

ตรงตามหลักสูตรสอบ

สำนักงานคณะกรรมการการอาชีวศึกษา

ระดับ ปวช.

2101-1002 งานส่งกำลังรถยนต์

งานส่งกำลัง รถยนต์



ประสานพงษ์ หาเรือนชัย





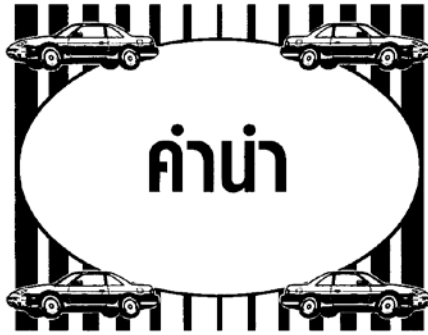
หนังสือ งานส่งกำลังรถยนต์ เล่มนี้มีเนื้อหาที่ครอบคลุมในเรื่องคลัตช์ เกียร์ เฟลากลาง เฟืองท้ายและเฟลาข้าง และเทคโนโลยีใหม่ๆ ในระบบส่งกำลัง ดังนั้นจึงเหมาะที่จะนำมาใช้เพื่อศึกษาหาความรู้ในด้านทฤษฎีและปฏิบัติของระบบส่งกำลังรถยนต์ได้เป็นอย่างดี ทั้งนี้เนื่องจากอาจารย์ผู้จัดทำหนังสือเล่มนี้มีความรู้และประสบการณ์ในด้านการสอนวิชาส่งกำลังรถยนต์โดยตรง อีกทั้งยังมีความอดสาหัสที่จะจัดทำให้หนังสือเล่มนี้เป็นประโยชน์สำหรับนักเรียน นักศึกษา และผู้ที่สนใจทั่วไป

ดังนั้นจึงกล่าวได้ว่าหนังสือ งานส่งกำลังรถยนต์ เล่มนี้เป็นหนังสือที่มีเนื้อหาครอบคลุมหลักสูตรสำหรับนักศึกษาระดับ ปวช. สาขาช่างยนต์

A handwritten signature in black ink, appearing to be 'นายอุดม ไชยเดชาร'.

(นายอุดม ไชยเดชาร)

ผู้อำนวยการวิทยาลัยเทคนิคนครราชสีมา



งานส่งกำลังรถยนต์ เป็นวิชาชีพเฉพาะสำหรับนักเรียนและนักศึกษาในระดับ ปวช. สาขาช่างยนต์
ดังนั้นภายในหนังสือเล่มนี้จึงได้บรรจุเนื้อหาทางด้านระบบส่งกำลังของรถยนต์ เช่น คลัตช์ กระปุกเกียร์
กระปุกเกียร์โอเวอร์ไดรฟ์ กากบาท เฟลากลางและเฟืองท้ายรถยนต์ เป็นต้น

ส่วนเนื้อหาในบางบทและภาคผนวกได้เพิ่มเนื้อหาของระบบขับเคลื่อน 4 ล้อ (4 WD) และเกียร์
อัตโนมัติที่ควบคุมด้วยไฮดรอลิกและอิเล็กทรอนิกส์เข้าไว้ด้วย ซึ่งระบบต่างๆ ดังที่กล่าวมานั้น ปัจจุบันได้นำมา
ใช้กับรถยนต์โดยทั่วไป เพื่อเป็นการช่วยลดปัญหาผลกระทบภาวะอากาศเป็นพิษ และประหยัดเชื้อเพลิง

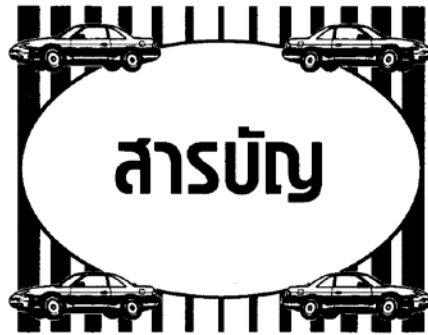
หนังสือเล่มนี้ได้รวบรวมเนื้อหาทั้งในด้านทฤษฎีและปฏิบัติเข้าไว้ในบทเดียวกัน ทั้งนี้เพื่อความสะดวก
ในการค้นคว้า และจะครอบคลุมเนื้อหาตามหลักสูตรวิชาส่งกำลังรถยนต์ในระดับ ปวช. ของกรมอาชีวศึกษา
กระทรวงศึกษาธิการ

ผู้เขียนขอขอบคุณบริษัท TOYOTA (โครงการถ่ายทอดเทคโนโลยีหรือ T-TEP), NISSAN, MAZDA
และ HONDA เป็นอย่างยิ่งที่อนุญาตให้นำรูปภาพและข้อมูลบางประการของบริษัทลงพิมพ์

สุดท้ายนี้ ผู้เขียนขอขอบคุณ กองบรรณาธิการ บริษัท ซีเอ็ดดูเคชั่น จำกัด (มหาชน) ที่ได้จัดทำให้
หนังสือเล่มนี้ออกมาเป็นรูปเล่มที่สมบูรณ์

อนึ่ง หากหนังสือเล่มนี้มีข้อผิดพลาดหรือข้อบกพร่องประการใด ผู้เขียนขออภัยมา ณ ที่นี้ด้วย และ
ขอน้อมรับคำติชมเพื่อเป็นการแก้ไขและปรับปรุงในการจัดทำให้ดีขึ้นในครั้งต่อไป

ประธานพงษ์ หาเรือนชัย
แผนกช่างยนต์
วิทยาลัยเทคนิคนครราชสีมา



บทที่ 1	โครงสร้างและรูปแบบของระบบส่งกำลัง	11
1.1	รูปแบบของระบบส่งกำลัง	12
	แบบฝึกหัด	17
บทที่ 2	คลัตช์	19
2.1	ประเภทของคลัตช์	20
2.2	โครงสร้างและส่วนประกอบของคลัตช์	24
2.3	ชนิดของแผ่นคลัตช์ (Type of Clutch Plates)	30
2.4	กลไกกดคลัตช์	33
2.5	การเปรียบเทียบแรงกดของคลัตช์แบบไดอะแฟรมสปริงกับชดลวดสปริง	34
2.6	กลไกควบคุมการทำงานของคลัตช์	35
2.7	การถอดและประกอบคลัตช์แบบไดอะแฟรมสปริง	40
2.8	การถอดและประกอบคลัตช์แบบชดลวดสปริง	44
2.9	การถอดและประกอบแม่ปั้มคลัตช์	47
2.10	การถอดและประกอบปั้มคลัตช์ตัวล่าง	49
2.11	การไล่อากาศในระบบคลัตช์	51
	แบบฝึกหัด	53
บทที่ 3	กระปุกเกียร์แบบธรรมดา	56
3.1	อัตราทดของเกียร์	56
3.2	ประเภทของกระปุกเกียร์แบบธรรมดา	58

