สำหรับนักศึกษา ปวส.
ปริญญาตรี และผู้ที่เกี่ยวข้อง
กับงานด้านไฮดรอลิก

ไฮดรอลิก อุตสาหกรรม

- อุปกรณ์และวาล์วแบบต่างๆ
- การคำนวณและออกแบบวงจร
- วงจรไฮดรอลิกในอุตสาหกรรม
- การปรับสภาพน้ำมันและระบบท่อทาง
- การบำรุงรักษาและแก้ไขปัญหาในระบบ

ขวัญชัย สินทิพย์สมบูรณ์
ปานเพชร ชินินทร

ซีเอ็ด

ไฮดรอลิกอุตสาหกรรม

โดย ขวัญชัย สินทิพย์สมบูรณ์ และปานเพชร ชินินทร

ลงวนลิขสิทธิ์ในประเทศไทยตาม พ.ร.บ. ลิขสิทธิ์ © พ.ศ. 2556 โดย ขวัญชัย สินทิพย์สมบูรณ์ และปานเพชร ชินินทร
ห้ามคัดลอก ลอกเลียน ดัดแปลง ทำซ้ำ จัดพิมพ์ หรือกระทำอื่นใด โดยวิธีการใดๆ ในรูปแบบใดๆ
ไม่ว่าส่วนหนึ่งส่วนใดของหนังสือเล่มนี้ เพื่อเผยแพร่ในสื่อทุกประเภท หรือเพื่อวัตถุประสงค์ใดๆ
นอกจากจะได้รับอนุญาต

ข้อมูลทางบรรณานุกรมของหอสมุดแห่งชาติ

ขวัญชัย สินทิพย์สมบูรณ์.
ไฮดรอลิกอุตสาหกรรม. --กรุงเทพฯ : ซีเอ็ดยูเคชั่น, 2556.
1. วิศวกรรมเครื่องจักรกล. 2. การควบคุมอัตโนมัติ.
I. ปานเพชร ชินินทร, ผู้แต่งร่วม. II. ชื่อเรื่อง
629.8042

ISBN(e-book) : 978-616-08-0984-4

ผลิตและจัดจำหน่ายโดย

บริษัท ซีเอ็ดยูเคชั่น จำกัด (มหาชน)
SE-EDUCATION PUBLIC COMPANY LIMITED

อาคารทีซีไอเอฟ ทาวเวอร์ ชั้น 19 เลขที่ 1858/87-90 ถนนบางนา-ตราด แขวงบางนา
เขตบางนา กรุงเทพฯ 10260 โทรศัพท์ 0-2739-8000

[หากมีคำแนะนำหรือติชม สามารถติดต่อได้ที่ comment@se-ed.com]

คำนำ

ในปัจจุบันอุตสาหกรรมเกือบทุกประเภทนั้น ระบบไฮดรอลิกได้มีบทบาทสำคัญอย่างมาก ดังนั้น หลักสูตรการศึกษาในระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง (ปวส.) ทางด้านช่างเทคนิคและระดับปริญญาตรี จึงได้บรรจุวิชาไฮดรอลิกหรือกำลังงานของไหลเป็นวิชาบังคับสำหรับนักศึกษาที่จะจบออกไปเป็นช่างระดับเทคนิค และวิศวกร ซึ่งแต่ก่อนการศึกษาวิชานี้มีสอนเพียงไม่กี่แห่งและเอกสารที่ใช้อ้างอิงในการสอนยังคงเป็นตำราจากต่างประเทศเสียเป็นส่วนใหญ่ กอปรกับตำราต่างประเทศที่ใช้ศึกษาค้นคว้าเกี่ยวกับระบบไฮดรอลิกมีน้อยและหายากพอสมควร จึงเป็นปัญหาอย่างมากในการอ่านตำราเพื่อศึกษาด้วยตนเอง ผู้เขียนจึงได้เรียบเรียงหนังสือเล่มนี้ขึ้นจากตำราต่างประเทศหลายเล่ม ทั้งที่เป็นตำราเชิงทฤษฎีและตำราที่ใช้เป็นคู่มือในการทำงานและอบรมของบริษัทผู้ผลิตอุปกรณ์ไฮดรอลิก ดังนั้นหนังสือไฮดรอลิกอุตสาหกรรมที่เขียนและเรียบเรียงขึ้นเล่มนี้จึงประกอบด้วย หลักการพื้นฐานของระบบไฮดรอลิก สูตรคำนวณหาค่าต่าง ๆ ในระบบไฮดรอลิก การทำงานของอุปกรณ์และวาล์วควบคุมทุกชนิดซึ่งเป็นโครงสร้างที่ใช้งานจริงในไฮดรอลิกอุตสาหกรรม วิธีการบำรุงรักษา ซ่อมแซมอุปกรณ์ และการแก้ไขปัญหาในวงจรไฮดรอลิก อีกทั้งวงจรไฮดรอลิกที่ใช้ในอุตสาหกรรมและการออกแบบ การเลือกขนาดของอุปกรณ์ที่จะใช้ในระบบไฮดรอลิก ก็สามารถใช้วิธีการคำนวณด้วยสูตรสำเร็จ หรือใช้วิธีเปิดหาค่าจากแผนภูมิซึ่งได้รวบรวมไว้ในภาคผนวก หรือจะเปิดหาค่าจากตารางก็ได้ วิธีต่าง ๆ ทั้งหมด จะช่วยให้ท่านสามารถหาขนาดของอุปกรณ์และวาล์วที่ใช้ในระบบไฮดรอลิกได้อย่างรวดเร็วและถูกต้องตามที่มีจำหน่ายอยู่ในท้องตลาด ทำให้สะดวกกับการใช้เป็นคู่มือในการออกแบบระบบ และควบคุมการทำงานของเครื่องจักรระบบไฮดรอลิกในโรงงานอุตสาหกรรม

หนังสือเล่มนี้จึงเหมาะที่จะใช้เป็นแบบเรียนของนักศึกษาทั้งระดับ ปวส. และระดับปริญญาตรี และยังใช้เป็นคู่มือในการศึกษาค้นคว้าหาความรู้ด้วยตนเองสำหรับบุคคลที่ประกอบอาชีพทางอุตสาหกรรม หรือบุคคลทั่วไปที่สนใจทางด้านไฮดรอลิก

ผู้เขียนหวังเป็นอย่างยิ่งว่า หนังสือเล่มนี้คงจะเป็นประโยชน์ต่อนักศึกษาและผู้ที่ทำงานทางด้านไฮดรอลิก ซึ่งจะได้นำความรู้ที่ได้ไปประยุกต์ในการปฏิบัติงานและเผยแพร่ความรู้ทางด้านนี้ เพื่อเป็น

