การพัฒนาระบบการวินิจฉัยข้อขัดข้องสำหรับเครื่องกำเนิดไฟฟ้าสำรอง

นายวสวัตติ์ เชื้อไทย

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

บทคัดย่อและแฟ้มข้อมูลฉบับเต็มของวิทยานิพนธ์ตั้งแต่ปีการศึกษา 2554 ที่ให้บริการในคลังปัญญาจุฬาฯ (CUIR)
เป็นแฟ้มข้อมูลของนิสิตเจ้าของวิทยานิพนธ์ ที่ส่งผ่านทางบัณฑิตวิทยาลัย
The abstract and full text of theses from the academic year 2011 in Chulalongkorn University Intellectual Repository (CUIR)
are the thesis authors' files submitted through the University Graduate School.

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต
สาขาวิชาวิศวกรรมอุตสาหการ ภาควิชาวิศวกรรมอุตสาหการ
คณะวิศวกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
ปีการศึกษา 2557
ลิขสิทธิ์ของจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

DEVELOPMENT OF DIAGNOSIS SYSTEM AND TROUBLESHOOTING FOR STANDBY GENERATORS

Mr. Wassawat Chuathai

A Thesis Submitted in Partial Fulfillment of the Requirements
for the Degree of Master of Engineering Program in Industrial Engineering
Department of Industrial Engineering
Faculty of Engineering
Chulalongkorn University
Academic Year 2014

Copyright of Chulalongkorn University

หัวข้อวิทยานิพนธ์	การพัฒนาระบบการวินิจฉัยข้อขัดข้องสำหรับเครื่องกำเนิดไฟฟ้าสำรอง
โดย	นายวสวัตติ์ เชื้อไทย
สาขาวิชา	วิศวกรรมอุตสาหการ
อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก	รองศาสตราจารย์ ดร.จิตรา รู้กิจการพานิช

คณะวิศวกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย อนุมัติให้นับวิทยานิพนธ์ฉบับนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญามหาบัณฑิต

.....คณบดีคณะวิศวกรรมศาสตร์
(ศาสตราจารย์ ดร.บัณฑิต เอื้ออาภรณ์)

คณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์

.....ประธานกรรมการ
(รองศาสตราจารย์ ดร.สมเกียรติ ตั้งจิตสิตเจริญ)

.....อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก
(รองศาสตราจารย์ ดร.จิตรา รู้กิจการพานิช)

.....กรรมการ
(ศาสตราจารย์ ดร.ปารเมศ ชุติมา)

.....กรรมการภายนอกมหาวิทยาลัย
(รองศาสตราจารย์ สมชาย พวงเพิกศึก)

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

วสวัตติ์ เชื้อไทย : การพัฒนาระบบการวินิจฉัยข้อขัดข้องสำหรับเครื่องกำเนิดไฟฟ้าสำรอง (DEVELOPMENT OF DIAGNOSIS SYSTEM AND TROUBLESHOOTING FOR STANDBY GENERATORS) อ.ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก: รศ. ดร.จิตรา รู้กิจการพานิช, 280 หน้า.

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อพัฒนาระบบการวินิจฉัยข้อขัดข้องสำหรับเครื่องกำเนิดไฟฟ้าขนาดใหญ่สำหรับโรงงานอุตสาหกรรม จากที่ผ่านมาพบว่าเมื่อเครื่องกำเนิดไฟฟ้าเสีย พนักงานซ่อมจะไม่สามารถแก้ปัญหาได้ด้วยตนเอง และถ้าดำเนินการแก้ปัญหาด้วยตนเองก็อาจทำให้แก้ปัญหาผิดวิธีและเกิดความเสียหายต่อเครื่องกำเนิดไฟฟ้าตามมาได้ ระบบการวินิจฉัยที่สร้างขึ้นนี้ใช้หลักการของระบบผู้เชี่ยวชาญ โดยมีโครงสร้างทางสถาปัตยกรรมประกอบด้วย 1) ส่วนฐานความรู้ ซึ่งจะใช้ Microsoft SQL Server 2) ส่วนดึงความรู้จากคู่มือการบำรุงรักษา จากบันทึกการซ่อมของลูกค้าและจากผู้ชำนาญงาน 3) ส่วนอนุมานความรู้แบบย้อนกลับ (Backward chaining method) 4) ส่วนอธิบายการวินิจฉัย และ 5) ส่วนติดต่อผู้ใช้ ซึ่งจะใช้ Visual Basic โดยระบบดังกล่าวประกอบด้วยกลุ่มการบำรุงรักษา 3 กลุ่ม ได้แก่ 1) กลุ่มการตรวจเช็คตามระยะเวลา จะแบ่งย่อยตามระยะเวลา ได้แก่ รายสัปดาห์ 250 ชั่วโมงหรือ 6 เดือน 500 ชั่วโมงหรือ 12 เดือน และ 1000 ชั่วโมงหรือ 24 เดือน 2) กลุ่มการตรวจเช็คทั่วไป จะแบ่งย่อยตามขั้นตอนการทำงานของเครื่องกำเนิดไฟฟ้า ได้แก่ ก่อนสตาร์ทเครื่อง ขณะสตาร์ทเครื่อง และ หลังจากเครื่องหยุดทำงาน และ 3) กลุ่มการตรวจเช็คจากอาการผิดปกติ ซึ่งแบ่งได้เป็น 2 กลุ่มย่อย คือ เครื่องยนต์ดีเซล (Diesel Engine) มี 18 อาการผิดปกติ 80 สาเหตุ และตัวผลิตกระแสไฟฟ้าชนิดแม่เหล็กถาวร (Permanent Magnet Generator) มี 11 อาการผิดปกติ 40 สาเหตุ จากนั้นได้นำมาจัดความสัมพันธ์ ซึ่งได้ให้ผู้ชำนาญงานตรวจสอบความถูกต้องก่อนที่จะสร้างระบบการวินิจฉัย ซึ่งจากการเปรียบเทียบกระบวนการวินิจฉัยข้อขัดข้องระหว่างระบบการวินิจฉัยแบบเดิมกับระบบการวินิจฉัยที่พัฒนาขึ้น พบว่าระบบการวินิจฉัยที่พัฒนาขึ้นนี้ สามารถช่วยให้การวินิจฉัยข้อขัดข้องมีขั้นตอนและมีกฎเกณฑ์มากยิ่งขึ้น นอกจากนี้ยังมีความถูกต้องเทียบเท่าการวินิจฉัยโดยผู้ชำนาญงาน สามารถใช้ทดแทนผู้ชำนาญงานที่มีอยู่อย่างจำกัดได้เป็นอย่างดี

ภาควิชา วิศวกรรมอุตสาหการ ลายมือชื่อนิสิต .....

สาขาวิชา วิศวกรรมอุตสาหการ ลายมือชื่อ อ.ที่ปรึกษาหลัก .....

ปีการศึกษา 2557

5570364821 : MAJOR INDUSTRIAL ENGINEERING
KEYWORDS: DIAGNOSIS SYSTEM / EXPERT SYSTEM / GENERATOR

WASSAWAT CHUATHAI: DEVELOPMENT OF DIAGNOSIS SYSTEM AND TROUBLESHOOTING FOR STANDBY GENERATORS. ADVISOR: ASSOC. PROF. JITTRA RUKIJKANPANICH, D.Eng., 280 pp.

The objective of this research was to create a diagnostic and troubleshooting system for generators. From the past, when a generator failure occurred, technicians could not solve problems by themselves. Because they may make a wrong decision, a generator could be damaged. In this research, a diagnostic system was created using an expert system concept. The system architecture consist of 1) a knowledge base by Microsoft SQL Server 2) a knowledge acquisition facility from manuals, reports and experts 3) the inference engine with backward chaining method 4) an explanation system 5) a user interface by Visual Basic. It will be divided into 3 maintenance groups. The first check the time. There are related to weekly, 250 hours or 6 month, 500 hours or 12 month and 1000 hours or 24 month. The second is regular checks. There are related to before starting, starting and stopping. The third is troubleshooting of generator. There are related to Diesel Engine with 18 faults, 80 causes and Permanent Magnet Generator with 11 faults, 40 causes. Moreover, then format a relationship, which provide experts to check for accuracy before creating diagnostic systems. From a comparison between the traditional process diagnosis and the developed process diagnosis system, the developed process diagnosis system can help the diagnosis procedures and rules. Moreover, it has an accuracy equivalent diagnosed by experts, can replace experts with limited as well.

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

Department: Industrial Engineering Student's Signature .....
Field of Study: Industrial Engineering Advisor's Signature .....
Academic Year: 2014

กิตติกรรมประกาศ

การที่วิทยานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จลุล่วงได้ดี ผู้วิจัยขอขอบพระคุณ รองศาสตราจารย์ ดร. จิตรา รู้กิจการพานิช ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ ที่ได้กรุณาให้คำแนะนำและข้อคิดเห็นต่างๆที่เป็นประโยชน์ ในการออกแบบและสร้างระบบการวินิจฉัยข้อขัดข้องสำหรับเครื่องกำเนิดไฟฟ้า มาด้วยดีตลอด รวมทั้งคณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์และผู้ชำนาญงานทั้งภายในบริษัทกรณีศึกษาและจากภายนอก ซึ่งทุกท่านได้ให้วิชาความรู้และให้คำปรึกษาในการทำวิทยานิพนธ์ให้สำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยดี

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

สารบัญ

หน้า

บทคัดย่อภาษาไทย ..... ง

บทคัดย่อภาษาอังกฤษ ..... จ

กิตติกรรมประกาศ ..... ฉ

สารบัญ ..... ช

สารบัญตาราง ..... ฏ

สารบัญรูป ..... ฑ

บทที่ 1 บทนำ 1

1.1 ที่มาและความสำคัญ 1

1.2 ข้อมูลทั่วไปของบริษัทตัวอย่าง 6

1.3 วัตถุประสงค์ 6

1.4 ขอบเขตการวิจัย 6

1.5 ประโยชน์ที่ได้รับ 7

1.6 ขั้นตอนการทำงานวิจัย 7

บทที่ 2 ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง 9

2.1 ระบบผู้เชี่ยวชาญ 9

2.1.1 โครงสร้างของระบบผู้เชี่ยวชาญ 9

2.2 เครื่องมือที่ใช้พัฒนาระบบผู้เชี่ยวชาญ 11

2.2.1 ระบบคอมพิวเตอร์ 11

2.2.2 การเขียนโปรแกรม 13

2.3 ข้อดีและข้อเสียของระบบผู้เชี่ยวชาญ 15

2.3.1 ข้อดีของระบบผู้เชี่ยวชาญ 15

2.3.2 ข้อเสียของระบบผู้เชี่ยวชาญ 15

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

หน้า

2.4 วงจรการพัฒนาระบบ (System Development Life Cycle : SDLC) 16
2.5 ความรู้เบื้องต้นเกี่ยวกับเครื่องกำเนิดไฟฟ้า 20
2.5.1 เครื่องกำเนิดไฟฟ้ากระแสสลับ 20
2.5.2 เครื่องกำเนิดไฟฟ้ากระแสตรง 21
2.6 คุณลักษณะของเครื่องกำเนิดไฟฟ้า 23
2.6.1 คุณลักษณะทางเทคนิคของเครื่องกำเนิดไฟฟ้าที่ศึกษาเป็นต้นแบบ 24
บทที่ 3 ขั้นตอนการดำเนินการ 25
3.1 แนวคิดที่ใช้ในการออกแบบขั้นตอนการดำเนินการ 26
3.1.1 การกำหนดปัญหา 26
3.1.2 การศึกษาความเป็นไปได้ 26
3.1.3 การวิเคราะห์ระบบ 27
3.1.4 การออกแบบระบบ 27
3.1.5 การสร้างหรือพัฒนาระบบ 27
3.1.6 การนำระบบไปใช้งาน 27
3.1.7 การประเมินผล 28
3.2 การรวบรวมความรู้ 28
3.3 การนำความรู้มาจัดกลุ่ม 29
3.4 การนำความรู้มาจัดกลุ่มความสัมพันธ์และระบุการตรวจสอบและแนวทางการแก้ไข 30
3.5 การสรุปความรู้ 32
3.6 การออกแบบและการสร้างระบบการวินิจฉัย 35
3.7 การตรวจสอบโดยผู้ชำนาญงานและการนำไปใช้งาน 37
บทที่ 4 การรวบรวมความรู้ 38
4.1 ผลจากการรวบรวมความรู้ 38

หน้า

4.1.1 การเก็บรวบรวมความรู้จากคู่มือการบำรุงรักษาเครื่องกำเนิดไฟฟ้า 38
4.1.2 การเก็บข้อมูลความรู้จากบันทึกการซ่อมของลูกค้า 38
4.1.3 การเก็บข้อมูลความรู้จากผู้ชำนาญงาน 39
4.2 ผลจากการนำความรู้มาจัดกลุ่ม 39
4.3 ผลจากการนำความรู้มาจัดความสัมพันธ์และระบุการตรวจสอบและแนวทางการแก้ไข 40
4.3.1 การวิเคราะห์ Fault tree analysis ของเครื่องยนต์ดีเซล 41
จากการศึกษาอาการผิดปกติเครื่องยนต์ดีเซล สามารถจะแบ่งได้เป็น มี 18 อาการผิดปกติ ดังนี้ 41
4.3.2 การวิเคราะห์ Fault tree analysis ของตัวผลิตกระแสไฟฟ้า ชนิดแม่เหล็กถาวร 62
จากการศึกษาอาการผิดปกติตัวผลิตกระแสไฟฟ้า ชนิดแม่เหล็กถาวร สามารถจะแบ่งได้เป็น มี 11 อาการผิดปกติ ดังนี้ 62
4.4 สรุปความรู้ 88
4.4.1 การตรวจเช็คตามระยะเวลา 89
4.4.2 การตรวจเช็คทั่วไป 90
4.4.3 การตรวจเช็คอาการผิดปกติ 92
บทที่ 5 การออกแบบและการสร้างระบบการวินิจฉัย 94
5.1 การออกแบบส่วนติดต่อผู้ใช้ 95
5.1.1 หน้าจอหลัก 95
5.1.2 หน้าจอย่อยสำหรับการวินิจฉัย 96
5.1.3 หน้าจอย่อย สำหรับการแก้ไข 100
5.2 ส่วนประกอบของโปรแกรม 101
5.2.1 การตรวจเช็คตามระยะเวลา 101
5.2.2 การตรวจเช็คทั่วไป 102
5.2.3 การตรวจเช็คอาการผิดปกติ 103

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

หน้า

5.2.4 การแสดงรายงาน 104
5.2.5 คู่มือการตรวจเช็ค 105
5.3 การออกแบบฐานความรู้ 105
5.4 วิธีใช้งานโปรแกรม 114
5.4.1 การตรวจเช็คตามระยะเวลา 114
5.4.2 การตรวจเช็คทั่วไป 117
5.4.3 การตรวจเช็คอาการผิดปกติ 119
5.4.4 คู่มือการตรวจเช็ค 129
บทที่ 6 การนำระบบการวินิจฉัยไปทดลองใช้งาน 131
6.1 การนำไปทดลองใช้งาน 131
6.1.1 อธิบายขั้นตอนการไหลของใบสั่งงานบำรุงรักษา ก่อนปรับปรุงกระบวนการ 131
6.1.2 อธิบายขั้นตอนการไหลของใบสั่งงานบำรุงรักษา หลังปรับปรุงกระบวนการ 132
6.2 ตัวอย่างการนำระบบการวินิจฉัยไปทดลองการใช้งาน 135
6.2.1 ตัวอย่างที่ 1 135
6.2.2 ตัวอย่างที่ 2 137
6.2.3 ตัวอย่างที่ 3 140
6.2.4 ตัวอย่างที่ 4 142
6.2.5 ตัวอย่างที่ 5 145
6.2.6 ตัวอย่างที่ 6 148
6.2.7 ตัวอย่างที่ 7 150
6.2.8 ตัวอย่างที่ 8 153
6.2.9 ตัวอย่างที่ 9 155
6.2.10 ตัวอย่างที่ 10 157

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

6.3 ผลจากการนำระบบการวินิจฉัยไปทดลองการใช้งาน 159

6.4 ความคิดเห็นของผู้ใช้ 160

6.5 การจำลองสถานการณ์ 161

6.6 การเปรียบเทียบระหว่างการวินิจฉัยแบบเดิมกับระบบการวินิจฉัย 162

บทที่ 7 สรุปผลและข้อเสนอแนะ 164

7.1 สรุปผลงานวิจัย 164

7.2 ปัญหาและอุปสรรค 167

7.3 ข้อเสนอแนะ 168

รายการอ้างอิง 169

ภาคผนวก 171

ภาคผนวก ก ตัวอย่างรายงานที่พิมพ์จากโปรแกรม 172

ภาคผนวก ข ผังความคิดการตรวจเช็ค อาการผิดปกติของเครื่องยนต์ดีเซล 180

ภาคผนวก ค ผังความคิดการตรวจเช็ค อาการผิดปกติของตัวผลิตกระแสไฟฟ้า 218

ภาคผนวก ง ตัวอย่างการจำลองสถานการณ์ 240

ประวัติผู้เขียนวิทยานิพนธ์ 280

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

สารบัญตาราง

หน้า

ตารางที่ 1.1 รายการของงานบำรุงรักษา ตั้งแต่เดือนมกราคม ถึง ธันวาคม 2556 4

ตารางที่ 3.1 ที่มาของความรู้ 29

ตารางที่ 3.2 การจัดกลุ่มอาการผิดปกติตามส่วนประกอบของเครื่องกำเนิดไฟฟ้า 30

ตารางที่ 3.3 ตัวอย่างการจัดกลุ่มความสัมพันธ์ 30

ตารางที่ 4.1 การจัดกลุ่มในเครื่องยนต์ดีเซล 39

ตารางที่ 4.2 การจัดกลุ่มในตัวผลิตกระแสไฟฟ้า ชนิดแม่เหล็กถาวร 40

ตารางที่ 4.3 สาเหตุของอาการผิดปกติในเครื่องยนต์ดีเซล 59

ตารางที่ 4.4 สาเหตุของอาการผิดปกติ ในตัวผลิตกระแสไฟฟ้า ชนิดแม่เหล็กถาวร 75

ตารางที่ 4.5 ความสัมพันธ์ระหว่าง อาการผิดปกติและสาเหตุ ของเครื่องกำเนิดไฟฟ้า 76

ตารางที่ 4.6 ความสัมพันธ์ระหว่าง อาการผิดปกติและสาเหตุ ของตัวผลิตกระแสไฟฟ้า 77

ตารางที่ 4.7 การตรวจสอบและการแก้ไข จากสาเหตุต่างๆ ของเครื่องยนต์ดีเซล 78

ตารางที่ 4.8 การตรวจสอบและการแก้ไข จากสาเหตุต่างๆ ของตัวผลิตกระแสไฟฟ้า ชนิดแม่เหล็กถาวร 84

ตารางที่ 4.9 รายการตรวจเช็คตามระยะเวลาและระดับความยากของงาน 89

ตารางที่ 4.10 รายการตรวจเช็คทั่วไปและระดับความยากของงาน 91

ตารางที่ 5.1 ตัวควบคุมที่เกี่ยวข้องของหน้าจอย่อยสำหรับการวินิจฉัย 99

ตารางที่ 5.2 การแสดงรายงานการตรวจเช็คตามระยะเวลา 104

ตารางที่ 5.3 การแสดงรายงานการตรวจเช็คทั่วไป 104

ตารางที่ 5.4 การแสดงรายงานการตรวจเช็คอาการผิดปกติ 105

ตารางที่ 5.5 ชนิดข้อมูลของการตรวจเช็คตามระยะเวลา 106

ตารางที่ 5.6 ชนิดข้อมูลของการตรวจเช็คทั่วไป 107

ตารางที่ 5.7 ชนิดข้อมูลของอาการผิดปกติของเครื่องยนต์ดีเซล 108

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

หน้า

ตารางที่ 5.8 ชนิดข้อมูลของรายละเอียดอาการผิดปกติของเครื่องยนต์ดีเซล 109
ตารางที่ 5.9 ชนิดข้อมูลของความสัมพันธ์อาการผิดปกติของเครื่องยนต์ดีเซล 110
ตารางที่ 5.10 ชนิดข้อมูลของอาการผิดปกติของตัวผลิตกระแสไฟฟ้า..... 111
ตารางที่ 5.11 ชนิดข้อมูลของรายละเอียดอาการผิดปกติของตัวผลิตกระแสไฟฟ้า..... 112
ตารางที่ 5.12 ชนิดข้อมูลของความสัมพันธ์อาการผิดปกติของตัวผลิตกระแสไฟฟ้า..... 113
ตารางที่ 6.1 การเปรียบเทียบสถานการณ์ของเครื่องยนต์ดีเซล 161
ตารางที่ 6.2 การเปรียบเทียบสถานการณ์ของตัวผลิตกระแสไฟฟ้า 162
ตารางที่ 6.3 ผลการเปรียบเทียบการวินิจฉัยแบบเดิมกับระบบการวินิจฉัย 163
ตารางที่ 7.1 สรุปความแตกต่างก่อนและหลังปรับปรุงกระบวนการวินิจฉัย 166

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

สารบัญรูป

หน้า

รูปที่ 1.1 ปริมาณการจ่ายไฟฟ้าของ การไฟฟ้าฝ่ายผลิตแห่งประเทศไทย ปี 2550-2556 (การไฟฟ้าฝ่ายผลิต 2555) 1

รูปที่ 1.2 สถิติการนำเข้าเครื่องกำเนิดไฟฟ้า มกราคม – ธันวาคม 2556 จากกรมศุลกากร HS Code – 8502 (กรมศุลกากร 2556) 3

รูปที่ 1.3 เวลาปฏิบัติงาน เดือนมกราคม ถึง ธันวาคม 2556 4

รูปที่ 2.1 โครงสร้างของระบบผู้เชี่ยวชาญ (ชัยรัตน์ กิตติธรรมโรจน์ 2547) 11

รูปที่ 2.2 ความสัมพันธ์ของฮาร์ดแวร์ (พร้อมเลิศ หล่อวิจิตร 2554) 12

รูปที่ 2.3 ส่วนประกอบของ .NET Framework (พร้อมเลิศ หล่อวิจิตร 2554) 14

รูปที่ 2.4 เครื่องกำเนิดไฟฟ้าสำรอง 21

รูปที่ 3.1 ขั้นตอนการดำเนินการ 25

รูปที่ 3.2 ส่วนประกอบของเครื่องกำเนิดไฟฟ้า 28

รูปที่ 3.3 โครงสร้างข้อมูล การตรวจเช็คทั่วไปและการตรวจเช็คตามระยะเวลา 33

รูปที่ 3.4 ตัวอย่างโครงสร้างข้อมูล อาการผิดปกติและสาเหตุ 34

รูปที่ 3.5 ตัวอย่างโครงสร้างการวินิจฉัย กรณี การเลือกสาเหตุของอาการผิดปกติเครื่องหมุนช้าสตาร์ทติดยาก 35

รูปที่ 3.6 โครงสร้างทางสถาปัตยกรรมของระบบการวินิจฉัย 36

รูปที่ 3.7 โครงสร้างของฐานความรู้ จำนวน 8 ฐานความรู้ 37

รูปที่ 4.1 การวิเคราะห์หาสาเหตุจากอาการเครื่องไม่ทำงาน 41

รูปที่ 4.2 การวิเคราะห์หาสาเหตุอาการเครื่องหมุนแต่สตาร์ทไม่ติด 42

รูปที่ 4.3 การวิเคราะห์หาสาเหตุอาการเครื่องหมุนช้า สตาร์ทติดยาก 43

รูปที่ 4.4 การวิเคราะห์หาสาเหตุอาการเครื่องยนต์ดับเองแต่ยังหมุนได้ (ลูกสูบไม่ติดขัด) 44

รูปที่ 4.5 การวิเคราะห์หาสาเหตุอาการเครื่องยนต์ดับเองและหมุนไม่ได้(ลูกสูบติดขัด) 45

Chulalongkorn University

หน้า

รูปที่ 4.6 การวิเคราะห์หาสาเหตุอาการเครื่องกำลังตกเป็นบางครั้ง 46
รูปที่ 4.7 การวิเคราะห์หาสาเหตุอาการเครื่องกำลังตกทันทีทันใด 47
รูปที่ 4.8 การวิเคราะห์หาสาเหตุอาการอาการเครื่องกำลังตกไม่มีควัน (ค่อยเป็นค่อยไป) 48
รูปที่ 4.9 การวิเคราะห์หาสาเหตุอาการอาการควันดำเมื่อมีโหลด 49
รูปที่ 4.10 การวิเคราะห์หาสาเหตุอาการอาการควันดำตลอด 50
รูปที่ 4.11 การวิเคราะห์หาสาเหตุอาการเครื่องเดินไม่เลียบและไม่ครบสูบ 51
รูปที่ 4.12 การวิเคราะห์หาสาเหตุอาการเครื่องเดินไม่ครบสูบตลอดเวลา 52
รูปที่ 4.13 การวิเคราะห์หาสาเหตุอาการกินน้ำมันเครื่องมาก 53
รูปที่ 4.14 การวิเคราะห์หาสาเหตุอาการกินน้ำมันเชื้อเพลิงมากเกินไป 54
รูปที่ 4.15 การวิเคราะห์หาสาเหตุอาการความดันน้ำมันเครื่องต่ำ 55
รูปที่ 4.16 การวิเคราะห์หาสาเหตุอาการ Battery Charger ไม่ทำงาน 57
รูปที่ 4.17 การวิเคราะห์หาสาเหตุอาการอุณหภูมิสูงกว่าปกติ 58
รูปที่ 4.18 การวิเคราะห์หาสาเหตุอาการอุณหภูมิต่ำกว่าปกติ 59
รูปที่ 4.19 การวิเคราะห์หาสาเหตุอาการไม่มีแรงดันไฟฟ้า (แบบยังไม่เชื่อมต่อกับอุปกรณ์ใดๆ)..... 63
รูปที่ 4.20 การวิเคราะห์หาสาเหตุอาการแรงดันไฟฟ้าต่ำ (แบบยังไม่เชื่อมต่อกับอุปกรณ์ใดๆ)..... 64
รูปที่ 4.21 การวิเคราะห์หาสาเหตุอาการแรงดันไฟฟ้าสูง (แบบยังไม่เชื่อมต่อกับอุปกรณ์ใดๆ)..... 65
รูปที่ 4.22 การวิเคราะห์หาสาเหตุอาการแรงดันไฟฟ้าไม่เสถียร (แบบยังไม่เชื่อมต่อกับอุปกรณ์ใดๆ) 66
รูปที่ 4.23 การวิเคราะห์หาสาเหตุอาการแรงดันไฟฟ้าไม่สมดุล 67
รูปที่ 4.24 การวิเคราะห์หาสาเหตุอาการแรงดันไฟฟ้าไม่เสถียร 68
รูปที่ 4.25 การวิเคราะห์หาสาเหตุอาการวงจรแรงดันไฟฟ้าไม่ดี 69
รูปที่ 4.26 การวิเคราะห์หาสาเหตุอาการแรงดันไฟฟ้าล่ม 70
รูปที่ 4.27 การวิเคราะห์หาสาเหตุอาการแรงดันไฟฟ้าสูง 71

หน้า

รูปที่ 4.28 การวิเคราะห์หาสาเหตุอาการแรงดันไฟฟ้าต่ำ 72
รูปที่ 5.1 กระบวนการของระบบการวินิจฉัย 94
รูปที่ 5.2 โครงสร้างหน้าจอหลัก 95
รูปที่ 5.3 โครงสร้างหน้าจอหลัก 96
รูปที่ 5.4 การวิเคราะห์การตรวจเช็คตามระยะเวลา 97
รูปที่ 5.5 การวิเคราะห์การตรวจเช็คทั่วไป 97
รูปที่ 5.6 การวิเคราะห์อาการผิดปกติเพื่อหาสาเหตุการเสียและการแก้ไข 98
รูปที่ 5.7 โครงสร้างหน้าจอย่อย สำหรับการวินิจฉัย 99
รูปที่ 5.8 ตัวอย่างหน้าจอย่อย สำหรับการวินิจฉัย 99
รูปที่ 5.9 โครงสร้างหน้าจอย่อย สำหรับการแก้ไข 100
รูปที่ 5.10 ตัวอย่างหน้าจอย่อย สำหรับการแก้ไข 100
รูปที่ 5.11 หน้าจอหลักของโปรแกรม 101
รูปที่ 5.12 การตรวจเช็คตามระยะเวลา 102
รูปที่ 5.13 การตรวจเช็คทั่วไป 102
รูปที่ 5.14 การตรวจเช็คอาการผิดปกติของเครื่องยนต์ดีเซล 103
รูปที่ 5.15 การตรวจเช็คอาการผิดปกติของตัวผลิตกระแสไฟฟ้า 103
รูปที่ 5.16 ฐานความรู้ การตรวจเช็คตามระยะเวลา 106
รูปที่ 5.17 ฐานความรู้ การตรวจเช็คทั่วไป 107
รูปที่ 5.18 ฐานความรู้ อาการผิดปกติของเครื่องยนต์ดีเซล 108
รูปที่ 5.19 ฐานความรู้ รายละเอียดอาการผิดปกติของเครื่องยนต์ดีเซล 109
รูปที่ 5.20 ฐานความรู้ ความสัมพันธ์อาการผิดปกติของเครื่องยนต์ดีเซล 110
รูปที่ 5.21 ฐานความรู้ อาการผิดปกติของตัวผลิตกระแสไฟฟ้า 111
รูปที่ 5.22 ฐานความรู้ รายละเอียดอาการผิดปกติของตัวผลิตกระแสไฟฟ้า 112

หน้า

รูปที่ 5.23 ฐานความรู้ ความสัมพันธ์อาการผิดปกติของตัวผลิตกระแสไฟฟ้า 113
รูปที่ 5.24 ผังการใช้งาน การตรวจเช็คตามระยะเวลา 114
รูปที่ 5.25 การเลือกรายการ การตรวจเช็คตามระยะเวลา 115
รูปที่ 5.26 การเลือกรายการ การปรับเปลี่ยนข้อมูลการตรวจเช็คตามระยะเวลา 116
รูปที่ 5.27 ผังการใช้งาน การตรวจเช็คทั่วไป 117
รูปที่ 5.28 การเลือกรายการ การตรวจเช็คทั่วไป 118
รูปที่ 5.29 การเลือกรายการ การปรับเปลี่ยนข้อมูลการตรวจเช็คทั่วไป 119
รูปที่ 5.30 ผังการใช้งาน การตรวจเช็คอาการผิดปกติ 120
รูปที่ 5.31 การเลือกรายการ การตรวจเช็คอาการผิดปกติของเครื่องยนต์ดีเซล 121
รูปที่ 5.32 การเลือกรายการ การตรวจเช็คอาการผิดปกติของตัวผลิตกระแสไฟฟ้า 122
รูปที่ 5.33 การเลือกรายการ การปรับเปลี่ยนข้อมูลอาการผิดปกติของเครื่องยนต์ดีเซล 123
รูปที่ 5.34 การเลือกรายการ การปรับเปลี่ยนข้อมูลสาเหตุอาการผิดปกติของเครื่องยนต์ดีเซล 124
รูปที่ 5.35 การเลือกรายการ การปรับเปลี่ยนข้อมูลความสัมพันธ์อาการผิดปกติของเครื่องยนต์ดีเซล 125
รูปที่ 5.36 การเลือกรายการ การปรับเปลี่ยนข้อมูลอาการผิดปกติของตัวผลิตกระแสไฟฟ้า 126
รูปที่ 5.37 การเลือกรายการ การปรับเปลี่ยนข้อมูลสาเหตุอาการผิดปกติของตัวผลิตกระแสไฟฟ้า 127
รูปที่ 5.38 การเลือกรายการ การปรับเปลี่ยนข้อมูลความสัมพันธ์อาการผิดปกติของตัวผลิตกระแสไฟฟ้า 128
รูปที่ 5.39 ผังการใช้งาน คู่มือการตรวจเช็ค 129
รูปที่ 6.1 ขั้นตอนการวินิจฉัยก่อนปรับปรุงกระบวนการ 133
รูปที่ 6.2 ขั้นตอนการวินิจฉัยหลังปรับปรุงกระบวนการ 134
รูปที่ 6.3 หม้อน้ำที่เกิดการเสียหาย 135
รูปที่ 6.4 โครงสร้างการวินิจฉัยตัวอย่างที่ 1 136
รูปที่ 6.5 โวลต์มิเตอร์ 138

หน้า

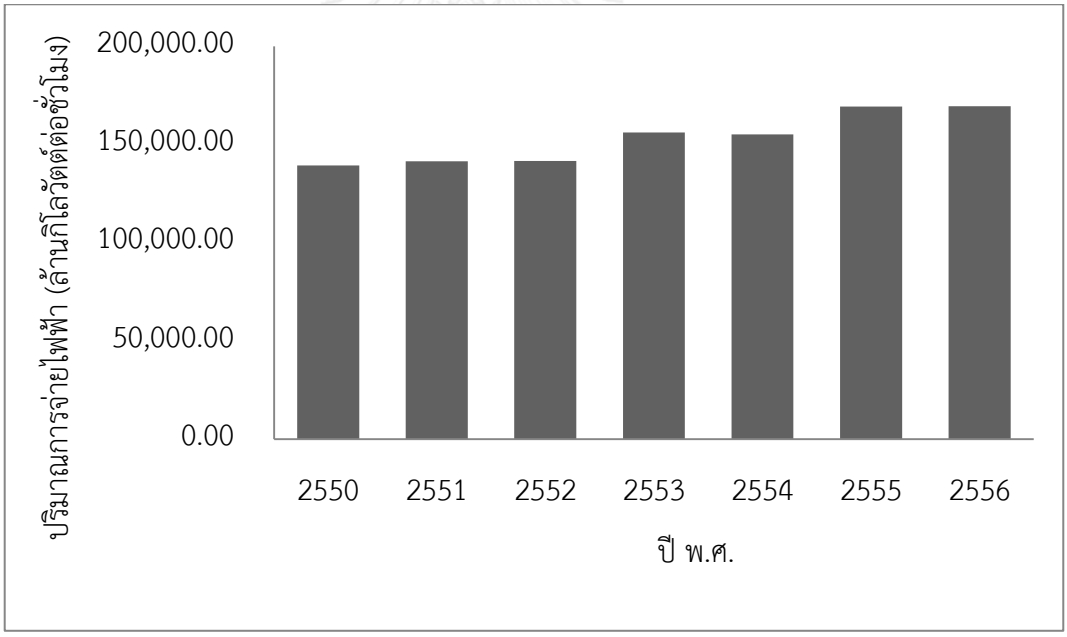
รูปที่ 6.6 โครงสร้างการวินิจฉัยตัวอย่างที่ 2 139
รูปที่ 6.7 อุปกรณ์ชาร์จแบตเตอรี่ 140
รูปที่ 6.8 โครงสร้างการวินิจฉัยตัวอย่างที่ 3 141
รูปที่ 6.9 ท่อดูดของปั๊มเชื่อเพลิง 143
รูปที่ 6.10 โครงสร้างการวินิจฉัยตัวอย่างที่ 4 144
รูปที่ 6.11 สายไฟที่ต่อกับสวิทซ์หลุด 146
รูปที่ 6.12 โครงสร้างการวินิจฉัยตัวอย่างที่ 5 147
รูปที่ 6.13 แบตเตอรี่ที่เสื่อมสภาพ 149
รูปที่ 6.14 โครงสร้างการวินิจฉัยตัวอย่างที่ 6 150
รูปที่ 6.15 ท่อเชื้อเพลิงเสื่อมสภาพ 151
รูปที่ 6.16 โครงสร้างการวินิจฉัยตัวอย่างที่ 7 152
รูปที่ 6.17 ระบบภายในของเครื่องกำเนิดไฟฟ้า 153
รูปที่ 6.18 โครงสร้างการวินิจฉัยตัวอย่างที่ 8 154
รูปที่ 6.19 เกจวัดอุณหภูมิเสื่อมสภาพ 156
รูปที่ 6.20 โครงสร้างการวินิจฉัยตัวอย่างที่ 9 157
รูปที่ 6.21 ปั๊มเชื้อเพลิงมีการรั่วซึม 158
รูปที่ 6.22 โครงสร้างการวินิจฉัยตัวอย่างที่ 10 159
รูปที่ 7.1 สรุปกระบวนการวินิจฉัยก่อนปรับปรุงกระบวนการ 167
รูปที่ 7.2 สรุปกระบวนการวินิจฉัยหลังปรับปรุงกระบวนการ 167

บทที่ 1
บทนำ

1.1 ที่มาและความสำคัญ

ระบบไฟฟ้า มีความสำคัญต่อการพัฒนาของระบบเศรษฐกิจและสังคมของประเทศชาติและมีความสำคัญต่อการดำรงชีวิตรวมถึงความเป็นอยู่ของประชาชน เพราะสามารถแปลงรูปแบบของพลังงานให้เป็นรูปแบบอื่นๆได้ ตัวอย่างเช่น ภาคอุตสาหกรรม มีการใช้เครื่องมือกลไกต่างๆ เพื่อสร้างผลผลิตของตัวเองและมีการแข่งขันกันในหลายๆด้าน ซึ่งทำให้เศรษฐกิจเจริญก้าวหน้าได้

เนื่องด้วยการขยายตัวทางเศรษฐกิจได้เติบโตอย่างต่อเนื่อง ทำให้มีการใช้ไฟฟ้าเพิ่มขึ้นในทุกๆ ปี จากการข้อมูลของการไฟฟ้าฝ่ายผลิตแห่งประเทศไทยพบว่า ตั้งแต่ปี 2550-2556 (การไฟฟ้าฝ่ายผลิต 2555) การไฟฟ้าได้จ่ายไฟฟ้าเข้าสู่ระบบในปริมาณที่เพิ่มสูงขึ้น ดังแสดงในรูปที่ 1.1



รูปที่ 1.1 ปริมาณการจ่ายไฟฟ้าของ
การไฟฟ้าฝ่ายผลิตแห่งประเทศไทย ปี 2550-2556 (การไฟฟ้าฝ่ายผลิต 2555)

ในบางครั้งไฟฟ้าที่จ่ายมาจากการไฟฟ้าก็เกิดปัญหาต่างๆ เช่น แรงดันไฟฟ้าไม่คงที่หรือแรงดันตกและที่ร้ายกว่านั้นคือเกิดไฟฟ้าดับ ซึ่งปัญหาเหล่านี้ล้วนแล้วทำให้เกิดความเสียหายต่างๆ ตามมา โดยทั่วไปจะแบ่งประเภทของความเสียหายได้เป็น 2 ประเภทได้แก่

1. ความเสียหายทางตรง
2. ความเสียหายทางอ้อม

สำหรับความเสียหายทางตรงนั้นเกิดจากไฟฟ้าขัดข้อง ยกตัวอย่างเช่น กรณีโรงงานอุตสาหกรรมเกิดปัญหาทางไฟฟ้า ก็จะเกิดผลกระทบต่อการผลิตทำให้ระบบการผลิตหยุดชะงักหรือวัตถุดิบเกิดการเสียหาย ซึ่งอาจทำให้ส่งมอบสินค้าให้แก่ลูกค้าไม่ทันทำให้เสียโอกาสทางธุรกิจมากมาย และอีกกรณีการเกิดไฟฟ้าดับในโรงพยาบาล กรณีนี้จะร้ายแรงมากสำหรับผู้ป่วย เพราะ เครื่องมือทางการแพทย์ล้วนแล้วต้องใช้พลังงานไฟฟ้าทั้งนั้น เช่น เครื่องช่วยหายใจ ตู้อบเด็กแรกเกิด การแช่เย็นของยาและเกล็ดเลือดสำหรับผู้ป่วย เป็นต้น

