บทที่ 2

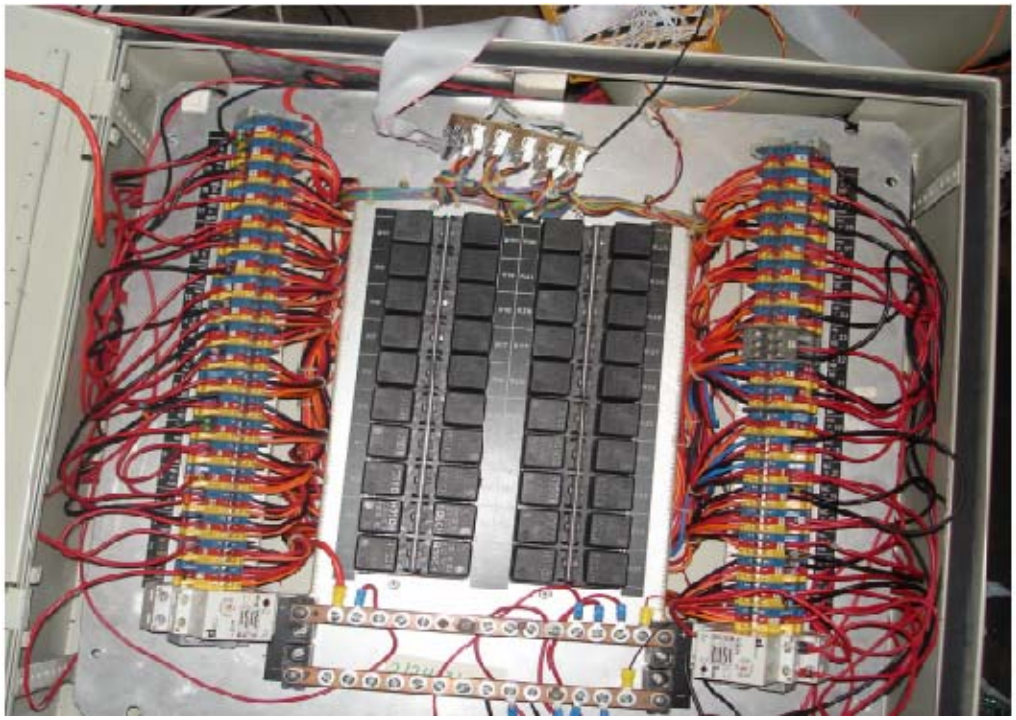
ทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง

2.1 ระบบการทำงานของอุปกรณ์ภายนอก

จากชุดฝึกเพื่อการเรียนรู้การทำงานและปัญหาในรถยนต์จริงโดยใช้คอมพิวเตอร์แบบเดิม มีการเชื่อมต่อระหว่างระบบต่าง ๆ ของรถยนต์และคอมพิวเตอร์ โดยมีการนำเอารีเลย์เข้ามาตัดต่อเพื่อดูผลของการตัดการทำงานของระบบต่าง ๆ เช่น เมื่อตัดการทำงานมอเตอร์พัดลมของ Air – Compressor แล้วจะมีผลกระทบอย่างไรบ้าง

2.1.1 บอร์ดควบคุมรีเลย์

เป็นแผงควบคุมรีเลย์ทั้งหมดที่ใช้ในการตัดต่อวงจรเพื่อดูผลที่เกิดขึ้นกับเครื่องยนต์หลังจากการตัดการทำงานซึ่งการตัดต่อเพื่อดูปัญหาต่าง ๆ มีการแบ่งออกเป็น 8 ระบบ 27 ปัญหา ดังรายละเอียดต่อไปนี้



รูปที่ 2.1 บอร์ดควบคุมรีเลย์

1. ระบบเชื้อเพลิง (Fuel System)

รูปแบบของปัญหาที่เกิดขึ้น

1.1หัวฉีดน้ำมันบกพร่อง (Bad Fuel Injector)

มีวงจรการตัดการทำงาน คือ วงจรประกอบไปด้วยรีเลย์หมายเลข 1ซึ่งเป็นแบบปกติปิดต่ออนุกรมอยู่กับปั๊มความดันสูง (High Pressure Pump) โดยมีสายไฟหมายเลข1ต่อออกมาจากรีเลย์หมายเลข 1 เมื่อสายไฟในระบบหัวฉีดขาดหรือชำรุด เพราะว่ารีเลย์หมายเลข 1 ทำงาน จะทำให้วงจรตัดการทำงานและส่งผลให้รถยนต์มีอาการเครื่องเดินไม่เรียบ เนื่องจากจังหวะการฉีดน้ำมันไม่สม่ำเสมอ (ดูรูป 2.2 ประกอบ)

1.2 ปั๊มน้ำมันบกพร่อง (Bad Fuel Pump)

มีวงจรการตัดการทำงาน คือ วงจรประกอบไปด้วยรีเลย์หมายเลข 9 ซึ่งเป็นแบบปกติปิดต่ออนุกรมอยู่กับกรองดีเซล (Diesel Filter) โดยมีสายไฟหมายเลข 2 ต่อออกมาจากรีเลย์หมายเลข 9 เมื่อรีเลย์หมายเลข 9 ทำงาน (Fault) ทำให้วงจรไม่ครบ มีผลทำให้กรองดีเซลไม่ทำงานหรือมีการทำงานผิดพลาด แล้วทำให้เครื่องยนต์สตาร์ตไม่ติด (ดูรูป 2.2 ประกอบ)

1.3 หม้อกรองน้ำมันอุดตัน (Clogged Fuel Filter)

มีวงจรการตัดการทำงาน คือ วงจรประกอบไปด้วยรีเลย์หมายเลข 17ซึ่งเป็นแบบปกติปิดต่ออนุกรมอยู่กับรีเลย์หมายเลข 9 และกรองดีเซล (Diesel Filter) เมื่อรีเลย์หมายเลข 17 หรือหมายเลข 9 ทำงาน (Fault) ทำให้วงจรไม่ครบ มีผลทำให้กรองดีเซลไม่ทำงานเนื่องจากมีการอุดตันที่กรองดีเซล จะทำให้น้ำมันผ่านหม้อกรองไม่ได้ น้ำมันจึงหมด แล้วทำให้เครื่องยนต์หยุดทำงานและสตาร์ตไม่ติด

