SE-ED's TEXTBOOK

ตรงตามหลักสูตรของ
สำนักงานคณะกรรมการการอาชีวศึกษา

ระดับ ปวส. และผู้ที่สนใจทั่วไป
3101-2107 เทคโนโลยียานยนต์สมัยใหม่

เทคโนโลยียานยนต์สมัยใหม่

ประสานพงษ์ หาเรือนชีพ

ซีเอ็ด

เทคโนโลยียานยนต์สมัยใหม่

โดย ประสานพงษ์ หาเรือนชีพ

สงวนลิขสิทธิ์ในประเทศไทยตาม พ.ร.บ. ลิขสิทธิ์ © พ.ศ. 2556 โดย ประสานพงษ์ หาเรือนชีพ
ห้ามคัดลอก ลอกเลียน ดัดแปลง ทำซ้ำ จัดพิมพ์ หรือกระทำอื่นใด โดยวิธีการใดๆ ในรูปแบบใดๆ
ไม่ว่าส่วนหนึ่งส่วนใดของหนังสือเล่มนี้ เพื่อเผยแพร่ในสื่อทุกประเภท หรือเพื่อวัตถุประสงค์ใดๆ
นอกจากจะได้รับอนุญาต

ข้อมูลทางบรรณานุกรมของหอสมุดแห่งชาติ

ประสานพงษ์ หาเรือนชีพ.
เทคโนโลยียานยนต์สมัยใหม่. --กรุงเทพฯ : ซีเอ็ดยูเคชั่น, 2556.
1. ยานยนต์.
I. ชื่อเรื่อง.
692.2

ISBN(e-book) : 978-616-08-0831-1

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

รถยนต์นั่งในปัจจุบันได้นำเอาระบบคอมพิวเตอร์อันเป็นเทคโนโลยีสมัยใหม่มาใช้เพื่อควบคุมระบบการทำงานต่าง ๆ ของรถยนต์ ทั้งภายในรถยนต์และระบบเครื่องล่างรถยนต์ เป็นการทำให้ผู้ขับขี่รถมีความสะดวกสบายและมีความปลอดภัยสูงขึ้น นอกจากนี้ยังจะช่วยลดมลภาวะที่เกิดขึ้นจากรถยนต์อีกด้วย

ด้วยเหตุนี้ ภายในหนังสือ *เทคโนโลยียานยนต์สมัยใหม่* เล่มนี้จึงรวมเอาการทำงานของคอมพิวเตอร์มาใช้กับระบบอำนวยความสะดวก ระบบป้องกันขโมย และระบบความปลอดภัย เช่น ระบบถุงลมนิรภัย ระบบควบคุมการปลดล็อคและล็อคประตูรถยนต์แบบไร้สาย ระบบเบรก ABS ระบบควบคุมการหมุนฟรีของล้อหลังรถยนต์ และเกียร์อัตโนมัติควบคุมด้วยอิเล็กทรอนิกส์ เป็นต้น

เนื้อหาในหนังสือเล่มนี้จะครอบคลุมตามหลักสูตรวิชาเทคโนโลยียานยนต์สมัยใหม่ ในระดับ ปวส. สาขาช่างยนต์ของกรมอาชีวศึกษา กระทรวงศึกษาธิการ

ผู้จัดทำขอขอบคุณบริษัทรถยนต์โตโยต้า ฮอนด้า และมิตซูบิชิ เป็นอย่างยิ่งที่ได้อนุญาตให้นำข้อมูลและรูปภาพบางส่วนของบริษัทลงพิมพ์ และขอขอบคุณคุณอุดม ไชยเดชาธร ผู้อำนวยการวิทยาลัยเทคนิคนครราชสีมา ที่กรุณาให้การสนับสนุนและให้คำแนะนำเพื่อให้หนังสือเล่มนี้มีคุณภาพยิ่งขึ้น

สุดท้ายนี้ ขอขอบคุณฝ่ายตำราและหนังสือวิชาการ บริษัท ซีเอ็ดยูเคชั่น จำกัด (มหาชน) ที่ได้จัดทำให้หนังสือเล่มนี้ออกมาเป็นรูปเล่มที่สมบูรณ์

หากหนังสือเล่มนี้มีข้อผิดพลาดประการใด ผู้จัดทำขออภัยมา ณ ที่นี้ และขอน้อมรับคำติชมเพื่อจะได้นำไปแก้ไขและปรับปรุงในการจัดทำครั้งต่อไป

ประสานพงษ์ หาเรือนชีพ

แผนกช่างยนต์

วิทยาลัยเทคนิคนครราชสีมา

สารบัญ

บทที่ 1 **ระบบควบคุมมลภาวะของรถยนต์** ____ 11

1.1 มลภาวะอากาศเป็นพิษ 12
1.2 การเกิดของแก๊สไอเสียที่เป็นมลภาวะอากาศเป็นพิษ 13
1.3 แก๊สไอเสียจากรถยนต์ที่เป็นอันตรายต่อชีวิต 18
1.4 สภาพของการขับขี่รถยนต์และการเกิดแก๊สไอเสียที่เป็นมลภาวะอากาศเป็นพิษ ... 19
1.5 ระบบควบคุมมลภาวะ (Emission Control) 24
แบบฝึกหัด 48

บทที่ 2 **ระบบควบคุมการเปลี่ยนแปลงองศาการเปิดและปิดของลิ้นด้วยอิเล็กทรอนิกส์** _ 51

2.1 องศาการเปิดและปิดของลิ้นไอดีและลิ้นไอเสีย 52
2.2 กลไกที่สำคัญของเครื่องยนต์ระบบ VTEC 54
2.3 ส่วนประกอบของระบบการทำงานของเครื่องยนต์ระบบ VTEC 56
2.4 โค้ดวิเคราะห์ปัญหาข้อขัดข้องของเครื่องยนต์ระบบ VTEC 60
แบบฝึกหัด 63

บทที่ 3 **ระบบควบคุมการล็อคความเร็วรถยนต์อัตโนมัติ** ____ 65

3.1 โครงสร้างและการทำงานของระบบควบคุมการล็อคความเร็วอัตโนมัติ 67
3.2 การวิเคราะห์ปัญหาข้อขัดข้องของระบบควบคุมการล็อคความเร็วอัตโนมัติ 71
แบบฝึกหัด 74

บทที่ 4 **ระบบป้องกันการสตาร์ตเครื่องยนต์** ____ 77

4.1 ส่วนประกอบของระบบป้องกันการสตาร์ตเครื่องยนต์ 78
4.2 หน้าที่ของคอมพิวเตอร์ในระบบป้องกันการสตาร์ตเครื่องยนต์ 81
4.3 วิธีการบันทึกโค้ดและการลบโค้ดลูกกุญแจ 82
4.4 การวิเคราะห์ปัญหาข้อขัดข้องของระบบป้องกันการสตาร์ตเครื่องยนต์ 83
แบบฝึกหัด 87

SE-ED

บทที่ 5 ระบบปรับระดับลำแสงของโคมไฟหน้ารถยนต์อัตโนมัติ ____ 89

5.1 โครงสร้างของระบบปรับระดับลำแสงของโคมไฟหน้ารถยนต์อัตโนมัติ 90
5.2 ระบบวิเคราะห์การทำงานบกพร่อง 93
แบบฝึกหัด 94

บทที่ 6 เบาะนั่งรถยนต์ควบคุมด้วยคอมพิวเตอร์ ____ 96

6.1 เบาะนั่งรถยนต์ควบคุมด้วยคอมพิวเตอร์ 97
6.2 โครงสร้างและการทำงานของเบาะนั่งรถยนต์ควบคุมด้วยคอมพิวเตอร์ 98
6.3 หลักการทำงานของเบาะนั่งรถยนต์ควบคุมด้วยอิเล็กทรอนิกส์ 100
6.4 การปรับตั้งตำแหน่งของเบาะนั่งรถยนต์ 101
6.5 โครงสร้างและการทำงานของเบาะนั่งรถยนต์ 104
แบบฝึกหัด 108

บทที่ 7 ระบบกระจกไฟฟ้าแบบเลื่อนลงอัตโนมัติเมื่อมีวัตถุกีดขวาง ____ 111

7.1 โครงสร้างและการทำงานของระบบกระจกไฟฟ้าแบบเลื่อนลงอัตโนมัติ เมื่อมีวัตถุกีดขวาง 111
แบบฝึกหัด 114

บทที่ 8 ระบบควบคุมการล็อคและปลดล็อคประตูรถยนต์รถยนต์แบบไร้สาย ____ 116

8.1 ส่วนประกอบของระบบควบคุมการล็อคและปลดล็อคประตูรถยนต์แบบไร้สาย .. 117
8.2 หน้าที่ของคอมพิวเตอร์ในระบบควบคุมการล็อคและปลดล็อคประตูรถ แบบไร้สาย 122
แบบฝึกหัด 123