3.3	โครงสร้างและการทำงานของกระปุกเกียร์ธรรมดาแบบซิงโครเมซที่ใช้กับรถยนต์ ที่ขับเคลื่อนล้อหลัง.....	61
3.4	โครงสร้างและการทำงานของกระปุกเกียร์ธรรมดาซิงโครเมซแบบใช้กับรถยนต์ ขับเคลื่อนล้อหน้า (Transaxles).....	65
3.5	กลไกซิงโครเมซ	70
3.6	กลไกเปลี่ยนเกียร์	76
3.7	กลไกควบคุมการเปลี่ยนเกียร์	84
3.8	การตรวจสอบข้อบกพร่องของกระปุกเกียร์ธรรมดานรถยนต์	85
3.9	การถอดและประกอบกระปุกเกียร์ธรรมดาแบบใช้กับรถยนต์ขับเคลื่อนล้อหน้า.....	86
3.10	การถอดและประกอบกระปุกเกียร์ธรรมดาแบบใช้กับรถยนต์ ขับเคลื่อนล้อหลัง (เกียร์ 5 ความเร็ว)	157
	แบบฝึกหัด	216

บทที่ 4 เกียร์โอเวอร์ไดรฟ์..... 218

4.1	ส่วนประกอบของเกียร์โอเวอร์ไดรฟ์	219
4.2	การทำงานของชุดเกียร์โอเวอร์ไดรฟ์	224
4.3	อุปกรณ์ควบคุมการทำงานของเกียร์โอเวอร์ไดรฟ์ด้วยไฟฟ้า	227
4.4	การถอดและประกอบเกียร์โอเวอร์ไดรฟ์	228
4.5	การตรวจสอบเกียร์โอเวอร์ไดรฟ์	234
	แบบฝึกหัด	236

บทที่ 5 เกียร์อัตโนมัติ 238

5.1	โครงสร้าง ส่วนประกอบ และหน้าที่ของเกียร์อัตโนมัติ	238
5.2	ชุดแพลนนิทารีเกียร์	253
5.3	อัตราทดของแพลนนิทารีเกียร์	267
5.4	การทำงานของชุดแพลนนิทารีเกียร์	267
5.5	ระบบควบคุมไฮดรอลิก	276
5.6	การทดสอบการทำงานของเกียร์อัตโนมัติบนถนน	297
	แบบฝึกหัด	302

บทที่ 6 เพลาขับและข้อต่ออ่อน 307

6.1	ชนิดของการขับเคลื่อนของเพลากลาง	308
6.2	แบบของเพลากลาง	310
6.3	ข้อต่ออ่อน	311
6.4	ลูกปืนรองรับเพลากลาง	318

6.5	ข้อต่อเลื่อน	319
6.6	การตรวจสอบบนรถยนต์	319
6.7	การถอดและประกอบเพลากลางและลูกปืนกาบบาท	320
6.8	การเปลี่ยนลูกปืนรองรับเพลากลางแบบสามข้อต่อ	322
6.9	การถอดและประกอบข้อต่ออ่อนความเร็วคงที่	325
	แบบฝึกหัด	328

บทที่ 7 เฟืองท้ายรถยนต์ 331

7.1	โครงสร้างของเฟืองท้าย	332
7.2	ชนิดของเฟืองที่ใช้กับเฟืองท้าย	334
7.3	หลักการทำงานของเฟืองท้าย	336
7.4	อัตราทดของเฟืองท้าย	338
7.5	ระยะแบ็กแกลชของเฟืองขับและเฟืองบายศรี	339
7.6	ระยะแบ็กแกลชของเฟืองดอกจอกและเฟืองข้าง	340
7.7	ระยะฟรีโหลด	340
7.8	เฟืองท้ายชนิดลิ้นค	341
7.9	เฟืองท้ายแบบแพลนนิทาร์เกียร์	349
7.10	การถอดชุดเฟืองท้าย	350
7.11	การตรวจสอบเฟืองท้าย	354
7.12	การประกอบเฟืองท้าย	357
	แบบฝึกหัด	367

บทที่ 8 เพลาขับ 369

8.1	แบบของเพลาขับ	370
8.2	การถอดและประกอบเพลาขับหน้า	374
8.3	การถอดและประกอบเพลาขับหลัง (เพลาช้าง)	382
	แบบฝึกหัด	338

บทที่ 9 ระบบขับเคลื่อน 4 ล้อ 390

9.1	ข้อดีและข้อเสียของระบบขับเคลื่อน 4 ล้อ	391
9.2	ประเภทของระบบขับเคลื่อน 4 ล้อ	391
9.3	แบบของกระปุกเกียร์ส่งกำลังของระบบขับเคลื่อน 4 ล้อ	393
9.4	ระบบขับเคลื่อน 4 ล้อแบบบางเวลา	394
9.5	ระบบขับเคลื่อน 4 ล้อแบบตลอดเวลา	399

9.6 การถอดและประกอบฟรีวีลซ์	407
แบบฝึกหัด	411

บทที่ 10 การวินิจฉัยปัญหาและแก้ไขข้อขัดข้องของระบบส่งกำลังรถยนต์ 413

10.1 คลัตช์	413
10.2 กระปุกเกียร์ธรรมดา	414
10.3 กระปุกเกียร์อัตโนมัติ	415
10.4 ข้อต่ออ่อนและเพลากลาง	417
10.5 เฟืองท้าย	418
แบบฝึกหัด	419

บทที่ 11 การบำรุงรักษาระบบส่งกำลัง 421

11.1 การตรวจสอบการทำงานของคลัตช์	421
11.2 การตรวจสอบยางกันฝุ่นของเพลาขับ (สำหรับรถยนต์ที่ขับเคลื่อนล้อหน้า)	425
11.3 การอัดจาระบีของเพลากลาง	425
11.4 การตรวจน้ำมันเกียร์	426
11.5 การตรวจน้ำมันเฟืองท้าย	427
11.6 การตรวจสอบและเปลี่ยนน้ำมันเกียร์อัตโนมัติ	428
แบบฝึกหัด	431