(ดูรูป 2.2 ประกอบ)

1.4 การควบคุมเครื่องเดินเบาบกพร่อง (Idle control non operative)

มีวงจรการตัดการทำงาน คือ วงจรประกอบไปด้วยรีเลย์หมายเลข 33 ซึ่งเป็นแบบปกติปิดต่ออนุกรมอยู่กับโซลินอยด์วาล์วของโดยมีสายไฟหมายเลข 3 ต่อออกมาจากรีเลย์หมายเลข33ปั๊มความดันสูง (High Pressure Pump) เมื่อรีเลย์หมายเลข 33 ทำงาน (Fault) จะทำให้เครื่องยนต์เมื่อรอบเดินเบา เนื่องจากการเพิ่มขึ้นของการควบคุมไอระบายห้องเพลาข้อเหวี่ยง (ดูรูป 2.2 ประกอบ)

2. ระบบควบคุมไอเสีย (Emission Control)

รูปแบบของปัญหาที่เกิดขึ้น

2.1 เซนเซอร์ควบคุมอุณหภูมิบกพร่อง (Bad Temperature Sensor)

มีวงจรการตัดการทำงาน คือ วงจรประกอบไปด้วยรีเลย์หมายเลข 2 ซึ่งเป็นแบบปกติปิด ต่ออนุกรมอยู่กับ Temperature Sensor โดยมีสายไฟหมายเลข 4 ต่อออกมาจากรีเลย์หมายเลข 2 เมื่อสายไฟขาดหรือสายไฟหลวม เนื่องจากรีเลย์หมายเลข 2 (Fault) จะทำวงจรตัดการทำงาน ส่งผลให้เครื่องยนต์มีอาการเครื่องเดินเร็วในรอบเดินเบา เนื่องจากจังหวะการฉีดน้ำมันเพิ่มขึ้น เพราะตัวควบคุมอุณหภูมิเสีย (ดูรูป 2.2 ประกอบ)

2.2 วาล์วควบคุมไอระบายห้องเพลาข้อเหวี่ยงเสีย (Bad PCV Valve)

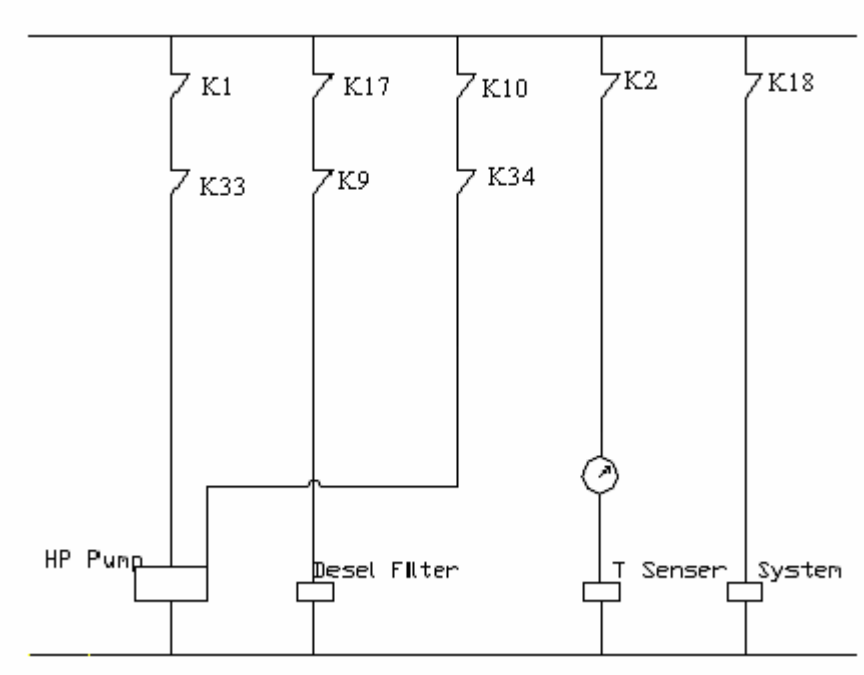
มีวงจรการตัดการทำงาน คือ วงจรประกอบไปด้วยรีเลย์หมายเลข 10 ซึ่งเป็นแบบปกติปิด ต่ออนุกรมอยู่กับรีเลย์หมายเลข 34 และปั๊มความดันสูง (High Pressure Pump) เมื่อรีเลย์หมายเลข 10 ทำงาน (Fault) จะทำให้เครื่องยนต์สะดุดเนื่องจากไม่มีการระบายไอในห้องเพลาข้อเหวี่ยง ปริมาณอากาศจึงไม่เพียงพอ (ดูรูป 2.2 ประกอบ)

2.3 การสตาร์ตเครื่องเย็น (Defective Cold Start Injector)

มีวงจรการตัดการทำงาน คือ วงจรประกอบไปด้วยรีเลย์หมายเลข 18 ซึ่งเป็นแบบปกติปิด ต่ออนุกรมอยู่กับระบบ (System) โดยมีสายไฟหมายเลข 5 ต่อออกมาจากรีเลย์หมายเลข 18 เมื่อสายไฟขาดหรือหลวม เนื่องจากรีเลย์หมายเลข 18 ทำงาน (Fault) จะทำให้เครื่องเย็นเมื่อเดินรอบเบา คือมีการเผาไหม้ที่ไม่สมบูรณ์เนื่องจากอุณหภูมิจุดระเบิดต่ำ จึงเกิดไอเสียมาก (ดูรูป 2.2 ประกอบ)

2.4 Hall sensor non functioning

มีวงจรการตัดการทำงาน คือ วงจรประกอบไปด้วยรีเลย์หมายเลข 34 ซึ่งเป็นแบบปกติปิด ต่ออนุกรม อยู่กับรีเลย์หมายเลข10 และปั๊มความดันสูง (High Pressure Pump)โดยมีสายมีสายไฟหมายเลข 6 เมื่อสายไฟขาดหรือหลวม เนื่องจากรีเลย์หมายเลข 34 ทำงาน (Fault) ทำให้วงจรทำงานไม่ครบ จะทำให้เครื่องยนต์สตาร์ตไม่ติด (ดูรูป 2.2 ประกอบ)