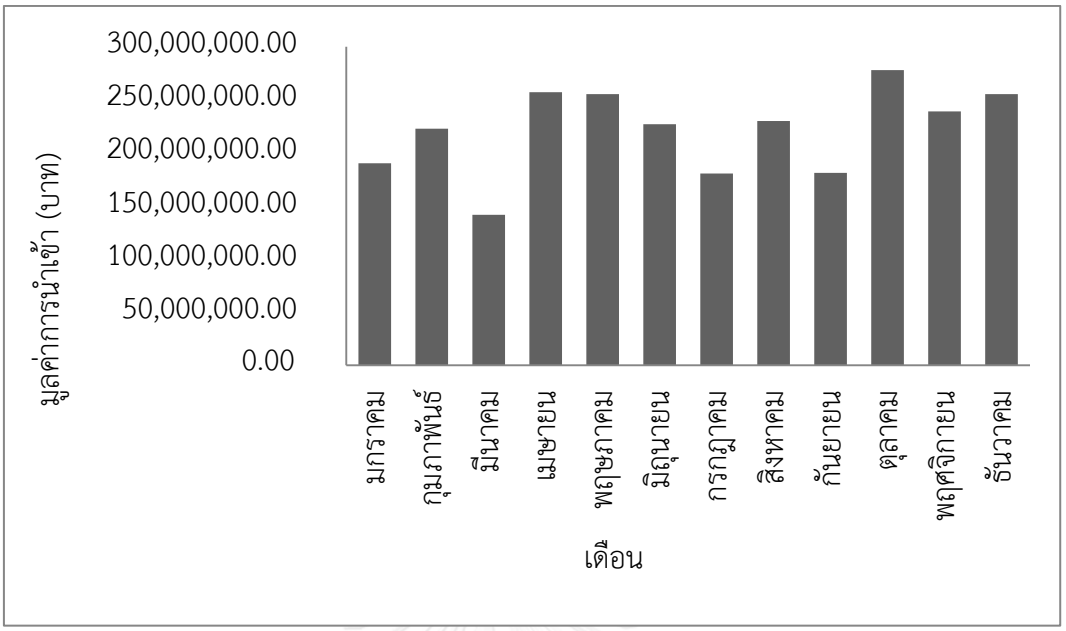
สำหรับความเสียทางอ้อม คือ ผลต่อเนื่องจากการเกิดไฟฟ้าดับ เช่น เมื่อเกิดไฟฟ้าดับระบบรักษาความปลอดภัยหรือกล้องวงจรปิดจะหยุดการทำงาน ซึ่งอาจทำให้เกิดการโจรกรรมขึ้นได้ หรือการเลิกสั่งสินค้าจากโรงงานที่ไม่สามารถส่งสินค้าได้ตามกำหนด เป็นต้น

ดังนั้นหากเกิดการขัดข้องขึ้นในระบบไฟฟ้า ทำให้ไม่สามารถจ่ายพลังงานไฟฟ้าให้แก่ผู้ใช้ไฟฟ้า ย่อมส่งผลกระทบและเกิดความเสียหายให้แก่ผู้ใช้ไฟฟ้าได้ สำหรับผู้ใช้ไฟฟ้าตามที่อยู่อาศัยอาจไม่มีผลกระทบมากนัก แต่อาจจะเกิดความรู้สึกที่ไม่ดีต่อการไฟฟ้าได้ และสำหรับผู้ใช้ไฟฟ้าในประเภทธุรกิจหรืออุตสาหกรรม จะเกิดผลเสียหายต่อการผลิตและวัตถุดิบ ย่อมทำให้เกิดการสูญเสียโอกาสและขาดรายได้ในช่วงที่เกิดไฟฟ้าขัดข้อง

ในปัจจุบันการแก้ปัญหาการขัดข้องของระบบไฟฟ้า ได้ถูกแก้ไขโดยติดตั้งเครื่องกำเนิดไฟฟ้าสำรอง ซึ่งเป็นการสร้างความมั่นคงทางพลังงานให้แก่ธุรกิจนั้นๆ ซึ่งเครื่องกำเนิดไฟฟ้าจะประกอบไปด้วย

1. Prime mover คือ ต้นกำลังขับ เช่น เครื่องยนต์ดีเซล
2. Alternator คือ ตัวผลิตกระแสไฟฟ้า
3. Control panel คือ ระบบควบคุมพารามิเตอร์ต่างๆ

สำหรับในประเทศไทยนั้นเครื่องกำเนิดไฟฟ้าได้รับความนิยมอย่างมาก เมื่อพิจารณาจากมูลค่าการนำเข้าในแต่ละปีถือว่ามีมูลค่าที่สูงและมีการนำเข้ามาอย่างต่อเนื่องจากหลายๆประเทศ ซึ่งส่วนใหญ่จะนำเข้ามาจากประเทศจีน อังกฤษ หรือ สิงคโปร์ เป็นต้น ขึ้นอยู่กับยี่ห้อและขนาดของเครื่องรุ่นนั้นๆ โดยทั่วไปเครื่องกำเนิดไฟฟ้าสำรองจะมีขนาด 5 KVA ถึง 3,300 KVA จากสถิติการนำเข้าพบว่าเครื่องกำเนิดไฟฟ้ามีการนำเข้าอย่างต่อเนื่องและมีมูลค่าที่สูง (กรมศุลกากร 2556) ดังแสดงในรูปที่ 1.2



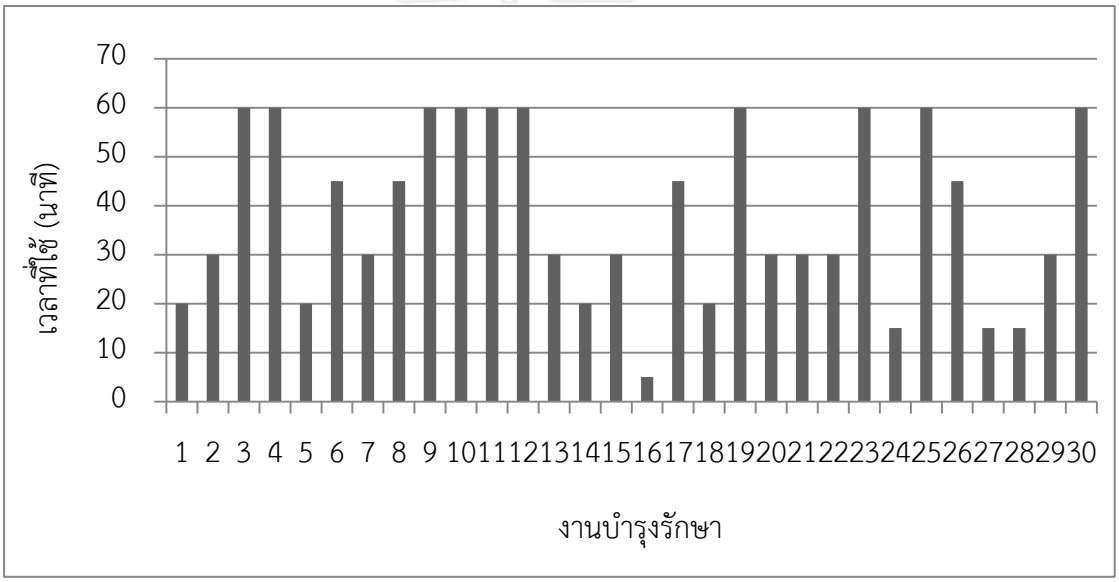
รูปที่ 1.2 สถิติการนำเข้าเครื่องกำเนิดไฟฟ้า
มกราคม – ธันวาคม 2556 จากกรมศุลกากร HS Code – 8502 (กรมศุลกากร 2556)

เครื่องกำเนิดไฟฟ้าโดยส่วนใหญ่ที่ใช้ในสถานประกอบการต่างๆ จะใช้เพื่อกำลังสำรองยามฉุกเฉินเท่านั้น ดังนั้นเครื่องกำเนิดไฟฟ้าจะตั้งอยู่เฉยๆจะไม่ค่อยทำงานบ่อยนัก ซึ่งเมื่อถึงเวลาที่จะต้องใช้งานก็ไม่ทราบว่าเครื่องนั้น สามารถทำงานได้เป็นปกติหรือไม่ ซึ่งอาจเกิดจากการที่ละเลยการบำรุงรักษา เพราะเครื่องกำเนิดไฟฟ้าต้องบำรุงรักษาตามรอบที่ผู้ผลิตกำหนดไว้และการบำรุงรักษาต้องอาศัยชำนาญงาน เนื่องจากระบบของเครื่องกำเนิดไฟฟ้านั้นจะมีความซับซ้อนและมีมูลค่าสูง จึงต้องมีความระมัดระวังในวิธีการซ่อมอย่างมาก ซึ่งในปัจจุบันจากข้อมูลของ สำนักงานสถิติแห่งชาติในโครงการสำมะโนธุรกิจและอุตสาหกรรมปี 2555 ตารางจำนวนสถานประกอบการ จำแนกตามรูปแบบการจัดตั้งตามกฎหมายและประเภทอุตสาหกรรม ทั่วราชอาณาจักร พ.ศ. 2554 (สำนักงานสถิติแห่งชาติ 2555) ได้ทำการสำรวจแล้วพบว่ามีบริษัทหรือห้างหุ้นส่วนที่ให้บริการบำรุงรักษาเครื่องกำเนิดไฟฟ้ามีอยู่ 78 แห่ง

สำหรับบริษัทตัวอย่างนั้น มีเครื่องกำเนิดไฟฟ้าที่ได้จำหน่ายให้แก่ลูกค้าไปแล้วจำนวน 929 เครื่อง โดยก่อนส่งมอบให้ลูกค้าทางบริษัทจะมีการตรวจวัดสมรรถนะอย่างละเอียดเพื่อสร้างความมั่นใจให้แก่ลูกค้า สำหรับเหตุผลสำคัญที่ลูกค้าเลือกเครื่องกำเนิดไฟฟ้าจากบริษัท ส่วนหนึ่งมาจากงานบริการหลังการขายที่มีการดูแลหลังจากลูกค้าที่ได้ซื้อเครื่องไปใช้งานและมีฐานข้อมูลลูกค้าทำให้

สามารถวางแผนล่วงหน้าได้ มีการติดตามตรวจเช็คสมรรถนะเครื่องกำเนิดไฟฟ้าอย่างสม่ำเสมอและสามารถซ่อมแซมแก้ไขได้อย่างรวดเร็วและถูกต้อง โดยช่างชำนาญงาน

ในระบบงานบำรุงรักษาเครื่องกำเนิดไฟฟ้า จะมีผู้ชำนาญงานที่คอยควบคุมงานบำรุงรักษาให้เป็นไปตามแผนที่วางไว้ แต่มีอยู่อย่างจำกัดซึ่งอาจดูแลไม่ทั่วถึงและมีการรับพนักงานใหม่เข้ามาอย่างต่อเนื่อง ในบางครั้งการที่ไม่มีความรู้หรือประสบการณ์ที่มากเพียงพอ เมื่อพบปัญหาเครื่องกำเนิดไฟฟ้าเสีย จะไม่สามารถแก้ปัญหาได้ด้วยตนเองต้องอาศัยผู้ชำนาญงาน จึงเกิดการรอคอย แต่ถ้าดำเนินการแก้ปัญหาด้วยตนเองก็อาจทำให้แก้ปัญหาผิดวิธี ทำให้เกิดความเสียหายตามมาได้ โดยช่วงเดือนมกราคม ถึง ธันวาคม 2556 ได้มีงานบำรุงรักษาทั้งหมด 30 งาน ซึ่งในแต่ละงานใช้เวลาปฏิบัติงานโดยจะแสดงเฉพาะเวลาในการวินิจฉัย ซึ่งมีเวลาค่าสูงสุด คือ 60 นาที ค่าต่ำสุด คือ 5 นาที และค่าเฉลี่ย คือ 38.33 นาที ดังแสดงในรูปที่ 1.3 และตารางที่ 1.1



รูปที่ 1.3 เวลาปฏิบัติงาน เดือนมกราคม ถึง ธันวาคม 2556

ตารางที่ 1.1 รายการของงานบำรุงรักษา ตั้งแต่เดือนมกราคม ถึง ธันวาคม 2556

ลำดับที่	อาการผิดปกติ	สาเหตุ
1	กำลังตกไม่มีควันดำ (ค่อยเป็นค่อยไป)	กรองเชื้อเพลิงตัน น้ำมันไหลไม่สะดวก
2	เครื่องไม่ทำงาน	ECU ไม่ทำงาน
3	เครื่องไม่ทำงาน	Motor start ไม่ทำงาน
4	กำลังตก ทันทีทันใด	Governor ทำงานผิดปกติ
5	Battery Charger ไม่ทำงาน	ชุด Charger ไม่ทำงาน

ตารางที่ 1.1 รายการของงานบำรุงรักษา ตั้งแต่เดือนมกราคม ถึง ธันวาคม 2556 (ต่อ)

ลำดับที่	อาการผิดปกติ	สาเหตุ
6	กำลังตก ทันทีทันใด	Governor ทำงานผิดปกติ
7	เครื่องไม่ทำงาน	ECU ไม่ทำงาน
8	อุณหภูมิสูงกว่าปกติ	สายพานพัดลมหลวม
9	ไม่มีแรงดันไฟฟ้า	AVR ทำงานผิดปกติ
10	ควันดำ เมื่อมีโหลด	ท่อไอเสียตัน
11	เครื่องไม่ทำงาน	โซลินอยด์ไม่ทำงาน
12	แรงดันไฟฟ้าไม่เสถียร	ความเร็วรอบเครื่องยนต์ไม่เสถียร
13	กำลังตกเป็นบางครั้ง	ท่ออากาศอุดตัน
14	กำลังตกไม่มีควันดำ (ค่อยเป็นค่อยไป)	กรองเชื้อเพลิงตัน น้ำมันไหลไม่สะดวก
15	กำลังตกเป็นบางครั้ง	ท่ออากาศอุดตัน
16	เครื่องไม่ทำงาน	แบตเตอรี่แรงดันไฟฟ้าต่ำ
17	เครื่องไม่ทำงาน	โซลินอยด์ไม่ทำงาน
18	Battery Charger ไม่ทำงาน	ชุด Charger ไม่ทำงาน
19	อุณหภูมิสูงกว่าปกติ	หม้อน้ำรั่ว
20	กำลังตกเป็นบางครั้ง	ท่ออากาศอุดตัน
21	เครื่องไม่ทำงาน	ECU ไม่ทำงาน
22	กำลังตกเป็นบางครั้ง	ท่ออากาศอุดตัน
23	กำลังตก ทันทีทันใด	Governor ทำงานผิดปกติ
24	กำลังตกไม่มีควันดำ (ค่อยเป็นค่อยไป)	กรองเชื้อเพลิงตัน น้ำมันไหลไม่สะดวก
25	แรงดันไฟฟ้าต่ำ	AVR ทำงานผิดปกติ
26	อุณหภูมิสูงกว่าปกติ	ท่อยางเกิดการรั่ว
27	กำลังตกไม่มีควันดำ (ค่อยเป็นค่อยไป)	กรองเชื้อเพลิงตัน น้ำมันไหลไม่สะดวก
28	กำลังตกไม่มีควันดำ (ค่อยเป็นค่อยไป)	กรองเชื้อเพลิงตัน น้ำมันไหลไม่สะดวก
29	อุณหภูมิสูงกว่าปกติ	ท่อยางเกิดการรั่ว
30	อุณหภูมิสูงกว่าปกติ	หม้อน้ำรั่ว

จากปัญหาดังกล่าว ทำให้มีความสนใจที่จะสร้างระบบการวินิจฉัยและแก้ไขข้อขัดข้องสำหรับเครื่องกำเนิดไฟฟ้า โดยใช้ทฤษฎีระบบผู้เชี่ยวชาญ ซึ่งจะช่วยให้ทราบสมรรถนะและข้อขัดข้องของ

เครื่องกำเนิดไฟฟ้า และสามารถช่วยตัดสินใจแก้ไขได้แม่นยำมากขึ้น จะช่วยลดเวลาในการดำเนินการซ่อม โดยที่ไม่ต้องอาศัยผู้ชำนาญงานตลอดทุกครั้งที่เกิดปัญหาขึ้น ระบบผู้เชี่ยวชาญนี้จะรวบรวมความรู้ทั้งจากคู่มืองานซ่อมและความรู้จากผู้ชำนาญงาน โดยจะมีผู้ชำนาญงานตรวจสอบความรู้เหล่านั้น เพื่อยืนยันความถูกต้องของข้อมูลและพร้อมที่จะใช้ข้อมูลเหล่านั้นเพื่อตอบสนองทั้งการซ่อมในส่วนเครื่องยนต์และตัวผลิตกระแสไฟฟ้า ซึ่งจะสะดวกต่อผู้ใช้งานและทำให้งานซ่อมประสบความสำเร็จเป็นอย่างดี

1.2 ข้อมูลทั่วไปของบริษัทตัวอย่าง

บริษัทตัวอย่าง เป็นผู้จัดจำหน่ายและซ่อมบำรุงเครื่องกำเนิดไฟฟ้า รวมถึงการติดตั้งและออกแบบระบบไฟฟ้าในอาคารต่างๆ ซึ่งมีประสบการณ์มายาวนานและได้รับความไว้วางใจจากองค์กรและบริษัทชั้นนำต่างๆ นอกจากนี้บริษัทยังมี ทีมช่างประจำของบริษัทและทีมผู้รับเหมาช่วง ที่มีความเชี่ยวชาญในเครื่องกำเนิดไฟฟ้าอยู่เป็นจำนวนมาก โดยปัจจุบันได้ให้บริการดังต่อไปนี้

- จำหน่ายเครื่องกำเนิดไฟฟ้าสำรอง
- งานประกอบและติดตั้งเครื่องกำเนิดไฟฟ้า
- งานออกแบบติดตั้งระบบเก็บเสียง เช่น ห้องเก็บเสียง (Soundproof room) ตู้เก็บเสียง (Acoustic canopy) ตู้เก็บเสียงนอกอาคาร (Weatherproof canopy) เป็นต้น
- งานตรวจซ่อม แก้ไข ตรวจเช็คบำรุงรักษา ระบบเครื่องกำเนิดไฟฟ้า
- งานทดสอบภาระโหลดทางไฟฟ้า งานรื้อถอนเคลื่อนย้าย และปรับปรุงสถานที่ติดตั้งแห่งใหม่
- งานออกแบบระบบไฟฟ้าพร้อมติดตั้ง

1.3 วัตถุประสงค์

เพื่อสร้างระบบการวินิจฉัยข้อขัดข้องสำหรับเครื่องกำเนิดไฟฟ้าสำรอง

1.4 ขอบเขตการวิจัย

เลือกบริษัทตัวอย่าง จำนวน 1 แห่ง ที่จำหน่ายและให้บริการเครื่องกำเนิดไฟฟ้าสำรอง (Standby generator) ขนาด 7.5-3,300 KVA ที่มีแหล่งต้นกำลังขับเป็นเครื่องยนต์ดีเซล (Diesel engine) และต่อเข้ากับตัวผลิตกระแสไฟฟ้ากระแสสลับ (Alternator) แบบไม่มีแปรงถ่าน (Brushless type) ชนิดแม่เหล็กถาวร (Permanent magnet generator) ให้แก่โรงงานอุตสาหกรรม โรงแรม โรงพยาบาล ระบบสื่อสาร และสร้างระบบผู้เชี่ยวชาญสำหรับการตรวจเช็ค

สมรรถนะและข้อขัดข้องของเครื่องกำเนิดไฟฟ้า ในรูปแบบของโปรแกรมคอมพิวเตอร์ ซึ่งจะสามารถให้คำปรึกษา ช่วยเหลือในการตรวจเช็คสมรรถนะและวินิจฉัยสาเหตุข้อขัดข้องรวมถึงวิธีการแก้ไขอาการผิดปกติของเครื่องกำเนิดไฟฟ้า

1.5 ประโยชน์ที่ได้รับ

5.1 เป็นต้นแบบในการพัฒนาระบบการวิเคราะห์ สำหรับการวินิจฉัยและแก้ไขกับเครื่องจักรประเภทอื่นๆได้

5.2 สร้างความก้าวหน้าทางเทคโนโลยี ให้แก่ผู้ที่สนใจสามารถใช้เป็นแหล่งอ้างอิงได้

1.6 ขั้นตอนการทำงานวิจัย

6.1 ศึกษาข้อมูลของบริษัทตัวอย่าง

ศึกษาลักษณะของผลิตภัณฑ์ของบริษัทตัวอย่างซึ่งได้แก่ เครื่องกำเนิดไฟฟ้า และรูปแบบการบำรุงรักษา พร้อมค้นหาสภาพปัญหาที่เกิดขึ้น

6.2 ศึกษาระบบการบำรุงรักษา

ศึกษาว่าบริษัทตัวอย่างมีระบบการบริหารจัดการ การบำรุงรักษาอย่างไร รวมถึงวิธีการวินิจฉัยปัญหาต่างๆ ว่าทำอย่างไร

6.3 ศึกษาทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง

ศึกษาทฤษฎีระบบผู้เชี่ยวชาญ รวมถึงงานวิจัยย้อนหลังที่เกี่ยวข้อง พร้อมกับศึกษาขั้นตอนการเขียนโปรแกรมและระบบฐานข้อมูล

6.4 ศึกษาความรู้จากบริษัทตัวอย่างและนำมาวิเคราะห์

ศึกษาความรู้ที่ได้รับจากคู่มือการใช้, การเก็บข้อมูลจริงได้จากบันทึกงานซ่อมต่างๆ และ จากการสอบถามผู้ชำนาญงานที่มีความรู้และประสบการณ์ที่เกี่ยวข้องกับงานบำรุงรักษาไม่น้อยกว่า 10 ปี และมีตำแหน่งเป็นวิศวกรที่มีใบประกอบวิชาชีพ จำนวน 4 ท่าน ซึ่งเป็นจะบุคคลจากภายในบริษัทตัวอย่าง 3 ท่าน ซึ่งประกอบด้วยวิศวกรระดับสามัญ 2 ท่าน ระดับวุฒิ 1 ท่าน และบุคคลจากภายนอกระดับภาคีอีก 1 ท่าน มาจัดทำฐานข้อมูลการวิเคราะห์ เช่น อาการผิดปกติ สาเหตุ วิธีการซ่อม เวลาในการซ่อม ค่าสถิติต่างๆ เป็นต้น

6.5 รวบรวมความรู้และระบุความสัมพันธ์ของความรู้

การระบุความสัมพันธ์ของการตรวจเช็คและอาการผิดปกติ-สาเหตุ และแสดงให้เห็นถึงความสัมพันธ์ของการเกิดอาการผิดปกติในลักษณะต่างๆว่าเกิดขึ้นจากสาเหตุอะไรบ้าง แล้วจึง

แนะนำแนวทางการแก้ไขเครื่องกำเนิดไฟฟ้าของแต่ละสาเหตุอย่างละเอียด ก่อนที่จะส่งให้ผู้ชำนาญงานตรวจสอบความถูกต้องอีกครั้ง

6.6 การออกแบบและจัดทำระบบ

การออกแบบโปรแกรมระบบผู้ชำนาญงานและฐานข้อมูล จะใช้กลไกการวินิจฉัยแบบย้อนกลับ (Backward chaining method) ในรูปแบบฐานกฎ (If-then rules) เนื่องจากมีความเหมาะสมในการวินิจฉัยข้อขัดข้องที่มีกลุ่มทางเลือกหรือคำตอบอยู่แล้ว โดยโปรแกรมจะรับค่าบางอย่างจากผู้ใช้ก่อนในเบื้องต้นซึ่งเป็นค่าเป้าหมาย หลังจากนั้นโปรแกรมจะนำไปประมวลผลเพื่อให้คำตอบหรือข้อแนะนำแก่ผู้ใช้ นอกจากนี้ยังสามารถแยกฐานข้อมูลเป็นส่วนย่อยๆ เพื่อง่ายต่อการแก้ไขเพิ่มเติม เพื่อที่จะไม่กระทบกับส่วนอื่นๆ เมื่อออกแบบและจัดทำโปรแกรมเสร็จแล้วจะส่งให้ผู้ชำนาญงานตรวจสอบขั้นตอนสุดท้ายก่อนนำไปใช้จริง

6.7 การนำไปใช้และประเมินผล

นำโปรแกรมคอมพิวเตอร์ไปทดสอบกับการวินิจฉัยปัญหาต่างๆ เพื่อหาข้อสรุปว่ามีสาเหตุมาจากอะไร และผลของโปรแกรมเมื่อเทียบกับการดำเนินกิจกรรมนั้นจริงๆ เป็นอย่างไร จากนั้นจะประเมินผลจากการใช้งานของโปรแกรม เช่น สามารถลดเวลาได้เท่าไหร่ ความถูกต้องแม่นยำ, ความพึงพอใจของผู้ใช้งาน เป็นต้น

6.8 สรุปผลงานวิจัย / จัดทำเล่ม

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

บทที่ 2
ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

2.1 ระบบผู้เชี่ยวชาญ

ระบบผู้เชี่ยวชาญ จะช่วยในการสรุปหาคำตอบหรือแก้ไขปัญหาเฉพาะด้าน ซึ่งในอดีตการแก้ไขปัญหาต้องใช้มนุษย์เท่านั้น แต่ปัจจุบันสามารถนำประสบการณ์และความรู้จากผู้เชี่ยวชาญ มาเก็บไว้ในฐานข้อมูลได้ เพื่อง่ายต่อการประมวลผล โดยที่ระบบผู้เชี่ยวชาญ จะเป็นระบบโต้ตอบตอบสนองคำถาม ให้คำแนะนำและช่วยในการตัดสินใจการที่ระบบผู้เชี่ยวชาญประกอบด้วยความรู้จะทำให้ระบบเชี่ยวชาญฉลาดเหมือนมนุษย์ ความรู้จากผู้เชี่ยวชาญ 1 คนหรือมากว่า 1 คน และนอกจากนี้ระบบผู้เชี่ยวชาญยังหมายถึง โปรแกรมที่สามารถแก้ปัญหาได้หลายอย่าง ซึ่งโดยทั่วไปยอมรับแล้วว่าปัญหานั้นมีความยากและใช้เวลานานในการแก้ไข ต้องอาศัยผู้เชี่ยวชาญเฉพาะด้าน (ปัญจวัฒน คงสุวรรณ 2545) จากที่ศึกษางานวิจัยในอดีต พบว่าระบบผู้เชี่ยวชาญถูกนำมาประยุกต์ในรูปแบบต่างๆ เช่น ระบบวินิจฉัย ระบบช่วยสอนหรือฝึกอบรม ระบบการวิเคราะห์ข้อมูล เป็นต้น

2.1.1 โครงสร้างของระบบผู้เชี่ยวชาญ

ระบบผู้เชี่ยวชาญประกอบไปด้วย 5 ส่วนคือ ฐานความรู้, อนุมานความรู้, ส่วนรับความรู้, ส่วนอธิบาย และส่วนติดต่อกับผู้ใช้ ซึ่งบางครั้งอาจมีไม่พบทั้ง 5 ส่วน แต่ที่ขาดไม่ได้คือ ฐานความรู้ อนุมานความรู้ และส่วนติดต่อผู้ใช้

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

2.1.1.1 ส่วนฐานความรู้

เป็นส่วนที่เก็บความรู้จากตำรา, หนังสือ รวมไปถึงความรู้จากผู้เชี่ยวชาญเฉพาะด้าน จะถูกเก็บไว้ในรูปแบบที่เข้าได้ง่าย ฐานความรู้นี้จะอยู่ในรูปแบบของกฎ และข้อเท็จจริงที่เกี่ยวข้องโดยตรงกับการใช้ความรู้นั้นแก้ปัญหาใดปัญหาหนึ่งในขอบเขตที่สนใจ

2.1.1.2 ส่วนการรับความรู้

การค้นหาความรู้ที่ต้องใช้ในโปรแกรม หาได้จากหลายๆแหล่ง เช่น หนังสือ, คู่มือ หรือจากผู้เชี่ยวชาญ ในบางครั้งผู้เชี่ยวชาญจะเป็นผู้ที่ถ่ายทอดความรู้ต่างๆ ที่มาจากประสบการณ์จริงซึ่งอาจไม่พบได้จากแหล่งความรู้อื่นๆ จึงจำเป็นต้องมีเทคนิคในการหาความรู้จากผู้เชี่ยวชาญ ซึ่งมี 3 วิธีดังต่อไปนี้

2.1.1.2.1 การบรรยาย

ผู้เชี่ยวชาญจะบรรยายความรู้ คล้ายกับการเรียนในห้องเรียน

2.1.1.2.2 การสังเกต

ผู้เก็บข้อมูลความรู้จะสังเกตวิธีการแก้ปัญหาของผู้เชี่ยวชาญ จะเป็นประโยชน์มากในการสร้างระบบผู้เชี่ยวชาญ เพราะมีรายละเอียดและพฤติกรรมการแก้ปัญหาของผู้เชี่ยวชาญ

2.1.1.2.3 การซักถาม

ผู้เก็บข้อมูลจะสามารถถามรายละเอียดของการแก้ปัญหาได้ตามต้องการ

2.1.1.3 ส่วนการอนุมานความรู้

เป็นการจำลองกระบวนการความคิดของมนุษย์ โดยใช้ข้อมูลในระบบประมวลผลออกมา แล้วนำสรุปผลเป็นข้อเท็จจริงและจะถูกนำเสนอต่อผู้ใช้ต่อไป (ชัยรัตน์ กิตติธรรมโรจน์ 2547) โดยทั่วไปกระบวนการคิดแบ่งเป็น 2 รูปแบบ คือ

2.1.1.3.1 กระบวนการคิดแบบย้อนกลับ

จะเริ่มต้นจากเป้าหมาย แล้วทำการค้นหาข้อมูลที่สนับสนุนเป้าหมาย ถ้าเป็นจริงก็จะได้คำตอบ ถ้าไม่เป็นจริงก็จะให้ค้นหาเป้าหมายอื่นต่อไป ซึ่งในปัญหาหนึ่งอาจมีหลายเป้าหมายก็ได้ตามความซับซ้อนของปัญหา (จุติเทพ วงศ์สวัสดิ์ 2544)

2.1.1.3.2 กระบวนการคิดแบบไปข้างหน้า

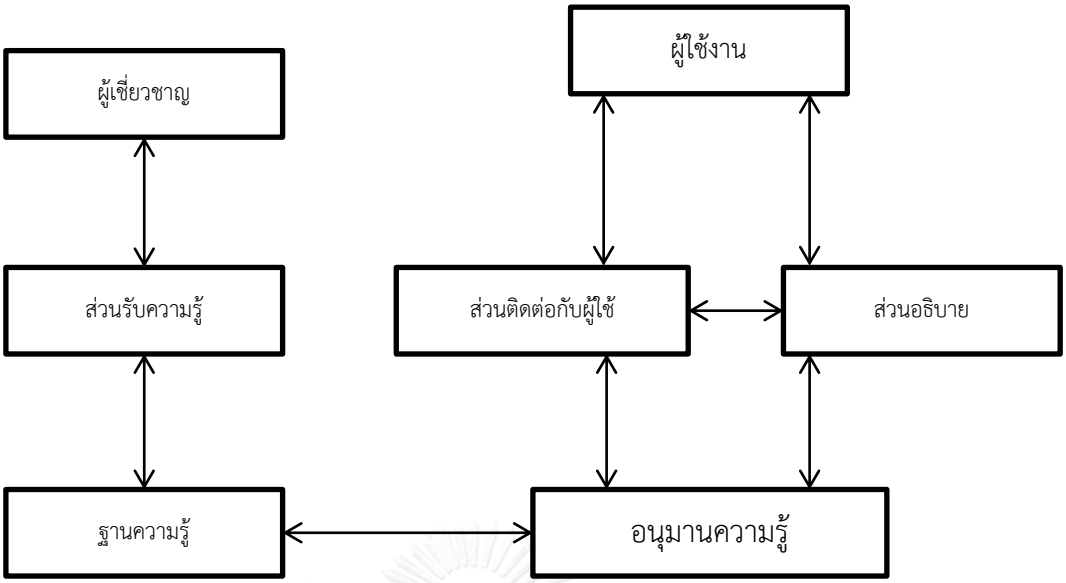
จะเริ่มจากการตั้งคำถามผู้ใช้ แล้วใช้คำถามเหล่านั้นไปหาเป้าหมายที่ต้องการ ดังนั้นต้องเริ่มจากการหาข้อมูลแล้วจึงค้นหาเป้าหมายที่เกี่ยวข้องมาแสดงผล

2.1.1.4 ส่วนการอธิบาย

เป็นส่วนที่อธิบายรายละเอียดของวิธีการและการแก้ไขปัญหา เป็นคำอธิบายสั้นๆพอเข้าใจ

2.1.1.5 ส่วนการติดต่อกับผู้ใช้

เป็นการติดต่อสื่อสารกับผู้ใช้ โดยให้แสดงผลที่จอหรือพิมพ์เป็นรายงานออกมา



รูปที่ 2.1 โครงสร้างของระบบผู้เชี่ยวชาญ (ชัยรัตน์ กิตติธรรมโรจน์ 2547)

2.2 เครื่องมือที่ใช้พัฒนาระบบผู้เชี่ยวชาญ

ในอดีตเครื่องมือที่ใช้พัฒนาระบบผู้เชี่ยวชาญมักจะเป็นโปรแกรมสำเร็จรูปหรือที่เรียกว่า เปลือกระบบผู้เชี่ยวชาญ (Expert system shell) เช่น Level5 Object ซึ่งจะใช้เป็นส่วนติดต่อกับผู้ใช้ (จุติเทพ วงศ์สวัสดิ์ 2544, ปัญจวัฒน คงสุวรรณ 2545) แต่ในปัจจุบันเทคโนโลยีทางคอมพิวเตอร์ได้พัฒนาขึ้น ทำให้การเขียนโปรแกรมเป็นเรื่องง่าย ดังนั้นผู้พัฒนาในปัจจุบันจะนิยมการเขียนโปรแกรมของตัวเองขึ้นมา แทนการใช้เปลือกระบบผู้เชี่ยวชาญที่มีความยืดหยุ่นน้อยกว่า

2.2.1 ระบบคอมพิวเตอร์

ในปัจจุบันคอมพิวเตอร์มีการพัฒนาไปมาก และมีการแบ่งออกเป็นหลายยุค ไม่ว่ายุคใดก็จะประกอบไปด้วย 2 ส่วนหลักคือ

2.2.1.1 ฮาร์ดแวร์ (Hardware)

หมายถึง ชิ้นส่วนอุปกรณ์ต่างๆของเครื่อง โดยส่วนที่สำคัญได้แก่

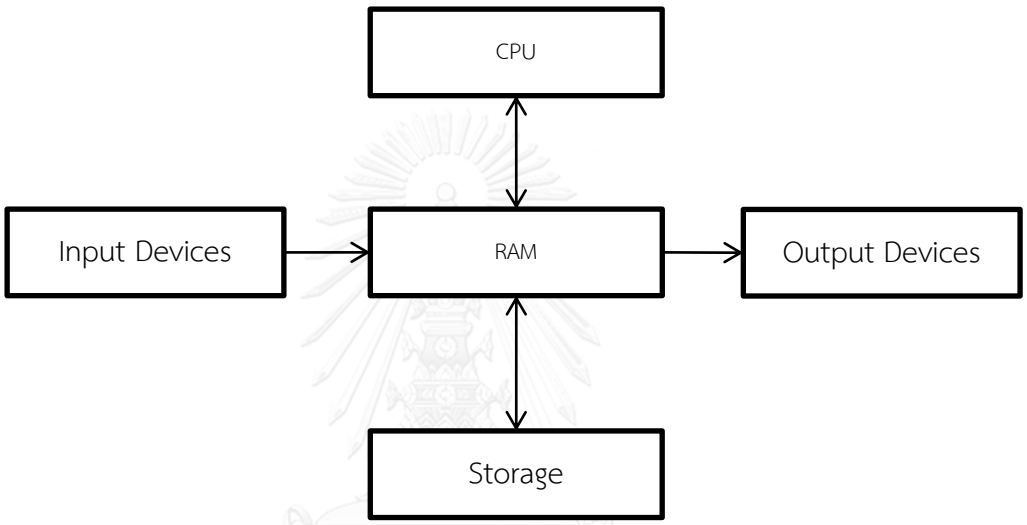
2.2.1.1.1 ซีพียู (CPU) ย่อมาจาก Central Processing Unit คือ สมองของเครื่องคอมพิวเตอร์ มีหน้าที่อ่านคำสั่งจากโปรแกรมที่มีอยู่ในหน่วยความจำหลักของเครื่อง แล้วปฏิบัติตามคำสั่งเหล่านั้น หรือเรียกว่า การประมวลผล

2.2.1.1.2 หน่วยความจำ (RAM) ย่อมากจา Random Access Memory มีหน้าที่เก็บคำสั่งต่างๆของโปรแกรมที่ใช้งานอยู่ รวมถึงโปรแกรมที่กำลังใช้งานด้วย

2.2.1.1.3 หน่วยจัดเก็บข้อมูล (Storage) คือ อุปกรณ์ที่เก็บข้อมูลไว้ได้โดยไม่ต้องใช้ไฟเลี้ยง เช่น Hard Disk CD เป็นต้น

2.2.1.1.4 อุปกรณ์นำเข้าข้อมูล (Input Devices) ทำหน้าที่รับข้อมูลจากภายนอกเข้าสู่เครื่องคอมพิวเตอร์ เช่น เมาส์ คีย์บอร์ด เป็นต้น

2.2.1.1.5 อุปกรณ์ส่งออกข้อมูล (Output Devices) ทำหน้าที่ส่งข้อมูลออกจากคอมพิวเตอร์ เช่น เครื่องพิมพ์ จอภาพ เป็นต้น



รูปที่ 2.2 ความสัมพันธ์ของฮาร์ดแวร์ (พร้อมเลิศ หล่อวิจิตร 2554)

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

2.2.1.2 ซอฟแวร์ (Software)

หมายถึง โปรแกรมที่ทำงานอยู่บนเครื่องคอมพิวเตอร์ จะแบ่งออกเป็น 2 ประเภทหลักๆ ได้แก่

2.2.1.2.1 ระบบปฏิบัติการ (Operating System) คือ โปรแกรมที่ทำหน้าที่บริหารจัดการการใช้ฮาร์ดแวร์ของเครื่อง รวมถึงเป็นตัวกลางระหว่างฮาร์ดแวร์และแอพพลิเคชั่นต่างๆ เช่น Windows Xp, Windows 7, Mac OS เป็นต้น

2.2.1.2.2 แอพพลิเคชั่นซอฟแวร์ (Application Software) คือ โปรแกรมที่ทำให้คอมพิวเตอร์มีประโยชน์ต่อผู้ใช้ โดยทำหน้าที่แก้ปัญหาเฉพาะทางหรือทำงานตอบสนองผู้ใช้ได้

2.2.2 การเขียนโปรแกรม

โดยภาพรวมแล้ว จุดมุ่งหมายของการเขียนโปรแกรมขึ้น คือ เพื่อออกคำสั่งให้คอมพิวเตอร์ทำงานบางอย่างแทนเรา เนื่องจากคอมพิวเตอร์มีจุดเด่นตรงที่สามารุคิดคำนวณได้รวดเร็วและแม่นยำ มันจะทำงานทุกอย่างตามคำสั่งที่ป้อนเข้าไปไม่ว่าคำสั่งเหล่านั้นจะสมเหตุสมผลหรือไม่ก็ตาม

การเขียนโปรแกรม เพื่อให้ได้ผลการทำงานที่ต้องการนั้น ผู้เขียนจะต้องเลือกใช้คำสั่งและการกำหนดลำดับของคำสั่งต่างๆให้เหมาะสม ซึ่งเรียกว่า อัลกอรึทึม (Algorithm)

คอมพิวเตอร์จะไม่เข้าใจภาษาอย่างที่มนุษย์เข้าใจกัน ภาษาที่คอมพิวเตอร์เข้าใจ เรียกว่า ภาษาเครื่อง (Machine Language) มีรูปแบบเลขฐานสอง ซึ่งตัวเลขจะมีเพียง 0 และ 1 เท่านั้น ซึ่งจะสัมพันธ์กับแรงดันไฟฟ้าของวงจรอิเลคทรอนิกส์ในคอมพิวเตอร์ และมีเพียง 2 ระดับ คือ แรงดันไฟฟ้าต่ำและแรงดันไฟฟ้าสูง