ประโยชน์ต่อสังคมและวงการด้านอุตสาหกรรมต่าง ๆ ของประเทศให้มีความเจริญทางด้านเทคโนโลยีสืบต่อไป

อนึ่ง ผู้เขียนยินดีน้อมรับคำเสนอแนะและคำติชมต่าง ๆ จากผู้อ่านด้วยความเต็มใจ ถ้าหากผู้อ่านพบข้อผิดพลาดประการใด กรุณาแจ้งให้ผู้เขียนทราบด้วยเพื่อจะได้นำมาแก้ไขปรับปรุงในโอกาสต่อไป

ขวัญชัย สินทิพย์สมบูรณ์
ปานเพชร ชินินทร

SE-ED

สารบัญ

บทที่ 1 บทนำ 9

1.1 ระบบนิวแมติก 10

1.2 ระบบไฮดรอลิก 11

1.3 การใช้งานระบบไฮดรอลิก 12

แบบฝึกหัด 21

บทที่ 2 หลักการพื้นฐานของระบบไฮดรอลิก 25

2.1 แรง น้ำหนัก และมวล 25

2.2 ความดัน 28

2.3 กฎของปาสคาล 34

2.4 การส่งผ่านกำลังงานไฮดรอลิก 37

2.5 ความดันบรรยากาศ 40

2.6 การวัดค่าความดันในระบบไฮดรอลิก 42

2.7 เกจวัดความดันเกจ 42

2.8 การวัดความดันสุญญากาศ 42

2.9 ความดันบรรยากาศกับการดูดน้ำมันของปั๊ม 44

2.10 ความดันเนื่องจากน้ำหนักหรือความสูงของน้ำมันกับการดูดน้ำมัน 45

2.11 ความดันกับการไหลของน้ำมันในท่อทาง 46

2.12 การไหลแบบราบเรียบและแบบปั่นป่วน 50

2.13 ความดันลดเนื่องจากความเสียดทานภายในท่อ 52

2.14 ความดันลดเนื่องจากการไหลผ่านทางไหลที่เล็กและแคบ 53

2.15 สมการแห่งการไหลอย่างต่อเนื่อง 55

2.16 หลักการของเบอร์นูลี่ 56

SE-ED

2.17 กฎของเฮเกน-พอยเซลเล 60
2.18 เรย์โนลด์นัมเบอร์ 61
2.19 สมการของดาร์ซี-ไวส์บัช 61
2.20 อัตราการไหลและความเร็วของของเหลวในท่อทาง 65
2.21 อัตราการไหลและความเร็วของน้ำมันไฮดรอลิกในท่อทาง กับการเลือกใช้ขนาดท่อ ท่อต่อ และสายไฮดรอลิก 67
2.22 ความเร็วของอุปกรณ์การทำงาน 69
2.23 อัตราจ่ายน้ำมันของปั๊มไฮดรอลิก 71
2.24 อัตราป้อนน้ำมันแก่กระบอกสูบ 72
2.25 อัตราป้อนน้ำมันแก่มอเตอร์ไฮดรอลิก 72
2.26 งานและกำลังงาน 76
2.27 กำลังงานสูญเสียในวงจรไฮดรอลิก 82
2.28 ความร้อนที่เกิดขึ้นในวงจรไฮดรอลิก 83
2.29 ประสิทธิภาพ 83
2.30 ข้อได้เปรียบของระบบไฮดรอลิก 86
2.31 สัญลักษณ์ต่าง ๆ 87
แบบฝึกหัด 101

บทที่ 3 น้ำมันไฮดรอลิก 103
3.1 หน้าที่ของน้ำมันไฮดรอลิก 103
3.2 คุณภาพที่ต้องการในน้ำมันไฮดรอลิก 105
3.3 คุณสมบัติทางกายภาพของน้ำมันไฮดรอลิก 106
3.4 คุณสมบัติทางเคมีของน้ำมันไฮดรอลิก 118
3.5 วิธีป้องกันการเกิดสนิมในน้ำมันไฮดรอลิก 119
3.6 น้ำมันไฮดรอลิกชนิดต่าง ๆ 120
3.7 การบำรุงรักษาน้ำมันไฮดรอลิก 127
3.8 ข้อจำกัดในการใช้น้ำมันไฮดรอลิก 127
แบบฝึกหัด 132

บทที่ 4 ถังพักและการปรับสภาพของน้ำมัน 135
4.1 ถังพักน้ำมันไฮดรอลิก 135
4.2 การปรับสภาพของน้ำมัน 142
แบบฝึกหัด 166

บทที่ 5 ท่อทางและซีลในระบบไฮดรอลิก 170
5.1 ท่อทาง 170
5.2 แป๊บ 171

5.3 ท่อ 178
5.4 สายไฮดรอลิก 196
5.5 การเลือกชนิดและขนาดท่อไฮดรอลิก 200
5.6 การรั่วซึมในระบบไฮดรอลิก 214
5.7 การซีล 215
5.8 การป้องกันการรั่วในระบบ 221
แบบฝึกหัด 222

บทที่ 6 ปั๊มไฮดรอลิก 225
6.1 หน้าที่ของปั๊มไฮดรอลิก 225
6.2 ประเภทของปั๊ม 225
6.3 สัญลักษณ์ที่ใช้เขียนแทนปั๊มไฮดรอลิก 228
6.4 การกำหนดขีดความสามารถและการเลือกชนิดของปั๊ม 228
6.5 ชนิดของปั๊มไฮดรอลิก 231
6.6 การลดโหลดการทำงานของปั๊มไฮดรอลิก 253
6.7 การติดตั้งปั๊มไฮดรอลิก 254
6.8 ทิศทางการหมุนของปั๊ม 258
6.9 ฟองอากาศภายในปั๊ม 260
6.10 สภาพท่อดูดน้ำมันของปั๊มไฮดรอลิก 261
แบบฝึกหัด 263

บทที่ 7 อุปกรณ์การทำงานในระบบไฮดรอลิก 266
7.1 กระบอกสูบไฮดรอลิก 266
7.2 มอเตอร์ไฮดรอลิก 307
แบบฝึกหัด 344

บทที่ 8 วาล์วควบคุมระบบไฮดรอลิก 347
8.1 สัญลักษณ์วาล์ว 347
8.2 ขนาดของวาล์วควบคุม 352
8.3 วาล์วควบคุมทิศทาง 353
8.4 วาล์วควบคุมความดัน 397
8.5 การควบคุมการไหล 439
แบบฝึกหัด 455

บทที่ 9 วงจรไฮดรอลิกในอุตสาหกรรม 460
9.1 วงจรลดโหลด 460
9.2 วงจรระบายน้ำมันอัตโนมัติที่จังหวะเลื่อนกลับสุด 463
9.3 วงจรควบคุมการบรรจุน้ำมันให้แก่ถังสะสมพลังงาน 465

