.9	7.0	12.0	25.5	17.0
	มากกว่า 250จนถึง 315	36	21.45					
	มากกว่า 315	38	21.72					
D	จาก 355 จนถึง 450	36	30.77	24.6	9.5	15.5	37.0	24.0
	มากกว่า 450	38	31.14					
E	จาก 500 จนถึง 630	36	36.95	28.7	12.7	19.3	44.5	29.0
	มากกว่า 630	38	37.45					

* ค่าที่ให้ในช่อง W เป็นขนาดมาตรฐาน

** 3V K= 0.6 , 5V K = 1.3

ตารางที่ 2-3 (ก) สายพานวี มาตรฐาน (เฉพาะที่มีเครื่องหมาย*)

แบบ A			แบบ B		
13	*66	*118	16	*68	*120
14	*67	119	17	*69	121
15	*68	*120	18	*70	*122
16	*69	121	19	*71	123
*17	*70	*122	20	*72	124
*18	*71	123	21	*73	*125
*19	*72	124	22	*74	126
*20	*73	*125	23	*75	127
*21	*74	126	24	*76	*128
*22	*75	127	*25	*77	129
*23	*76	*128	*26	*78	*130
*24	*77	129	*27	*79	131
*25	*78	*130	*28	*80	132
*26	*79	131	*29	*81	133
*27	*80	132	*30	*82	134
*28	*81	133	*31	*83	*135
*29	*82	134	*32	*84	136
*30	*83	*135	*33	*85	137
*31	*84	136	*34	*86	*138
*32	*85	137	*35	*87	139
*33	*86	138	*36	*88	*140
*34	*87	139	*37	*89	141
*35	*88	*140	*38	*90	*142
*36	*89	141	*39	*91	143
*37	*90	142	*40	*92	144
*38	*91	143	*41	*93	*145
*39	*92	144	*42	*94	146
*40	*93	*145	*43	*95	147
*41	*94	146	*44	*96	*148
*42	*95	147	*45	*97	149
*43	*96	148	*46	*98	*150

ตารางที่ 2-3 (ก) (ต่อ) สายพานวี มาตรฐาน (เฉพาะที่มีเครื่องหมาย*)

แบบ A			แบบ B		
*44	*97	149	*47	*99	151
*45	*98	*150	*48	*100	152
*46	*99	151	*49	101	153
*47	*100	152	*50	*102	154
*48	101	153	*51	103	*155
*49	*102	154	*52	104	156
*50	103	*155	*53	*105	157
*51	104	156	*54	106	158
*52	*105	157	*55	107	159
*53	106	158	*56	*108	*160
*54	107	159	*57	109	161
*55	*108	*160	*58	*110	162
*56	109	161	*59	111	163
*57	*110	162	*60	*112	164
*58	111	163	*61	113	*165
*59	*112	164	*62	114	166
*60	113	*165	*63	*115	167
*61	114	166	*64	116	168
*62	*115	167	*65	117	169
*63	116	168	*66	*118	*170
*64	117	169	*67	119	171

ตารางที่ 2-3 (ข) ความยาวของสายพานวี มาตรฐาน

เลขระบุ		เลขระบุ		เลขระบุ		เลขระบุ	
(นิ้ว)	มม.	(นิ้ว)	มม.	(นิ้ว)	มม.	(นิ้ว)	มม.
10	254	45	1143	80	2032	115	2921
11	279	46	1168	81	2057	116	2946
12	305	47	1194	82	2083	117	2972
13	330	48	1219	83	2108	118	2997
14	356	49	1245	84	2134	119	3023
15	381	50	1270	85	2159	120	3048
16	406	51	1295	86	2184	121	3073
17	432	52	1321	87	2210	122	3099
18	457	53	1346	88	2235	123	3124
19	483	54	1372	89	2261	124	3150
20	508	55	1397	90	2286	125	3175
21	533	56	1422	91	2311	126	3200
22	559	57	1448	92	2337	127	3226
23	584	58	1473	93	2362	128	3251
24	610	59	1499	94	2388	129	3277
25	635	60	1524	95	2413	130	3302
26	660	61	1549	96	2438	131	3327
27	686	62	1575	97	2464	132	3353
28	711	63	1600	98	2489	133	3378
29	737	64	1626	99	2515	134	3404
30	762	65	1651	100	2540	135	3429
31	787	66	1676	101	2565	136	3454
32	813	67	1702	102	2591	137	3480
33	838	68	1727	103	2616	138	3505
34	864	69	1753	104	2642	139	3531
35	889	70	1778	105	2667	140	3556
36	914	71	1803	106	2692	141	3581
37	940	72	1829	107	2718	142	3607
38	965	73	1854	108	2743	143	3632
39	991	74	1880	109	2769	144	3658
40	1016	75	1905	110	2794	145	3683
41	1041	76	1930	111	2819	146	3708
42	1067	77	1956	112	2845	147	3734
43	1092	78	1981	113	2870	148	3759
44	1118	79	2007	114	2896	149	3785

ตารางที่ 2-3 (ค) ความยาวของสายพานวี แคบ

3V			5V		
เลขระบุของสายพาน	ความยาวเส้นรอบวง (มม.)	ความยาวเส้นรอบวงที่พิตช์ของสายพาน (มม.)	เลขระบุของสายพาน	ความยาวเส้นรอบวง (มม.)	ความยาวเส้นรอบวงที่พิตช์ของสายพาน (มม.)
3 V 250	635	631	5 V 500	1270	1262
3 V 265	673	669	5 V 530	1346	1338
3 V 280	711	707	5 V 560	1422	1414
3 V 300	762	758	5 V 600	1524	1516
3 V 315	800	796	5 V 630	1600	1592
3 V 335	851	847	5 V 670	1702	1694
3 V 355	902	898	5 V 710	1803	1795
3 V 375	953	949	5 V 750	1905	1897
3 V 400	1016	1012	5 V 800	2032	2024
3 V 425	1080	1076	5 V 850	2159	2151
3 V 450	1143	1139	5 V 900	2286	2278
3 V 475	1207	1203	5 V 950	2413	2405
3 V 500	1270	1266	5 V 1000	2540	2532
3 V 530	1346	1342	5 V 1060	2692	2684
3 V 560	1422	1418	5 V 1120	2845	2837

ตารางที่ 2-4 ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางต่ำสุดของมู่เล่ที่ยอมให้ (มม.)

แบบ	A	B	C	D	E
ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางต่ำสุดที่ยอมให้	65	115	175	300	450
ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางต่ำสุดที่แนะนำ	95	145	225	350	550

ประเภทของสายพานแคบ	3V	5V	8V
ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางต่ำสุด	67	180	315
ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางต่ำสุดที่แนะนำ	100	224	360

$$ab = AB = C\cos\gamma = C\sqrt{1-\sin^2\gamma} \approx C\left(1-\frac{\sin^2\gamma}{2}\right)$$

ดังนั้น

$$L = \frac{d_P}{2}(\pi - 2\gamma) + 2C\left(1-\frac{\sin^2\gamma}{2}\right) + \frac{D_P}{2}(\pi + 2\gamma)$$

$$= 2C + \frac{\pi}{2}(d_P + D_P) + \gamma(D_P - d_P)^2 - C\sin^2\gamma$$

หรืออีกนัยหนึ่ง

$$y \approx \sin y = \frac{D_p - d_P}{2C}$$

ดังนั้น

$$L = 2C + \frac{\pi}{2}(d_P + D_P) + \frac{1}{2C}(D_P - d_P)^2 - \frac{C}{4C^2}(D_P - d_P)^2$$

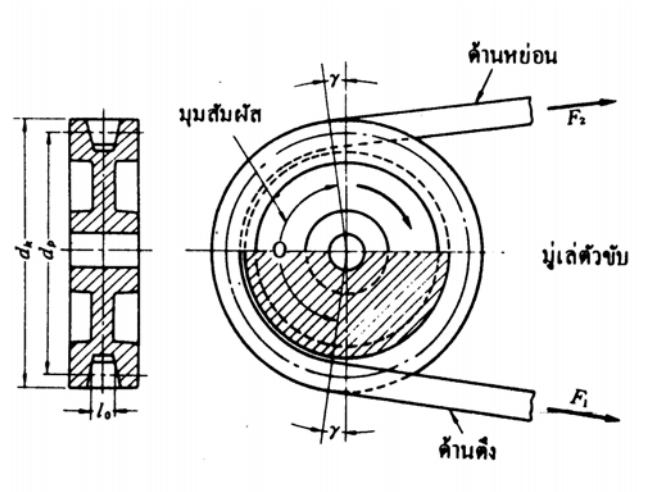
เมื่อ L = ความยาวของสายพาน

C = ระยะห่างศูนย์กลางของล้อสายพาน

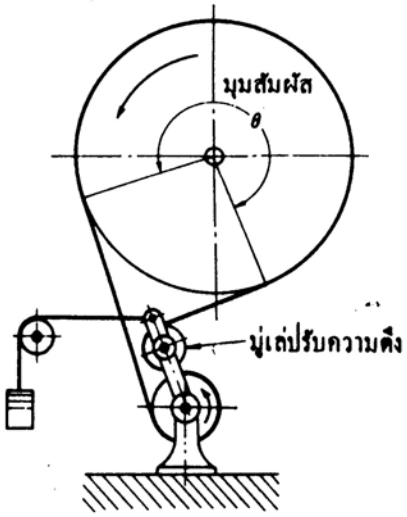
d_p = เส้นผ่านศูนย์กลางพิตช์ของล้องาน

D_p = เส้นผ่านศูนย์กลางพิตช์ของล้อขับ

V = ความเร็วของสายพาน



ภาพที่ 2-6 มุมสัมผัสสายพานวี



ภาพที่ 2-7 มู่เล่ปรับความตึง

$$= 2C + \frac{\pi}{2}\left(d_p + D_P\right) + \frac{1}{4C}\left(D_P - d_P\right)^2 \qquad (2\text{-}3)$$

ส่วนค่า b และ C จะหาได้จากสมการดังต่อไปนี้

$$b = 2L - 3.14\left(D_P + d_P\right) \qquad (2\text{-}4)$$

และ

$$C = \frac{b + \sqrt{b^2 - 8\left(D_P - d_P\right)^2}}{8} \qquad (2\text{-}5)$$

เพื่อให้สายพานที่สัมผัสกับมู่เล่ยาวที่สุดเท่าที่จะทำได้ จำเป็นจะต้องให้มุมสัมผัส (θ) ระหว่างสายพานและผิวหน้ามู่เล่มีค่ามากที่สุด ภาพที่ 2-6 แรงความเสียดทานจะลดลงตามการลดของมุมซึ่งจะทำให้เกิดการลื่นไถลระหว่างสายพานและมู่เล่ขึ้น เมื่อระยะห่างระหว่างจุดศูนย์กลางมู่เล่มีค่าน้อย และอัตราทดมีค่ามาก มุมสัมผัสของมู่เล่ตัวเล็ก (ตัวขับ) จะมีค่าน้อยในกรณีเช่นนี้ การใช้มู่เล่ปรับความตึงดังภาพที่ 2-7 จะมีส่วนช่วยได้มาก

ในขณะที่สายพานวี อยู่นิ่ง ๆ โดยมิได้มีการถ่ายทอดแต่อย่างใด แรงดึงของสายพานจะเท่ากันตลอดทั้งเส้น แรงตึงอันนี้เรียกว่า แรงตึงต้น แต่เมื่อสายพานเริ่มต้นทำงาน แรงดึงจะเพิ่มขึ้นทางด้านตึงและจะลดลงทางด้านหย่อน

สมมุติให้หางด้านตึงและทางด้านหย่อนมีแรงดึง F_1 และ F_2 (กก.) ตามลำดับแรงดึงที่เป็นประโยชน์ F_e (กก.) ที่ใช้ดึงมู่เล่ตัวถูกขับ คือ

$$F_e = F_1 - F_2 \tag{2-6}$$

กำลังที่สามารถถ่ายทอดต่อสายพานหนึ่งเส้น P_O (กิโลวัตต์) จะคำนวณได้จากสมการต่อไปนี้

$$\left.\begin{aligned} P_O = \frac{F_e v}{102} = F_a \frac{e^{\mu'\theta}}{e^{\mu'\theta}-1} x \frac{\pi dp}{60x102} x \frac{n_1}{1000} = C(d_P xn) \\ C = F_a \frac{e^{\mu'\theta}}{e^{\mu'\theta}-1} x \frac{\pi}{6120} \\ n = \frac{n_1}{1000} \end{aligned}\right\} \tag{2-7}$$

ตารางที่ 2-5 กำลังที่สามารถถ่ายทอดได้ต่อสายพานหนึ่งเส้น P_o (กิโลวัตต์)

ความเร็ว	แบบ A								แบบ B							
ความเร็วของมู่เล่ตัวเล็ก (รอบ/นาที)	สีแดง		มาตรฐาน		ค่าเพิ่มเติมอันเนื่องมาจากอัตราส่วนความเร็ว				สีแดง		มาตรฐาน		ค่าเพิ่มเติมอันเนื่องมาจากอัตราส่วนความเร็ว			
	67 มม.	100 มม.	67 มม.	100 มม.	1.25-1.34	1.35-1.51	1.52-1.99	2.00	118 มม.	150 มม.	118 มม.	150 มม.	1.25-1.34	1.35-1.51	1.52-1.99	2.00
200	0.15	0.31	0.12	0.26	0.01	0.02	0.02	0.02	0.51	0.77	0.43	0.67	0.04	0.05	0.06	0.07
400	0.26	0.55	0.21	0.48	0.01	0.04	0.04	0.05	0.90	1.38	0.74	1.18	0.09	0.10	0.12	0.13
600	0.35	0.77	0.27	0.67	0.05	0.06	0.07	0.07	1.24	1.93	1.00	1.64	0.13	0.15	0.18	0.20
800	0.44	0.98	0.33	0.84	0.07	0.08	0.069	0.10	1.56	2.43	1.25	2.07	0.18	0.20	0.23	0.26
1333	0.52	1.18	0.39	1.00	0.08	0.10	0.11	0.12	1.85	2.91	1.46	2.46	0.22	0.26	0.30	0.33
1200	0.59	1.37	0.43	1.16	0.10	0.12	0.13	0.15	2.11	3.35	1.65	2.82	0.26	0.31	0.35	0.40
1400	0.66	1.54	0.48	1.31	0.12	0.13	0.15	0.18	2.35	3.75	1.83	3.14	0.31	0.36	0.41	0.46
1600	0.72	1.71	0.51	1.43	0.13	0.15	0.18	0.20	2.67	4.12	1.98	3.42	0.35	0.41	0.47	0.53

โดยที่ F_a (กก.) คือแรงดึงที่ยอมให้สำหรับสายพานแต่ละแบบ และ n_1 (รอบ / นาที) คือความเร็วของมู่เล่ตัวขับ

แต่ในทางใช้งานจริง ๆแล้วสมการดังกล่าวข้างบนจะต้องทำการแก้ไขในบางเรื่องเพื่อความเหมาะสมต่าง ๆ เช่น แรงหนีศูนย์กลาง ความโก่ง ฯลฯ

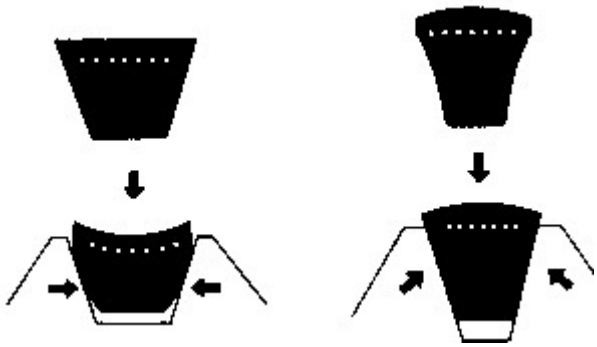
สมการต่อไปนี้ ปกติแล้วใช้กับสายพานวี มาตรฐานทั่ว ๆไป

$$P_O = d_P n\left\{C_1\left(d_P n\right)^{-0.00} - \frac{C_2}{d_P} - C_3\left(d_P n\right)^2\right\} - C_2 n\left(1 - \frac{1}{C_5}\right) \qquad (2\text{-}8)$$

โดยที่ C_1 ถึง C_5 เป็นค่าคงที่ที่กำหนดให้

เพื่อให้สะดวกแก่การคำนวณ ผู้ผลิตสายพานทุก ๆ โรงงานมักจะให้ตารางการเลือกสายพานไว้ในสมุดแจ้งรายการสินค้า (catalogue) ตารางที่ 2-5 ได้แสดงตัวอย่างของความสามารถในการถ่ายทอดกำลังของสายพานแบบต่าง ๆ เมื่อใช้มู่เล่ที่มีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางระบุต่ำสุด 67 , 100, 118 และ 150 (มม.) ตามลำดับ

ในภาพที่ 2-8 จะเห็นว่าสายพานวี เมื่อวางอยู่ในร่องของมู่เล่แล้ว ผิวหน้าสัมผัสทั้งสองด้านจะเรียบตรง

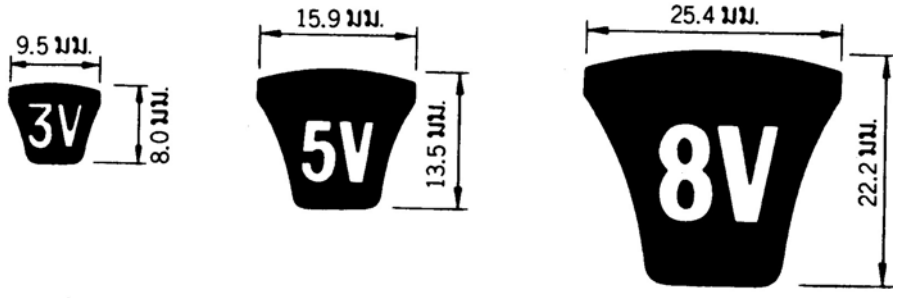


(ก) สายพานวี มาตรฐาน (ข) สายพานวี แคบ

ภาพที่ 2-8 การสัมผัสกันระหว่างผิวสายพานและร่องมู่เล่

ตารางที่ 2-6 กำลังที่สามารถถ่ายทอดได้ต่อสายพาน *V* แคบเส้นเดียว *Po* (กิโลวัตต์)

ความเร็วของมู่เล่ตัวเล็ก (รอบ / นาที)	3 *V*							5 *V*						
	ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางระบุของมู่เล่ตัวเล็ก		ค่าเพิ่มเติมเนื่องจากอัตราส่วนความเร็ว					ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางระบุของมู่เล่ตัวเล็ก		ค่าเพิ่มเติมเนื่องจากอัตราส่วนความเร็ว				
	67 มม.	100 มม.	1.27 ถึง 1.38	1.39 ถึง 1.57	1.58 ถึง 1.94	1.95 ถึง 3.38	3.39 ขึ้นไป	180 มม.	224 มม.	1.27 ถึง 1.38	1.39 ถึง 1.57	1.58 ถึง 1.94	1.95 ถึง 3.38	3.39 ขึ้นไป
200	0.21	0.46	0.02	0.03	0.03	0.03	0.04	2.13	3.02	0.13	0.15	0.17	0.18	0.20
400	0.38	0.85	0.04	0.05	0.06	0.07	0.07	3.92	5.62	026	0.30	0.34	0.37	0.39
600	0.54	1.21	0.07	0.08	0.09	0.10	0.10	5.55	8.00	0.39	0.46	0.51	0.56	0.59
800	0.68	1.38	0.09	0.11	0.12	0.13	0.14	7.10	10.2	0.51	0.60	0.68	0.74	0.79
1000	0.81	1.72	0.12	0.13	0.15	0.16	0.18	8.55	12.4	0.65	0.76	0.85	0.93	0.98
1200	0.94	1.88	0.14	0.16	0.18	0.20	0.21	9.95	14.4	0.77	0.91	1.02	1.11	1.18
1400	1.06	2.05	0.16	0.18	0.21	0.23	0.24	11.2	16.2	0.90	1.06	1.19	1.30	1.38
1600	1.17	2.20	0.18	0.21	0.24	0.26	0.28	12.4	17.8	1.04	1.22	1.36	1.48	1.57



ภาพที่ 2-9 แสดงอัตราส่วนภาคตัดขวางของสายพานวี แคบ

ตารางที่ 2-7 แฟคเตอร์แก้ไข K_θ

$\frac{D_p - d_P}{C}$	มุมสัมผัสของมู่เล่ตัวเล็ก $\theta(^\circ)$	แฟคเตอร์แก้ไข K_θ
0.00	180	1.00
0.10	174	0.99
0.20	169	0.97
0.30	163	0.96
0.40	157	0.94
0.50	151	0.93
0.60	145	0.91
0.70	139	0.89
0.80	133	0.87
0.90	127	0.85
1.00	120	0.82
1.10	113	0.80
1.20	106	0.77
1.30	99	0.73
1.40	91	0.70
1.50	83	0.65

ด้วยเหตุนี้ ผิวสัมผัสจะแตะกับผิวมู่เล่อย่างสม่ำเสมอ ทำให้สายพานไม่สึกทางด้านข้างส่วน ภาพที่ 2-9 แสดงถึงอัตราส่วนหน้าตัดขวางของสายพานวี แคบ 3 แบบด้วยกัน

การหากำลังที่สายพานแต่ละเส้นสามารถถ่ายทอด P_o (กิโลวัตต์) ทำได้โดยใช้สมการต่อไปนี้

$$P_O = d_P n\left\{C_1 - \frac{C_2}{d_P} - C_3\left(d_P n\right)^2 - C_4\left(\log 10 d_P n\right)\right\} + C_2 n\left(1 - \frac{1}{C_5}\right) \qquad (2\text{-}9)$$

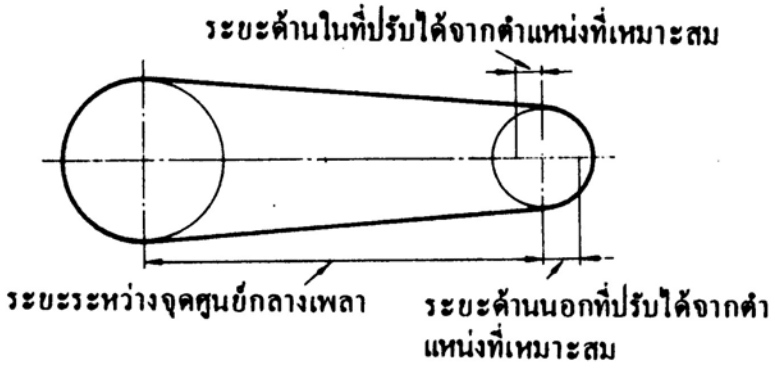
และก็เช่นเดียวกัน C_1 ถึง C_5 คือค่าคงที่ที่กำหนดให้

ในทำนองเดียวกันกับสายพานวี มาตรฐาน กำลังที่สามารถถ่ายทอด P_α นี้สามารถหาได้จากรายละเอียดที่ให้ไว้ในหนังสือคู่มือของบริษัทผู้ผลิตสายพาน ตารางที่ 2.6 ได้แสดงตัวอย่างของกำลัง

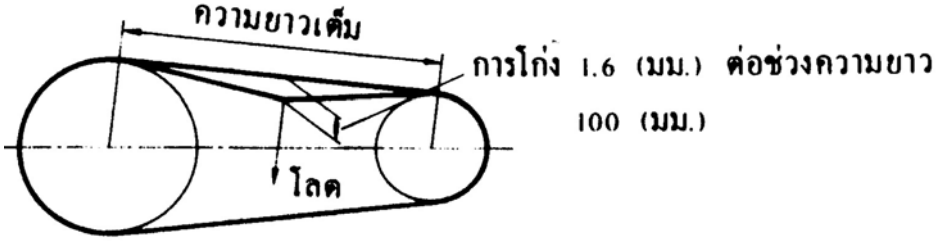
ที่สามารถถ่ายทอด พร้อมทั้งแฟคเตอร์เพิ่มเติมเนื่องจากอัตราทดแต่ละขั้นสำหรับสายพานชนิด 3*V* และ 5*V* ซึ่งใช้กับมู่เล่ที่มีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางต่ำสุดที่แนะนำให้ใช้

สมการดังกล่าวข้างต้นนั้น จะเป็นจริงก็ต่อเมื่อมุมสัมผัส $\theta = 180^\circ$ ถ้าในกรณีที่อัตราทดที่มีค่ามาก และมุมสัมผัสที่คำนวณได้จากสมการ 2.11 มีค่าน้อยกว่า 180° กำลังถ่ายทอดที่คำนวณได้จะต้องคูณด้วยแฟคเตอร์แก้ไข K_θ ที่ได้ให้ไว้ในตารางที่ 2-7 และมุมสัมผัสจะคำนวณได้จากสมการต่อไปนี้

$$\theta = 180^\circ - \frac{57(D_P - d_P)}{C}(^\circ) \qquad (2\text{-}10)$$



ภาพที่ 2-10 การปรับระยะระหว่างจุดศูนย์กลาง



ภาพที่ 2-11 การโก่งของสายพาน

ส่วนจำนวนเส้นของสายพานที่จะต้องใช้หาได้โดยการหาค่า P_d โดย P_o x K_e แล้วปัดเศษที่เหลือขึ้นให้เป็นจำนวนเต็ม

$$N = \frac{P_d}{P_O K_e} \qquad (2\text{-}11)$$

การใช้สายพานหลาย ๆ เส้นจะเป็นสาเหตุของการสั่นสะเทือนเนื่องจากสายพานทำให้ประสิทธิภาพของการถ่ายทอดกำลังลดลง ดังนั้น ในการออกแบบควรเลือกใช้สายพานที่มีขนาดหน้าตัดโตขึ้น

ในกรณีที่มีสายพานหลาย ๆ เส้นพันอยู่บนมู่เล่ตัวเดียวกัน และถ้าสายพานแต่ละเส้นที่มีความยาว,คุณภาพ ฯลฯ ไม่เหมือนกันแล้ว การยืด ตลอดจนแรงตึงบนสายพานแต่ละเส้นจะทำให้เท่ากันได้ยากมาก ยิ่งไปกว่านั้นเป็นการยากมากที่จะใส่สายพานให้เข้าไปในร่องได้โดยการดึงเข้าไปตรง ๆ ดังนั้น จึงมักจะทำให้ระยะระหว่างจุดศูนย์กลางของมู่เล่ทั้งสองสามารถปรับแต่งได้บ้างเล็กน้อย ดังที่แสดงในภาพที่ 2-10 และอัตราส่วนสำหรับการปรับแต่งสำหรับสายพานแต่ละแบบก็ได้แสดงไว้ในตารางที่ 2-8

ตารางที่ 2-8 ช่วงปรับแต่งของศูนย์กลางมู่เล่ (มม.)

หมายเลขระบุของสายพาน	ความยาวทั้งเส้นของสายพาน	ระยะด้านในจากตำแหน่งมาตรฐาน					ระยะด้านนอกจากตำแหน่งมาตรฐาน Ac1สำหรับทุก ๆ แบบ
		A (3*V*)	B (5*V*)	C	D	E	
11-38	280-970	20	25	-	-		25
38-60	970-1,500	20	25	40	-		40
60-90	1,500-2,200	20	35	40	-		50
90-120	2,200-3,000	25	35	40	-		65
120-158	3,000-4,000	25	35	40	50		75

แรงดึงที่เหมาะสมสำหรับสายพานมักจะทำได้โดยการใช้แรงจากสปริงมาสมดุล ดังเช่นที่แสดงในภาพที่ 2-11 และแรงดึงจากสปริงที่ทำให้สายพานโก่งไป 1.6 มม.ต่อช่วงความยาว 100 มม. ถ้าอยู่ในระหว่างค่าสูงสุดและต่ำสุด ดังเช่นที่กำหนดไว้ในตารางที่ 2-9 ก็ถือว่าสายพานมีความตึงที่พอดี

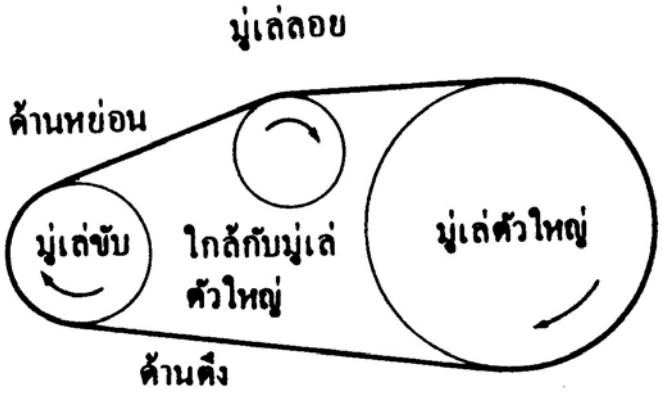
เมื่อมีการปรับความตึงของสายพานโดยการใช้มู่เล่ลอย (Idlel) ติดบริเวณกึ่งกลางของช่วงสายพาน ดังภาพที่ 2-12 ตำแหน่งของมู่เล่ควรจะวางอยู่ด้านในของสายพานทางด้านหย่อน และควรอยู่ใกล้กับมู่เล่ขับ นอกจากนี้ไม่ควรให้มีอะไรกดที่ด้านหลังของสายพานเพราะจะทำให้อายุการใช้งานของสายพานสั้นลง

ความเอียงของสายพาน เมื่อพิจารณาจากรูปหน้าตัดจะพบว่าอยู่ในช่วง 30-40 องศาและยิ่งให้ความเอียงน้อยเท่าใด อัตราส่วนความตึง $F_{1/}F_2$ ก็จะยิ่งเพิ่มมากขึ้น เนื่องจากการเป็นลิ่มนั่นเอง

อย่างไรก็ตาม การใช้สายพานที่มีหน้าแคบ ๆ ก็มีข้อเสีย คือสายพานมักจะจมลงไปในร่องของสายพานง่าย

ตารางที่ 2-9 ช่วงใช้งานของโลดที่เหมาะสมกับความตึงของสายพาน (กก.)