รูปที่ 2.2 วงจร Fuel System และ Emission Control

3. ระบบสตาร์ตเครื่องยนต์และชาร์จไฟ (Starting & Charging)

รูปแบบของปัญหาที่เกิดขึ้น

3.1 สวิตช์สตาร์ตเสีย (Ignition switch faulty)

มีวงจรการตัดการทำงาน คือ วงจรประกอบไปด้วยรีเลย์หมายเลข 3 ซึ่งเป็นแบบปกติปิด ต่ออนุกรมอยู่กับรีเลย์สตาร์ต (Start Relay) โดยมีสายไฟหมายเลข 6 ต่อออกมาจากกรีเลย์หหมายเลข 3 เมื่อสายไฟรีเลย์สตาร์ตขาดเนื่องจากรีเลย์หมายเลข 3ทำงาน (Fault) จะทำให้เครื่องยนต์สตาร์ตไม่ติด เพราะว่าวงจรถูกตัดการทำงาน ดังรูปที่ 2.3

3.2 ฟิวส์ขาด (Bad discharge fuse)

มีวงจรการตัดการทำงาน คือ วงจรประกอบไปด้วยรีเลย์หมายเลข 11 ซึ่งเป็นแบบปกติปิด ต่ออนุกรมอยู่กับระบบชาร์จ (Charge) โดยมีสายไฟหมายเลข 8 ต่อออกมาจากรีเลย์หมายเลข 11 เมื่อฟิวส์ขาดทำให้วงจรขาด เนื่องจากรีเลย์หมายเลข 11ทำงาน (Fault) ทำให้ไม่สามารถอุ่นไฟได้ เมื่อบิดสวิตช์ไปที่ตำแหน่ง “ON” จะไม่มีไฟขึ้นและเครื่องสตาร์ตไม่ติด (ดูรูปที่ 2.3 ประกอบ)

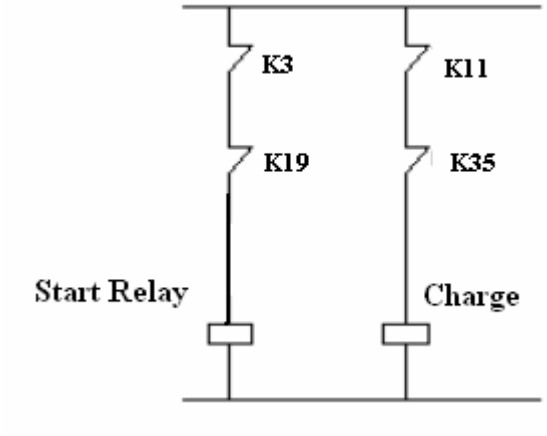
3.3 มอเตอร์สตาร์ตเสีย (Starter Fault)

มีวงจรการตัดการทำงาน คือ วงจรประกอบไปด้วยรีเลย์หมายเลข 19 ซึ่งเป็นแบบปกติปิด ต่ออนุกรมอยู่กับรีเลย์หมายเลข 3 และรีเลย์สตาร์ต (Start Relay) จะตัดการทำงานเมื่อรีเลย์ 19

ทำงาน (Fault) จะมีผลทำให้เครื่องยนต์สตาร์ตไม่ติด เนื่องจากรีเลย์สตาร์ตไม่ทำงาน (ดูรูปที่ 2.3 ประกอบ)

3.4 ชุดรักษาระดับแรงไฟเสีย (Alternator Regulator fault)

มีวงจรการตัดการทำงาน คือ วงจรประกอบไปด้วยรีเลย์หมายเลข 35ซึ่งเป็นแบบปกติปิดต่ออนุกรมอยู่กับรีเลย์หมายเลข 11 และระบบ Charge โดยมีสายไฟหมายเลข 9 ต่อออกมาจากรีเลย์หมายเลข 35 วงจรจะตัดการทำงานเมื่อสายไฟ Neutron ที่อยู่ระหว่าง Alternator และ Regulator ขาด เนื่องจากรีเลย์หมายเลข 35ทำงาน (Fault) ส่งผลให้ไฟชาร์จไม่ติดเมื่อเครื่องยนต์ทำงาน



รูปที่ 2.3 วงจร Staring and Charging

4. ระบบเบรก (Brake System)

รูปแบบของปัญหาที่เกิดขึ้น

4.1 ท่อสุญญากาศรั่ว (Broken vacuum hose)

มีวงจรการตัดการทำงาน คือ วงจรประกอบไปด้วยรีเลย์หมายเลข 4 ซึ่งเป็นแบบปกติปิดต่ออนุกรมอยู่กับรีเลย์หมายเลข 36 และโซลินอยวาล์ว Y_1 (Vacuum house) โดยมีสายไฟหมายเลข 10ต่อออกมาจากรีเลย์หมายเลข 4 วงจรจะไม่ทำงานเมื่อรีเลย์หมายเลข 4 ทำงาน (Fault) มีผลทำให้เบรกแข็ง

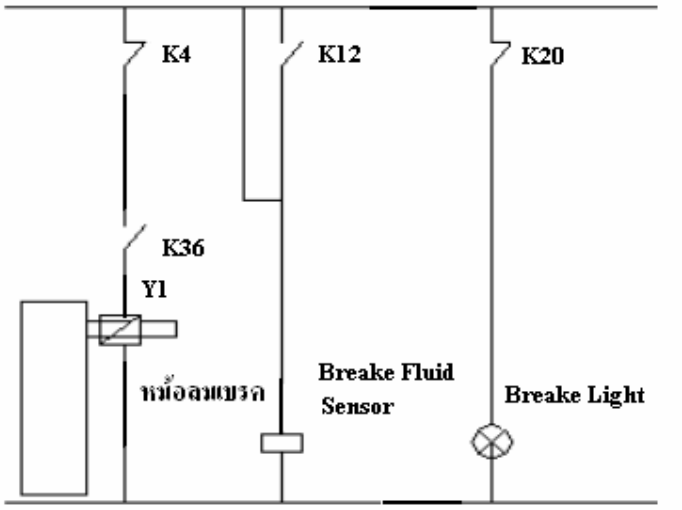
4.2 สายเบรกรั่ว (Leaky brake line)