9.4 วงจรให้ความปลอดภัยจากถังสะสมพลังงาน 467
9.5 วงจรควบคุมการจับยึดชิ้นงาน 469
9.6 วงจรลดแรงอัด 473
9.7 วงจรเติมน้ำมันให้กระบอกสูบขนาดใหญ่ 475
9.8 วงจรล็อคกระบอกสูบ 475
9.9 วงจรคุมถ่วงน้ำหนักหรือกันตก 476
9.10 วงจรเบรก 478
9.11 วงจรเพิ่มความดัน 479
9.12 วงจรเพิ่มความเร็ว 486
9.13 วงจรควบคุมความเร็ว 492
9.14 วงจรควบคุมความเร็วป้อนชิ้นงาน 499
9.15 วงจรเครื่องจับยึดและเจาะชิ้นงาน 503
9.16 วงจรเครื่องอัดไฮดรอลิก 504
9.17 วงจรเครื่องอัดไฮดรอลิกชนิดเลื่อนอัดเร็วขนาด 180 ตัน 507
9.18 วงจรเครื่องฉีดพลาสติก 510
9.19 การเกิดความร้อนและการสูญเสียพลังงานในระบบไฮดรอลิก 512
9.20 การเพิ่มขึ้นของอุณหภูมิในระบบ 518
9.21 การคำนวณและการเปิดแผนภูมิเพื่อหาค่าต่าง ๆ ในระบบไฮดรอลิก 521
9.22 การออกแบบระบบไฮดรอลิก 527
9.23 วิธีบำรุงรักษาและแก้ไขปัญหาในระบบไฮดรอลิก 541
แบบฝึกหัด 555

ภาคผนวก 557

ก. การเปลี่ยนหน่วย 557
ข. สูตรหาค่าต่าง ๆ ทางกล 561
ค. สูตรหาค่าต่าง ๆ ทางไฮดรอลิก 565
ง. แผนภูมิหาค่าต่าง ๆ ในระบบไฮดรอลิก 570
จ. ตัวอย่างแคตาล็อกอุปกรณ์ไฮดรอลิก 597

บรรณานุกรม 607

1
บทนำ

ถ้ากล่าวถึงเรื่อง "กำลังของไหล" หลายท่านอาจสงสัยว่าคืออะไรกัน แต่เมื่อกล่าวถึง "นิวแมติก" หรือ "ไฮดรอลิก" แล้วท่านคงรู้จักเป็นอย่างดี เพราะมีบทบาทในงานวิศวกรรมแขนงต่าง ๆ มากมาย ไม่ว่าจะเป็นอุปกรณ์ขนาดเล็ก ๆ ไปจนถึงอุปกรณ์ขนาดใหญ่ ๆ ในเครื่องจักรกลอุตสาหกรรม

มนุษย์เริ่มรู้จักกับกำลังของไหลนับตั้งแต่มนุษย์ได้รู้วิธีนำกำลังงานจากธรรมชาติมาใช้ให้เกิดประโยชน์คือ นำน้ำและลมมาใช้ เช่น ใช้น้ำหมุนระหัดวิดน้ำ และใช้ลมหมุนกังหันลม

ในสมัยก่อนมนุษย์นำน้ำและลมมาเปลี่ยนพลังงานธรรมชาติให้เป็นพลังงานกล แต่ความดันที่ได้ยังต่ำและใช้ปริมาณมาก ถ้าปริมาณของน้ำและลมไม่มากพอจะไม่สามารถหมุนระหัดวิดน้ำหรือกังหันลมได้ จากสาเหตุดังกล่าวจึงจำเป็นจะต้องรอให้น้ำและลมมีปริมาณมากพอเสียก่อนโดยที่ไม่สามารถกักเก็บไว้ใช้ตลอดเวลาได้ มนุษย์จึงคิดค้นหาวิธีเอาชนะธรรมชาติ นับตั้งแต่เริ่มสร้างฝาย ทำนบ ตลอดจนถึงเขื่อน เพื่อกักเก็บน้ำและนำกำลังงานของของไหลไปใช้ในงานชลประทานหรือนำไปหมุนเครื่องกำเนิดไฟฟ้าพลังน้ำ ส่วนลมนั้นยังไม่สามารถกักเก็บลมธรรมชาติได้อย่างน้ำ จึงพัฒนาอุปกรณ์ต่อไปจนสามารถประดิษฐ์ปั๊มลม (air compressor) และปั๊มน้ำ ซึ่งเป็นวิธีที่มนุษย์สามารถเอาชนะธรรมชาติได้

ก้าวแรกของเทคโนโลยีกำลังของไหลได้เริ่มขึ้นมาแล้วกว่า 300 ปี โดยเริ่มในปี พ.ศ. 2193 เมื่อปาสคาล (Pascal) ค้นพบว่า*แรงดันที่ให้กับของไหล*ซึ่งบรรจุอยู่ภายในภาชนะปิด จะไปปรากฏและกระทำในทุกทิศทางต่อพื้นผิวภาชนะในทิศทางตั้งฉาก ต่อมาเบอร์นูลี่ (Bernuolli) ได้พัฒนากฎเกณฑ์ของปาสคาลไปใช้เกี่ยวกับการไหลของของไหล และมีผู้ประกอบกิจการอุตสาหกรรมเห็นประโยชน์ของการนำเอากำลังของไหลไปใช้กับเครื่องจักรกลในงานอุตสาหกรรม ในปี พ.ศ. 2393 เกิดการปฏิวัติอุตสาหกรรมขึ้นในประเทศอังกฤษ ได้มีการนำเอาพลังงานของไหลมาใช้แทนระบบกลไกและระบบไฟฟ้า เช่น เครื่องอัด เครื่องขุด เครน และกว้าน เป็นต้น

ในต้นศตวรรษที่ 19 ระบบกำลังงานของไหลกลับได้รับความนิยมน้อยลงเพราะอุปกรณ์ต่าง ๆ ที่ยังไม่ได้พัฒนาให้ดี ดังนั้นระบบไฟฟ้าจึงถูกนำกลับมาใช้แทนที่แต่ยังมีข้อบกพร่องในการส่งกำลังงานบางประเภท บรรดาวิศวกรจึงมีความเห็นว่าควรนำระบบกำลังของไหลมาพัฒนาเพื่อแก้ปัญหาดังกล่าว ฉะนั้นในช่วงศตวรรษที่ 20 นับเป็นช่วงที่มีการพัฒนาและนำเอากำลังงานของไหลมาใช้กันมากที่สุด

กำลังงานของไหลที่นำมาใช้ ในปัจจุบันมีอยู่ 2 ระบบ คือ

1. ระบบนิวแมติก (pneumatic)
2. ระบบไฮดรอลิก (hydraulics)