แบบ	A	B	C	D	E
โลดต่ำสุด	0.68	1.58	2.93	5.77	9.60
โลดสูงสุด	1.02	2.38	4.75	8.61	14.30



ภาพที่2-12 การกำหนดตำแหน่งของมู่เล่ลอย (idler pulley)

ปัจจุบัน ได้มีการใช้สายพานที่มีมุมเอียงกว้างขึ้น เช่นประมาณ 60° สายพานพวกนี้ทำด้วยวัสดุที่มีการยืดตัวได้น้อย เพื่อชดเชยข้อเสียดังที่ได้กล่าวมาแล้วนั้นเอง

ลักษณะสำคัญที่ต้องระวังคือ เรื่องการเปลี่ยนแปลงของรูปร่าง เนื่องมาจากความดันทางด้านข้างและความสามารถในการทนความร้อนของสายพาน วัสดุส่วนมากที่นิยมนำมาทำสายพานได้แก่พวกยางธรรมชาติ หรือ SBR แต่ในปัจจุบัน พวก CR (ยาง neoprene) ก็ได้รับความนิยมอย่างแพร่หลายเช่นกัน

แกนช่วยเพิ่มความแข็งแรง นิยมใช้ rayon เป็นหลัก แต่ปัจจุบันมีการใช้ tetrone เพิ่มมากขึ้น เนื่องจากพวกนี้ให้คุณสมบัติในการไม่ยืดตัวง่ายเมื่อสายพานได้รับความชื้นหรือเมื่อรับโลดสูง ๆ

มู่เล่ส่วนใหญ่ทำจากเหล็กหล่อสีเทา FC 20 หรือ FC 30 แขนของมู่เล่ได้มีการออกแบบกัน 2 ชนิด คือ ถ้ามู่เล่ขนาดเล็กมักจะใช้เป็นแผ่นทึบ แต่ถ้าเป็นมู่เล่ขนาดใหญ่มักจะทำเป็นแท่ง (arm) นอกจากในกรณีที่จะใช้มู่เล่ขนาดใหญ่กับการถ่ายทอดที่มีความเร็วสูง ๆ แขนของมู่เล่มักจะทำเป็นแผ่นทึบเพื่อความสะดวกในการผลิตและการถ่วงให้สมดุล ทั้งยังลดปัญหาการสะบัดของหน้ามู่เล่

ได้อีก แม้ว่าการใช้แขนของมู่เล่เป็นแผ่นทึบจะทำให้น้ำหนักของมู่เล่เพิ่มมากขึ้น แต่ในทำนองเดียวกันจะทำให้สามารถในการรับแรงกระแทกเพิ่มมากขึ้นอย่างมากเช่นกัน

ขีดจำกัดของขนาดมู่เล่ โดยปกตินิยมใช้กันเป็นความยาวของเส้นรอบวงนอกสุด หรือให้เป็นความกว้างของมู่เล่ และในทางปฏิบัติถ้าให้ $L_{\max}$ เป็นความยาวที่สุดของเส้นรอบวงภายนอกของมู่เล่ $L_{\max}$ จำเป็นจะต้องเป็นไปตามสมการดังนี้

$$L_{\max} - \frac{1}{2}\left(d_P + D_P\right) \geq C \tag{2-12}$$

$$C - \frac{1}{2}\left(d_k + D_k\right) \rangle 0 \tag{2-13}$$

ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางเล็กและใหญ่ของดุมมู่เล่ d_B, D_B เมื่อเพลาและมู่เล่ยึดติดกันด้วยลิ่ม คำนวณได้จากสมการดังต่อไปนี้

$$\left.\begin{aligned} d_B &\geq \frac{5}{3}d_{s1} + 10 \text{ (มม.)} \\ D_B &\geq \frac{5}{3}d_{S2} + 10 \text{ (มม.)} \end{aligned}\right\} \tag{2-14}$$

หากกรณีที่ขนาดของดุมไม่สามารถทำให้ใหญ่ได้ดังเช่นที่คำนวณได้จากสมการ (2-14) ให้พยายามลดขนาดของเพลาลงมา โดยการปรับปรุงคุณภาพของวัสดุที่ใช้ทำเพลา หรือพยายามยึดเพลากับมู่เล่ด้วยวิธีอื่นแทน

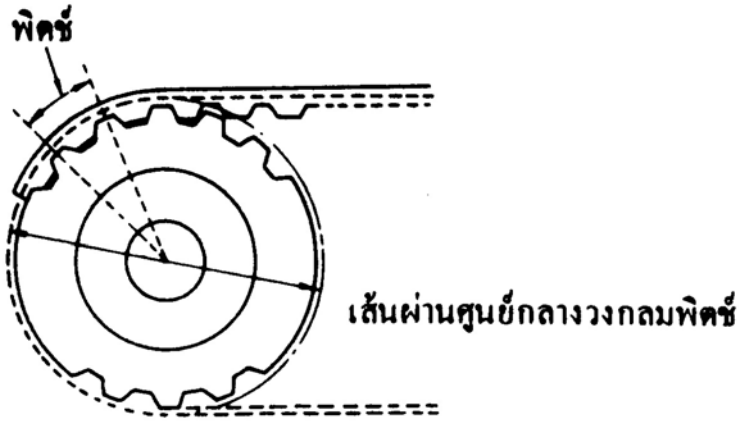
2.8.2 การขับด้วยสายพานฟัน (Timing belt drive)

การใช้สายพานที่อาศัยความฝืดระหว่างส่วนที่พันรอบของมู่เล่ขับเคลื่อน มีข้อดีคือราคาถูก สร้างได้ง่าย และ เปลี่ยนแปลงอัตราทดได้สะดวก ทำให้ได้รับความนิยมอย่างแพร่หลายในวงอุตสาหกรรมแขนงต่าง ๆ เช่น ใช้กับเครื่องจักรกลในโรงงานอุตสาหกรรม รถยนต์ เครื่องจักรกลทางเกษตร เครื่องมือเครื่องใช้ทางการแพทย์ เครื่องจักรกลทางธุรกิจ และเครื่องใช้ไฟฟ้าต่าง ๆ

แต่การใช้สายพานขับก็มีจุดบกพร่องบางจุดเมื่อเราเปรียบเทียบกับการใช้เฟืองหรือโซ่ขับนั่นคือ การลื่นไถลระหว่างสายพานและมู่เล่ ด้วยเหตุนี้ การถ่ายทอดด้วยวิธีนี้จึงไม่สามารถให้อัตราทดที่เที่ยงตรงและแม่นยำอย่างจริง ๆ ได้

ด้วยเหตุนี้ จึงได้มีการคิดค้นสายพานขึ้นใหม่เพื่อแก้ไขข้อบกพร่องดังกล่าวให้หมดไปและเรียกสายพานแบบใหม่นี้ว่า “สายพานฟัน” ดังแสดงในภาพที่ 2-13 ส่วนในตารางที่ 2-10 (ก และ ข) ได้กำหนดชนิด ขนาด และ ประเภทของงานที่เหมาะสมกับสายพานแต่ละแบบเอาไว้ ภาพที่ 2-14 แสดงแผนภูมิการเลือกชนิดของสายพานที่เหมาะสม โดยพิจารณาในแง่ของกำลังที่จะใช้ และความเร็วของเพลาขับเป็นสำคัญ

สายพานฟันทำจากยางชนิด neoprene หรือ พวกพลาสติกชนิด polyurethane โดยการนำสารชนิดนี้มาหล่อในแบบ และใช้ใยแก้วหรือเส้นลวดเป็นโครงรับแรงดึง จากนั้นจึงสร้างฟันที่มีความถูกต้องแม่นยำไว้ด้านในของสายพาน ฟันที่สร้างไว้นี้จะไปขบกับฟันที่สร้างอย่างประณีตบนล้อที่ต้องการให้ขับ เนื่องจากการถ่ายทอดเป็นลักษณะการขับด้วยฟัน หรือโซ่ ดังนั้นการใช้สายพานแบบนี้จึงทำให้ได้อัตราทดที่แม่นยำถูกต้องเช่นกัน



ภาพที่ 2-13 สายพานฟัน

สำหรับการถ่ายทอดโลดหนัก ๆ หรือ การทำงานภายใต้สภาวะอากาศที่ร้อน เช่น อุณหภูมิอาจจะสูงถึง 120 ° เซนติเกรด สภาพที่เป็นกรด ด่าง หรือเปียกชื้น สายพานที่ทำจากพวกยาง (neoprene) จะเหมาะสมมากที่สุด

ส่วน (polyurethane) เหมาะกับงานที่ถ่ายโลดน้อย ๆ หรือ ในสภาพการใช้งานที่มีน้ำมันบ้างปกติแล้ว พวกนี้มักใช้ใยแก้วเป็นแกนรับแรงดึง ยกเว้นในกรณีที่ต้องการความแข็งแรงเป็นพิเศษจึงจะใช้เส้นลวดเป็นแกนแทน

ความเร็วสูงสุดของสายพานฟันจะมีค่าประมาณ 35 (เมตร/วินาที) ซึ่งเร็วกว่าสายพานวี และสามารถถ่ายทอดกำลังได้สูงถึง 60 (กิโลวัตต์) สายพานฟันสร้างออกมาเป็นสองชนิดคือ ชนิดที่แบ่งระยะพิตช์ของฟันโดยใช้หน่วยเป็นนิ้วซึ่งเรียกว่า circular pitch type อีกที

การขับด้วยสายพานฟันมีแรงที่สำคัญ 3 แรงที่ต้องคำนึงเช่นเดียวกันกับการใช้สายพานวี แรงเหล่านี้ได้แก่ แรงดึงที่เป็นประโยชน์ F_e (กก.) แรงหนีศูนย์กลาง F_c (กก.) และแรงดึงต้น F_o (กก.) ของทางด้านมู่เล่ตัวขับ

แรงดึงทางด้านตึง F_1 คำนวณได้จากสมการต่อไปนี้

$$F_1 = F_e + F_2 \approx F_e + F_C \tag{2-15}$$

ถ้าสมมุติให้ P (กิโลวัตต์) เป็นกำลังที่ต้องการถ่ายทอด v (เมตร/วินาที) เป็นความเร็วของสายพาน, w (กก./เมตร) เป็นน้ำหนักของสายพานต่อหนึ่งหน่วยความยาว และ C เป็นค่าคงที่ซึ่งขึ้นอยู่กับประเภทและขนาดขายสายพานแล้ว F_e และ F_c จะถูกกำหนดโดยสมการต่อไปนี้

$$Fe = \frac{102P}{v} \tag{2-16}$$

$$Fc = \frac{w}{9.8}v^2 \tag{2-17}$$

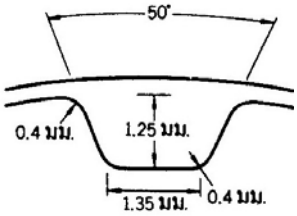
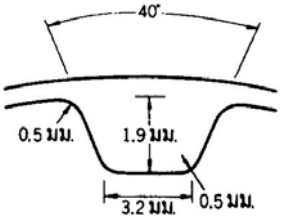
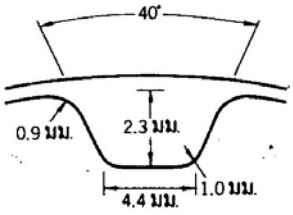
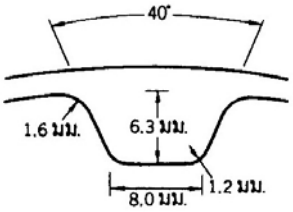
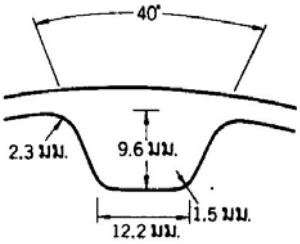
ความตึงสูงสุดของสายพานคือ F_1

ในการคำนวณหากำลังที่จะใช้ออกแบบ P_d ของสายพานฟัน จำเป็นจะต้องพิจารณา แฟคเตอร์แก้ไข fc เข้าไปด้วย (และในสภาพการณ์พิเศษ จำเป็นจะต้องเพิ่มแฟคเตอร์แก้ไขพิเศษ $f'c$ เข้าไปอีก)

$$P_d = f_c\, P \text{ หรือ } P_d = (f_c + f_c')P \tag{2-18}$$

สมการดังกล่าวข้างบนก็เช่นเดียวกับการเลือกสายพานวี ทุกประการ โดยที่แฟคเตอร์ f_c จะขึ้นอยู่กับธรรมชาติขอ P หรือ สภาพการใช้งานเอง และแฟคเตอร์ f_c ก็ได้แสดงไว้แล้วในตารางที่ 2-1 ส่วน f_c' นั้นแสดงไว้ในตารางที่ 2-11

ตารางที่ 2-10 (ก) แบบ .ขนาด และที่ใช้ของสายพานฟันเฟือง

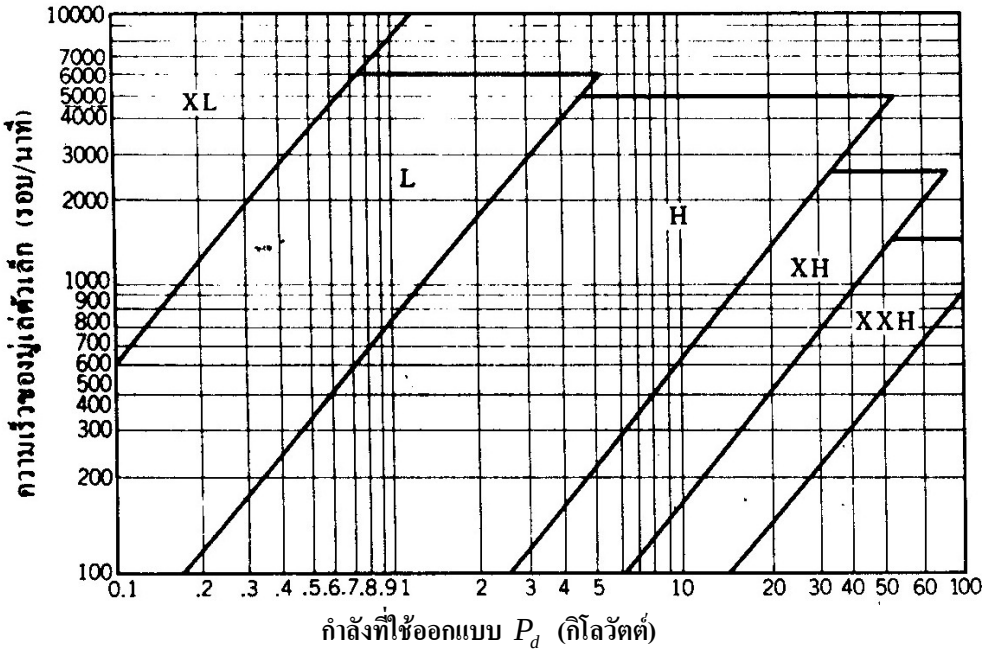
หน้าตัด	พิตช์ (มม.)	ขนาด	ส่วนมากใช้กับ
XL	5.08		เครื่องจักรกลทางธุรกิจจักรเย็บผ้า เครื่องมือต่าง ๆ เครื่องคำนวณอัตโนมัติ
L	9.525		เครื่องทอผ้า เครื่องมือกลขนาดเล็กใช้กับงานขนาดเบา
H	12.70		เครื่องมือกลในโรงงาน ปั๊ม เครื่องทอผ้า
XI+	22.225		ใบพัด เครื่องจักรในโรงงานกระดาษ เครื่องทอผ้า เครื่องจักรกลใช้ในงานก่อสร้าง
XXH	31.75		เครื่องจักรกลใช้กับงานหนัก เครื่องจักรกลที่ให้แรงบิดสูง ๆ

ตารางที่ 2-10 (ข) หมายเลขระบุจำนวนฟัน และ ความยาวมาตรฐานของสายพานฟันเฟือง (หน้าตัด L)

ความกว้างมาตรฐานของสายพาน	หมายเลขระบุ	ความกว้าง (นิ้ว)	ความกว้าง (มม.)
	050	0.50	12.7
	075	0.75	19.0
	100	1.00	25.4
	150	1.50	38.1
ความยาวมาตรฐานของสายพาน	หมายเลขระบุ	จำนวนฟัน	ความยาวเมื่อวัดที่พิตช์ (มม.)
	124 L	33	314.32
	150 L	40	381.00
	165 L	44	408.10
	173 L	46	438.15
	187 L	50	476.25
	210 L	56	533.40
	225 L	60	571.50
	240 L	64	609.60
	255 L	68	647.70
	270 L	72	685.50
	285 L	76	723.90
	300 L	80	762.00
	322 L	86	819.15
	337 L	90	857.25
	345 L	92	876.30
	367 L	98	933.45
	375 L	100	952.50
	390 L	104	990.00
	420 L	112	1066.80
	427 L	114	1084.58
	450 L	120	1143.00
	480 L	128	1219.20
	510 L	136	1295.40
	540 L	144	1371.60
	600 L	160	1524.10
	630 L	168	1600.20

ตารางที่ 2-10 (ข) ต่อ หมายเลขระบุจำนวนฟันและความยาวมาตรฐานของสายฟันเฟือง (หน้าตัด H)

ความกว้างมาตรฐานของสายพาน	หมายเลขระบุ	ความกว้าง (นิ้ว)	ความกว้าง (มม.)
	075	0.75	19.0
	100	1.00	25.4
	150	1.50	38.1
	200	2.00	50.8
	300	3.00	76.2
ความยาวมาตรฐานของสายพาน	หมายเลขระบุ	จำนวนฟัน	ความยาวเมื่อวัดที่พิตช์ (มม.)
	240 H	48	609.60
	270 H	54	685.80
	300 H	60	762.00
	310 H	62	787.40
	315 H	63	800.10
	320 H	64	812.80
	330 H	66	838.20
	350 H	70	889.00
	360 H	72	914.40
	375 H	75	952.50
	390 H	78	990.60
	410 H	82	1041.40
	420 H	84	1066.80
	430 H	86	1192.20
	450 H	90	1143.00
	465 H	93	1181.10
	480 H	96	1219.20
	490 H	98	1244.60
	510 H	102	1295.40
	540 H	108	1371.60
	560 H	112	1422.40
	570 H	114	1447.80
	600 H	120	1524.00
	630 H	126	1600.20
	650 H	130	1651.00
	660 H	132	1676.40
	680 H	136	1727.20



ภาพที่ 2-14 แผนภูมิการเลือกสายพานฟัน

ตารางที่ 2-11 แฟคเตอร์แก้ไขที่ต้องเพิ่มเติมสำหรับกรณี การขับแบบเพิ่มความเร็วและภายใต้สภาพการทำงานที่ผิดปกติ

อัตราส่วนความเร็ว	f_c'
1-1.25	0
1.25-1.75	0.1
1.75-2.5	0.2
2.5-3.5	0.3
3.5-	0.4

สภาพการทำงาน	f_c'
ทำงานเกิน 10 ชม./วัน	0.1
ทำงานเกิน 20 ชม./วัน	0.2
สำหรับสายพานขับลอย (Idler)	0.2
ใช้งานเป็นระยะหรือใช้เป็นบางฤดูกาล (ใช้งานน้อยกว่า 500 ชม./ปี)	0.2

ตารางที่ 2-12 ความสามารถในการถ่ายทอดกำลังต่อความกว้างหนึ่งนิ้ว (25.4 มม.) ของสายพานฟัน (หน้าตัด L)

ความเร็วของมู่เล่ตัวเล็ก (รอบ/นาที)	จำนวนฟัน					
	20	22	24	26	28	30
	ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางมู่เล่					
	60.64	66.70	72.77	78.83	84.89	90.96
200	0.15	0.17	0.18	0.20	0.21	0.23
400	0.31	0.34	0.37	0.40	0.43	0.46
600	0.46	0.51	0.55	0.60	0.64	0.69
800	0.61	0.68	0.73	0.80	0.85	0.91
1000	0.76	0.84	0.91	0.99	1.06	1.14
1200	0.91	1.00	1.10	1.18	1.27	1.36
1400	1.06	1.17	1.27	1.38	1.48	1.58
1600	1.21	1.31	1.45	1.56	1.68	1.79

(หน้าตัด H)

ความเร็วของมู่เล่ตัวเล็ก (รอบ/นาที)	จำนวนฟัน					
	20	22	24	26	28	30
	ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางมู่เล่					
	80.85	88.94	97.02	105.11	113.19	121.28
200	0.52	0.57	0.62	0.67	0.73	0.78
400	1.04	1.14	1.25	1.35	1.46	1.56
600	1.56	1.71	1.86	2.02	2.17	2.33
800	2.07	2.27	2.48	2.68	2.88	3.10
1000	2.58	2.84	3.10	3.35	3.60	3.85
1200	3.10	3.40	3.70	4.00	4.32	4.61
1400	3.60	3.95	4.30	4.66	5.02	5.36
1600	4.11	4.51	4.90	5.31	5.70	6.10

กำลังที่สายพานหนึ่งเส้นสามารถถ่ายทอดได้ต่อความกว้างหนึ่งนิ้วของสายพาน ขึ้นอยู่กับชนิดของสายพานโดยตรง และอาจคำนวณหาได้จากสมการต่อไปนี้

$$P_o - 0.6984x10^{-6}\left(d_p xn\right)\left(F_a - F_c\right) \text{ (กิโลวัตต์)} \qquad (2\text{-}19)$$

โดยที่ F_a (กก.) คือแรงดึงที่ยอมให้ d_p (มม.) คือขนาดของมู่เล่ตัวขับและ n เป็นความเร็วของเพลาขับ n_1 (รอบ/ นาที) / 100

ความสามารถในการถ่ายทอดกำลังของสายพานชนิดต่าง ๆ ได้มีการคำนวณและทดลองกันไว้แล้วโดยบริษัทผู้ผลิตโดยตรง ตัวเลขเหล่านี้อาจหาได้จากสมุดแจ้งรายการสินค้าของบริษัทผู้ผลิตเอง (manufacture's catalogues) ตารางที่ 2-12 ได้แสดงตัวเลขเหล่านี้ไว้พอสังเขป โดยเฉพาะสำหรับชนิด XL,L และ H ซึ่งใช้กับมู่เล่ที่มีจำนวนฟันตั้งแต่ 20 ถึง 30 ฟัน

วัสดุที่ใช้ทำมู่เล่และทำฟัน จะต้องแข็งแรงพอที่จะรับแรงดึงสูงสุดที่เกิดขึ้นได้ พวกนี้ส่วนมากมักได้แก่ เหล็กหล่อสีเทา (FC 20-30) ผงเหล็กผสมทองแดงอบ-อัด (sintered-alloy) หรือเหล็กผสมคาร์บอน ถ้ามู่เล่มีขนาดใหญ่ก็มักจะนิยมใช้เหล็กโครงสร้างที่ได้มาจากการรีด แต่อย่างไรก็ตามเหล็กที่นำมาทำนี้จะต้องมีหมายเลขระบุความแข็งมากกว่า 50 บริเนลขึ้นไป

นอกจากนี้ การใช้มู่เล่ที่มีฟันน้อยเกินไป จะทำให้อายุการใช้งานสั้นลง ตารางที่ 2-13 ได้กำหนดค่าต่ำสุดสำหรับแบบหน้าตัดต่าง ๆ ไว้

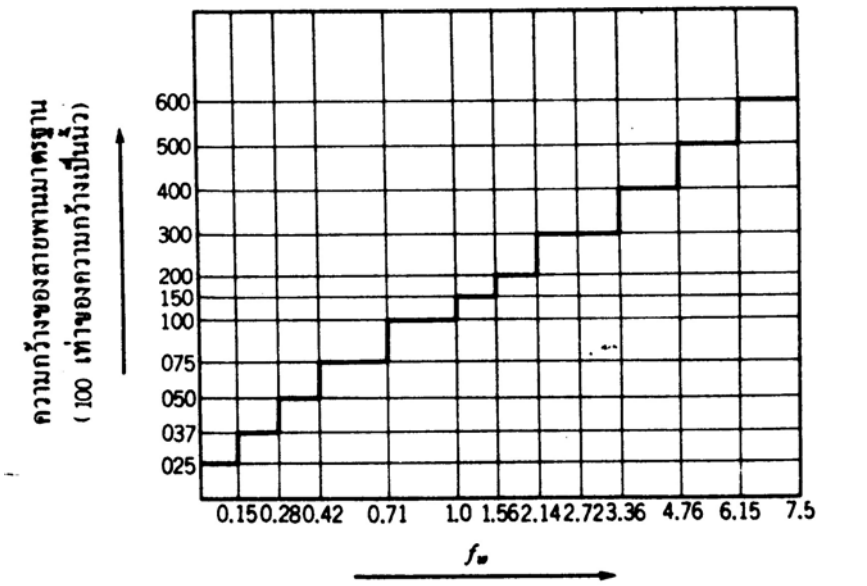
ถ้าให้มุมสัมผัสของสายพานแทนได้ด้วย θ แล้วจำนวนคู่ของฟันที่กำลังขบกันอยู่ (T.I.M.) จะคำนวณได้จาก

ตารางที่ 2-13 จำนวนฟันต่ำสุดที่ยอมให้ของมู่เล่สำหรับสายพานหน้าตัดแบบตรง ๆ

มู่เล่เล็ก (รอบ / นาที)	แบบหน้าตัดของสายพาน				
	XL	L	H	XH	XXH
3500	12	16	20		
1750	10	14	18	26	26
1160	10	12	16	24	24
870				22	22

ตารางที่ 2-14 แฟคเตอร์แก้ไขสำหรับค่า T.I.M. ต่าง ๆ

T.I.M.	f_t
6-	1.0
5-6	0.8
4-5	0.6
3-4	0.4
2-3	0.2



ภาพที่ 2-15 ความกว้างของสายพานฟันมาตรฐาน

$$\theta = 180^\circ - \frac{57(D_P - d_P)}{C} \tag{2-20}$$

$$T.I.M. = \frac{\theta}{360^{Z_1}} \tag{2-21}$$

โดยที่ θ = มุมสัมผัสของสายพานกับมู่เล่ตัวเล็ก $(^\circ)$

D_P = เส้นผ่านศูนย์กลางวงกลมพิตช์ของมู่เล่ตัวใหญ่ (มม.)

d_P = เส้นผ่านศูนย์กลางวงกลมพิตช์ของมู่เล่ตัวเล็ก (มม.)

C = ระยะระหว่าง (จุดศูนย์กลาง) เพลาของมู่เล่ (มม.)

z_1 = จำนวนฟันของมู่เล่ตัวเล็ก

ในกรณีที่คำนวณค่า T.I.M. ออกมาได้มากกว่า 6 จำเป็นจะต้องมีการแก้ไข การแก้ไขทำได้โดยใช้แฟคเตอร์แก้ไข f_t ที่ให้ไว้ในตารางที่ 2-14 การใช้ค่า T.I.M. น้อยจะลดอายุการใช้งานของสายพานลง โดยที่หลังจากใช้ไปแล้วจะทำให้สายพานสึกไปจนถึงแกน ทำให้เกิดเสียงดังในขณะทำงาน

การหาขนาดความกว้างของสายพานนั้น เนื่องจากความกว้างของสานพานขึ้นอยู่กับค่า P_d, P_o และ f_t โดยตรง ซึ่งอาจแสงได้ด้วยความสัมพันธ์ระหว่างแฟคเตอร์ของความกว้าง f_w กับโลดได้ดังนี้

$$f_w = \frac{P_d}{P_O x f_t} \tag{2-22}$$

จากนั้น นำค่า f_w ที่ได้มาใช้ประกอบกับภาพที่ 2-15 ก็จะสามารถเลือกความกว้างของสายพานมาตรฐานที่ต้องการได้

การมใช้สายพานฟันมีข้อที่ควรสังเกตประการหนึ่งคือ ไม่นิยมใช้มู่เล่ลอย (idler) เพื่อปรับความตึงสายพานทั้งนี้เพราะจะทำให้อายุการใช้งานของสายพานสั้นลงอย่างมาก

สมการที่ใช้คำนวณหาความยาวของสายพานฟัน หรือของโซ่นั้นเหมือนกันทุกประการและจะแตกต่างจากสายพานวี เพียงเล็กน้อย ถ้าสมมุติให้ระยะระหว่างจุดศูนย์กลางเมื่อหารด้วยพิตช์แล้วแทนได้ด้วย C_p จะได้

$$C_p = \frac{C}{P} \tag{2-23}$$

ความยาวที่จำเป็นของสายพาน (เป็นหมายเลขพิตช์) L_P จะมีค่าเท่ากับ

$$L_P = \frac{z_1 + z_2}{2} + 2C_P + \frac{\left(\frac{z_2 - z_1}{6.28}\right)^2}{C_P} \tag{2-24}$$

โดยที่ z_1 = จำนวนฟันของมู่เล่ตัวเล็ก

z_2 = จำนวนฟันของมู่เล่ตัวใหญ่

ถ้าให้ n_1 และ n_2 เป็นความเร็วของมู่เล่แต่ละตัวแล้ว

$$z_2 = \frac{n_1}{n_2} z_1 \tag{2-25}$$

z_2 จะต้องเป็นเลขจำนวนเต็มเสมอ และในทางปฏิบัติ ถ้าเป็นไปได้ จำนวนฟันของมู่เล่มาตรฐานมักจะให้เท่ากับ z_2 ดังนั้น การเลือกอัตราส่วน n_1 / n_2 จึงมักจะให้กันไว้เป็นช่วง ๆ

เช่นเดียวกับการกำหนดของเฟือง เนื่องจากการคำนวณค่า L_p มักจะได้เป็นเลขทศนิยม จึงควรจะปัดเข้าหาค่าความยาวมาตรฐานของสายพาน สมมุติให้ L เป็นความยาวมาตรฐาน จะคำนวณค่า C_p ใหม่ได้โดยใช้สมการต่อไปนี้

$$C_P = \frac{1}{4}\left\{ L - \frac{z_1 + z_2}{2} + \sqrt{\left(L - \frac{z_1 + z_2}{2} \right)^2 - \frac{2}{9.86}(z_2 - z_1)^2} \right\} \qquad (2\text{-}26)$$

และระยะระหว่างจุดศูนย์กลาง C คำนวณได้จาก

$$C = C_p x\ p \qquad (2\text{-}27)$$

ทำนองเดียวกับสายพานวี จำเป็นจะต้องมีระยะเผื่อไว้สำหรับการปรับแต่งระยะระหว่างจุดศูนย์กลางทั้งทางด้านนอกและด้านใน เพื่อความสะดวกในการประกอบ และสำหรับปรับความตึงในระหว่างที่ใช้งาน

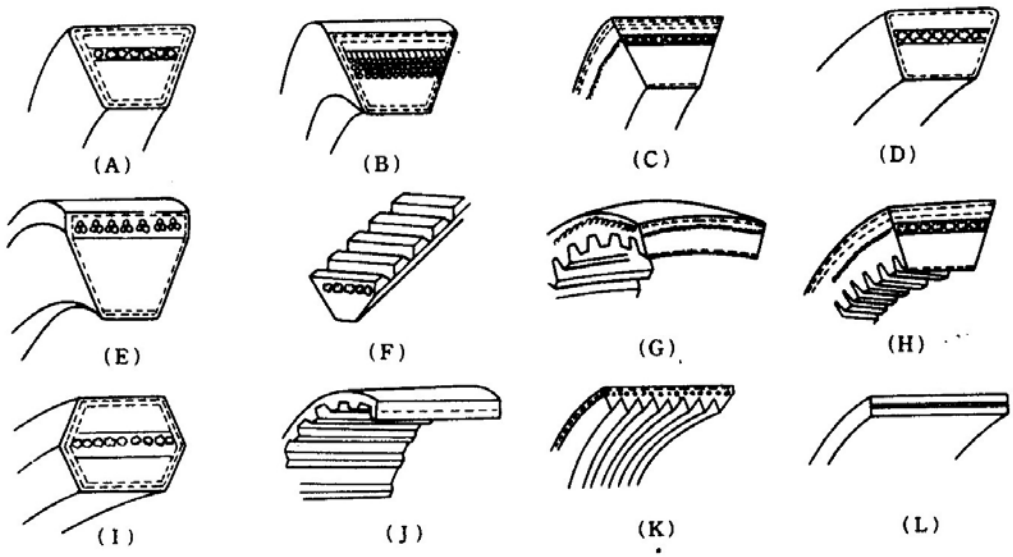
ระยะปรับแต่งมาตรฐานทั้งทางด้านนอกและด้านใน ΔC_t และ ΔC_i ได้กำหนดไว้ในตารางที่ 2.15 ดังนี้

ตารางที่ 2-15 ค่า ΔC_i และ ΔC_t สำหรับสายพานฟัน (มม.)

หมายเลขระบุ	XL		L		H		XH		XXH	
	ΔC_i	ΔC_t	ΔC_i	ΔC_t	ΔC_i	ΔC_t	ΔC_i	ΔC_t	ΔC_i	ΔC_t
60-300	3	3	5	3	6	6				
301-1000	4	3	6	5	7	6	20	10	30	10

การให้แรงดึงแก่สายพานมากเกินไป จะทำให้ผิวหน้าของสายพานสึกหรอ และแกนฉีกขาดออกไป ทำให้อายุการใช้งานของสายพานลดลงอย่างมาก แต่ถ้าสายพานหย่อนเกินไป ลักษณะของโลดที่ให้แก่มู่เล่จะแปรสภาพเป็นโลดจากการกระแทก (shock load) การให้ความตึงที่เหมาะสมกับสายพาน อาจจะทำได้โดยอาศัยวิธีการถ่วงให้สมดุลด้วยแรงสปริง โดยใส่แรงนี้ในบริเวณช่วงกลางของความยาว และปรับให้สายพานโค้งลงมา 1.6 (มม.) ต่อช่วงความยาว 100 (มม.)