ในอดีตการเขียนโปรแกรมทำได้ด้วยการป้อนเลขฐานสองลงไปในชุดคำสั่งเข้าสู่คอมพิวเตอร์โดยตรง แต่วิธีดังกล่าวมีโอกาสผิดพลาดสูงและใช้เวลามาก จึงมีการสร้างภาษาโปรแกรมขึ้นมา ซึ่งใช้ภาษาอังกฤษง่ายๆเป็นคำสั่ง แต่คอมพิวเตอร์ไม่เข้าใจภาษาจึงต้องมีการแปลงคำสั่งที่เขียนให้เป็นภาษาเครื่องเสียก่อนและต้องอาศัยโปรแกรมที่เรียกว่า คอมไพเลอร์ (Compiler) ของภาษานั้นๆ โดยสรุปขั้นตอนการเขียนโปรแกรมมีดังต่อไปนี้

- โปรแกรมเมอร์เขียนโค้ดต้นฉบับด้วยภาษาโปรแกรมๆหนึ่ง
- แปลงโค้ดต้นฉบับไปเป็นภาษาเครื่องโดยใช้โปรแกรม คอมไพเลอร์ ซึ่งจะถูกเก็บไว้ในไฟล์ตระกูล .exe
- รันโปรแกรมโดยเรียกใช้ไฟล์ .exe เพื่อให้ซีพียูประมวลผลออกมา

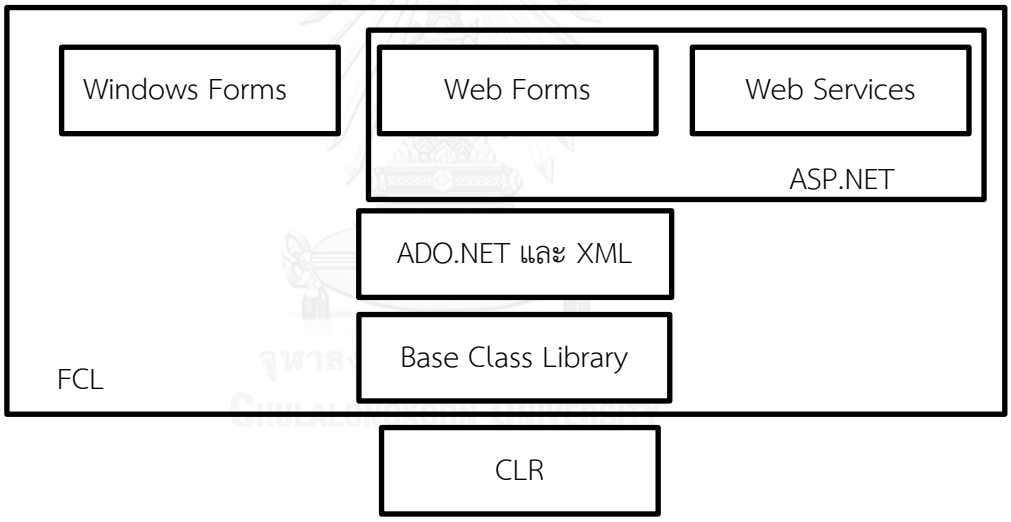
ในงานวิจัยที่ผ่านมา การเขียนโปรแกรมระบบผู้เชี่ยวชาญจะใช้ Microsoft Access เป็นฐานความรู้และ Delphi เป็นส่วนติดต่อผู้ใช้ (ชัยรัตน์ กิตติธรรมโรจน์ 2547, ปิติ คัณธามานนท์ 2550) หรือบางครั้งอาจใช้ Microsoft Access เป็นทั้งฐานความรู้และส่วนติดต่อผู้ใช้ในโปรแกรมเดียวกัน (ทวี บางจริง 2551, วิชชา เพชนเสนา 2554, สมัคร สุคงเจริญ 2555) ซึ่งพบว่าในปัจจุบันนี้ โปรแกรมเหล่าได้ล้าสมัยและไม่เป็นที่นิยมแล้ว จึงมีแนวคิดที่จะใช้ .NET Framework ที่สามารถประยุกต์ได้หลากหลาย ทั้งแบบ Windows Based Application และ Web Based Application (สุจิตรา อสุนี ณ อยุธยา 2554) อีกทั้งเป็นรูปแบบที่เข้าใจได้ง่าย ไม่ซับซ้อน ทำให้โปรแกรมที่เขียนออกมามีความสมบูรณ์

2.2.2.1 ความหมายของ .NET Framework

ในแง่ของการเขียนโปรแกรมแล้ว ยังมีคำว่า .NET จะหมายถึง .NET Framework ซึ่งคือสภาพแวดล้อมที่สนับสนุนการพัฒนาและการรันโปรแกรมในแบบฉบับของ .NET เนื่องจากโปรแกรมภายใต้ .NET Framework จะถูกบริหารจัดการโดย .NET Framework จะควบคุมการทำงานต่างๆให้แก่โปรแกรม เช่น การโหลดโปรแกรมขึ้นมาใช้งาน, การจัดการหน่วยความจำ เป็นต้น

2.2.2.1.1 ส่วนประกอบของ .NET Framework

.NET Framework ประกอบด้วย 2 ส่วนหลักๆ คือ Common Language Runtime (CLR) จะรับผิดชอบในเรื่องของการรันโปรแกรม และ Framework Class Library (FCL) เป็นส่วนของ ไลบรารี ที่ใช้ทำงานต่างๆ เช่น การแสดงผล เขียนไฟล์ เป็นต้น ซึ่งเป็นการสนับสนุนการเขียนโปรแกรมต่างๆ



รูปที่ 2.3 ส่วนประกอบของ .NET Framework (พร้อมเลิศ หล่อวิจิตร 2554)

2.2.2.1.2 การแปลงไฟล์และการรันโปรแกรมภายใต้ .NET Framework

การคอมไพล์โปรแกรมภายใต้ .NET Framework จะถูกแปลไปเป็นโค้ดในภาษา MSIL (Microsoft Intermediate Language) หลังจากนั้นในช่วงรันโปรแกรมโค้ด MSIL จะถูกแปลไปเป็นภาษาเครื่องอีกทีหนึ่งโดย CLR ใน .NET Framework

การคอมไพล์โค้ดต้นฉบับไปเป็นโค้ดกลาง ทำให้โปรแกรมที่คอมไพล์ไม่ยึดติดกับระบบปฏิบัติการและฮาร์ดแวร์แบบใดแบบหนึ่ง ดังนั้นจึงสามารถทำงานได้ทุกเครื่องที่มี .NET Framework ติดตั้งอยู่

2.2.2.2 ภาษาที่ใช้เขียน

Visual Basic.NET เป็นภาษาหนึ่งที่ไมโครซอฟท์ได้สร้างขึ้นใช้สำหรับการทำงานภายใต้ .NET Framework

Visual Basic.NET จัดว่าเป็นภาษาในตระกูล Basic ซึ่งเริ่มแรกใช้ในระบบการ MS-DOS ต่อมาได้พัฒนามาเป็น Visual Basic นักพัฒนาสามารถออกแบบส่วนติดต่อผู้ใช้ได้ง่ายๆด้วยการลากปุ่มและออปเจ็ค (Object) ต่างๆมาวางบนฟอร์มที่กำหนดขึ้น จึงทำให้ Visual Basic ได้รับความนิยมอยู่ในปัจจุบัน โดยรูปแบบฟอร์มที่นิยมใช้จะเป็นแบบ Windows Based Application รันบนระบบปฏิบัติการ Windows ซึ่งเมื่อเขียนเสร็จแล้ว จะสามารถติดตั้งไว้ในคอมพิวเตอร์ผู้ใช้โดยตรง

2.3 ข้อดีและข้อเสียของระบบผู้เชี่ยวชาญ

2.3.1 ข้อดีของระบบผู้เชี่ยวชาญ

2.3.1.1 สามารถทดแทนผู้เชี่ยวชาญที่มีอยู่อย่างจำกัดได้

2.3.1.2 สามารถรวมความรู้จากหลายๆแหล่ง มารวมอยู่ที่เดียวกันได้

2.3.1.3 ผลการตัดสินใจในแต่ละครั้งจะตรงกันเสมอ

2.3.2 ข้อเสียของระบบผู้เชี่ยวชาญ

2.3.2.1 ไม่สามารถเรียนรู้ด้วยตัวเองจากประสบการณ์ได้

2.3.2.2 ความรู้ที่จะป้อนลงระบบต้องเป็นความรู้ที่มนุษย์ใช้อยู่ แต่ไม่สามารถจัดการในหลายๆรูปแบบ เหมือนกับมนุษย์ได้

2.3.2.3 แก้ปัญหาได้เฉพาะที่มีข้อมูลใส่ไว้ในระบบเท่านั้น

2.4 วงจรการพัฒนาระบบ (System Development Life Cycle : SDLC)

วงจรการพัฒนาระบบหรือที่นิยมเรียกย่อๆ ว่า SDLC ซึ่งเป็นวิธีการที่นักวิเคราะห์ระบบใช้ในการพัฒนาระบบงาน เพื่อที่จะใช้เรียงลำดับสถานการณ์หรือกิจกรรมที่จะต้องกระทำก่อนหรือกระทำในภายหลัง จะช่วยให้การพัฒนาระบบงานทำได้ง่ายขึ้น ซึ่งนักวิเคราะห์ระบบจะต้องทำความเข้าใจให้ชัดเจน ถูกต้องว่าในแต่ละขั้นตอนนั้น จะต้องทำอะไร ทำอย่างไร เพื่อให้ได้ผลลัพธ์ตามที่ต้องการ โดยทั่วไปวงจรการพัฒนาระบบจะมีการทำงานเป็นขั้นตอนต่างๆ ในแต่ละขั้นตอนจะประกอบด้วยรายละเอียดของการทำงานหลายอย่าง รวมทั้งกำหนดเป้าหมายของการทำงานของ แต่ละขั้นตอน และจะต้องแสดงความก้าวหน้าของโครงการที่ได้กระทำในแต่ละขั้นตอนด้วย โดยจะต้องมีการทำรายงานเพื่อแสดงผลการทำงานในแต่ละขั้นตอน เพื่อเสนอให้ผู้บริหารพิจารณาตัดสินใจว่า จะดำเนินการในขั้นตอนต่อไปของการพัฒนาระบบหรือเปลี่ยนทิศทางของการทำโครงการนั้นหรือไม่ หากขั้นตอนการพัฒนาระบบในขั้นตอนใด ยังไม่ชัดเจนเพียงพอที่จะทำให้ผู้บริหารตัดสินใจได้ ก็อาจจะต้องให้นักวิเคราะห์ระบบกลับไปศึกษารายละเอียดของการทำงานในขั้นตอนก่อนหน้านั้นอีกจนกว่าผู้บริหารจะสามารถตัดสินใจได้ ซึ่งวงจรการพัฒนาระบบจะแบ่งออกเป็น 7 ขั้นตอน ดังนี้

1. การกำหนดปัญหา
2. การศึกษาความเป็นไปได้
3. การวิเคราะห์ระบบ
4. การออกแบบระบบ
5. การสร้างระบบหรือพัฒนาระบบ
6. การนำระบบไปใช้งาน
7. การประเมินและการบำรุงรักษาระบบ

2.4.1 การกำหนดปัญหา (Problem Definition)

การกำหนดปัญหาหรือเข้าใจปัญหาเป็นขั้นตอนเริ่มต้นของการพัฒนาระบบ ซึ่งนักวิเคราะห์ระบบจะต้องทำความเข้าใจถึงปัญหาที่เกิดขึ้นและความต้องการของผู้ใช้ เพื่อหาแนวทางของระบบใหม่ที่จะตอบสนองความต้องการของผู้ใช้และสามารถแก้ปัญหาที่เกิดขึ้นกับธุรกิจได้ดังนั้น ขั้นตอนนี้ จึงเป็นขั้นตอนที่มีความสำคัญมากที่สุด เนื่องจากผลลัพธ์ของการดำเนินงานในขั้นตอนการกำหนดปัญหา ก็คือ

1. เป้าหมายในการทำโครงการทั้งหมด ซึ่งจะเป็นทิศทางของการทำโครงการ

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

2. ขอบเขตของโครงการ ในการกำหนดปัญหาหรือเข้าใจปัญหา จะต้องกำหนดกิจกรรมของระบบงานที่สามารถเปลี่ยนแปลงได้ กำหนดส่วนของระบบงานที่อยู่นอกเหนือขอบเขตการทำโครงการ รวมทั้งข้อจำกัด เงื่อนไขต่าง ๆ ของการทำโครงการ

3. จำนวนเงินทุนที่ต้องใช้ในการทำโครงการ รวมทั้งวันเริ่มต้นและสิ้นสุดของการทำงานในแต่ละขั้นตอนอย่างคร่าว ๆ และจำนวนคนที่คาดว่าจะต้องใช้ในแต่ละขั้นตอนด้วย

2.4.2 การศึกษาความเป็นไปได้ (Feasibility Study)

การศึกษาความเป็นไปได้ เป็นการศึกษาเบื้องต้นโดยมีจุดประสงค์เพื่อค้นหาว่าแนวทางที่เป็นไปได้ของการทำโครงการ ซึ่งอาจมีหลายแนวทางที่สามารถแก้ปัญหาของระบบได้โดยเสียค่าใช้จ่ายและเสียเวลาที่น้อยที่สุด ได้ผลลัพธ์เป็นที่น่าพอใจ แนวทางต่างๆที่ได้เสนอมานี้จะต้องมีการพิสูจน์ว่ามีความเหมาะสมหรือเป็นไปได้และจะต้องเป็นที่ยอมรับจากผู้บริหารนักวิเคราะห์ระบบจะต้องศึกษาให้เกิดความชัดเจนให้ได้ว่าการแก้ปัญหาดังกล่าวนั้นมีความเป็นไปได้หรือไม่ โดยทั่วไปในการศึกษาความเป็นไปได้จะพิจารณาจากปัจจัย 3 ประการ คือ

1. ความเป็นไปได้ด้านเทคนิค (Technically Feasibility)

จะทำการตรวจสอบว่า ภายในองค์กรมีเครื่องคอมพิวเตอร์ ซอฟแวร์ อุปกรณ์ต่อพ่วง รวมทั้งเครื่องมืออื่นๆ ที่เกี่ยวข้องหรือไม่ จำนวนที่มีเพียงพอหรือไม่ ถ้ามีเพียงพอแล้วสมรรถนะของเครื่องคอมพิวเตอร์อยู่ในระดับใด ถ้าไม่มี จะซื้อได้หรือไม่และจะซื้อที่ไหน นอกจากนี้ซอฟแวร์จะต้องพัฒนาใหม่ หรือต้องซื้อใหม่ เป็นต้น

2. ความเป็นไปได้ด้านการปฏิบัติ (Operational Feasibility)

นักวิเคราะห์ระบบจะต้องพิจารณาดูว่าแนวทางแต่ละแนวทางที่จะใช้แก้ไขปัญหานั้น จะต้องสนองความต้องการของผู้ใช้ระบบหรือไม่เพียงใด หรือก่อให้เกิดผลกระทบต่อวิธีการทำงานของผู้ใช้ระบบหรือไม่อย่างไร และมีความพึงพอใจกับระบบใหม่ในระดับใด นอกจากนี้จะต้องพิจารณาว่าบุคลากรที่จะพัฒนาและติดตั้งระบบมีความรู้ความสามารถหรือไม่และมีจำนวนเพียงพอหรือไม่ ถ้าไม่เพียงพอจะหาได้หรือไม่ และระบบใหม่สามารถเข้ากันกับการทำงานของระบบที่มีอยู่ในปัจจุบันหรือไม่

3. ความเป็นไปได้ด้านการลงทุน (Economic Feasibility)

จะเป็นตรวจสอบเกี่ยวกับค่าใช้จ่ายของโครงการรวมทั้งเวลาที่จะต้องใช้ในการพัฒนาระบบ โดยพิจารณาว่าเป้าหมายของการทำโครงการที่ได้กำหนดไว้ สามารถทำให้สำเร็จได้ภายในวงเงินที่กำหนดไว้หรือไม่ และหากมีการดำเนินงานโครงการในขั้นต่อไปทั้งหมดจนจบ จะคุ้มค่ากับการลงทุนหรือไม่ ได้รับกำไรหรือผลประโยชน์จากระบบใหม่คุ้มค่ากับการลงทุนหรือไม่ เมื่อมีการเปลี่ยนแปลงระบบ

2.4.3 การวิเคราะห์ระบบ (System Analysis)

การวิเคราะห์ระบบ จะเป็นขั้นตอนของการศึกษาการทำงานในระบบงานแบบเดิม (ปัจจุบัน) เพื่อต้องการค้นหาว่าทำงานอย่างไร ทำอะไรบ้าง และมีปัญหาใดเกิดขึ้นบ้างหรือผู้ใช้ระบบต้องการให้มีการเปลี่ยนแปลงอย่างไร เปลี่ยนแปลงส่วนใดบ้างของระบบ หรือต้องการให้ระบบใหม่ทำอะไรได้บ้าง นักวิเคราะห์ระบบจะต้องเก็บรวบรวมข้อมูลต่าง ๆ ขององค์กรเพื่อนำมาจัดทำรายงานการทำงานของระบบ ซึ่งจะต้องใช้เทคนิคการเก็บรวบรวมข้อมูล (Fact – Gathering Techniques) โดยการศึกษาเอกสารที่ระบบใช้งานอยู่ในปัจจุบัน การตรวจสอบวิธีการทำงานในปัจจุบันด้วยการสังเกต การใช้แบบสอบถาม การสัมภาษณ์ผู้ใช้และผู้บริหาร รวมทั้งผู้ที่มีส่วนเกี่ยวข้องกับระบบในการเก็บรวบรวมข้อมูลโดยศึกษาจากเอกสารต่างๆที่องค์กรนั้นๆ ใช้งานอยู่ในระบบการทำงานในปัจจุบัน ได้แก่ แผนผังการบริหารบุคลากรในองค์กร คู่มือการทำงาน แบบฟอร์มรายงานต่างๆ ที่ใช้หมุนเวียนอยู่ในระบบ ซึ่งอาจจะทำให้นักวิเคราะห์ระบบค้นพบข้อผิดพลาดหรือข้อบกพร่อง อันเป็นสาเหตุที่ทำให้เกิดปัญหาจากระบบงานเดิม

2.4.4 การออกแบบระบบ (System Design)

การออกแบบระบบจะเป็นการเสนอระบบใหม่ โดยที่นักออกแบบระบบจะดำเนินการออกแบบระบบใหม่หรือเปลี่ยนแปลงโปรแกรมเดิมที่มีอยู่ ออกแบบฐานข้อมูลใหม่หรือเปลี่ยนแปลงฐานข้อมูลเดิมที่มีอยู่ การออกแบบรายละเอียดเกี่ยวกับลักษณะงานของผู้ใช้และจะต้องเลือกอุปกรณ์ที่ต้องในการติดตั้งระบบ ในการสร้างระบบใหม่จะต้องใช้อะไรบ้าง เช่น สมรรถนะและคุณสมบัติของคอมพิวเตอร์ที่จะใช้ ซึ่งนักวิเคราะห์ระบบต้องแนะนำด้วยว่าเครื่องคอมพิวเตอร์ที่จะใช้ในระบบงานใหม่ นั้นควรจะซื้อหรือเช่าหรือใช้ของที่มีอยู่แล้ว ซอฟแวร์ที่ต้องใช้สำหรับการทำงานของระบบใหม่ สามารถระบุได้ว่า ซอฟท์แวร์ใดบ้างที่จะต้องจะต้องซื้อหรือพัฒนาขึ้นมาเอง หากต้องพัฒนาขึ้นเองจะใช้นักเขียนโปรแกรมที่มีอยู่ภายในหน่วยงานเองหรือจะจ้างมาจากภายนอกหน่วยงาน ในการออกแบบระบบจะเริ่มดำเนินการออกแบบกว้างๆ ก่อนโดยนักออกแบบระบบ จะนำแนวทางที่ได้ศึกษาไว้ในขั้นตอนการศึกษาความเป็นไปได้ มาพิจารณาในรายละเอียดซึ่งจะเสนอกระบวนการทำงานของระบบใหม่เฉพาะขั้นตอนหลักๆ หรือเปลี่ยนแปลงการทำงานบางอย่างของระบบเดิม กำหนดข้อมูลเข้าและข้อมูลออก งานที่จะเป็นจะต้องกระทำ ส่วนใดจะต้องใช้เครื่องคอมพิวเตอร์ทำงานและส่วนใดที่ยังคงทำงานด้วยมือได้ และการคำนวณค่าใช้จ่ายที่จะต้องใช้ในโครงการใหม่ด้วย จึงควรเลือกแนวทางที่เหมาะสมให้มากที่สุดแล้วจึงจะเริ่มดำเนินการออกแบบรายละเอียด ได้แก่ ฐานข้อมูล แบบฟอร์มสำหรับข้อมูลเข้า (Input Form) และข้อมูลออกหรือผลลัพธ์ของระบบ ได้แก่ การออกแบบรายงาน (Report Format) การออกแบบการแสดงผลบนจอภาพ (Screen Format) การป้อนข้อมูล (Input) การคำนวณ (Calculate) การเก็บข้อมูล (Stored) การ

ออกแบบการใช้โครงสร้างแฟ้มข้อมูล (File Structure) เครื่องมือจัดเก็บข้อมูล (Storage device) การประมวลผลข้อมูล (Process data) การสำรองข้อมูล (Backup) และ การออกแบบโปรแกรมให้มีความปลอดภัย (Security) ของระบบ การกำหนดจำนวนบุคลากรที่ต้องใช้ปฏิบัติงานในระบบใหม่ นอกจากนี้จะต้องจัดทำคู่มืออธิบายขั้นตอนการทำงานโดยละเอียดให้แก่ผู้ใช้ระบบและการออกแบบการติดต่อระหว่างผู้ใช้ระบบกับเครื่องคอมพิวเตอร์ ดังนั้นผลลัพธ์ที่จะได้จากขั้นตอนนี้ ก็คือ การนำเสนอเครื่องคอมพิวเตอร์พร้อมอุปกรณ์ที่เกี่ยวข้อง คุณสมบัติของเครื่องคอมพิวเตอร์และอุปกรณ์ดังกล่าวที่จะนำมาใช้กับระบบใหม่ การเตรียมฐานข้อมูล งานที่ผู้ใช้ระบบต้องทำ แบบฟอร์มต่าง ๆ ทั้งที่เป็นข้อมูลเข้าและข้อมูลออกรวมทั้งการติดต่อระหว่างผู้ใช้ระบบกับเครื่องคอมพิวเตอร์

2.4.5 การสร้างระบบหรือพัฒนาระบบ (System Construction)

การสร้างระบบหรือพัฒนาระบบ จะเป็นการสร้างส่วนประกอบแต่ละส่วนของระบบโดยเริ่มเขียนโปรแกรมและทดสอบ โปรแกรมพัฒนาการติดต่อระหว่างผู้ใช้กับระบบและฐานข้อมูลจากข้อมูลต่างๆของระบบ โปรแกรมเมอร์จะเขียนโปรแกรมตามข้อมูลที่ได้จากการวิเคราะห์และออกแบบระบบ ซึ่งควรมีการตรวจสอบผลการทำงานของโปรแกรมร่วมกับนักวิเคราะห์ระบบ เพื่อค้นหาว่าอาจเกิดข้อผิดพลาดขึ้นที่ใดบ้าง ในการทดสอบโปรแกรมนั้นเป็นหน้าที่ของโปรแกรมเมอร์ ที่จะต้องทดสอบกับข้อมูลที่เลือกแล้วชุดหนึ่ง ซึ่งอาจจะเลือกโดยผู้ใช้ก็ได้ เพื่อให้แน่ใจว่าโปรแกรมจะต้องไม่มีความผิดพลาด ภายหลังจากการเขียนและทดสอบโปรแกรมดำเนินไปด้วยความเรียบร้อยแล้ว จะต้องมีการเขียนคู่มือการใช้งาน ดังนั้นภายหลังจากเสร็จสิ้นในขั้นตอนนี้ ก็จะได้โปรแกรมที่สำหรับการทำงานระบบใหม่ คู่มือการใช้งาน และเอกสารที่เกี่ยวข้องกับการใช้งานระบบใหม่ ที่เสร็จสมบูรณ์

Chulalongkorn University

2.4.6 การนำระบบไปใช้งาน (System Implementation)

การนำไปใช้งานจะเป็นการนำส่วนประกอบต่างๆ ที่ได้สร้างไว้ในขั้นตอนของการสร้างหรือการพัฒนาระบบมาติดตั้งเพื่อใช้ทำงานจริง ในการติดตั้งระบบสามารถทำได้ 2 วิธี คือวิธีที่ 1 ติดตั้งและใช้ระบบใหม่ควบคู่ไปกับระบบเก่า ซึ่งวิธีนี้เป็นวิธีที่ปลอดภัยที่สุดสามารถป้องกันความเสียหายจากการทำงานที่ผิดพลาดของระบบใหม่ได้ แต่ก็เป็นวิธีที่เสียค่าใช้จ่ายมากและผู้ใช้ก็ไม่ชอบทำงานซ้ำๆ ในขณะเดียวกันวิธีที่ 2 คือการปรับเปลี่ยนไปใช้ระบบใหม่โดยหยุดทำงานระบบเก่า ซึ่งวิธีนี้ มีความเสี่ยงสูงมากต่อการเกิดความเสียหาย ถ้าระบบใหม่เกิดทำงานผิดพลาดขึ้น และความผิดพลาดนั้นก็เกิดขึ้นได้ง่าย เพราะผู้ใช้ยังไม่ชินกับการทำงานกับระบบใหม่นอกจากนี้จะต้องมีการฝึกอบรมผู้ใช้งานให้มีความเข้าใจ สามารถใช้งานและทำงานได้โดยไม่มีข้อผิดพลาดหรือปัญหาใดๆ การเขียนขั้นตอนการปฏิบัติ กำหนดการในการติดตั้งว่างานไหนควรทำเมื่อไร และใช้เวลาเท่าไรและ

การสร้างศูนย์ควบคุมการทำงาน กำหนดบุคคลหรือกลุ่มบุคคลที่รับผิดชอบ การกำหนดผู้มีอำนาจในการเปลี่ยนแปลงที่จำเป็นต้องกระทำกับระบบใหม่และการ เขียนรายงานแจ้งให้ผู้ที่ได้รับผลกระทบต่อการเปลี่ยนแปลงนี้ทราบภายหลังขั้น ตอนนี้ดำเนินการเป็นผลสำเร็จและผู้ใช้มีความเข้าใจ สามารถทำงานกับระบบใหม่ได้อย่างชำนาญแล้วก็ถือได้ว่าโครงการพัฒนาระบบนี้ได้กระทำสำเร็จแล้ว

2.4.7 การประเมินผลและการบำรุงรักษาระบบ (Post – implementation reviews and maintenance)

การประเมินผลและบำรุงรักษาระบบ เป็นขั้นตอนสุดท้ายของการพัฒนาระบบภายหลังขั้นตอนการติดตั้งระบบและมีการใช้งานระบบใหม่มาเป็นเวลาพอสมควร จะต้องมีการประเมินผลการทำงานของระบบ ซึ่งเป็นการตรวจสอบว่าระบบใหม่ที่ติดตั้งใช้งานนี้ สามารถใช้งานตรงตามวัตถุประสงค์ สนองตอบความต้องการของผู้ใช้ ผู้ใช้มีความพึงพอใจและยอมรับการทำงานกับระบบใหม่มากน้อยเพียงใดหรือมีปัญหาอุปสรรคอย่างไร โดยจะต้องกลับไปศึกษาวัตถุประสงค์หรือเป้าหมายของโครงการที่ได้วางไว้ ระบบใหม่นี้ สามารถทำงานได้บรรลุตามที่ต้องการหรือไม่ การประเมินผลการทำงานของระบบ มักจะกำหนดไว้เป็นแนวทางเพื่อตัดสินใจว่าจะมีดำเนินการโครงการต่อไปดังนั้น ภายหลังจากการประเมินผลการทำงานของระบบ อาจจะมีการเสนอให้มีการเปลี่ยนแปลงระบบบางส่วนเพื่อความเหมาะสม หรือในกรณีเลวร้ายที่สุด คือการเสนอให้ออกแบบระบบใหม่ทั้งหมด ส่วนการบำรุงรักษาระบบนั้น เป็นสิ่งที่จำเป็นที่จะต้องกระทำเพื่อขจัดข้อผิดพลาดต่างๆ ที่จะเกิดขึ้นในระหว่างการทำงานของระบบ และเป็นแนวทางในการปรับปรุงระบบให้เหมาะสมกับการทำงานใหม่ การดำเนินการบำรุงรักษาระบบ จะต้องมีการวางแผนระบบสารสนเทศต่างๆ เพื่อให้สอดคล้องกับเงินทุนที่มีอยู่

2.5 ความรู้เบื้องต้นเกี่ยวกับเครื่องกำเนิดไฟฟ้า

เครื่องกำเนิดไฟฟ้าเป็นเครื่องกลที่สามารถเปลี่ยนพลังงานกลให้เป็นพลังงานไฟฟ้าโดยอาศัยการหมุนตัวของขดลวดตัดสนามแม่เหล็กหรือการหมุนสนามแม่เหล็กตัดขดลวด ลักษณะโดยทั่วไปของเครื่องกำเนิดไฟฟ้าจะแบ่งเป็น 2 ประเภท คือ

2.5.1 เครื่องกำเนิดไฟฟ้ากระแสสลับ

มีตัวผลิตกระแสไฟฟ้ารูปแบบที่ สามารถผลิตไฟฟ้ากระแสสลับออกมาใช้งาน ปลายทั้งสองของขดลวดจะเชื่อมต่อกับวงแหวนลื่น (Slip ring) แต่ละอัน เมื่อหมุนขดลวดวงแหวนทั้งสองก็จะหมุนตามไปด้วยโดยแตะอยู่กับแปรงตลอดเวลา เมื่อขดลวดเคลื่อนที่ตัดกับสนามแม่เหล็กหมุน ก็จะ

ทำให้เกิดกระแสไฟฟ้าเหนี่ยวนำขึ้น ซึ่งกระแสไฟฟ้าที่เกิดจะไหลเข้าและออกจากปลายขดลวดแต่ละด้านกลับไปกลับมาทำ ให้เกิดไฟฟ้ากระแสสลับ ตัวอย่างเครื่องกำเนิดไฟฟ้ากระแสสลับ เช่น เครื่องกำเนิดไฟฟ้าสำรอง เป็นต้น

2.5.2 เครื่องกำเนิดไฟฟ้ากระแสตรง

มีตัวผลิตกระแสไฟฟ้ารูปแบบที่สามารถผลิตไฟฟ้ากระแสตรงออกมาใช้งาน โดยที่ปลายทั้งสองของขดลวดจะเชื่อมต่อกับแต่ละด้านของวงแหวนผ่าซีก (Split ring) ซึ่งทำให้กระแสไฟฟ้าเหนี่ยวนำที่เกิดขึ้นเมื่อขดลวดหมุนมีทิศทางการไหลไปในทางเดียวตลอดเวลา ดังนั้นกระแสไฟฟ้าที่ได้จึงเป็นไฟฟ้ากระแสตรง ตัวอย่างเครื่องกำเนิดไฟฟ้ากระแสตรง เช่น เครื่องกำเนิดไฟฟ้าพลังงานลม เครื่องกำเนิดไฟฟ้าพลังงานแสงอาทิตย์ เป็นต้น เครื่องกำเนิดไฟฟ้าประเภทนี้จะนำไฟฟ้าที่ได้มา เก็บสำรองไว้ในแบตเตอรี่เพื่อรอการแปลงกระแสไฟฟ้าและนำไปใช้งานต่อไป

สำหรับในงานวิจัยนี้จะศึกษาเฉพาะเครื่องกำเนิดไฟฟ้าสำรองชนิดกระแสสลับ ซึ่งเป็นรูปแบบที่ได้รับความนิยมในปัจจุบันที่พร้อมนำไปใช้งาน โดยไม่ต้องแปลงกระแสไฟฟ้า ดังแสดงในรูปที่ 2.4 จึงขออธิบายเฉพาะเครื่องกำเนิดไฟฟ้ากระแสสลับ ประกอบไปด้วย 3 ส่วน คือ

รูปที่ 2.4 เครื่องกำเนิดไฟฟ้าสำรอง

2.5.2.1 Prime Mover คือ เครื่องยนต์ดีเซล

เครื่องยนต์ดีเซล (Diesel Engine) หรือเรียกอีกอย่างหนึ่งว่า เครื่องยนต์ที่จุดระเบิดด้วยกำลังอัดอากาศ (Compression Ignition Engine) ซึ่งจะอัดอากาศภายในกระบอกลูกสูบด้วย

กำลังสูง น้ำมันเชื้อเพลิงที่ใช้ก็จะเป็นชนิดที่ระเหยตัวยาก มีจุดเดือดที่อุณหภูมิสูง ไม่ใช้ประกายไฟเป็นตัวจุดระเบิด แต่จะใช้น้ำมันเชื้อเพลิงฉีดเข้าไปในกระบอกสูบอย่างแรงทางหัวฉีด เกิดการระเบิดขึ้นภายในกระบอกลูกสูบ ทำให้ได้กำลังงานออกมาใช้งาน ดังนั้นเครื่องยนต์ดีเซลจึงประหยัดน้ำมันกว่าเครื่องยนต์เบนซิน ใช้งานได้นานกว่าของเครื่องยนต์เบนซิน 4 จังหวะ

หลักการทำงานของเครื่องยนต์ดีเซล 4 จังหวะมีหลักการทำงานคล้ายกับเครื่องยนต์แก๊สโซลีน 4 จังหวะ กล่าวคือ เครื่องยนต์ดีเซลมีการทำงาน คือ ลูกสูบเลื่อนขึ้นลง 4 ครั้ง เพลาข้อเหวี่ยงหมุน 2 รอบ เพลาราวลิ้นหมุน 1 รอบ ได้งาน 1 ครั้ง

เมื่อเครื่องยนต์ทำงานหรืออุปกรณ์ต่างๆในเครื่องยนต์มีการเคลื่อนที่ เป็นการที่โลหะ 2 ชิ้น ทำงานเสียดสีกัน ก็จะต้องมีการหล่อลื่น ด้วยระบบหล่อลื่น (Lubricating System) ช่วยลดแรงเสียดสี แต่ในบริเวณที่มีความร้อนสูงเช่น ผนังกระบอกสูบ มีการเสียดสีกัน ระหว่างลูกสูบ และกระบอกสูบ อีกทั้งยังมีการจุดระเบิดจากหัวเทียนด้วย ความร้อนบริเวณนี้จะมีมากเป็นพิเศษ ดังนั้นเครื่องยนต์จึงต้องออกแบบ ให้บริเวณผนังของกระบอกสูบ และบริเวณต่างๆ ที่มีความร้อนมาก เป็นโพรงช่องว่าง เพื่อที่จะให้น้ำไหลเวียนถ่ายเทเอาความความร้อน ออกจากบริเวณนั้น ในขณะที่เครื่องกำลังทำงานอยู่ จึงต้องมีระบบระบายความร้อนหรือระบบหล่อเย็น เพื่อลดอุณหภูมิที่เกิดขึ้น อุปกรณ์ที่จำเป็นในระบบระบายความร้อน ได้แก่ ปั๊มน้ำ (Water pump) วาล์วน้ำ (Thermostat) ท่อยางหม้อน้ำ (Radiator hoses) หม้อน้ำ (Radiator) พัดลมระบายความร้อน (Fan) ทำงานประสานกันคือนับตั้งแต่สตาร์ทเครื่อง ตัวปั๊มน้ำก็จะทำงานโดยได้รับแรงหมุนจากสายพาน ซึ่งต่อมาจากการหมุนพูลเล่ย์ ของแกนเพลาข้อเหวี่ยง การที่ปั๊มน้ำทำงาน เป็นผลทำให้มีน้ำไหลเวียนอยู่ในโพรงผนังของเสื้อสูบและบริเวณที่มีความร้อน

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

2.5.2.2 Alternator คือ ตัวผลิตกระแสไฟฟ้า AC แบบไม่มีแปรงถ่าน Brushless Type (Bl-Type)

หลักการของตัวผลิตกระแสไฟฟ้า คือ สนามแม่เหล็กจะหมุนผ่านขดลวดบนสเตเตอร์จะเหนี่ยวนำให้เกิด กระแสและแรงดันขึ้นที่ขดลวด สนามแม่เหล็กจะเกิดขึ้นได้จากการป้อนไฟ DC เข้าขดลวดของโรเตอร์ กระแสไฟ DC จะทำให้เกิดสนามแม่เหล็กขึ้นที่โรเตอร์และเมื่อโรเตอร์หมุนจะเหนี่ยวนำแรงดัน AC และเกิดกระแส ขึ้นที่ขดลวดสเตเตอร์ ซึ่งตัวผลิตกระแสไฟฟ้าประกอบไปด้วย 4 ส่วน คือ

2.5.2.2.1 Exciter

- Exciter Field Coil เป็นขดลวดที่จะอยู่กับที่ ทำให้เกิดแม่เหล็กไฟฟ้าเหนี่ยวนำ

- Exciter Armature เป็นชุดที่ประกอบไปด้วยขดลวดที่จะถูกทำให้เกิดกระแสไฟฟ้าเหนี่ยวนำ โดยเป็นส่วนที่อยู่ติดกับเพลาและหมุนไปพร้อมกันเพลา กระแสที่เกิดขึ้นเป็นไฟฟ้ากระแสสลับ 3 เฟส

2.5.2.2.2 Rotating Rectifier

จะติดอยู่บนเพลาและหมุนไปพร้อมกับเพลา มีหน้าที่แปลงกระแสไฟฟ้าสลับที่เกิดจาก Exciter Armature เป็นไฟฟ้ากระแสตรง

2.5.2.2.3 Main Generator

เป็นส่วนที่ผลิตกระแสไฟฟ้า เพื่อนำออกไปใช้งานจริง ประกอบด้วย

- Rotating Field Coil เป็นขดลวดที่พันรอบแกนเหล็กที่ติดอยู่กับเพลา เพื่อทำให้แกนเหล็กกลายเป็นแม่เหล็กไฟฟ้าเหนี่ยวนำ โดยได้รับไฟฟ้ากระแสตรงที่ป้อนมาจาก Rotating Rectifier

- Stator Coil (Alternator Armature) เป็นขดลวดที่ทำให้เกิดไฟฟ้าเหนี่ยวนำขึ้นและจ่ายไฟฟ้ากระแสสลับออกไปใช้งาน

2.5.2.2.4 Automatic Voltage Regulator (A.V.R.)

เป็นชุดที่ควบคุมแรงดันไฟฟ้า สำหรับนำไปใช้งานให้มีค่าคงที่ ซึ่งเป็นการควบคุมอย่างอัตโนมัติ หลักการทำงานของ A.V.R. เป็นการนำกระแสสลับที่เกิดจาก Stator Coil มาแปลงเป็นกระแสตรง และจ่ายเข้า Exciter Field Coil โดยปริมาณกระแสตรงจะมีการควบคุมปริมาณตามสภาพการณ์ของแรงดันไฟฟ้าจาก Stator Coil โดยเป็นไปอย่างอัตโนมัติ

2.5.2.3 Control Panel คือ ระบบควบคุมพารามิเตอร์ต่างๆ ซึ่งจะมีหน้าจอแสดงสถานะการทำงานของเครื่องกำเนิดไฟฟ้าทั้งระบบ ซึ่งรวมถึงในส่วนเครื่องยนต์และตัวผลิตกระแสไฟฟ้า

2.6 คุณลักษณะของเครื่องกำเนิดไฟฟ้า

เครื่องกำเนิดไฟฟ้าขับเคลื่อนด้วยเครื่องยนต์ดีเซล สามารถให้กำลังการผลิตไฟฟ้าได้อย่างต่อเนื่อง ในส่วนของ Standby Power-Rating ตัวเครื่องยนต์และตัวผลิตกระแสไฟฟ้า ต่อโดยตรงผ่าน Flexible Direct Coupling ติดตั้งอยู่บนฐานเหล็กเดียวกัน และมีวัสดุรองรับที่แท่นเครื่องกับ