ภาคผนวก เกียร์อัตโนมัติแบบควบคุมด้วยอิเล็กทรอนิกส์ 433

ข้อเปรียบเทียบระหว่างเกียร์อัตโนมัติแบบควบคุมด้วยไฮดรอลิกกับเกียร์อัตโนมัติแบบควบคุมด้วยอิเล็กทรอนิกส์	434
โครงสร้างของเกียร์อัตโนมัติแบบควบคุมด้วยอิเล็กทรอนิกส์	436
ทอร์กคอนเวอร์เตอร์	439
ชุดแพลนนิทารีเกียร์	440
ระบบควบคุมไฮดรอลิก	442
ระบบควบคุมด้วยอิเล็กทรอนิกส์	449
หน้าที่ของคอมพิวเตอร์ในการควบคุมการทำงานของเกียร์อัตโนมัติ	464
การวิเคราะห์ปัญหาข้อขัดข้อง	466

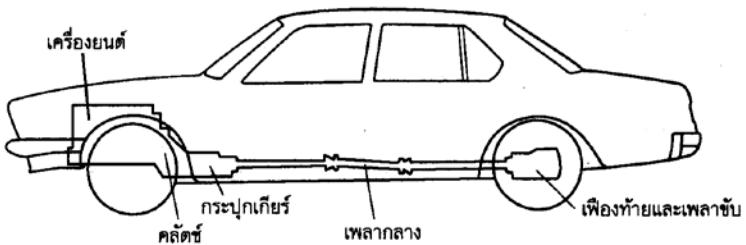
เฉลยแบบฝึกหัด 468

บรรณานุกรม 470



โครงสร้างและรูปแบบของระบบส่งกำลัง

ก่อนที่จะเราจะทำการศึกษางานของระบบส่งกำลังให้มีความเข้าใจอย่างถ่องแท้ได้นั้น เราควรจะศึกษาและพิจารณาถึงโครงสร้างระบบส่งกำลังของรถยนต์เสียก่อน ซึ่งในระบบส่งกำลังของรถยนต์จะสมบูรณ์ได้นั้นจะต้องประกอบด้วยส่วนที่สำคัญๆ ดังนี้ก็คือ เครื่องยนต์ คลัตช์ เกียร์ เฟลากลาง เฟลาขับและเฟืองท้าย ดังแสดงในรูปที่ 1.1



รูปที่ 1.1 ส่วนประกอบของระบบส่งกำลัง

การส่งกำลังหมายถึงกลไกที่ส่งกำลังที่เกิดขึ้นจากเครื่องยนต์ไปขับเคลื่อนให้ล้อรถทั้ง 4 ล้อหมุนเคลื่อนที่ ซึ่งการส่งกำลังงานของระบบส่งกำลังจะถูกเปลี่ยนแปลงไปตามการถ่ายทอดแรงบิดที่เกิดจากเครื่องยนต์และสภาพภูมิประเทศของการเดินทางในขณะที่รถเคลื่อนที่ไปบนท้องถนน การส่งกำลังย่อมมีการสูญเสียกำลังงานที่ไม่อาจจะหลีกเลี่ยงได้ ดังนั้นแรงบิดที่ส่งจากเครื่องยนต์ไปหมุนล้อรถจึงมีความแตกต่างกัน ซึ่งก็ขึ้นอยู่กับสภาพภูมิประเทศที่แตกต่างกัน แรงบิดที่ล้อรถจะมีอัตราของแรงบิดที่น้อยกว่าแรงบิดของเครื่องยนต์เสมอ ดังเช่นในขณะที่รถวิ่งขึ้นเขา เครื่องยนต์ต้องการแรงบิดที่สูง เป็นต้น

1.1 รูปแบบของระบบส่งกำลัง

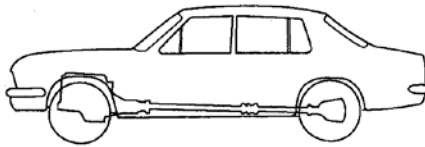
การจัดวางตำแหน่งของระบบส่งกำลังของรถยนต์นั่งและรถบรรทุกจะมีรูปแบบของโครงสร้างที่แตกต่างกัน ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับ การออกแบบโครงสร้างของตัวถังรถให้มีความเหมาะสมตรงตามจุดมุ่งหมายนั้น ๆ

ซึ่งในปัจจุบันได้มีการจัดวางรูปแบบของระบบส่งกำลังออกเป็น 3 แบบก็คือ ระบบขับเคลื่อนล้อหลัง ระบบขับเคลื่อนล้อหน้า และระบบขับเคลื่อน 4 ล้อ

1.1.1 ระบบขับเคลื่อนล้อหลัง

ระบบขับเคลื่อนล้อหลัง (rear-wheel drive) รถยนต์ที่ใช้ระบบขับเคลื่อนล้อหลังจะมีรูปแบบของการส่งกำลังที่แตกต่างกันออกไป ซึ่งก็ขึ้นอยู่กับตำแหน่งการติดตั้งของเครื่องยนต์และกระปุกเกียร์ที่แตกต่างกันดังต่อไปนี้

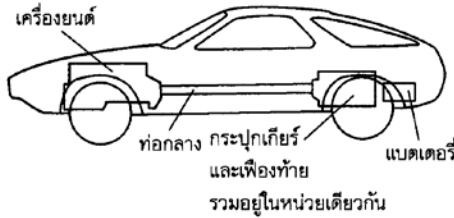
1. แบบเครื่องยนต์อยู่หน้าขับเคลื่อนล้อหลัง เป็นรูปแบบของการส่งกำลังที่นิยมใช้กับรถยนต์ที่ขับเคลื่อนล้อหลัง ตำแหน่งการติดตั้งของเครื่องยนต์จะถูกออกแบบให้อยู่ทางตอนหน้าเหนือชุดขับเคลื่อน ดังนั้นจึงทำให้มีข้อดีก็คือเครื่องยนต์จะได้รับการระบายความร้อนที่ดี และยังป้องกันอันตรายให้กับผู้ขับขี่จากสาเหตุรถยนต์ชนกันขึ้นได้เป็นอย่างดี แต่อย่างไรก็ตาม ภายในห้องโดยสารจะไม่ได้รับความสะดวกสบายเท่าที่ควร ทั้งนี้เนื่องจากบริเวณตอนกลางของตัวถังจะทำให้เป็นท่อกองสำหรับท่อหุ้มเพลากลางที่ส่งกำลังจากเครื่องยนต์ไปยังชุดขับเคลื่อน ซึ่งจากลักษณะดังที่กล่าวมาจึงทำให้ไม่สามารถที่จะออกแบบให้ระดับพื้นภายในห้องโดยสารต่ำลงได้ ดังแสดงในรูปที่ 1.2