สายพานที่ได้กล่าวมาแล้วทั้งหมดเป็นส่วนหนึ่งของสายพานที่ใช้กันอยู่เท่านั้น ในทางใช้งานจริง ๆ แล้วยังมีสายพานอีกมากแบบที่มิได้กล่าวถึง ซึ่งบางส่วนก็ได้รวบรวมแสดงทั้งแบบและที่ใช้ไว้ในภาพที่ 2-16



(A) (1) สายพาน วี มาตรฐาน
(แบบโครงชั้นเดียวและหลายชั้น)
(2) นิยมใช้กันมากในท้องตลาดและราคาถูก
(3) สำหรับใช้กับเครื่องจักรกลโรงงาน
อุตสาหกรรมทั่วไปสามารใช้ได้ในที่ ๆ
ร้อนถึง 60· เซนติเกรด

(B) (1) สายพานวี แบบพิเศษ
(แบบโครงชั้นเดียวและหลายชั้น)
(2) มีความต้านทานต่อความร้อน ,น้ำมัน และ
ไฟฟ้าสถิต มีความแข็งแรงสูง
(3) ใช้สำหรับงานหนัก ๆ และเพื่อต้องการจะลด
จำนวนของสายพานลง
(4) สามารถใช้ได้ในที่ ๆ ร้อนถึง 90· เซนติเกรด

(C) (1) สายพานวี ขอบต่ำ
(2) มีความต้านทานต่อการโค้งและทนทาน
ต่อการขับที่ความเร็วสูง ๆ
(3) ใช้กับรถยนต์และมู่เล่ที่มีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง
เล็ก ๆ สามารถใช้ในที่ ๆ ร้อนถึง 90·เซนติเกรด

(D) (1) สายพานวี แบบใช้กับงานเบา ๆ (แบบ L)
(2) มีความต้านทานต่อการโค้งและทนทานต่อการ
ขับที่มีความเร็วสูง ๆ
(3) ใช้สำหรับพวกเครื่องจักรกลทางการเกษตร
สามารถใช้ได้ในที่ที่ร้อนถึง 60·เซนติเกรด
(สำหรับการใช้งานที่อุณหภูมิสูงกว่า 60·
เซนติเกรดให้ใช้สายพานวี แบบพิเศษ

(E) (1) สายพานวี แคบ
(2) มีความสามารถในการถ่ายทอดกำลังได้มาก
(3) ใช้กับเครื่องจักรกลในโรงงานอุตสาหกรรมทั่ว ๆ
ไป สามารถใช้งานได้ในที่ร้อนถึง
90·เซนติเกรด

(F) (1) สายพาน วี แคบ
(2) สำหรับการถ่ายทอดที่ความเร็วสูง และการ
ถ่ายทอดกำลังมาก ๆ โดยใช้มู่เล่แคบ ๆ
(3) ใช้กับพวกรถยนต์ สามารถใช้งานได้ในที่ ๆร้อน
ถึง 80·เซนติเกรด

(G) (1) สายพาน วีใช้กับงานที่ความเร็วเปลี่ยนไปๆมาๆ
(2) มีความต้านทานต่อการโค้งและความดันด้านข้าง
(3) ใช้สำหรับการทดความเร็วให้ต่ำลง และการทำ
หลายๆความเร็วสามารถใช้งานได้ในที่ๆร้อนถึง
90· เซนติเกรด

(H) (1) สายพานท้องฟันขอบต่ำ
(2) มีความต้านทานต่อการโค้ง และทนทานต่อการ
ขับที่ความเร็วสูงๆ
(3) ใช้สำหรับเครื่องยนต์รถยนต์ขนาดใหญ่สามารถ
ใช้งานได้ในที่ๆร้อนถึง 90·เซนติเกรด

(I) (1) สายพานหกเหลี่ยม
(2) ใช้สำหรับขับเพลาที่ซับซ้อน
(3) ใช้สำหรับอุตสาหกรรม และเครื่องจักรกลทาง
เกษตรสามารถใช้ได้ในที่ที่ร้อนถึง 60เซนติเกรด

(J) (1) สายพานฟัน
(2) ไม่มีการเลื่อนไถล สามารถให้การขับที่ความเร็วคงที่เสมอ
(3) ใช้สำหรับเครื่องคำนวณอัตโนมัติ เครื่องมือกล รถยนต์ ฯลฯ สามารถใช้ได้ในที่ๆร้อนถึง 80·เซนติเกรด

(K) (1) สายพานร่องรวม
(2) ให้การหมุนที่พอประมาณได้ว่ามีความเร็วเชิงมุมคงที่
(3) ใช้สำหรับเครื่องมือกล และอื่น ๆ สามารถใช้งานได้ในที่ร้อนถึง 80·เซนติเกรด

(L) (1) สายพานที่ทำจากส่วนผสมของหนังและไนล่อน
(2) ใช้สำหรับการถ่ายทอดที่คามเร็วสูงๆ และมีระยะระหว่างจุดศูนย์กลางการถ่ายทอดคงที่
(3) ใช้สำหรับเครื่องทำกระดาษ เครื่องทอผ้า และ และอื่นๆ สามารถใช้ได้ในที่ที่ร้อนถึง 80·เซนติเกรด

ภาพที่ 2-16 สายพานชนิดต่างๆ

2.9 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

การสร้างชุดการสอน เป็นการนำเอานวัตกรรมการศึกษาและเทคโนโลยีทางการศึกษามาใช้ในการเรียนการสอน เพื่อช่วยเพิ่มประสิทธิภาพการเรียนรู้ของนักศึกษาให้สูงขึ้น จากการศึกษาผลงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการสร้าชุดทดลองหลายๆเรื่อง ผู้วิจัยพบว่า งานวิจัยแต่ละเรื่องมีประสิทธิภาพในระดับต่างๆ กัน ดังตัวอย่างงานวิจัยต่อไปนี้

อุรศักดิ์ (2529) ได้ทำการวิจัยการสร้างและหาประสิทธิภาพของชุดการสอนวิชางานวัดละเอียดระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพ ชั้นปีที่ 1 วิทยาลัยเทคโนโลยีอุตสาหกรรม สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ ผลการวิจัยปรากฏว่า ชุดการสอนที่สร้างขึ้นมีประสิทธิภาพทางภาคทฤษฎี 82.39/73.83 ตัวหลังต่ำกว่าเกณฑ์ที่กำหนด ทางภาคปฏิบัติ 85.20/83.13 สูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนด 80/80

ณรงค์ (2534) ได้ทำการวิจัยและสร้างชุดการสอน วิชานิวแมติคและไฮโดรลิค เรื่อง ไฮโดรลิคขั้นพื้นฐานตามหลักสูตรกรมอาชีวศึกษา ระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง พุทธศักราช 2527 โดยได้ทำการทดลองกับนักศึกษาประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง สาขาช่างกลโรงงาน จำนวน 30 คน ผลปรากฏว่า ชุดสอนที่สร้างขึ้นมีประสิทธิภาพ 83.57/82.14 ซึ่งสูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนด 80/80

สมชาย (2537) ได้ทำการวิจัยสร้างและหาประสิทธิภาพชุดการสอน เรื่อง กลศาสตร์เครื่องกลเรื่อง ความเร็ว ความเร่ง ในกลไกเครื่องจักรกล ตามหลักสูตรประกาศนียบัตรครูเทคนิคชั้นสูง พุทธศักราช 2533 โดยทำการทดลองกับนักศึกษาระดับประกาศนียบัตรครูเทคนิคชั้นสูง สาขาเครื่องกล วิชาเอกเทคนิคช่างยนต์ วิทยาลัยช่างกลปทุมวัน ที่ลงทะเบียนเรียน วิชากลศาสตร์

เครื่องกล ภาคเรียนฤดูร้อน ปีการศึกษา 2537 จำนวน 32 คน ผลปรากฏว่า ชุดการสอนที่สร้างขึ้นมีประสิทธิภาพ 83.78/81.40 ซึ่งสูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนด 80/80

ทรงชัย (2536) ได้ทำการวิจัยเรื่องสร้างและหาประสิทธิภาพของชุดประลอง ด้วยการวิเคราะห์จากผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน โดยใช้ชุดทดลองการวัดอุตสาหกรรมและการควบคุมระบบที่สร้างขึ้น ผลการวิจัยพบว่า ชุดประลองการวัดอุตสาหกรรมและการควบคุมระบบที่สร้างขึ้นมีประสิทธิภาพ 82.83/81.50 ซึ่งเป็นไปตามสมมุติฐานของการวิจัย

จากการศึกษาผลงานวิจัยที่เป็นลักษณะชุดการสอน สรุปได้ว่าการนำเอาเรื่องการสอนมาให้ เพื่อปรับปรุงการเรียนการสอน ในเนื้อหาวิชาต่าง ๆ ทำให้นักศึกษาสามารถเปลี่ยนแปลงพฤติกรรม หรือมีการเรียนรู้ที่ดีขึ้น จากผลการวิจัย และประหยัดเวลา ทำให้การเรียนรู้การสอนน่าสนใจยิ่งขึ้นดังนั้น ผู้วิจัยเห็นว่าการสร้างชุดทดลองการส่งกำลังด้วยสายพาน จะสามารถแก้ไขปัญหาที่เกิดขึ้นกับผู้เรียน ในวิชาการออกแบบเครื่องจักรกล ของนักศึกษาโปรแกรมเทคโนโลยีเครื่องกล เรื่อง “สายพาน” ตามหลักสูตรวิทยาศาสตร์บัณฑิต โปรแกรมเทคโนโลยีเครื่องกล คณะเทคโนโลยีอุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยราชภัฏกาญจนบุรี เพื่อแก้ปัญหาที่เกิดขึ้น ในการเรียนการสอนต่อไป

บทที่ 3
วิธีการดำเนินการวิจัย

การวิจัยนี้เป็นการวิจัยเชิงทดลอง (Experimental research) เพื่อสร้างและหาประสิทธิภาพของชุดทดลอง การออกแบบเครื่องกล สายพาน ผู้วิจัยได้ดำเนินการตามขั้นตอนโดยแบ่งออกเป็น 4 ขั้นตอน ดังนี้

3.1 กำหนดกลุ่มประชากรและกลุ่มตัวอย่างในการวิจัย

3.2 สร้างชุดทดลอง

3.2.1 วิเคราะห์หลักสูตรและสร้างชุดทดลอง

3.2.2 สร้างเอกสารประกอบชุดทดลอง

3.2.3 สร้างแบบทดสอบ

3.3 ดำเนินการทดลองและเก็บรวบรวมข้อมูล

3.4 วิเคราะห์ข้อมูลและสรุปผล

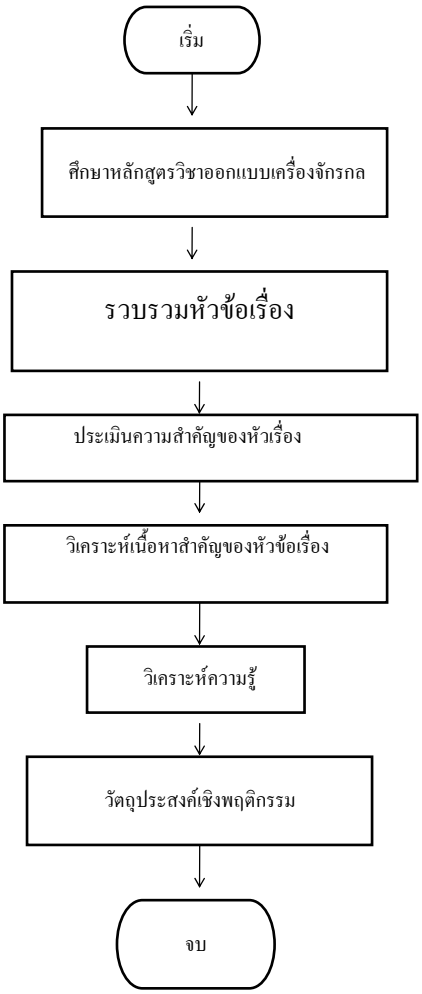
3.1 การกำหนดกลุ่มประชากรและกลุ่มตัวอย่างในการวิจัย

3.1.1 กลุ่มประชากรที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้คือ นักศึกษาระดับปริญญาตรี วทบ.เทคโนโลยีเครื่องกล คณะเทคโนโลยีอุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยราชภัฏกาญจนบุรี พ.ศ.2548 ชั้นปีที่ 3 และ 4 จำนวน 48 คน

3.1.2 กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัยคือ นักศึกษาระดับปริญญาตรี วทบ.เทคโนโลยีเครื่องกล คณะเทคโนโลยีอุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยราชภัฏกาญจนบุรี ที่ลงทะเบียนเรียนในภาคการศึกษาที่ 3/2549 จำนวน 15 คน โดยการสุ่มแบบเฉพาะเจาะจง (Purposive Sampling)

3.2 การสร้างชุดทดลอง

วิเคราะห์หลักสูตรรายวิชา เรื่อง “สายพาน” เพื่อให้ได้มาซึ่งหัวข้อ และ เนื้อหาย่อ โดยคำนึงถึงพฤติกรรมที่นักศึกษาต้องแสดงออกจากการเรียนชุดทดลองการส่งกำลังด้วยสายพานเรียบร้อยแล้ว ในการวิเคราะห์หลักสูตร แสดงดังภาพที่ 3-1 ซึ่งสามารถอธิบายได้ดังนี้



ภาพที่ 3-1 แสดงขั้นตอนการวิเคราะห์หลักสูตรวิชา ออกแบบเครื่องจักรกล

3.2.1 การวิเคราะห์หัลักสูตร โดยศึกษารายละเอียดหลักสูตรรายวิชา ออกแบบเครื่องจักรกล เรื่อง สายพาน ตามหลักสูตรวิทยาศาสตรบัณฑิต พ.ศ.2548 คณะเทคโนโลยีอุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยราชภัฏกาญจนบุรี

3.2.1.1 รวบรวมหัวเรื่องจากการศึกษาหารายละเอียดหลักสูตรรายวิชา และ ปัญหาที่พบโดยอาศัยข้อมูลจากแหล่งต่างๆ ดังนี้

ก หลักสูตรรายวิชา

ข เอกสารตำรา

ค ประสบการณ์ผู้วิจัย

ง ผู้เชี่ยวชาญ

3.2.1.2 การประเมินความสำคัญของหัวข้อเรื่อง เมื่อรวบรวมหัวข้อเรื่องของวิชาแล้ว สิ่งนำมาประเมินความสำคัญของหัวข้อ เรื่อง แต่ละหัวข้อโดยพิจารณาว่า แต่ละหัวข้อมีประโยชน์ด้านใดบ้าง

ก การส่งเสริมความสำคัญในการแก้ปัญหา

ข การส่งเสริมการทำงานให้ถูกต้อง

ค การส่งเสริมให้นักศึกษามีเจตคติที่ดี โดยให้ระดับความสำคัญ ใช้สัญลักษณ์ X I และ O ซึ่งมีความหมายดังนี้

X หมายถึง หัวข้อเรื่องที่มีความสำคัญมากจะตัดทิ้งไม่ได้

I หมายถึง หัวข้อเรื่องที่มีความสำคัญปานกลาง

O หมายถึง หัวข้อเรื่องที่มีความสำคัญน้อย สามารถยกเลิกไม่ต้องเรียนรู้ได้

3.2.1.3 การวิเคราะห์เนื้อหาสำคัญของหัวข้อเรื่อง (Main Concept Analysis) เมื่อประเมินคุณค่าของหัวข้อเรื่องแล้ว จึงนำมาทำการวิเคราะห์ เพื่อให้หมายถึงหัวข้อสำคัญ ประเด็นใดต้องสอน ประเด็นใดสำคัญเพียงใด

3.2.1.4 การวิเคราะห์ความรู้ เมื่อได้เนื้อหาสำคัญจึงนำมาวิเคราะห์ความรู้ โดยวิเคราะห์แยกย่อย ในรายละเอียดของแต่ละหัวข้อสำคัญว่ามีประเด็นสำคัญอะไรที่ต้องทำการสอน

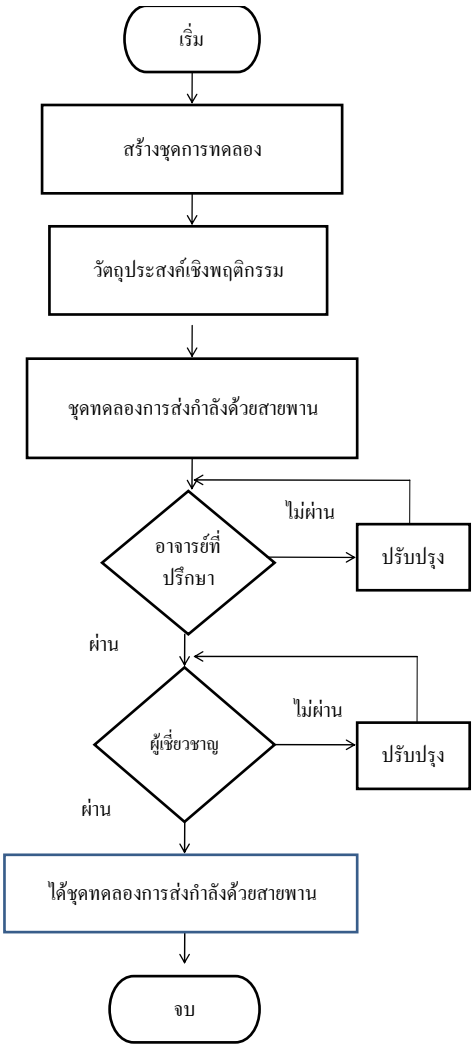
3.2.1.5 กำหนดวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม เป็นการกำหนดหัวข้อเรื่อง

3.2.1.6 การสร้างชุดทดลองโดยนำหัวข้อแต่ละหัวข้อมากำหนดรูปแบบและคุณลักษณะของชุดทดลองจะต้องออกแบบการประลองให้ครอบคลุมทุกจุดประสงค์ ดังภาพที่ 3-2

3.2.1.7 เมื่อทำการออกแบบเรียบร้อยก่อนการสร้างเครื่อง ต้องนำแบบปรึกษากับอาจารย์ที่ปรึกษา เพื่อประเมินและปรับแก้แบบก่อนสร้าง

3.2.1.8 เมื่อออกแบบโดยผ่านอาจารย์ที่ปรึกษา ทำการสร้างตามแบบ ที่ได้ออกแบบไว้

3.2.1.9 เมื่อสร้างชุดทดลองสำเร็จ นำชุดทดลองรับการตรวจประเมินกับอาจารย์ที่ปรึกษา และ ผ่านการประเมินคุณภาพ จากผู้เชี่ยวชาญ จึงนำมาใช้ได้จริง



ภาพที่ 3-2 แสดงขั้นตอนการสร้างชุดทดลอง

3.2.2 การสร้างเอกสารประกอบชุดทดลอง

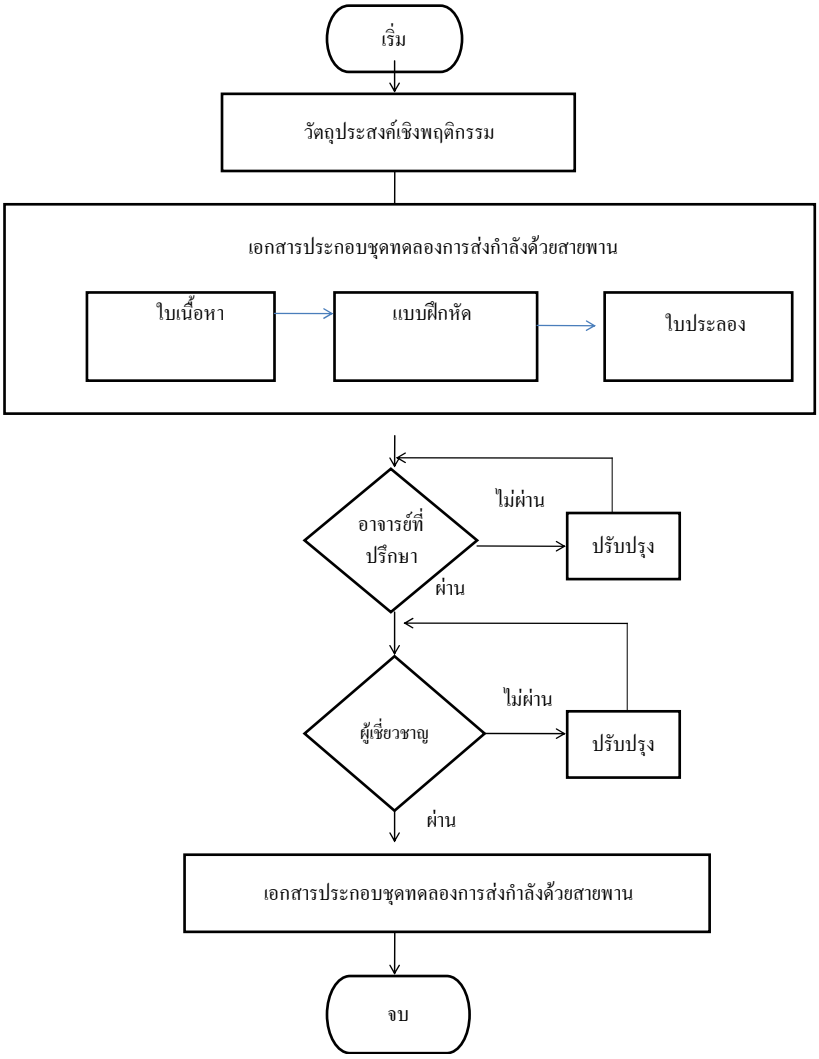
ชุดการทดลองการส่งกำลังด้วยสายพานมีขั้นตอนในการสร้าง ดังภาพที่ 3-3 สามารถอธิบายได้ดังนี้

3.2.2.1 วิเคราะห์วัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม (รายละเอียดแสดงไว้ในภาคผนวก ข)

3.2.2.2 ใบเนื้อหา หลังจากผ่านกระบวนการวิเคราะห์หัวข้อเรื่อง วิเคราะห์รายละเอียดหัวข้อ เรื่อง และความรู้ซึ่งจะได้เห็นเชิงพฤติกรรม เพื่อนำข้อมูลที่ได้มากำหนดเนื้อหาวิชาทั้งหมดซึ่งแยกออกเป็นหัวข้อ

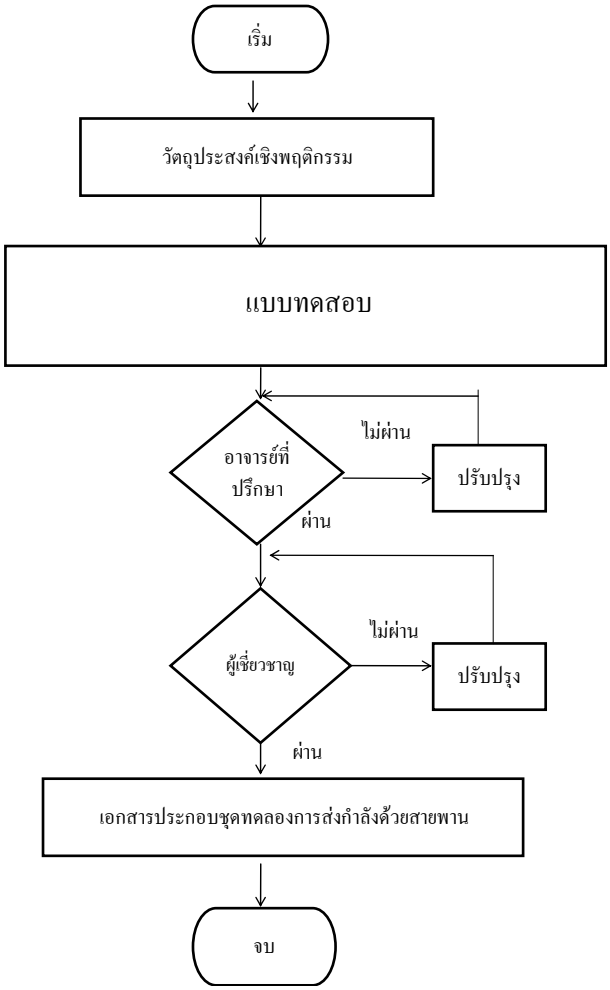
3.2.2.3 ใบแบบฝึกหัด สำหรับความก้าวหน้าทางการเรียนของนักศึกษา ได้ระหว่างการเรียนแต่ละหัวข้อ โดยผู้วิจัยได้สร้างข้อสอบแบบเลือกตอบ

3.2.2.4 ใบประลอง เป็นเอกสารซึ่งแสดงขั้นตอนวิธีการทดลอง ที่ได้วางแผนไว้เป็นอย่างดี เพื่อให้นักศึกษา บรรลุ ทุกวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม



ภาพที่ 3-3 ขั้นตอนการสร้างเอกสารประกอบชุดทดลอง

3.2.3 การสร้างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน โดยใช้แบบทดสอบพร้อมเฉลย มีขั้นตอนการสร้าง ดังภาพที่ 3-4



ภาพที่ 3-4 ขั้นตอนการสร้างแบบทดสอบ

3.3 การดำเนินการทดลองและเก็บรวบรวมข้อมูล

3.3.1 นำชุดทดลองการส่งกำลังด้วยสายพานไปทดลองกับนักศึกษาระดับปริญญาตรี โปรแกรมเทคโนโลยีเครื่องกล คณะเทคโนโลยีอุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยราชภัฏกาญจนบุรี โดยการสุ่มตัวอย่างแบบเจาะจงจำนวน 15 คน

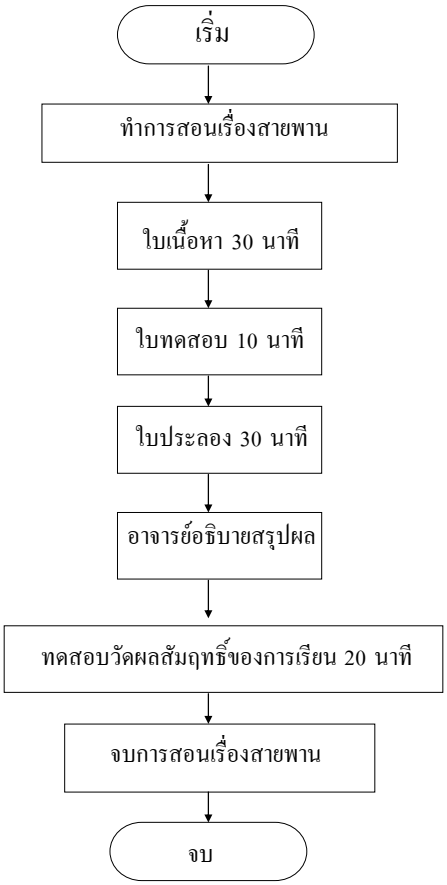
3.3.2 อาจารย์ทำการสอนโดยใช้ชุดทดลองในแต่ละหน่วยการเรียน ใช้เวลาหน่วยการเรียนละ 30 นาที โดยแจกใบเนื้อหาประกอบ

3.3.3 เมื่อจบการสอน อาจารย์ผู้สอนให้นักศึกษาทำแบบฝึกหัดเพื่อทดสอบความรู้จากการเรียน โดยใช้เวลาทำแบบฝึกหัด 10 นาที

3.3.4 ให้นักศึกษาทำการประลองโดยใช้ชุดทดลอง ประกอบกับใบประลอง โดยใช้เวลาในการทำการประลอง 30 นาที

3.3.5 อาจารย์อธิบายผลและสาเหตุของผลที่เกิดขึ้น เพื่อให้นักศึกษาเข้าใจยิ่งขึ้น

3.3.6 ให้ทำแบบทดสอบเพื่อวัดผลสัมฤทธิ์ของการเรียน โดยใช้เวลาในการทำ 20 นาที อธิบายได้ดังภาพที่ 3-5 ขั้นตอนการทดลองและเก็บข้อมูล



ภาพที่ 3-5 ขั้นตอนการดำเนินการทดลองและเก็บรวบรวมข้อมูล

3.4 การวิเคราะห์ข้อมูลและสรุปผล

ในการศึกษาวิจัยเพื่อจัดสร้างและหาประสิทธิของชุดทดลอง ผู้วิจัยได้ดำเนินการวิเคราะห์ข้อมูลต่างๆ ดังนี้คือ

3.4.1 วิเคราะห์หาคะแนนเฉลี่ย

3.4.1.1 สูตรคำนวณ การหาคะแนนเฉลี่ย (รัตนา, 2537 : 39)

$$\overline{X} = \frac{\sum X}{N}$$

เมื่อ $\overline{X}$ คือ คะแนนเฉลี่ย

$\sum X$ คือ ผลรวมของคะแนนทั้งหมด

N คือ จำนวนข้อมูล

3.4.2 วิเคราะห์หาคุณภาพและประสิทธิภาพของชุดทดลอง

ในการวิจัยครั้งนี้ผู้วิจัยได้วิเคราะห์ข้อมูลต่างๆ โดยใช้สูตรทางสถิติดังต่อไปนี้

3.4.2.1 สูตรคำนวณหาประสิทธิภาพของชุดการสอน (เสาวนีย์. 2528 : 294-295)

$$E1 = \frac{\left(\sum X / N\right)}{A} X100 : E2 = \frac{\left(\sum F / N\right)}{B} X100$$

เมื่อ $E1$ คือ ประสิทธิภาพของกระบวนการที่วัดได้ในชุดทดลองคิดเป็นร้อยละ จากการทำแบบฝึกหัด

เมื่อ $E2$ คือ ประสิทธิภาพของผลลัพธ์ (พฤติกรรมที่เปลี่ยนในตัวนักศึกษา หลังจากเรียนด้วยชุดลองแล้ว) คิดเป็นร้อยละจากการทดสอบหลังเรียน

$\sum X$ คือ คะแนนรวมของนักศึกษาจากการทำแบบฝึกหัดได้

$\sum F$ คือ คะแนนรวมของนักศึกษาจากการทำแบบทดสอบหลังเรียน

N คือ จำนวนนักศึกษา

A คือ คะแนนเต็มของแบบฝึกหัด

B คือ คะแนนเต็มของแบบทดสอบ

3.4.2.2 การหาคุณภาพของชุดทดลอง โดยวิเคราะห์ข้อมูลจากผลการประเมินความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญที่มีต่อชุดประลอง (ล้วนและอังคณา, 2543 : 249)

สูตร

$$IOC = \frac{\sum R}{n}$$

โดยที่ IOC คือ คู่ดัชนีความสอดคล้อง (Index of Item-Objective Congruency)

$\sum R$ คือ ผลรวมของการพิจารณาของผู้เชี่ยวชาญ

n คือ จำนวนผู้เชี่ยวชาญ

การวิเคราะห์ค่า *IOC* ของงานวิจัยนี้ได้ดำเนินการดังนี้

+1 หมายถึง มีความเห็นสอดคล้องกับชุดทดลองที่สร้างขึ้น

0 หมายถึง ไม่แน่ใจ

-1 หมายถึง มีความเห็นไม่สอดคล้องกับชุดทดลองที่สร้างขึ้น

เมื่อสร้างชุดทดลองเสร็จเรียบร้อย ผู้วิจัยได้สร้างแบบประเมินคุณภาพชุดทดลอง แล้วนำชุดทดลองพร้อมแบบประเมิน ปรึกษา ด้านความถูกต้อง และ เหมาะสม จากนั้นนำไปให้ผู้เชี่ยวชาญประเมินความสอดคล้อง เหมาะสมรวมถึงการใช้งาน โดยการประเมินแยกเป็นผลด้านเนื้อหา ด้านแบบฝึกหัด และแบบทดสอบ ด้านเครื่องทดสอบโดยได้ค่าดัชนีความสอดคล้อง 0.87 (รายละเอียดแสดงไว้ในภาคผนวก ง หน้า 87)

บทที่ 4
ผลของการวิจัย

การวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยได้สร้างชุดทดลองด้วยสายพาน โดยมีการสอนโดยใช้ชุดทดลอง และ ทำแบบฝึกหัด เพื่อวัดความเข้าใจ จากนั้นให้นักศึกษาทำการประลองกับชุดทดลอง แล้วทำการทดสอบวัดผล ความรู้ โดยให้นักศึกษาของคณะเทคโนโลยีอุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยราชภัฏกาญจนบุรี ได้วิเคราะห์ผลการหาประสิทธิภาพของชุดทดลองการส่งกำลังด้วยสายพาน หลักสูตรวิทยาศาสตรบัณฑิต พุทธศักราช 2548 โดยการวิเคราะห์ผลการทดลอง จากแบบฝึกหัด และ ทำแบบทดสอบ

4.1 การวิเคราะห์ผลการทำแบบฝึกหัด

ในระหว่างการเรียนการสอนด้วยชุดทดลองได้จัดให้นักศึกษาทำแบบฝึกหัด ซึ่งมีทั้งหมด 4 แบบฝึกหัด ผลคะแนนทั้ง 4 แบบฝึกหัด แสดงไว้ในตารางที่ 4-1

ตารางที่ 4-1 แสดงการวิเคราะห์ผลคะแนนจากการทำแบบฝึกหัด

ราการ	N	คะแนนเต็ม	$\sum X$	ร้อยละ
แบบฝึกหัดที่ 1	15	10	137	91.33
แบบฝึกหัดที่ 2	15	10	139	92.66
แบบฝึกหัดที่ 3	15	10	137	91.33
แบบฝึกหัดที่ 4	15	10	134	89.33
รวม	**60**	**40**	**547**	**91.16**

จากการทดลองให้นักศึกษาทำแบบฝึกหัด หลังจากทำการสอน เนื้อหาทฤษฎี โดยแบ่งเป็นเรื่องๆดังนี้ แบบฝึกหัดที่ 1 เรื่องศักยภาพสายพาน แบบฝึกหัดที่ 2 เรื่องกายภาพมู่เล่ แบบฝึกหัดที่ 3 เรื่องมุมโอบ แบบฝึกหัดที่ 4 เรื่องอัตราทดและความเร็วรอบ โดยให้นักศึกษาทำแบบฝึกหัด ใช้เวลาในการทำแบบฝึกหัด 10 นาที ซึ่งจากการให้ทำแบบฝึกหัด พบว่า ผลคะแนนทั้ง 4 แบบฝึกหัดมีคะแนนเกินกว่าร้อยละ 80 คือ

แบบฝึกหัดที่ 1 ได้คะแนนร้อยละ 91.33

แบบฝึกหัดที่ 2 ได้คะแนนร้อยละ 92.66

แบบฝึกหัดที่ 3 ได้คะแนนร้อยละ 91.33

แบบฝึกหัดที่ 4 ได้คะแนนร้อยละ 89.33

4.2 การวิเคราะห์หาประสิทธิภาพของชุดทดลอง

การวิเคราะห์หาประสิทธิภาพของชุดการสอนจากการนำชุดทดลองการส่งกำลังด้วยสายพาน ที่สร้างขึ้นไปทดลองใช้กับนักศึกษากลุ่มตัวอย่างจำนวน 15 คน ปรากฏผลดังแสดงในตารางที่ 4-2

ตารางที่ 4-2 แสดงผลการวิเคราะห์หาประสิทธิภาพของชุดการสอน

ราการ	N	คะแนนเต็ม	$\sum X$	ร้อยละ
คะแนนจากการทำแบบฝึกหัด (E_1)	15	600	547	91.16
คะแนนจากการทำแบบทดสอบ (E_2)	15	300	261	87

จากตารางที่ 4-2 แสดงให้เห็นว่านักศึกษาที่เป็นกลุ่มตัวอย่างในการทดลองจำนวน 15 คน

ทำแบบฝึกหัดได้ถูกต้องเฉลี่ยร้อยละ 91.16 ซึ่งสูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 80 ตัวแรกที่ตั้งไว้ และทำข้อสอบในแบบทดสอบที่ถูกต้อง เฉลี่ยร้อยละ 87 ซึ่งสูงกว่าเกณฑ์ 80 ตัวหลังที่ตั้งไว้ แสดงว่าชุดทดลองการส่งกำลังด้วยสายพาน ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นมีประสิทธิภาพอยู่ในเกณฑ์ 80/80 ที่กำหนดไว้ ซึ่งเป็นไปตามสมมติฐานการวิจัยข้อที่ 1 (รายละเอียดแสดงไว้ในภาคผนวก จ หน้า 91)

บทที่ 5
สรุปผลและข้อเสนอแนะ

การวิจัยครั้งนี้เป็นการวิจัยเชิงทดลอง มีวัตถุประสงค์เพื่อสร้างและหาประสิทธิภาพชุดทดลองการส่งกำลังด้วยสายพาน ตามหลักสูตรวิทยาศาสตรบัณฑิต โปรแกรมวิชาเทคโนโลยีเครื่องกล คณะเทคโนโลยีอุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยราชภัฏกาญจนบุรี รายวิชา การออกแบบเครื่องจักรกล โดยนำไปทดลองใช้กับนักศึกษาระดับปริญญาตรี ชั้นปีที่ 3 โปรแกรมวิชาเทคโนโลยีเครื่องกล จำนวน 15 คน ผู้วิจัยเก็บข้อมูลโดยแบ่งเป็นสองส่วนคือ คะแนนจากแบบฝึกหัด และ คะแนนจากแบบทดสอบเพื่อนำไปหาประสิทธิภาพของชุดทดลอง

5.1 สรุปผลการวิจัย

จากการวิเคราะห์ข้อมูล ที่ได้จากการวิจัยครั้งนี้ ปรากฏว่า ชุดทดลองการส่งกำลังด้วยสายพานที่ผู้วิจัยสร้างนั้นมีประสิทธิภาพ 91.16/87 ซึ่งสูงกว่าเกณฑ์ที่ตั้งไว้ คือ 80/80

5.2 อภิปรายผลการวิจัย

จากการผลการวิจัย เพื่อหาประสิทธิภาพของชุดทดลอง มีประสิทธิภาพบันทึกไว้ตามเกณฑ์ที่กำหนด 80/80 ซึ่งเป็นไปตามสมมุติฐานของการวิจัย โดยได้คิดคะแนนจากแบบฝึกหัด คะแนนเฉลี่ยร้อยละ 91.16 ส่วนต่างประสิทธิภาพช่วงหลังเป็นคะแนนจากการวัดผลสัมฤทธิ์ ทางด้านการทำแบบทดสอบ ได้คะแนนเฉลี่ยร้อยละ 87 แสดงว่า ผู้เรียนมีความรู้ด้านสายพาน

5.2.1 จากการสอนโดยใช้ชุดทดลองนั้น จะเห็นได้ถึงความแตกต่างของนักศึกษา โดยถ้าใช้ชุดทดลอง นักศึกษาจะมีความตั้งใจที่จะเรียนเรื่องสายพานเพิ่มขึ้นเป็นอย่างมาก

5.2.2 นักศึกษา ได้คะแนนจากแบบฝึกหัดที่ 4 เรื่องอัตราทดและความเร็วรอบน้อยกว่าแบบฝึกหัดอื่น เนื่องจาก เนื้อหาในส่วนนี้มาก

5.3 ข้อเสนอแนะจากการวิจัย

5.3.1 เนื้อหาในบทที่ 4 ผู้สอนควรเน้น การสอนภาคทฤษฎีและภาคปฏิบัติ เนื่องจากผู้เรียนได้คะแนนน้อย

5.3.2 ชุดทดลองที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น สามารถใช้งานได้อย่างมีประสิทธิภาพ โดยที่ผู้สอนจะต้องมีความรู้ ความเข้าใจเกี่ยวกับกระบวนการเรียนการสอน วิธีการประเมินผลและเนื้อหาวิชาที่จะทำการสอน หรือผู้สอนจะต้องศึกษาคู่มือผู้สอนให้เข้าใจอย่างลึกซึ้ง ซึ่งจะส่งผลให้ผู้เรียนเกิดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนอย่างสูงสุด และสามารถนำความรู้ที่ได้ไปใช้ในการประกอบอาชีพได้ต่อไป

5.3.3 ผู้สอนต้องคอยสังเกตพฤติกรรมของผู้เรียนอย่างใกล้ชิด เพื่อป้องกันความผิดพลาดของงานที่อาจเกิดขึ้นได้ ดังนั้นหากสอนผู้เรียนมีจำนวนมาก ผู้สอนก็จะต้องมีจำนวนมากตามไปด้วย โดยปกติผู้สอน 1 คน สามารถสังเกตพฤติกรรมของผู้เรียนได้ประมาณ 2-3 กลุ่ม

5.3.4 การแบ่งกลุ่มผู้เรียนต้องไม่ให้จำนวนคนต่อกลุ่มมากเกินไป เพื่อให้นักศึกษาได้ทำการทดลองและปฏิบัติอย่างทั่วถึง

5.4 ข้อเสนอแนะเพื่อการวิจัยครั้งต่อไป

5.4.1 ควรนำชุดทดลองที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นไปทดลองใช้กับผู้เรียนในกลุ่มอื่นๆ ในสภาพแวดล้อมที่แตกต่างกันออกไป แล้วนำผลทดลองมาเปรียบเทียบกับการวิจัยครั้งนี้ เพื่อเพิ่มความเชื่อมั่นในประสิทธิภาพของชุดทดลองนี้ให้มากยิ่งขึ้น

5.4.2 ควรมีการศึกษาวิจัยติดตามผลว่า ผู้เรียนที่ผ่านการเรียนด้วยชุดทดลองนี้ แล้วสามารถนำความรู้และทักษะที่ได้ไปปฏิบัติงานจริงได้ผลเป็นอย่างไร โดยเก็บข้อมูลผู้เรียนที่ผ่านการเรียนการสอนปกติกับการสอนโดยใช้ชุดทดลองมาเปรียบเทียบกัน เพื่อที่จะได้แสดงให้เห็นถึงความจำเป็นและความสำคัญของการสอนที่เน้นให้ผู้เรียนได้ปฏิบัติงานอย่างจริงจัง

บรรณานุกรม

ชัยยงค์ พรหมวงศ์. หลักการสื่อสารที่มีประสิทธิภาพ. กรุงเทพมหานคร : โรงพิมพ์บริษัทประชาชนจำกัด, 2529.