1.1 ระบบนิวแมติก

คำว่า pneumatic เป็นคำที่มาจากภาษากรีกโบราณคือ pneuma มีความหมายว่า "ก๊าซที่มองไม่เห็น" ในสมัยนั้นรู้จักนิวแมติกเพียงหมายถึงการไหลของอากาศเท่านั้น แต่ในปัจจุบันนิวแมติกหมายถึงระบบที่ใช้อากาศอัดส่งไปตามท่อลมเพื่อเป็นตัวกลางการถ่ายทอดกำลังของไหลให้เป็นกำลังงานกล เช่น การทำให้กระบอกสูบลมหรือมอเตอร์ลมทำงาน ตัวอย่างงานเช่น งานบรรจุหีบห่อสินค้า งานขนถ่ายวัสดุ เครื่องมือลมทุกชนิด และการจับ ยึด เจาะ อัดปั๊ม ขึ้นรูปในงานอุตสาหกรรมต่าง ๆ ระบบนิวแมติกจะต้องมีอุปกรณ์พื้นฐานในการทำงานดังนี้

1. อุปกรณ์ต้นกำลังนิวแมติก (power unit)
2. อุปกรณ์ปรับปรุงคุณภาพลมอัด (treatment component)
3. อุปกรณ์ควบคุมการทำงาน (controlling component)
4. อุปกรณ์การทำงาน (actuator or working component)
5. อุปกรณ์ในระบบท่อทาง (piping system)

รูปที่ 1.1 อุปกรณ์พื้นฐานในการทำงานของระบบนิวแมติก

1.1.1 อุปกรณ์ต้นกำลังนิวแมติก ทำหน้าที่สร้างลมอัดที่มีคุณภาพเพื่อใช้ในงานในระบบนิวแมติก ประกอบด้วย

1. **อุปกรณ์ขับ** (driving unit) ทำหน้าที่ขับเครื่องอัดอากาศ ได้แก่ เครื่องยนต์หรือมอเตอร์ไฟฟ้า แต่ในงานอุตสาหกรรมนิยมใช้มอเตอร์ไฟฟ้าเป็นอุปกรณ์ขับเนื่องจากความเร็วรอบคงที่

2. **เครื่องอัดอากาศ** (air compressor) ทำหน้าที่อัดอากาศที่ความดันบรรยากาศ ให้มีความดันสูงกว่าบรรยากาศปกติ

3. **เครื่องกรองอากาศขาเข้า** (intake filter) ทำหน้าที่กรองอากาศก่อนที่จะนำไปเข้าเครื่องอัดอากาศ เพื่อให้อากาศที่จะอัดปราศจากฝุ่นละออง เพราะถ้าอากาศที่อัดมีฝุ่นละอองจะทำให้เกิดความเสียหายแก่เครื่องอัดอากาศและจะทำให้ระบบมีประสิทธิภาพต่ำ

4. **เครื่องหล่อเย็น** (after cooler) ทำหน้าที่หล่อเย็นอากาศอัดให้เย็นตัวลง

5. **เครื่องแยกน้ำมันและความชื้น** (seperator) อุปกรณ์นี้จะช่วยแยกเอาความชื้นและละอองน้ำมันที่แฝงมากับอากาศ ก่อนที่อากาศอัดจะถูกอัดเก็บลงในถังเก็บลม

6. **ถังเก็บลมอัด** (air receiver) เป็นอุปกรณ์ใช้เก็บอากาศอัดที่ได้จากเครื่องอัดอากาศและจ่ายอากาศอัดคงที่สม่ำเสมอให้แก่ระบบนิวแมติก ถังเก็บลมอัดจะต้องมีลิ้นระบายความดัน (pressure relief valve) เพื่อระบายความดันที่เกินสู่บรรยากาศ เป็นการป้องกันอันตรายที่จะเกิดขึ้นเมื่อความดันสูงกว่าปกติ ส่วนสวิทช์ควบคุมความดัน (pressure switch) ใช้ควบคุมการเปิด - ปิดการทำงานของมอเตอร์ไฟฟ้าที่ขับเครื่องอัดลมเมื่อความดันของอากาศอัดถึงค่าที่ตั้งไว้

1.1.2 อุปกรณ์ควบคุมคุณภาพลมอัด ทำให้อากาศอัดปราศจากฝุ่นละออง คราบน้ำมันและน้ำก่อนที่จะไปใช้ในระบบนิวแมติก ประกอบด้วยกรองลมอัด (air filter) วาล์วปรับความดันพร้อมเกจ (pressure regulator) อุปกรณ์ผสมละอองน้ำมันหล่อลื่น (lubricator oiler)

1.1.3 อุปกรณ์ควบคุมการทำงาน หมายถึงลิ้นควบคุมชนิดต่าง ๆ ในระบบนิวแมติก ซึ่งทำหน้าที่ควบคุมการเริ่มและหยุดการทำงานของวงจร ควบคุมทิศทางการไหลของลมอัด ควบคุมอัตราการไหลของลมอัดและควบคุมความดัน

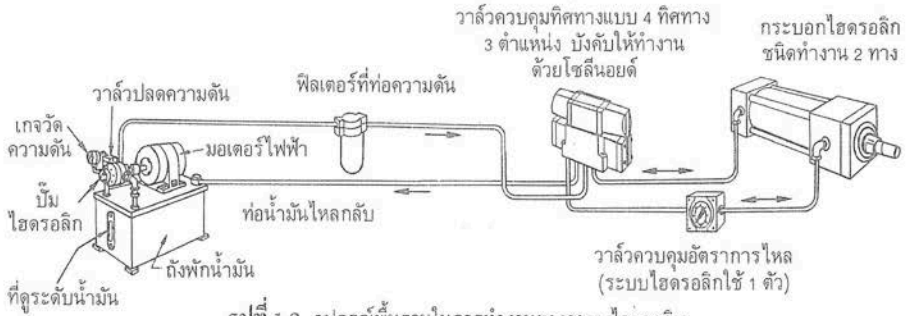
1.1.4 อุปกรณ์การทำงาน ทำหน้าที่เปลี่ยนกำลังงานของไหลให้เป็นกำลังกล เช่น กระบอกสูบลมชนิดต่าง ๆ และมอเตอร์ลม

1.1.5 อุปกรณ์ในระบบท่อทาง ใช้เป็นท่อทางไหลของลมอัดในระบบนิวแมติก ระบบท่อนี้รวมถึงท่อส่งลมอัดและข้อต่อชนิดต่าง ๆ ด้วย