มีวงจรการตัดการทำงาน คือ วงจรประกอบไปด้วยรีเลย์หมายเลข 12 ซึ่งเป็นแบบปกติเปิดต่อขนานอยู่กับรีเลย์หมายเลข 20 และอนุกรมกับ Brake fluid sensor โดยมีสายไฟหมายเลข 11 ต่อออกมาจากรีเลย์หมายเลข 12เมื่อรีเลย์ 12 ทำงาน (Fault) จะมีผลทำให้เบรกไม่ตอบสนอง เนื่องจากท่อเบรกแตก

4.3 กระบอกเบรกเสีย (Defective brake master) มีวงจรการตัดการทำงาน คือ วงจรประกอบไปด้วยรีเลย์หมายเลข 20ซึ่งเป็นแบบปกติปิด ต่อขนานอยู่กับรีเลย์หมายเลข 12และอนุกรมกับไฟเบรก เมื่อรีเลย์ 20 ทำงาน (Fault) วงจรจะตัดการทำงาน ทำให้ไฟเบรกไม่ติด

4.4 บู๊ชสุญญากาศเสื่อมสภาพ (Deflective vacuum booster)

มีวงจรการตัดการทำงาน คือ วงจรประกอบไปด้วยรีเลย์หมายเลข 36 ซึ่งเป็นแบบปกติเปิดต่ออนุกรมอยู่กับรีเลย์ Y_1 (Vacuum house) วงจรตัดการทำงานเมื่อรีเลย์หมายเลข 36 ทำงาน (Fault) มีผลทำให้เบรกแข็ง



รูปที่ 2.4 วงจร Brake System

5. ระบบปรับอากาศ (Air Conditioning System)

รูปแบบของปัญหาที่เกิดขึ้น

5.1 คลัทช์คอมเพรสเซอร์เสีย (Bad A / C compressor Clutch)

มีวงจรการตัดการทำงาน คือ วงจรประกอบไปด้วยรีเลย์หมายเลข 5 ซึ่งเป็นแบบปกติปิดต่ออนุกรมอยู่กับรีเลย์หมายเลข 32 โดยมีสายไฟหมายเลข 12 ต่อออกมาจากรีเลย์หมายเลข 5 เมื่อสายไฟขาดหรือหลวม เนื่องจากรีเลย์ตัวใดตัวหนึ่งหรือทั้งสองตัวทำงาน (Fault) จะทำให้วงจรตัดการทำงาน ส่งผลให้แอร์ไม่เย็น

5.2 พัดลมระบายความร้อนเสีย (Bad Coolant Fan Motor)

มีวงจรการตัดการทำงาน คือ วงจรประกอบไปด้วยรีเลย์หมายเลข 13 ซึ่งเป็นแบบปกติปิดต่ออนุกรมอยู่กับ Cooling Fan โดยมีสายไฟหมายเลข 13 ต่อออกมาจากรีแลย์หมายเลข 13 เมื่อสายไฟ

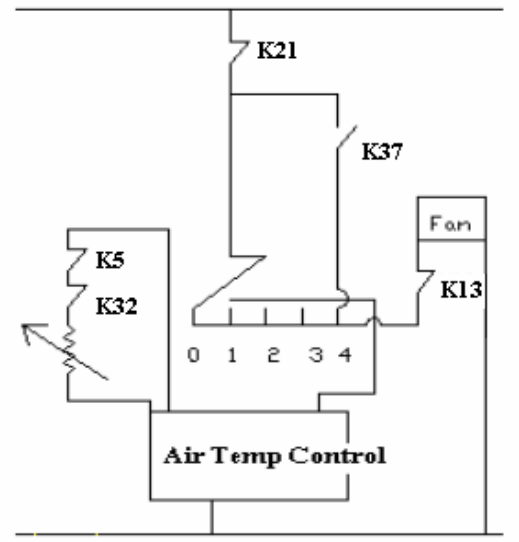
ที่ต่ออยู่กับ Cooling Fan ขาดหรือหลุด เนื่องจากรีเลย์หมายเลข 13 ทำงาน (Fault) ทำให้วงจรตัดการทำงานทันที ทำให้ระบบปรับอากาศไม่เย็น เนื่องจากรีเลย์ไปตัดการทำงานของพัดลมระบายความร้อน ทำให้อากาศเย็นไม่สามารถเข้าสู่ห้องทำความเย็นได้

5.3 มอเตอร์พัดลมเป่าอากาศเสีย (Bad blower Motor)

มีวงจรการตัดการทำงาน คือ วงจรประกอบไปด้วยรีเลย์หมายเลข 21 ซึ่งเป็นแบบปกติปิดต่ออนุกรมอยู่กับ Blower โดยมีสายไฟหมายเลข 14 ต่อออกมาจากรีแลย์หมายเลข 21 เมื่อสายไฟขาดหรือหลวม เนื่องจากรีเลย์หมายเลข 21 ทำงานวงจรจะตัดการทำงาน (Fault) ทำให้ระบบปรับอากาศทำงานไม่ได้

5.4 สวิตช์ปรับความดันต่ำเสีย (Bad Low pressure)

มีวงจรการตัดการทำงาน คือ วงจรประกอบไปด้วยรีเลย์หมายเลข 37 ซึ่งเป็นแบบปกติเปิดต่อขนานอยู่กับรีเลย์หมายเลข 13, 21 โดยมีสายไฟหมายเลข 15 ต่อออกมาจากรีเลย์หมายเลข 37 เมื่อสายไฟแอมปลิฟายเออร์ขาดเนื่องจากรีเลย์หมายเลข 37ทำงาน (Fault) วงจรจะตัดการทำงาน ทำให้อากาศร้อน เพราะแอร์ไม่ทำงาน