บทที่ 9 ระบบฉีดเชื้อเพลิงแก๊สโซลีนควบคุมด้วยอิเล็กทรอนิกส์ (EFI) ____ 125

9.1 คุณลักษณะเฉพาะของระบบฉีดเชื้อเพลิงแก๊สโซลีนควบคุมด้วยอิเล็กทรอนิกส์ ... 126
9.2 ชนิดของระบบฉีดเชื้อเพลิงแก๊สโซลีนควบคุมด้วยอิเล็กทรอนิกส์ 128
9.3 โครงสร้างพื้นฐานของระบบฉีดเชื้อเพลิงแก๊สโซลีนควบคุมด้วยอิเล็กทรอนิกส์ 129
9.4 ระบบเชื้อเพลิง 130
9.5 ระบบประจุอากาศ 144
9.6 ระบบควบคุมด้วยอิเล็กทรอนิกส์ 151
9.7 หน้าที่ของคอมพิวเตอร์ในการควบคุมการฉีดเชื้อเพลิง 174
9.8 การจุดระเบิดล่วงหน้าด้วยอิเล็กทรอนิกส์ (ESA) 181
9.9 หน้าที่ของคอมพิวเตอร์ในการควบคุมการจุดระเบิดล่วงหน้าด้วย อิเล็กทรอนิกส์ 186
9.10 การควบคุมความเร็วรอบเดินเบา (Idle Speed Control) 188
9.11 หน้าที่ของคอมพิวเตอร์ในการควบคุมรอบเดินเบา 193
9.12 หน้าที่ของคอมพิวเตอร์ในระบบทำงานสำรอง 194

SFED

9.13 หน้าที่ของคอมพิวเตอร์ในการป้องกันการทำงานบกพร่อง 195
9.14 ระบบการวิเคราะห์ปัญหาข้อขัดข้องของเครื่องยนต์ 196
9.15 โค้ดวิเคราะห์ปัญหาข้อขัดข้อง 197
9.16 สัญลักษณ์ขั้วต่อที่กล่องคอมพิวเตอร์ 201
แบบฝึกหัด 203

บทที่ 10 เกียร์อัตโนมัติแบบควบคุมด้วยอิเล็กทรอนิกส์ 210

10.1 ข้อเปรียบเทียบระหว่างเกียร์อัตโนมัติแบบควบคุมด้วยไฮดรอลิกกับเกียร์อัตโนมัติแบบควบคุมด้วยอิเล็กทรอนิกส์ 211
10.2 โครงสร้างของเกียร์อัตโนมัติแบบควบคุมด้วยอิเล็กทรอนิกส์ 213
10.3 ทอร์กคอนเวอร์เตอร์ 216
10.4 ชุดแพลนนิทารีเกียร์ 217
10.5 ระบบควบคุมไฮดรอลิก 219
10.6 ระบบควบคุมด้วยอิเล็กทรอนิกส์ 226
10.7 หน้าที่ของคอมพิวเตอร์ในการควบคุมการทำงานของเกียร์อัตโนมัติ 241
10.8 การวิเคราะห์ปัญหาข้อขัดข้อง 243
แบบฝึกหัด 245

บทที่ 11 ระบบป้องกันเบรกล็อคตาย 248

11.1 ส่วนประกอบต่างๆ ของระบบเบรก ABS 249
11.2 การทำงานของส่วนประกอบต่างๆ ของระบบเบรก ABS 252
11.3 การทำงานของระบบเบรก ABS 260
11.4 หน้าที่ของคอมพิวเตอร์ในระบบเบรก ABS 263
11.5 ระบบวิเคราะห์ปัญหาข้อขัดข้องของระบบเบรก ABS 264
11.6 โค้ดปัญหาข้อขัดข้องของระบบเบรก ABS 265
11.7 การลบโค้ดวิเคราะห์ปัญหาข้อขัดข้องของระบบเบรก ABS 269
11.8 การวิเคราะห์ปัญหาข้อขัดข้องของเซนเซอร์วัดความเร็วที่ล้อ 270
แบบฝึกหัด 274

บทที่ 12 ระบบถุงลมนิรภัย 277

12.1 แบบของระบบถุงลมนิรภัย 278
12.2 สภาวะการทำงานของระบบถุงลมนิรภัย 287
12.3 ช่วงระยะเวลาการทำงานของถุงลมนิรภัย 288
12.4 หน้าที่วิเคราะห์ปัญหาข้อขัดข้องด้วยตัวเองของคอมพิวเตอร์ 291
12.5 การตรวจสอบหาโค้ดปัญหาข้อขัดข้องของระบบถุงลมนิรภัย 291
12.6 การลบโค้ดด้วยสายไฟบริการ 292
แบบฝึกหัด 295

SE-ED

บทที่ 13 พวงมาลัยเพาเวอร์ควบคุมด้วยอิเล็กทรอนิกส์ 298

13.1 โครงสร้างและส่วนประกอบของพวงมาลัยเพาเวอร์ควบคุมด้วยอิเล็กทรอนิกส์ 299
13.2 การทำงานของพวงมาลัยเพาเวอร์ควบคุมด้วยอิเล็กทรอนิกส์ 301
แบบฝึกหัด 303

บทที่ 14 ระบบรองรับด้วยอากาศควบคุมด้วยอิเล็กทรอนิกส์ 305

14.1 หน้าที่ของระบบรองรับด้วยอากาศควบคุมด้วยอิเล็กทรอนิกส์ 306
14.2 โครงสร้างของระบบรองรับด้วยอากาศควบคุมด้วยอิเล็กทรอนิกส์ 308
แบบฝึกหัด 329

บทที่ 15 ระบบรองรับไฮดรอลิกควบคุมด้วยอิเล็กทรอนิกส์ 332

15.1 คุณลักษณะเด่นของระบบรองรับไฮดรอลิกควบคุมด้วยอิเล็กทรอนิกส์ 333
15.2 โครงสร้างและการทำงานของระบบรองรับไฮดรอลิกควบคุมด้วยอิเล็กทรอนิกส์ 333
15.3 หน้าที่ของคอมพิวเตอร์ในระบบรองรับไฮดรอลิกควบคุมด้วยอิเล็กทรอนิกส์ 347
15.4 หน้าที่ของคอมพิวเตอร์ในการวิเคราะห์ปัญหาข้อขัดข้อง 351
15.5 หน้าที่ของคอมพิวเตอร์ในการป้องกันการทำงานบกพร่อง 354
แบบฝึกหัด 355

บทที่ 16 ระบบควบคุมการหมุนฟรีของล้อหลังอัตโนมัติ 358

16.1 โครงสร้างและส่วนประกอบของระบบ TRC 358
16.2 การทำงานของระบบ TRC 370
16.3 หน้าที่ของคอมพิวเตอร์ของระบบเบรก ABS และ TRC 374
แบบฝึกหัด 380

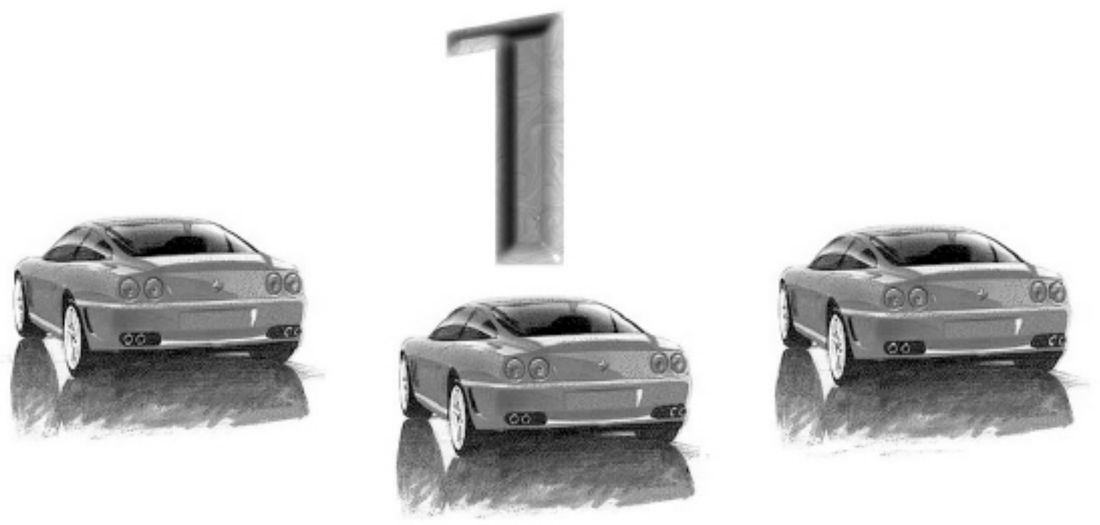
บทที่ 17 เครื่องยนต์ดีเซลแบบคอมมอนเรลควบคุมด้วยอิเล็กทรอนิกส์ 383

17.1 ส่วนประกอบของเครื่องยนต์ดีเซลแบบคอมมอนเรลควบคุมด้วยอิเล็กทรอนิกส์ 384
17.2 หน้าที่ของคอมพิวเตอร์ในการควบคุมการฉีดน้ำมันเชื้อเพลิง 392
17.3 การวิเคราะห์ปัญหา 401
แบบฝึกหัด 405