ฐานเพื่อกันความสั่นสะเทือนพร้อมยึดแท่นเครื่องกับฐานให้แน่น มีสวิตช์ตัดวงจรอัตโนมัติ (Circuit Breaker) เพื่อป้องกันระบบไฟฟ้า

2.6.1 คุณลักษณะทางเทคนิคของเครื่องกำเนิดไฟฟ้าที่ศึกษาเป็นต้นแบบ

2.6.1.1 ตัวต้นกำลังเป็นเครื่องยนต์ดีเซล ยี่ห้อ CUMMINS รุ่น 6CTA5.9-G2 ใช้สำหรับขับเคลื่อนเครื่องกำเนิดไฟฟ้า มีลูกสูบจำนวน 6 สูบ 4 จังหวะ Turbocharged และ After cooled ให้กำลังม้าต่อเนื่องในส่วนของ Standby Power ที่ 200 KW ที่ 1500 รอบ/นาที เป็นเครื่องยนต์ที่มีสมรรถนะสูง

2.6.1.2 ระบบระบายความร้อนมีหม้อน้ำพร้อมพัดลมระบายความร้อนและส่วนที่ป้องกันส่วนที่เคลื่อนไหว

2.6.2.3 มีอุปกรณ์สำหรับควบคุมอุณหภูมิของเครื่องยนต์

2.6.2.4 มีระบบน้ำมันเชื้อเพลิง มีปั๊มและหัวฉีดแบบ Direct Injection

2.6.2.5 ระบบสตาร์ทเครื่องยนต์ด้วยมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรง ขนาด 24 โวลต์ โดยใช้แบตเตอรี่เป็นแหล่งจ่ายพลังงาน

2.6.2.6 ระบบไอเสียมีท่อเก็บเสียงชนิด Resident พร้อมท่ออ่อน (Flexible Tube) ส่วนที่อยู่ภายในอาคารหุ้มฉนวน และมีอลูมิเนียมหุ้มรอบท่อเพื่อป้องกันความร้อน

2.6.2.7 มีระบบควบคุมความเร็วรอบเครื่องยนต์เป็นแบบ Electric Governor ให้ Speed Regulation ไม่เกิน ± 2% จาก No Load ถึง Full Load และ ± 0.25 % ที่สภาวะความเสถียร

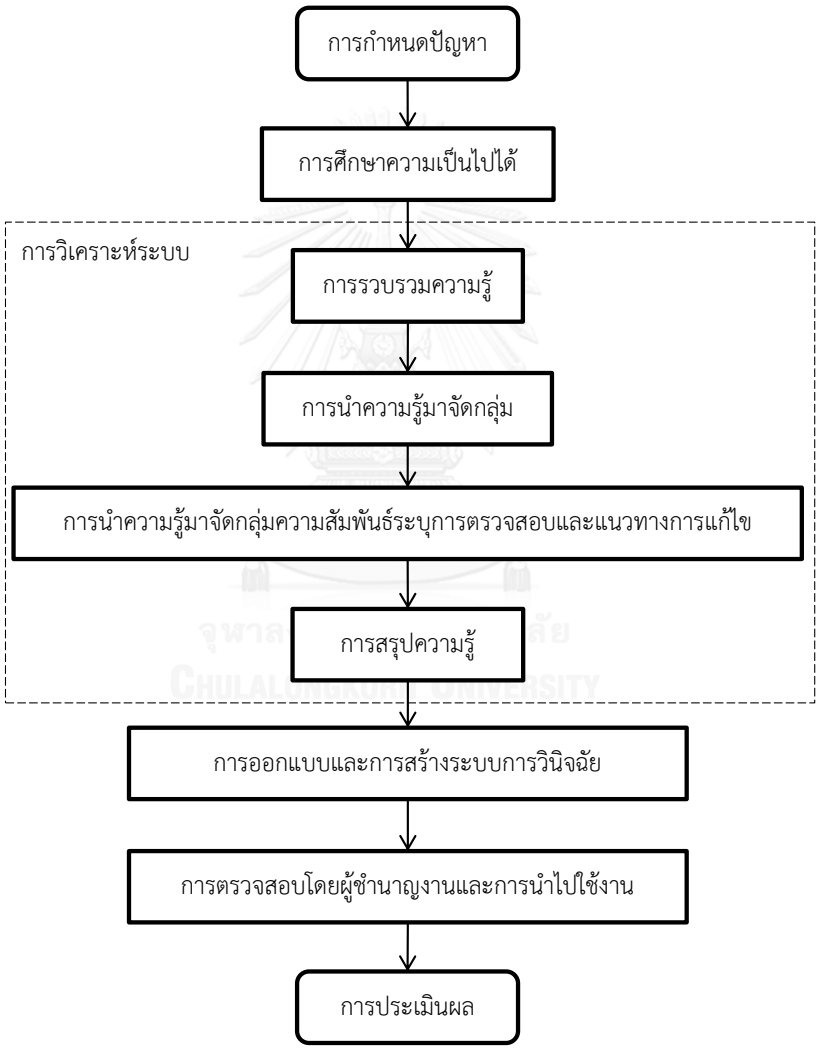
2.6.2.8 ระบบสำหรับชาร์จไฟฟ้าเข้าแบตเตอรี่ ขณะเครื่องทำงาน พร้อมมาตรวัดชั่วโมงการใช้งานของเครื่องยนต์ มาตรวัดอุณหภูมิของน้ำระบายความร้อนเครื่องยนต์ มาตรวัดแรงดันน้ำมันหล่อลื่นเครื่องยนต์ และมาตรวัดแรงดันไฟฟ้า

2.6.2.9 ตัวผลิตกระแสไฟฟ้าใช้ของ Stamford รุ่น UCI274G แบบ Brushless 3 เฟส 400/230 V. 50 Hz

ในกรณีเครื่องยนต์เกิดการผิดปกติเครื่องยนต์จะตัดการทำงานเองโดยอัตโนมัติ และมีสัญญาณแสดงสถานะที่ชุดควบคุมและสามารถ Reset ให้อยู่ในสภาพปกติได้ โดยที่ระบบตรวจสอบความผิดปกติของเครื่องยนต์ คือ ความดันน้ำมันหล่อลื่นต่ำกว่าปกติ อุณหภูมิของน้ำระบายความร้อนสูงกว่าปกติและที่ความเร็วรอบสูงเกินปกติ

บทที่ 3
ขั้นตอนการดำเนินการ

บทนี้เป็นการนำเสนอขั้นตอนการดำเนินการในบริษัทตัวอย่าง เพื่อสร้างระบบการวินิจฉัยข้อขัดข้องสำหรับเครื่องกำเนิดไฟฟ้า โดยใช้หลักการของวงจรการพัฒนาระบบหรือ SDLC ดังรูปที่ 3.1



รูปที่ 3.1 ขั้นตอนการดำเนินการ

3.1 แนวคิดที่ใช้ในการออกแบบขั้นตอนการดำเนินการ

นอกจากจะใช้หลักการของระบบผู้เชี่ยวชาญแล้ว ในการออกแบบขั้นตอนการดำเนินการจะใช้อีกหลักการ คือ หลักการของวงจรการพัฒนาระบบหรือ SDLC เป็นวิธีที่นักวิเคราะห์ระบบใช้ในการพัฒนาระบบงาน เพื่อที่จะใช้เรียงลำดับเหตุการณ์หรือกิจกรรมที่จะต้องกระทำก่อนหรือกระทำในภายหลัง จะช่วยให้การพัฒนาระบบงานทำได้สะดวกขึ้น ซึ่งนักวิเคราะห์ระบบจะต้องทำความเข้าใจให้ชัดเจน ถูกต้องว่าในแต่ละขั้นตอนนั้น จะต้องทำอะไร ทำอย่างไร เพื่อให้ได้ผลลัพธ์ตามที่ต้องการ ซึ่ง SDLC จะแบ่งเป็น 7 ขั้นตอน

3.1.1 การกำหนดปัญหา

ปัญหาเดิมที่พบในงานบำรุงรักษาเครื่องกำเนิดไฟฟ้า คือ พนักงานซ่อมยังไม่มีความรู้และประสบการณ์มากเพียงพอ ในการวินิจฉัยเครื่องกำเนิดไฟฟ้าต้องมีผู้ชำนาญงานคอยช่วยเหลือ และการวินิจฉัยนั้นก็เป็นแบบสุ่ม กล่าวคือพนักงานซ่อมจะวินิจฉัยในลักษณะที่ไม่มีแบบแผนในการกำหนดว่าจะต้องทำอะไรก่อนหลัง ซึ่งปัญหาเหล่านี้ทำให้ใช้เวลาในการวินิจฉัยพอสมควร แต่ในขณะที่เครื่องกำเนิดไฟฟ้าต้องใช้เวลาในการซ่อมให้เร็วที่สุดและพร้อมใช้ตลอดเวลาพร้อมรับการเกิดเหตุการณ์ที่คาดไม่ถึง

ดังนั้นจึงมีแนวคิดในการออกแบบระบบการวินิจฉัยข้อขัดข้องสำหรับเครื่องกำเนิดไฟฟ้า ให้สามารถช่วยพนักงานซ่อมได้ตัดสินใจในการวินิจฉัยได้ง่ายขึ้น โดยจะเป็นการนำความรู้จากผู้ชำนาญงานมาจัดระบบใหม่ให้แบ่งเป็นกลุ่มย่อยๆและมีระดับความยากง่ายของงาน เพื่อเป็นการจำกัดวงให้แคบขึ้น

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

3.1.2 การศึกษาความเป็นไปได้

จากการสำรวจความพร้อมของบริษัทตัวอย่างพบว่า การเขียนโปรแกรมแบบ Standalone จะมีความเหมาะสม เนื่องจากบริษัทตัวอย่างยังไม่มีระบบเน็ตเวิร์คที่ดีพอและอยู่ในพื้นที่ห่างไกล สัญญาณอินเตอร์เน็ตยังไม่เสถียร อีกทั้งการปฏิบัติงานจะทำนอกสถานที่เป็นส่วนใหญ่ และบางครั้งก็มีทำในต่างประเทศ ดังนั้นการออกแบบให้โปรแกรมแบบ Standalone ที่สามารถติดตั้งในทุกเครื่องและพกพาไปได้ทุกที่ น่าจะเป็นทางเลือกที่เหมาะสมกว่า

3.1.3 การวิเคราะห์ระบบ

ทำการศึกษาระบบงานที่ใช้อยู่ ด้วยวิธีการสังเกตและการสอบถามจากผู้ชำนาญงานถึงขั้นตอนการบำรุงรักษาเครื่องกำเนิดไฟฟ้า เมื่อได้รับแจ้งจากลูกค้า อีกทั้งได้ทดลองการตรวจเช็คเครื่องกำเนิดไฟฟ้าด้วยตัวเอง เพื่อให้ทราบถึงขั้นตอนและวิธีการแก้ไขปัญหาที่สามารถพบได้ในสถานการณ์จริง จะทำให้เห็นปัญหาได้ชัดเจนมากยิ่งขึ้นรวมถึงความต้องการ ของบริษัทตัวอย่าง ซึ่งจะแสดงผลการดำเนินการไว้ในบทที่ 4

3.1.4 การออกแบบระบบ

การออกแบบจะเป็นนำเสนอระบบรูปแบบใหม่ โดยจะจัดระบบให้เป็นระเบียบมากยิ่งขึ้นและกานำคอมพิวเตอร์เข้ามามีส่วนร่วมในการเรียกใช้งาน ซึ่งจะนำผลที่ได้จากการวิเคราะห์มาทำการออกแบบฐานความรู้จะจัดกลุ่มให้เป็นสัดส่วนแยกเป็นส่วนย่อยๆ เพื่อที่จะสามารถค้นหาหรือแก้ไขได้ง่ายขึ้น รูปแบบของส่วนติดต่อผู้ใช้จะสามารถใช้งานได้ง่าย ไม่ซับซ้อน และสามารถแสดงผลในรูปของรายงานได้ นอกจากนี้จะจัดทำคู่มือการใช้งานของโปรแกรมนั้น ซึ่งจะแสดงผลการดำเนินการไว้ในบทที่ 5

3.1.5 การสร้างหรือพัฒนาระบบ

จากการศึกษาความต้องการของบริษัทตัวอย่างแล้ว ได้ทำการสร้างระบบการวินิจฉัยขึ้นมา ตามที่ได้ทำการออกแบบระบบไว้ โดยจากการเริ่มเขียนโปรแกรมที่ให้ผู้ใช้สามารถติดต่อระหว่างฐานความรู้และระบบได้ ซึ่งจะมีการตรวจสอบการทำงานร่วมกับผู้ชำนาญงาน และได้ทดสอบกับเครื่องคอมพิวเตอร์หลายๆระบบปฏิบัติการ เพื่อให้แน่ใจว่าโปรแกรมจะไม่ผิดพลาด ซึ่งจะแสดงผลการดำเนินการไว้ในบทที่ 5

3.1.6 การนำระบบไปใช้งาน

การที่จะนำระบบไปใช้งานต้องมีการฝึกอบรมให้แก่ผู้ใช้ก่อน เพื่อให้ผู้ใช้มีความเข้าใจสามารถใช้งานได้โดยไม่มีข้อผิดพลาดใดๆในการใช้งาน ซึ่งจะใช้ร่วมกันทั้งระบบใหม่และระบบเก่าเพื่อป้องกันความเสียหายจากการทำงานที่ผิดพลาดของระบบใหม่ได้ นับเป็นวิธีการที่ปลอดภัยสำหรับการทดสอบการใช้งานของระบบ และได้ทำการออกแบบโครงสร้างของโปรแกรมให้สามารถเพิ่มเติมหรือแก้ไขโปรแกรมได้ส่วนหนึ่ง หากมีความรู้ใหม่ๆเข้ามาในอนาคต แต่ก็มีบางส่วนที่ผู้ใช้ไม่สามารถแก้ไขได้ด้วยตัวเอง ต้องส่งให้ผู้ที่มีความรู้ทางด้านการเขียนโปรแกรมเป็นผู้แก้ไขในส่วนนี้ให้

เพื่อป้องกันไม่ให้โปรแกรมเกิดความเสียหายจากความไม่รู้ของผู้ใช้ ซึ่งจะแสดงผลการดำเนินการไว้ในบทที่ 6

3.1.7 การประเมินผล

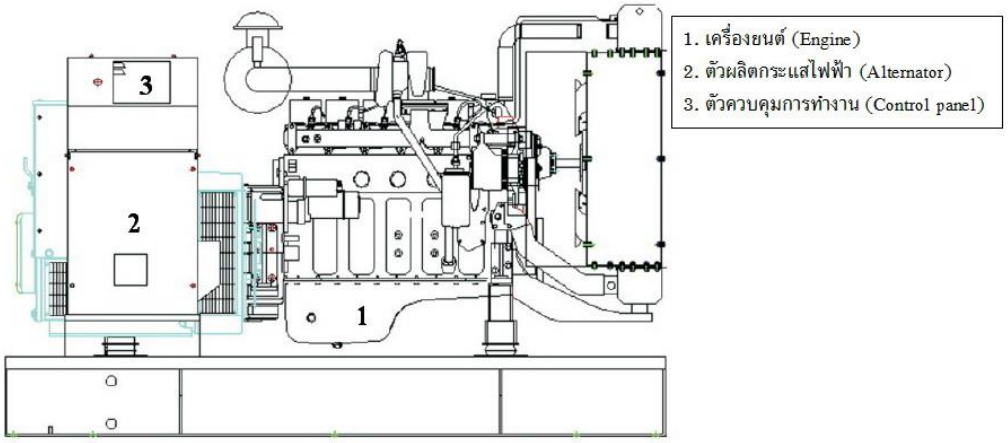
การประเมินผล เป็นการตรวจสอบว่าระบบใหม่ที่ติดตั้งใช้งานนี้ เมื่อนำไปใช้กับงานซ่อมจริง สามารถใช้งานตรงตามวัตถุประสงค์ สนองตอบความต้องการของผู้ใช้ ผู้ใช้มีความพึงพอใจและยอมรับการทำงานกับระบบใหม่มากน้อยเพียงใดหรือมีปัญหาอุปสรรคที่พบ ซึ่งจะแสดงผลการดำเนินการไว้ในบทที่ 6

3.2 การรวบรวมความรู้

การจะรวบรวมความรู้ได้นั้น จะต้องศึกษาส่วนประกอบและการทำงานของเครื่องกำเนิดไฟฟ้าให้เข้าใจเสียก่อน หลังจากนั้นให้ศึกษาอาการผิดปกติ สาเหตุ และการตรวจเช็ค ที่เกี่ยวข้องกับเครื่องกำเนิดไฟฟ้า จะทำให้การรวบรวมความรู้ที่เกี่ยวข้องกับเครื่องกำเนิดไฟฟ้าทำได้ง่ายมากขึ้น

เครื่องกำเนิดไฟฟ้าสำรองประกอบไปด้วย 3 ส่วน ตามลำดับในรูปที่ 3.2 ได้แก่

- เครื่องยนต์ (Engine) จะเป็นเครื่องยนต์เบนซินหรือดีเซลก็ได้ขึ้นอยู่กับการเลือกใช้ แต่เครื่องยนต์ดีเซลจะเป็นที่นิยมมากกว่า ในเครื่องกำเนิดไฟฟ้าสำรองขนาดใหญ่
- ตัวผลิตกระแสไฟฟ้า (Alternator) เป็นส่วนในการสร้างกระแสไฟฟ้าโดยการหมุนของแกนแม่เหล็กที่ได้รับกำลังมาจากเครื่องยนต์
- ตัวควบคุมการทำงาน (Control panel) จะแสดงสถานะต่างๆ ของเครื่องกำเนิดไฟฟ้าทางหน้าจอแสดงผลและสามารถตั้งค่าการทำงานต่างๆ ของเครื่องกำเนิดไฟฟ้าได้



รูปที่ 3.2 ส่วนประกอบของเครื่องกำเนิดไฟฟ้า

ในงานวิจัยนี้ได้รวมการวินิจฉัยสำหรับตัวควบคุมการทำงาน ให้เป็นส่วนหนึ่งของการวินิจฉัยสำหรับเครื่องยนต์ดีเซลและตัวผลิตกระแสไฟฟ้า เนื่องจากตัวควบคุมการทำงานนี้จะสามารถบอกอาการผิดปกติที่เกิดขึ้นกับเครื่องยนต์หรือตัวผลิตกระแสไฟฟ้าได้ โดยได้รวบรวมความรู้มาจาก 3 แหล่งได้แก่

1) การเก็บรวบรวมความรู้จากคู่มือการบำรุงรักษาเครื่องกำเนิดไฟฟ้า จะมีข้อมูลส่วนประกอบของเครื่องกำเนิดไฟฟ้าและคำแนะนำเบื้องต้นของผู้ผลิตในการวินิจฉัยข้อขัดข้องที่อาจเกิดขึ้นได้บ่อยๆ จากการใช้งาน

2) การเก็บข้อมูลความรู้จากบันทึกการซ่อมของลูกค้า ได้รวบรวมบันทึกการซ่อม 12 เดือน เริ่มตั้งแต่ เดือนมกราคม 2556 ถึง ธันวาคม 2556 ในบันทึกจะระบุปัญหาหรืออาการผิดปกติที่พบเจอระหว่างการตรวจเช็ค รวมถึงวิธีการซ่อมอาการผิดปกติเหล่านั้น มีการลงเวลาที่ใช้ปฏิบัติงานสถานที่ รวมถึงยี่ห้อของเครื่องกำเนิดไฟฟ้า ข้อมูลเหล่านี้จะเป็นประโยชน์ เมื่อนำระบบที่สร้างเสร็จแล้วไปทดลองใช้จริง จะสามารถใช้เทียบผลการดำเนินงานก่อนและหลังได้

3) การเก็บข้อมูลความรู้จากผู้ชำนาญงาน เมื่อรวบรวมจาก คู่มือการบำรุงรักษาของเครื่องกำเนิดไฟฟ้าและบันทึกการซ่อมของลูกค้าแล้ว จะนำข้อมูลความรู้เหล่านั้นมาจัดทำให้เป็นสัดส่วนแล้วให้ผู้ชำนาญงานตรวจดูก่อนในเบื้องต้นและขอปรึกษาจากผู้ชำนาญงาน เพื่อแก้ไขหรือเพิ่มเติมในสิ่งที่อยู่นอกเหนือจากคู่มือการบำรุงรักษาของเครื่องกำเนิดไฟฟ้าและบันทึกการซ่อมของลูกค้า เช่น อาการผิดปกติที่พบจากการใช้งาน รวมถึงวิธีการตรวจเช็คและวิธีการซ่อมที่ผู้ชำนาญงานเคยพบ

ตารางที่ 3.1 ที่มาของความรู้

หัวข้อ	คู่มือการบำรุงรักษา	บันทึกการซ่อม	ผู้ชำนาญงาน
กลุ่มอาการผิดปกติ			X
อาการผิดปกติ	X	X	X
สาเหตุ	X	X	X
การตรวจสอบ	X	X	X
การแก้ไข		X	X
ระดับความยาก			X

3.3 การนำความรู้มาจัดกลุ่ม

เครื่องกำเนิดไฟฟ้าแบ่งออกเป็น 2 ส่วน โดยส่วนเครื่องยนต์ดีเซล แบ่งได้เป็น 6 กลุ่มอาการผิดปกติ และส่วนตัวผลิตกระแสไฟฟ้าแบ่งได้เป็น 2 กลุ่มอาการผิดปกติ แสดงดังตารางที่ 3.2

ตารางที่ 3.2 การจัดกลุ่มอาการผิดปกติตามส่วนประกอบของเครื่องกำเนิดไฟฟ้า

ส่วน	กลุ่มอาการผิดปกติ
เครื่องยนต์ดีเซล (มี 5 กลุ่ม ของอาการผิดปกติ)	- เครื่องยนต์ เกิดความผิดปกติของเครื่องยนต์ (มี 12 อาการ) - น้ำมัน เกิดความผิดปกติของระบบการจ่ายน้ำมันเชื้อเพลิง, การรั่วของน้ำมันเชื้อเพลิง (มี 2 อาการ) - ความดัน เกิดความผิดปกติจากความดันของน้ำมันเครื่อง (มี 1 อาการ) - ไฟฟ้า เกิดความผิดปกติที่เกิดจากอุปกรณ์อิเลคทรอนิกส์ (มี 1 อาการ) - หล่อเย็น เกิดความผิดปกติในส่วนของระบบหล่อเย็น, การรั่วซึม (มี 2 อาการ)
ตัวผลิตกระแสไฟฟ้า (มี 2 กลุ่มของอาการผิดปกติ)	- OFF Load ความผิดปกติที่เกิดจากการใช้งาน เมื่อไม่ได้ทำการเชื่อมต่อกับอุปกรณ์ (มี 4 อาการ) - ON Load ความผิดปกติที่เกิดจากการใช้งาน เมื่อทำการเชื่อมต่อกับอุปกรณ์ (มี 7 อาการ)

3.4 การนำความรู้มาจัดกลุ่มความสัมพันธ์และระบุการตรวจสอบและแนวทางการแก้ไข

การจัดกลุ่มความสัมพันธ์เป็นการแสดงความสัมพันธ์ ระหว่างอาการผิดปกติและสาเหตุว่ามีความสัมพันธ์กันอย่างไร อาการผิดปกติแต่ละอาการมีสาเหตุมาจากอะไรได้บ้าง ซึ่งอาการผิดปกติบางอาการเกิดจากสาเหตุเดียวกัน และมีวิธีการตรวจสอบและการแก้ไขข้อขัดข้องที่เหมือนกันได้ เช่น สาเหตุแบตเตอรี่แรงดันไฟฟ้าต่ำ จากอาการเครื่องหมุนช้าสตาร์ทติดยากและเครื่องหมุนแต่สตาร์ทไม่ติด แสดงดังตารางที่ 3.3

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ตารางที่ 3.3 ตัวอย่างการจัดกลุ่มความสัมพันธ์

กลุ่มอาการผิดปกติ	อาการผิดปกติ	สาเหตุ	การตรวจสอบ	การแก้ไข
เครื่องยนต์	เครื่องหมุนช้า สตาร์ทติดยาก	แบตเตอรี่แรงดันไฟฟ้าต่ำ	ตรวจปริมาณน้ำกลั่นโดยต้องอยู่ในระดับที่มีขีดกำกับไว้, แรงดันไฟฟ้าต้องอยู่ระหว่าง 12-12.5 โวลต์	เติมน้ำกลั่นหรือชาร์จไฟฟ้าใหม่, เปลี่ยนแบตเตอรี่ใหม่

ตารางที่ 3.3 ตัวอย่างการจัดกลุ่มความสัมพันธ์ (ต่อ)

กลุ่มอาการผิดปกติ	อาการผิดปกติ	สาเหตุ	การตรวจสอบ	การแก้ไข
เครื่องยนต์	เครื่องหมุนช้า สตาร์ทติดยาก	สายแบตเตอรี่สภาพไม่ดี	ถอดสายออกมาตรวจหารอยฉีกขาด	ไขให้แน่นขึ้น, เปลี่ยนสายเส้นใหม่
		มอเตอร์สตาร์ทกินไฟมากกว่าปกติ	ตรวจความร้อนและแบริ่งต่างๆ ต้องไม่มีกลิ่นไหม้	ทำความสะอาดมอเตอร์, เปลี่ยนแบริ่ง
	เครื่องหมุน (ลูกสูบไม่ติดขัด)แต่สตาร์ทไม่ติด	แบตเตอรี่แรงดันไฟฟ้าต่ำ	ตรวจปริมาณน้ำกลั่นโดยต้องอยู่ในระดับที่มีขีดกำกับไว้, แรงดันไฟฟ้าต้องอยู่ระหว่าง 12-12.5 โวลต์	เติมน้ำกลั่นหรือชาร์จไฟฟ้าใหม่, เปลี่ยนแบตเตอรี่ใหม่
		Safety Control สั่งดับเครื่องไว้	ตรวจคำสั่งที่ตั้งค่าไว้ในเครื่อง, การทำงานของวาล์วเปิดปิดน้ำมันเชื้อเพลิง	ปรับตั้ง Safety valve
		Fuel Shutdown Valve ไม่ทำงาน, คอยล์เสีย	ตรวจสอบวาล์ว, Coil โดยจ่ายกระแสไฟทดสอบการทำงาน	ปรับตั้งวาล์ว, เปลี่ยน Fuel Shutdown Valve

นอกจากนี้ทุกขั้นตอนการตรวจสอบ จะมีการให้ระดับคะแนนความยากไว้ จะแบ่งได้เป็น 5 ระดับดังนี้

ระดับ 1 ง่าย ต้องใช้ความรู้และทักษะเล็กน้อย สามารถเห็นได้จากภายนอกหรือดูจากอุปกรณ์วัดค่า เช่น การตรวจระดับน้ำมันเชื้อเพลิง การตรวจรอยรั่วซึมของน้ำมันเครื่อง เป็นต้น

ระดับ 2 ค่อนข้างง่าย ต้องมีความรู้และทักษะเล็กน้อย มีการถอดประกอบอย่างง่ายๆ เช่น การตรวจแบตเตอรี่หรือการถอดแบตเตอรี่ การตรวจสภาพน้ำมันเครื่องจากก้านวัด เป็นต้น

ระดับ 3 ปานกลาง ต้องใช้ความรู้และทักษะ ในการถอดประกอบและวินิจฉัย เช่น การตรวจสอบหัวฉีดหรือการถอดหัวฉีดเครื่องยนต์ เป็นต้น

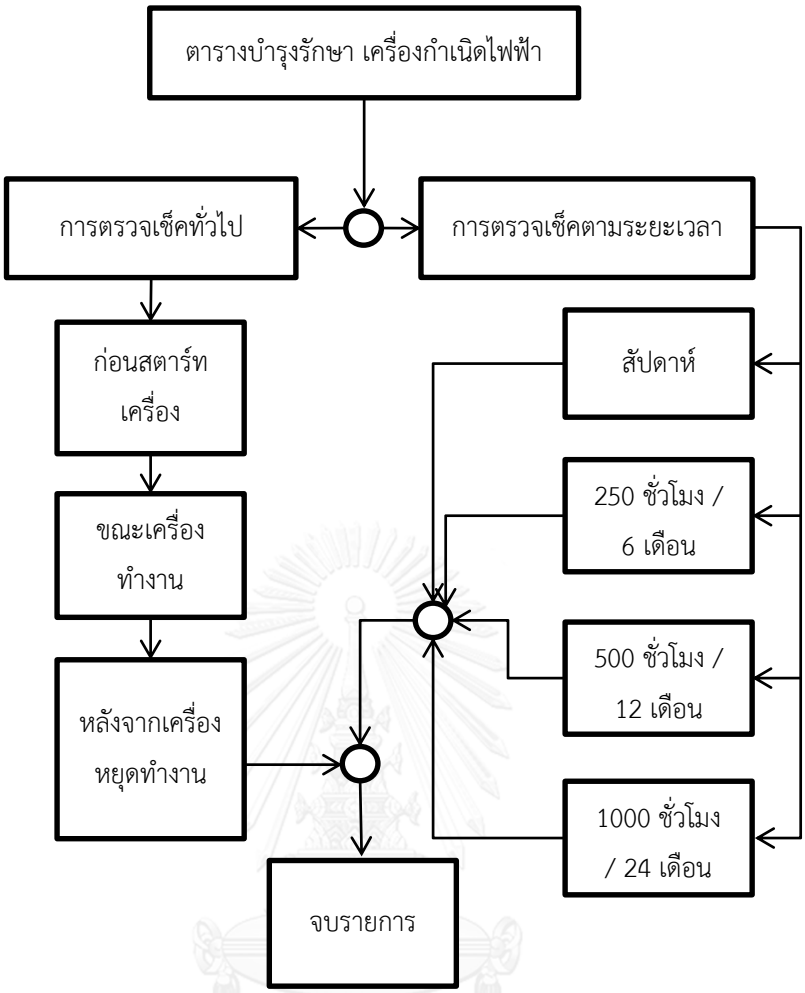
ระดับ 4 ค่อนข้างยาก ต้องใช้ความรู้และทักษะสูง ในการถอดประกอบและวินิจฉัยหลายส่วนพร้อมกัน รวมถึงต้องใช้เครื่องมือหลายตัว เช่น การตรวจสอบ ECU การตรวจสอบมอเตอร์ เป็นต้น

ระดับ 5 ยาก ต้องใช้ความรู้และทักษะสูงมาก ในการถอดประกอบและอาจจะมีผลกระทบกับส่วนอื่นๆ เช่น การตรวจสอบหรือการถอดลูกสูบของเครื่องยนต์ การตรวจสอบระบบเกียร์ เป็นต้น

หากในรายการตรวจเช็คนั้นมีระดับความยากที่เท่ากัน จะให้พนักงานงานซ่อมตัดสินใจด้วยตัวเองตามความถนัด ซึ่งผู้วิจัยจะแนะนำให้เริ่มจากการพิจารณาเครื่องมือที่จะใช้ โดยจะแบ่งเป็น งานที่ไม่ต้องใช้เครื่องมือ งานที่ใช้เครื่องมือง่ายๆ เช่น มัลติมิเตอร์ และงานที่ต้องใช้เครื่องมือในการถอดตามลำดับ

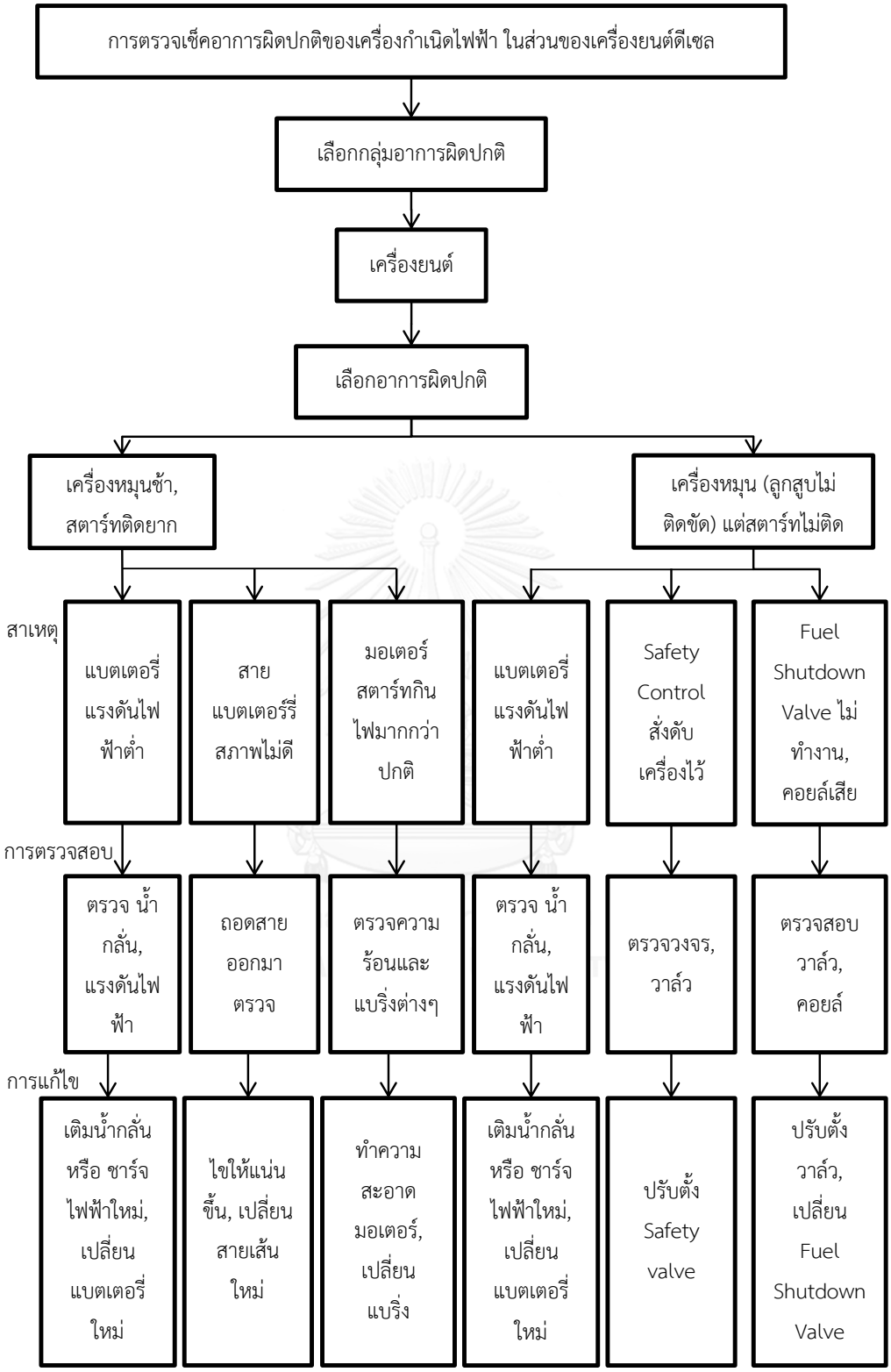
3.5 การสรุปความรู้

การสรุปความรู้เป็นการจัดการความรู้เป็นสัดส่วน เพื่อที่จะนำความรู้เหล่านั้นมาสร้างระบบการวินิจฉัยต่อไป โดยความรู้จะประกอบไปด้วย การตรวจเช็คทั่วไป การตรวจเช็คตามระยะเวลา การตรวจเช็คจากอาการผิดปกติ ซึ่งในรูปที่ 3.3 จะเป็นการแสดงโครงสร้างข้อมูลของกรณี การตรวจเช็คทั่วไปและการตรวจเช็คตามระยะเวลา ซึ่ง 2 กรณีนี้จะแยกออกจากกันอย่างอิสระ เป็นการตรวจเช็คว่าเครื่องทำงานเป็นอย่างไร ซึ่งจะเป็นรายการส่วนที่เพิ่มเติมเข้ามาเพื่อเช็คสมรรถนะของเครื่องกำเนิดไฟฟ้า และรายการถัดไปซึ่งเป็นส่วนหลักของงานวิจัย คือ การตรวจเช็คอาการผิดปกติ ดังรูปที่ 3.4 ซึ่งจะเป็นการแสดงตัวอย่างขั้นตอนการตรวจเช็คอาการผิดปกติของเครื่องยนต์ดีเซล มีการจัดกลุ่มอาการผิดปกติ ซึ่งในแต่ละกลุ่มจะรวบรวมอาการผิดปกติต่างๆ ในที่นี้จะแสดงตัวอย่างในกลุ่มอาการผิดปกติเครื่องยนต์และมีอาการผิดปกติ คือ เครื่องหมุนช้าสตาร์ทติดยาก ซึ่งประกอบไปด้วย 3 สาเหตุ ในแต่ละสาเหตุจะมีการอธิบายวิธีการตรวจสอบและการแก้ไข สำหรับวิธีวินิจฉัยกรณีเครื่องยนต์หมุนช้าสตาร์ทติดยาก เพื่อเลือกสาเหตุของอาการผิดปกตินั้นจะแสดงดังรูปที่ 3.5 โดยเริ่มต้นจากสาเหตุ 1) แบตเตอรี่มีแรงดันไฟฟ้าต่ำ 2) สายแบตเตอรี่มีสภาพไม่ดี 3) มอเตอร์สตาร์ทกินไฟมากกว่าปกติ ซึ่งการเรียงลำดับการวินิจฉัยหาสาเหตุจะเริ่มจากง่ายไปยาก

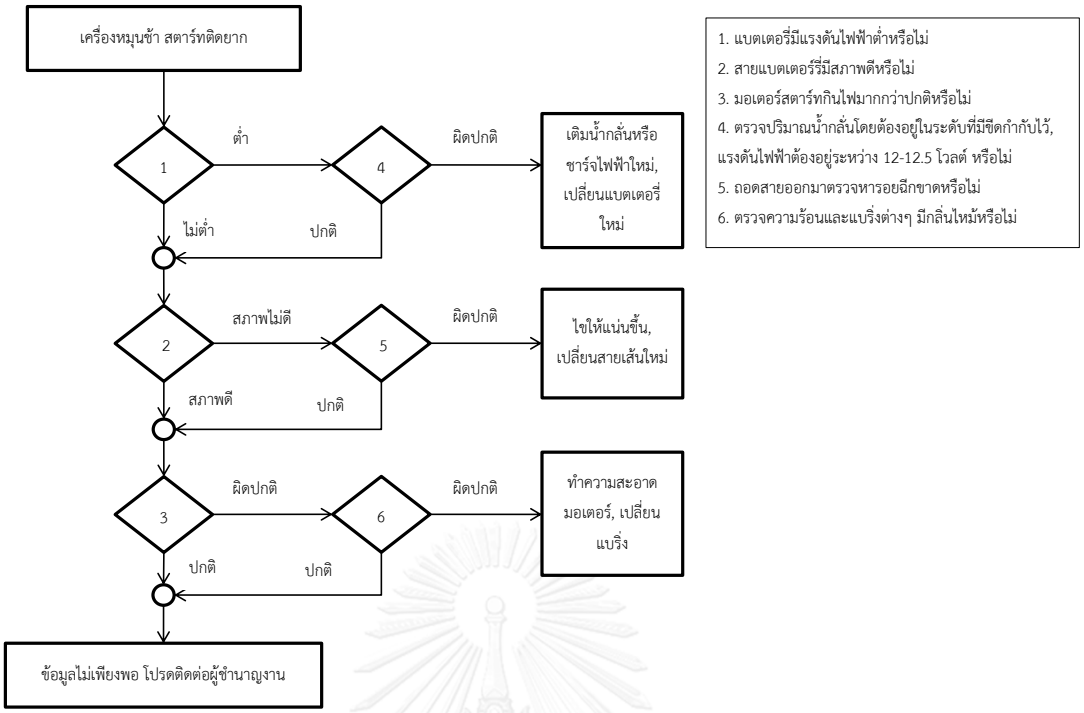


รูปที่ 3.3 โครงสร้างข้อมูล การตรวจเช็คทั่วไปและการตรวจเช็คตามระยะเวลา

Chulalongkorn University



รูปที่ 3.4 ตัวอย่างโครงสร้างข้อมูล อาการผิดปกติและสาเหตุ



รูปที่ 3.5 ตัวอย่างโครงสร้างการวินิจฉัย
กรณี การเลือกสาเหตุของอาการผิดปกติเครื่องหมุนช้า สตาร์ทติดยาก