รูปที่ 2.5 วงจร Air Conditioning System

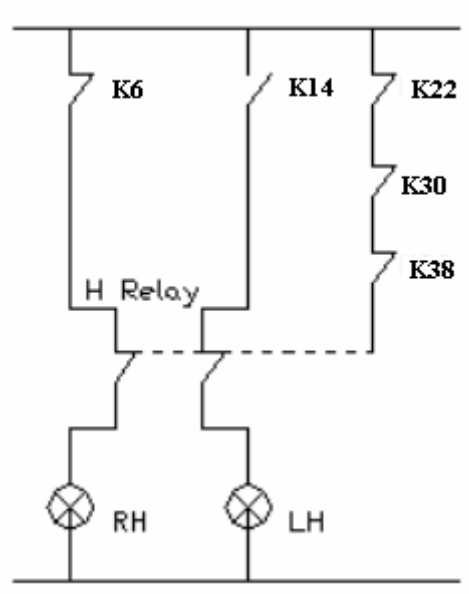
6. ระบบไฟหน้า (Head light System)

รูปแบบของปัญหาที่เกิดขึ้น

6.1 สายไฟหน้าขาด (Defective Head light)

มีวงจรการตัดการทำงาน ทั้งไฟหน้าด้านซ้ายและไฟหน้าด้านขวา ไฟหน้าด้านซ้ายมีวงจรตัดการทำงาน ประกอบด้วย รีเลย์หมายเลข 6 ต่ออนุกรมกับรีเลย์ไฟหน้า และไฟหน้าด้านซ้าย

ประกอบด้วยรีเลย์ หมายเลข 14 ซึ่งเป็นแบบปกติเปิด ต่ออนุกรมกับรีเลย์ไฟหน้า ทั้ง 2วงจร ต่อขนานกันและต่อขนานกับ รีเลย์หมายเลข 22 , 30 , 38 ซึ่งรีเลย์ทั้ง 3 ตัวนี้ต่ออนุกรมกัน เมื่อรีเลย์หมายเลข 6ทำงาน (Fault) ไฟหน้าด้านขวาจะไม่ติด ถ้ารีเลย์หมายเลข 14 ทำงาน (Fault) ไฟหน้าด้านซ้ายก็จะไม่ติด หรือเราจะกำหนดให้รีเลย์หมายเลข 22, 30 , 38 มาตัดการทำงานของไฟหน้าก็ได้ ดูรูป 2.6 ประกอบ



รูปที่ 2.6 วงจร Head light System

7. ระบบหล่อเย็น (Cooling System)

รูปแบบของปัญหาที่เกิดขึ้น

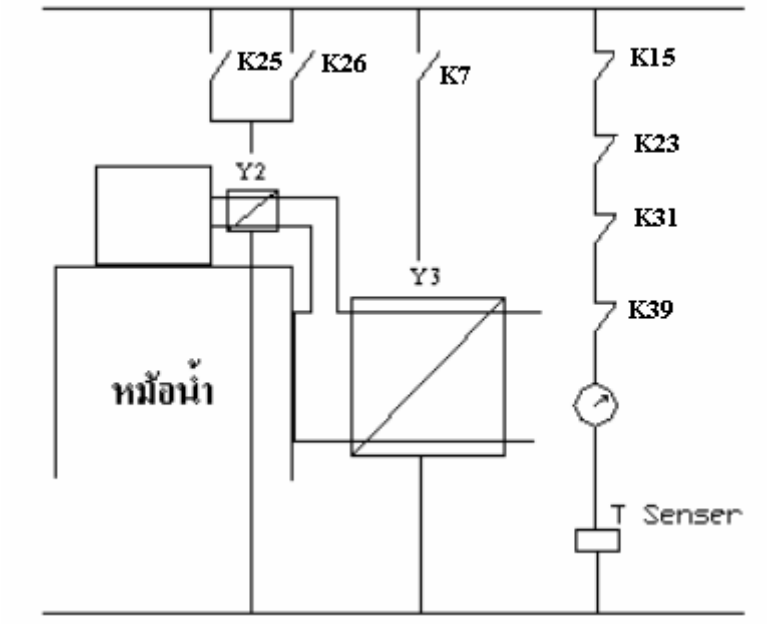
7.1 เทอร์โมสตัตเสีย (Bad thermostat)

วงจรการตัดการทำงาน คือ วงจรประกอบไปด้วยรีเลย์หมายเลข 7 ซึ่งเป็นแบบปกติเปิดต่ออนุกรมอยู่กับ Y_3 (Solenoid Valve for Water) โดยมีสายไฟหมายเลข 20 ต่อออกมาจากรีเลย์หมายเลข 7 เมื่อรีเลย์หมายเลข 7 ทำงาน (Fault) จะทำให้เครื่องยนต์ร้อนมาก เนื่องจากไม่มีการระบายความร้อนของหม้อน้ำ คือไม่มีการไหลเวียนของน้ำ ดูรูป 2.7 ประกอบ

7.2 เซนเซอร์อุณหภูมิเสีย (Bad Temperature Sensor)

วงจรการตัดการทำงาน คือ วงจรประกอบไปด้วยรีเลย์หมายเลข 15 ซึ่งเป็นแบบปกติปิดต่ออนุกรมอยู่กับรีเลย์หมายเลข 23 , 31 , 39และ Temperature Sensor เมื่อรีเลย์ 15 หรือตัวใดตัวหนึ่ง

ทำงาน (Fault) ระบบจะตัดการทำงานของ Temperature Sensor ทำให้เกจวัดอุณหภูมิไม่ทำงาน ดูรูป 2.7 ประกอบ



รูปที่ 2.7 วงจร Cooling System

8. ระบบจุดระเบิด (Ignition System)

รูปแบบของปัญหาที่เกิดขึ้น

8.1 วงจรเริ่มต้นไม่ทำงาน (Primary circuit non functioning)