1.2 ระบบไฮดรอลิก

คำว่า hydraulic มาจากคำในภาษากรีก 2 คำ คือ hydro หมายถึงน้ำ และ aulis ซึ่งหมายถึงท่อ (pipe) เดิมคำว่า hydraulic จึงหมายถึงเฉพาะการไหลของน้ำในท่อเท่านั้น แต่ปัจจุบันคำนี้หมายถึงการไหลของของเหลวทุกชนิดที่ใช้ในระบบเพื่อเป็นตัวกลางการถ่ายทอดกำลังงานในการเปลี่ยนแปลงกำลังงานของไหลให้เป็นกำลังงานกล คือ ทำให้กระบอกสูบไฮดรอลิกและมอเตอร์ไฮดรอลิกทำงาน ตัวอย่างงาน เช่น ระบบเบรกในรถยนต์ แม่แรงไฮดรอลิก เครื่องอัด เกียร์อัตโนมัติ เครน กว้าน รถแทรกเตอร์ และเครื่องจักรในโรงงานอุตสาหกรรมต่าง ๆ ระบบไฮดรอลิกจะต้องมีอุปกรณ์พื้นฐานในการทำงานดังนี้

1. อุปกรณ์ต้นกำลังไฮดรอลิก (primary component)
2. อุปกรณ์เก็บและปรับปรุงคุณภาพน้ำมันไฮดรอลิก (storage and treatment component)
3. อุปกรณ์สร้างการไหล (transferring component)
4. อุปกรณ์ควบคุมการทำงาน (controlling component)
5. อุปกรณ์การทำงาน (actuator or working component)
6. อุปกรณ์ในระบบท่อทาง (piping system)



รูปที่ 1.2 อุปกรณ์พื้นฐานในการทำงานของระบบไฮดรอลิก

1.2.1 อุปกรณ์ต้นกำลังไฮดรอลิก ทำหน้าที่เป็นต้นกำลังในการขับเคลื่อนปั๊มน้ำมันไฮดรอลิก เพื่อส่งจ่ายให้แก่ระบบไฮดรอลิก ประกอบด้วยเครื่องยนต์หรือมอเตอร์ไฟฟ้า

1.2.2 อุปกรณ์เก็บและปรับปรุงคุณภาพน้ำมันไฮดรอลิก ทำหน้าที่เป็นที่พักของน้ำมัน ขจัดสิ่งสกปรก ขจัดฟองอากาศ และระบายความร้อนของน้ำมันไฮดรอลิก ประกอบด้วยถังพักน้ำมันไฮดรอลิก ไส้กรองน้ำมันไฮดรอลิก และอุปกรณ์ประกอบอื่น ๆ ที่ใช้กับถังพักน้ำมัน

1.2.3 อุปกรณ์สร้างการไหล ทำหน้าที่สร้างอัตราการไหล ประกอบด้วยปั๊มไฮดรอลิกชนิดต่าง ๆ

1.2.4 อุปกรณ์ควบคุมการทำงาน หมายถึงวาล์วควบคุมชนิดต่าง ๆ ในระบบไฮดรอลิก เช่น วาล์วควบคุมทิศทางการไหลใช้ควบคุมทิศทางการเคลื่อนที่ของก้านสูบ วาล์วควบคุมอัตราการไหลใช้จำกัดปริมาณน้ำมันที่เข้าลูกสูบเพื่อควบคุมความเร็วของก้านสูบ วาล์วควบคุมความดันใช้ควบคุมความดันในระบบ

1.2.5 อุปกรณ์การทำงาน ทำหน้าที่เปลี่ยนกำลังงานของไหลให้เป็นกำลังงานกล เช่น กระบอกสูบไฮดรอลิกหรือมอเตอร์ไฮดรอลิก

1.2.6 อุปกรณ์ในระบบท่อทาง ทำหน้าที่เป็นท่อทางการไหลของน้ำมันไฮดรอลิกในระบบ ประกอบด้วยแป๊ป (pipe) ท่อ (tube) สายน้ำมันไฮดรอลิก (hoses) ข้องอ (bendling) และข้อต่อชนิดต่าง ๆ (fittings)

เนื่องจากอุปกรณ์ในระบบไฮดรอลิกแต่ละอย่างมีความสำคัญด้วยกันทั้งสิ้น จึงจะแยกกล่าวให้ละเอียดต่อไปทีละส่วน เพื่อความเข้าใจอย่างถ่องแท้เกี่ยวกับระบบไฮดรอลิก

1.3 การใช้งานระบบไฮดรอลิก

ขอบข่ายงานต่าง ๆ ที่นำเอาระบบไฮดรอลิกไปใช้งานนั้น แบ่งออกได้เป็น 5 ส่วนคือ

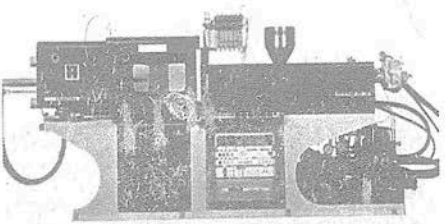
1. ระบบไฮดรอลิกในโรงงานอุตสาหกรรม (industrial hydraulics)
2. ระบบไฮดรอลิกในอุตสาหกรรมเหล็กกล้า งานวิศวกรรมโยธา และสถานีกำเนิดไฟฟ้า (hy-

draulics in steelworks, civil engineering and generating stations)

3. ระบบไฮดรอลิกในยานยนต์อุตสาหกรรม (mobile machinery hydraulics)
4. ระบบไฮดรอลิกในเรือเดินทะเล (hydraulics for marine applications)
5. ระบบไฮดรอลิกในงานเทคนิคเฉพาะอย่าง (hydraulics in special technical applications)

1.3.1 ระบบไฮดรอลิกในโรงงานอุตสาหกรรม ในงานอุตสาหกรรมได้มีการนำระบบไฮดรอลิกไปใช้ในเครื่องมือต่าง ๆ ตัวอย่างเช่น เครื่องฉีดพลาสติก เครื่องฉีดอะลูมิเนียม แท่นอัดชิ้นงาน เครื่องป้อนและตัดชิ้นงาน เครื่องพับและเครื่องตัดชิ้นงาน เครื่องประกอบขึ้นรูปชิ้นงาน เครื่องจักรขนาดใหญ่ เครื่องกลึงและเจียระไน