ไชยยศ เรืองสุวรรณ. เทคโนโลยีทางการศึกษา หลักการและแนวปฏิบัติ. กรุงเทพมหานคร : สำนักพิมพ์วัฒนาพาณิช, 2526.

พวงรัตน์ ทวีรัตน์. วิธีการวิจัยทางพฤติกรรมศาสตร์และสังคมศาสตร์. กรุงเทพมหานคร : โรงพิมพ์มหาวิทยาลัยพระจอมเกล้าพระนครเหนือ, 2531.

พิสิฐ เมธาภัทร และธีระพล เมธีกุล. ยุทธวิธีการเรียนการสอน. กรุงเทพมหานคร : โรงพิมพ์สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ, 2531.

เยาวดี วิบูลย์ศรี. การวัดผลและการสร้างแบบสอบผลสัมฤทธิ์. กรุงเทพมหานคร : สำนักพิมพ์จุฬาลงกรณ์, 2539.

รัตนา ศิริพานิช. สถิติและวิจัยการศึกษา. กรุงเทพมหานคร : คณะศิลปศาสตร์ มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์, 2527.

ล้วน สายยศ และอังคณา สายยศ. สถิติแลการวิจัยทางการศึกษา. กรุงเทพมหานคร : สำนักพิมพ์โอเดียนสโตร์, 2539.

ลัดดา ศุขปรีดี. เทคโนโลยีทางการสอน. ภาควิชาเทคโนโลยีทางการศึกษา มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ บางแสน, 2522.

วาสนา ชาวหา. เทคโนโลยีทางการศึกษา. กรุงเทพมหานคร : สำนักพิมพ์ฟิคอาร์ต, 2525.

สมหญิง เจริญจิตรกรรม. เทคโนโลยีการศึกษาเบื้องต้น. นครปฐม : โรงพิมพ์มหาวิทยาลัยศิลปากร, 2529.

สุนันท์ สังอ่อง. สื่อการสอนและนวกรรมทางการศึกษา. กรุงเทพมหานคร : สำนักพิมพ์โอเดียนสโตร์, 2526.

สุราษฎร์ พรมจันทร์. การวัดผลการศึกษา. ภาควิชาครุศาสตร์เครื่องกล คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรมและวิทยาศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ, 2530.

สมยศ จันเกษม. การออกแบบสัดส่วนเครื่องจักรกล กรุงเทพมหานคร : สำนักพิมพ์ดวงกมล จำกัด, 2527

สุชาติ ศิริสุขไพบูลย์. การสอนทักษะปฏิบัติ. พิมพ์ครั้งที่ 1. กรุงเทพมหานคร : สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ, 2526.

อัญชลี แจ่มเจริญ และสุกัญญา ธารีวรรณ. หลักสูตรการสอนและเตรียมประสบการณ์. กรุงเทพมหานคร : สำนักพิมพ์เจริญชัยการพิมพ์, 2524.

ณรงค์ ฉลาดธัญกิจ. การสร้างชุดการสอนวิชานิวเมติกและไฮโดรลิค เรื่อง ไฮดรอลิคขั้นพื้นฐาน ตามหลักสูตรกรมอาชีวศึกษา ระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูงพุทธศักราช 252 วิทยานิพนธ์ปริญญาครุศาสตร์อุตสาหกรรมมหาบัณฑิต ภาควิชาครุศาสตร์เครื่องกล บัณฑิตวิทยาลัย สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ,2534.

สมชาย รนต์ละออง. การสร้างและหาประสิทธิภาพชุดการสอน วิชา กลศาสตร์เครื่องกล เรื่อง ความเร็ว ความเร่ง ในกลไกเครื่องจักรกล ตามหลักสูตรประกาศนียบัตรครูเทคนิคชั้นสูง พุทธศักราช 2533.วิทยานิพนธ์ปริญญาครุศาสตร์อุตสาหกรรมมหาบัณฑิต ภาควิชาครุศาสตร์เครื่องกล บัณฑิตวิทยาลัย สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ,2537.

อุรศักดิ์ เทียมประสิทธิ์. การสร้างและหาประสิทธิภาพชุดการสอนวิชางานวัดละเอียด ระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพ ชั้นปีที่ 1 วิทยาลัยเทคโนโลยีอุตสาหกรรม สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ : วิทยานิพนธ์ปริญญาครุศาสตร์อุตสาหกรรมมหาบัณฑิตภาควิชาครุศาสตร์เครื่องกล บัณฑิตวิทยาลัย สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ ,2529.

อุดม สัญญา. การสร้างและหาประสิทธิภาพชุดฝึกปฏิบัติระบบไฟฟ้ารถจักรยานยนต์. วิทยานิพนธ์ปริญญาครุศาสตร์อุตสาหกรรมมหาบัณฑิต สาขาวิชาเครื่องกล ภาควิชาครุศาสตร์เครื่องกล บัณฑิตวิทยาลัย สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ,2539.

ทรงชัย จันทร์ประเสริฐ.การสร้างและหาประสิทธิภาพชุดประลองการวัดอุตสาหกรรมและควบคุมระบบ : วิทยานิพนธ์ครุศาสตร์อุตสาหกรรมมหาบัณฑิต สาขาวิชาไฟฟ้า ภาควิชาครุศาสตร์ไฟฟ้า คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ,2536.

ภาคผนวก ก
รายละเอียดของหลักสูตรวิชา การออกแบบเครื่องจักรกล

หลักสูตรวิทยาศาสตรบัณฑิต
โปรแกรมวิชาเทคโนโลยีเครื่องกล
คณะเทคโนโลยีอุตสาหกรรม พุทธศักราช 2548
มหาวิทยาลัยราชภัฏกาญจนบุรี

ลักษณะรายวิชา
ชื่อวิชา การออกแบบเครื่องจักรกล (Machine Design)
รหัสวิชา 5724102
พื้นฐาน : การออกแบบเครื่องจักรกล

เวลาดำเนินการ : 1 ภาคการศึกษา
หน่วยกิต : 3 (2-2-5)

คำอธิบายรายวิชา กระบวนการออกแบบ ความเครียดในส่วนประกอบของเครื่องกล พื้นฐานส่วนประกอบ และพิกัดความเผื่อ (Fit & tolerances) การออกแบบองค์ประกอบหลักของเครื่องจักรกล เช่น เพลา (Shaft) คาน (Levers) เป็นต้น เครื่องจักรกลที่เกี่ยวข้องกับส่งกำลัง (Power Transmission Devices) เช่น สายพาน โซ่ เฟืองดับปลิ้ง คลัตซ์ เบรก เครื่องยึดเป็นเกลียว คีม สลัก และ สไพลนัส (Threaded Fasteners, Fasteners, Keys,Pins and Spilnes) สปริงแบริ่ง โดยใช้หลักวิชาต่างๆ โดยเฉพาะอย่างยิ่งความแข็งแรงของวัสดุเป็นเกณฑ์ในการกำหนดขนาดและรูปร่างเพื่อความเหมาะสมในการออกแบบ

ภาคผนวก ข
รายละเอียด การศึกษาและวิเคราะห์เนื้อหา

ตารางที่ ข-1 แสดงรายการหัวข้อเรื่อง

ลำดับ	หัวเรื่อง	แหล่งข้อมูล			
		1	**2**	**3**	**4**
1	สายพาน 1.1 กายภาพสายพาน 1.2 กายภาพมู่เล่ 1.3 อัตราทดสายพาน 1.4 มุมโอบสายพาน 1.5 ความเร็วรอบในการส่งกำลัง	✓ ✓ ✓ ✓ ✓	✓ ✓ ✓ ✓ ✓	✓ ✓ ✓ ✓ ✓	✓ ✓ ✓ ✓ ✓

แหล่งข้อมูล

1. หลักสูตรรายวิชา
2. ตำราและเอกสาร
3. ประสบการณ์ผู้วิจัย
4. ผู้เชี่ยวชาญ

ตารางที่ ข-2 แสดงการประเมินความสำคัญของหัวเรื่อง

ลำดับ	หัวเรื่อง (Topic)	1	2	3
1	สายพาน			
	1.1 กายภาพสายพาน	X	X	O
	1.2 กายภาพมู่เล่	X	X	O
	1.3 อัตราทดสายพาน	X	X	I
	1.4 มุมโอบสายพาน	X	X	I
	1.5 ความเร็วรอบในการส่งกำลัง	X	X	I

คุณค่าของหัวข้อเรื่อง

1. ส่งเสริมความสำคัญในการแก้ปัญหา
2. การส่งเสริมการทำงานที่ถูกต้อง
3. ส่งเสริมเจตนคติที่ดี

ความสำคัญ

X : มาก

I : ปานกลาง

O : น้อย

ตารางที่ ข-3 การวิเคราะห์ความสามารถ หรือ งานย่อย (Task Break down)

หัวข้อเรื่อง : การส่งกำลังด้วยสายพาน

เรื่อง สายพาน		
รายการความสามารถหรืองานย่อย (task)	รายการความรู้ที่จำเป็น	รายการทักษะที่จำเป็น
กายภาพสายพาน	- สัดส่วนของสายพาน แบน, วี, กลม, ฟันเฟือง	- การใช้เครื่องมือวัดเบื้องต้น
กายภาพมู่เล่	- สัดส่วนมู่เล่ที่ใช้ - วัสดุที่ใช้ทำมู่เล่ - การติดตั้งมู่เล่	- การใช้เครื่องมือวัด - การใช้เครื่องมือเบื้องต้น
อัตราทดสายพาน	- อัตราทด - การสลิป - การออกแบบอัตราทดให้เหมาะสมกับสายพานและมู่เล่	- การถอดใส่สายพาน - การใช้เครื่องมือวัดทางไฟฟ้า - การใช้เครื่องมือเบื้องต้น
มุมโอบสายพาน	- การส่งกำลัง - การออกแบบให้เหมาะสม โดยมีมุมโอบที่เหมาะสม	- การใช้เครื่องมือเบื้องต้น - การใช้เครื่องมือวัดทางไฟฟ้า - การถอดใช้มู่เล่
ความเร็วรอบในการส่งกำลัง	- ความเร็วของสายพาน - ความตึงของสายพาน - ความสัมพันธ์ระหว่างความเร็วกับอินฟาเรด	- การใช้เครื่องมือเบื้องต้น - การถอดใช้มู่เล่

ภาคผนวก ค
หนังสือแต่งตั้งผู้เชี่ยวชาญประเมินชุดทดลอง

รายนามผู้เชี่ยวชาญที่ตรวจสอบคุณภาพ พร้อมทั้งประเมิน และ ให้ข้อเสนอแนะในการปรับปรุงชุดทดลอง เรื่อง “การสร้างและหาประสิทธิภาพชุดทดลองการส่งกำลังด้วยสายพาน” เพื่อประกอบการทำวิทยานิพนธ์ ดังต่อไปนี้

1. รองศาสตราจารย์ ดร.วิชัย แหวนเพชร
   อาจารย์คณะเทคโนโลยีอุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยราชภัฏพระนคร

2. ดร.ไพยนต์ มังกะโรทัย
   คณบดีคณะเทคโนโลยีอุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยราชภัฏกาญจนบุรี

3. อาจารย์วีรพล อารวรรณ
   คณบดีคณะเทคโนโลยีอุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยราชภัฏพระนคร

4. อาจารย์ภัทรพล สุวรรณโฉม
   รองคณบดีคณะเทคโนโลยีอุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยราชภัฏกาญจนบุรี

5. อาจารย์ปิยะ กรกชจินตนาการ
   อาจารย์ประจำ ภาคครุศาสตร์เครื่องกล คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม
   สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ

6. อาจารย์วิรัช จิรเสาวภาคย์
   อาจารย์ประจำ ภาคครุศาสตร์เครื่องกล คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม
   สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ

7. อาจารย์อภัยวงค์ จันทร์ช่างพูด
   อาจารย์ประจำ ภาคครุศาสตร์เครื่องกล คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม
   สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ

ภาควิชาครุศาสตร์เครื่องกล
คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ
1518 ถ.พิบูลสงคราม บางซื่อ กรุงเทพฯ 10800

ที่ ศธ 0525.3(1)/ ๔๘

21 มีนาคม 2550

เรื่อง ขอความอนุเคราะห์ตรวจสอบคุณภาพของชุดทดสอบหาค่าการส่งกำลังด้วยสายพาน

เรียน รองศาสตราจารย์ ดร.วิชัย แหวนเพชร

ด้วยนายมงคล พัชรวงศ์สิริ รหัส 45-2018-105-0 นักศึกษาระดับปริญญาโท หลักสูตรครุศาสตร์อุตสาหกรรมมหาบัณฑิต สาขาวิชาเครื่องกล ภาควิชาครุศาสตร์เครื่องกล คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม ได้รับอนุมัติให้จัดทำวิทยานิพนธ์ เรื่อง "การสร้างและหาประสิทธิภาพชุดทดสอบหาค่าการส่งกำลังด้วยสายพาน" โดยมีคณะกรรมการที่ปรึกษา คือ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.สุราษฎร์ พรมจันทร์ และผู้ช่วยศาสตราจารย์ภร นนทะสร เป็นที่ปรึกษา

ในการนี้ นักศึกษามีความประสงค์ใคร่ขอความอนุเคราะห์จากท่าน โปรดตรวจสอบคุณภาพชุดทดสอบหาค่าการส่งกำลังด้วยสายพาน พร้อมให้ความคิดเห็น และขอคำแนะนำ ข้อเสนอแนะเพื่อประกอบการทำวิทยานิพนธ์เรื่องดังกล่าว ทั้งนี้เพื่อประโยชน์สูงสุดทางการศึกษาต่อไป

จึงเรียนมาเพื่อโปรดให้ความอนุเคราะห์ด้วย จักเป็นพระคุณยิ่ง

ขอแสดงความนับถือ

(นายจิระศักดิ์ วิตตะ)
หัวหน้าภาควิชาครุศาสตร์เครื่องกล

ภาควิชาครุศาสตร์เครื่องกล
โทร. 02-9132500 ต่อ 3207
FAX 02-587-8261

ภาควิชาครุศาสตร์เครื่องกล
คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ
1518 ถ.พิบูลสงคราม บางซื่อ กรุงเทพฯ 10800

ที่ ศธ 0525.3(1)/ 49

21 มีนาคม 2550

เรื่อง ขอความอนุเคราะห์ตรวจสอบคุณภาพของชุดทดสอบหาค่าการส่งกำลังด้วยสายพาน

เรียน ดร.ไพยนต์ มังกะโรทัย คณบดีคณะเทคโนโลยีอุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยราชภัฏกาญจนบุรี

ด้วยนายมงคล พัชรวงศ์สิริ รหัส 45-2018-105-0 นักศึกษาระดับปริญญาโท หลักสูตรครุศาสตร์อุตสาหกรรมมหาบัณฑิต สาขาวิชาเครื่องกล ภาควิชาครุศาสตร์เครื่องกล คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม ได้รับอนุมัติให้จัดทำวิทยานิพนธ์ เรื่อง "การสร้างและหาประสิทธิภาพชุดทดสอบหาค่าการส่งกำลังด้วยสายพาน" โดยมีคณะกรรมการที่ปรึกษา คือ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.สุราษฎร์ พรมจันทร์ และผู้ช่วยศาสตราจารย์ภร นนทะสร เป็นที่ปรึกษา

ในการนี้ นักศึกษามีความประสงค์ใคร่ขอความอนุเคราะห์จากท่าน โปรดตรวจสอบคุณภาพชุดทดสอบหาค่าการส่งกำลังด้วยสายพาน พร้อมให้ความคิดเห็น และขอคำแนะนำ ข้อเสนอแนะเพื่อประกอบการทำวิทยานิพนธ์เรื่องดังกล่าว ทั้งนี้เพื่อประโยชน์สูงสุดทางการศึกษาต่อไป

จึงเรียนมาเพื่อโปรดให้ความอนุเคราะห์ด้วย จักเป็นพระคุณยิ่ง

ขอแสดงความนับถือ

(นายจิระศักดิ์ วิตตะ)
หัวหน้าภาควิชาครุศาสตร์เครื่องกล

ภาควิชาครุศาสตร์เครื่องกล
โทร. 02-9132500 ต่อ 3207
FAX 02-587-8261

ภาควิชาครุศาสตร์เครื่องกล
คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ
1518 ถ.พิบูลสงคราม บางซื่อ กรุงเทพฯ 10800

ที่ ศธ 0525.3(1)/ 50

21 มีนาคม 2550

เรื่อง ขอความอนุเคราะห์ตรวจสอบคุณภาพของชุดทดสอบหาค่าการส่งกำลังด้วยสายพาน

เรียน อาจารย์วีรพล อารวรรณ คณบดีคณะเทคโนโลยีอุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยราชภัฏพระนคร

ด้วยนายมงคล พัชรวงศ์สิริ รหัส 45-2018-105-0 นักศึกษาระดับปริญญาโท หลักสูตรครุศาสตร์อุตสาหกรรมมหาบัณฑิต สาขาวิชาเครื่องกล ภาควิชาครุศาสตร์เครื่องกล คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม ได้รับอนุมัติให้จัดทำวิทยานิพนธ์ เรื่อง "การสร้างและหาประสิทธิภาพชุดทดสอบหาค่าการส่งกำลังด้วยสายพาน" โดยมีคณะกรรมการที่ปรึกษา คือ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.สุราษฎร์ พรมจันทร์ และผู้ช่วยศาสตราจารย์ภร นนทะสร เป็นที่ปรึกษา

ในการนี้ นักศึกษามีความประสงค์ใคร่ขอความอนุเคราะห์จากท่าน โปรดตรวจสอบคุณภาพชุดทดสอบหาค่าการส่งกำลังด้วยสายพาน พร้อมให้ความคิดเห็น และขอคำแนะนำ ข้อเสนอแนะเพื่อประกอบการทำวิทยานิพนธ์เรื่องดังกล่าว ทั้งนี้เพื่อประโยชน์สูงสุดทางการศึกษาต่อไป

จึงเรียนมาเพื่อโปรดให้ความอนุเคราะห์ด้วย จักเป็นพระคุณยิ่ง

ขอแสดงความนับถือ

(นายจิระศักดิ์ วิตตะ)
หัวหน้าภาควิชาครุศาสตร์เครื่องกล

ภาควิชาครุศาสตร์เครื่องกล
โทร. 02-9132500 ต่อ 3207
FAX 02-587-8261

ภาควิชาครุศาสตร์เครื่องกล
คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ
1518 ถ.พิบูลสงคราม บางซื่อ กรุงเทพฯ 10800

ที่ ศธ 0525.3(1)/51

21 มีนาคม 2550

เรื่อง ขอความอนุเคราะห์ตรวจสอบคุณภาพของชุดทดสอบหาค่าการส่งกำลังด้วยสายพาน

เรียน อาจารย์ภัทรพล สุวรรณโฉม รองคณบดีคณะเทคโนโลยีอุตสาหกรรม
มหาวิทยาลัยราชภัฏกาญจนบุรี

ด้วยนายมงคล พัชรวงศ์สิริ รหัส 45-2018-105-0 นักศึกษาระดับปริญญาโท หลักสูตรครุศาสตร์อุตสาหกรรมมหาบัณฑิต สาขาวิชาเครื่องกล ภาควิชาครุศาสตร์เครื่องกล คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม ได้รับอนุมัติให้จัดทำวิทยานิพนธ์ เรื่อง "การสร้างและหาประสิทธิภาพชุดทดสอบหาค่าการส่งกำลังด้วยสายพาน" โดยมีคณะกรรมการที่ปรึกษา คือ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.สุราษฎร์ พรมจันทร์ และผู้ช่วยศาสตราจารย์ภร นนทะสร เป็นที่ปรึกษา

ในการนี้ นักศึกษามีความประสงค์ใคร่ขอความอนุเคราะห์จากท่าน โปรดตรวจสอบคุณภาพชุดทดสอบหาค่าการส่งกำลังด้วยสายพาน พร้อมให้ความคิดเห็น และขอคำแนะนำ ข้อเสนอแนะเพื่อประกอบการทำวิทยานิพนธ์เรื่องดังกล่าว ทั้งนี้เพื่อประโยชน์สูงสุดทางการศึกษาต่อไป

จึงเรียนมาเพื่อโปรดให้ความอนุเคราะห์ด้วย จักเป็นพระคุณยิ่ง

ขอแสดงความนับถือ

(นายจิระศักดิ์ วิตตะ)
หัวหน้าภาควิชาครุศาสตร์เครื่องกล

ภาควิชาครุศาสตร์เครื่องกล
โทร. 02-9132500 ต่อ 3207
FAX 02-587-8261

ภาควิชาครุศาสตร์เครื่องกล
คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ
1518 ถ.พิบูลสงคราม บางซื่อ กรุงเทพฯ 10800

ที่ ศธ 0525.3(1)/ ๖๒

21 มีนาคม 2550

เรื่อง ขอความอนุเคราะห์ตรวจสอบคุณภาพของชุดทดสอบหาค่าการส่งกำลังด้วยสายพาน

เรียน อาจารย์ปิยะ กรกชจินตนาการ

ด้วยนายมงคล พัชรวงศ์สิริ รหัส 45-2018-105-0 นักศึกษาระดับปริญญาโท หลักสูตรครุศาสตร์อุตสาหกรรมมหาบัณฑิต สาขาวิชาเครื่องกล ภาควิชาครุศาสตร์เครื่องกล คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม ได้รับอนุมัติให้จัดทำวิทยานิพนธ์ เรื่อง "การสร้างและหาประสิทธิภาพชุดทดสอบหาค่าการส่งกำลังด้วยสายพาน" โดยมีคณะกรรมการที่ปรึกษา คือ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.สุราษฎร์ พรมจันทร์ และผู้ช่วยศาสตราจารย์ภร นนทะสร เป็นที่ปรึกษา

ในการนี้ นักศึกษามีความประสงค์ใคร่ขอความอนุเคราะห์จากท่าน โปรดตรวจสอบคุณภาพชุดทดสอบหาค่าการส่งกำลังด้วยสายพาน พร้อมให้ความคิดเห็น และขอคำแนะนำ ข้อเสนอแนะเพื่อประกอบการทำวิทยานิพนธ์เรื่องดังกล่าว ทั้งนี้เพื่อประโยชน์สูงสุดทางการศึกษาต่อไป

จึงเรียนมาเพื่อโปรดให้ความอนุเคราะห์ด้วย จักเป็นพระคุณยิ่ง

ขอแสดงความนับถือ

(นายจิระศักดิ์ วิตตะ)
หัวหน้าภาควิชาครุศาสตร์เครื่องกล

ภาควิชาครุศาสตร์เครื่องกล
โทร. 02-9132500 ต่อ 3207
FAX 02-587-8261

ภาควิชาครุศาสตร์เครื่องกล
คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ
1518 ถ.พิบูลสงคราม บางซื่อ กรุงเทพฯ 10800

ที่ ศธ 0525.3(1)/ 54

21 มีนาคม 2550

เรื่อง ขอความอนุเคราะห์ตรวจสอบคุณภาพของชุดทดสอบหาค่าการส่งกำลังด้วยสายพาน

เรียน อาจารย์วิรัช จิรเสาวภาคย์

ด้วยนายมงคล พัชรวงศ์สิริ รหัส 45-2018-105-0 นักศึกษาระดับปริญญาโท หลักสูตรครุศาสตร์อุตสาหกรรมมหาบัณฑิต สาขาวิชาเครื่องกล ภาควิชาครุศาสตร์เครื่องกล คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม ได้รับอนุมัติให้จัดทำวิทยานิพนธ์ เรื่อง "การสร้างและหาประสิทธิภาพชุดทดสอบหาค่าการส่งกำลังด้วยสายพาน" โดยมีคณะกรรมการที่ปรึกษา คือ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.สุราษฎร์ พรมจันทร์ และผู้ช่วยศาสตราจารย์ภร นนทะสร เป็นที่ปรึกษา

ในการนี้ นักศึกษามีความประสงค์ใคร่ขอความอนุเคราะห์จากท่าน โปรดตรวจสอบคุณภาพชุดทดสอบหาค่าการส่งกำลังด้วยสายพาน พร้อมให้ความคิดเห็น และขอคำแนะนำ ข้อเสนอแนะเพื่อประกอบการทำวิทยานิพนธ์เรื่องดังกล่าว ทั้งนี้เพื่อประโยชน์สูงสุดทางการศึกษาต่อไป

จึงเรียนมาเพื่อโปรดให้ความอนุเคราะห์ด้วย จักเป็นพระคุณยิ่ง

ขอแสดงความนับถือ

(นายจิระศักดิ์ วิตตะ)
หัวหน้าภาควิชาครุศาสตร์เครื่องกล

ภาควิชาครุศาสตร์เครื่องกล
โทร. 02-9132500 ต่อ 3207
FAX 02-587-8261

ภาควิชาครุศาสตร์เครื่องกล
คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ
1518 ถ.พิบูลสงคราม บางซื่อ กรุงเทพฯ 10800

ที่ ศธ 0525.3(1)/ 53

21 มีนาคม 2550

เรื่อง ขอความอนุเคราะห์ตรวจสอบคุณภาพของชุดทดสอบหาค่าการส่งกำลังด้วยสายพาน

เรียน อาจารย์อภัยวงค์ จันทร์ช่างพูด

ด้วยนายมงคล พัชรวงศ์สิริ รหัส 45-2018-105-0 นักศึกษาระดับปริญญาโท หลักสูตรครุศาสตร์อุตสาหกรรมมหาบัณฑิต สาขาวิชาเครื่องกล ภาควิชาครุศาสตร์เครื่องกล คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม ได้รับอนุมัติให้จัดทำวิทยานิพนธ์ เรื่อง "การสร้างและหาประสิทธิภาพชุดทดสอบหาค่าการส่งกำลังด้วยสายพาน" โดยมีคณะกรรมการที่ปรึกษา คือ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.สุราษฎร์ พรมจันทร์ และผู้ช่วยศาสตราจารย์ภร นนทะสร เป็นที่ปรึกษา

ในการนี้ นักศึกษามีความประสงค์ใคร่ขอความอนุเคราะห์จากท่าน โปรดตรวจสอบคุณภาพชุดทดสอบหาค่าการส่งกำลังด้วยสายพาน พร้อมให้ความคิดเห็น และขอคำแนะนำ ข้อเสนอแนะเพื่อประกอบการทำวิทยานิพนธ์เรื่องดังกล่าว ทั้งนี้เพื่อประโยชน์สูงสุดทางการศึกษาต่อไป

จึงเรียนมาเพื่อโปรดให้ความอนุเคราะห์ด้วย จักเป็นพระคุณยิ่ง

ขอแสดงความนับถือ

(นายจิระศักดิ์ วิตตะ)
หัวหน้าภาควิชาครุศาสตร์เครื่องกล

ภาควิชาครุศาสตร์เครื่องกล
โทร. 02-9132500 ต่อ 3207
FAX 02-587-8261

ภาคผนวก ง
แสดงการวิเคราะห์การหาคุณภาพชุดทดลอง

ตารางที่ ง-1 แสดงการวิเคราะห์ผลการประเมินชุดทดลองด้านการออกแบบชุดทดลอง โดยผู้เชี่ยวชาญ

หัวข้อประเมิน		ผลการประเมินชุดทดลองโดยผู้เชี่ยวชาญ							$\sum R$	IOC
ด้านการออกแบบชุดทดลอง		1	2	3	4	5	6	7		
1	มีรูปร่างและขนาดที่เหมาะสม	1	1	1	1	0	1	0	5	0.71
2	โครงสร้างมีความแข็งแรงทนทาน	0	1	1	1	0	1	0	6	0.85
3	วัสดุที่ใช้มีความเหมาะสม	1	1	1	1	0	1	0	5	0.71
4	มีความสะดวกในการเคลื่อนย้ายและเก็บรักษา	1	1	1	1	0	1	0	5	0.71
5	มีความสะดวกในการบำรุงรักษาและซ่อมแซม	1	1	1	1	0	1	1	6	0.85
6	มีความปลอดภัยในการทดลอง	1	1	1	1	1	1	1	7	1
ค่าเฉลี่ยระดับการประเมินความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญด้านการออกแบบชุดทดลอง									5.66	0.80

ตารางที่ ง-2 แสดงการวิเคราะห์ผลการประเมินชุดทดลองด้านการทดลองและคู่มือการใช้ชุดทดลอง โดยผู้เชี่ยวชาญ

หัวข้อประเมิน		ผลการประเมินชุดทดลองโดยผู้เชี่ยวชาญ							$\sum R$	IOC
ด้านการออกแบบชุดทดลอง		1	2	3	4	5	6	7		
1	มีความสะดวกในการดำเนินการทดลอง	0	1	1	1	1	1	1	6	0.35
2	คู่มือการใช้งานชุดทดลองมีความเหมาะสม	1	1	1	1	1	1	1	7	1
3	ตารางบันทึกผลการทดลองมีความเหมาะสม	1	1	1	1	1	1	0	6	0.85
4	ส่งเสริมให้เกิดทักษะในการทดลอง	1	1	1	1	1	1	1	7	1
ค่าเฉลี่ยระดับการประเมินความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญด้านการทดลองและคู่มือการใช้ชุดทดลอง									6.5	0.92

ตารางที่ ง-3 แสดงการวิเคราะห์ผลการประเมินชุดทดลองด้านคุณภาพของชุดทดลอง โดยผู้เชี่ยวชาญ

หัวข้อประเมิน		ผลการประเมินชุดทดลองโดยผู้เชี่ยวชาญ							$\sum R$	IOC
ด้านการออกแบบชุดทดลอง		1	2	3	4	5	6	7		
1	ความสอดคล้องกับเนื้อหา	0	1	1	1	1	1	1	6	0.85
2	ผลการทดลองมีความสอดคล้องกับทฤษฎี	1	1	1	1	1	1	1	7	-
3	ชุดทดลองก่อให้เกิดแรงจูงใจในการเรียน	1	1	1	1	1	1	-	6	0.85
ค่าเฉลี่ยระดับการประเมินความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญด้านคุณภาพชุดทดลอง									6.33	0.9

ตารางที่ ง-4 แสดงการวิเคราะห์ผลการประเมินชุดทดลองด้านการทดลองและคู่มือการใช้ชุดทดลอง และด้านคุณภาพของชุดทดลอง โดยผู้เชี่ยวชาญ

การวิเคราะห์ผลการประเมินชุดทดลองโดยผู้เชี่ยวชาญ	$\sum R$	IOC
ค่าเฉลี่ยระดับการประเมินความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญด้านการออกแบบชุดทดลอง	5.66	0.80
ค่าเฉลี่ยระดับการประเมินความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญด้านการทดลองและคู่มือการการใช้ชุดทดลอง	6.5	0.92
ค่าเฉลี่ยระดับการประเมินความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญด้านคุณภาพชุดทดลอง	6.33	0.9
ค่าเฉลี่ยระดับการประเมินความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญด้านการออกแบบชุดทดลอง ด้านการทดลองและคู่มือการใช้ชุดทดลอง และด้านคุณภาพของชุดทดลอง	6.16	0.87