เฉลยแบบฝึกหัด 409

บรรณานุกรม 412

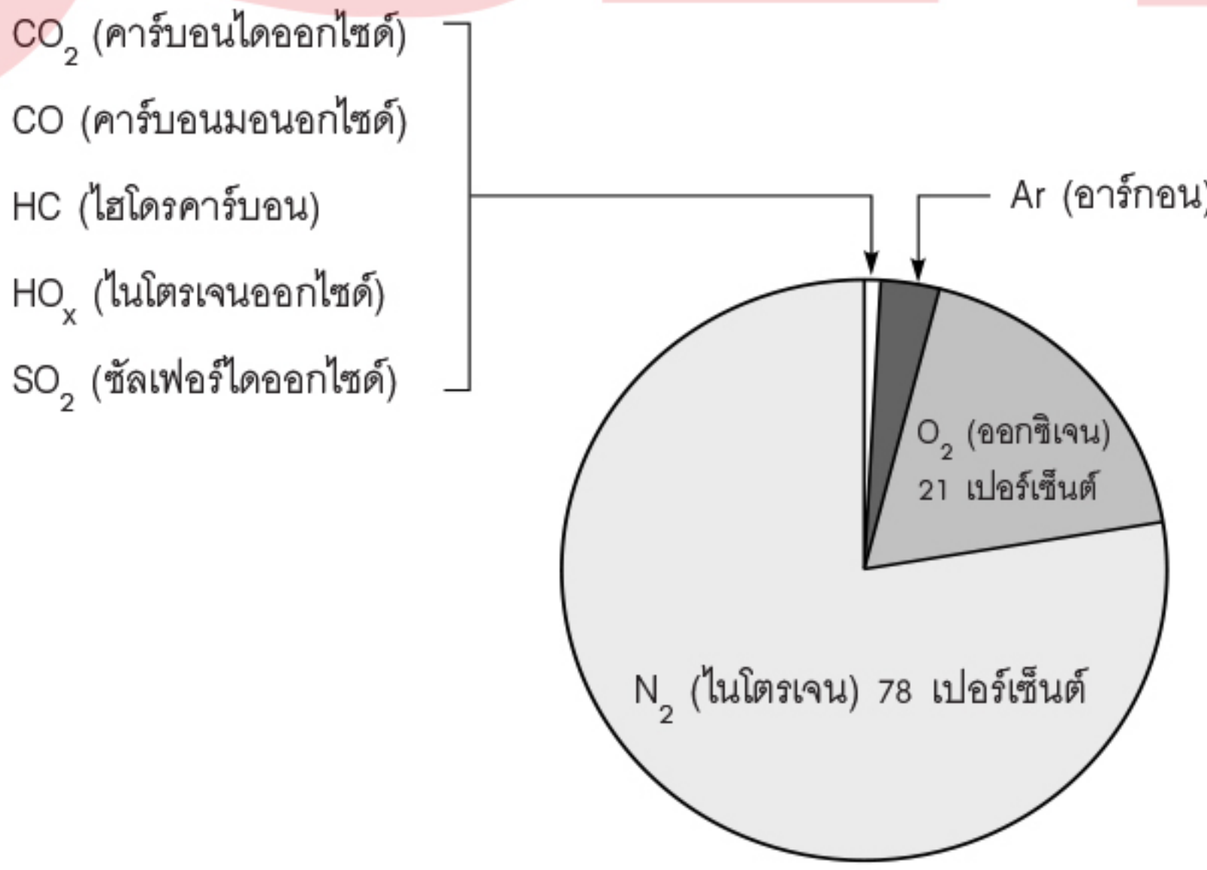
SE-ED



1 ระบบควบคุมมลภาวะของรถยนต์

อากาศที่ปกคลุมอยู่บริเวณพื้นผิวโลกนั้นจะประกอบด้วยแก๊สต่าง ๆ ที่เป็นประโยชน์และโทษต่อมนุษย์ พืช และสัตว์ อันได้แก่ แก๊สออกซิเจน (O_2) ซึ่งมีอยู่ประมาณ 21 เปอร์เซ็นต์ (โดยปริมาตร) แก๊สไนโตรเจน (N_2) มีอยู่ประมาณ 78 เปอร์เซ็นต์ แก๊สอาร์กอน (Ar) ประมาณ 0.94 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งเป็นแก๊สที่เกิดขึ้นตามธรรมชาติ ในรูปที่ 1.1 เป็นแผนภูมิวงกลมที่แสดงค่าเปอร์เซ็นต์ของแก๊สต่าง ๆ ที่ปกคลุมโลก

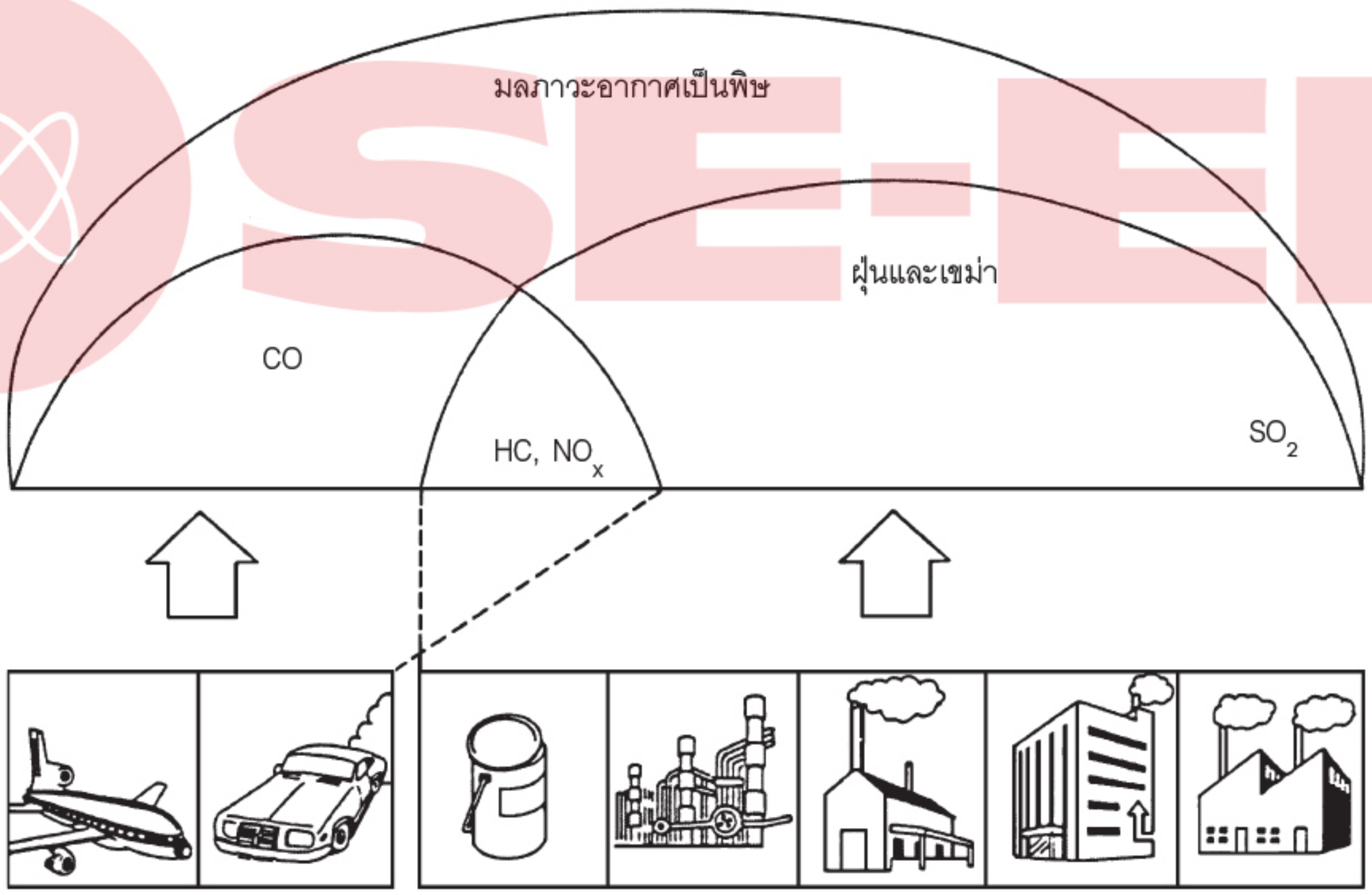
รูปที่ 1.1 แผนภูมิวงกลมที่แสดงค่าเปอร์เซ็นต์ของแก๊สที่ปกคลุมโลก