รูปที่ 1.2 รูปแบบของระบบส่งกำลังขับเคลื่อนล้อหลังแบบเครื่องยนต์อยู่หน้าขับเคลื่อน

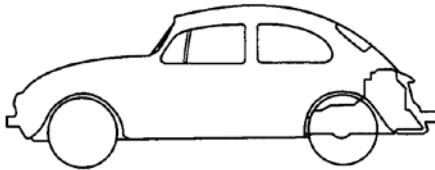
2. แบบกระปุกเกียร์ร่วมกับเฟืองท้าย (transaxle) เป็นรูปแบบโครงสร้างของระบบขับเคลื่อนล้อหลังอีกแบบหนึ่งที่ได้นำเอากระปุกเกียร์ทำงานร่วมกับชุดเฟืองท้ายรวมอยู่ในหน่วยเดียวกัน โดยเครื่องยนต์จะถูกติดตั้งไว้ตอนหน้าเช่นเดียวกับระบบขับเคลื่อนล้อหลังแบบธรรมดา แต่กระปุกเกียร์ร่วมกับชุดเฟืองท้ายนี้ จะถูกติดตั้งให้อยู่ทางตอนท้ายของตัวรถ การส่งกำลังจากเครื่องยนต์ไปยังกระปุกเกียร์จะส่งผ่านเพลากลางจากการออกแบบในลักษณะนี้จึงทำให้น้ำหนักของตัวรถตกลงที่เพลากลางทั้งสองที่เท่าๆ กัน เป็นการเพิ่มโมเมนต์ของแรงเฉื่อยที่เกิดขึ้นรอบๆ แนวตั้งของแกนเพลากลาง จากสาเหตุนี้จึงทำให้ทิศทางการเคลื่อนที่ของตัวถังรถถูกควบคุมให้มีทิศทางของการเคลื่อนที่คงที่สม่ำเสมอ

ดังนั้นรถยนต์ที่ใช้ระบบขับเคลื่อนล้อหลังแบบนี้จึงมีข้อที่ดีก็คือ ทำให้การบังคับรถสามารถกระทำได้อย่างง่าย ลดอาการท้ายบิดได้ดีในขณะที่ออกรถในสภาพถนนที่ลื่น ป้องกันอุบัติเหตุที่จะเกิดกับผู้ขับขี่ได้ดี เนื่องจากเครื่องยนต์อยู่ทางตอนหน้าของรถ สมรรถนะในการออกตัวทำได้อย่างรวดเร็ว ดังแสดงในรูปที่ 1.3



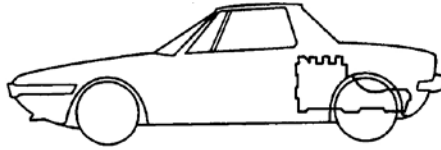
รูปที่ 1.3 ระบบส่งกำลังขับเคลื่อนล้อหลังแบบกระจุกเกียร์ร่วมกับชุดเฟืองท้าย

3. แบบเครื่องยนต์อยู่หลังขับเคลื่อนล้อหลัง รูปแบบของการจัดวางตำแหน่งของเครื่องยนต์จะถูกติดตั้งให้อยู่ทางตอนหลังของรถหลังชุดเกียร์และเพลาคับ หรือติดตั้งอยู่เหนือเพลาท้าย เครื่องยนต์จะถูกออกแบบให้มีลักษณะพิเศษ มีขนาดเบา ติดตั้งในเนื้อที่ที่ถูกออกแบบไว้โดยเฉพาะ ดังนั้นจึงไม่จำเป็นที่จะต้องมีเพลากลางเช่นเดียวกับเครื่องยนต์ที่ติดตั้งไว้ทางตอนหน้า แม้จะเป็นการออกแบบที่ดีก็ตาม แต่ก็ไม่เป็นที่นิยมสำหรับผู้ผลิตรถยนต์ในปัจจุบัน เนื่องจากมีปัญหาในการออกแบบระบบส่งกำลังและเครื่องยนต์ให้มีขนาดที่เหมาะสมกับตัวถังของรถ และเกิดปัญหาในการทรงตัวที่ดี ทำให้เกิดอาการโอเวอร์สตีร์ในขณะที่ทรงตัวเร็วเข้าโค้งอย่างรวดเร็ว ดังแสดงในรูปที่ 1.4



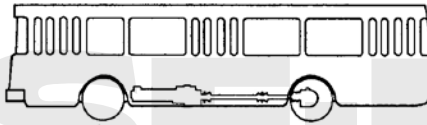
รูปที่ 1.4 ระบบส่งกำลังขับเคลื่อนล้อหลังแบบเครื่องยนต์อยู่หลังขับเคลื่อนล้อหลัง

4. แบบเครื่องยนต์วางกลาง เป็นการออกแบบรูปแบบของโครงสร้างของระบบส่งกำลังของรถยนต์ที่เหมาะสม จึงเป็นที่นิยมใช้กับรถแข่งและรถสปอร์ต เนื่องจากตำแหน่งติดตั้งของเครื่องยนต์และระบบส่งกำลังจะอยู่ตอนกลาง ดังนั้นจึงทำให้น้ำหนักของตัวรถจะตกลงที่เพลาทิ้งสอง ซึ่งก็มีผลให้ตัวถังมีระดับที่ต่ำลง มีจุดศูนย์ถ่วงที่ดี แต่ก็มีข้อเสียคือ ตัวถังรถจะถูกออกแบบให้มีห้องโดยสารที่จำกัดเฉพาะเพียง 2 ถึง 3 คนเท่านั้น ดังแสดงในรูปที่ 1.5



รูปที่ 1.5 ระบบส่งกำลังขับเคลื่อนล้อหลังแบบเครื่องยนต์วางกลาง

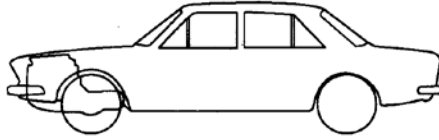
5. แบบเครื่องยนต์ติดตั้งอยู่ใต้ตัวถังรถ (underfloor engine) รูปแบบของโครงสร้างของระบบส่งกำลังและเครื่องยนต์จะถูกออกแบบใช้เฉพาะรถโดยสารและรถบรรทุก จึงทำให้มีข้อดีอย่างมากมายก็คือ มีจุดศูนย์ถ่วงที่ต่ำ เนื่องจากที่บรรทุกมีมาก การขับเคลื่อนมีประสิทธิภาพ แต่อย่างไรก็ตาม เครื่องยนต์ที่ใช้จะต้องเป็นแบบแนวอนเท่านั้น ดังแสดงในรูปที่ 1.6