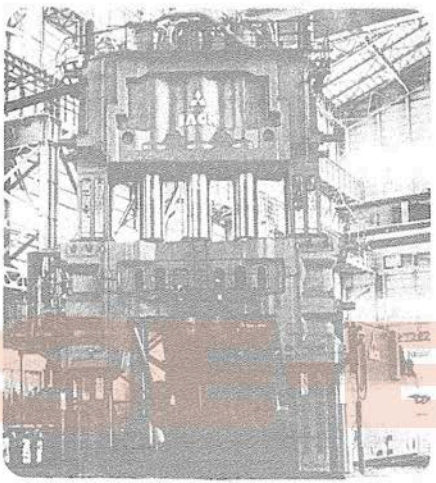
รูปที่ 1.3 เครื่องฉีดพลาสติก



รูปที่ 1.4 เครื่องฉีดพลาสติกขนาดใหญ่

ในรูปที่ 1.3 เป็นเครื่องฉีดพลาสติกซึ่งมีการส่งผ่านกำลังด้วยระบบไฮดรอลิกเพื่อใช้ในการเลื่อนแผ่นจาน เข้าแบบ จับยึดชิ้นงาน เปิดและนำชิ้นงานออกจากแบบพิมพ์ หรือการปรับแรงอัดและความเร็ว รูปที่ 1.4 เป็นเครื่องฉีดพลาสติกอีกแบบหนึ่งซึ่งต้องใช้แรงอัดประมาณ 20-280 ตัน ขึ้นอยู่กับขนาดของเครื่อง เครื่องฉีดแบบนี้ใช้ในงานทำถ้วยพลาสติกไปจนถึงงานทำเฟือง

รูปที่ 1.5 เป็นแท่นอัดที่ใช้แรง 120 mN (1200 Mp) ทำงานด้วยระบบไฮดรอลิกซึ่งสามารถป้องกันอันตรายที่จะเกิดกับคนและเครื่องจักรได้ ถึงแม้จะใช้งานหนักเต็มที่ อุปกรณ์ไฮดรอลิกที่ใช้กับเครื่องจักรขนาดนี้ได้แก่ ปั๊มและวาล์วควบคุม ซึ่งสามารถติดตั้งได้โดยใช้เนื้อที่เพียงเล็กน้อย

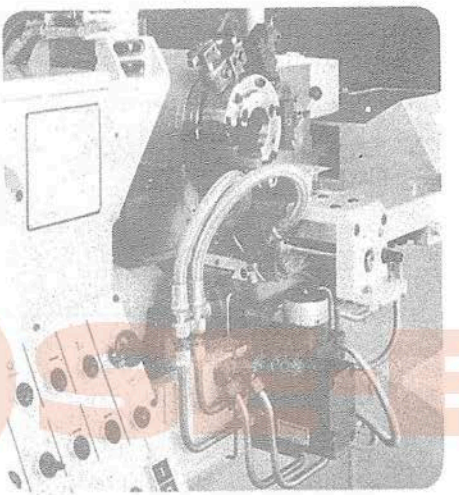


รูปที่ 1.5 แท่นอัดไฮดรอลิก

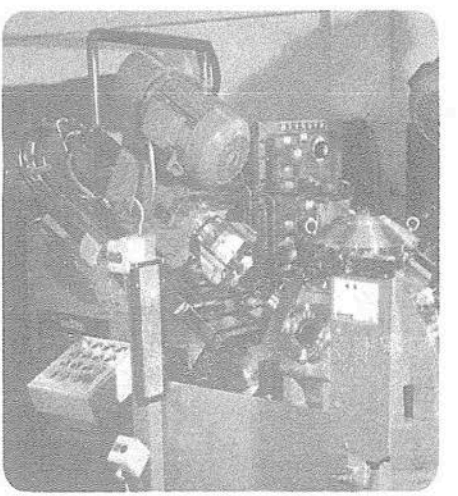
รูปที่ 1.6 เครื่องอัดยุบรถยนต์เก่า

รูปที่ 1.6 เป็นเครื่องอัดที่ใช้อัดชิ้นส่วนของรถยนต์เก่าให้ยุบเป็นชิ้นเดียวกัน เครื่องจักรชนิดนี้ทำงานด้วยระบบไฮดรอลิก ประกอบด้วยการทำงาน 3 ขั้นตอนคือ การยกชิ้นส่วนและตัด จากนั้นก็จะเป็นการอัดด้วยแรงดันในแนวตั้ง และขั้นตอนสุดท้ายคือ การอัดด้วยแรงดันในแนวขวาง แล้วส่งชิ้นส่วนที่ยุบเป็นเศษโลหะไปยังสายพานลำเลียงต่อไป

รูปที่ 1.7 เป็นเครื่องกลึงแบบอัตโนมัติ อุปกรณ์ไฮดรอลิกที่ใช้ในเครื่องนี้ทำให้การควบคุมการทำงานเป็นไปได้ง่ายและประหยัด ถึงแม้จะใช้งานในระบบที่ซับซ้อนก็ตาม ยิ่งกว่านั้นระบบไฮดรอลิกยังช่วยควบคุมอุปกรณ์ต่าง ๆ ในเครื่องจักรนี้ให้ทำงานประสานกันได้อย่างมีประสิทธิภาพ



รูปที่ 1.7 เครื่องกลึงแบบอัตโนมัติ

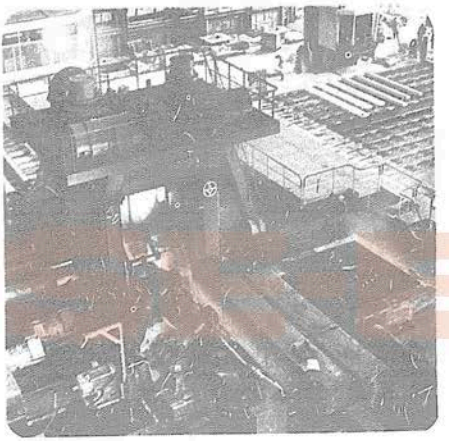


รูปที่ 1.8 เครื่องเจียระไน

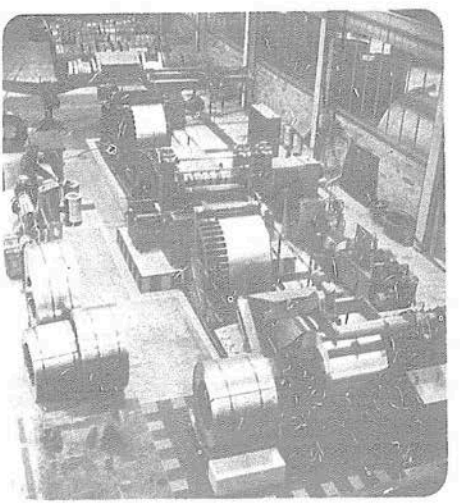
รูปที่ 1.8 เป็นเครื่องเจียระไนชิ้นงาน มีตำแหน่งให้เลือกทำงาน 4 ตำแหน่งและหมุนได้ 2 ทิศทาง ซึ่งใช้ในการเจียรเฟือง อุปกรณ์ 2 ตัวในเครื่องนี้ทำงานด้วยระบบไฮดรอลิกคือ ตัวจับยึดชิ้นงานและแท่นหมุนทำงานด้วยระบบไฮดรอลิก