1.1 มลภาวะอากาศเป็นพิษ

มลภาวะอากาศเป็นพิษ (air polution) นอกเหนือจากแก๊สที่มีอยู่ตามธรรมชาติแล้ว การเพิ่มปริมาณของแก๊สอาร์กอนและแก๊สคาร์บอนไดออกไซด์ซึ่งเป็นแก๊สที่ไม่พึงประสงค์สำหรับมนุษย์และสัตว์เช่นเดียวกับแก๊สที่เกิดขึ้นจากการกระทำของมนุษย์เองอันได้แก่ แก๊สคาร์บอนมอนอกไซด์ (CO) แก๊สไฮโดรคาร์บอน (HC) แก๊สไนโตรเจนออกไซด์ (NO_x) แก๊สเหล่านี้เป็นแก๊สไอเสียที่ถูกปล่อยออกมาจากรถยนต์ เครื่องบิน แก๊สซัลเฟอร์ไดออกไซด์ (SO_2) เป็นแก๊สที่เกิดจากโรงงานพลังงานความร้อนและโรงงานอุตสาหกรรม จะอยู่ในสถานะของแก๊สเฉื่อยที่ลอยอยู่ในอากาศ มีลักษณะคล้ายหมอก (smog) ซึ่งเราเรียกว่า *มลภาวะอากาศเป็นพิษ* ทั้งนี้รวมทั้งฝุ่นผงและเขม่า แต่ในที่นี้จะกล่าวถึงเฉพาะแก๊สที่ทำให้เกิดมลภาวะอากาศเป็นพิษที่เกิดจากรถยนต์เท่านั้น ในรูปที่ 1.2 แสดงถึงแหล่งกำเนิดของแก๊สที่ทำให้เกิดมลภาวะอากาศเป็นพิษ

รูปที่ 1.2 แหล่งกำเนิดของแก๊สที่ทำให้เกิดมลภาวะอากาศเป็นพิษ



1.2 การเกิดของแก๊สไอเสียที่เป็นมลภาวะอากาศเป็นพิษ

แก๊สไอเสียที่ถูกปล่อยออกมากับรถยนต์เป็นจำนวนมากที่ทำให้เกิดมลภาวะอากาศเป็นพิษจะมีองค์ประกอบของแก๊สไฮโดรคาร์บอน แก๊สคาร์บอนมอนอกไซด์ และแก๊สไนโตรเจนออกไซด์ ซึ่งต่อไปนี้จะกล่าวถึงสาเหตุที่รถยนต์ปล่อยแก๊สไอเสียที่เป็นมลภาวะอากาศเป็นพิษออกสู่บรรยากาศ

1.2.1 แก๊สคาร์บอนมอนอกไซด์ (CO)

แก๊สคาร์บอนมอนอกไซด์เกิดจากการเผาไหม้ที่ไม่สมบูรณ์ของน้ำมันเชื้อเพลิง เนื่องมาจากสาเหตุของการขาดออกซิเจนภายในห้องเผาไหม้

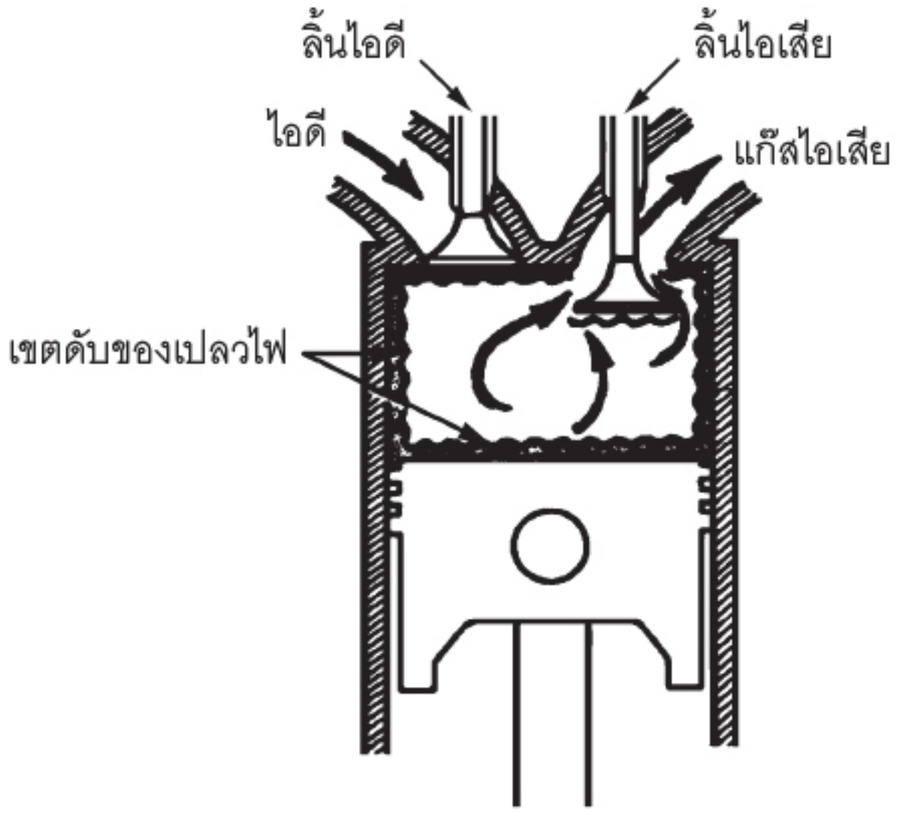
ตามหลักการทางทฤษฎีแล้ว แก๊สคาร์บอนมอนอกไซด์จะไม่เกิดถ้ามีออกซิเจนในอัตราส่วนผสมของไอดีที่มากกว่า แต่ตามความเป็นจริงแล้วแก๊สคาร์บอนมอนอกไซด์จะเกิดขึ้นจากสาเหตุ 3 ประการคือ

1. แก๊สคาร์บอนมอนอกไซด์ถูกแปรเปลี่ยนให้เป็นแก๊สคาร์บอนไดออกไซด์โดยการรวมตัวกับออกซิเจน แต่ปฏิกิริยาในการแปรเปลี่ยนเป็นไปได้อย่างช้า ๆ จึงไม่สามารถแปรเปลี่ยนแก๊สคาร์บอนมอนอกไซด์ได้หมดในสถานะของแก๊สคาร์บอนไดออกไซด์ ดังนั้นแก๊สคาร์บอนมอนอกไซด์จึงเกิดขึ้นได้ในส่วนผสมของไอดีที่บาง (lean mixture)

2. การเผาไหม้ของไอดีเป็นไปไม่สม่ำเสมอ เนื่องมาจากการจ่ายไอดีเข้าห้องเผาไหม้ของคาร์บูเรเตอร์ไม่สม่ำเสมอ

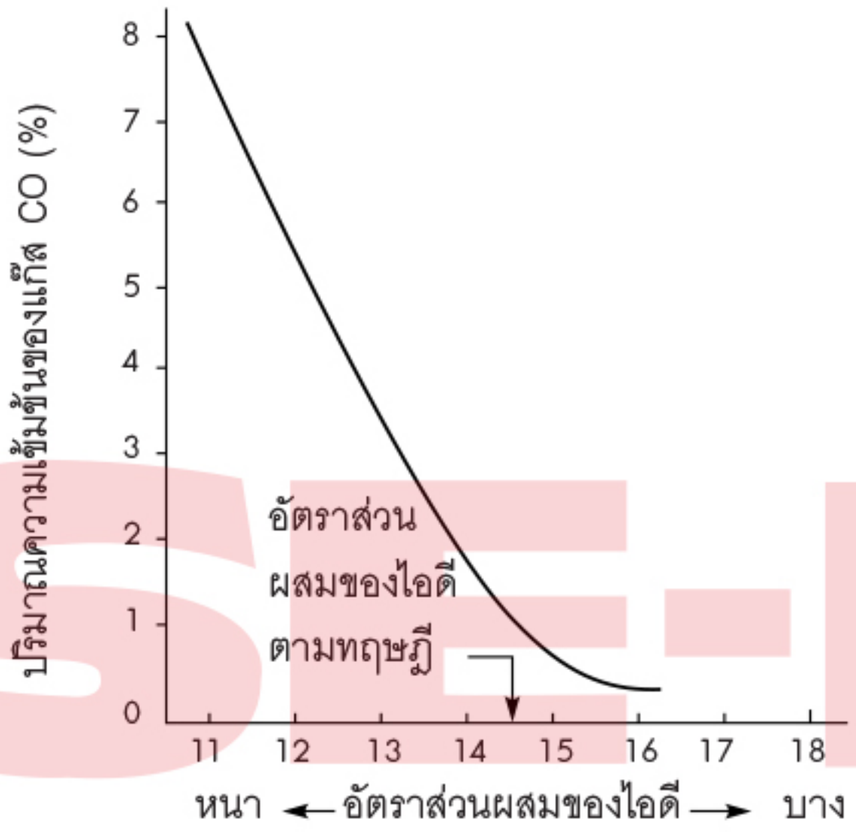
3. รอบ ๆ กระบอกสูบมีอุณหภูมิต่ำเกินกว่าที่จะเกิดการเผาไหม้ได้ ดังนั้นในบริเวณนั้นจะไม่เกิดเปลวไฟในการเผาไหม้ได้ ซึ่งบริเวณนี้เรียกว่า *เขตดับของเปลวไฟ (quenching zones)* เชื้อเพลิงที่เหลือจากการเผาไหม้บริเวณนี้จะทำให้เกิดเป็นแก๊สไอเสียถูกระบายออกจากกระบอกสูบ ดังแสดงในรูปที่ 1.3