ภาคผนวก จ
ประสิทธิภาพชุดทดลองการส่งกำลังด้วยสายพาน

ตาราง จ-1 แสดงคะแนนจากแบบฝึกหัด

คนที่	กายภาพ สายพาน (เต็ม 10)	กายภาพ มู่เล่ (เต็ม 10)	มุมโอบ (เต็ม 10)	อัตราทด และความเร็วรอบ (เต็ม 10)	รวม
1	10	10	9	7	36
2	10	9	8	10	37
3	7	10	9	8	34
4	10	10	9	10	39
5	8	7	10	9	34
6	10	10	10	8	38
7	10	9	10	10	39
8	9	10	10	10	39
9	9	10	10	9	38
10	8	10	7	10	35
11	9	8	10	10	37
12	9	10	8	7	34
13	10	9	8	10	37
14	10	8	10	9	37
15	8	9	9	7	33
∑x	137	139	137	134	547
ร้อยละ	91.33	92.66	91.33	89.33	91.16

$$E_1 = \frac{\left(\sum X / N\right)}{A} X\ 100$$

เมื่อ E_1 คือ ประสิทธิภาพของกระบวนการที่วัดได้ในชุดทดลองคิดเป็นร้อยละ จากการทำแบบฝึกหัด

$\sum X$ คือ คะแนนรวมของนักศึกษาจากการทำแบบฝึกหัด

N คือ จำนวนนักศึกษา

A คือ คะแนนเต็มของแบบฝึกหัด

แทนค่า

$$E_1 = \frac{(547/15)}{40} x100$$

$$E_1 = 91.16$$

ตาราง จ-2 แสดงคะแนนจากแบบทดสอบ

คน	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	รวม
คะแนนที่ได้ (เต็ม20)	17	16	18	17	18	19	16	18	17	18	17	17	16	19	18	261

$$E_2 = \frac{\left(\sum F / N\right)}{B} X100$$

เมื่อ E_2 คือ ประสิทธิภาพของผลลัพธ์ (พฤติกรรมที่เปลี่ยนในตัวนักศึกษา หลังจากเรียนด้วยชุดทดลอง) คิดเป็นร้อยละจากการทดสอบ

$\sum F$ คือ คะแนนรวมของนักศึกษาจากการทำแบบทดสอบ

N คือ จำนวนนักศึกษา

B คือ คะแนนเต็มของแบบทดสอบ

$$E_2 = \frac{(261/15)}{20} x100$$

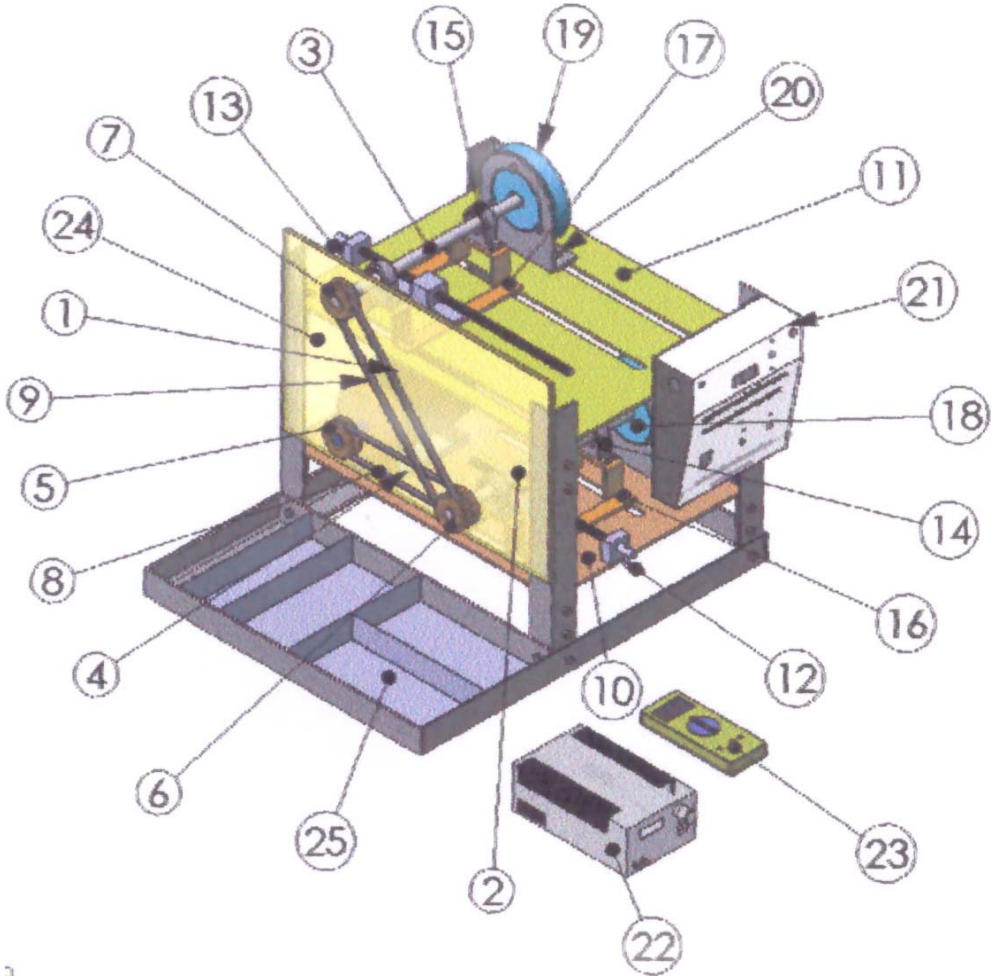
$$E_2 = 87.00$$

ภาคผนวก ฉ
คู่มือครู

คู่มือครู

ชุดทดลองการส่งกำลังด้วยสายพาน

THE BELT TRANSMISSION EXPERMENT SET



นายมงคล พัชรวงศ์สิริ

หลักสูตรวิทยาศาสตรบัณฑิต
โปรแกรมวิชาเทคโนโลยีเครื่องกล
คณะเทคโนโลยีอุตสาหกรรม พุทธศักราช 2548
มหาวิทยาลัยราชภัฏกาญจนบุรี

ลักษณะรายวิชา
ชื่อวิชา การออกแบบเครื่องจักรกล (Machine Design)
รหัสวิชา 57424102
พื้นฐาน : การออกแบบเครื่องจักรกล

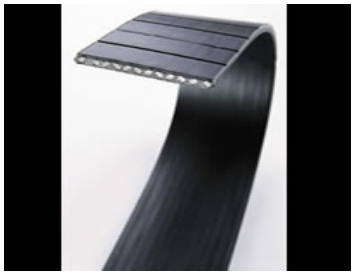
เวลาดำเนินการ : 1 ภาคการศึกษา
หน่วยกิต : 3 (2-2-5)

คำอธิบายรายวิชา กระบวนการออกแบบ ความเครียดในส่วนประกอบของเครื่องกล พื้นฐานส่วนประกอบ และพิกัดความเผื่อ (Fit & tolerances) การออกแบบองค์ประกอบหลักของเครื่องจักรกล เช่น เพลา (Shaft) คาน (Levers) เป็นต้น เครื่องจักรกลที่เกี่ยวข้องกับส่งกำลัง (Power Transmission Devices) เช่น สายพาน โซ่ เฟืองดับปลิ้ง คลัตช์ เบรก เครื่องยึดเป็นเกลียว คีม สลัก และ สไพลนัส (Threaded Fasteners, Fasteners, Keys, Pins and Spilnes สปริงแบริ่ง โดยใช้หลักวิชาต่างๆ โดยเฉพาะอย่างยิ่งความแข็งแรงของวัสดุเป็นเกณฑ์ในการกำหนดขนาดและรูปร่างเพื่อความเหมาะสมในการออกแบบ

ใบเนื้อหา

เรื่อง สายพาน	**ใบเนื้อหา**	**หน้าที่** 1 / 11
	วิชา ออกแบบเครื่องจักรกล	**หน่วยกิต** 3(2-2)

<u>ทฤษฎีของสายพานแบน</u>



ภาพที่ 1 สายพานแบน

เป็นสายพานที่ใช้สำหรับส่งกำลังในกรณีที่เพลามีระยะห่างกันมาก ๆ และเนื่องจาก สายพานมีการยืดหยุ่นตัวดี จึงทำให้การส่งกำลังกระทำได้นิ่มนวลกว่าการใช้โซ่หรือเฟือง ข้อดีของการเลือกใช้สายพานนอกจากจะส่งกำลังได้นิ่มนวลแล้ว ถ้าหากมีภาระมากเกินไปสายพานจะเกิดการ Slip ซึ่งจะไม่ทำให้ชิ้นส่วนอื่นเกิดการเสียหาย

ตารางที่ 1 ชนิดและมาตรฐานของสายพานแบน

ø มิลลิเมตร	ความกว้างมู่เล่ B																		
	25	32	40	50	63	80	100	125	140	160	180	200	224	250	280	315	355	400
	ความกว้างสายพาน b																	
	20	25	32	40	50	71	90	112	125	140	160	180	200	224	250	280	315	355
	ความสูงผิวโค้ง h																	
40	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3											
50	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3											
63		0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3											
71			0.3	0.3	0.3	0.3	0.3											
80			0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3									
90				0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3						
100				0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3						
112					0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3						
125					0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4						
140					0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4						
160					0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5						
180					0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5						
200					0.6	0.6	0.6	0.6	0.6	0.6	0.6	0.6	0.6	0.6	0.6	0.6		
224					0.6	0.6	0.6	0.6	0.6	0.6	0.6	0.6	0.6	0.6	0.6	0.6		
250					0.8	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8		
280					0.8	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8		
315					1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1		
355					1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1		
400					1	1	1	1	1.2	1.2	1.2	1.2	1.2	1.2	1.2	1.2	1.2	1.2
450					1	1	1	1	1.2	1.2	1.2	1.2	1.2	1.2	1.2	1.2	1.2	1.2
500					1	1	1	1	1.2	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5
560					1	1	1	1	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5
630					1	1	1	1	1.5	1.5	1.5	2	2	2	2	2	2	2
710							1	1	1.5	1.5	2	2	2	2	2	2	2	2
800							1	1	1.5	1.5	2	2	2.5	2.5	2.5	2.5	2.5	2.5
900							1	1	1.5	1.5	2	2	2.5	2.5	2.5	2.5	2.5	2.5
1000							1	1	1.5	1.5	2	2	2.5	2.5	3	3	3	3
1120								1.2	1.5	1.5	2	2	2.5	2.5	3	3	3	3.5
1250								1.2	1.5	1.5	2	2	2.5	2.5	3	3	3.5	4
1400								1.5	2	2	2.5	2.5	3	3	3.5	3.5	4	4
1600								1.5	2	2	2.5	3	3	3.5	3.5	4	4	5
1800								2	2.5	2.5	3	3	3.5	3.5	4	4	5	5
2000								2	2.5	2.5	3	3	3.5	3.5	4	4	5	6

เรื่อง สายพาน	ใบเนื้อหา	หน้าที่ 2 / 11
	วิชา ออกแบบเครื่องจักรกล	หน่วยกิต 3(2-2)

การหาอัตราทด ความเร็วและ Bending frequency

$$i = \frac{n_a}{n_b} = \frac{d_b}{d_a}$$

I = อัตราทด

n_a = ความเร็วรอบของมู่เล่ขับ (รอบ/นาที)

n_b = ความเร็วรอบของมู่เล่ตาม (รอบ/นาที)

d_a = ϕ มู่เล่ขับ [mm]

d_b = ϕ มู่เล่ตาม [mm]

$$V \approx d_k \cdot \pi \cdot n_k \approx d_g \cdot \pi \cdot n_g$$

d_k, d_g = ϕ มู่เล่ [m]

n_k, n_g = ความเร็วรอบมู่เล่ (รอบ/วินาที)

Bending frequency หมายถึง จำนวนครั้งที่สายพานผ่านไปบนมู่เล่ ซึ่งจะทำให้เกิดการดัดตัวของสายพานโค้งตามมู่เล่แล้วกลับไปอยู่ในสภาพตรงอีก

$$f_B = \frac{v \cdot z}{L_i}$$

f_B = Bending frequency (ครั้ง/วินาที)

v = ความเร็วสายพาน [m/s]

z = จำนวนมู่เล่ในระบบส่งกำลัง ซึ่งบางงานอาจมีล้อกดด้วย

L_i = ความยาวด้านในของสายพาน [m]

เรื่อง สายพาน	ใบเนื้อหา	หน้าที่ 3 / 11
	วิชา ออกแบบเครื่องจักรกล	หน่วยกิต 3(2-2)

<u>สูตรสำหรับออกแบบสายพานแบน</u>

ตารางที่ 2 สัญลักษณ์ทางเรขาคณิตของสายพานแบน

ชื่อเรียก	สัญลักษณ์
เส้นผ่านศูนย์กลางพิตช์ของล้องาน	d
ระยะห่างศูนย์กลางล้อสายพาน	c
มุมโอบสายพานที่ล้อสายพาน	α
ความยาวสายพาน	L
ความเร็วของสายพาน	v
ความกว้างของสายพาน	b

1. ความยาวของสายพานแบนแบบเปิด $L = 2C + \frac{\pi}{2}(d + D) + \frac{1}{4C}(D - d)^2$

2. ระยะห่างศูนย์กลางล้อสายพาน $C = \frac{k + \sqrt{k^2 - 8(D - d)^2}}{8}$

$(k = 2L - \pi(d + D))$

3. หาขนาดล้อสายพานและสายพานลิ่ม

4. หาข้อมูลเบื้องต้น Power, revolution, Load, Working, Time

5. หาขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางล้อเล็ก พร้อมปรับให้ได้มาตรฐาน (ปรับเข้าหาขนาดใกล้สุด)

$$d_1 = 1200\left(\frac{P_1}{n_1}\right)^{1/3} \text{ หรือ } d_2 = 1200\left(\frac{P_2}{n_2}\right)^{1/3}$$

เรื่อง สายพาน	**ใบเนื้อหา**	**หน้าที่** 4 / 11
	วิชา ออกแบบเครื่องจักรกล	**หน่วยกิต 3(2-2)**

ตารางที่ 3 เส้นผ่านศูนย์กลางล้อสายพานแบนมาตรฐาน ISO 99-1975(E)

เส้นผ่านศูนย์กลางล้อสายพานแบนมาตรฐาน ISO 99-1975(E)									
40	45	50	56	63	71	80	90	100	112
125	140	160	180	200	224	250	280	315	355
400	450	500	560	630	710	800	900	1000	1120
1250	1400	1600	1800	2000					

6. หาขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางล้อใหญ่พร้อมปรับให้ได้มาตรฐาน

(ปรับให้ n_2 ผิดพลาดน้อยสุด)

$$D_1 = d_2 \frac{n_1}{n_2} \text{ หรือ } D_2 = d_1 \frac{n_1}{n_2}$$

7. หาระยะห่างศูนย์กลางล้อสายพาน $C = 0.7(d + D)$

8. หากำลังงานแก้ไข $P_c = \frac{f_s}{f_c}$

9. เลือกชั้นของสายพานจากตาราง 2-15

10. หาความกว้างสายพาน $b \frac{25P_c}{P_r}$

11. หาความยาวสายพาน $L_c = 2C + \frac{\pi}{2}(d + D) + \frac{1}{4C}(D - d)^2$

เรื่อง สายพาน	ใบเนื้อหา	หน้าที่ 5 / 11
	วิชา ออกแบบเครื่องจักรกล	หน่วยกิต 3(2-2)

ตารางที่ 4 จำนวนชั้นสายพานกับขนาดล้อสายพานเล็ก

ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางล้อสายพานเล็ก (d) (mm)	80	250	500	800
จำนวนชั้นของสายพาน (p)	3	4	5	6

ตารางที่ 5 ความกว้างสายพานแบนมาตรฐาน ISO 22-1975(E)

ความกว้างสายพานแบนมาตรฐาน ISO- 22-1975(E)									
16	20	25	32	40	50	63	71	80	90
100	112	125	140	160	180	200	224	250	280
315	355	400	450	500					

ตารางที่ 6 ความยาวสายพานแบนมาตรฐาน ISO 63-1975(E)

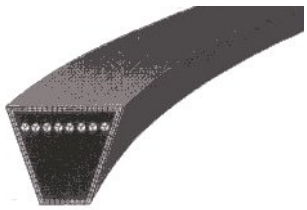
ความยาวสายพานแบนมาตรฐาน ISO 63-1975(E)									
500	530	560	600	630	670	710	750	800	850
900	950	1000	1060	1120	1180	1250	1320	1400	1500
1600	1700	1800	1900	2000	2240	2500	2800	3150	3550
4000	4500	5000							

12. หาระยะห่างศูนย์กลางล้อสายพาน $C = \dfrac{k + \sqrt{k^2 - 8(D-d)^2}}{8}$

13. สรุปขนาดของล้อสายพานและขนาดต่าง ๆ ของสายพาน

เรื่อง สายพาน	ใบเนื้อหา	หน้าที่ 6 / 11
	วิชา ออกแบบเครื่องจักรกล	หน่วยกิต 3(2-2)

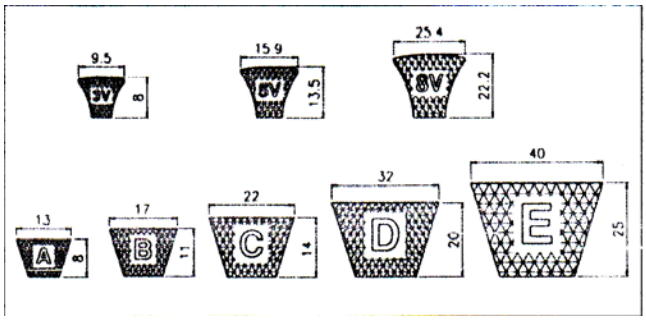
ทฤษฎีของสายพานลิ่ม (V-Belt)



ภาพที่ 2 สายพานลิ่ม

มีหน้าตัดเป็นรูปสี่เหลี่ยมคางหมู สำหรับสายพานลิ่มจะมีทั้งแบบสายพานลิ่มแบบธรรมดาและแบบหน้าแคบ ซึ่งสายพานลิ่มแบบหน้าแคบสามารถส่งถ่ายกำลังได้สูงกว่าสายพานลิ่มแบบธรรมดาถึง 3 เท่า ในขณะที่ระยะขับเท่ากันและให้อัตราทดที่สูง

ขนาดของสายพานลิ่มแบบธรรมดามีขนาดหน้าตัด Y, A, B, C, D, E ซึ่งบางครั้งเราเรียกแทนหน้าตัดว่า สายพานลิ่มร่อง A เป็นต้น สำหรับสายพานลิ่มหน้าแคบมีขนาดหน้าตัด 3V, 5V, 8V รายละเอียดของสายพานลิ่มทั้งสองแบบแสดงในภาพที่ 3



ภาพที่ 3 รายละเอียดหน้าตัดของสายพานลิ่มธรรมดาและแบบหน้าแคบ

เรื่อง สายพาน	**ใบเนื้อหา**	**หน้าที่** 7 / 11
	วิชา ออกแบบเครื่องจักรกล	**หน่วยกิต 3(2-2)**

1. ความยาวสายพาน $L = 2C + 1.57(D + d) + \frac{(D-d)^2}{4C}$
2. ระยะห่างศูนย์กลางล้อสายพาน $C = p + \sqrt{p^2 - q}$

$$p = 0.25L - 0.393(D + d)$$

$$q = 0.125(D - d)^2$$

3. หาขนาดล้อสายพานและสายพานลิ่ม
4. หาข้อมูลเบื้องต้น Power, revolution , Load , Working , Time
5. หากำลังงานแก้ไข $P_c = P \times f_s$
6. เลือกชนิดของสายพานจากกราฟ nP
7. เลือกขนาดของล้อสายพานตัวเล็กจากกราฟ nP หรือตารางสมรรถนะ
8. หาขนาดล้อสายพานตัวใหญ่ $D_2 = d_1 \frac{n_1}{n_2} or D_1 = d_2 \frac{n_2}{n_1}$

ตารางที่ 7 ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางพิตช์ของล้อสายพานลิ่ม

ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางพิตช์ของล้อสายพานลิ่ม (D,d)(mm.) ตามมาตรฐาน ISO/R 52-1975(E) , ISO/R 2531-1975(E)									
25	28	31.5	35.5	40	45	50	53	56	60
63	67	71	75	80	85	90	95	100	106
112	118	125	132	140	150	160	170	180	190
200	212	224	236	250	265	280	300	215	255
275	400	425	450	475	500	530	560	600	630
670	710	750	800	900	1000	1060	1120	1250	1400
150	1600	1800	1900	2000	2240	2500			

เรื่อง สายพาน	ใบเนื้อหา	หน้าที่ 8 / 11
	วิชา ออกแบบเครื่องจักรกล	หน่วยกิต 3(2-2)

9. หาระยะห่างศูนย์กลางล้อสายพานเบื้องต้น $C \approx (0.7....2)(d+D)$

10. หาความยาวสายพาน $L = 2C + 1.57(D+d) + \frac{(D-d)^2}{4C}$

และปรับให้ตรงกับความยาวมาตรฐาน $L_i = L - x$

11. ระยะห่างศูนย์กลางล้อสายพาน $C \approx p + \sqrt{p^2 - q}$

$p = 0.25L - 0.393(D+d)$

$q = 0.125(D-d)^2$

12. หาตัวประกอบแก้ไขส่วนโค้ง

ตารางที่ 8 ตัวประกอบแก้ไขส่วนโค้ง f_c

$i_c = \frac{D-d}{C}$	มุมโอบ(α°)	f_c
0	180	1.00
0.15	170	0.98
0.35	160	0.95
0.50	150	0.92
0.70	140	0.89
0.85	130	0.86
1.00	120	0.82
1.15	110	0.78
1.30	100	0.73
1.45	90	0.68

13. หากำลังต่อเส้นของสายพาน (Pr) จากตารางสมรรถนะสายพาน

14.หาจำนวนเส้นสายพาน $z = \frac{P_c}{P_r f_c f_L}$

15. สรุปขนาดของล้อสายพานและขนาดพร้อมจำนวนเส้นสายพาน

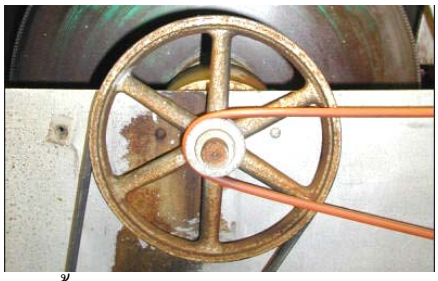
เรื่อง สายพาน	**ใบเนื้อหา**	**หน้าที่** 9 / 11
	วิชา ออกแบบเครื่องจักรกล	**หน่วยกิต 3(2-2)**

<u>ทฤษฎีของสายพานกลม (Round belt)</u>

ภาพที่ 4 แสดงลักษณะของสายพานกลมแบบ และขนาดต่าง ๆ

สายพานกลม เป็นสายพานที่ส่งถ่ายกำลังโดยอาศัยความเสียดทานระหว่างผิวสัมผัสของสายพานกลมกับผิวสัมผัสของล้อสายพาน ซึ่งสายพานกลมโดยส่วนใหญ่ถูกนำมาใช้งานในการส่งถ่ายกำลังที่มีภาระที่เบาถึงปานกลาง เช่น การส่งถ่ายกำลังในเครื่องลอกแบบ การส่งถ่ายกำลังใน Roller Conveyor ขนาดเล็กที่ขนถ่ายบรรจุภัณฑ์

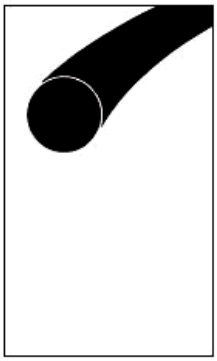
สำหรับการติดตั้งสายพานกลมกับชุดล้อ สายพานนั้นมีข้อปฏิบัติและการติดตั้งเช่นเดียวกับสายพานแบนและสายพานลิ่มดังที่กล่าวมาแล้วข้างต้น



ภาพที่ 5 แสดงการติดตั้งสายพานกลมเข้ากับล้อสายพานขณะทำงาน

เรื่อง สายพาน	ใบเนื้อหา	หน้าที่ 10 / 11
	วิชา ออกแบบเครื่องจักรกล	หน่วยกิต 3(2-2)

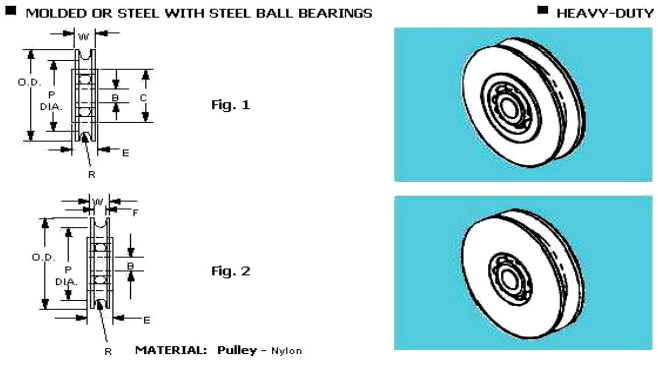
ตารางที่ 9 แสดงขนาดสายพานกลมมาตรฐาน



Durchmesser *Diameter* (mm)	Rollenlänge *Roll length* (m)	Gewicht *Weight* (≈ kg/m)	schwarz *black* 65 Shore A	gelb *yellow* 82 Shore A	orange *orange* 85 Shore A	grün – glatt *green – smooth* 88 Shore A	grün – rau *green – rough* 88 Shore A	weiß *white* 92 Shore A	blau *blue* 98 Shore A
2	200	0,004	—	■•	■•	■	■	■•	■•
3	200	0,009	—	■•	■•	■	■	■•	■•
4	200	0,016	—	■•	■•	■	■	■•	■•
5	200	0,024	—	■•	■•	■	■	■•	■•
6	100	0,035	■•	■•	■•	■	■	■•	■•
7	100	0,048	■•	■•	■•	■	■	■•	■•
8	100	0,064	■•	■•	■•	■	■	■•	■•
10	100	0,096	■•	■•	■•	■	■	■•	■•
12	50	0,132	■•	■•	■•	■	■	■•	■•
15	50	0,211	—	■•	■•	■	■	■•	■•
18	30	0,305	—	—	—	■	■	■•	■•

Durchmesser *Diameter* (mm)	Rollenlänge *Roll length* (m)	Gewicht *Weight* (≈ kg/m)	schwarz *black* 65 Shore A	gelb *yellow* 82 Shore A	orange *orange* 85 Shore A	grün – glatt *green – smooth* 88 Shore A	grün – rau *green – rough* 88 Shore A	weiß *white* 92 Shore A	blau *blue* 98 Shore A
6	100	0,035	—	■•	—	■•	■•	■•	■•
7	100	0,048	—	■•	—	■•	■•	■•	■•
8	100	0,064	—	■•	—	■•	■•	■•	■•
10	100	0,096	—	■•	—	■•	■•	■•	■•
12	50	0,132	—	■•	—	■•	■•	■•	■•
15	50	0,211	—	■•	—	■•	■•	■•	■•

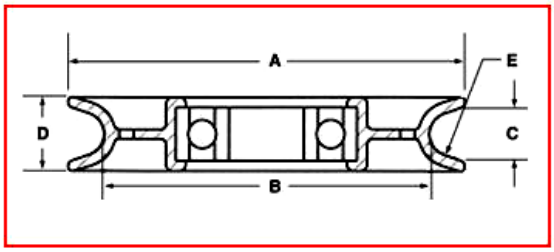
ล้อสายพานกลม สำหรับการออกแบบและคำนวณล้อสายพานกลม มีหลักการและสูตรพื้นฐานเช่นเดียวกับสายพานแบนและสายพานลิ่ม



ภาพที่ 6 แสดงลักษณะล้อสายพานกลมทั่วไป

เรื่อง สายพาน	ใบเนื้อหา	หน้าที่ 11 / 11
	วิชา ออกแบบเครื่องจักรกล	หน่วยกิต 3(2-2)

ตารางที่ 10 แสดงขนาดล้อสายพานกลมมาตรฐาน



Part Number	A	B	C	D	E
Idler twin 3/16 x 2.25" dia	2.25	1.85	2 at .32 each	1.00	R.160
Idler 3/16 x 2.5" dia	2.50	1.75	.36	.65	R.094
Idler 3/16 x 3" dia	3.00	2.20	.36	.65	R.094
Idler 3/16 x 3.5" dia	3.50	2.75	.35	.65	R.100
Idler 3/16 x 4" dia	4.00	3.20	.36	.65	R.094
Idler 3/16 x 4.5" dia	4.50	3.70	.36	.65	R.100
Idler 3/16 x 5" dia	5.00	4.20	.36	.65	R.100
Idler twin 1/4 x 2.25" dia	2.25	1.85	2 at .32 each	1.00	R.160
Idler 1/4 x 2.5" dia	2.50	1.75	.41	.65	R.130
Idler 1/4 x 3" dia	3.00	2.20	.41	.65	R.130
Idler 1/4 x 3.5" dia	3.50	2.75	.41	.65	R.130
Idler 1/4 x 4" dia	4.00	3.20	.41	.65	R.130
Idler 1/4 x 4.50" dia	4.50	3.70	.41	.65	R.130
Idler 1/4 x 5" dia	5.00	4.20	.41	.65	R.130
Idler 5/16 x 2.13" dia *	2.13	1.63	.34	.50	R.170
Idler twin 5/16 x 2.25" dia	2.25	1.85	2 at .32 each	1.00	R.160
Idler 5/16 x 2.5" dia	2.50	1.88	.38	.65	R.195
Idler 3/8 x 2.5" dia	2.50	1.88	.38	.65	R.195
Idler 3/8 x 3" dia	3.08	2.40	.38	.65	R.195
Idler 3/8 x 3.5" dia	3.50	2.88	.38	.65	R.195
Idler 3/8 x 4" dia	4.00	3.38	.38	.65	R.195

* Idler 5/16 x 2.13" dia -- available only with .59" bore dimeter or .035" bore adapter.