1.3.2 ระบบไฮดรอลิกในอุตสาหกรรมเหล็กกล้า ในปัจจุบันงานอุตสาหกรรมเหล็กกล้าส่วนใหญ่จะต้องมีการใช้งานอุปกรณ์ไฮดรอลิก ตัวอย่างเช่น ใช้กับแท่นเลื่อน แขนโยน ฐานป้อนและส่งเครื่องปรับขนาดลูกกลิ้ง อุปกรณ์แยกและส่ง อุปกรณ์ควบคุมท่อหล่อเย็น เป็นต้น

ในรูปที่ 1.9 เป็นโรงงานถลุงเหล็กซึ่งใช้ระบบไฮดรอลิกทำงานในลักษณะดังกล่าว ส่วนรูปที่ 1.10 เป็นเครื่องจักรในโรงงานอุตสาหกรรมเหล็กกล้า ซึ่งจะทำงานตัดแผ่นเหล็ก ตัดเพลา และทำเครื่องหมายลงบนชิ้นส่วน โดยจะทำงานอัตโนมัติด้วยระบบไฮดรอลิก



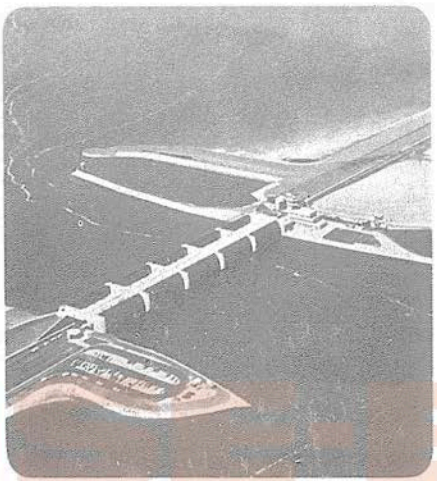
รูปที่ 1.9 โรงงานถลุงเหล็ก



รูปที่ 1.10 โรงงานอุตสาหกรรมเหล็กกล้า

ระบบไฮดรอลิกในงานวิศวกรรมโยธา ตัวอย่างงานที่ใช้ระบบนี้ เช่น ระบบปิด-เปิดประตูกั้นน้ำ เขื่อนกั้นน้ำ การควบคุมการปิด-เปิดช่องทางเดินเรือ การควบคุมการปิด-เปิดสะพาน

รูปที่ 1.11 เป็นการใช้ระบบไฮดรอลิกในเขื่อนกั้นน้ำเพื่อเก็บกักน้ำ ซึ่งต้องใช้กระบอกสูบไฮดรอลิกขนาดใหญ่ในการปิด-เปิดประตูกั้นน้ำ และรูปที่ 1.12 เป็นการควบคุมการปิด-เปิดช่องทางเดินเรือในคลอง ซึ่งสามารถเปิดได้สูงถึง 38 เมตรให้เรือผ่านเข้าออกโดยระบบไฮดรอลิกจะทำหน้าที่ควบคุมประตูปิด-เปิดและยกฐานกั้น

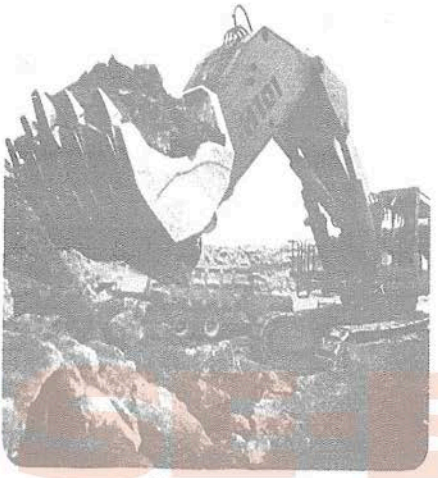


รูปที่ 1.11 การปิด-เปิดประตูกั้นน้ำ

รูปที่ 1.12 ควบคุมการปิด-เปิดช่องทางเดินเรือ

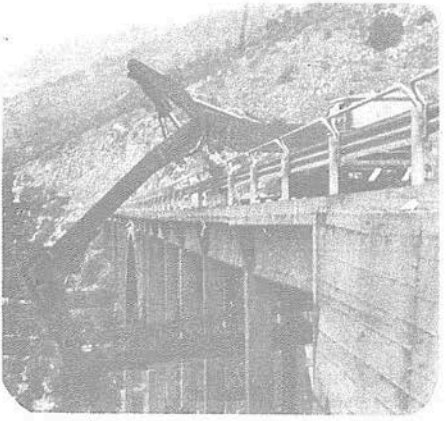
1.3.3 ระบบไฮดรอลิกในยานยนต์อุตสาหกรรม ตัวอย่างของการใช้ระบบไฮดรอลิกที่ใช้ในยานยนต์อุตสาหกรรม เช่น รถเทรเลอร์ รถแทรกเตอร์ ปั้นจั่น รถยก รถขุด เครน รถกว้าน รถตัก เครื่องจักรกลการเกษตร รถกระเช้า รถขนย้ายวัสดุ และเครื่องจักรที่ใช้ในงานก่อสร้างอื่น ๆ

รูปที่ 1.13 เป็นรถขุดและตักซึ่งใช้ระบบไฮดรอลิกเป็นตัวเชื่อมต่อแหล่งขับเคลื่อนพลังงานกับพลังงานที่ส่งออกมาโดยให้เกิดการสูญเสียน้อยที่สุด ซึ่งเรียกว่าการส่งผ่านกำลังแบบไฮดรอสแตติก ทำให้สามารถใช้เครื่องจักรในการขุดเจาะ ลากดึง ด้วยความเร็วและแรงขนาดต่าง ๆ ตามต้องการ



รูปที่ 1.13 รถขุดและตัก

รูปที่ 1.14 เป็นรถที่ใช้ในการตรวจสอบสภาพสะพาน โดยใช้ระบบไฮดรอลิกในการควบคุมแขนแกว่งเลื่อนไปมา ซึ่งเป็นที่ติดตั้งกระเช้าให้แขวนตัวอยู่เพื่อใช้เป็นห้องตรวจสอบและบำรุงรักษา รวมทั้งแขนลอดใต้สะพานซึ่งสามารถยืดออกได้ถึง 20 เมตร