3.6 การออกแบบและการสร้างระบบการวินิจฉัย

ระบบการวินิจฉัยข้อขัดข้อง ได้ออกแบบตามหลักการของระบบผู้เชี่ยวชาญ โดยมีโครงสร้างสถาปัตยกรรม ดังรูปที่ 3.6 ซึ่งจะเลือกใช้กลไกการวินิจฉัยแบบย้อนกลับ แบ่งเป็น 3 ส่วน คือ การตรวจเช็คตามระยะเวลา การตรวจเช็คทั่วไปและการตรวจเช็คจากอาการผิดปกติ ซึ่งมีวิธีการตรวจสอบจากง่ายไปยากและมีตัวเลขกำกับระดับความยากไว้ตั้งแต่ 1 ถึง 5 เพื่อให้ผู้ใช้งานทราบลำดับขั้นตอนการตรวจสอบ โดยตัวเลข 1 หมายความว่า ง่าย และตัวเลข 5 หมายความว่า ยาก ส่วนรายละเอียดของการตรวจเช็คสำหรับอาการผิดปกติที่มีความซับซ้อนจะเป็นรูปแบบไฟล์เอกสารอยู่ในรายการคู่มือการตรวจเช็ค การสร้างฐานความรู้ที่ได้รวมรวบมาจากแหล่งต่างๆ จะประกอบไปด้วย 8 ฐานความรู้ คือ การตรวจเช็คตามระยะเวลา 1 ฐานความรู้ การตรวจเช็คทั่วไป 1 ฐานความรู้ และการตรวจเช็คจากอาการผิดปกติ 6 ฐานความรู้ ได้ใช้โปรแกรม Microsoft SQL Server 2008 Management Studio Express ดังรูปที่ 3.7 และการสร้างส่วนติดต่อผู้ใช้ ได้ใช้ Microsoft Visual Basic 2010 Express

ลำดับขั้นตอนของระบบการวินิจฉัยข้อขัดข้องสำหรับเครื่องกำเนิดไฟฟ้า

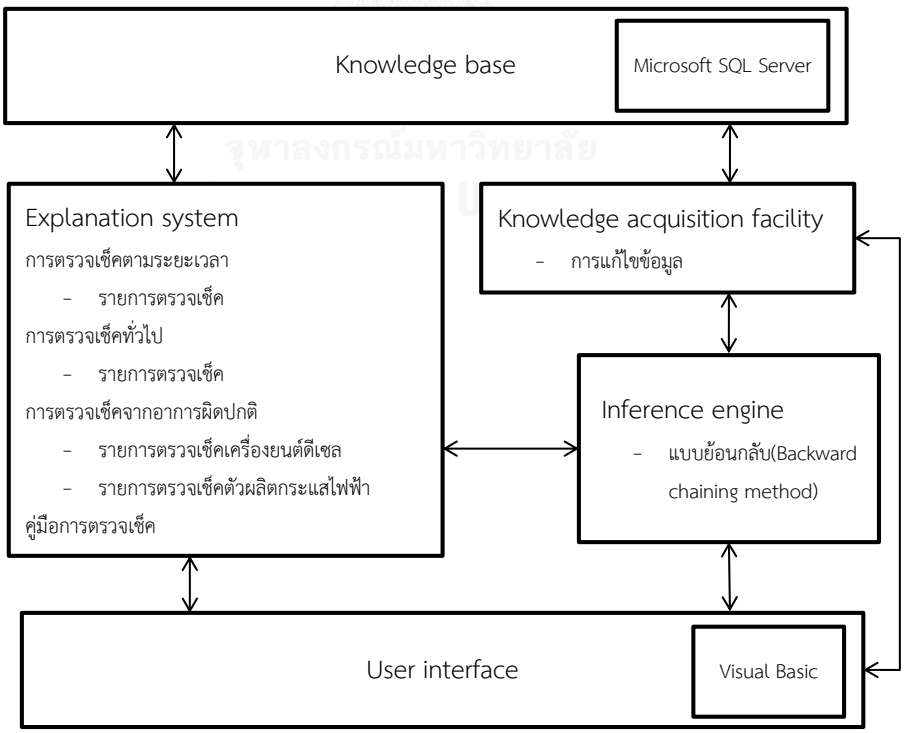
1) ผู้ต้องใช้ทำการเลือกเมนูหลักของการตรวจเช็ค ได้แก่ การตรวจเช็คตามระยะเวลา, การตรวจเช็คทั่วไปและการตรวจเช็คจากอาการผิดปกติ

2) เมื่อเลือกเมนูแล้ว จะต้องทำการเลือกกลุ่มของเมนูย่อยของการตรวจเช็ค

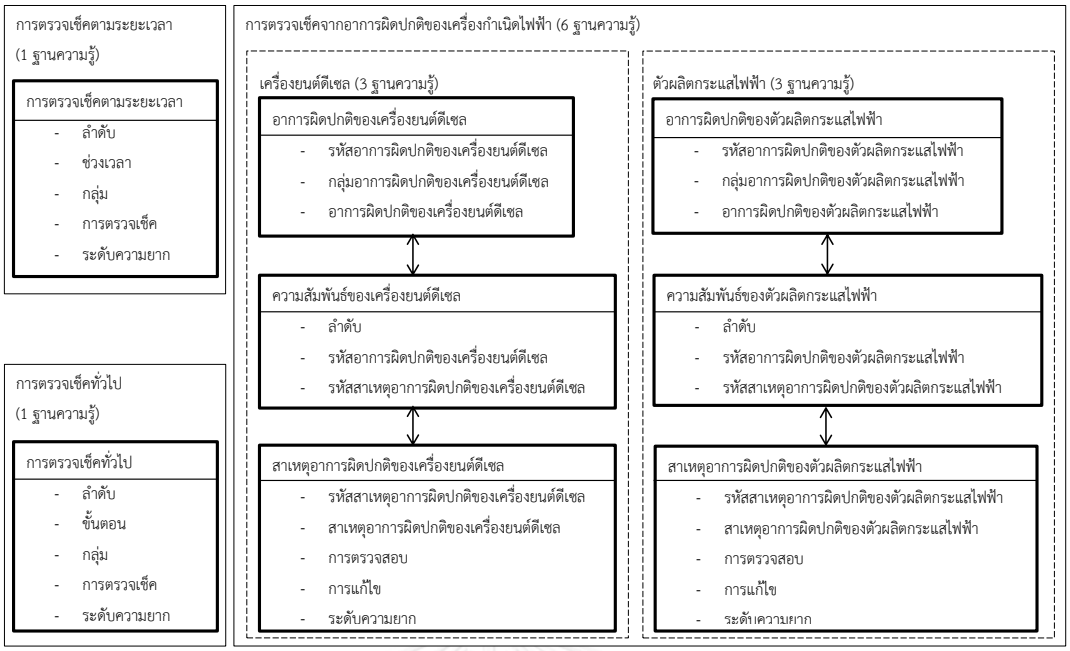
- การตรวจเช็คตามระยะเวลา แบ่งเป็น สัปดาห์, 250 ชั่วโมง หรือ 6 เดือน, 500 ชั่วโมง หรือ 12 เดือน, 1000 ชั่วโมง หรือ 24 เดือน
- การตรวจเช็คทั่วไป แบ่งเป็น ก่อนสตาร์ทเครื่อง, ขณะเครื่องทำงาน, หลังจากเครื่องหยุดทำงาน
- การตรวจเช็คจากอาการผิดปกติ แบ่งเป็น เครื่องยนต์ดีเซล และ ตัวผลิตกระแสไฟฟ้า

3) ในกรณีที่เลือก การตรวจเช็คตามระยะเวลาและการตรวจเช็คทั่วไป ระบบจะแสดงรายการตรวจเช็คที่ได้มีการบันทึกไว้ในระบบ แยกตามเมนูย่อย

4) ในกรณีที่เลือก การตรวจเช็คจากอาการผิดปกติ เมื่อทำการเลือกเมนูย่อยแล้ว ระบบจะให้เลือกกลุ่มของอาการผิดปกติ เพื่อค้นหาสาเหตุการเสีย เมื่อพบสาเหตุการเสียแล้ว ระบบจะแสดงวิธีตรวจสอบและการแก้ไข จากง่ายไปยาก ทำให้ทราบลำดับที่ถูกต้อง



รูปที่ 3.6 โครงสร้างทางสถาปัตยกรรมของระบบการวินิจฉัย



รูปที่ 3.7 โครงสร้างของฐานความรู้ จำนวน 8 ฐานความรู้

3.7 การตรวจสอบโดยผู้ชำนาญงานและการนำไปใช้งาน

ขั้นตอนสุดท้ายก่อนนำไปใช้งาน จะมีผู้ชำนาญงานที่คอยตรวจความถูกต้องของระบบวินิจฉัยที่ได้พัฒนาขึ้น โดยจะทำการคัดเลือกจากตำแหน่งงานและประสบการณ์ของงานที่เกี่ยวข้อง โดยผู้ชำนาญงานจะต้องเป็นวิศวกรไฟฟ้าหรือเครื่องกลมีใบประกอบวิชาชีพ และมีความรู้ในระบบไฟฟ้าและระบบเครื่องยนต์ รวมถึงมีประสบการณ์ที่เกี่ยวข้องกับเครื่องกำเนิดไฟฟ้าอย่างน้อย 10 ปี

จากการคัดเลือกจะได้ผู้ชำนาญงาน จำนวน 4 ท่าน ประกอบไปภายในโรงงาน จำนวน 3 ท่าน ซึ่งแบ่งเป็น วิศวกรไฟฟ้ากำลัง ระดับสามัญ 2 ท่าน ระดับวุฒิ 1 ท่าน และภายนอกโรงงาน วิศวกรไฟฟ้ากำลัง ระดับภาคี จำนวน 1 ท่าน ที่จะตรวจความถูกต้องและความพร้อมในการใช้งาน หลังจากนั้นจะนำระบบการวินิจฉัยข้อขัดข้องสำหรับเครื่องกำเนิดไฟฟ้า ไปทดลองกับงานซ่อมจริง เป็นระยะเวลา 3 เดือน โดยจะทำการวินิจฉัยอาการผิดปกติต่างๆที่ได้รับแจ้ง เพื่อหาข้อสรุปว่ามีสาเหตุมาจากอะไร และผลของโปรแกรมเมื่อเทียบกับการดำเนินกิจกรรมนั้นจริงเป็นอย่างไร พร้อมทั้งพิจารณาผลของระบบว่า สามารถลดเวลาได้เท่าไหร่ ความถูกต้องของระบบ

บทที่ 4
การรวบรวมความรู้

ในบทนี้จะกล่าวถึงผลการดำเนินการ ในส่วนของฐานความรู้ ตั้งแต่ขั้นตอน การรวบรวมความรู้, การนำความรู้มาจัดกลุ่ม, การนำความรู้มาจัดความสัมพันธ์และระบุการตรวจสอบและแก้ไข จนถึง การสรุปข้อมูล โดยในบทนี้จะแสดงผลจากการศึกษากลุ่มความรู้ 3 กลุ่ม คือ การตรวจเช็คตามระยะเวลา การตรวจเช็คทั่วไป และการตรวจเช็คจากอาการผิดปกติ

4.1 ผลจากการรวบรวมความรู้

การรวบรวมความรู้จะนำความรู้มาจาก 3 แหล่งได้แก่ การเก็บรวบรวมความรู้จากคู่มือการบำรุงรักษาเครื่องกำเนิดไฟฟ้า การเก็บข้อมูลความรู้จากบันทึกการซ่อมของลูกค้า และการเก็บข้อมูลความรู้จากผู้ชำนาญงาน โดยมีการเก็บความรู้เป็นส่วนๆดังแสดงในตารางที่ 3.1

4.1.1 การเก็บรวบรวมความรู้จากคู่มือการบำรุงรักษาเครื่องกำเนิดไฟฟ้า

การเก็บรวบรวมความรู้ในส่วนนี้จะเป็นการเก็บความรู้ในภาพรวม กล่าวคือจะเป็นการศึกษาความรู้ต่างๆที่ผู้ผลิตได้แนะนำในคู่มือการบำรุงรักษาเครื่องกำเนิดไฟฟ้า ซึ่งรวมถึงเอกสารสรุปความรู้ต่างๆที่บริษัทมีอยู่ จากการศึกษาคู่มือการบำรุงรักษาเครื่องกำเนิดไฟฟ้า ทำให้สามารถแบ่งการตรวจเช็คเครื่องกำเนิดไฟฟ้า ได้ 3 กลุ่ม ได้แก่ การตรวจเช็คตามระยะเวลา การตรวจเช็คทั่วไป และการตรวจเช็คจากอาการผิดปกติ แต่มีเพียงการตรวจเช็คตามระยะเวลาและการตรวจเช็คทั่วไปเท่านั้นที่จะรวบรวมความรู้มาจากคู่มือการบำรุงรักษาเครื่องกำเนิดไฟฟ้า เพราะผู้ผลิตได้กำหนดหลักเกณฑ์ที่เหมาะสมในการบำรุงรักษาแล้ว และทางบริษัทตัวอย่างเองก็ใช้หลักเกณฑ์นี้ตามผู้ผลิตเช่นเดียวกัน

4.1.2 การเก็บข้อมูลความรู้จากบันทึกการซ่อมของลูกค้า

การเก็บข้อมูลจากบันทึกการซ่อมของลูกค้า จะเป็นการเก็บสถิติที่พนักงานซ่อมได้บันทึกลงในใบรายงาน รวมถึงปัญหาหรืออาการผิดปกติที่พบเจอระหว่างการตรวจเช็คและวิธีการซ่อมอาการผิดปกติเหล่านั้น ในช่วงนี้จะพบอาการผิดปกติเพิ่มเติมที่อยู่นอกเหนือจากคู่มือการบำรุงรักษาเครื่องกำเนิดไฟฟ้า และเป็นสาเหตุที่พบได้บ่อย เช่น 1) อาการเครื่องไม่ทำงาน สาเหตุจากECU ไม่ทำงาน 2) อาการเครื่องหมุนแต่สตาร์ทไม่ติด สาเหตุจาก เครื่องพยายาม Cranking Start จนครบ 3 ครั้ง และสั่ง Shut Down

4.1.3 การเก็บข้อมูลความรู้จากผู้ชำนาญงาน

การเก็บข้อมูลความรู้จากผู้ชำนาญงาน จะเป็นการสรุปความรู้จาก ความรู้จากคู่มือการบำรุงรักษาเครื่องกำเนิดไฟฟ้าและความรู้จากบันทึกการซ่อมของลูกค้า โดยจะให้ผู้ชำนาญงานตรวจความถูกต้องและเพิ่มเติมรายละเอียดต่างๆ เช่น การตรวจแบตเตอรี่ ในคู่มือการบำรุงรักษาจะอธิบายเพียง ให้ตรวจระดับน้ำกลั่นและแรงดันไฟฟ้า แต่หากเพิ่มความรู้จากผู้ชำนาญงานจะกลายเป็นตรวจปริมาณน้ำกลั่นโดยต้องอยู่ในระดับที่มีขีดกำกับไว้ และแรงดันไฟฟ้าต้องอยู่ระหว่าง 12-12.5 โวลต์ เป็นต้น นอกจากนี้ผู้ชำนาญงานจะเป็นผู้ระบุระดับความยากของงาน ทั้งหมด 5 ระดับ

สำหรับการตรวจเช็คจากอาการผิดปกติ จากการศึกษาสามารถแบ่งเป็น 2 ส่วน คือ ส่วนเครื่องยนต์ดีเซล แบ่งได้เป็น 5 กลุ่มอาการผิดปกติ มี 18 อาการผิดปกติ 80 สาเหตุ และส่วนตัวผลิตกระแสไฟฟ้าแบ่งได้เป็น 2 กลุ่มอาการผิดปกติ มี 11 อาการผิดปกติ 40 สาเหตุ

4.2 ผลจากการนำความรู้มาจัดกลุ่ม

เครื่องกำเนิดไฟฟ้าแบ่งออกเป็น 2 ส่วน โดยส่วนเครื่องยนต์ดีเซล แบ่งได้เป็น 5 กลุ่มอาการผิดปกติ ได้แก่ เครื่องยนต์ น้ำมัน ความดัน ไฟฟ้า และหล่อเย็น ส่วนตัวผลิตกระแสไฟฟ้าแบ่งได้เป็น 2 กลุ่มอาการผิดปกติ ได้แก่ Off Load และ On Load โดยนำอาการผิดปกติมาจัดแบ่งเป็นกลุ่มๆ ระบุรหัสเพื่อสะดวกต่อการค้นหา ดังตารางที่ 4.1 และ 4.2

ตารางที่ 4.1 การจัดกลุ่มในเครื่องยนต์ดีเซล

กลุ่ม	รหัส	อาการผิดปกติ
เครื่องยนต์	DE01	เครื่องไม่ทำงาน
เครื่องยนต์	DE02	เครื่องหมุนแต่สตาร์ทไม่ติด
เครื่องยนต์	DE03	เครื่องหมุนช้า, สตาร์ทติดยาก
เครื่องยนต์	DE04	เครื่องดับเองแต่ยังหมุนได้ (ลูกสูบไม่ติดขัด)
เครื่องยนต์	DE05	เครื่องดับเองและหมุนไม่ได้ (ลูกสูบติดขัด)
เครื่องยนต์	DE06	กำลังตกเป็นบางครั้ง
เครื่องยนต์	DE07	กำลังตก ทันทีทันใด
เครื่องยนต์	DE08	กำลังตกไม่มีควัน (ค่อยเป็นค่อยไป)
เครื่องยนต์	DE09	ควันดำ เมื่อมีโหลด
เครื่องยนต์	DE10	ควันดำตลอด

ตารางที่ 4.1 การจัดกลุ่มในเครื่องยนต์ดีเซล (ต่อ)

กลุ่ม	รหัส	อาการผิดปกติ
เครื่องยนต์	DE11	เครื่องเดินไม่เลียบและไม่ครบสูบ
เครื่องยนต์	DE12	เดินไม่ครบสูบตลอดเวลา
น้ำมัน	DE13	กินน้ำมันเครื่องมาก
น้ำมัน	DE14	กินน้ำมันเชื้อเพลิงมากเกินไป
ความดัน	DE15	ความดันน้ำมันเครื่องต่ำ
ไฟฟ้า	DE16	Battery Charger ไม่ทำงาน
หล่อเย็น	DE17	อุณหภูมิสูงกว่าปกติ
หล่อเย็น	DE18	อุณหภูมิต่ำกว่าปกติ

ตารางที่ 4.2 การจัดกลุ่มในตัวผลิตกระแสไฟฟ้า ชนิดแม่เหล็กถาวร

กลุ่ม	รหัส	อาการผิดปกติ
Off-Load	AP01	ไม่มีแรงดันไฟฟ้า (แบบยังไม่เชื่อมต่อกับอุปกรณ์ใดๆ)
Off-Load	AP02	แรงดันไฟฟ้าต่ำ (แบบยังไม่เชื่อมต่อกับอุปกรณ์ใดๆ)
Off-Load	AP03	แรงดันไฟฟ้าสูง (แบบยังไม่เชื่อมต่อกับอุปกรณ์ใดๆ)
Off-Load	AP04	แรงดันไฟฟ้าไม่เสถียร (แบบยังไม่เชื่อมต่อกับอุปกรณ์ใดๆ)
On-Load	AP05	แรงดันไฟฟ้าไม่สมดุล
On-Load	AP06	แรงดันไฟฟ้าไม่เสถียร
On-Load	AP07	วงจรแรงดันไฟฟ้าไม่ดี
On-Load	AP08	แรงดันไฟฟ้าล่ม
On-Load	AP09	แรงดันไฟฟ้าสูง
On-Load	AP10	แรงดันไฟฟ้าต่ำ
On-Load	AP11	การตอบสนองของแรงดันต่อโหลดกระชากและมอเตอร์สตาร์ทต่ำ

4.3 ผลจากการนำความรู้มาจัดความสัมพันธ์และระบุการตรวจสอบและแนวทางการแก้ไข

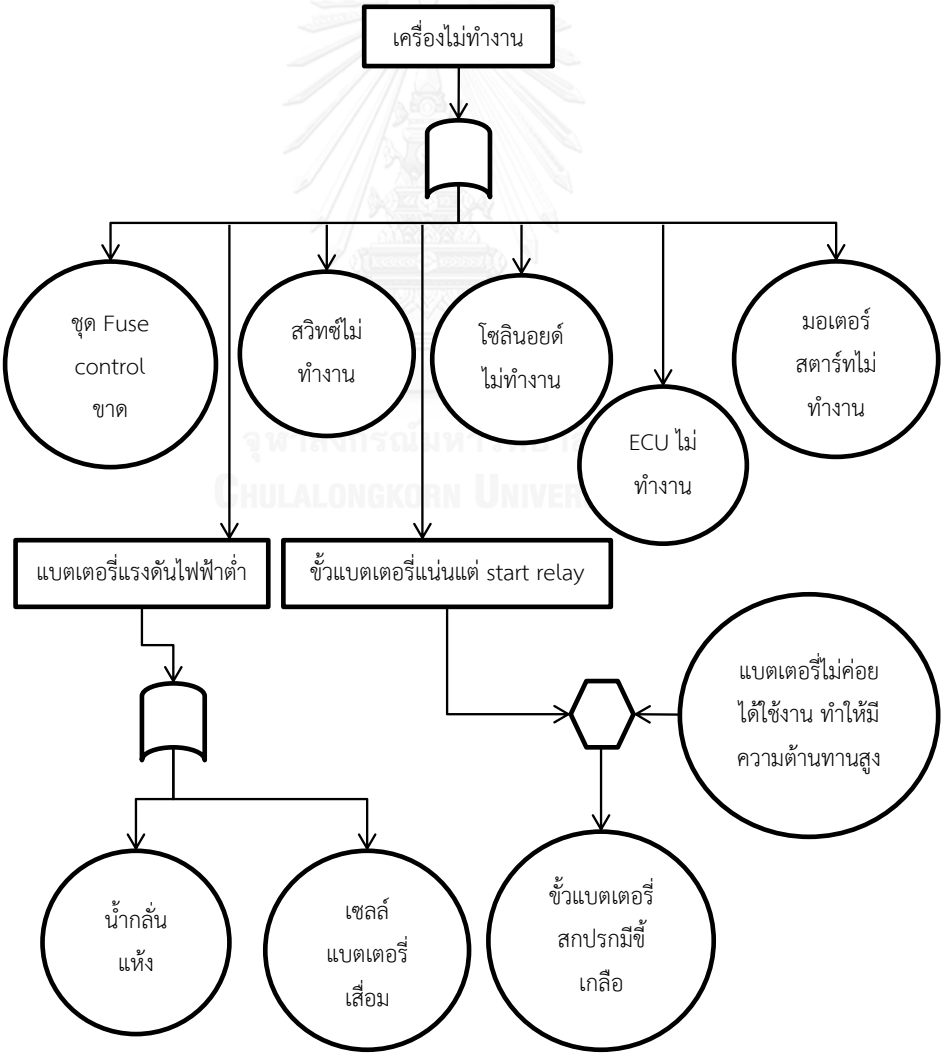
ก่อนจัดความสัมพันธ์ ระหว่างอาการผิดปกติและสาเหตุ จะต้องทำการระบุสาเหตุและกำหนดรหัสของสาเหตุให้ชัดเจนเสียก่อน ทั้งในเครื่องยนต์ดีเซลและตัวผลิตกระแสไฟฟ้า เพื่อให้การจัดความสัมพันธ์ทำได้ง่าย โดยจะใช้หลักการของ Fault tree analysis ทำการวิเคราะห์หาสาเหตุ

4.3.1 การวิเคราะห์ Fault tree analysis ของเครื่องยนต์ดีเซล

จากการศึกษาอาการผิดปกติเครื่องยนต์ดีเซล สามารถจะแบ่งได้เป็น มี 18 อาการผิดปกติ ดังนี้

4.3.1.1 อาการเครื่องไม่ทำงาน

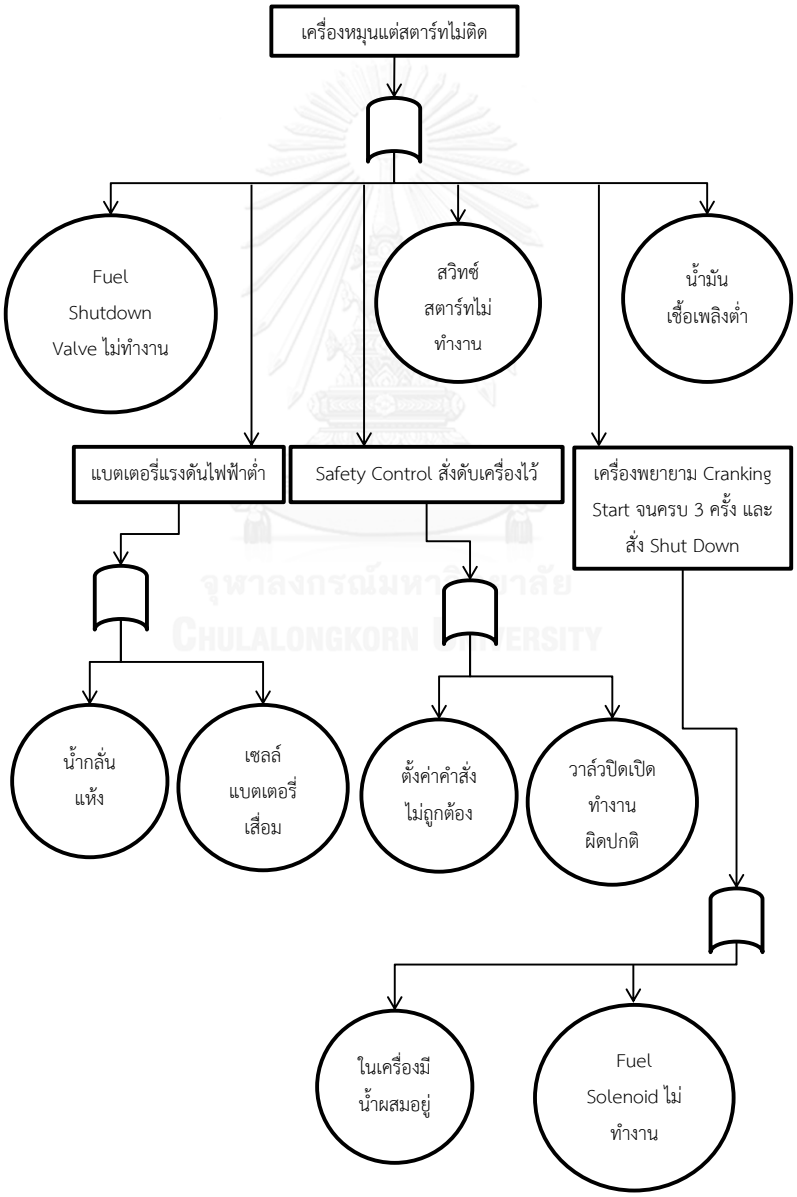
อาการเครื่องไม่ทำงาน จากการวิเคราะห์จะมี 7 สาเหตุ ได้แก่ 1) ชุด Fuse Control ขาด 2) แบตเตอรี่แรงดันไฟฟ้าต่ำ 3) ขั้วแบตเตอรี่แน่นแต่ start relay 4) สวิทซ์เสียหรือหลวม 5) โซลินอยด์ไม่ทำงานหรือหลวม 6) ECU ไม่ทำงาน 7) มอเตอร์สตาร์ทไม่ทำงาน โดยจะมี 5 สาเหตุที่มีความชัดเจน ซึ่งมี 2 สาเหตุที่ไม่ชัดเจนต้องทำการวิเคราะห์ลงรายละเอียด ได้แก่ 1) แบตเตอรี่แรงดันไฟฟ้าต่ำ 2) ขั้วแบตเตอรี่แน่นแต่ start relay ดังรูปที่ 4.1



รูปที่ 4.1 การวิเคราะห์หาสาเหตุจากอาการเครื่องไม่ทำงาน

4.3.1.2 อาการเครื่องหมุนแต่สตาร์ทไม่ติด

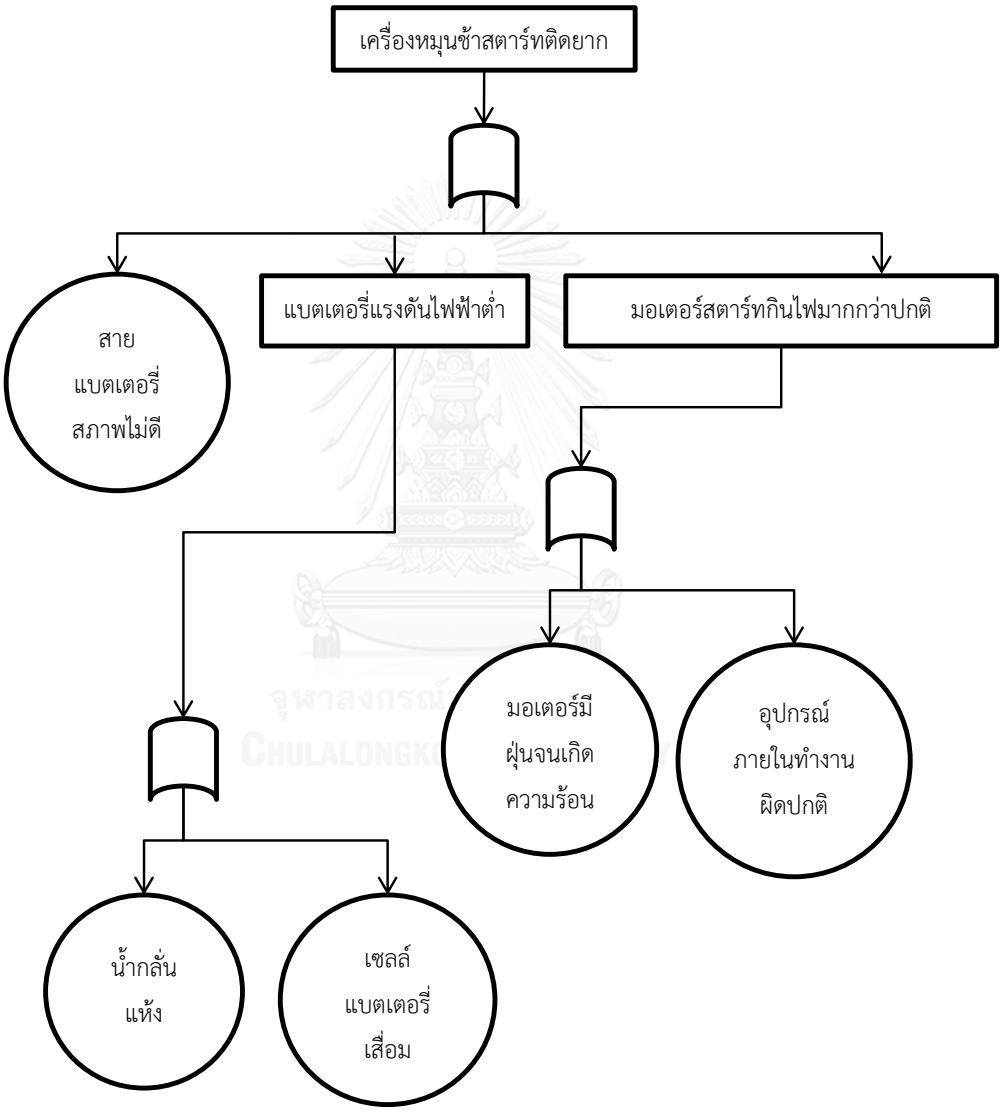
อาการเครื่องหมุนแต่สตาร์ทไม่ติด จากการวิเคราะห์จะมี 6 สาเหตุ ได้แก่ 1) แบตเตอรี่แรงดันไฟฟ้าต่ำ 2) น้ำมันเชื้อเพลิงต่ำ 3) Fuel shutdown valve ไม่ทำงาน 4) สวิทช์สตาร์ทไม่ทำงาน 5) Safety Control สั่งดับเครื่องไว้ 6) เครื่องพยายาม Cranking start จนครบ 3 ครั้ง จึงสั่ง Shutdown โดยจะมี 3 สาเหตุที่มีความชัดเจน ซึ่งมี 3 สาเหตุที่ไม่ชัดเจนต้องทำการวิเคราะห์ลงรายละเอียด ได้แก่ 1) แบตเตอรี่แรงดันไฟฟ้าต่ำ 2) Safety Control สั่งดับเครื่องไว้ 3) เครื่องพยายาม Cranking start จนครบ 3 ครั้ง จึงสั่ง Shutdown ดังรูปที่ 4.2



รูปที่ 4.2 การวิเคราะห์หาสาเหตุอาการเครื่องหมุนแต่สตาร์ทไม่ติด

4.3.1.3 อาการเครื่องหมุนช้า สตาร์ทติดยาก

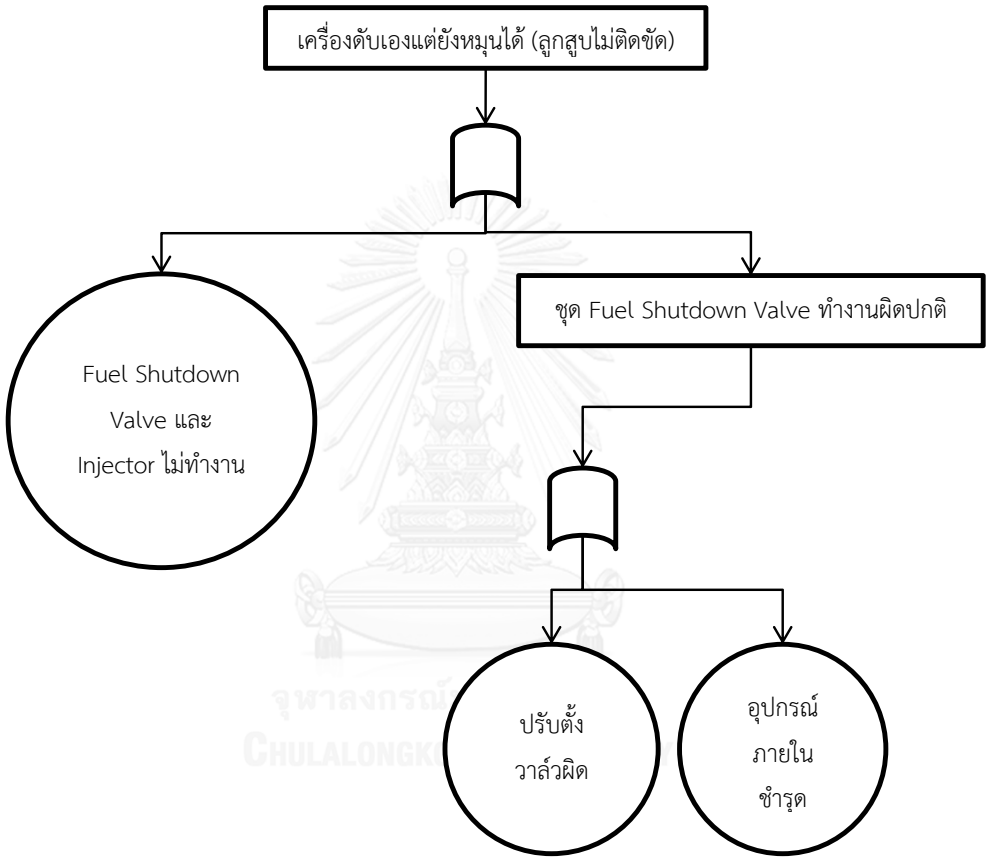
อาการเครื่องหมุนช้า สตาร์ทติดยาก จากการวิเคราะห์จะมี 3 สาเหตุ ได้แก่ 1) แบตเตอรี่แรงดันไฟฟ้าต่ำ 2) สายแบตเตอรี่สภาพไม่ดี 3) มอเตอร์สตาร์ทกินไฟมากกว่าปกติ โดยจะมี 1 สาเหตุที่มีความชัดเจน ซึ่งมี 2 สาเหตุที่ไม่ชัดเจนต้องทำการวิเคราะห์ลงรายละเอียด ได้แก่ 1) แบตเตอรี่แรงดันไฟฟ้าต่ำ 2) มอเตอร์สตาร์ทกินไฟมากกว่าปกติ ดังรูปที่ 4.3



รูปที่ 4.3 การวิเคราะห์หาสาเหตุอาการเครื่องหมุนช้า สตาร์ทติดยาก

4.3.1.4 อาการเครื่องยนต์ดับเองแต่ยังหมุนได้ (ลูกสูบไม่ติดขัด)

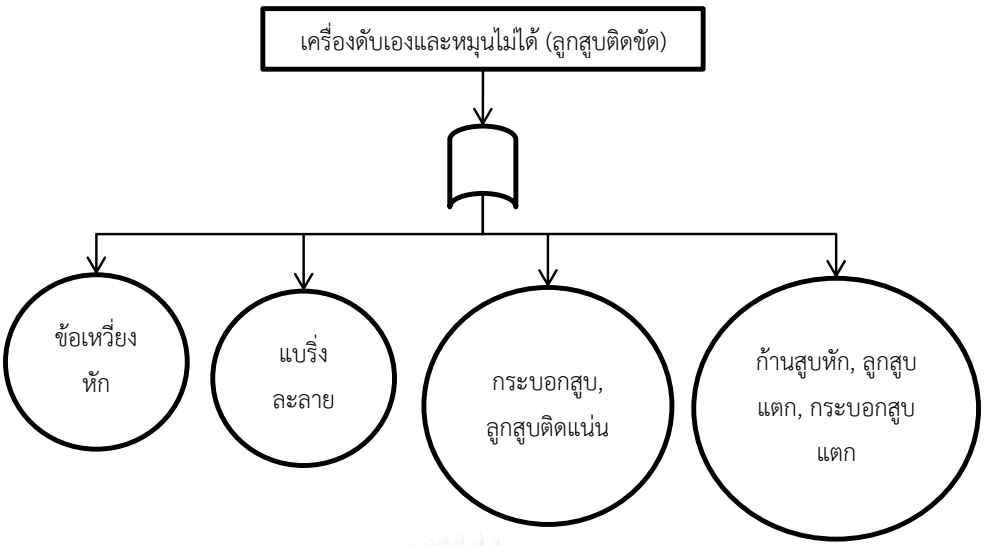
อาการเครื่องยนต์ดับเองแต่ยังหมุนได้ (ลูกสูบไม่ติดขัด) จากการวิเคราะห์จะมี 2 สาเหตุ ได้แก่ 1) ชุด Fuel shutdown valve ทำงานผิดปกติ 2) Fuel shutdown valve และ Injector ไม่ทำงาน โดยจะมี 1 สาเหตุที่มีความชัดเจน ซึ่งมี 1 สาเหตุที่ไม่ชัดเจนต้องทำการวิเคราะห์ลงรายละเอียด ได้แก่ 1) ชุด Fuel shutdown valve ทำงานผิดปกติ ดังรูปที่ 4.4



รูปที่ 4.4 การวิเคราะห์หาสาเหตุอาการเครื่องยนต์ดับเองแต่ยังหมุนได้ (ลูกสูบไม่ติดขัด)

4.3.1.5 อาการเครื่องยนต์ดับเองและหมุนไม่ได้(ลูกสูบติดขัด)

อาการเครื่องยนต์ดับเองและหมุนไม่ได้(ลูกสูบติดขัด) จากการวิเคราะห์จะมี 4 สาเหตุ ได้แก่ 1) ข้อเหวี่ยงหัก 2) แบริ่งละลาย 3) กระบอกสูบติดหรือลูกสูบติดแน่น 4) ก้านสูบหัก ลูกสูบแตก กระบอกสูบแตก โดยสาเหตุทั้งหมดจะมีความชัดเจนแล้ว ดังรูปที่ 4.5