แบบฝึกหัด

	กายภาพของสายพาน	**การออกแบบชิ้นส่วนเครื่องจักรกล**	**เต็ม**	**ได้**
		สายพาย	**แบบฝึกหัด**	

แบบฝึกหัด

จงเขียนเครื่องหมาย ✓ หน้าข้อความที่ถูกต้อง และเครื่องหมาย✘ หน้าข้อความที่ผิด

_____1. สายพานคืออุปกรณ์ที่ถ่ายทอดกำลังจากส่วนหนึ่งไปอีกส่วนหนึ่ง

_____2. วัสดุที่ใช้ทำสายพานส่วนใหญ่เป็นพวกเททรอน (tetron)

_____3. ความยาวของสายพานมีสัญลักษณ์แทนด้วย E (mm.)

_____4. สายพาน V หน้าแคบคือสายพาน V ที่ออกแบบให้สายพานมี น้ำหนักเบา

_____5. สายพานฟันเฟืองเป็นสายพานที่ไม่มีการลื่นไถล

_____6. สายพานฟันเฟืองเป็นสายพานชนิดเดี่ยวที่มีระยะพิตช์

_____7. วัสดุที่ใช้ทำสายพานฟันเฟืองส่วนใหญ่เป็นพวก neoprene หรือ พวกพลาสติก Polyurethane

_____8. สายพานฟันเฟืองเป็นสายพานที่สามารถส่งกำลังและเที่ยงตรงน้อยกว่าสายพาน V

_____9. สายพานฟันเฟืองมีการบอกขนาด เป็น XL,L,H,XH

_____10. สายพานกลม เหมาะสมกับงานที่มีลักษณะการทำงานเบาๆ

	อัตราทดและความเร็วรอบ	**ออกแบบชิ้นส่วนเครื่องจักรกล**	**เต็ม**	**ได้**
		สายพาย	**แบบฝึกหัด**	

แบบฝึกหัด

จงเขียนเครื่องหมาย ✓ หน้าข้อความที่ถูกต้อง และเครื่องหมาย ✗ หน้าข้อความที่ผิด

_____1. อัตราทดมีผลต่อความเร็วและกำลังของล้อตาม

_____2. อัตราความเร็วของความเร็วสำหรับสายพานแบนอยู่ในช่วง 1/6 ถึง 1/1

_____3. มู่เล่ของสายพานแบบระยะห่างระหว่างมู่เล่ควรไม่เกิน 9 m.

_____4. สายพานแบบ Vระยะระหว่างมู่เล่ไม่ควรเกิน 5 m.

_____5. อัตราความเร็วของสายพาน V อยู่ในช่วง 1/7 ถึง 1/1

_____6. สายพานฟันเฟืองสามารถส่งถ่ายกำลังได้ระยะไกลกว่าสายพานแบบอื่น

_____7. ความเร็วของสายพาน V ที่ออกแบบไว้ ไม่ควรเกิน 22 m/s

_____8. กำลังนี้สายพาน V ถ่ายทอดได้สูงสุดประมาณ 500 kw.

_____9. ข้อดีของสายพาน V คือสามารถใช้ส่งกำลังได้ดีที่สุด

_____10. สายพานโดยส่วนใหญ่ทนความร้อนได้ไม่เกิน 90° เซนติเกรด

	มุมโอบสายพาน	ออกแบบชิ้นส่วนเครื่องจักรกล	เต็ม	ได้
		สายพาย	แบบฝึกหัด	

แบบฝึกหัด

จงเขียนเครื่องหมาย ✓ หน้าข้อความที่ถูกต้อง และเครื่องหมาย✘ หน้าข้อความที่ผิด

_____1. มุมโอบสายพานมีความสำคัญเฉพาะมู่เล่ล้อขับเท่านั้น

_____2. ต้องการให้ส่งกำลังได้ดีควรมีมุมโอบมาก

_____3. มุมโอบกับมุมสัมผัสเป็นตัวเดียวกัน

_____4. มุมโอบมีสัญลักษณ์ตัวย่อ (θ)

_____5. อัตราทดของล้อขับและล้อตามยิ่งสูงมุมโอบยิ่งน้อย

_____6. มุมโอบน้อยส่งผลต่อการสลิปมากขึ้น

_____7. มุมโอบมากหรือน้อยขึ้นอยู่กับการเลือกรูปแบบสายพาน (แบน ,กลม)

_____8. มุมโอบที่ส่งกำลังได้น้อยที่สุดคือ 180 องศา

_____9. ถ้าต้องการเพิ่มมุมโอบในขณะที่ต้องการใช้อัตราทดเท่าเดิมให้ใช้มู่เล่ลอย

_____10. มู่เล่ลอยส่งผลต่ออายุการใช้งานของสายพานช่วยให้มีอายุยาวขึ้น

	กายภาพมู่เล่	ออกแบบชิ้นส่วนเครื่องจักรกล	เต็ม	ได้
		สายพาย	แบบฝึกหัด	

แบบฝึกหัด

จงเขียนเครื่องหมาย ✓ หน้าข้อความที่ถูกต้อง และเครื่องหมาย ✗ หน้าข้อความที่ผิด

_____1. มู่เล่คืออุปกรณ์ที่ใช้รับส่งกำลังจากสายพาน

_____2. d_k เป็นระยะเส้นผ่านศูนย์กลางวงนอกสุดของมู่เล่

_____3. ขนาดของมู่เล่จะมีขนาดเท่าใดก็ได้

_____4. มู่เล่ของสายพานกลมและสายพาน V สามารถใช้แทนกันได้

_____5. มู่เล่ลอยคือมู่เล่ที่ไม่ได้ยึดติดแน่นสามารถขยับตัวได้

_____6. มู่เล่ส่วนใหญ่ทำจากเหล็กหล่อสีเทา FC20 หรือ FC30

_____7. การใช้งานมู่เล่สำหรับสายพานฟันเฟืองที่มีฟันน้อยจะทำให้มู่เล่จะให้มู่เล่อายุการใช้งานสั้นลง

_____8. มู่เล่ตัวขับจะมีความแข็งแรงสูงกว่ามู่เล่ตัวตาม

_____9. การสร้างมู่เล่ขนาดเล็กจะนิยมสร้างทึบเต็มวง ส่วนมู่เล่ตัวใหญ่จะมีลักษณะ ARM

_____10. มู่เล่ใช้กับงานที่มีความเร็วในการหมุนสูงควรมีการถ่วงสมดุลเพื่อลดปัญหาการสั่น

เฉลยแบบฝึกหัด

	กายภาพของสายพาน	**การออกแบบชิ้นส่วนเครื่องจักรกล**	**เต็ม**	**ได้**
		สายพาย	**แบบฝึกหัด**	

แบบฝึกหัด

จงเขียนเครื่องหมาย ✓ หน้าข้อความที่ถูกต้อง และเครื่องหมาย✘ หน้าข้อความที่ผิด

_____✓_____1. สายพานคืออุปกรณ์ที่ถ่ายทอดกำลังจากส่วนหนึ่งไปอีกส่วนหนึ่ง

_____✘_____2. วัสดุที่ใช้ทำสายพานส่วนใหญ่เป็นพวกเททรอน (tetron)

_____✘_____3. ความยาวของสายพานมีสัญลักษณ์แทนด้วย E (mm.)

_____✘_____4. สายพาน V หน้าแคบคือสายพาน V ที่ออกแบบให้สายพานมีน้ำหนักเบา

_____✓_____5. สายพานฟันเฟืองเป็นสายพานที่ไม่มีการลื่นไถล

_____✓_____6. สายพานฟันเฟืองเป็นสายพานชนิดเดี่ยวที่มีระยะพิตช์

_____✓_____7. วัสดุที่ใช้ทำสายพานฟันเฟืองส่วนใหญ่เป็นพวก neoprene หรือพวกพลาสติก Polyurethane

_____✘_____8. สายพานฟันเฟืองเป็นสายพานที่สามารถส่งกำลังและเทียนน้อยกว่าสายพาน V

_____✓_____9. สายพานฟันเฟืองมีการบอกขนาด ค เป็น XL,L,H,XH

_____✓_____10. สายพานกลม เหมาะสมกับงานที่มีลักษณะการทำงานเบาๆ

เฉลย

	อัตราทด และควมเร็ว รอบ	ออกแบบชิ้นส่วนเครื่องจักรกล	เต็ม	ได้
		สายพาย	แบบฝึกหัด	

แบบฝึกหัด

จงเขียนเครื่องหมาย ✓ หน้าข้อความที่ถูกต้อง และเครื่องหมาย✘ หน้าข้อความที่ผิด

_____✓_____1. อัตราทดมีผลต่อความเร็วและกำลังของล้อตาม

_____ ✓____2. อัตราความเร็วของความเร็วสำหรับสายพานแบนอยู่ในช่วง 1/6 ถึง 1/1

____✘_____3. มู่เล่ของสายพานแบบระยะห่างระหว่างมู่เล่ไม่ควรเกิน 9 m.

____✓_____4. สายพานแบบ Vระยะระหว่างมู่เล่ไม่ควรเกิน 5 m.

____✓_____5. อัตราความเร็วของสายพาน V อยู่ในช่วง 1/7 ถึง 1/1

____✘_____6. สายพานฟันเฟืองสามารถส่งถ่ายกำลังได้ระยะไกลกว่าสายพานแบบอื่น

____✓_____7. ความเร็วของสายพาน V ที่ออกแบบไว้ ไม่ควรเกิน 22 m/s

____✓_____8. กำลังนี้สายพาน V ถ่ายทอดได้สูงสุดประมาณ 500 kw.

____✘_____9. ข้อดีของสายพาน V คือสามารถใช้ส่งกำลังได้ดีที่สุด

____✓_____10. สายพานโดยส่วนใหญ่ทนความร้อนได้ไม่เกิน 90° เซนติเกรด

เฉลย

	มุมโอบสายพาน	ออกแบบชิ้นส่วนเครื่องจักรกล	เต็ม	ได้
		สายพาย	แบบฝึกหัด	

แบบฝึกหัด

จงเขียนเครื่องหมาย ✓ หน้าข้อความที่ถูกต้อง และเครื่องหมาย✘ หน้าข้อความที่ผิด

_____✘____1. มุมโอบสายพานมีความสำคัญเฉพาะมู่เล่ล้อขับเท่านั้น

_____✓____2. ต้องการให้ส่งกำลังได้ดีควรมีมุมโอบมาก

_____✓____3. มุมโอบกับมุมสัมผัสเป็นตัวเดียวกัน

_____✓____4. มุมโอบมีสัญลักษณ์ตัวย่อ (θ)

_____✓____5. อัตราทดของล้อขับและล้อตามยิ่งสูงมุมโอบยิ่งน้อย

_____✓____6. มุมโอบน้อยส่งผลต่อการสลิปมากขึ้น

_____✘____7. มุมโอบมากหรือน้อยขึ้นอยู่กับการเลือกรูปแบบสายพาน (แบน,กลม)

_____✘____8. มุมโอบที่ส่งกำลังได้น้อยที่สุดคือ 180 องศา

_____✓____9. ถ้าต้องการเพิ่มมุมโอบในขณะที่ต้องการใช้อัตราทดเท่าเดิมให้ใช้มู่เล่ลอย

_____✘____10. มู่เล่ลอยส่งผลต่ออายุการใช้งานของสายพานช่วยให้มีอายุยาวขึ้น

เฉลย

	กายภาพมู่เล่	ออกแบบชิ้นส่วนเครื่องจักรกล	เต็ม	ได้
		สายพาย	แบบฝึกหัด	

แบบฝึกหัด

จงเขียนเครื่องหมาย ✓ หน้าข้อความที่ถูกต้อง และเครื่องหมาย ✘ หน้าข้อความที่ผิด

_____✓_____1. มู่เล่คืออุปกรณ์ที่ใช้รับส่งกำลังจากสายพาน

_____✓_____2. d_k เป็นระยะเส้นผ่านศูนย์กลางวงนอกสุดของมู่เล่

_____✘_____3. ขนาดของมู่เล่จะมีขนาดเท่าใดก็ได้

_____✘_____4. มู่เล่ของสายพานกลมและสายพาน V สามารถใช้แทนกันได้

_____✘_____5. มู่เล่ลอยคือมู่เล่ที่ไม่ได้ยึดติดแน่นสามารถขยับตัวได้

_____✓_____6. มู่เล่ส่วนใหญ่ทำจากเหล็กหล่อสีเทา FC20 หรือ FC30

_____✓_____7. การใช้งานมู่เล่สำหรับสายพานฟันเฟืองที่มีฟันน้อยจะทำให้มู่เล่จะทำให้มู่เล่อายุการใช้งานสั้นลง

_____✘_____8. มู่เล่ตัวขับจะมีความแข็งแรงสูงกว่ามู่เล่ตัวตาม

_____✓_____9. การสร้างมู่เล่ขนาดเล็กจะนิยมสร้างทึบเต็มวง ส่วนมู่เล่ตัวใหญ่จะมีลักษณะ ARM

_____✓_____10. มู่เล่ใช้กับงานที่มีความเร็วในการหมุนสูงควรมีการถ่วงสมดุลย์เพื่อลดปัญหาการสั่น

เฉลย

ใบประลอง

เรื่อง สายพาน	**ใบประลอง**	**หน้าที่** 1/2
	วิชา ออกแบบเครื่องจักรกล	**หน่วยกิต 3(2-2)**

<u>วัตถุประสงค์ของการทดลอง</u>

1. หาค่าพื้นฐานทางกายภาพของสายพานทั้ง 4 ชนิดคือ สายพานแบน สายพานวี สายพานกลม และสายพานฟันเฟืองได้
2. หามุมโอบของสายพานแบบต่าง ๆ ได้ โดยใช้บรรทัดวัดมุม
3. หาอัตราทดของขนาดของล้อขับและล้อตามได้โดยใช้อุปกรณ์วัดรอบ และการคำนวณเปรียบเทียบกัน
4. หาความเร็วรอบที่เพลางานได้โดยใช้อุปกรณ์วัดรอบและการคำนวณเปรียบเทียบกัน
5. หาระยะห่างระหว่างล้อสายพานตัวขับและตัวตามได้โดยการวัดค่าด้วยไม้บรรทัด
6. หาประสิทธิภาพการส่งกำลังของสายพานแบน สายพานวีและ สายพานกลม เมื่อความตึง มุมโอบ และความความกว้างสายพาน มีค่า ต่าง ๆ กัน โดยสังเกตจากการลื่นไถลของสายพานเมื่อมีโหลดมากระทำที่เพลางาน

<u>อุปกรณ์ เครื่องมือ และวัสดุ</u>

1. เวอร์เนียร์คาลิปเปอร์
2. ประแจแอลสำหรับถอดมู่เล่
3. ไขควงปากแฉกและปากแบน
4. ประแจปากตาย เบอร์ 13
5. ตลับเมตร
6. ไม้บรรทัด (ฟุตเหล็ก)
7. มัลติมิเตอร์
8. เครื่องมือวัดรอบ

เรื่อง สายพาน	**ใบประลอง**	**หน้าที่** 2/2
	วิชา ออกแบบเครื่องจักรกล	**หน่วยกิต 3(2-2)**

<u>ลำดับขั้นตอนการทดลอง</u>

1. เตรียมเครื่องมือในการถอดประกอบชิ้นส่วน
2. เตรียมอุปกรณ์การทดลอง สายพาน มู่เล่
3. ประกอบสายพานและมู่เล่เข้ากับเครื่องทดลอง
4. ตึงสายพานให้ได้ความตึงที่เหมาะสม
5. ทำการเปิดเครื่องขับสายพาน
6. ทำการทดลองตามใบประลอง
7. บันทึกผลการทดลอง
8. วิเคราะห์ผลการทดลอง
9. สรุปผลการทดลอง
10. เก็บเครื่องมือและอุปกรณ์การทดลอง

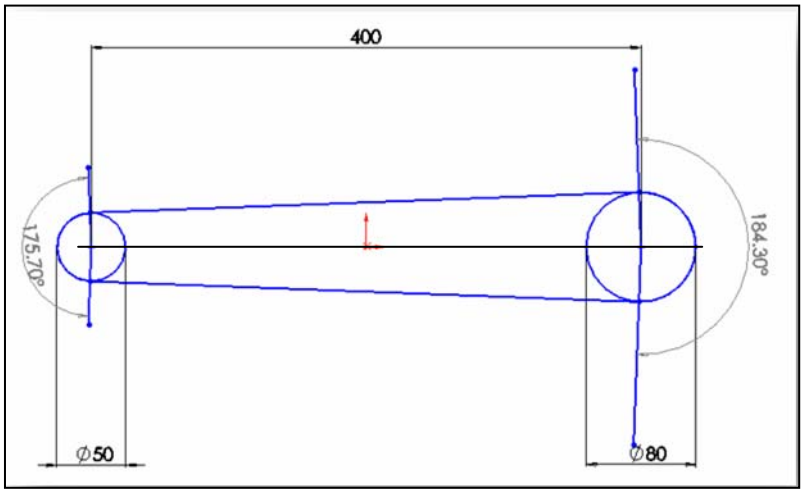
การทดลองเรื่องผลของมุมโอบต่อการส่งกำลัง	ใบประลอง
ชื่อ-สกุล ..... รหัสนักศึกษา.....	
ห้อง..... ภาควิชา.....คณะ.....	

สายพานแบน (Flat belt)

แบบส่งกำลัง 1 คู่ (Single Train)

ชุดที่ 1

ชื่อเรียก	สัญลักษณ์	คำนวณ (ทฤษฎี)	การวัด (เครื่องมือวัด)
กำลังมอเตอร์ (kW)	P	0.186	-
ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางล้อสายพานเล็ก (mm)	d_1	50	500
ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางล้อสายพานใหญ่ (mm)	D_2	80	800
อัตราทด	i	1.6	-
ความเร็วรอบของมอเตอร์ (rpm)	n_1	1,495	1,494
ความเร็วรอบของเพลางาน (rpm)	n_2	934.38	
ความยาวสายพาน (mm)	L		
ระยะห่างศูนย์กลางล้อสายพาน (mm)	c	408	400
ความกว้างหน้าตัดของสายพาน (mm)	b	30	30
ความสูงหน้าตัดสายพาน (mm)	h	0.5	0.5
มุมโอบของล้อสายพานเล็ก (องศา)	α_1	-	202
มุมโอบของล้อสายพานใหญ่ (องศา)	α_2	-	185



ป้อนแรงดันไฟฟ้าเข้าเบรกไฟฟ้าเพื่อดูการลื่นไถลระหว่างสายพานกับล้อสายพาน ชุดที่ 1 โดยแรงดันไฟฟ้าที่ป้อนเข้าไป มีค่าตั้งแต่ 0 – 12 โวลต์ ได้ค่าดังนี้

ครั้งที่	ความเร็วรอบเพลางาน (จากคำนวณ) (RPM)	ความเร็วรอบเพลางาน (จากการวัด) (RPM)	ค่าคลาดเคลื่อน (RPM)	ประสิทธิภาพ (ค่าการวัด/ค่าคำนวณ)*100	แรงดันไฟฟ้าสูงสุดที่เริ่มเกิดการลื่นไถล (Volt)	ความเร็วรอบเพลาที่ลื่นไถล (RPM)	เกิดการลื่นไถล	
							เพลาขับ	เพลางาน
1	934.38							
2	934.38							
3	934.38							
4	934.38							
5	934.38							
6	934.38							
7	934.38							
8	934.38							
9	934.38							
10	934.38							

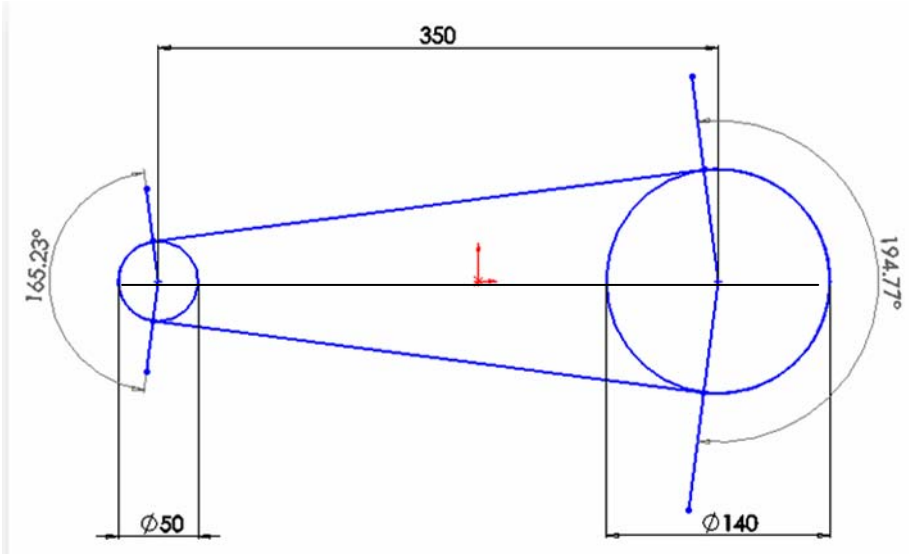
ค่าเฉลี่ยแรงดันไฟฟ้าที่ทำให้เกิดการลื่นไถลระหว่างสายพานกับล้อสายพาน ชุดที่ 1

ค่าเฉลี่ย = ... volt

ค่าความเร็วรอบเฉลี่ยขณะเกิดการลื่นไถล

ชุดที่ 2

ชื่อเรียก	สัญลักษณ์	คำนวณ (ทฤษฎี)	การวัด (เครื่องมือวัด)
กำลังมอเตอร์ (kW)	P	0.186	-
ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางล้อสายพานเล็ก (mm)	d_1	50	
ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางล้อสายพานใหญ่ (mm)	D_2	140	
อัตราทด	i	2.8	-
ความเร็วรอบของมอเตอร์ (rpm)	n_1	1,495	
ความเร็วรอบของเพลางาน (rpm)	n_2	533.93	
ความยาวสายพาน (mm)	L		
ระยะห่างศูนย์กลางล้อสายพาน (mm)	c		
ความกว้างหน้าตัดของสายพาน (mm)	b	30	30
ความสูงหน้าตัดสายพาน (mm)	h	0.5	0.5
มุมโอบของล้อสายพานเล็ก (องศา)	α_1		
มุมโอบของล้อสายพานใหญ่ (องศา)	α_2		



ทดสอบป้อนแรงดันไฟฟ้าเข้าเบรกไฟฟ้าเพื่อดูการลื่นไถลระหว่างสายพานกับล้อสายพาน ชุดที่ 1 โดยแรงดันไฟฟ้าที่ป้อนเข้าไป มีค่าตั้งแต่ 0 – 12 โวลต์ ได้ค่าดังนี้

ครั้งที่	ความเร็วรอบเพลางาน (จากคำนวณ) (RPM)	ความเร็วรอบเพลางาน (จากการวัด) (RPM)	ค่าคลาดเคลื่อน (RPM)	ประสิทธิภาพ (ค่าการวัด/ค่าคำนวณ)*100	แรงดันไฟฟ้าสูงสุดที่เริ่มเกิดการลื่นไถล (Volt)	ความเร็วรอบเพลาที่ลื่นไถล (RPM)	เกิดการลื่นไถล	
							เพลาขับ	เพลางาน
1	533.93							
2	533.93							
3	533.93							
4	533.93							
5	533.93							
6	533.93							
7	533.93							
8	533.93							
9	533.93							
10	533.93							

ค่าเฉลี่ยแรงดันไฟฟ้าที่ทำให้เกิดการลื่นไถลระหว่างสายพานกับล้อสายพาน ชุดที่ 1

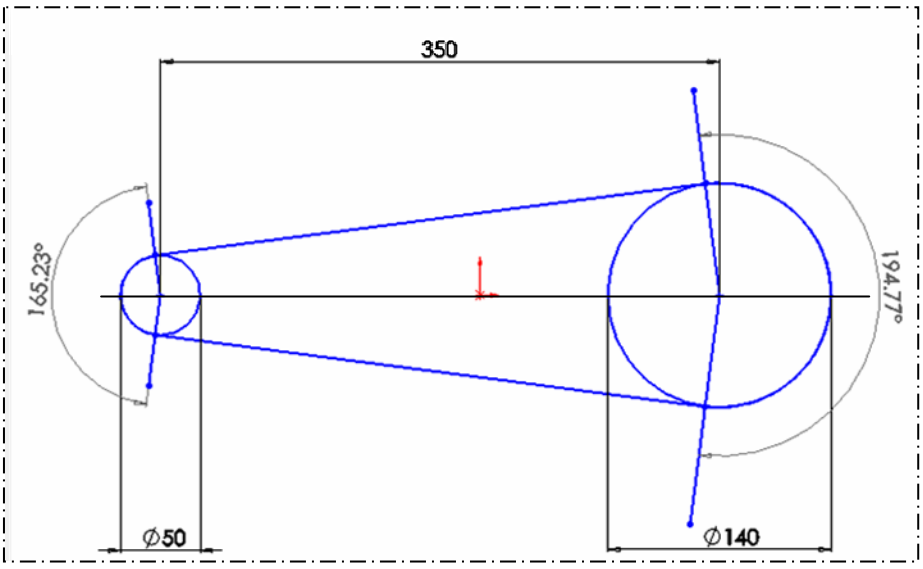
ค่าเฉลี่ย = ... volt

ค่าความเร็วรอบเฉลี่ยขณะเกิดการลื่นไถล

ค่าเฉลี่ย = ... rpm

ชุดที่ 2

ชื่อเรียก	สัญลักษณ์	คำนวณ (ทฤษฎี)	การวัด (เครื่องมือวัด)
กำลังมอเตอร์ (kW)	P	0.186	-
ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางล้อสายพานเล็ก (mm)	d_1	50	
ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางล้อสายพานใหญ่ (mm)	D_2	140	
อัตราทด	i	2.8	-
ความเร็วรอบของมอเตอร์ (rpm)	n_1	1,495	
ความเร็วรอบของเพลางาน (rpm)	n_2	533.93	
ความยาวสายพาน (mm)	L		
ระยะห่างศูนย์กลางล้อสายพาน (mm)	c		
ความกว้างหน้าตัดของสายพาน (mm)	b	30	30
ความสูงหน้าตัดสายพาน (mm)	h	0.5	0.5
มุมโอบของล้อสายพานเล็ก (องศา)	α_1		
มุมโอบของล้อสายพานใหญ่ (องศา)	α_2		



ทดสอบป้อนแรงดันไฟฟ้าเข้าเบรกไฟฟ้าเพื่อดูการลื่นไถลระหว่างสายพานกับล้อสายพาน ชุดที่ 2 โดยแรงดันไฟฟ้าที่ป้อนเข้าไป มีค่าตั้งแต่ 0 – 12 โวลต์ ได้ค่าดังนี้

ครั้งที่	ความเร็วรอบเพลางาน (จากคำนวณ) (RPM)	ความเร็วรอบเพลางาน (จากการวัด) (RPM)	ค่าคลาดเคลื่อน (RPM)	ประสิทธิภาพ	แรงดันไฟฟ้าสูงสุดที่เริ่มเกิดการลื่นไถล (Volt)	ความเร็วรอบเพลาที่ลื่นไถล (RPM)	เกิดการลื่นไถล	
							เพลาขับ	เพลางาน
1	533.93							
2	533.93							
3	533.93							
4	533.93							
5	533.93							
6	533.93							
7	533.93							
8	533.93							
9	533.93							
10	533.93							

ค่าเฉลี่ยแรงดันไฟฟ้าที่ทำให้เกิดการลื่นไถลระหว่างสายพานกับล้อสายพาน ชุดที่ 2

ค่าเฉลี่ย = ……. volt

ค่าความเร็วรอบเฉลี่ยขณะเกิดการลื่นไถล

ค่าเฉลี่ย = ……. Rpm

ใบประลอง

เรื่อง สายพาน	**ใบประลอง**	**หน้าที่** 1/2
	วิชา ออกแบบเครื่องจักรกล	**หน่วยกิต 3(2-2)**

<u>วัตถุประสงค์ของการทดลอง</u>

1. หาค่าพื้นฐานทางกายภาพของสายพานทั้ง 4 ชนิดคือ สายพานแบน สายพานวี สายพานกลม และสายพานฟันเฟืองได้
2. หามุมโอบของสายพานแบบต่าง ๆ ได้ โดยใช้บรรทัดวัดมุม
3. หาอัตราทดของขนาดของล้อขับและล้อตามได้โดยใช้อุปกรณ์วัดรอบ และการคำนวณเปรียบเทียบกัน
4. หาความเร็วรอบที่เพลางานได้โดยใช้อุปกรณ์วัดรอบและการคำนวณเปรียบเทียบกัน
5. หาระยะห่างระหว่างล้อสายพานตัวขับและตัวตามได้โดยการวัดค่าด้วยไม้บรรทัด
6. หาประสิทธิภาพการส่งกำลังของสายพานแบน สายพานวีและ สายพานกลม เมื่อความตึง มุมโอบ และความความกว้างสายพาน มีค่า ต่างๆ กัน โดยสังเกตจากการลื่นไถลของสายพานเมื่อมีโหลดมากระทำที่เพลางาน

<u>อุปกรณ์ เครื่องมือ และวัสดุ</u>

1. เวอร์เนียร์คาลิปเปอร์
2. ประแจแอลสำหรับถอดมู่เล่
3. ไขควงปากแฉกและปากแบน
4. ประแจปากตาย เบอร์ 13
5. ตลับเมตร
6. ไม้บรรทัด (ฟุตเหล็ก)
7. มัลติมิเตอร์
8. เครื่องมือวัดรอบ

เรื่อง สายพาน	**ใบประลอง**	**หน้าที่** 2/2
	วิชา ออกแบบเครื่องจักรกล	**หน่วยกิต 3(2-2)**

<u>ลำดับขั้นตอนการทดลอง</u>

1. เตรียมเครื่องมือในการถอดประกอบชิ้นส่วน
2. เตรียมอุปกรณ์การทดลอง สายพาน มู่เล่
3. ประกอบสายพานและมู่เล่เข้ากับเครื่องทดลอง
4. ตึงสายพานให้ได้ความตึงที่เหมาะสม
5. ทำการเปิดเครื่องขับสายพาน
6. ทำการทดลองตามใบประลอง
7. บันทึกผลการทดลอง
8. วิเคราะห์ผลการทดลอง
9. สรุปผลการทดลอง
10. เก็บเครื่องมือและอุปกรณ์การทดลอง

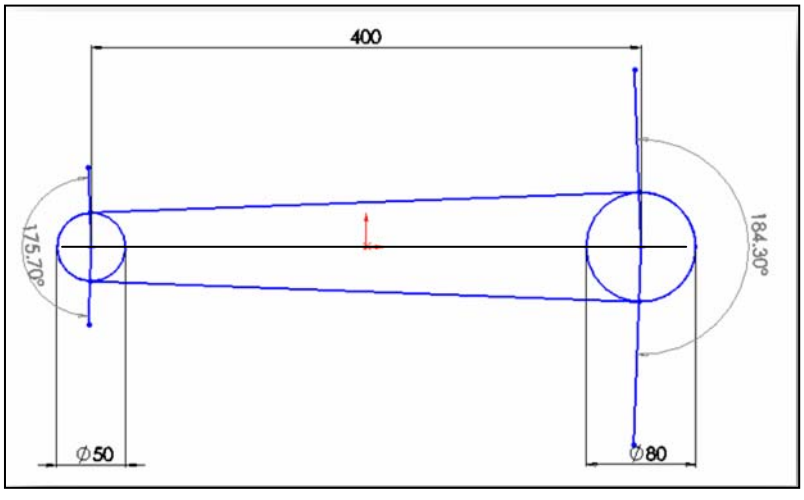
การทดลองเรื่องผลของมุมโอบต่อการส่งกำลัง	ใบประลอง
ชื่อ-สกุล ..... รหัสนักศึกษา.....	
ห้อง..... ภาควิชา.....คณะ.....	

สายพานแบน (Flat belt)

แบบส่งกำลัง 1 คู่ (Single Train)

ชุดที่ 1

ชื่อเรียก	สัญลักษณ์	คำนวณ (ทฤษฎี)	การวัด (เครื่องมือวัด)
กำลังมอเตอร์ (kW)	P	0.186	-
ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางล้อสายพานเล็ก (mm)	d_1	50	500
ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางล้อสายพานใหญ่ (mm)	D_2	80	800
อัตราทด	i	1.6	-
ความเร็วรอบของมอเตอร์ (rpm)	n_1	1,495	1,494
ความเร็วรอบของเพลางาน (rpm)	n_2	934.38	
ความยาวสายพาน (mm)	L		
ระยะห่างศูนย์กลางล้อสายพาน (mm)	c	408	400
ความกว้างหน้าตัดของสายพาน (mm)	b	30	30
ความสูงหน้าตัดสายพาน (mm)	h	0.5	0.5
มุมโอบของล้อสายพานเล็ก (องศา)	α_1	-	202
มุมโอบของล้อสายพานใหญ่ (องศา)	α_2	-	185



ทดสอบป้อนแรงดันไฟฟ้าเข้าเบรกไฟฟ้าเพื่อดูการลื่นไถลระหว่างสายพานกับล้อสายพาน ชุดที่ 2 โดยแรงดันไฟฟ้าที่ป้อนเข้าไป มีค่าตั้งแต่ 0 – 12 โวลต์ ได้ค่าดังนี้

ครั้งที่	ความเร็วรอบเพลางาน (จากคำนวณ) (RPM)	ความเร็วรอบเพลางาน (จากการวัด) (RPM)	ค่าคลาดเคลื่อน (RPM)	ประสิทธิภาพ	แรงดันไฟฟ้าสูงสุดที่เริ่มเกิดการลื่นไถล (Volt)	ความเร็วรอบเพลาที่ลื่นไถล (RPM)	เกิดการลื่นไถล	
							เพลาขับ	เพลางาน
1	533.93							
2	533.93							
3	533.93							
4	533.93							
5	533.93							
6	533.93							
7	533.93							
8	533.93							
9	533.93							
10	533.93							

ค่าเฉลี่ยแรงดันไฟฟ้าที่ทำให้เกิดการลื่นไถลระหว่างสายพานกับล้อสายพาน ชุดที่ 2

ค่าเฉลี่ย = ... volt

ค่าความเร็วรอบเฉลี่ยขณะเกิดการลื่นไถล

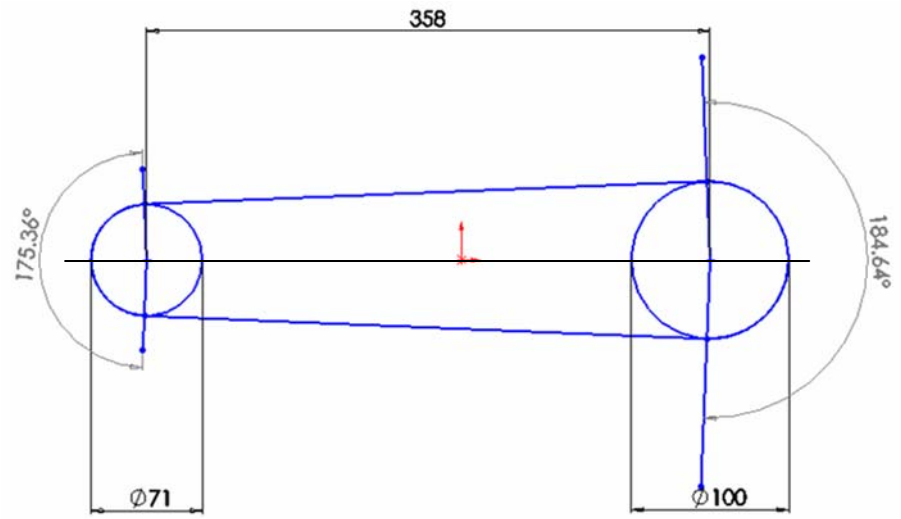
ค่าเฉลี่ย = ... Rpm

สายพานวี (V-belt)

แบบส่งกำลัง 1 คู่ (Single Train)

ชุดที่ 1

ชื่อเรียก	สัญลักษณ์	คำนวณ (ทฤษฎี)	การวัด (เครื่องมือวัด)
กำลังมอเตอร์ (kW)	P	0.186	-
ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางล้อสายพานเล็ก (mm)	d_1	71	
ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางล้อสายพานใหญ่ (mm)	D_2	100	
อัตราทด	i	1.4	-
ความเร็วรอบของมอเตอร์ (rpm)	n_1	1,495	
ความเร็วรอบของเพลางาน (rpm)	n_2	1061.45	
ความยาวสายพาน (mm)	L		
ระยะห่างศูนย์กลางล้อสายพาน (mm)	c		
ความกว้างหน้าตัดของสายพาน (mm)	b	13	13
ความสูงหน้าตัดสายพาน (mm)	h	8	8
มุมโอบของล้อสายพานเล็ก (องศา)	α_1		
มุมโอบของล้อสายพานใหญ่ (องศา)	α_2		



ทดสอบป้อนแรงดันไฟฟ้าเข้าเบรกไฟฟ้าเพื่อดูการลื่นไถลระหว่างสายพานกับล้อสายพาน ชุดที่ 1 โดยแรงดันไฟฟ้าที่ป้อนเข้าไป มีค่าตั้งแต่ 0 – 12 โวลต์ ได้ค่าดังนี้

ครั้งที่	ความเร็วรอบเพลางาน (จากคำนวณ) (RPM)	ความเร็วรอบเพลางาน (จากการวัด) (RPM)	ค่าคลาดเคลื่อน (RPM)	ประสิทธิภาพ	แรงดันไฟฟ้าสูงสุดที่เริ่มเกิดการลื่นไถล (Volt)	ความเร็วรอบเพลาที่ลื่นไถล (RPM)	เกิดการลื่นไถล	
							เพลาขับ	เพลางาน
1	1061.45							
2	1061.45							
3	1061.45							
4	1061.45							
5	1061.45							
6	1061.45							
7	1061.45							
8	1061.45							
9	1061.45							
10	1061.45							