วงจรการตัดการทำงาน คือ วงจรประกอบไปด้วยรีเลย์หมายเลข 8 ซึ่งเป็นแบบปกติปิด ต่ออนุกรมอยู่กับรีเลย์หมายเลข 32 , และ Pre Heating Timer และต่อขนานกับรีเลย์หมายเลข 16 , 27 โดยมีสายไฟหมายเลข 21 ต่อออกมาจากรีเลย์หมายเลข 8 เมื่อสายไฟขาดหรือหลวม เนื่องจากรีเลย์ตัวใดตัวหนึ่งหรือทั้งหมดทำงาน (Fault) ทำให้เครื่องยนต์ไม่หมุนและสตาร์ตไม่ติด เพราะว่ารีเลย์เหล่านี้จะไปตัดการทำงานของวงจรเริ่มต้น ดูรูป 2.7 ประกอบ

8.2 คอยล์สตาร์ตไม่ทำงาน (Ignition coil functioning) วงจรการตัดการทำงาน คือ วงจรประกอบไปด้วยรีเลย์หมายเลข 16 ซึ่งเป็นแบบปกติปิด ต่ออนุกรมอยู่กับรีเลย์หมายเลข 27,28 และ Pre Heating Timer เมื่อรีเลย์ 16 หรือรีเลย์ตัวอื่น ๆ ตัวใดตัวหนึ่งหรือทั้งหมดทำงาน (Fault) จะทำให้เครื่องยนต์สตาร์ตไม่ติด เพราะคอยล์สตาร์ตไม่ทำงาน

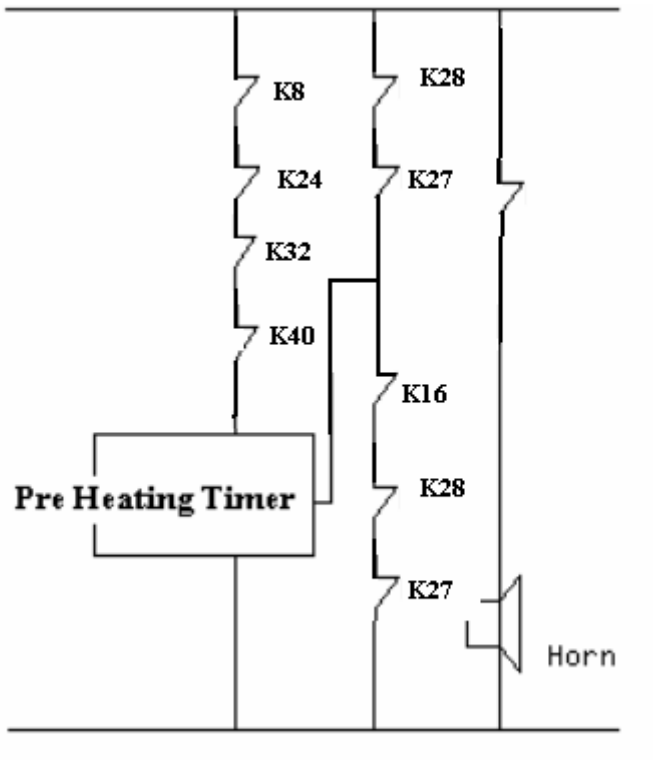
8.3 หัวเผาบกพร่อง (Defective spark plug)

วงจรการตัดการทำงาน คือ วงจรประกอบไปด้วยรีเลย์หมายเลข 24 ซึ่งเป็นแบบปกติปิด ต่ออนุกรมรีเลย์หมายเลข 8,32 และหัวเผา โดยมีสายไฟหมายเลข 22 ต่อออกมาจากรีเลย์หมายเลข

24เมื่อรีเลย์ตัวใดตัวหนึ่งหรือทั้งสองตัวทำงาน (Fault) เครื่องยนต์จะสตาร์ตไม่ติด เนื่องจากรีเลย์จะตัดการทำงานของหัวเผา ดูรูปที่ 2.8 ประกอบ

8.4 เซนเซอร์ Crankshaft เสีย

วงจรการตัดการทำงาน คือ วงจรประกอบไปด้วยรีเลย์หมายเลข 40 ซึ่งเป็นแบบปกติปิดต่ออนุกรมอยู่กับรีเลย์หมายเลข 8 , 24 ,32 เมื่อสายไฟขาด เนื่องจากรีเลย์ 40 หรือตัวใดตัวหนึ่งทำงาน(Fault) เครื่องยนต์จะสตาร์ตไม่ติด



รูปที่ 2.8 วงจร Ignition System

2.1.1 ตัวขยายสัญญาณ

เป็นอุปกรณ์ที่ขยายสัญญาณจากคอมพิวเตอร์ส่งไปยังแผงควบคุม Relay เพื่อตัดต่อการทำงาน

2.1.1.1 ขั้นตอนการทำงานของตัวขยายสัญญาณ

1.เมื่อได้รับสัญญาณจาก PORT A ซึ่งเป็นกลุ่มปัญหาสัญญาณจะถูกส่งไปยัง BUFFER 74LS245 ทั้ง 4 ตัวโดยมีเพื่อรอการส่งสัญญาณจาก PORT B ซึ่งเป็นตำแหน่งของปัญหาแต่ละกลุ่ม