รูปที่ 1.3 การเกิดเขตดับของเปลวไฟภายในห้องเผาไหม้



ความสัมพันธ์ระหว่างอัตราส่วนผสมของไอดีและความเข้มของแก๊สคาร์บอนมอนอกไซด์ ความเข้มข้นของแก๊สคาร์บอนมอนอกไซด์โดยทั่วไปแล้วจะขึ้นอยู่กับอัตราส่วนของไอดี แต่ตามหลักการแล้วจะขึ้นอยู่กับการเปลี่ยนแปลงของอัตราส่วนผสมของไอดี ในรูปที่ 1.4 เป็นกราฟที่แสดงถึงความเข้มของแก๊สคาร์บอนมอนอกไซด์ที่ลดลงเมื่ออัตราส่วนผสมของไอดีเพิ่มสูงขึ้น (ส่วนผสมบาง) ดังนั้นการที่จะทำให้แก๊สคาร์บอนมอนอกไซด์หมดไปได้จะต้องทำให้เครื่องยนต์มีการเผาไหม้ที่สมบูรณ์

รูปที่ 1.4 กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างไอดีและความเข้มข้นของแก๊สคาร์บอนมอนอกไซด์



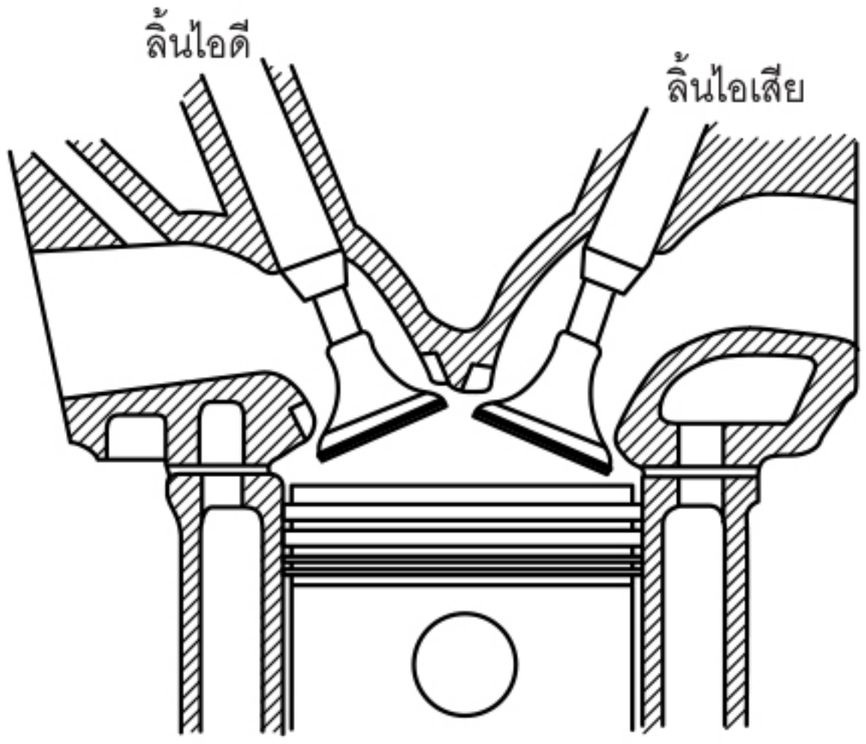
1.2.2 แก๊สไฮโดรคาร์บอน (HC)

น้ำมันเชื้อเพลิงที่ใช้กับเครื่องยนต์แก๊สโซลีนมีองค์ประกอบของไฮโดรคาร์บอนเป็นหลัก เมื่อเกิดเป็นไอและถูกความร้อนที่อุณหภูมิสูงจะรวมตัวกับออกซิเจนได้อย่างรวดเร็ว แต่ถ้าไม่เกิดการเผาไหม้ ไอบางส่วนจะถูกระบายออกสู่บรรยากาศภายนอกให้เป็นแก๊สไฮโดรคาร์บอนได้

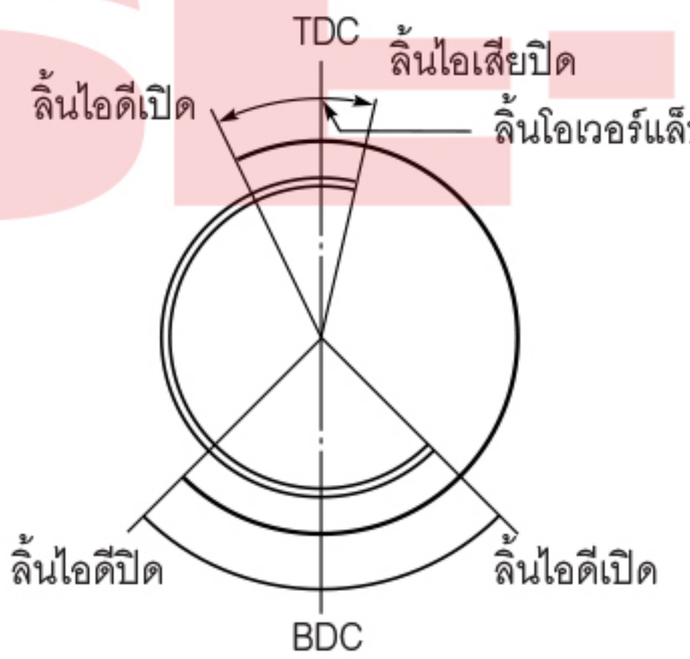
แก๊สไฮโดรคาร์บอนจะเกิดขึ้นเช่นเดียวกับแก๊สคาร์บอนมอนอกไซด์ได้ 3 กรณีคือ

1. เกิดจากการโอเวอร์แล็ป (over lap) ของลิ้น ดังแสดงในรูปที่ 1.5 และรูปที่ 1.6 ในระหว่างการเปิดของลิ้นไอดีและลิ้นไอเสียพร้อมกันในระยะเวลาอันสั้น ๆ แก๊สไฮโดรคาร์บอนบางส่วนจะถูกดูดออกจากห้องเผาไหม้ผ่านลิ้นไอเสีย

รูปที่ 1.5 ภาพตัดแสดงการเปิดของลิ้นไอดีและลิ้นไอเสียในจังหวะโอเวอร์แล็ป



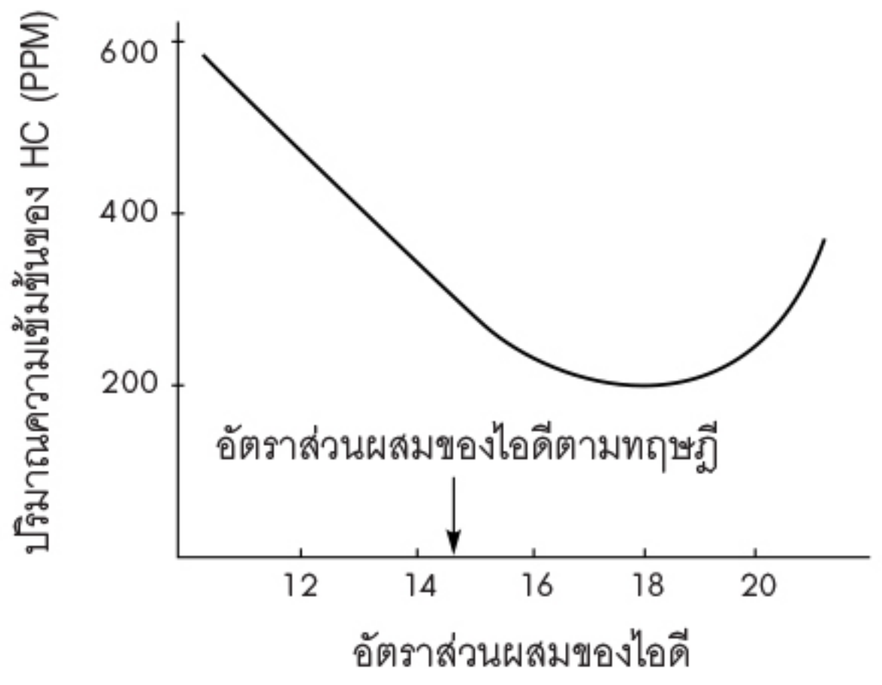
รูปที่ 1.6 ไดอะแกรมในการเปิดและปิดของลิ้นไอดีและไอเสีย



2. การดับของเปลวไฟ เกิดจากอุณหภูมิของเปลวไฟลดลงในบริเวณบางส่วนของห้องเผาไหม้ ทำให้ส่วนผสมของไอดีบางส่วนที่ไม่ได้เกิดการเผาไหม้ถูกระบายออกมากับแก๊สไอเสีย