รูปที่ 1.6 ระบบส่งกำลังขับเคลื่อนล้อหลังแบบเครื่องยนต์ติดตั้งอยู่ใต้ตัวถัง

1.1.2 ระบบขับเคลื่อนล้อหน้า

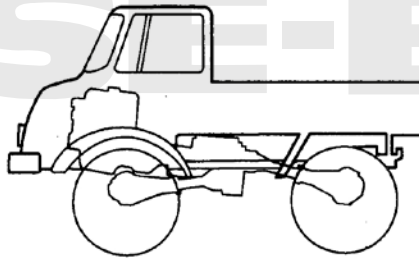
รถยนต์ที่ใช้ระบบขับเคลื่อนล้อหน้า (front-wheel drive) เครื่องยนต์ คลัตช์ กระจุกเกียร์และชุดขับเคลื่อน จะถูกออกแบบให้ติดตั้งอยู่รวมเป็นหน่วยเดียวกันอยู่ตอนหน้าของรถทั้งหมด ดังนั้นจึงทำให้ระยะของการถ่ายทอดแรงบิดน้อยลง ซึ่งก็จะทำให้แรงบิดจากเครื่องยนต์ส่งไปขับเคลื่อนล้อหน้าได้โดยตรง เป็นผลให้สมรรถนะของเครื่องยนต์สูงขึ้น เพิ่มเนื้อที่ภายในห้องโดยสารให้มากขึ้น ลดอาการห้อยปัดในขณะที่เข้าโค้งได้ดี แต่ก็มีข้อเสียคือ รถยนต์ที่ใช้ขับเคลื่อนล้อหน้าจะเกิดอาการโอเวอร์สตีร์และทำให้การบังคับเลี้ยวยากขึ้น ดังแสดงในรูปที่ 1.7



รูปที่ 1.7 ระบบขับเคลื่อนล้อหน้า

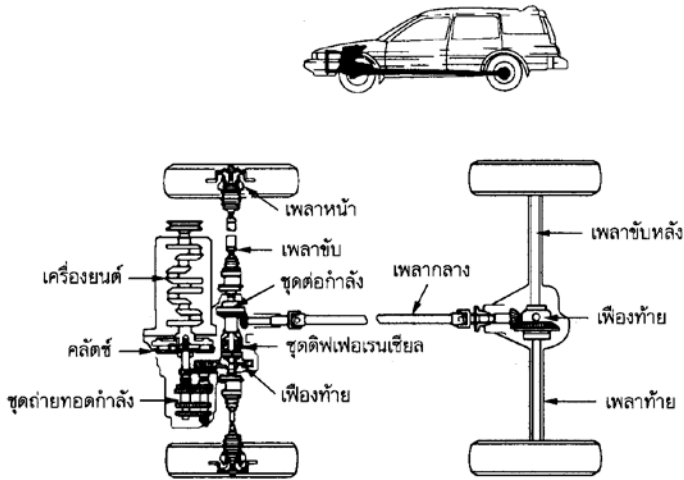
1.1.3 ระบบขับเคลื่อน 4 ล้อ

ระบบขับเคลื่อน 4 ล้อ (four-wheel drive) รถยนต์ที่ใช้ระบบขับเคลื่อน 4 ล้อจะให้สมรรถนะในการขับขี่ที่ดีกว่ารถยนต์ที่ใช้ระบบขับเคลื่อนทุกแบบที่กล่าวมาข้างต้น เนื่องจากถูกออกแบบให้ใช้ได้กับภูมิประเทศที่ทุรกันดาร จึงต้องมีอุปกรณ์พิเศษที่แตกต่างกัน เช่น เฟืองท้ายแบบป้องกันการลื่นไถล (non-slip differential) และกระปุกเกียร์ที่ส่งกำลังขับเคลื่อนทั้งล้อหน้าและล้อหลัง ซึ่งนิยมใช้กับรถบรรทุกขนาดใหญ่ที่ต้องการบรรทุกน้ำหนักมาก ดังแสดงในรูปที่ 1.8



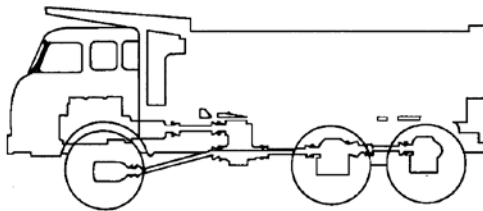
รูปที่ 1.8 ระบบขับเคลื่อน 4 ล้อที่ใช้กับรถบรรทุกขนาดใหญ่

แต่ในปัจจุบันบริษัทผู้ผลิตรถยนต์ส่วนใหญ่ได้หันมาผลิตรถยนต์นั่งขับเคลื่อน 4 ล้อขึ้นเป็นจำนวนมาก เพื่อเป็นการเพิ่มสมรรถนะในการขับขี่ที่ดีในขณะเข้าโค้งหรือพื้นที่ทุรกันดาร และยังออกแบบให้สามารถขับเคลื่อน 2 ล้อก็ได้เมื่อวิ่งบนถนนในสภาพปกติ ดังแสดงในรูปที่ 1.9



รูปที่ 1.9 ระบบขับเคลื่อน 4 ล้อที่ใช้ในรถยนต์นั่ง

แต่ในรถยนต์บรรทุกที่มีความต้องการในการบรรทุกมากๆ การส่งกำลังขับเคลื่อน 4 ล้อแบบธรรมดา นั้นจึงมีขีดจำกัด ดังนั้นจึงจำเป็นต้องออกแบบให้มีชุดเกียร์ส่งกำลังและเพลาชับเพิ่มขึ้นอีก ดังแสดงในรูปที่ 1.10



รูปที่ 1.10 รถบรรทุกแบบเพลาชับสามเพล



จงเขียนเครื่องหมายวงกลมลงในข้อที่ถูกที่สุดเพียงข้อเดียว

1. ระบบส่งกำลังของรถยนต์ประกอบด้วย
 - ก. เครื่องยนต์ คลัตช์ เกียร์ เพลากลาง เฟืองท้ายและเพลาขับ
 - ข. เครื่องยนต์ เกียร์ คลัตช์ เฟืองท้าย เพลากลางและเพลาขับ
 - ค. เกียร์ คลัตช์ เครื่องยนต์ เพลากลาง เฟืองท้ายและเพลาขับ
 - ง. เกียร์ เครื่องยนต์ เพลาขับ เฟืองท้ายและเพลากลาง