ค่าเฉลี่ยแรงดันไฟฟ้าที่ทำให้เกิดการลื่นไถลระหว่างสายพานกับล้อสายพาน ชุดที่ 1

ค่าเฉลี่ย = ... volt

ค่าความเร็วรอบเฉลี่ยขณะเกิดการลื่นไถล

ค่าเฉลี่ย = ... Rpm

ชุดที่ 2

ชื่อเรียก	สัญลักษณ์	คำนวณ (ทฤษฎี)	การวัด (เครื่องมือวัด)
กำลังมอเตอร์ (kW)	P	0.186	-
ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางล้อสายพานเล็ก (mm)	d_1	71	
ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางล้อสายพานใหญ่ (mm)	D_2	140	
อัตราทด	i	1.97	-
ความเร็วรอบของมอเตอร์ (rpm)	n_1	1,495	
ความเร็วรอบของเพลางาน (rpm)	n_2	758.18	
ความยาวสายพาน (mm)	L		
ระยะห่างศูนย์กลางล้อสายพาน (mm)	c		
ความกว้างหน้าตัดของสายพาน (mm)	b	13	13
ความสูงหน้าตัดสายพาน (mm)	h	8	8
มุมโอบของล้อสายพานเล็ก (องศา)	α_1		
มุมโอบของล้อสายพานใหญ่ (องศา)	α_2		

ทดสอบป้อนแรงดันไฟฟ้าเข้าเบรกไฟฟ้าเพื่อดูการลื่นไถลระหว่างสายพานกับล้อสายพาน ชุดที่ 2 โดยแรงดันไฟฟ้าที่ป้อนเข้าไป มีค่าตั้งแต่ 0 – 12 โวลต์ ได้ค่าดังนี้

ครั้งที่	ความเร็วรอบเพลางาน (จากคำนวณ) (RPM)	ความเร็วรอบเพลางาน (จากการวัด) (RPM)	ค่าคลาดเคลื่อน (RPM)	ประสิทธิภาพ	แรงดันไฟฟ้าสูงสุดที่เริ่มเกิดการลื่นไถล (Volt)	ความเร็วรอบเพลาที่ลื่นไถล (RPM)	เกิดการลื่นไถล	
							เพลาขับ	เพลางาน
1	758.18							
2	758.18							
3	758.18							
4	758.18							
5	758.18							
6	758.18							
7	758.18							
8	758.18							
9	758.18							
10	758.18							

ค่าเฉลี่ยแรงดันไฟฟ้าที่ทำให้เกิดการลื่นไถลระหว่างสายพานกับล้อสายพาน ชุดที่ 2

ค่าเฉลี่ย = ... volt

ค่าความเร็วรอบเฉลี่ยขณะเกิดการลื่นไถล

ค่าเฉลี่ย = ... Rpm

สายพานกลม (Round belt)

แบบส่งกำลัง 1 คู่ (Single Train)

ชุดที่ 1

ชื่อเรียก	สัญลักษณ์	คำนวณ (ทฤษฎี)	การวัด (เครื่องมือวัด)
กำลังมอเตอร์ (kW)	P	0.186	-
ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางล้อสายพานเล็ก (mm)	d_1	50	
ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางล้อสายพานใหญ่ (mm)	D_2	80	
อัตราทด	i	1.6	-
ความเร็วรอบของมอเตอร์ (rpm)	n_1	1,495	
ความเร็วรอบของเพลางาน (rpm)	n_2	934.38	
ความยาวสายพาน (mm)	L		
ระยะห่างศูนย์กลางล้อสายพาน (mm)	c		
เส้นผ่านศูนย์กลางหน้าตัดของสายพาน (mm)	r	7	7
มุมโอบของล้อสายพานเล็ก (องศา)	α_1		
มุมโอบของล้อสายพานใหญ่ (องศา)	α_2		

ทดสอบป้อนแรงดันไฟฟ้าเข้าเบรกไฟฟ้าเพื่อดูการลื่นไถลระหว่างสายพานกับล้อสายพาน ชุดที่ 1 โดยแรงดันไฟฟ้าที่ป้อนเข้าไป มีค่าตั้งแต่ 0 – 12 โวลต์ ได้ค่าดังนี้

ครั้งที่	ความเร็วรอบเพลางาน (จากคำนวณ) (RPM)	ความเร็วรอบเพลางาน (จากการวัด) (RPM)	ค่าคลาดเคลื่อน (RPM)	ประสิทธิภาพ	แรงดันไฟฟ้าสูงสุดที่เริ่มเกิดการลื่นไถล (Volt)	ความเร็วรอบเพลาที่ลื่นไถล (RPM)	เกิดการลื่นไถล	
							เพลาขับ	เพลางาน
1	934.38							
2	934.38							
3	934.38							
4	934.38							
5	934.38							
6	934.38							
7	934.38							
8	934.38							
9	934.38							
10	934.38							

ค่าเฉลี่ยแรงดันไฟฟ้าที่ทำให้เกิดการลื่นไถลระหว่างสายพานกับล้อสายพาน ชุดที่ 1

ค่าเฉลี่ย = ……. volt

ค่าความเร็วรอบเฉลี่ยขณะเกิดการลื่นไถล

ค่าเฉลี่ย = ……. Rpm

ชุดที่ 2

ชื่อเรียก	สัญลักษณ์	คำนวณ (ทฤษฎี)	การวัด (เครื่องมือวัด)
กำลังมอเตอร์ (kW)	P	0.186	-
ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางล้อสายพานเล็ก (mm)	d_1	50	
ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางล้อสายพานใหญ่ (mm)	D_2	140	
อัตราทด	i	2.8	-
ความเร็วรอบของมอเตอร์ (rpm)	n_1	1,495	
ความเร็วรอบของเพลางาน (rpm)	n_2	533.93	
ความยาวสายพาน (mm)	L		
ระยะห่างศูนย์กลางล้อสายพาน (mm)	c		
เส้นผ่านศูนย์กลางหน้าตัดของสายพาน (mm)	r	7	7
มุมโอบของล้อสายพานเล็ก (องศา)	α_1		
มุมโอบของล้อสายพานใหญ่ (องศา)	α_2		

ทดสอบป้อนแรงดันไฟฟ้าเข้าเบรกไฟฟ้าเพื่อดูการลื่นไถลระหว่างสายพานกับล้อสายพาน ชุดที่ 2 โดยแรงดันไฟฟ้าที่ป้อนเข้าไป มีค่าตั้งแต่ 0 – 12 โวลต์ ได้ค่า

ครั้งที่	ความเร็วรอบเพลางาน (จากคำนวณ) (RPM)	ความเร็วรอบเพลางาน (จากการวัด) (RPM)	ค่าคลาดเคลื่อน (RPM)	ประสิทธิภาพ	แรงดันไฟฟ้าสูงสุดที่เริ่มเกิดการลื่นไถล (Volt)	ความเร็วรอบเพลาที่ลื่นไถล (RPM)	เกิดการลื่นไถล	
							เพลาขับ	เพลางาน
1	533.93							
2	533.93							
3	533.93							
4	533.93							
5	533.93							
6	533.93							
7	533.93							
8	533.93							
9	533.93							
10	533.93							

ค่าเฉลี่ยแรงดันไฟฟ้าที่ทำให้เกิดการลื่นไถลระหว่างสายพานกับล้อสายพาน ชุดที่ 2

ค่าเฉลี่ย = ……. volt

ค่าความเร็วรอบเฉลี่ยขณะเกิดการลื่นไถล

ค่าเฉลี่ย = ……. Rpm

เฉลยใบประลอง

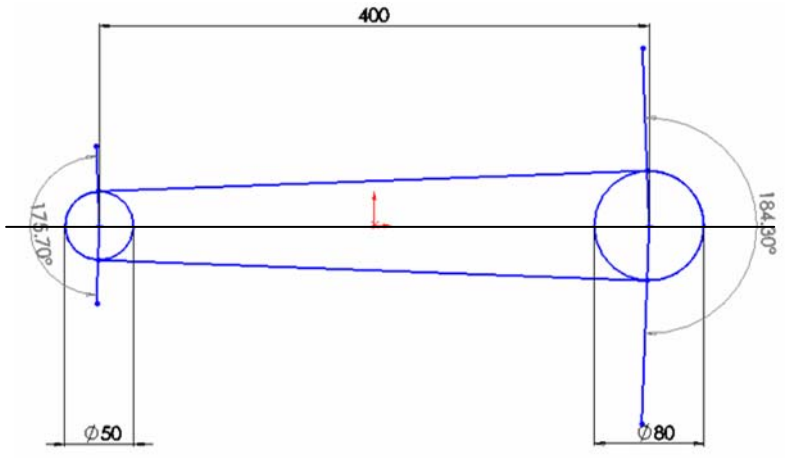
การทดลองเรื่องผลของมุมโอบต่อการส่งกำลัง	ใบประลอง
ชื่อ-สกุล .....รหัสนักศึกษา.....	
ห้อง..... ภาควิชา.....คณะ.....	

สายพานแบน (Flat belt)

แบบส่งกำลัง 1 คู่ (Single Train)

ชุดที่ 1

ชื่อเรียก	สัญลักษณ์	คำนวณ (ทฤษฎี)	การวัด (เครื่องมือวัด)
กำลังมอเตอร์ (kW)	P	0.186	-
ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางล้อสายพานเล็ก (mm)	d_1	50	50
ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางล้อสายพานใหญ่ (mm)	D_2	80	80
อัตราทด	i	1.6	-
ความเร็วรอบของมอเตอร์ (rpm)	n_1	1,495	1,494
ความเร็วรอบของเพลางาน (rpm)	n_2	934.38	934.0
ความยาวสายพาน (mm)	L	1000	1000
ระยะห่างศูนย์กลางล้อสายพาน (mm)	c	408	400
ความกว้างหน้าตัดของสายพาน (mm)	b	30	30
ความสูงหน้าตัดสายพาน (mm)	h	0.5	0.5
มุมโอบของล้อสายพานเล็ก (องศา)	α_1	-	175
มุมโอบของล้อสายพานใหญ่ (องศา)	α_2	-	184



ทดสอบป้อนแรงดันไฟฟ้าเข้าเบรกไฟฟ้าเพื่อดูการลื่นไถลระหว่างสายพานกับล้อสายพานแบน ชุดที่ 1 โดยแรงดันไฟฟ้าที่ป้อนเข้าไป มีค่าตั้งแต่ 0 – 12 โวลต์ ได้ค่าดังนี้

ครั้งที่	ความเร็วรอบเพลางาน (จากคำนวณ) (RPM)	ความเร็วรอบเพลางาน (จากการวัด) (RPM)	ค่าคลาดเคลื่อน (RPM)	ประสิทธิภาพ (ค่าการวัด/ค่าคำนวน)*100	แรงดันไฟฟ้าสูงสุดที่เริ่มเกิดการลื่นไถล (Volt)	ความเร็วรอบเพลาที่ลื่นไถล (RPM)	เกิดการลื่นไถล	
							เพลาขับ	เพลางาน
1	934.38	934	0.38	99.959	5.82	1459	✔	
2	934.38	933.1	1.28	99.863	6.1	1461	✔	
3	934.38	931.5	2.88	99.692	5.66	1466	✔	
4	934.38	932.2	2.18	99.767	5.93	1480	✔	
5	934.38	932	2.38	99.745	6.12	1481	✔	
6	934.38	934	0.38	99.959	6.01	1487	✔	
7	934.38	933.5	0.88	99.906	5.86	1484	✔	
8	934.38	930	4.38	99.531	5.66	1461	✔	
9	934.38	933	1.38	99.852	6.22	1458	✔	
10	934.38	934.4	0.02	100.002	5.54	1474	✔	

ค่าเฉลี่ยแรงดันไฟฟ้าที่ทำให้เกิดการลื่นไถลระหว่างสายพานกับล้อสายพานแบน ชุดที่ 1

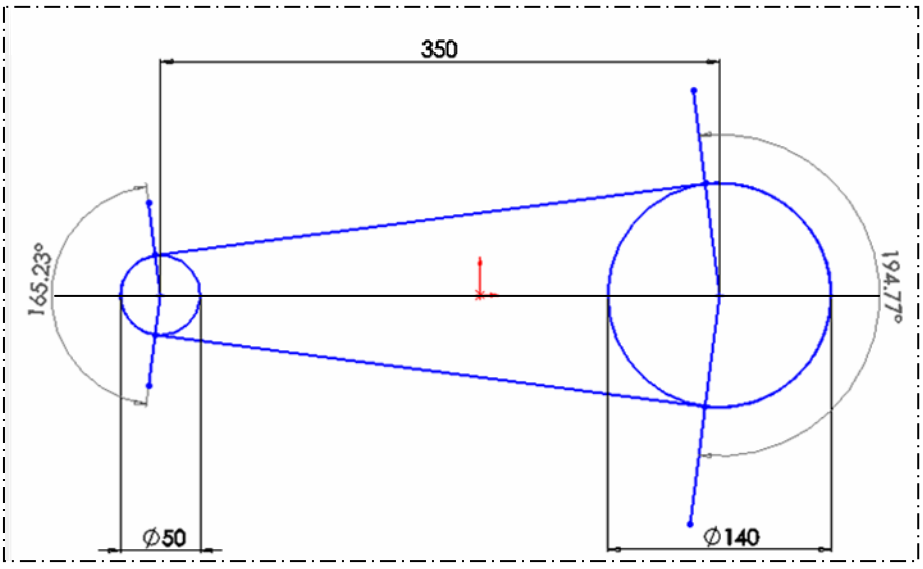
ค่าเฉลี่ย = 5.892 volt

ค่าความเร็วรอบเฉลี่ยขณะเกิดการลื่นไถล

ค่าเฉลี่ย = 1,471.1 rpm

ชุดที่ 2

ชื่อเรียก	สัญลักษณ์	คำนวณ (ทฤษฎี)	การวัด (เครื่องมือวัด)
กำลังมอเตอร์ (kW)	P	0.186	-
ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางล้อสายพานเล็ก (mm)	d_1	50	50
ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางล้อสายพานใหญ่ (mm)	D_2	140	140
อัตราทด	i	2.8	-
ความเร็วรอบของมอเตอร์ (rpm)	n_1	1,495	1,494
ความเร็วรอบของเพลางาน (rpm)	n_2	533.93	532.40
ความยาวสายพาน (mm)	L	1000	1000
ระยะห่างศูนย์กลางล้อสายพาน (mm)	c	361	350
ความกว้างหน้าตัดของสายพาน (mm)	b	30	30
ความสูงหน้าตัดสายพาน (mm)	h	0.5	0.5
มุมโอบของล้อสายพานเล็ก (องศา)	α_1	-	165
มุมโอบของล้อสายพานใหญ่ (องศา)	α_2	-	194



ทดสอบป้อนแรงดันไฟฟ้าเข้าเบรกไฟฟ้าเพื่อดูการลื่นไถลระหว่างสายพานกับล้อสายพานแบน ชุดที่ 2 โดยแรงดันไฟฟ้าที่ป้อนเข้าไป มีค่าตั้งแต่ 0 – 12 โวลต์ ได้ค่าดังนี้

ครั้งที่	ความเร็วรอบเพลางาน (จากคำนวณ) (RPM)	ความเร็วรอบเพลางาน (จากการวัด) (RPM)	ค่าคลาดเคลื่อน (RPM)	ประสิทธิภาพ	แรงดันไฟฟ้าสูงสุดที่เริ่มเกิดการลื่นไถล (Volt)	ความเร็วรอบเพลาที่ลื่นไถล (RPM)	เกิดการลื่นไถล	
							เพลาขับ	เพลางาน
1	533.93	532.4	1.53	99.713	3.14	1459	✔	
2	533.93	533.9	0.03	99.994	2.67	1461	✔	
3	533.93	532.8	1.13	99.788	3.46	1466	✔	
4	533.93	532.9	1.03	99.807	2.82	1480	✔	
5	533.93	533.3	0.63	99.882	2.77	1481	✔	
6	533.93	533.7	0.23	99.957	3.17	1487	✔	
7	533.93	533.1	0.83	99.845	2.64	1484	✔	
8	533.93	532.9	1.03	99.807	3.14	1461	✔	
9	533.93	532.3	1.63	99.695	2.92	1458	✔	
10	533.93	532.5	1.43	99.732	2.62	1474	✔	

ค่าเฉลี่ยแรงดันไฟฟ้าที่ทำให้เกิดการลื่นไถลระหว่างสายพานกับล้อสายพานแบน ชุดที่ 2

ค่าเฉลี่ย = 2.935 volt

ค่าความเร็วรอบเฉลี่ยขณะเกิดการลื่นไถล

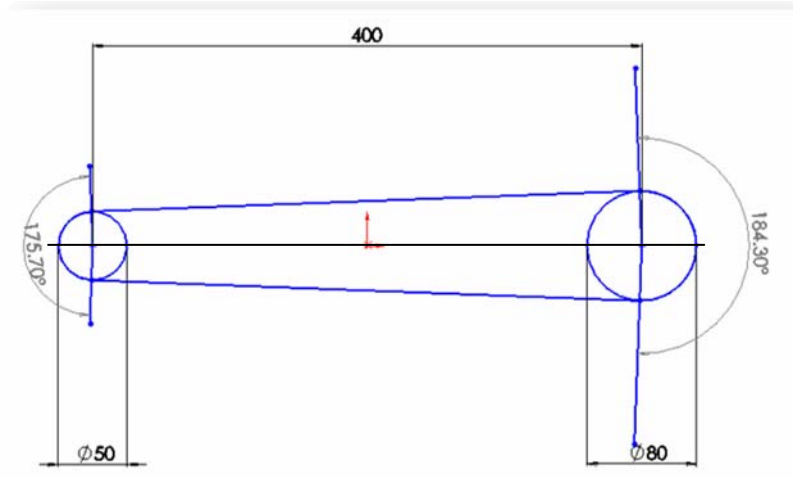
ค่าเฉลี่ย = 1481 rpm

สายพานวี (V-belt)

แบบส่งกำลัง 1 คู่ (Single Train)

ชุดที่ 1

ชื่อเรียก	สัญลักษณ์	คำนวณ (ทฤษฎี)	การวัด (เครื่องมือวัด)
กำลังมอเตอร์ (kW)	P	0.186	-
ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางล้อสายพานเล็ก (mm)	d_1	50	50
ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางล้อสายพานใหญ่ (mm)	D_2	80	80
อัตราทด	i	1.4	-
ความเร็วรอบของมอเตอร์ (rpm)	n_1	1,495	1,494
ความเร็วรอบของเพลางาน (rpm)	n_2	1061.45	1,105.6
ความยาวสายพาน (mm)	L	1,000	1,000
ระยะห่างศูนย์กลางล้อสายพาน (mm)	c	408	400
ความกว้างหน้าตัดของสายพาน (mm)	b	13	13
ความสูงหน้าตัดสายพาน (mm)	h	8	8
มุมโอบของล้อสายพานเล็ก (องศา)	α_1	-	175
มุมโอบของล้อสายพานใหญ่ (องศา)	α_2	-	184



ทดสอบป้อนแรงดันไฟฟ้าเข้าเบรกไฟฟ้าเพื่อดูการลื่นไถลระหว่างสายพานกับล้อสายพานวี ชุดที่ 1 โดยแรงดันไฟฟ้าที่ป้อนเข้าไป มีค่าตั้งแต่ 0 – 12 โวลต์ ได้ค่าดังนี้

ครั้งที่	ความเร็วรอบเพลางาน (จากคำนวณ) (RPM)	ความเร็วรอบเพลางาน (จากการวัด) (RPM)	ค่าคลาดเคลื่อน (RPM)	ประสิทธิภาพ	แรงดันไฟฟ้าสูงสุดที่เริ่มเกิดการลื่นไถล (Volt)	ความเร็วรอบเพลาที่ลื่นไถล (RPM)	เกิดการลื่นไถล	
							เพลาขับ	เพลางาน
1	1061.45	1105.6	44.15	96.007	6.88	1465	✔	
2	1061.45	1104.3	42.85	96.120	6.69	1425	✔	
3	1061.45	1106.5	45.05	95.929	6.13	1394	✔	
4	1061.45	1101.4	39.95	96.373	6.72	1455	✔	
5	1061.45	1100.9	39.45	96.417	6.54	1400	✔	
6	1061.45	1107.6	46.15	95.833	6.84	1390	✔	
7	1061.45	1107.8	46.35	95.816	6.14	1481	✔	
8	1061.45	1107	45.55	95.885	6.66	1451	✔	
9	1061.45	1106.4	44.95	95.937	6.45	1349	✔	
10	1061.45	1108.8	47.35	95.730	6.88	1366	✔	

ค่าเฉลี่ยแรงดันไฟฟ้าที่ทำให้เกิดการลื่นไถลระหว่างสายพานกับล้อสายพานวี ชุดที่ 1

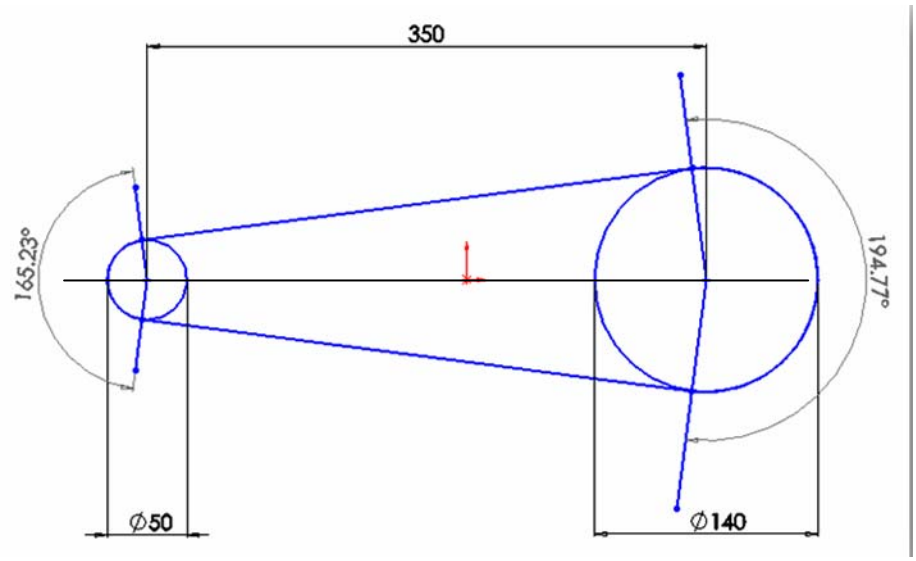
ค่าเฉลี่ย = 6.593 volt

ค่าความเร็วรอบเฉลี่ยขณะเกิดการลื่นไถล

ค่าเฉลี่ย = 1417.6 rpm

ชุดที่ 2

ชื่อเรียก	สัญลักษณ์	คำนวณ (ทฤษฎี)	การวัด (เครื่องมือวัด)
กำลังมอเตอร์ (kW)	P	0.186	-
ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางล้อสายพานเล็ก (mm)	d_1	50	50
ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางล้อสายพานใหญ่ (mm)	D_2	140	140
อัตราทด	i	2.8	-
ความเร็วรอบของมอเตอร์ (rpm)	n_1	1,495	1,494
ความเร็วรอบของเพลางาน (rpm)	n_2	533.93	514.8
ความยาวสายพาน (mm)	L	1,000	1,000
ระยะห่างศูนย์กลางล้อสายพาน (mm)	c	361	350
เส้นผ่านศูนย์กลางหน้าตัดของสายพาน (mm)	r	7	7
มุมโอบของล้อสายพานเล็ก (องศา)	α_1	-	165
มุมโอบของล้อสายพานใหญ่ (องศา)	α_2	-	194



ทดสอบป้อนแรงดันไฟฟ้าเข้าเบรกไฟฟ้าเพื่อดูการลื่นไถลระหว่างสายพานกับล้อสายพานวี ชุดที่ 2 โดยแรงดันไฟฟ้าที่ป้อนเข้าไป มีค่าตั้งแต่ 0 – 12 โวลต์ ได้ค่าดังนี้

ครั้งที่	ความเร็วรอบเพลางาน (จากคำนวณ) (RPM)	ความเร็วรอบเพลางาน (จากการวัด) (RPM)	ค่าคลาดเคลื่อน (RPM)	ประสิทธิภาพ	แรงดันไฟฟ้าสูงสุดที่เริ่มเกิดการลื่นไถล (Volt)	ความเร็วรอบเพลาที่ลื่นไถล (RPM)	เกิดการลื่นไถล	
							เพลาขับ	เพลางาน
1	758.18	778.5	20.32	97.390	5.87	1204	✔	
2	758.18	788.5	30.32	96.155	6.06	1263	✔	
3	758.18	785.9	27.72	96.473	6.01	1235	✔	
4	758.18	789	30.82	96.094	5.82	1245	✔	
5	758.18	787.4	29.22	96.289	6.25	1240	✔	
6	758.18	788.5	30.32	96.155	6.05	1235	✔	
7	758.18	786.5	28.32	96.399	6.68	1250	✔	
8	758.18	786.3	28.12	96.424	7.1	1234	✔	
9	758.18	779.2	21.02	97.302	7.04	1265	✔	
10	758.18	789.9	31.72	95.984	6.02	1253	✔	

ค่าเฉลี่ยแรงดันไฟฟ้าที่ทำให้เกิดการลื่นไถลระหว่างสายพานกับล้อสายพานวี ชุดที่ 2

ค่าเฉลี่ย = 6.29 volt

ค่าความเร็วรอบเฉลี่ยขณะเกิดการลื่นไถล

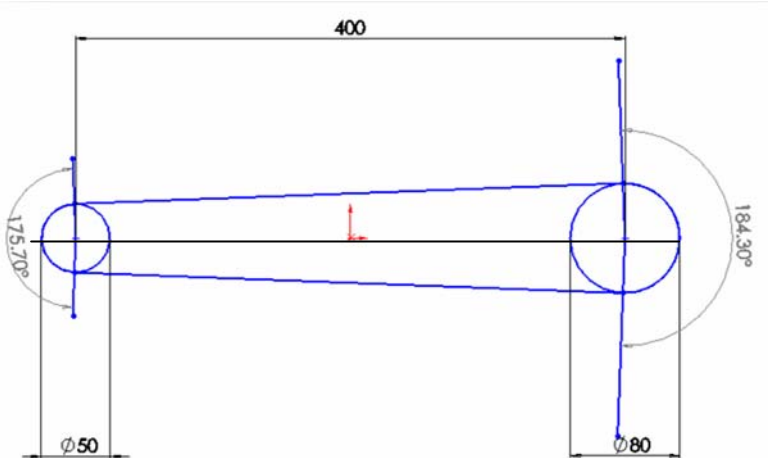
ค่าเฉลี่ย = 1243.4 rpm

สายพานกลม (Round belt)

แบบส่งกำลัง 1 คู่ (Single Train)

ชุดที่ 1

ชื่อเรียก	สัญลักษณ์	คำนวณ (ทฤษฎี)	การวัด (เครื่องมือวัด)
กำลังมอเตอร์ (kW)	P	0.186	-
ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางล้อสายพานเล็ก (mm)	d_1	50	50
ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางล้อสายพานใหญ่ (mm)	D_2	80	80
อัตราทด	i	1.6	-
ความเร็วรอบของมอเตอร์ (rpm)	n_1	1,495	1,494
ความเร็วรอบของเพลางาน (rpm)	n_2	934.38	903.8
ความยาวสายพาน (mm)	L	1,000	1,000
ระยะห่างศูนย์กลางล้อสายพาน (mm)	c	408	400
เส้นผ่านศูนย์กลางหน้าตัดของสายพาน (mm)	r	7	7
มุมโอบของล้อสายพานเล็ก (องศา)	α_1	-	175
มุมโอบของล้อสายพานใหญ่ (องศา)	α_2	-	184



ทดสอบป้อนแรงดันไฟฟ้าเข้าเบรกไฟฟ้าเพื่อดูการลื่นไถลระหว่างสายพานกับล้อสายพานกลม ชุดที่ 1 โดยแรงดันไฟฟ้าที่ป้อนเข้าไป มีค่าตั้งแต่ 0 – 12 โวลต์ ได้ค่าดังนี้

ครั้งที่	ความเร็วรอบเพลางาน (จากคำนวณ) (RPM)	ความเร็วรอบเพลางาน (จากการวัด) (RPM)	ค่าคลาดเคลื่อน (RPM)	ประสิทธิภาพ	แรงดันไฟฟ้าสูงสุดที่เริ่มเกิดการลื่นไถล (Volt)	ความเร็วรอบเพลาที่ลื่นไถล (RPM)	เกิดการลื่นไถล	
							เพลาขับ	เพลางาน
1	934.38	903.8	30.58	96.727	5.52	1480	✔	
2	934.38	903.7	30.68	96.717	5.87	1484	✔	
3	934.38	901.9	32.48	96.524	5.95	1475	✔	
4	934.38	903	31.38	96.642	5.95	1476	✔	
5	934.38	902.8	31.58	96.620	5.56	1482	✔	
6	934.38	901.9	32.48	96.524	6	1468	✔	
7	934.38	902.1	32.28	96.545	6.12	1473	✔	
8	934.38	901.9	32.48	96.524	6.02	1476	✔	
9	934.38	902.1	32.28	96.545	5.77	1471	✔	
10	934.38	903	31.38	96.642	5.55	1484	✔	

ค่าเฉลี่ยแรงดันไฟฟ้าที่ทำให้เกิดการลื่นไถลระหว่างสายพานกับล้อสายพานกลม ชุดที่ 1

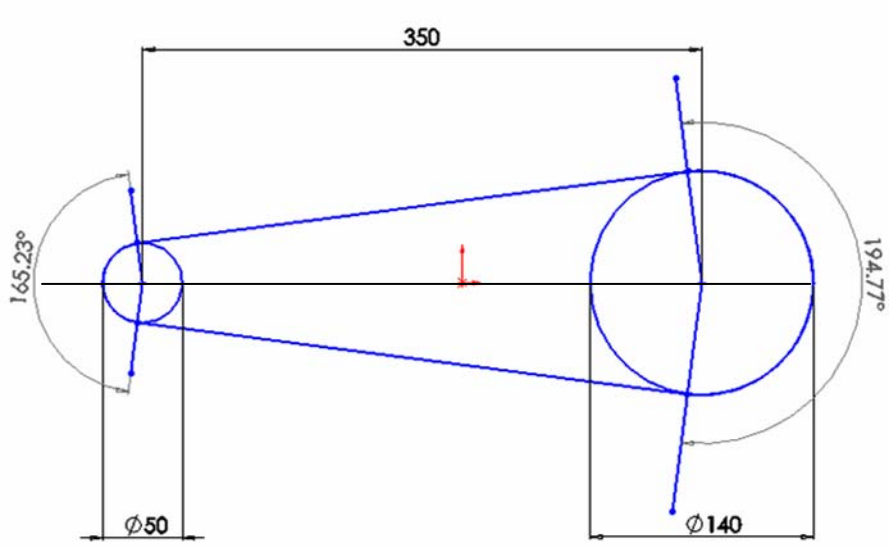
ค่าเฉลี่ย = 5.831 volt

ค่าความเร็วรอบเฉลี่ยขณะเกิดการลื่นไถล

ค่าเฉลี่ย = 1474.1 rpm

ชุดที่ 2

ชื่อเรียก	สัญลักษณ์	คำนวณ (ทฤษฎี)	การวัด (เครื่องมือวัด)
กำลังมอเตอร์ (kW)	P	0.186	-
ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางล้อสายพานเล็ก (mm)	d_1	50	50
ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางล้อสายพานใหญ่ (mm)	D_2	140	140
อัตราทด	i	1.97	-
ความเร็วรอบของมอเตอร์ (rpm)	n_1	1,495	1,494
ความเร็วรอบของเพลางาน (rpm)	n_2	758.18	778.5
ความยาวสายพาน (mm)	L	1,000	1,000
ระยะห่างศูนย์กลางล้อสายพาน (mm)	c	361	350
ความกว้างหน้าตัดของสายพาน (mm)	b	13	13
ความสูงหน้าตัดสายพาน (mm)	h	8	8
มุมโอบของล้อสายพานเล็ก (องศา)	α_1	-	165
มุมโอบของล้อสายพานใหญ่ (องศา)	α_2	-	194



ทดสอบป้อนแรงดันไฟฟ้าเข้าเบรกไฟฟ้าเพื่อดูการลื่นไถลระหว่างสายพานกับล้อสายพานกลม ชุดที่ 2 โดยแรงดันไฟฟ้าที่ป้อนเข้าไป มีค่าตั้งแต่ 0 – 12 โวลต์ ได้ค่าดังนี้

ครั้งที่	ความเร็วรอบเพลางาน (จากคำนวณ) (RPM)	ความเร็วรอบเพลางาน (จากการวัด) (RPM)	ค่าคลาดเคลื่อน (RPM)	ประสิทธิภาพ	แรงดันไฟฟ้าสูงสุดที่เริ่มเกิดการลื่นไถล (Volt)	ความเร็วรอบเพลาที่ลื่นไถล (RPM)	เกิดการลื่นไถล	
							เพลาขับ	เพลางาน
1	533.93	514.8	19.13	96.417	4.72	1480	✔	
2	533.93	515.1	18.83	96.473	5.08	1484	✔	
3	533.93	515.4	18.53	96.530	6.07	1475	✔	
4	533.93	515.5	18.43	96.548	5.74	1476	✔	
5	533.93	515.4	18.53	96.530	6.6	1482	✔	
6	533.93	515.3	18.63	96.511	5.89	1468	✔	
7	533.93	515.7	18.23	96.586	5.8	1473	✔	
8	533.93	515.2	18.73	96.492	6.12	1476	✔	
9	533.93	515.3	18.63	96.511	5.49	1471	✔	
10	533.93	515.3	18.63	96.511	5.67	1484	✔	

ค่าเฉลี่ยแรงดันไฟฟ้าที่ทำให้เกิดการลื่นไถลระหว่างสายพานกับล้อสายพานวี ชุดที่ 2

ค่าเฉลี่ย = 5.718 volt

ค่าความเร็วรอบเฉลี่ยขณะเกิดการลื่นไถล

ค่าเฉลี่ย = 1476.9 rpm

แบบทดสอบ

แบบทดสอบ

เรื่อง การส่งกำลังด้วยสายพาน

คำสั่ง ให้ทำเครื่องหมาย ✕ ลงบนกระดาษคำตอบ โดยเลือกคำตอบที่ถูกที่สุด

1. วัตถุประสงค์หลักในการใช้สายพานคืออะไร ?
   ก. ส่งความเร็ว
   ข. ส่งกำลัง
   ค. ส่งความสั่นสะเทือน
   ง. ทำให้เกิดการสลิป
2. สายพานแบบ ควรมีระยะห่างระหว่างมู่เล่ไม่เกินเท่าใด ?
   ก. 10 m.
   ข. 11 m.
   ค. 12 m.
   ง. 13 m.
3. ระยะห่างระหว่างมู่เล่สายพาน v ไม่ควรเกินเท่าใด ?
   ก. 7 m.
   ข. 6 m.
   ค. 5 m.
   ง. 4 m.
4. ระยะห่างระหว่างมู่เล่สายพานฟันเฟืองไม่ควรเกินเท่าใด ?
   ก. 1 m.
   ข. 2 m.
   ค. 3 m.
   ง. 4 m
5. ข้อดีซึ่งแตกต่างจากสายพานชนิดอื่น ของสายพานฟันเฟืองคืออะไร
   ก. ส่งความเร็วได้สูงขึ้น
   ข. ความเงียบ
   ค. ไม่กระชาก
   ง. ไม่สลิป

6. วัสดุที่นิยมนำมาใช้ทำสายพาน V คือ ?
   ก. เททรอน
   ข. ยางพารา
   ค. ใยหิน
   ง. พลาสติก
7. อัตราทดของสายพาน (i) สามารถหาได้จากสมการ ?
   ก. n_2 / n_1
   ข. D_P / d_P
   ค. $1 / U_t$
   ง. ถูกทุกข้อ
8. มู่เล่ส่วนใหญ่ที่นิยมทำจากวัสดุอะไร ?
   ก. เหล็กเหนียว
   ข. เหล็กหล่อ
   ค. อลูมิเนียมผสม
   ง. สแตนเลส
9. สายพาน V สามารถส่งกำลังได้สูงสุดประมาณกี่กิโลวัตต์ ?
   ก. 100 กิโลวัตต์
   ข. 300 กิโลวัตต์
   ค. 500 กิโลวัตต์
   ง. 700 กิโลวัตต์
10. สายพานที่ออกแบบให้มีการทำงานที่แม่นยำคือ ?
   ก. สายพาน V
   ข. สายพานแบน
   ค. สายพานกลม
   ง. สายพานฟันเฟือง

11. ข้อบกพร่องของงานพานทั่วไปคือ ?
    ก. ส่งกำลังได้สูง
    ข. ส่งความเร็วได้ต่ำ
    ค. มีการสะบัดสูง
    ง. มีการลื่นไถล
12. จากข้อ 11 โดยมีการออกสายพานเพื่อแก้ไขข้อบกพร่อง คือสายพานแบบ ?
    ก. สายพานเชือก
    ข. สายพานกลม
    ค. สายพานแบน
    ง. สายพานฟันเฟือง
13. ความแข็งแรงของล้อสายพานฟันเฟืองต้องมีหมายเลขระบุความแข็งแรงมากกว่าเท่าใด
    ก. 10
    ข. 30
    ค. 50
    ง. 70
14. สายพานที่เหมาะสมกับงานที่อุณหภูมิสูง สภาพกรด ด่าง เปียกชื้น ควรให้สายพานที่ห่างจากวัสดุ
    ก. neoprene
    ข. plyurethane
    ค. plastic
    ง. rubber
15. สายพานชนิดใดที่มีระยะพีอาร์
    ก. สายพานแบน
    ข. สายพานกลม
    ค. สายพานฟันเฟือง
    ง. สายพาน V
16. มุมสัมผัสของสายพาน กับ ล้อสายพานในการคำนวณ คือสัญลักษณ์ตัวใด
    ก. θ
    ข. λ
    ค. δ
    ง. ς

17. ค่า Z ในการคำนวณสายพานฟันเฟือง คือค่าใด
    ก. มุมโอบ
    ข. ระยะพิตช์
    ค. มุมสัมพันธ์
    ง. จำนวนฟันของมู่เล่
18. ค่า W ในการคำนวณ สายพานฟันเฟือง คือค่าใด
    ก. ขนาดวัดสายพาน
    ข. ความกว้างของล้อสายพาน
    ค. มุมสัมผัส
    ง. มุมโอบ
19. สายพานที่ใช้ในงานเฉพาะทางเช่นจักรเย็บผ้าอัตโนมัติท่านคิดว่าเหมาะสมกับการใช้สายพานชนิดใด
    ก. สายพานแบน
    ข. สายพานกลม
    ค. สายพาน V
    ง. สายพานฟันเฟือง
20. สมการที่มีชื่อว่า “Eytelwein’s equation” เป็นสมการหรือค่าใด
    ก. ความสัมพันธ์ความเร็วและกำลัง
    ข. สัมประสิทธิ์ของความเสียดทาน
    ค. งานที่ได้จากล้อขับ
    ง. ค่าความตึงของสายพาน

.