3. อัตราส่วนผสมของไอดีไม่ถูกต้อง ในรูปที่ 1.7 เป็นกราฟที่แสดงปริมาณของแก๊สไฮโดรคาร์บอนที่ถูกระบายออกมากับไอเสียที่มีปริมาณเพิ่มมากขึ้น ทั้งนี้จะต้องขึ้นอยู่กับอัตราส่วนผสมของไอดีที่หนามาก ซึ่งยังผลให้การเผาไหม้ไม่สมบูรณ์ ออกซิเจนที่ช่วยในการเผาไหม้ไม่เพียงพอ แต่ถ้าหากมีส่วนผสมของไอดีบางเกินไป ปริมาณของแก๊สไฮโดรคาร์บอนก็จะเพิ่มมากขึ้นเช่นกัน ทั้งนี้เนื่องมาจากเชื้อเพลิงมีน้อย ทำให้การแผ่กระจายของเปลวไฟเป็นไปได้อย่างช้า ๆ จากสาเหตุนี้น้ำมันเชื้อเพลิงจะเปลี่ยนสภาพเป็นไอเสียระบายออกจากห้องเผาไหม้ก่อนจะเกิดการเผาไหม้ได้หมด

รูปที่ 1.7 กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างไอดีและความเข้มข้นของแก๊สไฮโดรคาร์บอน



1.2.3 แก๊สออกไซด์ของไนโตรเจน (NO_x)

ปริมาณของแก๊สไอเสีย 95 เปอร์เซ็นต์จะเป็นแก๊สไนตริกออกไซด์ (NO) ที่ถูกระบายออกมาจากห้องเผาไหม้ ดังสมการต่อไปนี้

$$N_2 + O_2 \xrightarrow{\text{ความร้อน}} 2NO$$

และเมื่อแก๊สไนตริกออกไซด์เกิดการรวมตัวทำปฏิกิริยาทางเคมีกับออกซิเจนในบรรยากาศภายนอกห้องเผาไหม้ จะกลายเป็นแก๊สไนโตรเจนไดออกไซด์ (NO_2) ดังสมการ

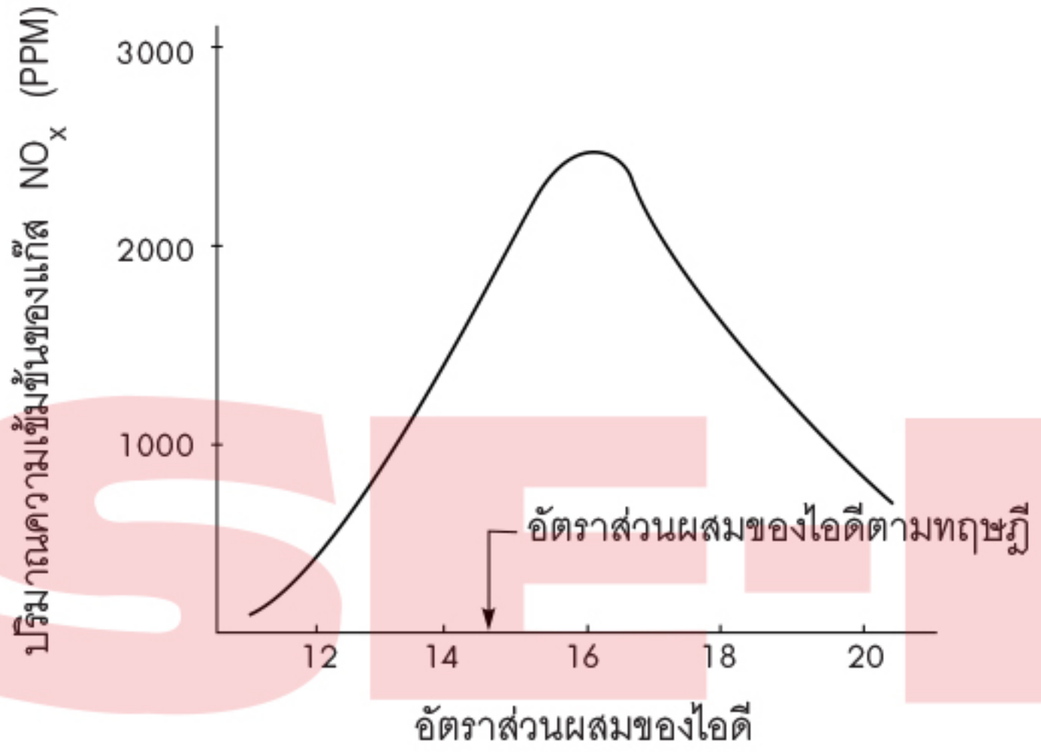
$$2NO + O_2 \xrightarrow{\text{ความร้อน}} 2NO_2$$

แต่อย่างไรก็ตาม โมเลกุลของไนโตรเจนในบรรยากาศจะมีอยู่ประมาณ 80 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งจะคงสถานะเป็นกลางภายใต้สภาวะปกติทั้งที่อุณหภูมิสูง (ประมาณ 1,800 องศาเซลเซียส หรือ 3,300 องศาฟาเรนไฮต์) และปริมาณออกซิเจนที่มีจำนวนมาก ซึ่งจะทำให้ไนโตรเจนทำปฏิกิริยากับออกซิเจน โดยในขั้นแรกจะเป็นแก๊สไนตริกออกไซด์ (NO) และจะแปรเปลี่ยนไปเป็นแก๊สออกไซด์ของไนโตรเจน (NO_x) จากการเผาไหม้ที่สมบูรณ์มากกว่าการเผาไหม้ที่ไม่สมบูรณ์ เช่น แก๊สไฮโดรคาร์บอนและแก๊สคาร์บอนมอนอกไซด์ เพราะจะมีเพียงอุณหภูมิที่สูงเพียงพอเท่านั้นที่จะทำปฏิกิริยาทางเคมี ซึ่งจะได้แก๊สไนตริกออกไซด์ แต่ถ้าอุณหภูมิต่ำกว่า 1,800 องศาเซลเซียส (3,300 องศาฟาเรนไฮต์) แก๊สไนโตรเจนและแก๊สออกซิเจนจะถูกระบายออกจากระบบไอเสียโดยจะไม่รวมตัวกันเป็นแก๊สไนตริกออกไซด์

องค์ประกอบที่สำคัญที่มีผลทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงของปริมาณแก๊สออกไซด์ของไนโตรเจนที่เกิดจากการเผาไหม้ ก็คือ

1. อุณหภูมิความร้อนภายในห้องเผาไหม้กับอัตราส่วนผสมของไอดี ปริมาณของแก๊สออกไซด์ของไนโตรเจนจะมีปริมาณมากที่อัตราส่วนผสมของไอดีประมาณ 16 ต่อ 1 แต่ถ้าอัตราส่วนผสมของไอดีสูงกว่าหรือต่ำกว่าปริมาณของแก๊สออกไซด์ของไนโตรเจนจะลดลง จากกราฟในรูปที่ 1.8 เป็นกราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างไอดีและปริมาณแก๊สออกไซด์ของไนโตรเจนในไอเสียรถยนต์เมื่ออัตราส่วนผสมของไอดีหนากว่า 16 ต่อ 1 เนื่องจากปริมาณของออกซิเจนลดลง และถ้าต้องการลดปริมาณแก๊สออกไซด์ของไนโตรเจนให้ลดลง ส่วนผสมของไอดีจะต้องบางกว่าเพื่อให้การเผาไหม้เป็นไปอย่างช้า ๆ ป้องกันอุณหภูมิของเปลวไฟในห้องเผาไหม้สูงจนเกิดแก๊สออกไซด์ของไนโตรเจนได้

รูปที่ 1.8 กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างไอดีและปริมาณแก๊สออกไซด์ของไนโตรเจนในไอเสียรถยนต์