2. การส่งกำลังของรถยนต์หมายถึง
 - ก. การส่งกำลังของเครื่องยนต์ไปขับเคลื่อนให้ล้อรถทั้ง 4 ล้อหมุนเคลื่อนที่
 - ข. กลไกส่งกำลังที่เกิดจากเครื่องยนต์ไปขับเคลื่อนให้ล้อรถทั้ง 4 ล้อหมุนเคลื่อนที่
 - ค. กลไกส่งกำลังที่เกิดจากเครื่องยนต์ไปขับเคลื่อนให้ล้อรถทั้ง 4 ล้อหมุนเคลื่อนที่ให้เป็นไปตามสภาพภูมิประเทศของการเดินทาง
 - ง. แร้งบิดที่ส่งจากเครื่องยนต์ไปหมุนล้อรถตามสภาพภูมิประเทศที่แตกต่างกัน

3. รูปแบบของระบบขับเคลื่อนล้อหลังแบบเครื่องยนต์อยู่หน้าขับเคลื่อนมีข้อดีอย่างไร
 - ก. เครื่องยนต์ได้รับการระบายความร้อนที่ดี
 - ข. ป้องกันอันตรายให้ผู้ขับขี่จากสาเหตุรถยนต์ชนกัน
 - ค. บังคับรถได้ง่าย ลดอาการท้ายปัดในขณะออกรถในสภาพถนนที่ลื่นได้ดี
 - ง. ถูกทั้งข้อ ก. และ ข.

4. รถยนต์ที่ใช้ระบบขับเคลื่อนล้อหลังแบบกระปุกเกียร์ร่วมกับเฟืองท้ายมีข้อดีอย่างไร
 - ก. เครื่องยนต์ได้รับการระบายความร้อนที่ดี
 - ข. ป้องกันอันตรายให้ผู้ขับขี่จากสาเหตุรถยนต์ชนกัน
 - ค. บังคับรถได้ง่าย ลดอาการท้ายปัดในขณะออกรถในสภาพถนนที่ลื่นได้ดี
 - ง. ถูกทุกข้อ

5. รถยนต์ที่ใช้ระบบขับเคลื่อนล้อหลังแบบเครื่องยนต์อยู่หลังขับหลังมีข้อเสียก็คือ
 - ก. เครื่องยนต์มีน้ำหนักเบา
 - ข. เกิดอาการโอเวอร์สแตียร์ขณะวิ่งเข้าโค้ง
 - ค. ไม่มีเพลากลาง
 - ง. ไม่มีข้อใดถูก

6. ข้อดีของรถยนต์ที่ใช้ระบบขับเคลื่อนล้อหลังแบบจัดวางเครื่องยนต์ติดตั้งตรงกลางก็คือ
 - ก. ทำให้ตัวถังรถมีระดับที่ต่ำ
 - ข. มีจุดถ่วงที่ดี
 - ค. ออกแบบห้องโดยสารจำกัดเฉพาะ 2 ถึง 3 คน
 - ง. ถูกทั้งข้อ ก. และ ข.

7. คุณสมบัติที่ดีของรถยนต์ที่ใช้ระบบขับเคลื่อนล้อหน้า
 - ก. เครื่องยนต์ คลัตช์ กระปุกเกียร์ และชุดขับเคลื่อนทำให้ออกแบบรวมเป็นหน่วยเดียวกัน
 - ข. เพิ่มสมรรถนะในการขับขี่ที่ดีขณะเข้าโค้ง
 - ค. ลดอาการโอเวอร์สแตียร์
 - ง. บังคับเลี้ยวได้ง่าย

8. รถยนต์ที่ใช้ระบบขับเคลื่อน 4 ล้อแตกต่างจากรถยนต์ที่ขับเคลื่อน 2 ล้อก็คือ
 - ก. รถยนต์ที่ขับเคลื่อน 4 ล้อจะมีอุปกรณ์ป้องกันการลื่นไถล
 - ข. ลดอาการโอเวอร์สแตียร์และอันเดอร์สแตียร์ได้ดี
 - ค. ใช้ได้กับภูมิประเทศที่ทุรกันดาร
 - ง. ถูกทุกข้อ

2

คลัตช์

คลัตช์เป็นอุปกรณ์ที่ทำหน้าที่ในการถ่ายทอดแรงบิดที่ส่งจากเครื่องยนต์ไปยังกระปุกเกียร์ โดยที่คลัตช์จะหมุนเคลื่อนที่ไปพร้อมกับเครื่องยนต์ในระดับความเร็วที่เท่ากัน และจะต้องมีน้ำหนักของตัวเรือนคลัตช์ที่สมดุลกัน ในขณะที่คลัตช์ทำงานอีกด้วย

นอกจากหน้าที่ในการถ่ายทอดแรงบิดจากเครื่องยนต์แล้ว คลัตช์ยังมีหน้าที่ในการตัดต่อการทำงานของเครื่องยนต์และกระปุกเกียร์ให้เป็นไปตามสภาวะของการทำงานดังต่อไปนี้

1. เมื่อต้องการเคลื่อนรถยนต์ในขณะที่จอดอยู่กับที่ ก่อนที่เครื่องยนต์จะส่งกำลังถ่ายทอดแรงบิดไปขับให้รถเคลื่อนที่ได้นั้น ผู้ขับจะต้องเร่งความเร็วรอบของเครื่องยนต์ให้สูงขึ้น เพื่อให้มีความสัมพันธ์กับการเหยียบแป้นเหยียบคลัตช์ขณะคลัตช์จากออกเร็วเมื่อเปลี่ยนตำแหน่งคันเกียร์ไปในตำแหน่งของเกียร์ต่ำ ดังนั้น การที่กระปุกเกียร์จะได้รับแรงบิดถ่ายทอดจากเครื่องยนต์ได้นั้น ก็ต่อเมื่อผู้ขับที่ปล่อยแป้นเหยียบคลัตช์ให้หน้าสัมผัสความฝืดของแผ่นคลัตช์เลื่อนเข้าจับกับล้อช่วยแรง เป็นสาเหตุให้เครื่องยนต์ถูกเบรกในทันที จึงมีผลทำให้ความเร็วรอบของเครื่องยนต์ลดลง เมื่อแผ่นคลัตช์จับที่ล้อช่วยแรง แรงบิดจากเครื่องยนต์ที่ถ่ายทอดผ่านไปยังกระปุกเกียร์จะมีแรงบิดที่ไม่เท่ากัน ทั้งนี้เนื่องจากหน้าสัมผัสความฝืดของแผ่นคลัตช์จับได้ไม่เต็มที่ แต่เมื่อแผ่นคลัตช์ถูกกดด้วยแรงเต็มที่จากแกนกดคลัตช์ แรงบิดที่ถูกถ่ายทอดไปยังกระปุกเกียร์จะเท่ากับแรงบิดของเครื่องยนต์ที่ส่งผ่านคลัตช์ เพื่อที่จะทำให้การออกรถเป็นไปได้อย่างราบเรียบ