เฉลยแบบทดสอบ

แบบทดสอบ

เรื่อง การส่งกำลังด้วยสายพาน

คำสั่ง ให้ทำเครื่องหมาย ✕ ลงบนกระดาษคำตอบ โดยเลือกคำตอบที่ถูกที่สุด

1. วัตถุประสงค์หลักในการใช้สายพานคืออะไร ?
   ก. ส่งความเร็ว
   ข. ส่งกำลัง
   ค. ส่งความสั่นสะเทือน
   ง. ทำให้เกิดการสลิป
2. สายพานแบบ ควรมีระยะห่างระหว่างมู่เล่ไม่เกินเท่าใด ?
   ก. 10 m.
   ข. 11 m.
   ค. 12 m.
   ง. 13 m.
3. ระยะห่างระหว่างมู่เล่สายพาน V ไม่ควรเกินเท่าใด ?
   ก. 7 m.
   ข. 6 m.
   ค. 5 m.
   ง. 4 m.
4. ระยะห่างระหว่างมู่เล่สายพานฟันเฟืองไม่ควรเกินเท่าใด ?
   ก. 1 m.
   ข. 2 m.
   ค. 3 m.
   ง. 4 m
5. ข้อดีซึ่งแตกต่างจากสายพานชนิดอื่น ของสายพานฟันเฟืองคืออะไร
   ก. ส่งความเร็วได้สูงขึ้น
   ข. ความเงียบ
   ค. ไม่กระชาก
   ง. ไม่สลิป

6. วัสดุที่นิยมนำมาใช้ทำสายพาน V คือ ?

(ก.) เททรอน

ข. ยางพารา

ค. ใยหิน

ง. พลาสติก

7. อัตราทดของสายพาน (i) สามารถหาได้จากสมการ ?

ก. n_2 / n_1

ข. D_P / d_P

ค. $1 / U_t$

(ง.) ถูกทุกข้อ

8. มู่เล่ส่วนใหญ่ที่นิยมทำจากวัสดุอะไร ?

ก. เหล็กเหนียว

(ข.) เหล็กหล่อ

ค. อลูมิเนียมผสม

ง. สแตนเลส

9. สายพาน V สามารถส่งกำลังได้สูงสุดประมาณกี่กิโลวัตต์ ?

ก. 100 กิโลวัตต์

ข. 300 กิโลวัตต์

(ค.) 500 กิโลวัตต์

ง. 700 กิโลวัตต์

10. สายพานที่ออกแบบให้มีการทำงานที่แม่นยำคือ ?

ก. สายพาน V

ข. สายพานแบน

ค. สายพานกลม

(ง.) สายพานฟันเฟือง

11. ข้อบกพร่องของงานพานทั่วไปคือ ?

ก. ส่งกำลังได้สูง

ข. ส่งความเร็วได้ต่ำ

ค. มีการสะบัดสูง

ง. มีการลื่นไถล

12. จากข้อ 11 โดยมีการออกสายพานเพื่อแก้ไขข้อบกพร่อง คือสายพานแบบ ?

ก. สายพานเชือก

ข. สายพานกลม

ค. สายพานแบน

ง. สายพานฟันเฟือง

13. ความแข็งแรงของล้อสายพานฟันเฟืองต้องมีหมายเลขระบุความแข็งแรงมากกว่าเท่าใด

ก. 10 บริเนทขึ้นไป

ข. 30 บริเนทขึ้นไป

ค. 50 บริเนทขึ้นไป

ง. 70 บริเนทขึ้นไป

14. สายพานที่เหมาะสมกับงานที่อุณหภูมิสูง สภาพกรด ด่าง เปียกชื้น ควรให้สายพานที่ห่างจากวัสดุ

จ. neoprene

ฉ. plyurethane

ช. plastic

ซ. rubber

15. สายพานชนิดใดที่มีระยะพีอาร์

ก. สายพานแบน

ข. สายพานกลม

ค. สายพานฟันเฟือง

ง. สายพาน V

16. มุมสัมผัสของสายพาน กับ ล้อสายพานในการคำนวณ คือสัญลักษณ์ตัวใด

ก. θ

ข. λ

ค. δ

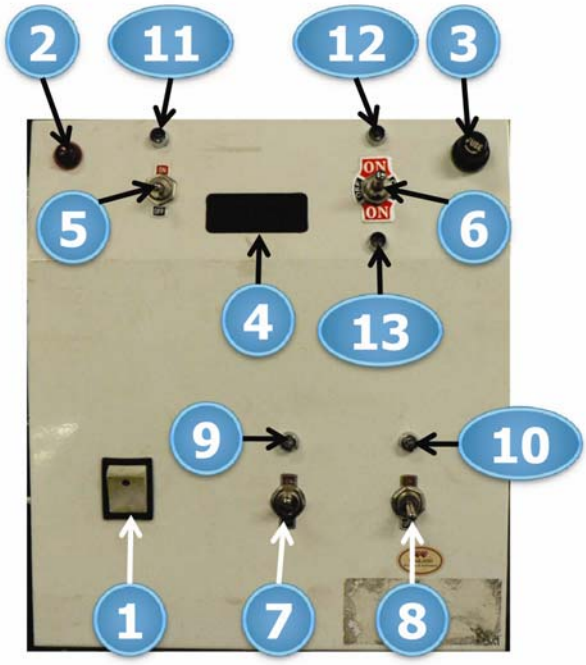
ง. ς

17. ค่า Z ในการคำนวณสายพานฟันเฟือง คือค่าใด
    ก. มุมโอบ
    ข. ระยะพิตช์
    ค. มุมสัมพันธ์
    (ง.) จำนวนฟันของมู่เล่
18. ค่า W ในการคำนวณ สายพานฟันเฟือง คือค่าใด
    ก. ขนาดวัดสายพาน
    (ข.) ความกว้างของล้อสายพาน
    ค. มุมสัมผัส
    ง. มุมโอบ
19. สายพานที่ใช้ในงานเฉพาะทางเช่นจักรเย็บผ้าอัตโนมัติท่านคิดว่าเหมาะสมกับการใช้สายพานชนิดใด
    จ. สายพานแบน
    ฉ. สายพานกลม
    ช. สายพาน V
    (ซ.) สายพานฟันเฟือง
20. สมการที่มีชื่อว่า “Eytelwein’s equation” เป็นสมการหรือค่าใด
    ก. ความสัมพันธ์ความเร็วและกำลัง
    (ข.) สัมประสิทธิ์ของความเสียดทาน
    ค. งานที่ได้จากล้อขับ
    ง. ค่าความตึงของสายพาน

คู่มือการใช้เครื่อง

คู่มือการใช้งาน
ชุดทดลองการส่งกำลังด้วยสายพาน
(Belt Transmission Experiment)

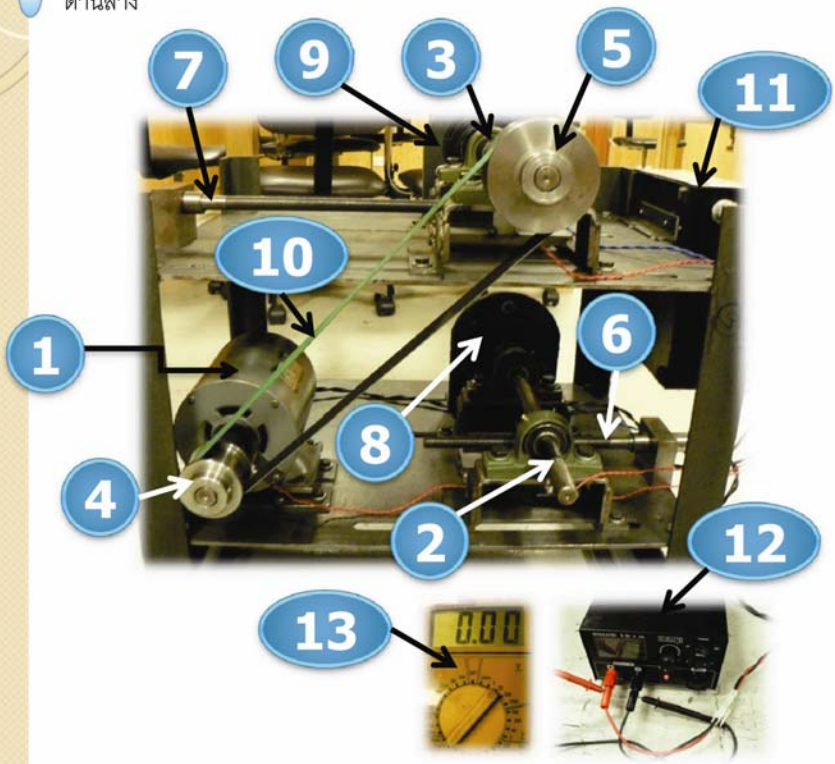
รายละเอียดบนกล่องควบคุม



1. สวิตช์ Start / Stop มอเตอร์
2. ไฟแสดงสถานะเริ่มต้น
3. ฟิวส์
4. จอแสดงผลชุดวัดรอบ
5. สวิตช์ความเร็วรอบมอเตอร์
6. สวิตช์เลือกความเร็วรอบเพลาตามตัวบนและตัวล่าง
7. สวิตช์เบรกไฟฟ้าตัวบน
8. สวิตช์เบรกไฟฟ้าตัวล่าง
9. ไฟแสดงสถานะ on สวิตช์เบรกตัวบน
10. ไฟแสดงสถานะ on สวิตช์เบรกตัวล่าง
11. ไฟแสดงสถานะ on สวิตช์วัดรอบมอเตอร์
12. ไฟแสดงสถานะ on สวิตช์วัดรอบเพลาบน
13. ไฟแสดงสถานะ on สวิตช์วัดรอบเพลาล่าง

คู่มือการใช้งาน
ชุดทดลองการส่งกำลังด้วยสายพาน
(Belt Transmission Experiment)

ชุดทดลองการส่งกำลังด้วยสายพาน ชุดนี้ สร้างขึ้นเพื่อทดสอบพฤติกรรมต่าง ๆ ที่เกิดขึ้นในสายพาน ขณะส่งกำลัง ซึ่งจะมีองค์ประกอบ และชิ้นส่วนหลัก ๆ ดังแสดงในภาพด้านล่าง



1. มอเตอร์ AC
2. เพลาตามตัวล่าง
3. เพลาตามตัวบน
4. มู่เล่ตัวขับ
5. มู่เล่ตัวตาม
6. ชุดปรับความตึงสายพานตัวล่าง
7. ชุดปรับความตึงสายพานตัวบน
8. ชุดเบรกไฟฟ้าตัวล่าง
9. ชุดเบรกไฟฟ้าตัวบน
10. สายพาน
11. ตู้ควบคุม
12. หม้อแปลงไฟฟ้า (Regulator)
13. ดิจิตอลมัลติมิเตอร์

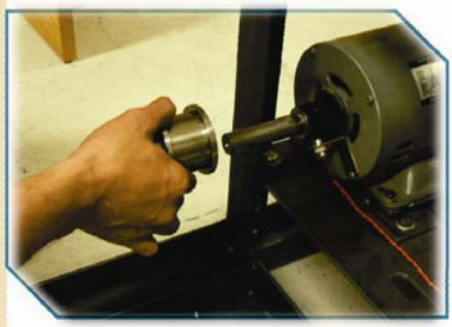
ลำดับขั้นตอนการเตรียมและติดตั้งชุดทดลอง

1

เตรียมอุปกรณ์ และเครื่องมือสำหรับทำการทดลอง

2

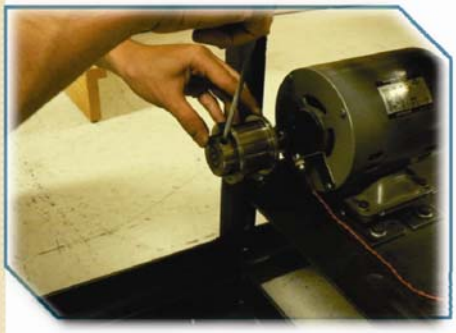
เตรียมคู่มู่เล่สายพานที่จะนำไปทดลอง โดยเลือกตาม ใบงานการทดลองกำหนด



3

นำมู่เล่ตัวขับมาติดตั้งเข้ากับเพลามอเตอร์ โดยหันด้านที่เป็นสกรูออกด้านนอก

ข้อควรระวัง อย่าเปิดสวิตช์ on ของเต้ารับไว้ขณะติดตั้งอุปกรณ์



4

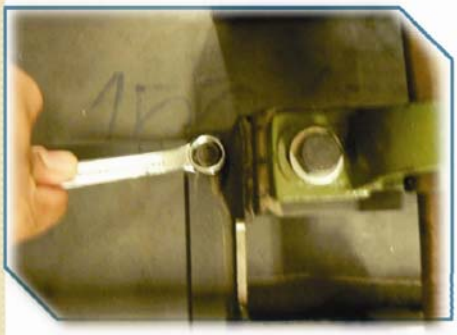
ใช้ประแจแอล ขันยึดตัวมู่เล่กับเพลามอเตอร์ให้แน่น โดยก่อนขันยึดให้ดูตำแหน่งบนมู่เล่ให้สกรูยึดตรงกับตำแหน่งผิวที่ปาดเรียบบนแกนปลายเพลา

5

ติดตั้งมู่เล่ตัวตาม เข้ากับเพลาตามตัวบนหรือตัวล่าง ตามใบงานการทดลองกำหนด แล้วนำสายพานที่จะทดลองตามใบงานมาคล้อง

6

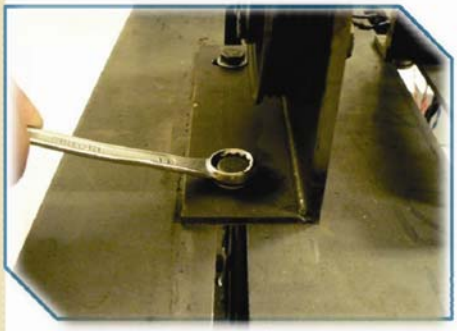
ปรับตั้งความตึงสายพานให้เหมาะสม ตามข้อกำหนดในใบงานการทดลอง โดยหมุนสกรูปรับตั้งเข้าหรือออกตามต้องการ



7

หลังจากได้ความตึงที่เหมาะสม แล้ว ทำการขันสกรูที่ชุดขาตั้ง ทั้งสี่ตัวให้แน่น

ใช้แรงในการขันสกรูพอประมาณ ไม่แน่น หรือหลวมจนเกินไป



8

ขันสกรูยึดที่ชุดขาเบรกไฟฟ้าให้แน่นพอประมาณ ทั้งสองตัว

ใช้แรงในการขันสกรูพอประมาณ ไม่แน่น หรือหลวมจนเกินไป

9

เสียบปลั๊กไฟฟ้าเข้ากับเต้ารับ ที่จัดเตรียมไว้ สำหรับต่อไฟฟ้าจากแหล่งจ่ายภายในอาคาร

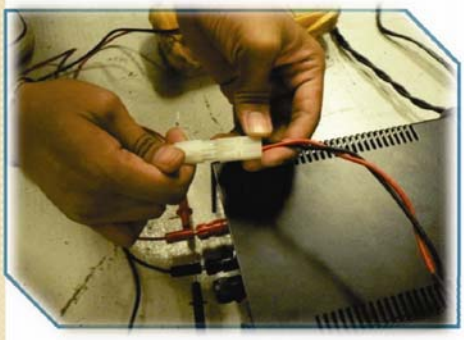
แหล่งจ่ายที่ใช้เป็นกระแสไฟฟ้าแรงดัน 220 volt 50 Hz

10

เปิดสวิตช์เบรกเกอร์ไปที่ตำแหน่ง on ดังภาพ

11

ที่หน้าตู้ควบคุม จะแสดงไฟสถานะพร้อมใช้งาน เป็นไฟหลอดสีแดงติดขึ้น



12

ต่อขั้วสายไฟจากแหล่งจ่ายกระแสตรง (Regulator) เข้าสู่ตู้ควบคุม เพื่อใช้ในการป้อนเบรกไฟฟ้า

13

ต่อเต้าเสียบของชุด (Regulator) เข้ากับเต้ารับภายในห้องทดลอง แล้วเปิดสวิตช์ของ (Regulator) ไปที่ตำแหน่ง on จะสังเกตเห็นไฟแสดงสถานะ on สีแดงติดขึ้น

14

แสดงหน้าปัดของชุด (Regulator) และไฟสถานะสีแดงติดเมื่อ กดปุ่ม power ไปที่ตำแหน่ง on

15

ต่อดิจิตอลมัลติมิเตอร์ ขนานเข้ากับชุด (Regulator) และปรับย่านของมัลติมิเตอร์ไปที่ 20 กิโลโอร์ม

16

กดปุ่มสวิตช์ขับมอเตอร์ไปที่ตำแหน่ง **on** จะสังเกตเห็นไฟแสดงสถานะสีแดงติดขึ้น

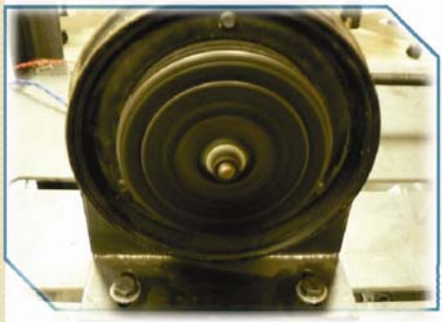
ก่อน ON สวิตช์มอเตอร์ต้องแน่ใจว่าชุดสายพานติดตั้ง จับยึดแน่นหนา และไม่มีสิ่งใดกีดขวางสายพานขับ

17

แสดงหน้าปัดของชุด (Regulator) และไฟสถานะสีแดงติดเมื่อ กดปุ่ม power ไปที่ตำแหน่ง on

18

ต่อดิจิตอลมัลติมิเตอร์ ขนานเข้ากับชุด (Regulator) และปรับย่านของมัลติมิเตอร์ไปที่ 20 กิโลโอห์ม



19

ชุดมู่เล่ขับ และชุดเบรกไฟฟ้าจะหมุนไปด้วยกัน ขณะที่มอเตอร์หมุน

20

หากต้องการดูความเร็วรอบของมอเตอร์ให้ โยกสวิตช์หมายเลข 5 ไปที่ตำแหน่ง on หน้าจอก็จะแสดงรอบมอเตอร์ขณะนั้นขึ้นมา พร้อมไฟแสดงสถานะสีแดง

21

หากต้องการดูความเร็วรอบของเพลาตัวบน โยกสวิตช์หมายเลข 6 ไปที่ตำแหน่ง on หน้าจอก็จะแสดงรอบเพลาตัวบนขณะนั้นขึ้นมา พร้อมไฟแสดงสถานะสีแดง

22

หากต้องการดูรอบที่มีความละเอียดและแม่นยำ อาจใช้อุปกรณ์วัดความเร็วรอบแบบพกพา ช่วยวัดแทนก็ได้ ดังภาพ

23

ความเร็วรอบของมอเตอร์ที่ขณะขับโดยไม่มีโหลดกระทำ โดยใช้อุปกรณ์วัดความเร็วรอบแบบพกพา

24

วัดความเร็วรอบเพลางาน โดยใช้อุปกรณ์วัดความเร็วรอบแบบพกพา

การวัดความเร็วรอบด้วยอุปกรณ์นี้จะให้ค่าที่ละเอียด และมีความแม่นยำยิ่งขึ้น

25

หากต้องการเพิ่มโหลดให้กับเพลางาน ให้โยกสวิตช์หมายเลข 7 (เพลาบน) หรือ 8 (เพลาล่าง) ไปที่ตำแหน่ง ON

26

จากนั้น ค่อย ๆ ปรับค่าแรงดันไฟฟ้าของ regulator ให้ค่อย ๆ เพิ่มขึ้น ซึ่งจะมีผลทำให้เบรกไฟฟ้าจับเพลางานแน่นขึ้นตามลำดับ

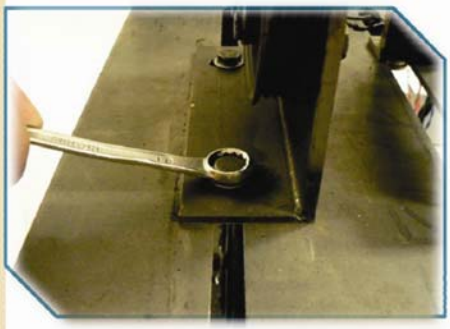
27

แสดงค่าแรงดันไฟฟ้าที่ปรับเพิ่มขึ้นบนจอแสดงผลของมัลติมิเตอร์

การปรับค่าแรงดัน ป้อนให้เบรกไฟฟ้า จะทำให้เพลาขับเกิดความฝืดจนหยุดหมุน ซึ่งมีผลให้มอเตอร์มีกระแสสูงขึ้น จนเกิดความร้อนได้

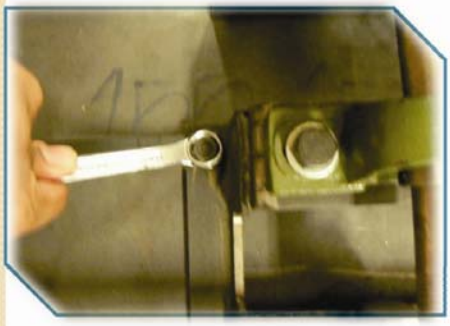
28

วัดความเร็วรอบ เพลาที่เกิดการสลิปขณะ ป้อนแรงดันให้เบรกไฟฟ้าที่เพลางาน



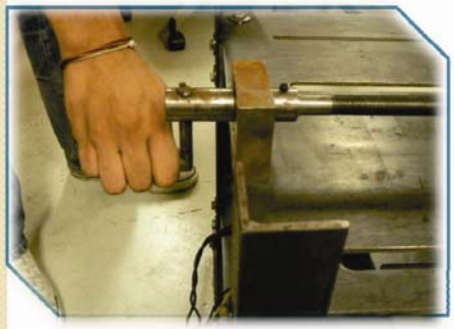
29

เมื่อทำการทดลองเสร็จเรียบร้อย หากต้องการถอด มู่เล่ และสายพานออกจากชุดทดลอง ให้เริ่มคลายสกรูที่ขายึดเบรกไฟฟ้าสองตัวให้พอหลวม



30

จากนั้นคลายสกรูที่ชุดขาตั้งแบริ่งทั้งสี่ตัวให้พอหลวม



31

หมุนชุดปรับตั้งความตึงสายพาน เพื่อคลายสายพานออกจากชุดมู่เล่

32

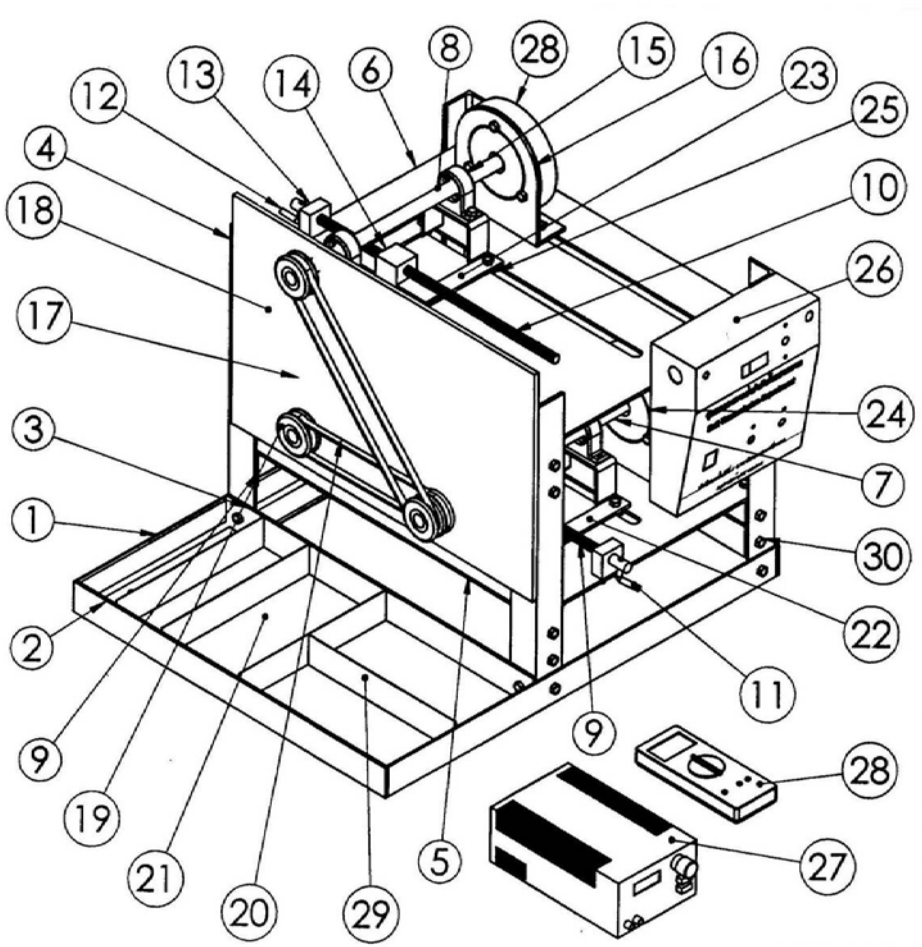
ถอดสายพานออกจากมู่เล่และเก็บเข้าที่ให้เรียบร้อย

33

ถอดมู่เล่ออกจาก เพลามอเตอร์ และเพลาตามโดยใช้ประแจแอล คลายนัตให้หลวมแล้วดึงมู่เล่ออก จากนั้นนำไปเก็บเข้าที่ให้เรียบร้อย

ภาคผนวก ช

แบบชุดทดลองการส่งกำลังด้วยสายพาน



หมายเลข	ชื่อชิ้นส่วน	รายละเอียด	จำนวน
1	เหล็กฐานข้าง		2
2	เหล็กยึดฐานหน้า - หลัง		2
3	เหล็กแผ่นยึดฐานกลาง		1
4	เสาโครงสร้าง		4
5	แผ่นรองล่าง		1
6	แผ่นรองบน		1
7	เพลาขับตัวล่าง		1
8	เพลาขับตัวบน		1
9	สกรูปรับความตึงตัวล่าง		1
10	สกรูปรับความตึงบน		1
11	มือหมุนตัวล่าง		1
12	มือหมุนตัวบน		1
13	ตัวประคองสกรูปรับความตึงตัวนอก		2
14	ตัวประคองสกรูปรับความตึงตัวใน		2
15	ตลับลูกปืนตุ๊กตา		4
16	ขายึดเบรกไฟฟ้า		2
17	มอเตอร์ไฟฟ้า		1
18	แผงกันหน้า		1
19	พูลเล่ย์สายพาน		12
20	สายพานแบบต่าง ๆ		8
21	แผงรองฐานวางพูลเล่ย์		1
22	ชุดบารองลูกปืนตัวล่าง		1
23	ชุดบารองลูกปืนตัวบน		1
24	เบรกไฟฟ้าตัวล่าง		1
25	ปุ่มยึดชุดบารองลูกปืนและเบรกไฟฟ้า		12
26	กล่องคอนโทรล		1
27	หม้อแปลงไฟฟ้าปรับต่าได้ (Regulator)		1
28	ดิจิตอลมัลติมิเตอร์		1
29	แผงกั้นวางชุดพูลเล่ย์		1
30	สกรูจับยึดโครง M8x1.25x10		50

ผู้เขียน	นายสามิตร โกยม		ชื่อชิ้นงาน	ชั้นโฟส
ผู้ตรวจ			สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ	
ผู้ปรับปรุง				
ผู้ออกแบบ	นายสามิตร โกยม			
ชื่อชิ้นงาน	ชุดทดลอง การส่งกำลังด้วยสายพาน		หมายเลขแบบ 001-2550	แก้ไข

ภาคผนวก ซ

ประวัติผู้วิจัย

ประวัติผู้วิจัย

ชื่อ : นายมงคล พัชรวงศ์สิริ

ชื่อวิทยานิพนธ์ : การสร้างและหาประสิทธิภาพชุดทดลองการส่งกำลังด้วยสายพาน

สาขาวิชา : เครื่องกล

ประวัติ

ประวัติส่วนตัว

เกิดวันที่ 19 เมษายน 2519 ภูมิลำเนา 32 ซอย ประชาสงเคราะห์ 6 ดินแดง กรุงเทพมหานคร 10400

ประวัติการศึกษา

ปีพ.ศ. 2539 จบการศึกษาระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพ (ปวช.) สาขาช่างยนต์ จาก สถาบันเทคโนโลยีราชมงคลวิทยาเขตพระนครเหนือ

ปีพ.ศ. 2542 จบการศึกษาระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง (ปวส.) สาขาช่างยนต์ จาก สถาบันเทคโนโลยีราชมงคลวิทยาเขตพระนครเหนือ

ปีพ.ศ. 2544 จบการศึกษาระดับปริญญาตรี ครุศาสตร์อุตสาหกรรมบัณฑิต วิศวกรรมเครื่องกล จากสถาบันเทคโนโลยีราชมงคล (คลองหก)

ประวัติการทำงาน

ปี พ.ศ. 2544 เป็นอาจารย์ประจำโปรแกรมเทคโนโลยีเครื่องกล คณะเทคโนโลยีอุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยราชภัฏกาญจนบุรี ถึงปัจจุบัน