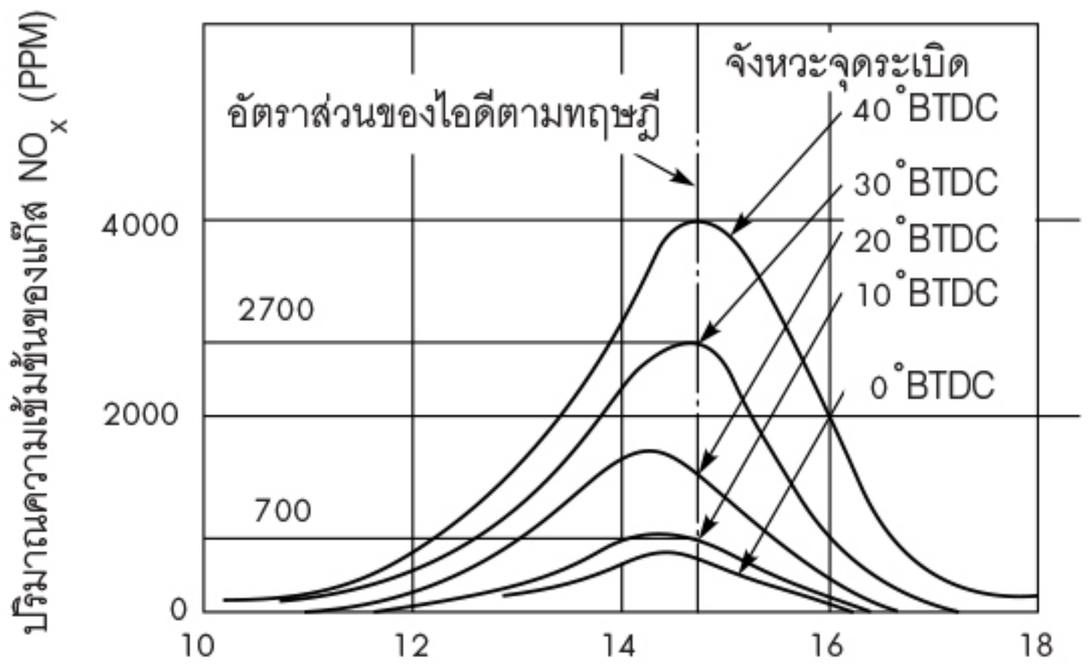


2. ระยะเวลาในการจุดระเบิด ถ้าการจุดระเบิดเกิดขึ้นล่วงหน้า (BTDC) หรือล่าช้า (ATDC) จะทำให้อุณหภูมิภายในห้องเผาไหม้มีการเปลี่ยนแปลงสูง ซึ่งจากสาเหตุนี้แก๊สออกไซด์ของไนโตรเจนที่เกิดขึ้นจะเปลี่ยนแปลงไปตามระยะเวลาของการจุดระเบิดเช่นกัน ในรูปที่ 1.9 เป็นกราฟที่แสดงถึงการเปลี่ยนแปลงของอัตราส่วนผสมของไอดีเมื่อการจุดระเบิดอยู่ที่ 0 องศา (TDC) และ 10 องศา, 20 องศา, 30 องศา และ 40 องศา BTDC

ปริมาณของแก๊สออกไซด์ของไนโตรเจนจะอยู่ใกล้กับอัตราส่วนผสมของไอดีที่พอเหมาะ ปริมาณของแก๊สจะมีมากก็เนื่องจากความร้อนในการเผาไหม้ที่เกิดจากการจุดระเบิดล่วงหน้า

SE-ED

รูปที่ 1.9 กราฟแสดงความสัมพันธ์ของปริมาณแก๊สออกไซด์ของไนโตรเจนกับระยะเวลาในการจุดระเบิดของเครื่องยนต์



1.3 แก๊สไอเสียจากรถยนต์ที่เป็นอันตรายต่อชีวิต

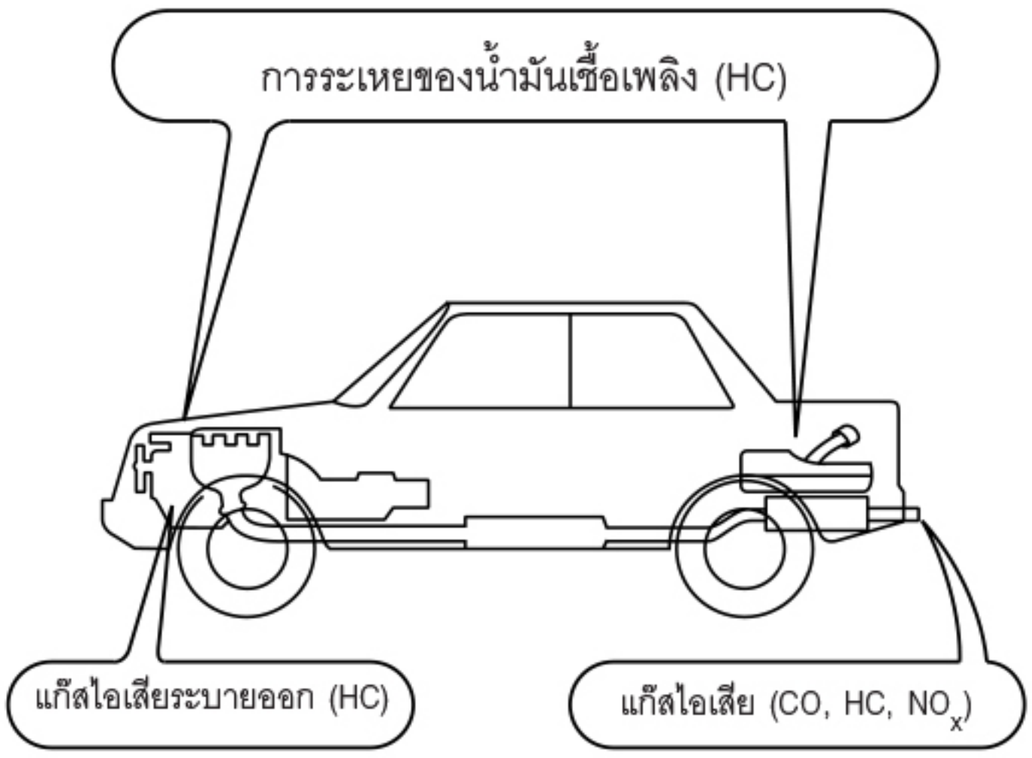
แก๊สไอเสียที่เป็นมลภาวะอากาศเป็นพิษส่วนใหญ่จะเป็นแก๊สไอเสียที่เกิดมาจากรถยนต์ มลภาวะที่เกิดจากเครื่องยนต์จะได้จากการเผาไหม้ภายในห้องเผาไหม้ของเครื่องยนต์และการระเหยตัวกลายเป็นไอของน้ำมันเชื้อเพลิง ในรูปที่ 1.10 แสดงถึงแก๊สที่เป็นมลภาวะของอากาศที่เป็นพิษที่เกิดจากรถยนต์ จะแบ่งออกเป็น 3 พวกใหญ่ ๆ ที่ไม่ต้องการและเป็นอันตรายต่อมนุษย์ สัตว์ พืช มีดังนี้คือ

1. แก๊สคาร์บอนมอนอกไซด์ (CO) เป็นแก๊สที่เกิดจากรถยนต์ถึง 43 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งจะเป็นอันตรายต่อการเพิ่มออกซิเจนในเส้นเลือด และระบบประสาทอัตโนมัติจะหมดความรู้สึก เป็นอัมพาต ถ้ามีปริมาณแก๊สคาร์บอนมอนอกไซด์ประมาณ 500 PPM จะทำให้เกิดการหายใจติดขัด ปวดศีรษะ และถ้ามีปริมาณคาร์บอนมอนอกไซด์มากกว่านี้ จะทำให้เสียชีวิตได้ในทันที

2. แก๊สไฮโดรคาร์บอน (HC) เป็นแก๊สที่เกิดจากเชื้อเพลิงที่ใช้กับรถยนต์ถึง 57 เปอร์เซ็นต์ ผลที่เกิดขึ้นทำให้เกิดการระคายเคืองกับเยื่อบุอวัยวะที่ใช้ในการหายใจ

3. แก๊สออกไซด์ของไนโตรเจน (NO_x) เกิดจากการเผาไหม้ของเชื้อเพลิงเช่นเดียวกับแก๊สที่เกิดมลภาวะชนิดอื่น ๆ ซึ่งแก๊สชนิดนี้ส่วนใหญ่จะได้จากรถยนต์ถึง 39 เปอร์เซ็นต์ และแหล่งกำเนิดพลังงาน โรงงานอุตสาหกรรมถึง 61 เปอร์เซ็นต์ ผลที่ทำให้เกิดอันตรายต่อร่างกายของมนุษย์ก็คือ ทำให้เกิดการระคายเคืองที่ตา จมูก และถ้ามีจำนวนมากจะทำให้เกิดการไอและปวดศีรษะ

รูปที่ 1.10 แก๊สที่เป็นมลภาวะอากาศเป็นพิษที่เกิดจากรถยนต์



1.4 สภาพของการขับขี่รถยนต์และการเกิดแก๊สไอเสียที่เป็นมลภาวะอากาศเป็นพิษ

ภายใต้การขับขี่รถยนต์ที่แตกต่างกัน แก๊สไอเสียที่มีส่วนประกอบของแก๊สคาร์บอนมอนอกไซด์ แก๊สไฮโดรคาร์บอน และแก๊สออกไซด์ของไนโตรเจนจะมีปริมาณที่แตกต่างกันออกไป เนื่องมาจากอัตราส่วนผสมของไอดีในสภาพความเร็วและน้ำหนักบรรทุกของรถยนต์ ปริมาณผลรวมของแก๊สคาร์บอนมอนอกไซด์และแก๊สไฮโดรคาร์บอนจะลดลงเมื่อแก๊สออกไซด์ของไนโตรเจนเพิ่มขึ้นที่อัตราส่วนของไอดีที่บางกว่าอัตราส่วนผสมที่เหมาะสม แต่ในทางตรงกันข้าม ถ้าอัตราส่วนผสมของไอดีหนากว่าอัตราส่วนปกติ แก๊สออกไซด์ของไนโตรเจนจะลดลง ในขณะที่แก๊สคาร์บอนมอนอกไซด์และแก๊สไฮโดรคาร์บอนจะมีปริมาณของแก๊สเพิ่มขึ้น

ดังจะกล่าวถึงต่อไปนี้เป็นสภาพการทำงานของรถยนต์ในสภาวะต่าง ๆ ที่จะทำให้ส่วนประกอบของแก๊สไอเสียที่เกิดขึ้นแตกต่างกันออกไป