2. เมื่อต้องการเปลี่ยนตำแหน่งของเกียร์ เมื่อผู้ขับที่รถยนต์มีความต้องการที่จะเปลี่ยนอัตราทดของเกียร์ไปในตำแหน่งอื่น ๆ ความเร็วของเกียร์ที่ถูกเปลี่ยนให้เลื่อนเข้าจับกันจะต้องไม่มีไหลดและแรงบิดในขณะที่เปลี่ยนเกียร์ ฉะนั้นกำลังงานที่ถูกถ่ายทอดจากเครื่องยนต์ไปยังกระปุกเกียร์จึงต้องสอดคล้องกับช่วงจังหวะที่คลัตช์จับกับล้อช่วยแรงได้อย่างง่ายดายตามสภาวะภายใต้สภาพขณะที่รถยนต์เคลื่อนที่อยู่

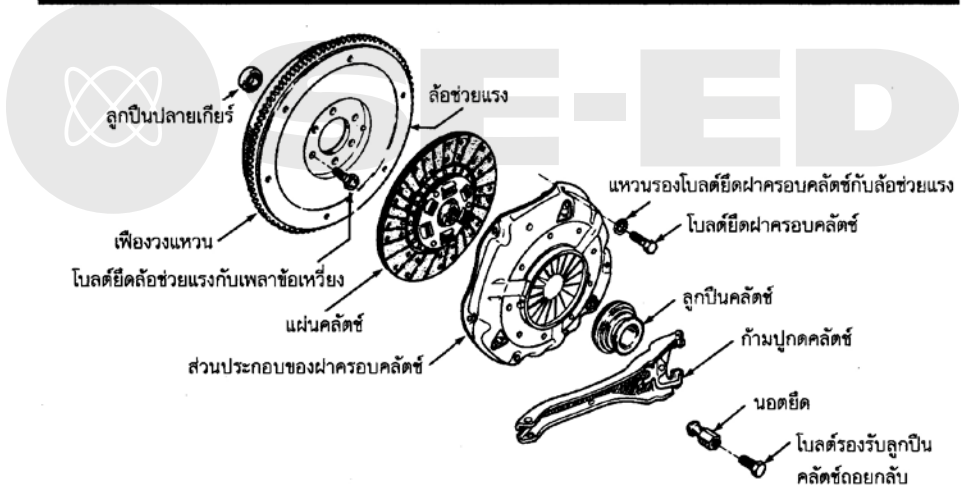
2.1 ประเภทของคลัตช์

คลัตช์ที่ใช้กับรถยนต์มีอยู่ 2 ประเภทใหญ่ก็คือ คลัตช์แบบแผ่นความฝืดและคลัตช์อัตโนมัติ

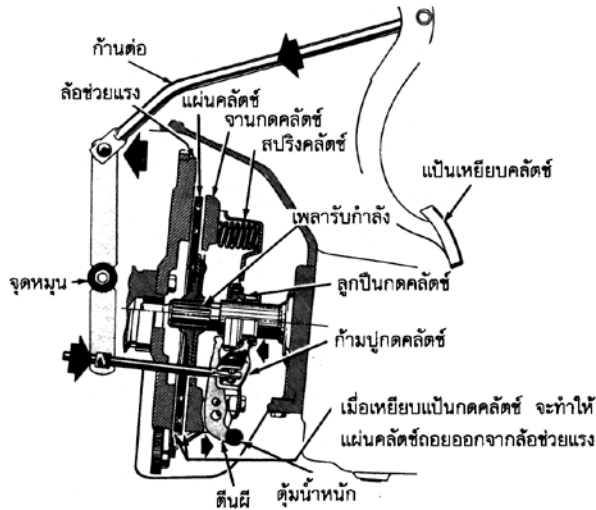
2.1.1 คลัตช์แบบแผ่นความฝืด (Friction Clutches)

คลัตช์แบบแผ่นความฝืดเป็นคลัตช์ที่ทำงานได้โดยอาศัยค่าสัมประสิทธิ์ความฝืดของผ้าคลัตช์ยึดติดอยู่กับผิวหน้าทั้งสองด้าน มีใช้กับรถยนต์ 2 แบบก็คือ

1. **คลัตช์แบบแห้ง (dry clutches)** ดังแสดงในรูปที่ 2.1 ประกอบด้วยแผ่นคลัตช์ซึ่งมีลักษณะเป็นแผ่นจานโลหะกลม และมีแผ่นความฝืดที่ทำจากสารกันความร้อนและแรงเสียดทานสูง โดยมันจะยึดติดอยู่กับผิวของแผ่นคลัตช์ทั้งสองด้าน ดุมของแผ่นคลัตช์จะถูกทำให้เป็นสไปลอนไว้สวมกับเพลารับกำลังจากเครื่องยนต์ที่มีลักษณะทำเป็นร่องสไปลอนเช่นกัน เพื่อให้แผ่นคลัตช์นั้นสามารถเลื่อนไปมาบนเพลာได้ แต่เมื่อคลัตช์ทำงาน แผ่นคลัตช์จะถูกบีบให้อัดอยู่กับล้อช่วยแรงด้วยแรงกดของแผ่นกดคลัตช์ มันจะถูกบังคับให้หมุนไปกับเพลารับกำลังของกระปุกเกียร์ด้วยความเร็วที่เท่ากับเครื่องยนต์ ดังแสดงในรูปที่ 2.2



รูปที่ 2.1 ส่วนประกอบของคลัตช์แบบแห้ง



รูปที่ 2.2 การทำงานของคลัตช์แบบแหง

2. คลัตช์เปียก (clutches running oil) เป็นคลัตช์แผ่นความฝืดชนิดหลายแผ่นที่ประกอบด้วย

จานกดคลัตช์และแผ่นคลัตช์ ซึ่งทั้งหมดจะทำงานอยู่ภายในตัวเรือนที่แช่อยู่กับน้ำมันตลอดเวลา