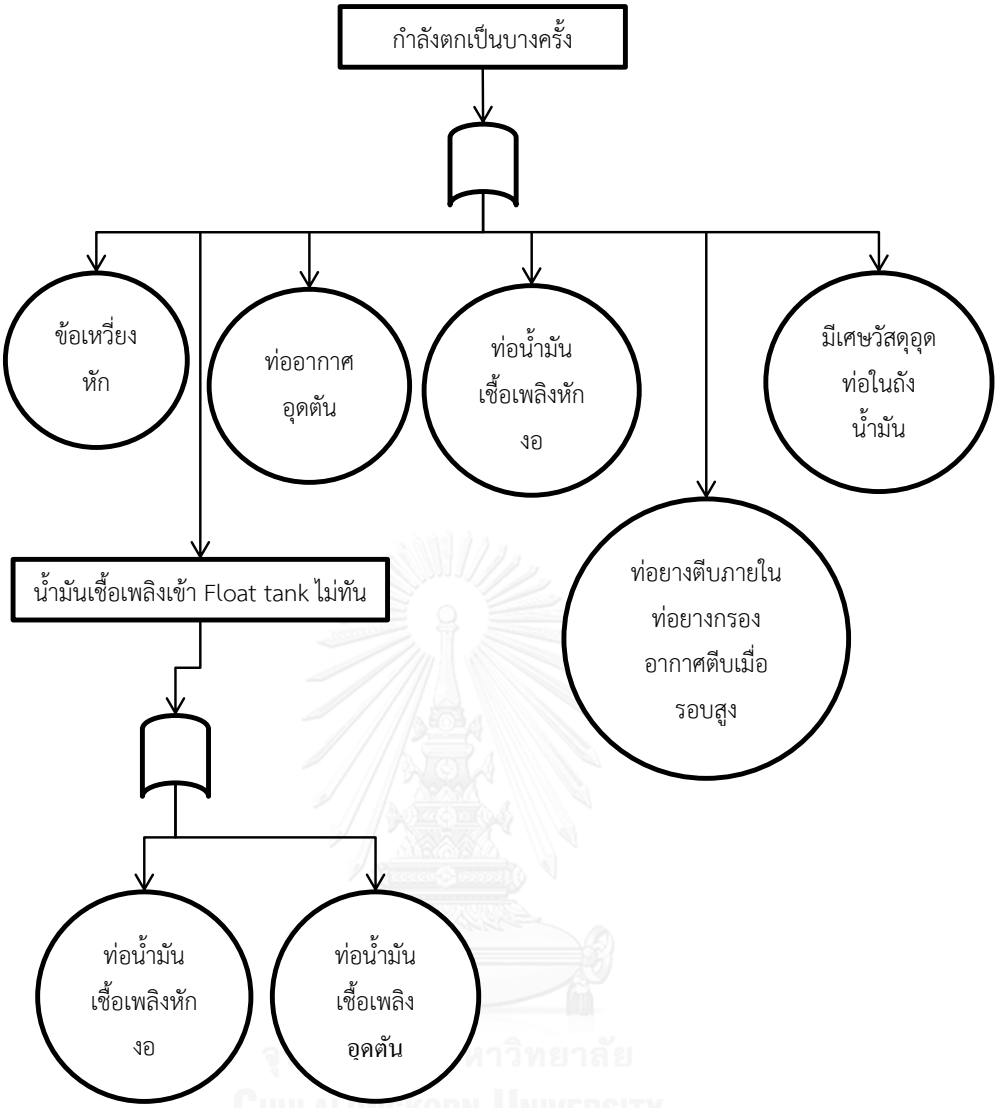


รูปที่ 4.5 การวิเคราะห์หาสาเหตุอาการเครื่องยนต์ดับเองและหมุนไม่ได้(ลูกสูบติดขัด)

4.3.1.6 อาการเครื่องกำลังตกเป็นบางครั้ง

อาการเครื่องกำลังตกเป็นบางครั้ง จากการวิเคราะห์จะมี 6 สาเหตุ ได้แก่ 1) น้ำมันเชื้อเพลิงเข้า Float tank ไม่ทัน 2) ท่อหายใจอุดตัน 3) ท่อน้ำมันเชื้อเพลิงหักงอหรือตีบตัน 4) มีเศษวัสดุอุดท่อในถังน้ำมันเชื้อเพลิง 5) ลมรั่วเข้าไปในท่อดูดของปั๊มเชื้อเพลิง 6) ท่อยางตีบภายในหรือท่อยางกรองอากาศตีบเมื่อมีรอบสูง โดยจะมี 5 สาเหตุที่มีความชัดเจน ซึ่งมี 1 สาเหตุที่ไม่ชัดเจนต้องทำการวิเคราะห์ลงรายละเอียด ได้แก่ 1) น้ำมันเชื้อเพลิงเข้า Float tank ไม่ทัน ดังรูปที่ 4.6

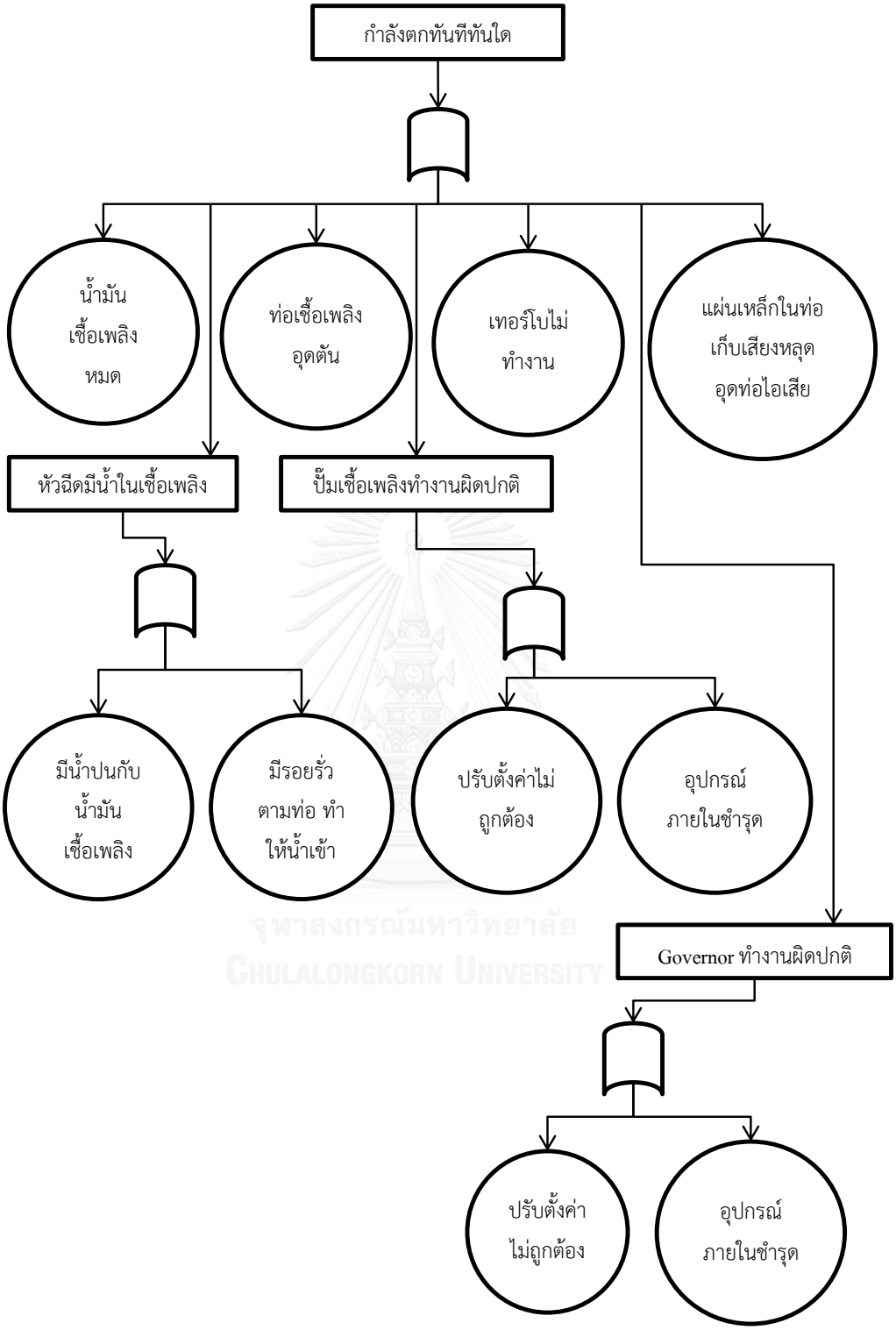
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University



รูปที่ 4.6 การวิเคราะห์หาสาเหตุอาการเครื่องกำลังตกเป็นบางครั้ง

4.3.1.7 อาการเครื่องกำลังตกทันทีทันใด

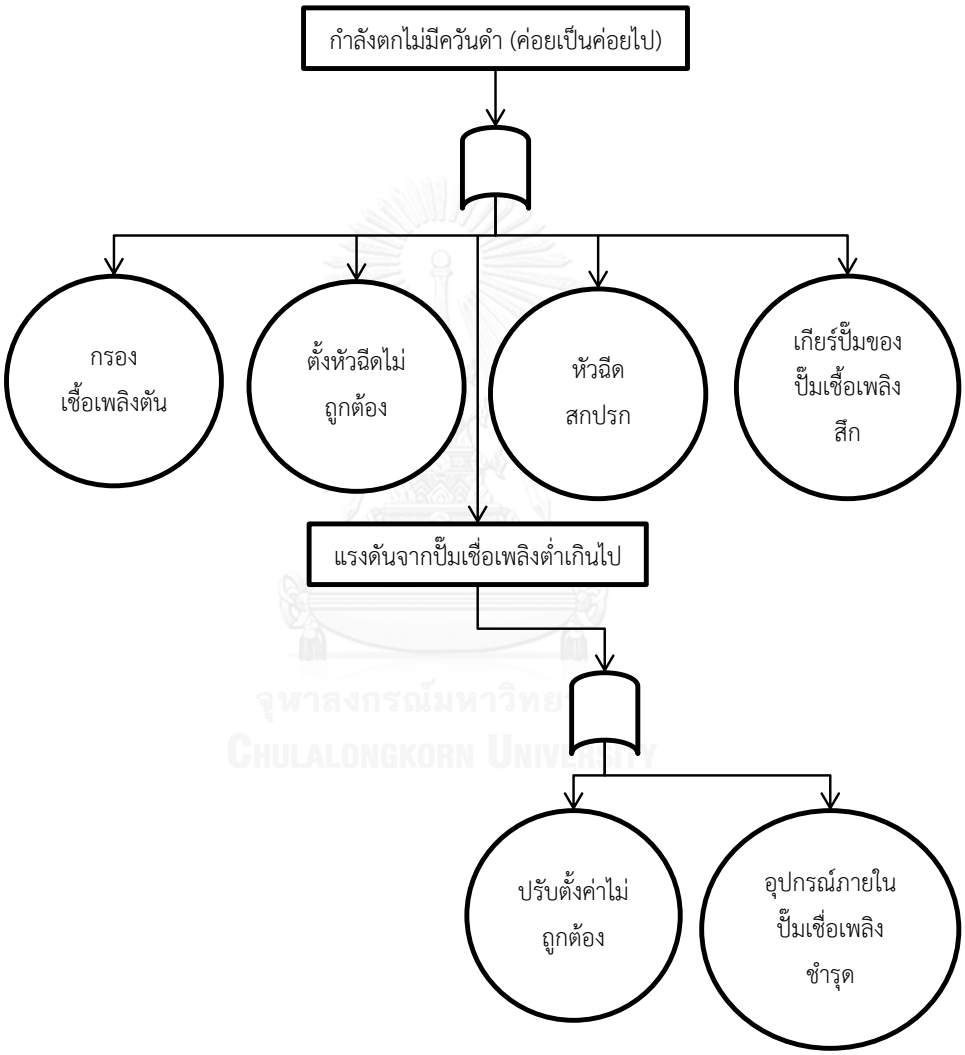
อาการเครื่องกำลังตกทันทีทันใด จากการวิเคราะห์จะมี 7 สาเหตุ ได้แก่ 1) น้ำมันเชื้อเพลิงหมด 2) ท่อเชื้อเพลิงอุดตัน 3) หัวฉีดมีน้ำในเชื้อเพลิง 4) แผ่นเหล็กในท่อเก็บเสียงหลุด อุดท่อไอเสีย 5) ปั๊มเชื้อเพลิงทำงานผิดปกติ 6) เทอร์โบไม่ทำงาน 7) Governor ทำงานผิดปกติ โดยจะมี 4 สาเหตุที่มีความชัดเจน ซึ่งมี 3 สาเหตุที่ไม่ชัดเจนต้องทำการวิเคราะห์ลงรายละเอียด ได้แก่ 1) หัวฉีดมีน้ำในเชื้อเพลิง 2) ปั๊มเชื้อเพลิงทำงานผิดปกติ 3) Governor ทำงานผิดปกติ ดังรูปที่ 4.7



รูปที่ 4.7 การวิเคราะห์หาสาเหตุอาการเครื่องกำลังตกทันทีทันใด

4.3.1.8 อาการเครื่องกำลังตกไม่มีควัน (ค่อยเป็นค่อยไป)

อาการเครื่องกำลังตกไม่มีควัน (ค่อยเป็นค่อยไป) จากการวิเคราะห์จะมี 5 สาเหตุ ได้แก่ 1) กรองเชื้อเพลิงตัน 2) แรงดันจากปั๊มเชื้อเพลิงต่ำเกินไป 3) หัวฉีดสกปรก 4) ตั้งหัวฉีดไม่ถูกต้อง 5) เกียร์ปั๊มของปั๊มเชื้อเพลิงสึก โดยจะมี 4 สาเหตุที่มีความชัดเจน ซึ่งมี 1 สาเหตุที่ไม่ชัดเจนต้องทำการวิเคราะห์ลงรายละเอียด ได้แก่ 1) แรงดันจากปั๊มเชื้อเพลิงต่ำเกินไปดังรูปที่ 4.8

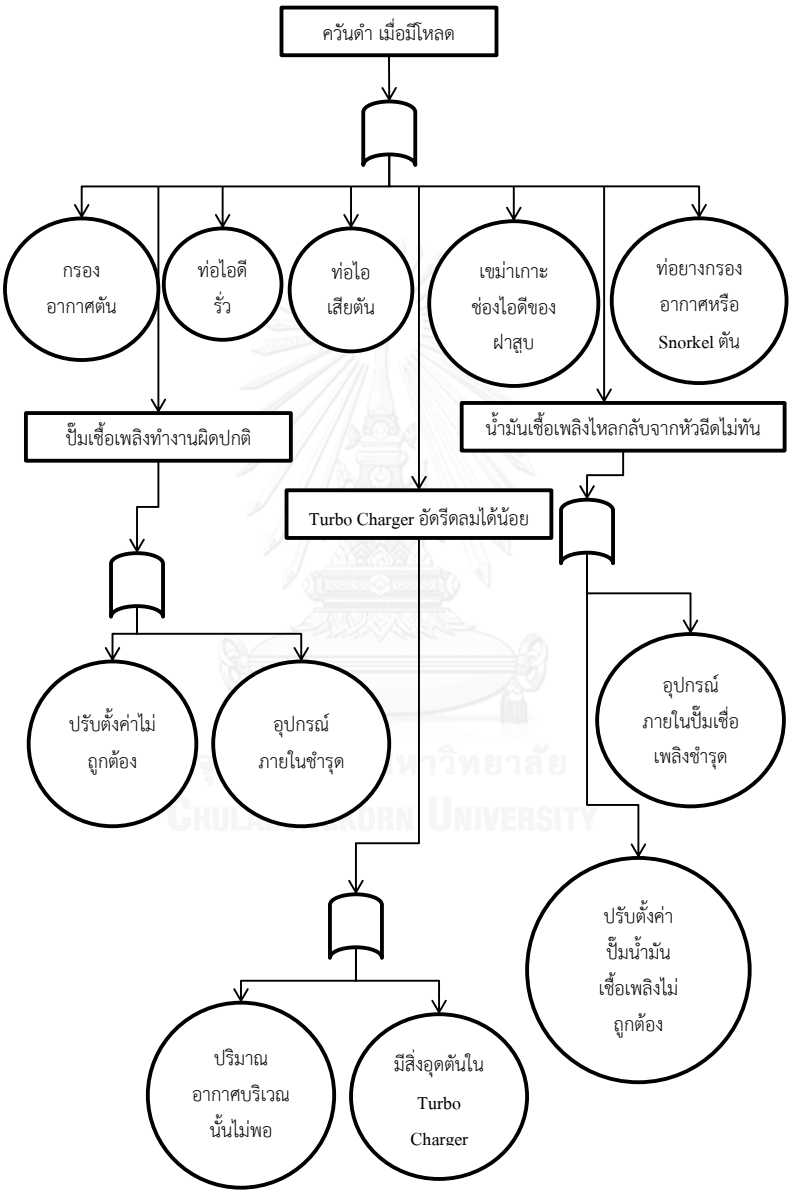


รูปที่ 4.8 การวิเคราะห์หาสาเหตุอาการอาการเครื่องกำลังตกไม่มีควัน (ค่อยเป็นค่อยไป)

4.3.1.9 อาการควันดำเมื่อมีโหลด

อาการควันดำเมื่อมีโหลด จากการวิเคราะห์จะมี 8 สาเหตุ ได้แก่ 1) กรองอากาศตัน 2) ท่อไอดีรั่ว 3) ท่อไอเสียตัน 4) ท่อยางกรองอากาศตัน 5) เขม่าเกาะช่องไอดีของฝาสูบ

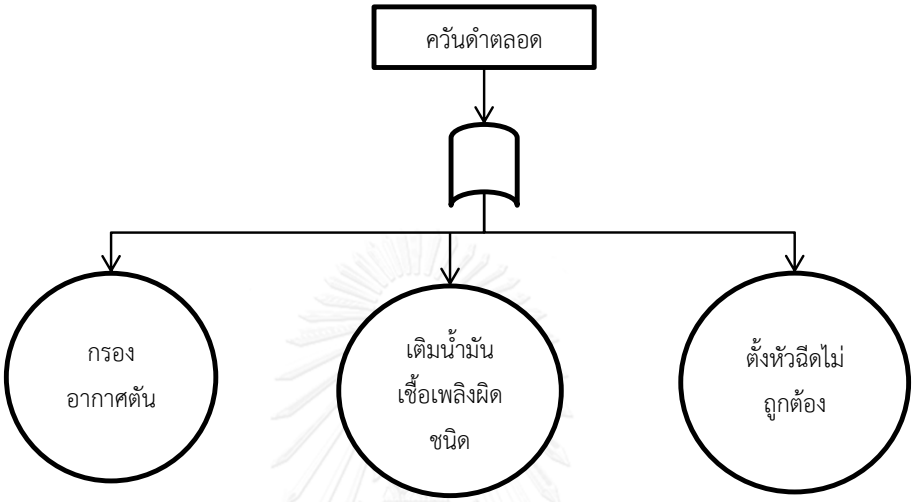
6) ปั๊มเชื้อเพลิงทำงานผิดปกติ 7) น้ำมันเชื้อเพลิงกลับจากหัวฉีดไม่ทัน 8) Turbo charger อัดรีดลมได้น้อย โดยจะมี 5 สาเหตุที่มีความชัดเจน ซึ่งมี 3 สาเหตุที่ไม่ชัดเจนต้องทำการวิเคราะห์ลงรายละเอียด ได้แก่ 1) ปั๊มเชื้อเพลิงทำงานผิดปกติ 2) น้ำมันเชื้อเพลิงกลับจากหัวฉีดไม่ทัน 3) Turbo charger อัดรีดลมได้น้อย ดังรูปที่ 4.9



รูปที่ 4.9 การวิเคราะห์หาสาเหตุอาการอาการควันดำเมื่อมีโหลด

4.3.1.10 อาการควันดำตลอด

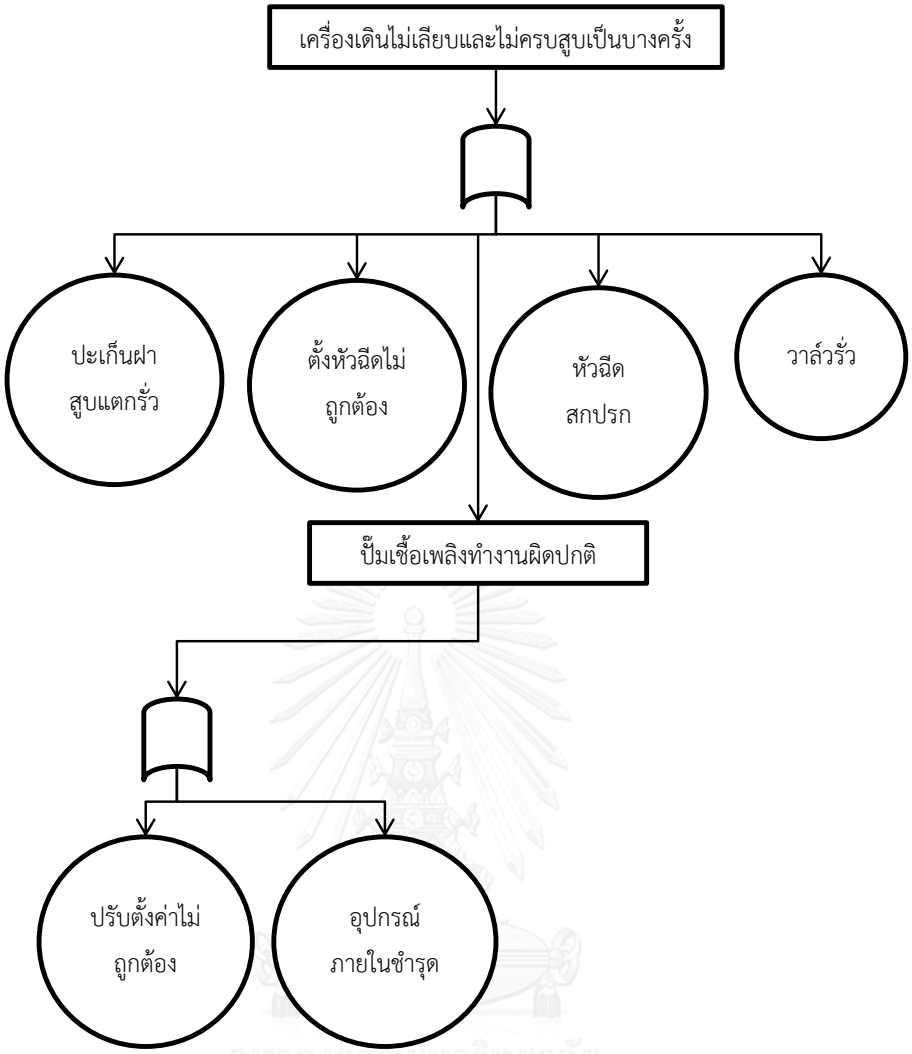
อาการควันดำตลอด จากการวิเคราะห์จะมี 3 สาเหตุ ได้แก่ 1) กรองอากาศตัน 2) น้ำมันเชื้อเพลิงผิดชนิด 3) ตั้งหัวฉีดไม่ถูกต้อง โดยสาเหตุทั้งหมดจะมีความชัดเจนแล้ว ดังรูปที่ 4.10



รูปที่ 4.10 การวิเคราะห์หาสาเหตุอาการอาการควันดำตลอด

4.3.1.11 อาการเครื่องเดินไม่เลียบและไม่ครบสูบ

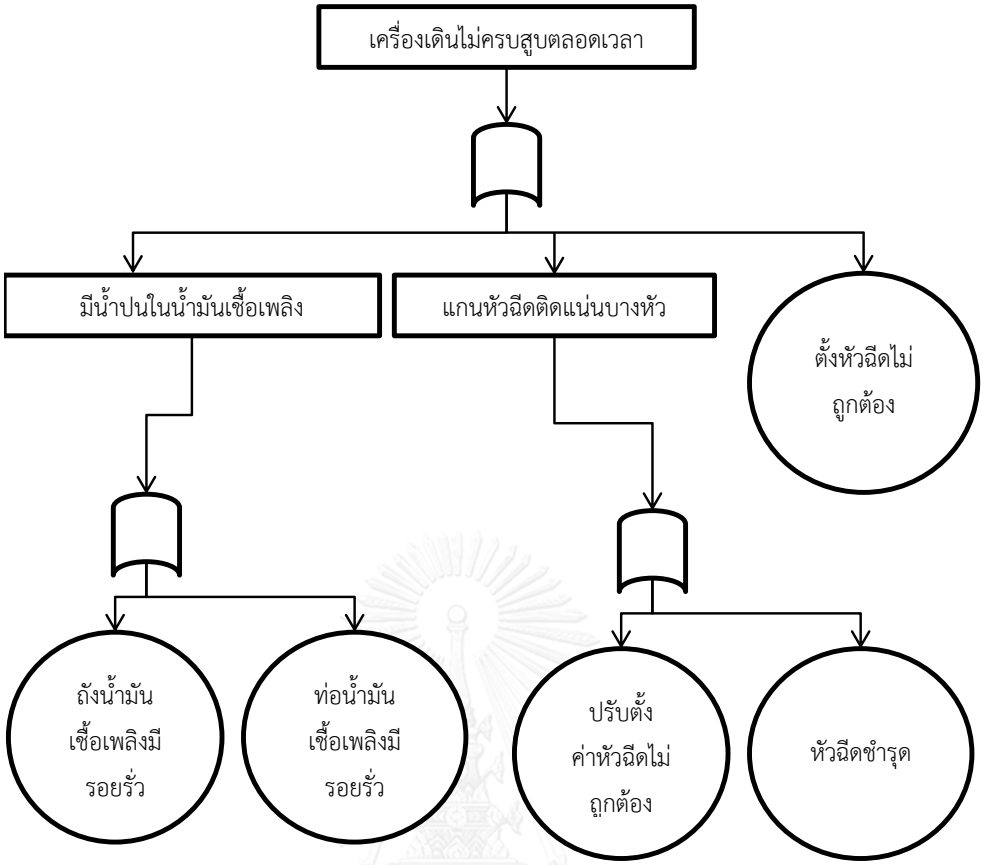
อาการเครื่องเดินไม่เลียบและไม่ครบสูบ จากการวิเคราะห์จะมี 5 สาเหตุ ได้แก่ 1) ปั๊มเชื้อเพลิงทำงานผิดปกติ 2) หัวฉีดสกปรก 3) ตั้งหัวฉีดไม่ถูกต้อง 4) ปะเก็นฝาสูบแตกร้าว 5) วาล์วรั่ว โดยจะมี 4 สาเหตุที่มีความชัดเจน ซึ่งมี 1 สาเหตุที่ไม่ชัดเจนต้องทำการวิเคราะห์ลงรายละเอียด ได้แก่ 1) ปั๊มเชื้อเพลิงทำงานผิดปกติ ดังรูปที่ 4.11



รูปที่ 4.11 การวิเคราะห์หาสาเหตุอาการเครื่องเดินไม่เลียบและไม่ครบสูบ

4.3.1.12 อาการเครื่องเดินไม่ครบสูบตลอดเวลา

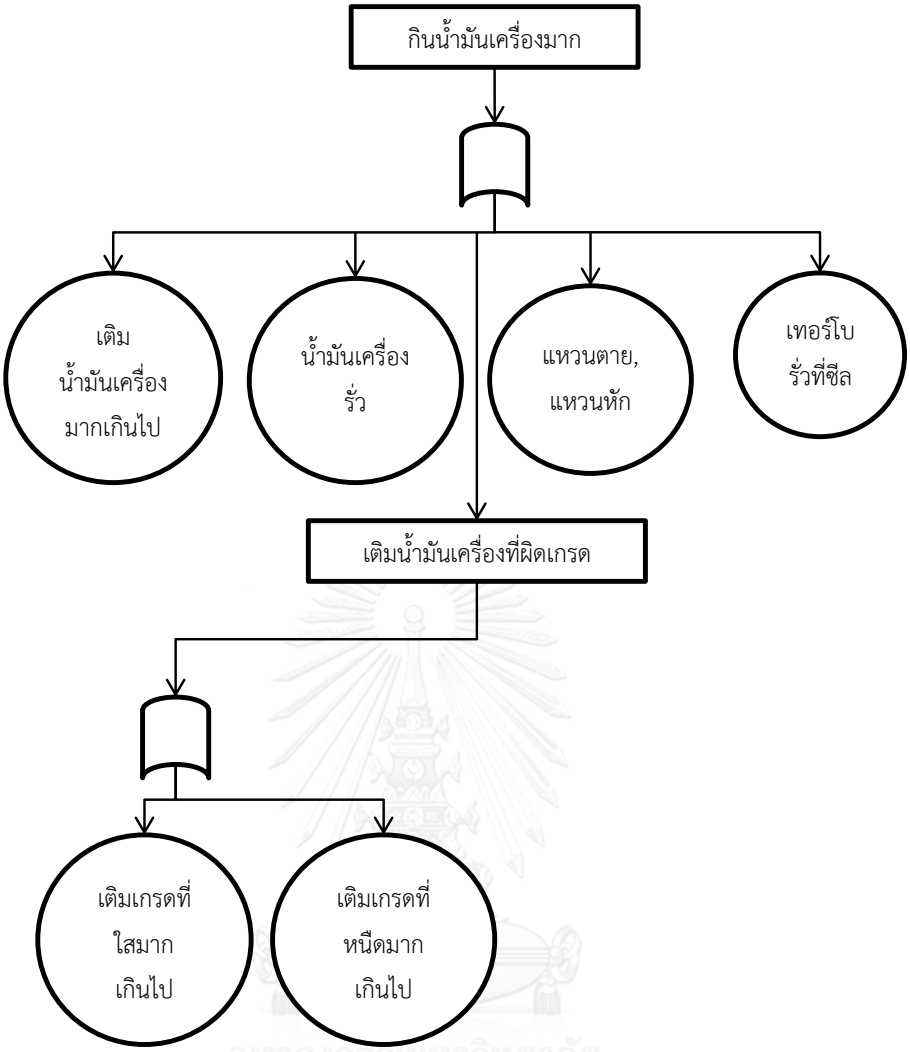
อาการเครื่องเดินไม่ครบสูบตลอดเวลา จากการวิเคราะห์จะมี 3 สาเหตุ ได้แก่ 1) มีน้ำปนในน้ำมันเชื้อเพลิง 2. ตั้งหัวฉีดไม่ถูกต้อง 3. แกนหัวฉีดติดแน่นบางหัว โดยจะมี 1 สาเหตุที่มีความชัดเจน ซึ่งมี 2 สาเหตุที่ไม่ชัดเจนต้องทำการวิเคราะห์ลงรายละเอียด ได้แก่ 1) มีน้ำปนในน้ำมันเชื้อเพลิง 2) แกนหัวฉีดติดแน่นบางหัว ดังรูปที่ 4.12



รูปที่ 4.12 การวิเคราะห์หาสาเหตุอาการเครื่องเดินไม่ครบสูบตลอดเวลา

4.3.1.13 อาการกินน้ำมันเครื่องมาก

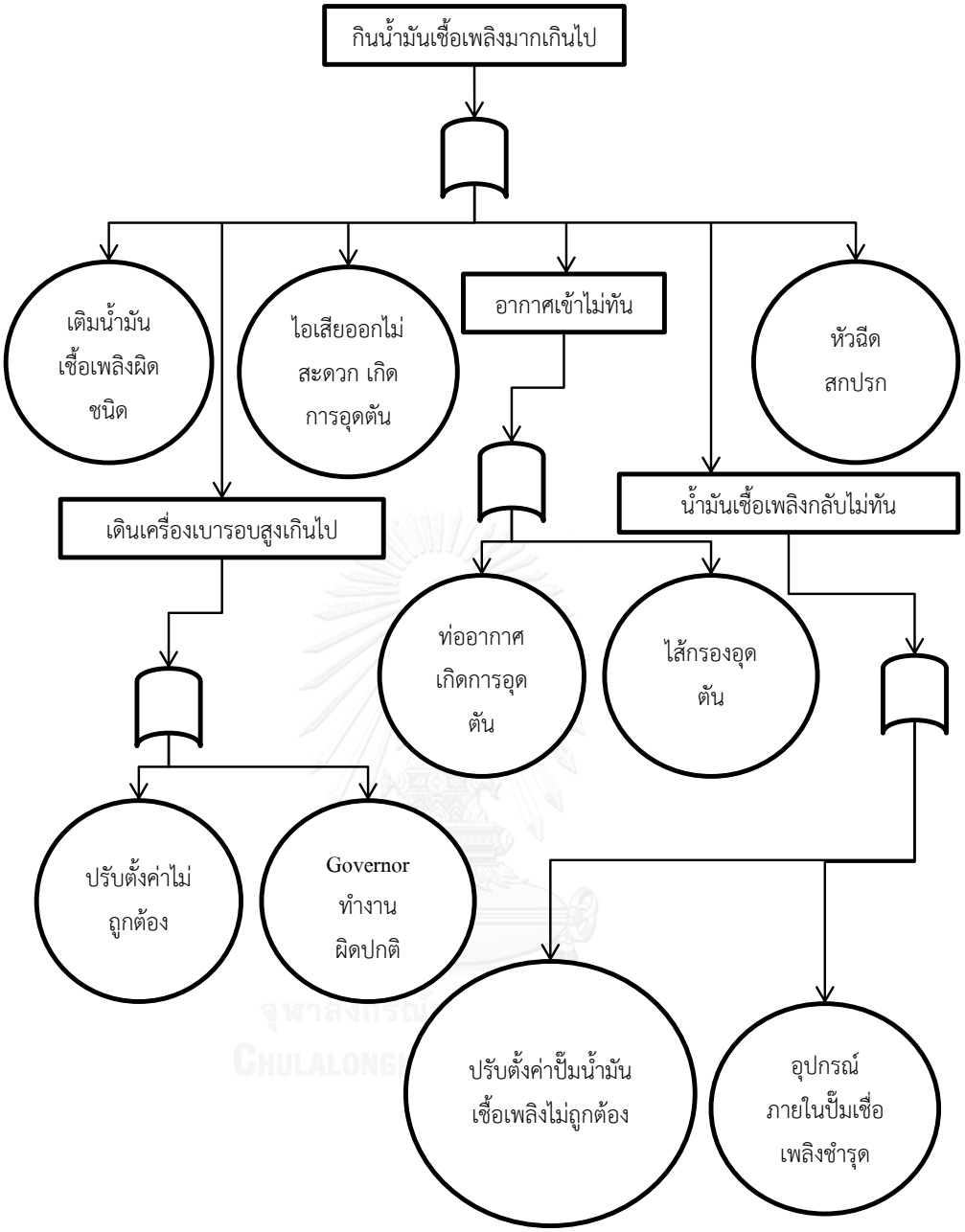
อาการกินน้ำมันเครื่องมาก จากการวิเคราะห์จะมี 5 สาเหตุ ได้แก่ 1) เติมน้ำมันเครื่องมากเกินไป 2) น้ำมันเครื่องรั่ว 3) เติมน้ำมันเครื่องผิดเกรด 4) แหวนตายหรือหัก 5) เทอร์โบรั่วที่ซีล โดยจะมี 4 สาเหตุที่มีความชัดเจน ซึ่งมี 1 สาเหตุที่ไม่ชัดเจนต้องทำการวิเคราะห์ลงรายละเอียด ได้แก่ 1) เติมน้ำมันเครื่องผิดเกรด ดังรูปที่ 4.13



รูปที่ 4.13 การวิเคราะห์หาสาเหตุอาการกินน้ำมันเครื่องมาก

4.3.1.14 อาการกินน้ำมันเชื้อเพลิงมากเกินไป

อาการกินน้ำมันเชื้อเพลิงมากเกินไป จากการวิเคราะห์จะมี 6 สาเหตุ ได้แก่ 1) เติมน้ำมันเชื้อเพลิงผิดชนิด 2) เดินเครื่องรอบเบานานเกินไป 3) ไอเสียออกไม่สะดวก เกิดการอุดตัน 4) อากาศเข้าไม่ทัน 5) น้ำมันเชื้อเพลิงกลับไม่ทัน 6) หัวฉีดสกปรก โดยจะมี 4 สาเหตุที่มีความชัดเจน ซึ่งมี 1 สาเหตุที่ไม่ชัดเจนต้องทำการวิเคราะห์ลงรายละเอียด ได้แก่ 1) เติมน้ำมันเครื่องผิดเกรด ดังรูปที่ 4.14