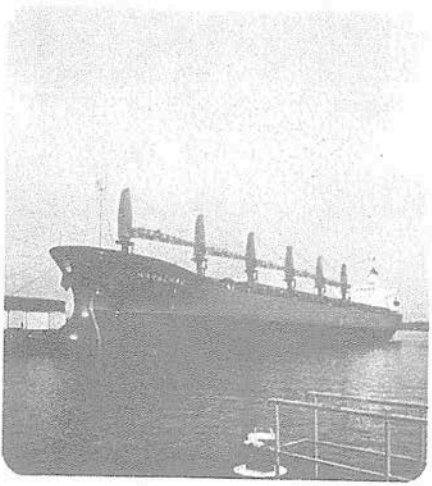


รูปที่ 1.14 รถที่ใช้ในการตรวจสอบสะพาน

รูปที่ 1.15 เป็นรถขนย้ายวัสดุขนาดใหญ่ซึ่งต้องอาศัยความรวดเร็วในการยกของขึ้นลงจากเรือที่จอดเทียบท่าอยู่ ระบบไฮดรอลิกที่ใช้ในรถชนิดนี้ช่วยให้แขนยกสามารถหักงอหรือยกขึ้นลงได้ รวมทั้งควบคุมกลไกการหมุนของรถด้วย

รูปที่ 1.15 รถขนย้ายวัสดุขนาดใหญ่

1.3.4 ระบบไฮดรอลิกในเรือเดินทะเล เช่น ระบบนำร่องอัตโนมัติ ระบบเครื่องหางเสือเรือทั้งแบบธรรมดาและอัตโนมัติ การควบคุมการปล่อยอวน การควบคุมระบบระบายน้ำใต้ท้องเรือ เป็นต้น



รูปที่ 1.16 เรือเดินทะเล

ไฮดรอลิก อุตสาหกรรม

หนังสือเล่มนี้สำหรับ

- ☐ ปวช.
- ☑ ปริญญาตรี
- ☑ ปวส.
- ☑ บุคคลทั่วไป

หมวดเทคโนโลยี-อุตสาหกรรม

หนังสือเล่มนี้เป็นหนังสือเล่มเดียวทางด้านไฮดรอลิกที่นับว่าสมบูรณ์และละเอียดมากที่สุด ซึ่งจะให้ความรู้ตั้งแต่หลักการพื้นฐานทางไฮดรอลิกจนถึงขั้นนำไปประยุกต์ใช้กับการปฏิบัติงานจริง โดยได้อธิบายตั้งแต่โครงสร้าง ส่วนประกอบ การทำงาน และการนำไปใช้งานของวาล์วควบคุมและอุปกรณ์ต่างๆ ในระบบไฮดรอลิก วิธีการบำรุงรักษาซ่อมแซมอุปกรณ์ การแก้ไขปัญหาต่างๆ ในวงจร การคำนวณหาขนาดของอุปกรณ์ที่จะใช้หรือหาค่าต่างๆ ในระบบไฮดรอลิกได้อย่างรวดเร็วด้วยสูตรสำเร็จ หรือเปิดหาค่าจากตารางและแผนภูมิตลอดจนถึงการออกแบบวงจรและการทำงานของวงจรไฮดรอลิกที่ใช้งานในอุตสาหกรรม เช่น วงจร High-Low วงจร Prefill วงจร Decompression วงจร Lock Cylinder วงจรโหลดแก่ปั๊ม วงจรเพิ่มความดัน วงจรควบคุมป้อนชิ้นงาน วงจรเบรกมอเตอร์ไฮดรอลิก วงจรเครื่องอัดชิ้นงาน วงจรจับยึดชิ้นงาน วงจรเครื่องฉีดพลาสติก เป็นต้น หนังสือเล่มนี้จึงเหมาะที่จะใช้เป็นหนังสือคู่มือในการปฏิบัติงานของผู้ที่เกี่ยวข้องกับงานทางด้านไฮดรอลิกทุกระดับ และเหมาะสำหรับเป็นตำราเรียนในระดับวิทยาลัยและมหาวิทยาลัยอีกเช่นกัน

เกี่ยวกับผู้เขียน

ขวัญชัย สินทิพย์สมบูรณ์

สำเร็จการศึกษาระดับปริญญาตรี ครุศาสตร์เครื่องกล สถาบันเทคโนโลยีราชมงคล และปริญญาโท ครุศาสตร์อุตสาหกรรม สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ อดีตเป็นอาจารย์ประจำวิทยาเขตเทคนิคกรุงเทพ สถาบันเทคโนโลยีราชมงคล

ปัจจุบันประกอบธุรกิจทางด้านไฮดรอลิกแบบครบวงจร ในตำแหน่งกรรมการผู้จัดการ บริษัท ยูเอสอี. โฟล-ไลน์ จำกัด โดยเป็นผู้แทนจำหน่ายอุปกรณ์ ผู้ผลิตกระบอกสูบและชุดต้นกำลัง ผู้ให้บริการซ่อม-ตรวจเช็ก-ทดสอบปั๊ม-มอเตอร์ และระบบวงจรไฮดรอลิก รวมถึงการให้คำปรึกษา ฝึกอบรม และออกแบบโดยมีปรัชญาการทำงานด้วยการสร้างความรู้ความเข้าใจที่ถูกต้องเกี่ยวกับระบบไฮดรอลิกและนิวแมติก อย่างจริงใจกับลูกค้า เพื่อการตัดสินใจเลือกใช้อย่างเหมาะสม และควบคุมการใช้งานอย่างมีประสิทธิภาพ อีกทั้งปัจจุบันยังเป็นวิทยากรให้กับสถาบันส่งเสริมเทคโนโลยี (สสสท.) และสถาบันการศึกษาหน่วยงานของรัฐและโรงงานอุตสาหกรรมทั่วไป มีผลงานเขียนตำราด้านต่างๆ หลายเล่มให้กับบริษัท ซีเอ็ดยูเคชั่น จำกัด (มหาชน) อาทิ *เชื้อเพลิงและสารหล่อลื่น, กลศาสตร์ของไหล, นิวแมติกอุตสาหกรรม*

ผศ. ดร. ปานเพชร ชินินทร

สำเร็จการศึกษาระดับปริญญาตรี ครุศาสตร์อุตสาหกรรม สาขาเครื่องกล และปริญญาโท ครุศาสตร์อุตสาหกรรม สาขาบริหารอาชีวศึกษา สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ ปริญญาเอก Technology Management Technological University of Philipines

ตำแหน่งวิชาการ : คณบดี คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม สถาบันเทคโนโลยีราชมงคล

ประสบการณ์ : อาจารย์วิชานิวแมติก-ไฮดรอลิก, ที่ปรึกษาบริษัท, วิทยากรฝึกอบรมให้กับอุตสาหกรรมไทย, มีผลงานเขียนตำราด้านต่างๆ หลายเล่มให้กับบริษัท ซีเอ็ดยูเคชั่น จำกัด (มหาชน) อาทิ *กลศาสตร์ยานยนต์, เชื้อเพลิงและสารหล่อลื่น, กลศาสตร์ของไหล, นิวแมติกอุตสาหกรรม*

ISBN 974-534-447-8

9 789745 344471

162 **245 บาท**