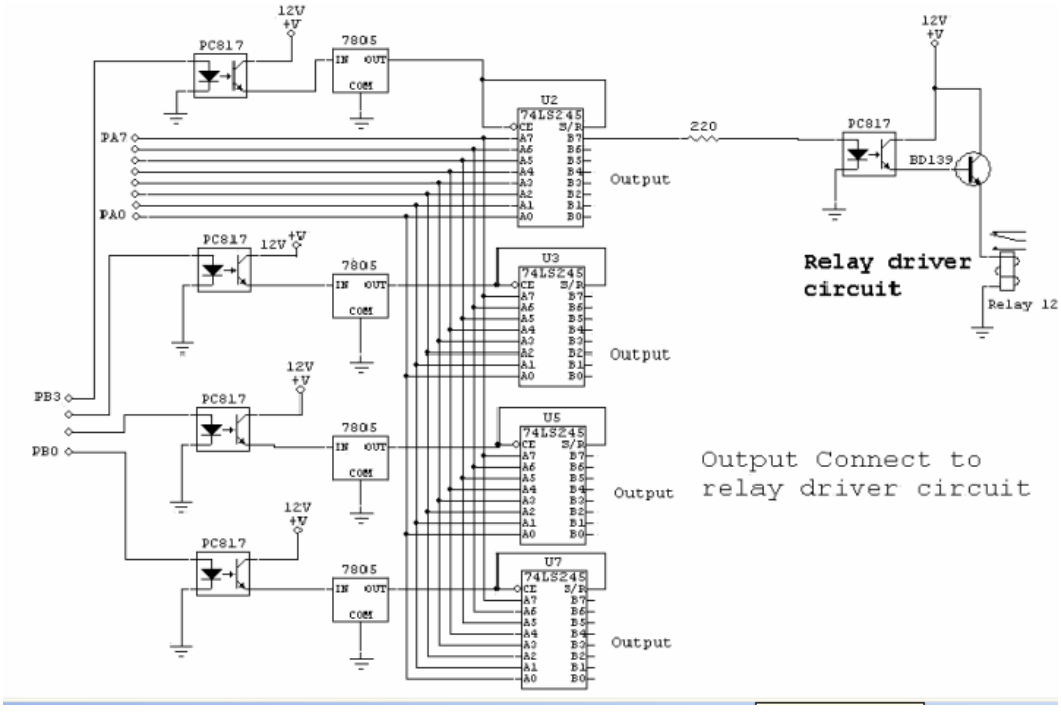
2.เมื่อ PORT B ได้รับสัญญาณออกมาแล้วสัญญาณจะถูกส่งไปยัง OPTO PC817 ซึ่งทำหน้าที่เปรียบเสมือน สวิตซ์ ซึ่งเป็น LED SWITCH

3.หลังจาก สวิตซ์ติดแล้วไฟ 12 โวลต์ จะถูกจ่ายเข้ามาที่ขาเข้าของ OPTO PC817 แล้วถูกป้อนเข้าสู่ RECGULATOR C 8705 ซึ่งแรงดันจะถูก DROP ลงให้เหลือ 5โวลต์

4. แรงดัน 5โวลต์จะไหลเข้าสู่ BUFFER 74LS245 ซึ่งทำหน้าที่เป็นตัวส่งสัญญาณโดยแรงดัน 5โวลต์เปรียบเสมือนไฟเลี้ยงของตัว BUFFER 74LS245

5. หลังจากนั้นแรงดันจะถูกส่งผ่านตัวต้านทานเพื่อปรับกระแสแล้วเข้าสู่ OPTO PC817

6.เมื่อสวิตซ์ติดแล้วแรงดันจะถูกจ่ายเข้ามา และถูกส่งผ่านไปยังทรานซิสเตอร์ BD 139 เพื่อไบอัดกระแสให้เพียงพอที่จะขับ RELAY ให้ทำงาน ดูรูป 2.9 ประกอบ



รูปที่ 2.9 วงจรตัวขยายสัญญาณ

2.1.1.2 การส่งสัญญาณไปหารีเลย์

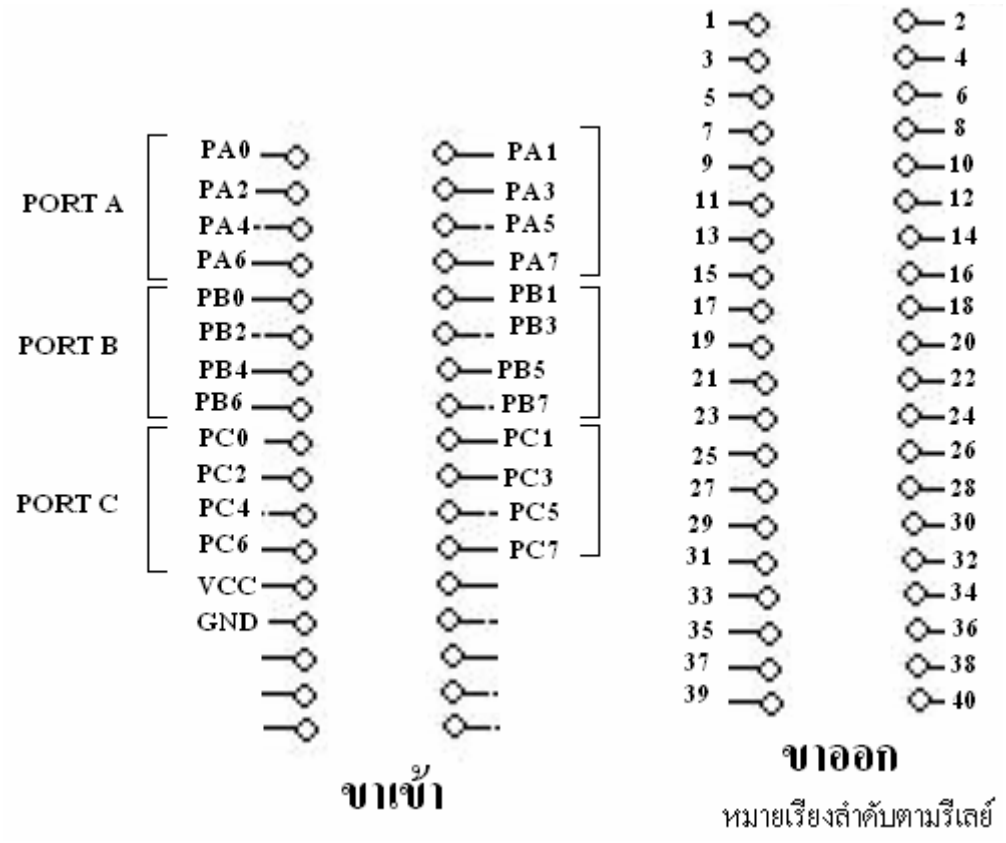
ขาเข้าที่มาจากอินเตอร์เฟตการ์ดนั้นมีการใช้ PORTA และ PORTB โดยมีการใช้PORTA จำนวน 8 ขา PORTB จำนวน 4 ขาโดยมีกการส่งสัญญาณไปหารีเลย์ดังนี้