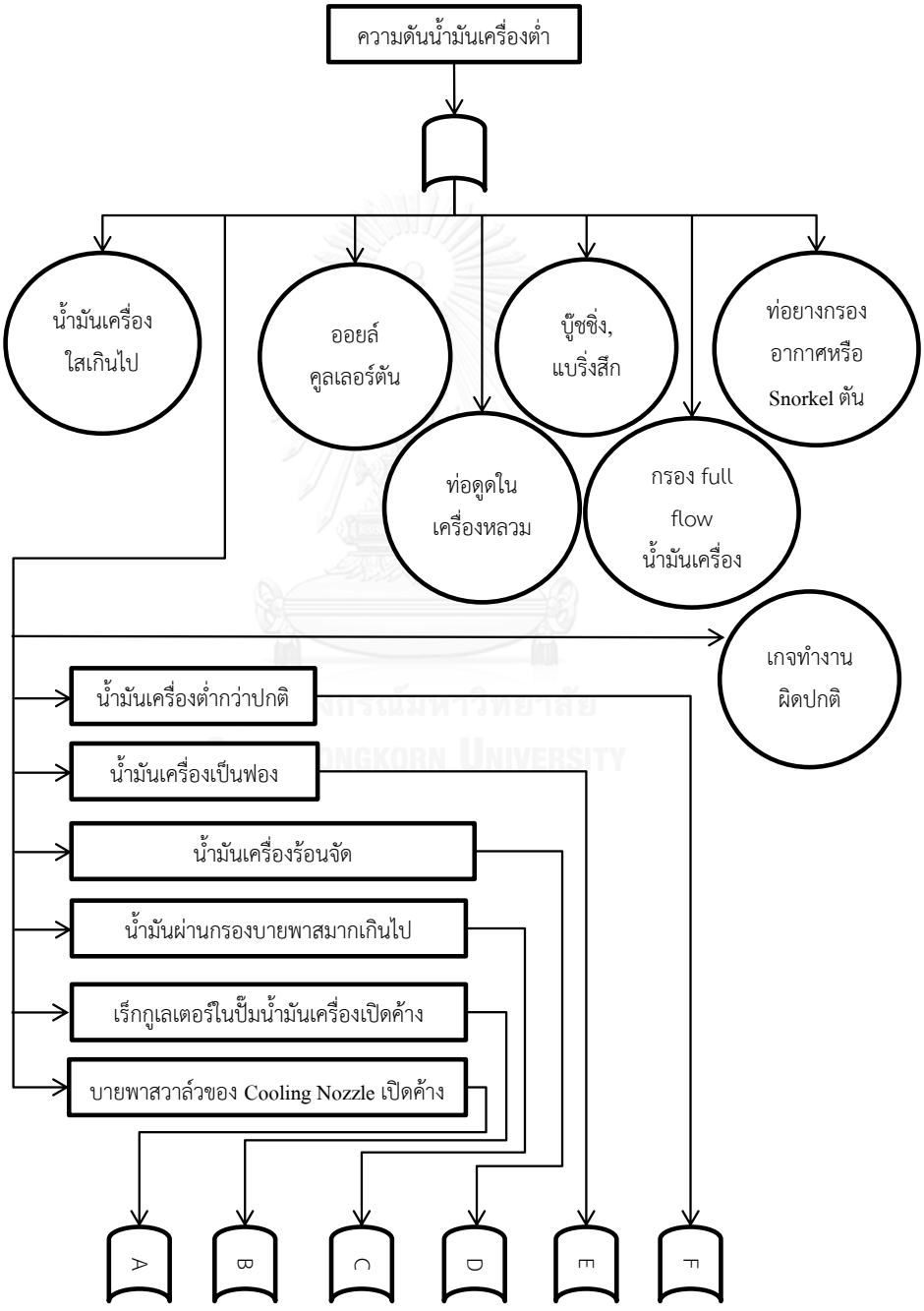


รูปที่ 4.14 การวิเคราะห์หาสาเหตุอาการกินน้ำมันเชื้อเพลิงมากเกินไป

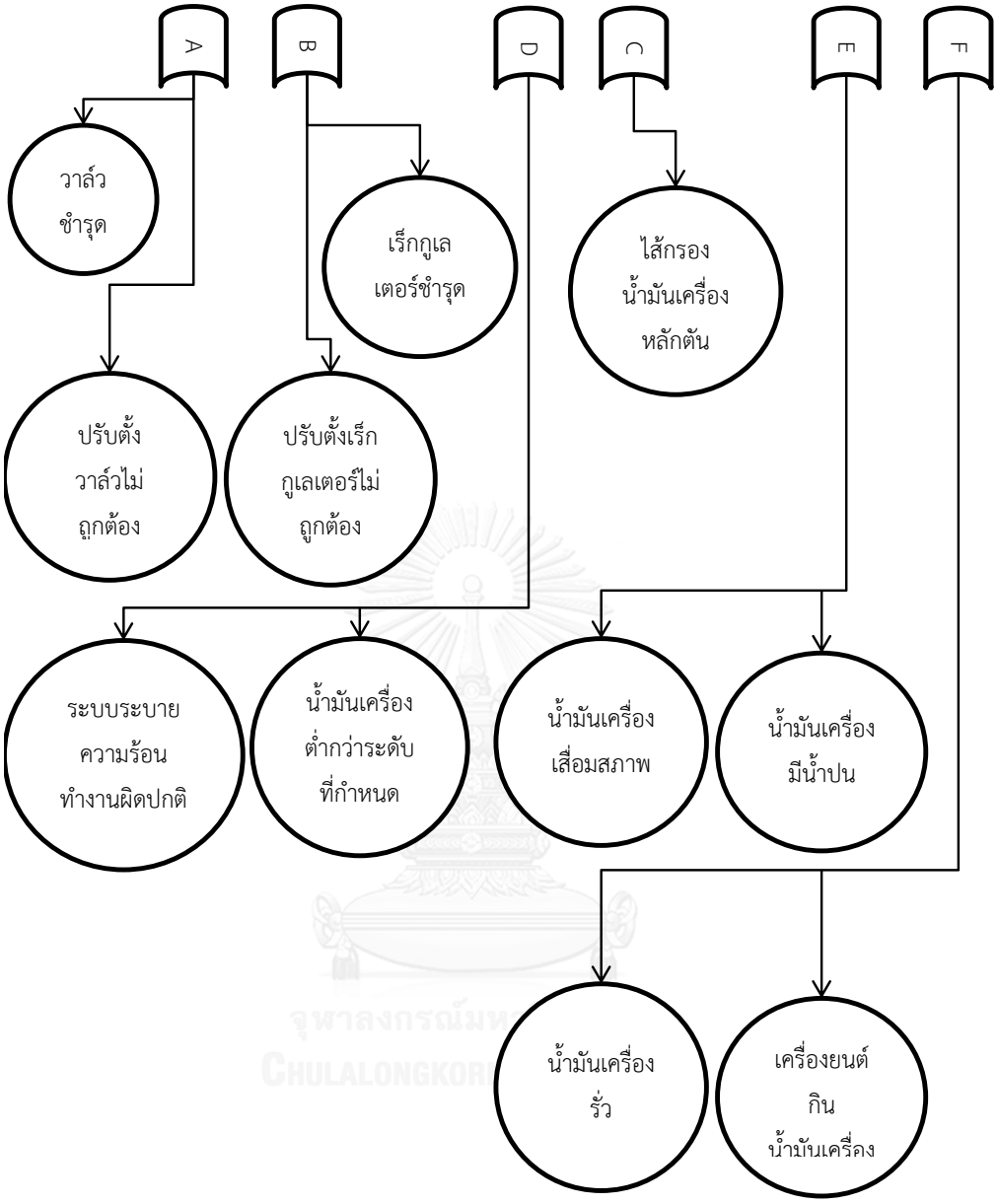
4.3.1.15 อาการความดันน้ำมันเครื่องต่ำ

อาการความดันน้ำมันเครื่องต่ำ จากการวิเคราะห์จะมี 13 สาเหตุ ได้แก่ 1) น้ำมันเครื่องใสเกินไป 2) น้ำมันเครื่องต่ำกว่าปกติ 3) น้ำมันเครื่องเป็นฟอง 4) เกจทำงานผิดปกติ 5) กรอง Full flow น้ำมันเครื่องตัน 6) ออยล์คูลเลอร์ตัน 7) น้ำมันเชื้อเพลิงผ่านกรองบายพาสมากเกินไป 8) บายพาสวาล์วของ Cooling nozzle เปิดค้าง 9) บุ๊ชชิ่งหรือแบรริ่งสึกมาก 10) เฟืองปั๊ม

น้ำมันเครื่องสึก 11) น้ำมันเครื่องร้อนจัด 12) ท่อดูดในเครื่องหลวม 13) เร็กกูเลเตอร์ในปั๊มน้ำมันเครื่องเปิดค้าง โดยจะมี 7 สาเหตุที่มีความชัดเจน ซึ่งมี 6 สาเหตุที่ไม่ชัดเจนต้องทำการวิเคราะห์ลงรายละเอียด ได้แก่ 1) น้ำมันเครื่องต่ำกว่าปกติ 2) น้ำมันเครื่องเป็นฟอง 3) น้ำมันเครื่องร้อนจัด 4) เกจทำงานผิดปกติ 5) น้ำมันเชื้อเพลิงผ่านกรองบายพาสมากเกินไป 6) บายพาสวาล์วของ Cooling nozzle เปิดค้าง ดังรูปที่ 4.15



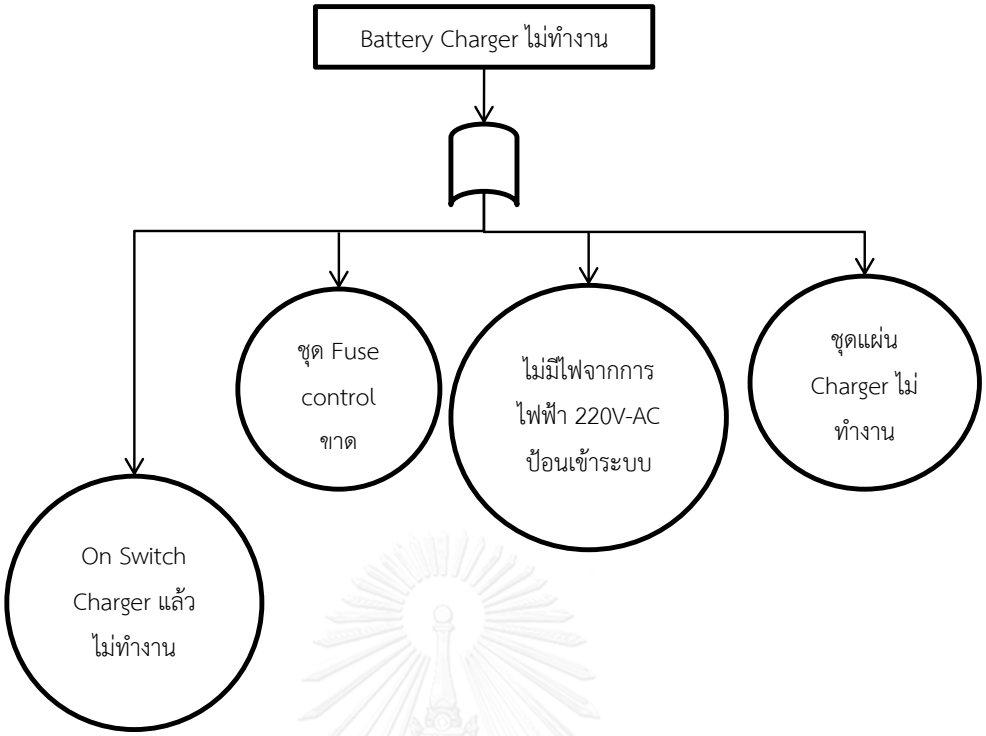
รูปที่ 4.15 การวิเคราะห์หาสาเหตุอาการความดันน้ำมันเครื่องต่ำ



รูปที่ 4.15 การวิเคราะห์หาสาเหตุอาการความดันน้ำมันเครื่องต่ำ (ต่อ)

4.3.1.16 อาการ Battery Charger ไม่ทำงาน

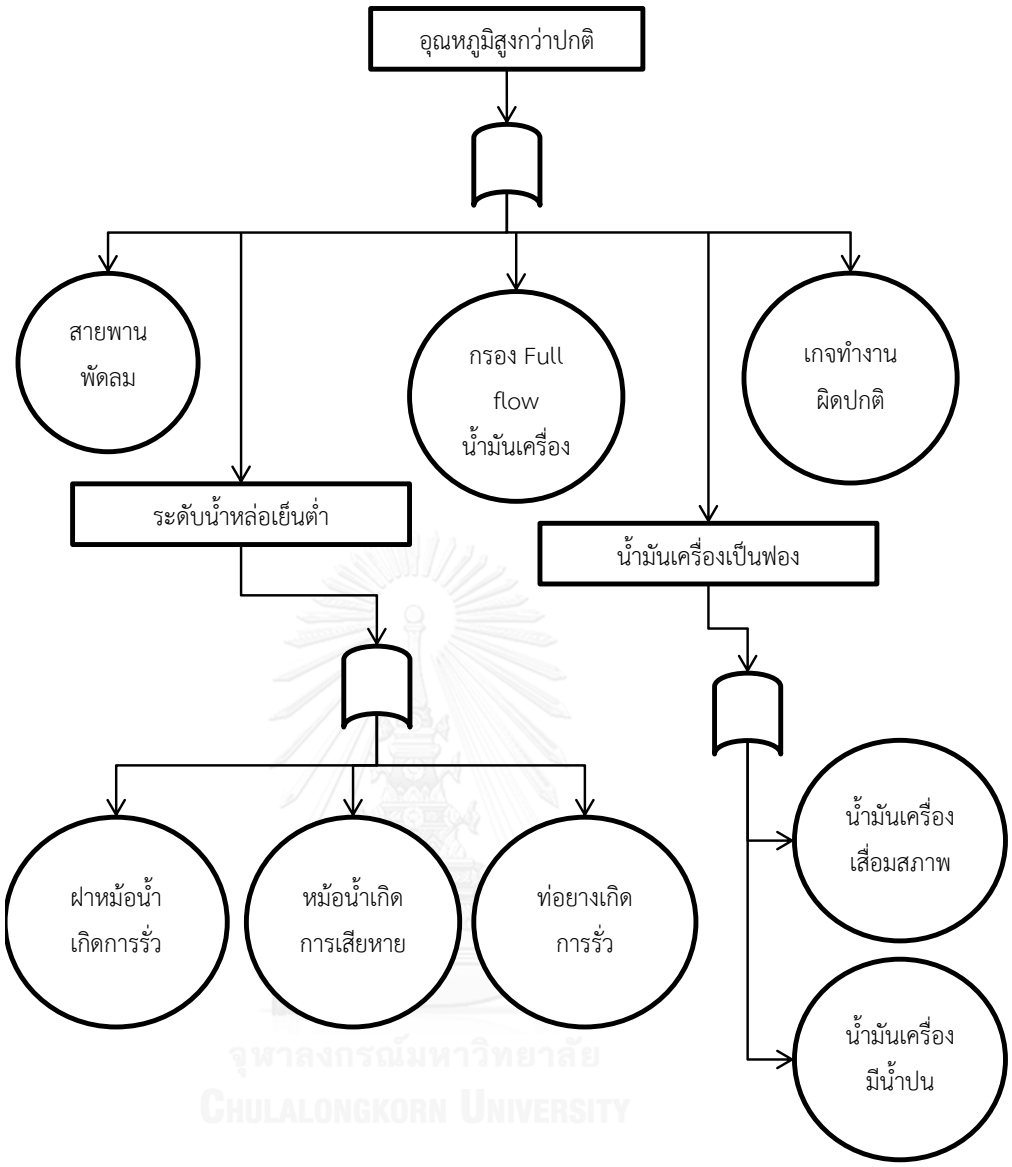
อาการ Battery Charger ไม่ทำงาน จากการวิเคราะห์จะมี 4 สาเหตุ ได้แก่ 1) On switch charger แล้วไม่ทำงาน 2) ชุด fuse control ขาด 3) ไม่มีไฟจากการไฟฟ้า 220 V ป้อนเข้าระบบ 4) ชุด Charger ไม่ทำงาน โดยสาเหตุทั้งหมดจะมีความชัดเจนแล้ว ดังรูปที่ 4.16



รูปที่ 4.16 การวิเคราะห์หาสาเหตุอาการ Battery Charger ไม่ทำงาน

4.3.1.17 อาการอุณหภูมิสูงกว่าปกติ

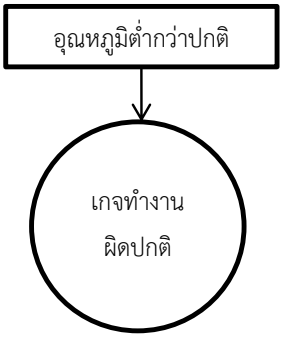
อาการอุณหภูมิสูงกว่าปกติ จากการวิเคราะห์จะมี 7 สาเหตุ ได้แก่ 1) ระดับน้ำหล่อเย็นต่ำ 2) ท่อยางเกิดการรั่ว 3) น้ำมันเครื่องเป็นฟอง 4) กรอง Full flow น้ำมันเครื่องตัน 5) สายพานพัดลมหลวม 6) ฝาหม้อน้ำเกิดการรั่ว 7) หม้อน้ำเกิดการเสียหายหรือรั่ว โดยจะมี 3 สาเหตุที่มีความชัดเจน ซึ่งมี 2 สาเหตุที่ไม่ชัดเจนต้องทำการวิเคราะห์ลงรายละเอียด ได้แก่ 1) ระดับน้ำหล่อเย็นต่ำ จะแบ่งย่อยเป็น ท่อยางเกิดการรั่ว สายพานพัดลมหลวม ฝาหม้อน้ำเกิดการรั่ว หม้อน้ำเกิดการเสียหายหรือรั่ว 2) น้ำมันเครื่องเป็นฟอง ดังรูปที่ 4.17



รูปที่ 4.17 การวิเคราะห์หาสาเหตุอาการอุณหภูมิสูงกว่าปกติ

4.3.1.18 อาการอุณหภูมิต่ำกว่าปกติ

อาการอุณหภูมิต่ำกว่าปกติ จากการวิเคราะห์จะมี 1 สาเหตุ ได้แก่ 1) เกจทำงานผิดปกติ โดยสาเหตุทั้งหมดจะมีความชัดเจนแล้ว ดังรูปที่ 4.18



รูปที่ 4.18 การวิเคราะห์หาสาเหตุอาการอุณหภูมิต่ำกว่าปกติ

เมื่อทำการวิเคราะห์หาสาเหตุแล้ว เครื่องยนต์ดีเซลจะมี 80 สาเหตุ โดยจะนำสาเหตุทั้งหมดระบุรหัสเพื่อความสะดวกในการค้นหาและจับคู่กับอาการผิดปกติ ดังตารางที่ 4.3

ตารางที่ 4.3 สาเหตุของอาการผิดปกติในเครื่องยนต์ดีเซล

รหัสสาเหตุ	สาเหตุ
CE01	เติมน้ำมันเครื่องมากเกินไป
CE02	น้ำมันเครื่องรั่ว
CE03	น้ำมันเชื้อเพลิงเข้า Float tank ไม่ทัน
CE04	ท่อหายใจอุดตัน
CE05	น้ำมันเชื้อเพลิงหมด
CE06	ท่อเชื้อเพลิงอุดตัน
CE07	กรองอากาศตัน
CE08	น้ำมันเครื่องใสเกินไป
CE09	On Switch Charger แล้วไม่ทำงาน
CE10	ระดับน้ำหล่อเย็นต่ำ
CE11	ท่อยางเกิดการรั่ว
CE12	ชุด Fuse control ขาด
CE13	แบตเตอรี่แรงดันไฟฟ้าต่ำ
CE14	เติมน้ำมันเครื่องที่ผิดเกรด
CE15	ท่อน้ำมันเชื้อเพลิงหักงอ, ตีบตัน
CE16	มีเศษวัสดุอุดท่อในถังน้ำมันเชื้อเพลิง
CE17	ลมรั่วเข้าไปในท่อดูดของปั๊มเชื้อเพลิง

ตารางที่ 4.3 สาเหตุของอาการผิดปกติในเครื่องยนต์ดีเซล (ต่อ)

รหัสสาเหตุ	สาเหตุ
CE18	ท่อยางตีบภายใน ท่อยางกรองอากาศตีบเมื่อรอบสูง
CE19	หัวฉีดมีน้ำในเชื้อเพลิง
CE20	กรองเชื้อเพลิงตัน น้ำมันไหลไม่สะดวก
CE21	ท่อไอดีรั่ว
CE22	ท่อไอเสียตัน
CE23	ท่อยางกรองอากาศหรือSnorkel ตัน
CE24	น้ำมันเชื้อเพลิงผิดชนิด
CE25	เดินเครื่องรอบสูงนานเกินไป
CE26	ไอเสียออกไม่สะดวก เกิดการอุดตัน
CE27	อากาศเข้าไม่ทัน
CE28	น้ำมันเชื้อเพลิงกลับไม่ทัน
CE29	น้ำมันเครื่องต่ำกว่าปกติ
CE30	น้ำมันเครื่องเป็นฟอง
CE31	เกจทำงานผิดปกติ
CE32	กรอง full flow น้ำมันเครื่องตัน
CE33	มีน้ำปนในน้ำมันเชื้อเพลิง
CE34	ไม่มีไฟจากการไฟฟ้า 220V-AC ป้อนเข้าระบบ
CE35	สายพานพัดลมหลวม
CE36	ฝาหม้อน้ำเกิดการรั่ว
CE37	เขม่าเกาะช่องไอดีของฝาสูบ
CE38	หม้อน้ำเกิดการเสียหาย, รั่ว
CE39	ขั้วแบตเตอรี่แน่นแต่ start relay, ขั้วสกปรก
CE40	สวิทซ์เสีย หรือ หลวม
CE41	น้ำมันเชื้อเพลิงต่ำ
CE42	Fuel Shutdown Valve ไม่ทำงาน, คอยล์เสีย
CE43	สวิทซ์สตาร์ทไม่ทำงาน
CE44	สายแบตเตอรี่สภาพไม่ดี
CE45	แหวนตาย, แหวนหัก

ตารางที่ 4.3 สาเหตุของอาการผิดปกติในเครื่องยนต์ดีเซล (ต่อ)

รหัสสาเหตุ	สาเหตุ
CE46	เทอร์โบรั่วที่ซีล
CE47	แผ่นเหล็กในท่อเก็บเสียงหลุดอุดท่อไอเสีย
CE48	ปั๊มเชื้อเพลิงทำงานผิดปกติ
CE49	เทอร์โบไม่ทำงาน
CE50	แรงดันจากปั๊มเชื้อเพลิงต่ำเกินไป
CE51	หัวฉีดสกปรก
CE52	น้ำมันเชื้อเพลิงกลับจากหัวฉีดไม่ทัน
CE53	ตั้งหัวฉีดไม่ถูกต้อง
CE54	ออยล์คูลเลอร์ตัน
CE55	น้ำมันเชื้อเพลิงผ่านกรองบายพาสมากเกินไป
CE56	บายพาสวาล์วของ Cooling Nozzle เปิดค้าง
CE57	บู๊ชชิ่ง, แบริ่งสึกมาก
CE58	เฟืองปั๊มน้ำมันเครื่องสึก, หลอม
CE59	ปะเก็นฝาสูบแตกรั่ว
CE60	แกนหัวฉีดติดแน่นบางหัว
CE61	ชุดแผ่น Charger ไม่ทำงาน
CE62	โซลินอยด์ไม่ทำงาน หรือ หลวม
CE63	ECU ไม่ทำงาน
CE64	มอเตอร์สตาร์ทไม่ทำงาน
CE65	Safety Control สั่งดับเครื่องไว้
CE66	มอเตอร์สตาร์ทกินไฟมากกว่าปกติ
CE67	ชุด Fuel Shutdown Valve ทำงานผิดปกติ
CE68	Turbo Charger อัดรีดลมได้น้อย
CE69	น้ำมันเครื่องร้อนจัด
CE70	ท่อดูดในเครื่องหลวม
CE71	เร็กกูเลเตอร์ในปั๊มน้ำมันเครื่องเปิดค้าง
CE72	เครื่องพยายาม Cranking Start จนครบ 3 ครั้ง และสั่ง Shut Down
CE73	Fuel Shutdown Valve และ Injector เสีย

ตารางที่ 4.3 สาเหตุของอาการผิดปกติในเครื่องยนต์ดีเซล (ต่อ)

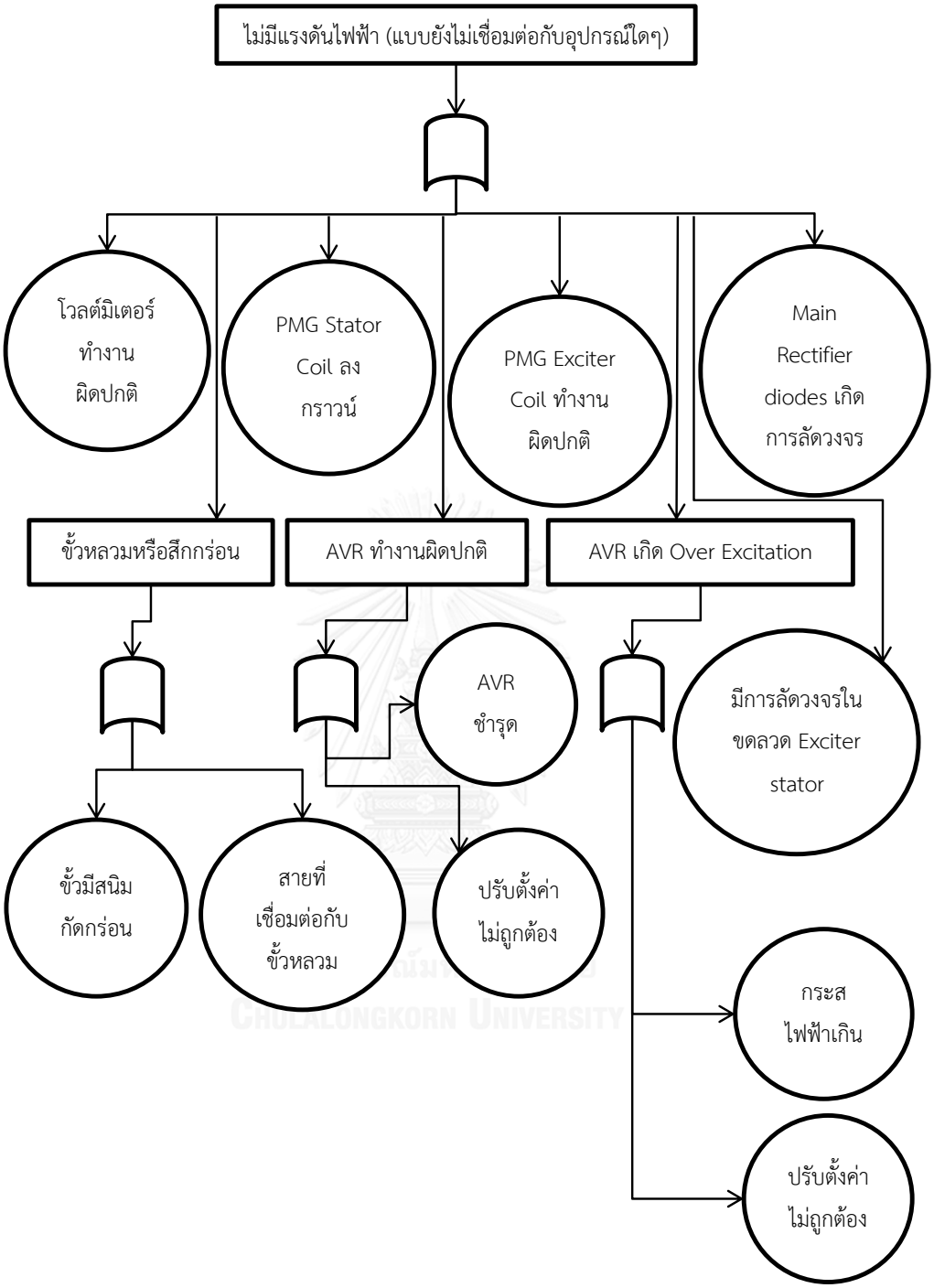
รหัสสาเหตุ	สาเหตุ
CE74	ข้อเหวี่ยงหัก
CE75	แบริ่งละลาย
CE76	กระบอกสูบ, ลูกสูบติดแน่น
CE77	ก้านสูบหัก, ลูกสูบแตก, กระบอกสูบแตก
CE78	Governor ทำงานผิดปกติ
CE79	เกียร์ปั๊มของปั๊มเชื้อเพลิงสึก
CE80	วาล์วรั่ว

4.3.2 การวิเคราะห์ Fault tree analysis ของตัวผลิตกระแสไฟฟ้า ชนิดแม่เหล็กถาวร

จากการศึกษาอาการผิดปกติตัวผลิตกระแสไฟฟ้า ชนิดแม่เหล็กถาวร สามารถจะแบ่งได้เป็น มี 11 อาการผิดปกติ ดังนี้

4.3.2.1 อาการ ไม่มีแรงดันไฟฟ้า (แบบยังไม่เชื่อมต่อกับอุปกรณ์ใดๆ)

อาการ ไม่มีแรงดันไฟฟ้า (แบบยังไม่เชื่อมต่อกับอุปกรณ์ใดๆ) จากการวิเคราะห์จะมี 8 สาเหตุ ได้แก่ 1) ขั้วหลวมหรือสึกกร่อน 2) โวลต์มิเตอร์ทำงานผิดปกติ 3) PMG exciter coil ทำงานผิดปกติ 4) PMG stator coil ลงกราวน์ 5) AVR เกิด Over excitation 6) Main rectifier diodes เกิดลัดวงจร 7) มีการลัดวงจรใน Exciter stator 8) AVR ทำงานผิดปกติ โดยจะมี 5 สาเหตุที่มีความชัดเจน ซึ่งมี 3 สาเหตุที่ไม่ชัดเจนต้องทำการวิเคราะห์ลงรายละเอียด ได้แก่ 1) ขั้วหลวมหรือสึกกร่อน 2) AVR ทำงานผิดปกติ 3) AVR เกิด Over excitation ดังรูปที่ 4.19

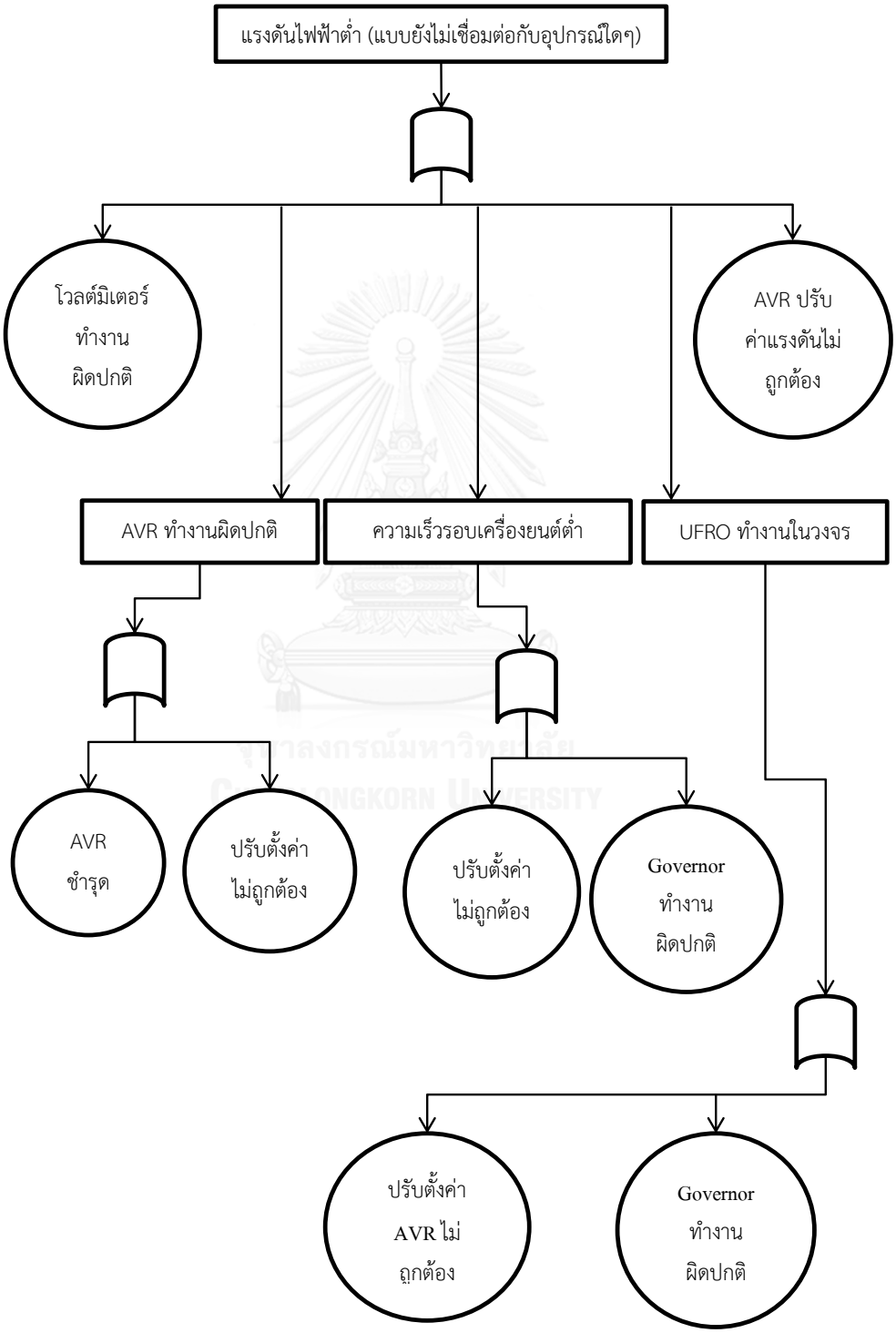


รูปที่ 4.19 การวิเคราะห์หาสาเหตุอาการไม่มีแรงดันไฟฟ้า (แบบยังไม่เชื่อมต่อกับอุปกรณ์ใดๆ)

4.3.2.2 อาการ แรงดันไฟฟ้าต่ำ (แบบยังไม่เชื่อมต่อกับอุปกรณ์ใดๆ)

อาการ แรงดันไฟฟ้าต่ำ (แบบยังไม่เชื่อมต่อกับอุปกรณ์ใดๆ) จากการวิเคราะห์จะมี 5 สาเหตุ ได้แก่ 1) โวลต์มิเตอร์ทำงานผิดปกติ 2) AVR ทำงานผิดปกติ 3) AVR ปรับ

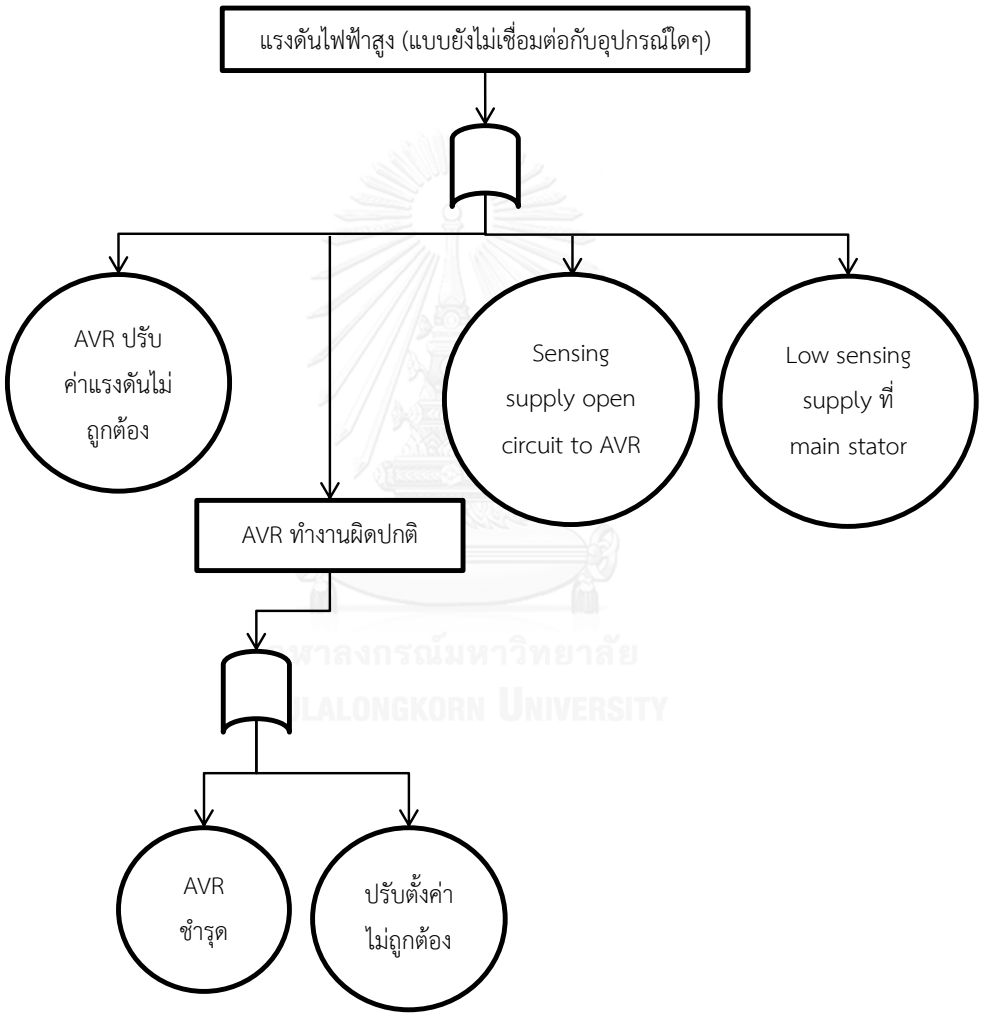
ค่าแรงดันไม่ถูกต้อง 4) ความเร็วรอบเครื่องยนต์ต่ำ 5) UFRO ทำงานในวงจร โดยจะมี 2 สาเหตุที่มีความชัดเจน ซึ่งมี 3 สาเหตุที่ไม่ชัดเจนต้องทำการวิเคราะห์ลงรายละเอียด ได้แก่ 1) AVR ทำงานผิดปกติ 2) AVR ปรับค่าแรงดันไม่ถูกต้อง 3) UFRO ทำงานในวงจร ดังรูปที่ 4.20



รูปที่ 4.20 การวิเคราะห์หาสาเหตุอาการแรงดันไฟฟ้าต่ำ (แบบยังไม่เชื่อมต่อกับอุปกรณ์ใดๆ)

4.3.2.3 อาการ แรงดันไฟฟ้าสูง (แบบยังไม่เชื่อมต่อกับอุปกรณ์ใดๆ)

อาการ แรงดันไฟฟ้าสูง (แบบยังไม่เชื่อมต่อกับอุปกรณ์ใดๆ) จากการวิเคราะห์จะมี 4 สาเหตุ ได้แก่ 1) Low sensing supply ที่ main stator 2) Sensing supply เปิดวงจรที่ AVR 3) AVR ทำงานผิดปกติ 4) AVR ปรับค่าแรงดันไม่ถูกต้อง โดยจะมี 3 สาเหตุที่มีความชัดเจน ซึ่งมี 1 สาเหตุที่ไม่ชัดเจนต้องทำการวิเคราะห์ลงรายละเอียด ได้แก่ 1) AVR ทำงานผิดปกติ ดังรูปที่ 4.21

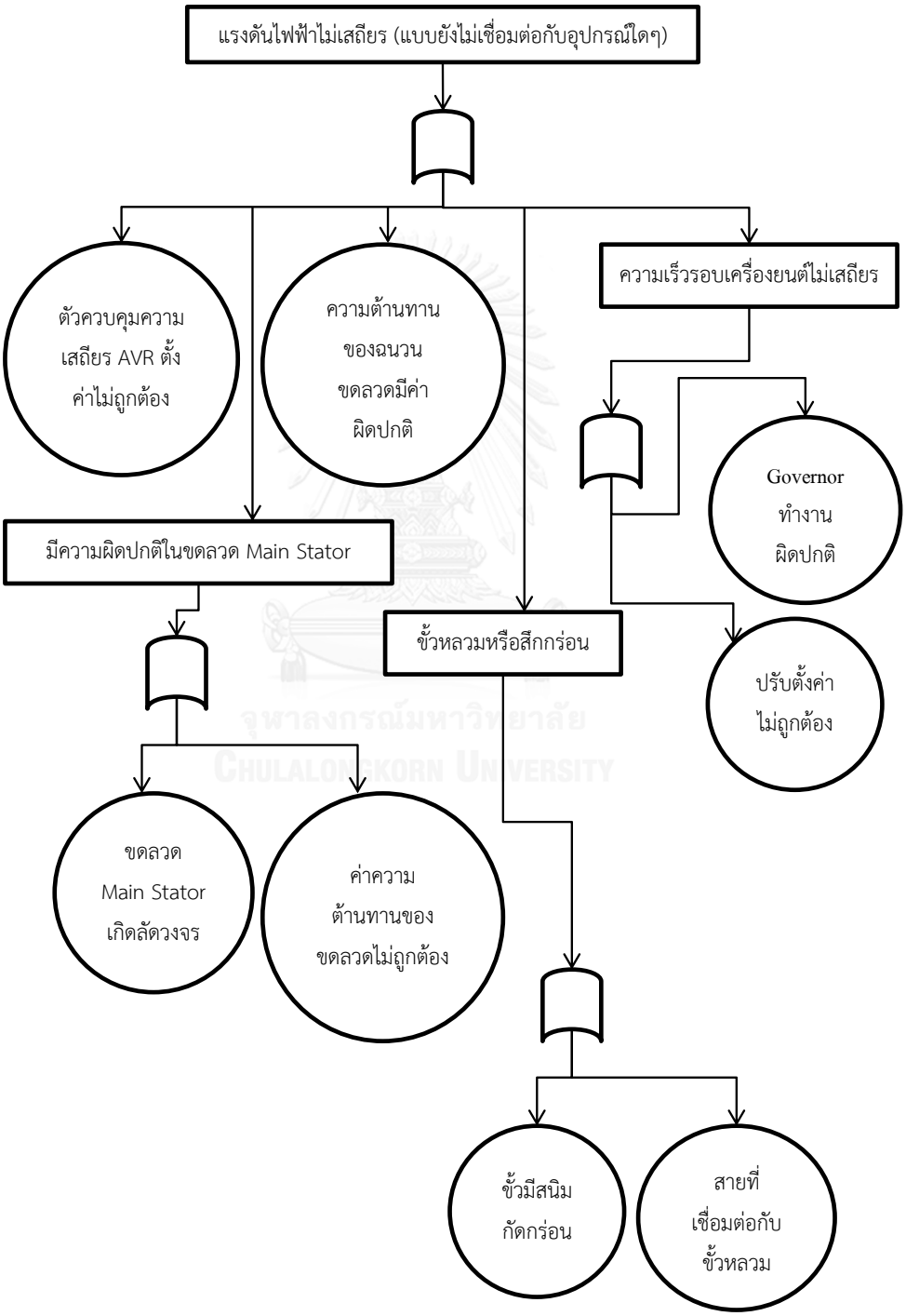


รูปที่ 4.21 การวิเคราะห์หาสาเหตุอาการแรงดันไฟฟ้าสูง (แบบยังไม่เชื่อมต่อกับอุปกรณ์ใดๆ)