คลัตช์เปียกเป็นคลัตช์ที่นำมาใช้กับรถจักรยานยนต์ เนื่องจากสามารถเพิ่มจำนวนของแผ่นคลัตช์ได้มาก ซึ่งก็เป็นวิธีการหนึ่งที่จะทำให้ขนาดของชุดคลัตช์มีขนาดเล็กลงผ่านศูนย์กลางที่เล็กลง แต่จะมีแรงจับยึดในตัวสูง แม้ว่าจะมีแวนโน้มที่จะทำให้แผ่นคลัตช์นั้นยึดติดกันก็ตาม

แผ่นคลัตช์ประกอบด้วยแผ่นขับกับแผ่นตาม แผ่นขับจะทำด้วยแผ่นเหล็กกล้าที่มีผิวความฝืดทั้งสองด้าน ทำด้วยไม้ก๊อก (cork) ด้านในทำเป็นร่องฟันเฟืองในและขอบอยู่กับร่องคุมคลัตช์ เมื่อเครื่องยนต์หมุน ตัวเรือนคลัตช์จะถูกขับให้หมุนตามด้วยการส่งถ่ายแรงบิดจากเพลาช้อหรือเฟืองผ่านเกียร์หรือโซ่ ซึ่งก็ทำให้มันหมุนอยู่ตลอดเวลา ส่วนแผ่นตามจะทำจากแผ่นเหล็กกล้าและมีลักษณะโครงสร้างสวมอยู่กับคุมคลัตช์เช่นเดียวกับแผ่นขับ แต่ผิวทั้งสองด้านจะไม่มีไม้ก๊อก โดยมันจะถูกติดตั้งสลักกับกับแผ่นขับ ดังแสดงในรูปที่ 2.3

ดังนั้นการทำงานเมื่อแผ่นคลัตช์จากออก น้ำมันที่ชุดคลัตช์แช่อยู่จะไหลเข้าแทนที่ และเมื่อคลัตช์จับ น้ำมันจะถูกแรงบีบรีดออก จากสาเหตุนี้จึงมีผลทำให้การขับเคลื่อนมีความนุ่มนวล

จานกดคลัตช์ (pressure plates) จะยึดกับชุดคลัตช์ทั้งหมดด้วยสลักเกลียว ชุดลวดสปริงของจานกดคลัตช์จะทำหน้าที่กดให้แผ่นคลัตช์ยึดกันเป็นอันหนึ่งอันเดียวกัน ทำให้แผ่นคลัตช์ทั้งหมดหมุนไปพร้อมกับคุมคลัตช์และตัวเรือนคลัตช์ แรงบิดจากเครื่องยนต์จะถูกส่งถ่ายผ่านตัวเรือนคลัตช์ แผ่นคลัตช์ ไปยังชุดเกียร์และเพลาส่งกำลัง แต่อย่างไรก็ตาม ถ้าคลัตช์จากออก สลักและปลอกดันคลัตช์ดันแรงดันของจานกดคลัตช์ ปลอกดันคลัตช์จะทำให้แผ่นคลัตช์แยกตัวออกจากกัน เป็นผลให้การส่งถ่ายกำลังนั้นหยุดในทันที ดังแสดงในรูปที่ 2.4

งานส่งกำลังรถยนต์

หนังสือ **งานส่งกำลังรถยนต์** เป็นหนังสือที่มีเนื้อหาครอบคลุมการทำงานของระบบส่งกำลังรถยนต์ เช่น คลัตช์ กระปุกเกียร์ กระปุกเกียร์โอเวอร์ไดรฟ์ เพลากลาง และเฟืองท้าย เป็นต้น

นอกจากนี้ยังได้บรรจุเนื้อหาทั้งภาคทฤษฎีและปฏิบัติตามขั้นตอนในการตรวจสอบ การถอดประกอบ พร้อมรูปภาพของขั้นตอนที่ถูกต้อง นอกจากนี้ยังได้รวบรวมเนื้อหาในด้านการพัฒนาทางเทคโนโลยีของระบบส่งกำลังรถยนต์ เช่น ระบบขับเคลื่อน 4 ล้อ (4 WD) ทั้งแบบบางเวลาถึงแบบตลอดเวลา และเกียร์อัตโนมัติที่ควบคุมด้วยอิเล็กทรอนิกส์ (ECT)

ประวัติผู้เขียน **ประสานพงษ์ หาดเรือนิยม**



- ปัจจุบันดำรงตำแหน่งอาจารย์ 3 ระดับ 8 ประจำแผนกวิชาช่างยนต์ วิทยาลัยเทคนิคนครราชสีมา เป็นอาจารย์ผู้สอนวิชาไฟฟ้ารถยนต์ และวิชาไฟฟ้ายานยนต์
- จบการศึกษาระดับครุศาสตรบัณฑิตสาขาคอมพิวเตอร์และเทคโนโลยีสารสนเทศ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี
- เข้ารับการฝึกอบรมเรื่องระบบเทคโนโลยีขั้นสูงของรถยนต์ NISSAN ที่บริษัท สยามนิสสัน จำกัด
- เข้ารับการฝึกอบรมเรื่องระบบไฟฟ้าตัวถังรถยนต์และถุงลมนิรภัยของรถยนต์ TOYOTA ที่บริษัท โตโยต้า มอเตอร์ ประเทศไทย จำกัด
- เข้ารับการฝึกอบรมเรื่องอิเล็กทรอนิกส์ยานยนต์ขั้นสูงของรถยนต์ TOYOTA ที่บริษัท โตโยต้า มอเตอร์ ประเทศไทย จำกัด
- เข้ารับการฝึกอบรมเรื่องเทคโนโลยีใหม่ของรถยนต์ TOYOTA (เครื่องยนต์ดีเซล EFI ระบบคอมมอนเรล) ที่วิทยาลัยเทคนิคนครราชสีมา
- เข้ารับการฝึกอบรมเรื่องการใช้ TECH2 และ TIS 2000 ในการตรวจสอบรถยนต์เซฟโรเลต ณ บริษัท เซฟโรเลต (ประเทศไทย) จำกัด
- เข้าฝึกอบรมเรื่องการออกแบบซอฟต์แวร์สมองกลฝังตัว ณ สถาบันพัฒนาครูอาชีวศึกษา
- เข้าฝึกอบรมเรื่องเทคโนโลยีรถยนต์ไฮบริด ณ วิทยาลัยเทคนิคนครราชสีมา
- เข้าฝึกอบรมผู้ตรวจสอบและทดสอบรถยนต์ติดตั้งแก๊ส NGV/CNG ณ กรมธุรกิจพลังงาน กระทรวงพลังงาน

ISBN 978-616-08-0309-5



9 786160 803095

255 บาท

วิทยาการและเทคโนโลยี/คู่มือเรียน/
รถยนต์-เครื่องยนต์, ชุดส่งกำลัง