PORTA 8 ขา จะเป็นกลุ่มปัญหาซึ่งมีอยู่ 8 กลุ่ม

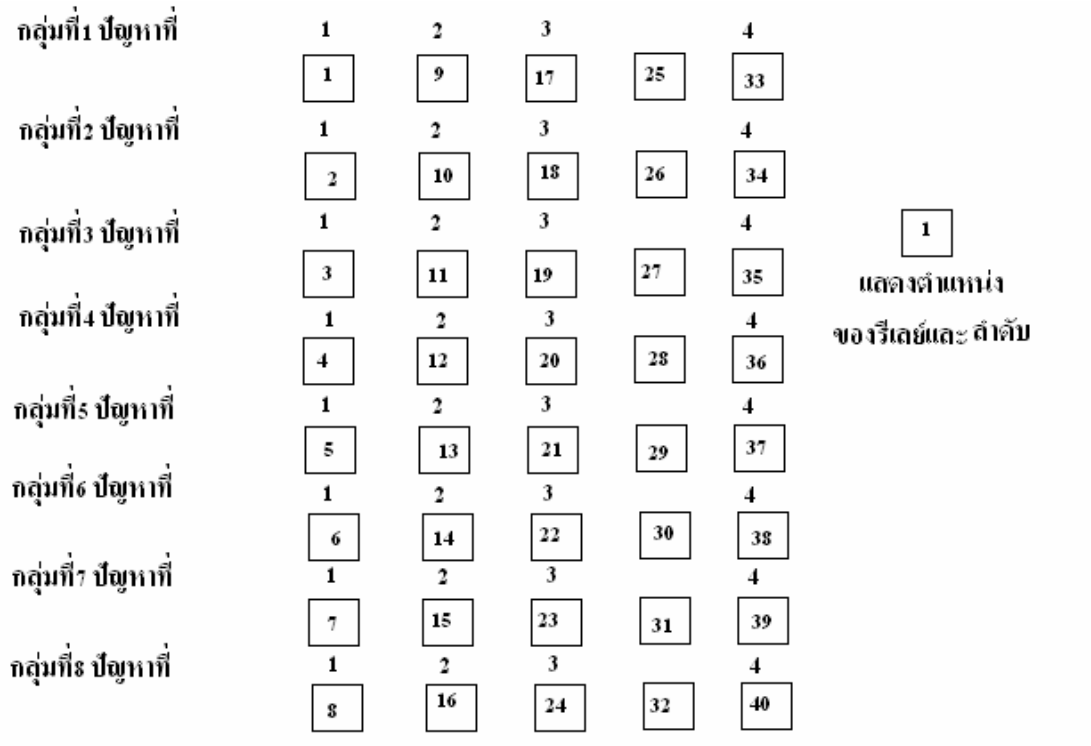
PORTB 4 ขา จะเป็นปัญหาของแต่ละกลุ่มซึ่งแต่ละกลุ่มมีอยู่ 4 ปัญหา หรืออาจน้อยกว่าตามแต่ละกลุ่ม ดูรูป 2.10 และ 2.11 ประกอบ

ตัวอย่างการส่งสัญญาณ

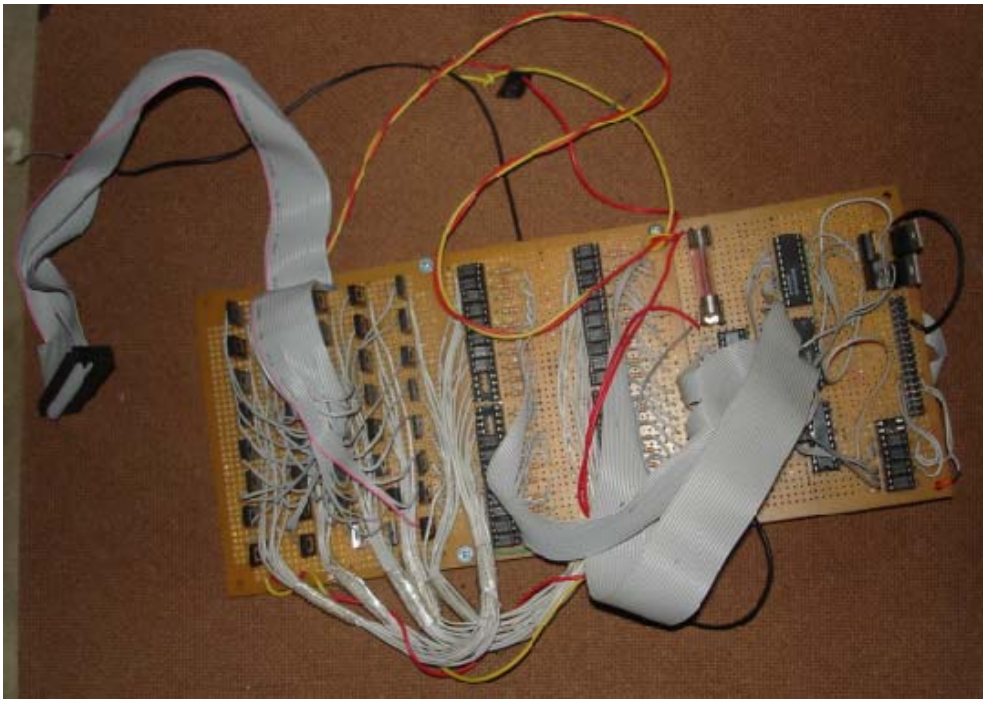
เมื่อ PORTA ขาที่ 1 หรือ PA0 ส่งสัญญาณออกมาตอนเลือกกลุ่มที่ 1 หลังจากนั้นเมื่อเราเลือกปัญหาที่ 1 ขาที่ 1 ของ PORTB หรือ PB0 จะส่งสัญญาออกมา ทำให้รีเลย์ตัวที่1 ติด โดยตำแหน่งการติดของรีเลย์ตามกลุ่มปัญหาได้แสดงไว้ในรูป 2.11



รูป 2.10 ขาเข้า ขาออก ตัวขยายสัญญาณ



รูปที่ 2.11 แสดงตำแหน่งรีเลย์และกลุ่มปัญหา



รูปที่ 2.12 แผงวงจรตัวขยายสัญญาณ

รูปที่ 2.13 อุปกรณ์ต่างๆของรถยนต์