1.4.1 รถยนต์อยู่ในสภาวะอุ่นเครื่องยนต์

รถยนต์อยู่ในสภาวะอุ่นเครื่องยนต์เป็นสภาวะที่เครื่องยนต์อยู่ในสภาพที่ยังเย็นอยู่จนกระทั่งน้ำหล่อเย็นมีอุณหภูมิระหว่าง 70 ถึง 80 องศาเซลเซียส (158 ถึง 176 องศาฟาเรนไฮต์) สภาพของเครื่องยนต์ในขณะนี้จะยังมีอุณหภูมิที่ยังไม่เพียงพอที่จะให้น้ำมันเชื้อเพลิงระเหยกลายเป็นไอได้ทั้งหมด ส่วนผสมของไอดีในขณะนี้จะมีส่วนผสมที่หนาอยู่ประมาณ 5 ต่อ 1 แก๊สไอเสียที่เกิดจากการเผาไหม้ที่ถูกขับออกมาจะมีส่วนประกอบของแก๊สคาร์บอนมอนอกไซด์และแก๊สไฮโดรคาร์บอนเป็นส่วนมาก ดังแสดงในรูปที่ 1.11

รูปที่ 1.11 แก๊สไอเสียที่เกิดจากการเผาไหม้ในขณะที่เครื่องยนต์อยู่ในสภาวะอุ่นเครื่องยนต์

1.4.2 รถยนต์อยู่ในสภาวะเครื่องยนต์เดินเบา

ขณะที่เครื่องยนต์เดินเบา อุณหภูมิภายในห้องเผาไหม้จะลดลง น้ำมันเชื้อเพลิงของเครื่องยนต์แก๊สโซลีนจะระเหยกลายเป็นไอได้หมด การเผาไหม้จึงไม่สม่ำเสมอ คาร์บูเรเตอร์จะจ่ายน้ำมันเชื้อเพลิงให้มีส่วนผสมไอดีที่หนาอยู่ประมาณ 11 ต่อ 1 ดังนั้นปริมาณส่วนประกอบของแก๊สไอเสียที่ถูกขับออกมาทางท่อไอเสียรถยนต์จะมีแก๊สคาร์บอนมอนอกไซด์และไฮโดรคาร์บอนเป็นปริมาณมาก เนื่องจากการเผาไหม้ที่ไม่สมบูรณ์ แต่ในทางตรงกันข้าม แก๊สออกไซด์ของไนโตรเจนจะลดลงอันมีสาเหตุมาจากอุณหภูมิภายในเครื่องยนต์ ดังแสดงในรูปที่ 1.12

รูปที่ 1.12 แก๊สไอเสียที่เกิดจากการเผาไหม้ที่ถูกขับออกมาในขณะที่สภาวะเครื่องยนต์เดินเบา

1.4.3 รถยนต์ขับเคลื่อนที่ความเร็วคงที่

อัตราส่วนผสมของไอดีที่ความเร็วต่ำจะมีอัตราส่วนผสมที่แตกต่างจากอัตราส่วนผสมของไอดีที่ความเร็วสูง ปริมาณมลภาวะของแก๊สที่เป็นพิษจากไอเสียรถยนต์จะแตกต่างกัน ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับความเร็วของรถยนต์

1. ความเร็วในการขับเคลื่อนต่ำและปานกลาง (ความเร็ว 100 กิโลเมตรต่อชั่วโมง หรือ 62 ไมล์ต่อชั่วโมง) เมื่อขับเคลื่อนด้วยความเร็วต่ำและปานกลาง ส่วนผสมของไอดีจะบางกว่าอัตราส่วนผสมของไอดีที่เหมาะสม (15 ต่อ 1) สำหรับเครื่องยนต์แก๊สโซลีนในแต่ละเครื่อง ส่วนผสมของไอดีจะแตกต่างกัน ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับการออกแบบของเครื่องยนต์นั้น ๆ ซึ่งเครื่องยนต์แบบที่ใช้กันอยู่ในปัจจุบันจะมีอัตราส่วนผสมของไอดีอยู่ระหว่าง 16 ถึง 18 ต่อ 1 สำหรับเครื่องยนต์ที่มีอัตราส่วนผสมไอดีที่บาง อุณหภูมิความร้อนภายในห้องเผาไหม้จะสูงขึ้น ซึ่งจะมีผลทำให้เกิดแก๊สออกไซด์ของไนโตรเจนและถูกขับออกมาสูงมาก ดังแสดงในรูปที่ 1.13

เทคโนโลยียานยนต์สมัยใหม่

หนังสือ **เทคโนโลยียานยนต์สมัยใหม่** เป็นหนังสือที่รวบรวมเทคโนโลยีที่ทันสมัยที่นำมาใช้กับรถยนต์นั่งในปัจจุบัน เช่น ระบบควบคุมมลภาวะของรถยนต์ ระบบควบคุมการเปลี่ยนแปลงองศาการเปิดและปิดของลิ้นด้วยอิเล็กทรอนิกส์ ระบบควบคุมการล็อคความเร็วรถยนต์อัตโนมัติ ระบบป้องกันการสตาร์ตเครื่องยนต์ ระบบปรับระดับลำแสงของโคมไฟหน้ารถยนต์อัตโนมัติ เบาะนั่งรถยนต์ควบคุมด้วยคอมพิวเตอร์ ระบบกระจกไฟฟ้าแบบเลื่อนลงอัตโนมัติเมื่อมีวัตถุกีดขวาง ระบบควบคุมการล็อคและปลดล็อคประตูรถยนต์แบบไร้สาย ระบบฉีดเชื้อเพลิงแก๊สโซลีนควบคุมด้วยอิเล็กทรอนิกส์ (EFI) เกียร์อัตโนมัติแบบควบคุมด้วยอิเล็กทรอนิกส์ ระบบป้องกันเบรกล็อคตาย ระบบถุงลมนิรภัย พวงมาลัยเพาเวอร์ควบคุมด้วยอิเล็กทรอนิกส์ ระบบรองรับด้วยอากาศ ควบคุมด้วยอิเล็กทรอนิกส์ ระบบรองรับไฮดรอลิกควบคุมด้วยอิเล็กทรอนิกส์ ระบบควบคุมการหมุนฟรีของล้อหลังอัตโนมัติ และเครื่องยนต์ดีเซลแบบคอมมอนเรลควบคุมด้วยอิเล็กทรอนิกส์

ประวัติผู้เขียน ประสานพงษ์ หาเรือนชีพ

- ปัจจุบันดำรงตำแหน่งอาจารย์ 3 ระดับ 8 ประจำแผนกวิชาช่างยนต์ วิทยาลัยเทคนิคนครราชสีมา เป็นอาจารย์ผู้สอนวิชาไฟฟ้ารถยนต์ และวิชาไฟฟ้ายานยนต์
- จบการศึกษาคณะครุศาสตร์อุตสาหกรรมมหาบัณฑิต สาขาคอมพิวเตอร์และเทคโนโลยีสารสนเทศ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี
- เข้ารับการฝึกอบรมเรื่องระบบเทคโนโลยีชั้นสูงของรถยนต์ NISSAN ที่ บริษัท สยามนิสสัน จำกัด
- เข้ารับการฝึกอบรมเรื่องระบบไฟฟ้าตัวถังรถยนต์และถุงลมนิรภัยของรถยนต์ TOYOTA ที่ บริษัท โตโยต้า มอเตอร์ ประเทศไทย จำกัด
- เข้ารับการฝึกอบรมเรื่องอิเล็กทรอนิกส์ยานยนต์ชั้นสูงของรถยนต์ TOYOTA ที่ บริษัท โตโยต้า มอเตอร์ ประเทศไทย จำกัด
- เข้ารับการฝึกอบรมเรื่องเทคโนโลยีใหม่ของรถยนต์ TOYOTA (เครื่องยนต์ดีเซล EFI ระบบคอมมอนเรล) ที่วิทยาลัยเทคนิคนครราชสีมา
- เข้ารับการฝึกอบรมเรื่องการใช้ TECH2 และ TIS 2000 ในการตรวจสอบรถยนต์เชฟโรเลต ที่ บริษัท เชฟโรเลต (ประเทศไทย) จำกัด
- เข้ารับการฝึกอบรมเรื่องการออกแบบซอฟต์แวร์สมองกลฝังตัว ที่สถาบันพัฒนาครูอาชีวศึกษา
- เข้ารับการฝึกอบรมเรื่องเทคโนโลยีรถยนต์ไฮบริด ที่วิทยาลัยเทคนิคนครราชสีมา
- เข้ารับการฝึกอบรมผู้ตรวจสอบและทดสอบรถยนต์ติดตั้งแก๊ส NGV/CNG ที่กรมธุรกิจพลังงาน กระทรวงพลังงาน

ISBN 978-616-08-1144-1
9 786160 811441
195 บาท

วิทยาการและเทคโนโลยี/คู่มือเรียน-ยานยนต์

www.se-ed.com