4.3.2.4 อาการ แรงดันไฟฟ้าไม่เสถียร (แบบยังไม่เชื่อมต่อกับอุปกรณ์ใดๆ)

อาการ แรงดันไฟฟ้าไม่เสถียร (แบบยังไม่เชื่อมต่อกับอุปกรณ์ใดๆ) จากการวิเคราะห์จะมี 5 สาเหตุ ได้แก่ 1) ขั้วหลวมหรือสึกกร่อน 2) ความเร็วรอบเครื่องยนต์ไม่เสถียร 3) ตัว

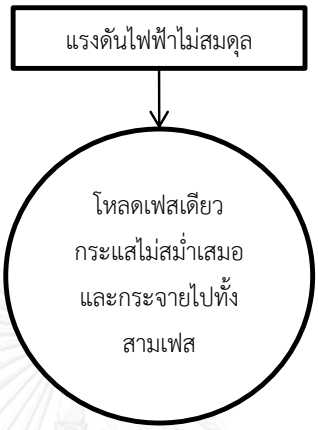
ควบคุมความเสถียร AVR ตั้งค่าไม่ถูกต้อง 4) ความต้านทานของฉนวนขดลวดมีค่าผิดปกติ 5. มีความผิดปกติในขดลวด Main stator โดยจะมี 2 สาเหตุที่มีความชัดเจน ซึ่งมี 3 สาเหตุที่ไม่ชัดเจนต้องทำการวิเคราะห์ลงรายละเอียด ได้แก่ 1) ขั้วหลวมหรือสึกกร่อน 2) ความเร็วรอบเครื่องยนต์ไม่เสถียร 3) มีความผิดปกติในขดลวด Main stator ดังรูปที่ 4.22



รูปที่ 4.22 การวิเคราะห์หาสาเหตุอาการแรงดันไฟฟ้าไม่เสถียร (แบบยังไม่เชื่อมต่อกับอุปกรณ์ใดๆ)

4.3.2.5 อาการ แรงดันไฟฟ้าไม่สมดุล

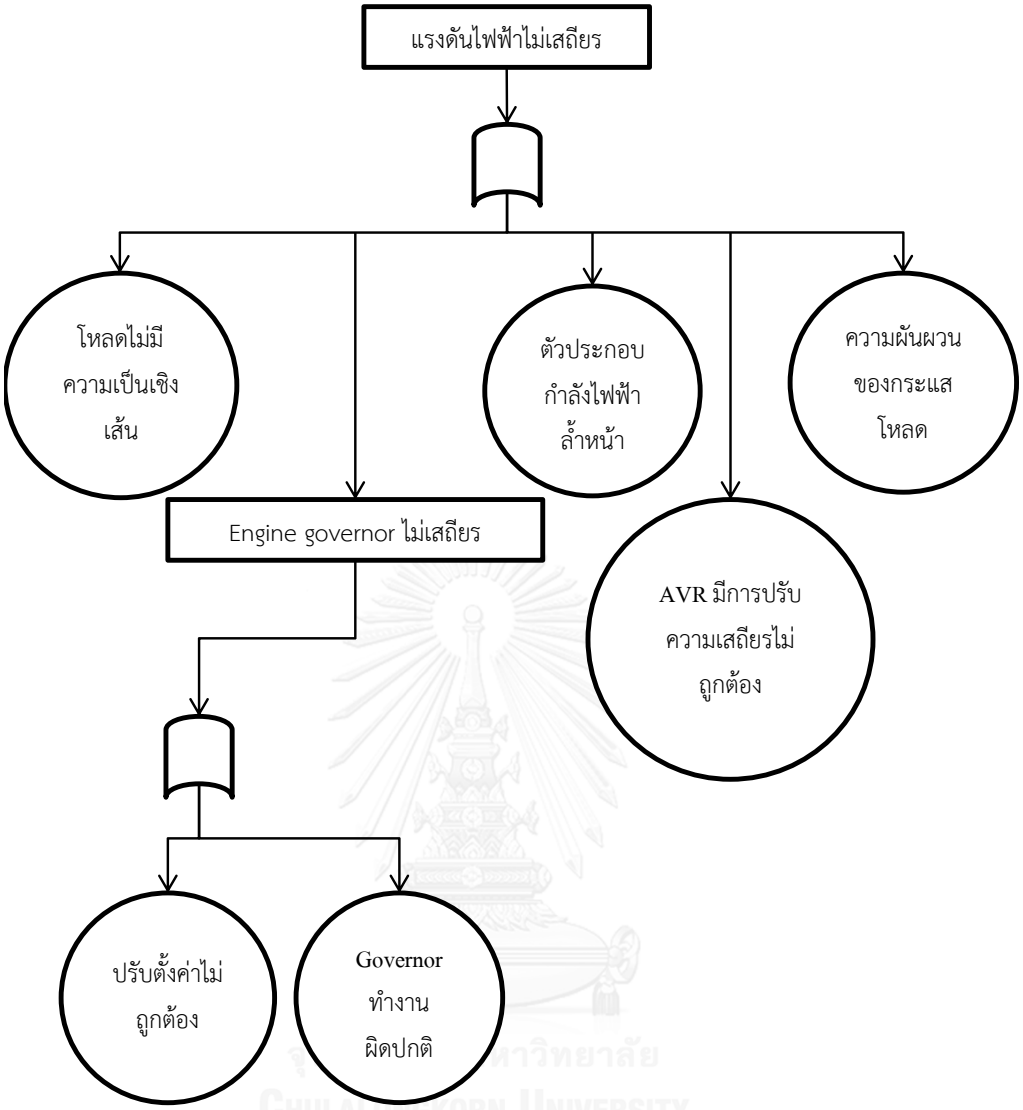
อาการ แรงดันไฟฟ้าไม่สมดุล จากการวิเคราะห์จะมี 1 สาเหตุ ได้แก่ 1) โหลดเฟสเดียวกระแสไม่สม่ำเสมอและกระจายไปทั้ง 3 เฟส โดยสาเหตุทั้งหมดจะมีความชัดเจนแล้ว ดังรูปที่ 4.23



รูปที่ 4.23 การวิเคราะห์หาสาเหตุอาการแรงดันไฟฟ้าไม่สมดุล

4.3.2.6 อาการ แรงดันไฟฟ้าไม่เสถียร

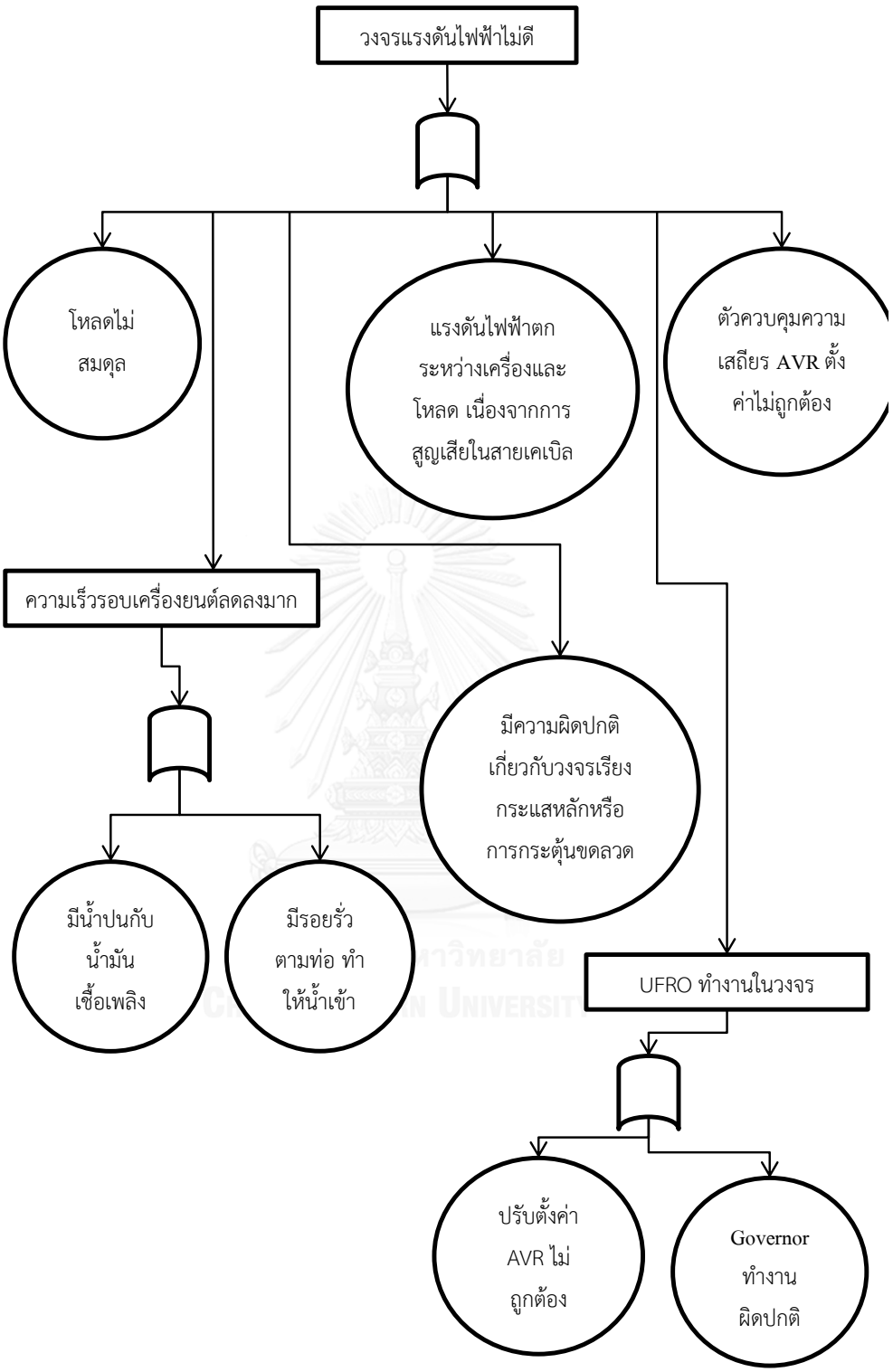
อาการ แรงดันไฟฟ้าไม่เสถียร จากการวิเคราะห์จะมี 5 สาเหตุ ได้แก่ 1) โหลดไม่มีความเป็นเชิงเส้น 2) ตัวประกอบกำลังล้ำหน้า 3) AVR มีการปรับความเสถียรไม่ถูกต้อง 4) ความผันผวนของกระแสโหลด 5) Engine governor ไม่เสถียร โดยจะมี 4 สาเหตุที่มีความชัดเจน ซึ่งมี 1 สาเหตุที่ไม่ชัดเจนต้องทำการวิเคราะห์ลงรายละเอียด ได้แก่ 1) Engine governor ไม่เสถียร ดังรูปที่ 4.24



รูปที่ 4.24 การวิเคราะห์หาสาเหตุอาการแรงดันไฟฟ้าไม่เสถียร

4.3.2.7 อาการ วงจรแรงดันไฟฟ้าไม่ดี

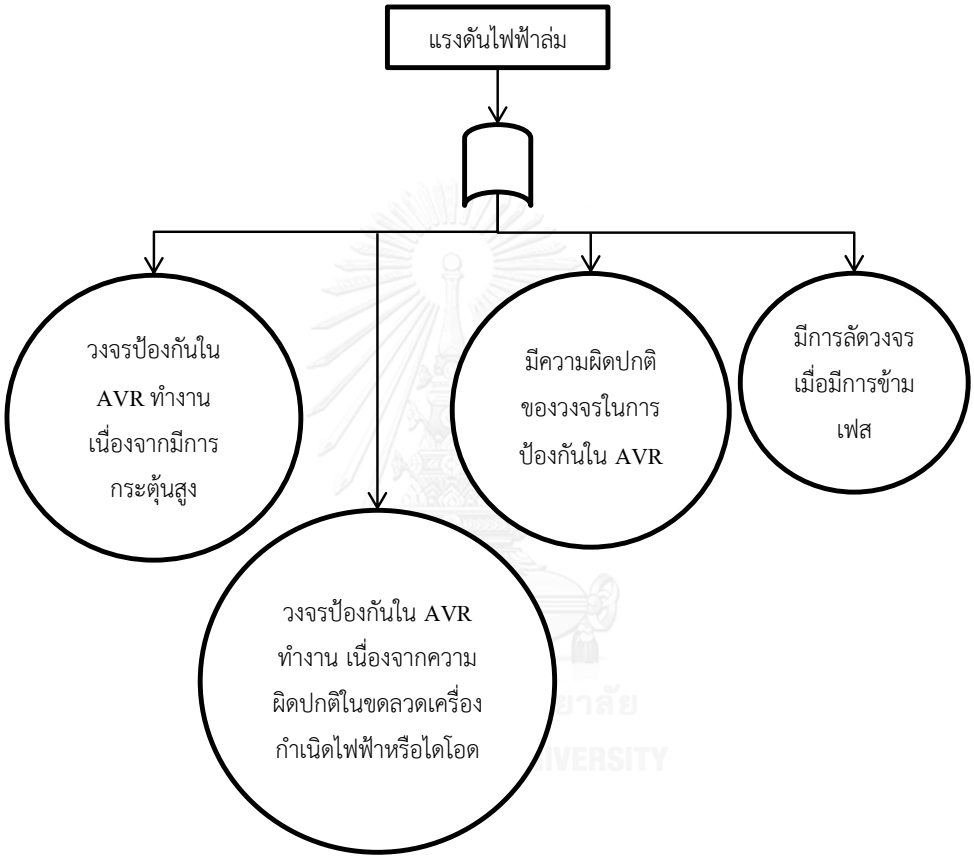
อาการ วงจรแรงดันไฟฟ้าไม่ดี จากการวิเคราะห์จะมี 6 สาเหตุ ได้แก่ 1) โหลดไม่สมดุล 2) ตัวควบคุมความเสถียร AVR ตั้งค่าไม่ถูกต้อง 3) มีความผิดปกติเกี่ยวกับวงจรกระแสหลักหรือกระตุ้นขดลวด 4) ความเร็วรอบเครื่องลดลงมาก 5) แรงดันไฟฟ้าตกระหว่างเครื่องและโหลดเนื่องจากการสูญเสียในสายเคเบิล 6) UFRO ทำงานในวงจร โดยจะมี 4 สาเหตุที่มีความชัดเจน ซึ่งมี 2 สาเหตุที่ไม่ชัดเจนต้องทำการวิเคราะห์ลงรายละเอียด ได้แก่ 1) ความเร็วรอบเครื่องลดลงมาก 2) UFRO ทำงานในวงจร ดังรูปที่ 4.25



รูปที่ 4.25 การวิเคราะห์หาสาเหตุอาการวงจรแรงดันไฟฟ้าไม่ดี

4.3.2.8 อาการ แรงดันไฟฟ้าล่ม

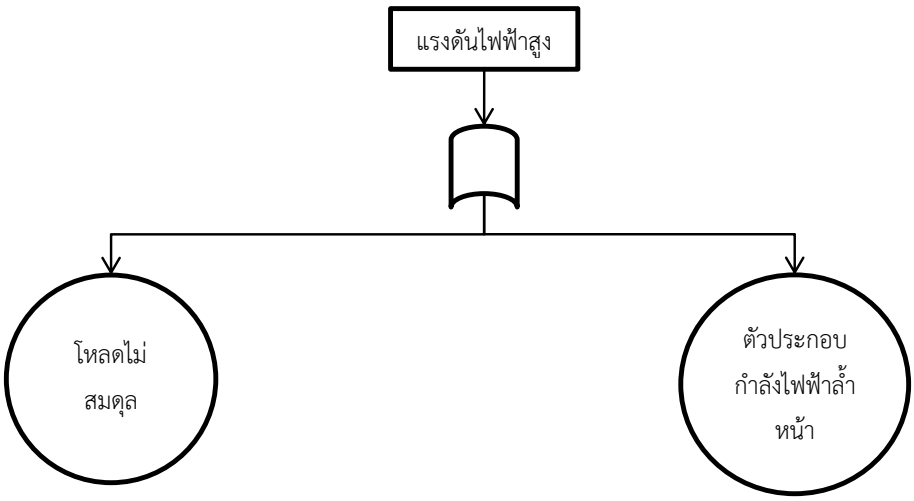
อาการ แรงดันไฟฟ้าล่ม จากการวิเคราะห์จะมี 4 สาเหตุ ได้แก่ 1) มีการลัดวงจรเมื่อมีการข้ามเฟส 2) วงจรป้องกันใน AVR ทำงาน เนื่องจากมีการกระตุ้นสูง 3) มีความผิดปกติของวงจรป้องกันใน AVR 4) วงจรป้องกันใน AVR ทำงาน เนื่องจากความผิดปกติในขดลวดเครื่องกำเนิดไฟฟ้าหรือไดโอด โดยสาเหตุทั้งหมดจะมีความชัดเจนแล้ว ดังรูปที่ 4.26



รูปที่ 4.26 การวิเคราะห์หาสาเหตุอาการแรงดันไฟฟ้าล่ม

4.3.2.9 อาการ แรงดันไฟฟ้าสูง

อาการ แรงดันไฟฟ้าล่ม จากการวิเคราะห์จะมี 2 สาเหตุ ได้แก่ 1) โหลดไม่สมดุล 2) ตัวประกอบกำลังไฟฟ้าล้ำหน้า โดยสาเหตุทั้งหมดจะมีความชัดเจนแล้ว ดังรูปที่ 4.27

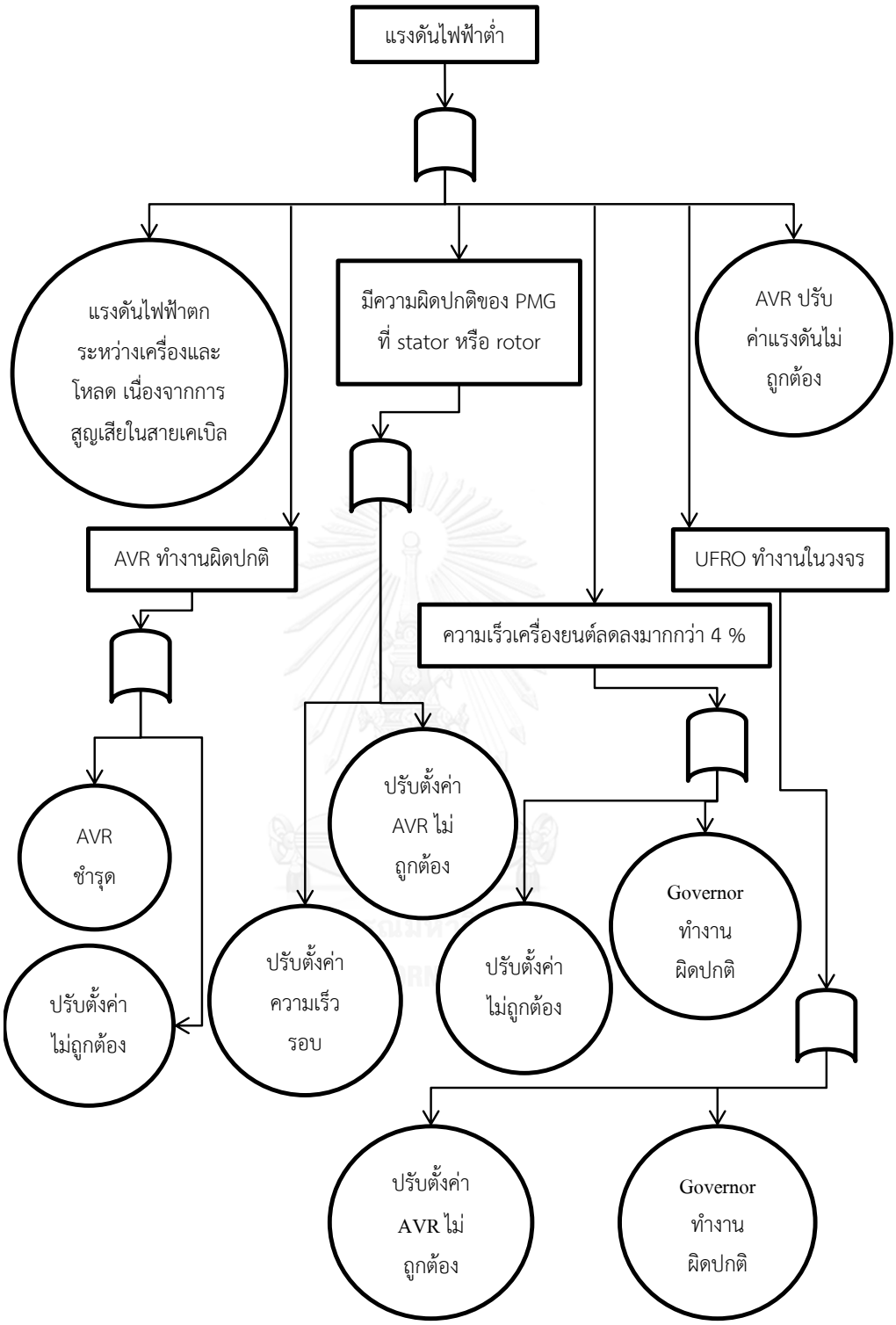


รูปที่ 4.27 การวิเคราะห์หาสาเหตุอาการแรงดันไฟฟ้าสูง

4.3.2.10 อาการ แรงดันไฟฟ้าต่ำ

อาการ แรงดันไฟฟ้าต่ำ จากการวิเคราะห์จะมี 5 สาเหตุ ได้แก่ 1) มีความผิดปกติในขดลวดหรือไดโอดหมุน 2) AVR ทำงานผิดปกติ 3) แรงดันไฟฟ้าตกระหว่างเครื่องและโหลดเนื่องจากการสูญเสียในสายเคเบิล 4) UFRO ทำงานวงจร 5) ความเร็วเครื่องยนต์ลดลงมากกว่า 4 % 6) มีความผิดปกติของ PMG ที่ stator หรือ rotor โดยจะมี 2 สาเหตุที่มีความชัดเจน ซึ่งมี 4 สาเหตุที่ไม่ชัดเจนต้องทำการวิเคราะห์ลงรายละเอียด ได้แก่ 1) AVR ทำงานผิดปกติ 2) UFRO ทำงานวงจร 4) ความเร็วเครื่องยนต์ลดลงมากกว่า 4 % 4) มีความผิดปกติของ PMG ที่ stator หรือ rotor ดังรูปที่ 4.28

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

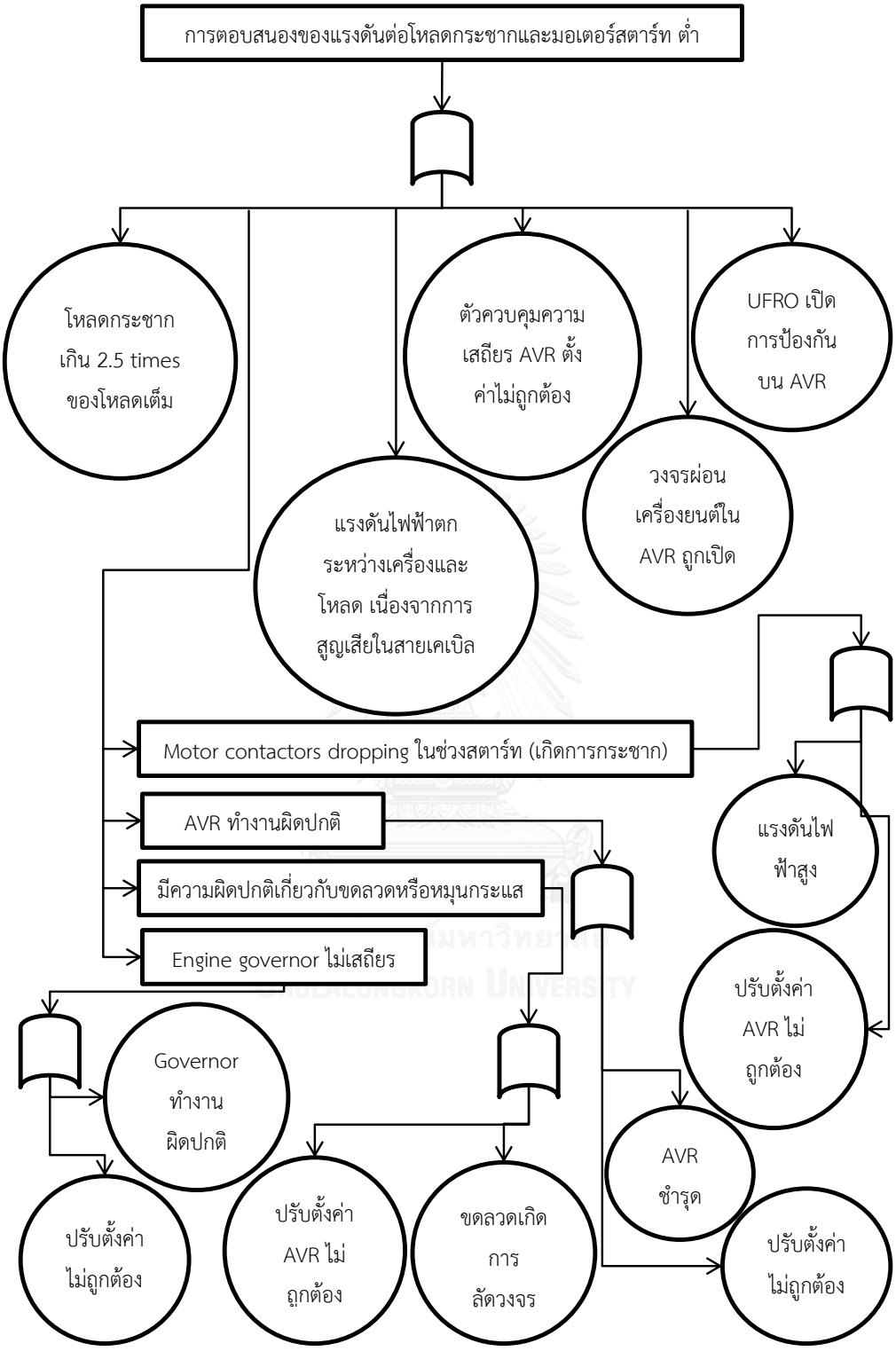


รูปที่ 4.28 การวิเคราะห์หาสาเหตุอาการแรงดันไฟฟ้าต่ำ

4.3.2.11 อาการ การตอบสนองของแรงดันต่อโหลดกระชากและมอเตอร์สตาร์ทต่ำ

อาการ การตอบสนองของแรงดันต่อโหลดกระชากและมอเตอร์สตาร์ทต่ำ จากการวิเคราะห์จะมี 9 สาเหตุ ได้แก่ 1) โหลดกระชากเกิน 2.5 times ของโหลดเต็ม 2) Motor contactors dropping ในช่วงสตาร์ท (เกิดการกระชาก) 3) เกิดความผิดปกติเกี่ยวกับขดลวดหรือหมุนกระแส 4) วงจรผ่อนเครื่องยนต์ใน AVR ถูกเปิด 5) AVR ทำงานผิดปกติ 6) ตัวควบคุมความเสถียร AVR ตั้งค่าไม่ถูกต้อง 7) แรงดันไฟฟ้าตกระหว่างเครื่องและโหลด เนื่องจากการสูญเสียในสายเคเบิล 8) UFRO ป้องกันบน AVR 9) Engine governor ตอบสนองช้า โดยจะมี 5 สาเหตุที่มีความชัดเจน ซึ่งมี 4 สาเหตุที่ไม่ชัดเจนต้องทำการวิเคราะห์ลงรายละเอียด ได้แก่ 1) Motor contactors dropping ในช่วงสตาร์ท (เกิดการกระชาก) 2) เกิดความผิดปกติเกี่ยวกับขดลวดหรือหมุนกระแส 3) AVR ทำงานผิดปกติ 4) Engine governor ตอบสนองช้า ดังรูปที่ 4.29

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University



รูปที่ 4.29 การวิเคราะห์หาสาเหตุอาการการตอบสนองของแรงดันต่อโหลดกระชากและมอเตอร์สตาร์ทต่ำ

เมื่อทำการวิเคราะห์หาสาเหตุแล้ว ตัวผลิตกระแสไฟฟ้าจะมี 40 สาเหตุ โดยจะนำสาเหตุทั้งหมดระบุรหัสเพื่อความสะดวกในการค้นหาและจับคู่กับอาการผิดปกติ ดังแสดงตารางที่ 4.4

ตารางที่ 4.4 สาเหตุของอาการผิดปกติ ในตัวผลิตกระแสไฟฟ้า ชนิดแม่เหล็กถาวร

รหัสสาเหตุ	สาเหตุ
CP01	หลวมหรือสึกกร่อน
CP02	โวลต์มิเตอร์ทำงานผิดปกติ
CP03	PMG Exciter Coil ทำงานผิดปกติ
CP04	PMG Stator Coil ลงกราวน์
CP05	Low sensing supply ที่ main stator
CP06	Sensing supply open circuit to AVR
CP07	โหลดไม่มีความเป็นเชิงเส้น
CP08	โหลดไม่สมดุล
CP09	โหลดกระชากเกิน 2.5 times ของโหลดเต็ม
CP10	Motor contactors dropping ในช่วงสตาร์ท (เกิดการกระชาก)
CP11	เกิดความผิดปกติเกี่ยวกับขดลวดหรือหมุนกระแส
CP12	วงจรผ่อนเครื่องยนต์ใน AVR ถูกเปิด
CP13	มีการลัดวงจรเมื่อมีการข้ามเฟส
CP14	มีความผิดปกติในขดลวดหรือไดโอดหมุน
CP15	AVR เกิด Over Excitation
CP16	Main Rectifier diodes เกิดการลัดวงจร
CP17	มีการลัดวงจรในขดลวด Exciter stator
CP18	AVR ทำงานผิดปกติ
CP19	AVR ปรับค่าแรงดันไม่ถูกต้อง
CP20	ความเร็วรอบเครื่องยนต์ไม่เสถียร
CP21	ตัวควบคุมความเสถียร AVR ตั้งค่าไม่ถูกต้อง
CP22	โหลดเฟสเดียวกระแสไม่สม่ำเสมอ และกระจายไปทั้งสามเฟส
CP23	ตัวประกอบกำลังไฟฟ้าล้ำหน้า
CP24	AVR มีการปรับความเสถียรไม่ถูกต้อง

ตารางที่ 4.4 สาเหตุของอาการผิดปกติ ในตัวผลิตกระแสไฟฟ้า ชนิดแม่เหล็กถาวร (ต่อ)

รหัสสาเหตุ	สาเหตุ
CP25	วงจรป้องกันใน AVR เนื่องจากมีการกระตุ้นสูง
CP26	มีความผิดปกติของวงจรในการป้องกันใน AVR
CP27	มีความผิดปกติเกี่ยวกับวงจรเรียงกระแสหลักหรือการกระตุ้นขดลวด
CP28	ความต้านทานของฉนวนขดลวดมีค่าผิดปกติ
CP29	มีความผิดปกติในขดลวด Main Stator
CP30	ความผันผวนของกระแสโหลด
CP31	ความเร็วรอบเครื่องยนต์ลดลงมาก, AVR, UFRO ทำงาน
CP32	แรงดันไฟฟ้าตกระหว่างเครื่องและโหลด เนื่องจากการสูญเสียในสายเคเบิล
CP33	UFRO ป้องกัน บน AVR
CP34	วงจรป้องกันใน AVR ทำงาน เนื่องจากความผิดปกติในขดลวดเครื่องกำเนิดไฟฟ้าหรือไดโอด
CP35	ความเร็วรอบเครื่องยนต์ต่ำ
CP36	UFRO ทำงานในวงจร
CP37	Engine governor ไม่เสถียร
CP38	Engine governor ตอบสนองช้า
CP39	ความเร็วเครื่องยนต์ลดลงมากกว่า 4 %
CP40	มีความผิดปกติของ PMG ที่ stator หรือ rotor

ในการจัดความสัมพันธ์ใช้หลักความสัมพันธ์หนึ่งต่อกลุ่ม (One to many) ในเครื่องยนต์ดีเซล จะมีทั้งหมด 95 ความสัมพันธ์ และ ในตัวผลิตกระแสไฟฟ้า จะมีทั้งหมด 55 ความสัมพันธ์ ดังตารางที่ 4.5 และ 4.6

ตารางที่ 4.5 ความสัมพันธ์ระหว่าง อาการผิดปกติและสาเหตุ ของเครื่องกำเนิดไฟฟ้า

รหัสอาการผิดปกติ (DE)	รหัสสาเหตุของอาการผิดปกติ (CE)	จำนวน
1	12,13,39,40,62,63,64	7
2	13,41,42,43,65,72	6
3	13,44,66	3
4	67,73	2

ตารางที่ 4.5 ความสัมพันธ์ระหว่าง อาการผิดปกติและสาเหตุ ของเครื่องกำเนิดไฟฟ้า (ต่อ)

รหัสอาการผิดปกติ (DE)	รหัสสาเหตุของอาการผิดปกติ (CE)	จำนวน
5	74,75,76,77	4
6	3,4,15,16,17,18	6
7	5,6,19,47,48,49,78	7
8	20,50,51,53,79	5
9	7,21,22,23,37,48,52,68	8
10	7,24,53	3
11	48,51,53,59,80	5
12	33,53,60	3
13	1,2,14,45,46	5
14	24,25,26,27,28,51	6
15	8,29,30,31,32,54,55,56,57,58,69,70,71	13
16	9,12,34,61	4
17	10,11,30,32,35,36,38	7
18	31	1

ตารางที่ 4.6 ความสัมพันธ์ระหว่าง อาการผิดปกติและสาเหตุ ของตัวผลิตกระแสไฟฟ้า

รหัสอาการผิดปกติ (AP)	รหัสสาเหตุของอาการผิดปกติ (CP)	จำนวน
1	1,2,3,4,15,16,17,18	8
2	2,18,19,35,36	5
3	5,6,18,19	4
4	1,20,21,28,29	5
5	22	1
6	7,23,24,30,37	5
7	8,21,27,31,32,36	6
8	13,25,26,34	4
9	8,23	2
10	14,18,32,36,39,40	6
11	9,10,11,12,18,21,32,33,38	9

การระบุการตรวจสอบและแนวทางการแก้ไข ซึ่งเป็นการอธิบายวิธีการตรวจและแก้ไขของสาเหตุนั้นๆ ซึ่งได้รับการตรวจความถูกต้องแล้วพร้อมระบุระดับความยากของงาน โดยผู้ชำนาญงานทั้งในส่วนเครื่องยนต์ดีเซลและตัวผลิตกระแสไฟฟ้า ดังตารางที่ 4.7 และ 4.8

ตารางที่ 4.7 การตรวจสอบและการแก้ไข จากสาเหตุต่างๆ ของเครื่องยนต์ดีเซล

รหัสสาเหตุ	การตรวจสอบ	การแก้ไข	ระดับความยาก
CE01	ตรวจก้านวัดน้ำมันเครื่องให้อยู่ระหว่าง Low และ High	ปรับปริมาณน้ำมันเครื่องใหม่ให้อยู่ระหว่าง Low และ High	1
CE02	ตรวจหารอยรั่วจากคราบน้ำมันบริเวณรอบๆเครื่อง	ใช้กาวอุด	1
CE03	ตรวจท่อน้ำมันเชื้อเพลิง หาสิ่งอุดตันและการวางท่อ	จัดเรียงท่อน้ำมันเชื้อเพลิงใหม่, ทำความสะอาดท่อน้ำมันเชื้อเพลิง	1
CE04	ตรวจท่ออากาศ หาสิ่งอุดตัน	ทำความสะอาดท่ออากาศ	1
CE05	ตรวจปริมาณน้ำมันเชื้อเพลิง	เติมน้ำมันดีเซล	1
CE06	ตรวจสภาพท่อน้ำมันเชื้อเพลิงที่เข้าเครื่อง	ทำความสะอาดท่อน้ำมันเชื้อเพลิง	1
CE07	ตรวจสภาพไส้กรองอากาศ ต้องไม่มีฝุ่น	ทำความสะอาด, เปลี่ยนไส้กรองอากาศ	1
CE08	ตรวจเกรดน้ำมันเครื่องจากฉลากหรือสภาพความหนืด	เปลี่ยนน้ำมันเครื่องเกรดใหม่ให้หนืดกว่าเดิม	1
CE09	ตรวจสวิทซ์ โดยใช้มัลติมิเตอร์วัดที่ขั้วแล้วเข็มจะต้องขึ้น	เปลี่ยนสวิทซ์	1
CE10	ตรวจเช็คระดับน้ำหล่อเย็นให้อยู่ในระดับที่ขีดไว้ แต่ต้องรอให้เครื่องเย็นก่อน	เติมน้ำหล่อเย็น ให้อยู่ในระดับที่ขีดไว้ แต่ขณะเติมอุณหภูมิต้องไม่เกิน 50 องศาเซลเซียส	1
CE11	ตรวจสภาพท่อยางหารอยฉีกขาดหรือพิจารณาจากฟองอากาศที่เกิดขึ้น	เปลี่ยนท่อยาง	1
CE12	ตรวจสอบฟิวส์ โดยดูลวดข้างในตรงไม่ขาดจากกัน	เปลี่ยนฟิวส์	2

ตารางที่ 4.7 การตรวจสอบและการแก้ไข จากสาเหตุต่างๆ ของเครื่องยนต์ดีเซล (ต่อ)

รหัสสาเหตุ	การตรวจสอบ	การแก้ไข	ระดับความยาก
CE13	ตรวจปริมาณน้ำกลั่นโดยต้องอยู่ในระดับที่มีขีดกำกับไว้, แรงดันไฟฟ้าต้องอยู่ระหว่าง 12-12.5 โวลต์	เติมน้ำกลั่นหรือ Re-change, เปลี่ยนแบตเตอรี่ใหม่	2
CE14	ตรวจเกรดน้ำมันเครื่องจากฉลากหรือสภาพความหนืด โดยทั่วไปจะต้องใช้เบอร์ 15w40	ถ่ายน้ำมันเครื่องเก่าออก, ใส่เกรดถูกต้องแทน	2
CE15	ตรวจท่อน้ำมันเชื้อเพลิง เพื่อหาสิ่งอุดตันและหารอยแตกร้าว	จัดเรียงท่อน้ำมันเชื้อเพลิงใหม่, ทำความสะอาดท่อน้ำมันเชื้อเพลิง	2
CE16	ตรวจท่อน้ำมันเชื้อเพลิง เพื่อหาสิ่งอุดตัน	ทำความสะอาดท่อน้ำมันเชื้อเพลิง	2
CE17	ตรวจหารอยรั่วที่ท่อดูดเชื้อเพลิง	เปลี่ยนท่อดูดเชื้อเพลิง	2
CE18	ตรวจสภาพท่ออากาศ เพื่อเช็คแรงดันภายในท่อ	ถอดใส่เข้าไปใหม่	2
CE19	ตรวจสภาพน้ำมันเชื้อเพลิงอาจมีน้ำปนโดยดูจากคราบน้ำในถังเชื้อเพลิง	ทำความสะอาดหัวฉีดและเปลี่ยนน้ำมันดีเซลใหม่	2
CE20	ตรวจสภาพไส้กรองกรองเชื้อเพลิง เพื่อหาสิ่งอุดตัน	เปลี่ยนไส้กรองเชื้อเพลิง	2
CE21	ตรวจหารอยรั่ว โดยใช้น้ำสบู่ลูบเมื่อมีการรั่วจะเกิดเป็นฟองอากาศ	อุดรอยรั่ว, เปลี่ยนท่อไอดีหากรอยรั่วใหญ่	2
CE22	ตรวจท่อไอเสีย ดูปริมาณควันต้องไม่น้อยกว่าปกติ	ทำความสะอาดท่อไอเสีย	2
CE23	ตรวจท่อยางกรองอากาศ เพื่อหาสิ่งอุดตัน	ทำความสะอาดท่อยางกรองอากาศ	2
CE24	ตรวจชนิดน้ำมันเชื้อเพลิงโดยดูจากสี	ถ่ายน้ำมันเชื้อเพลิงเก่าออก, ใส่ชนิดถูกต้องแทน	2
CE25	ตรวจเช็ครอบเครื่อง ต้องเดินเครื่องที่ 1500 rpm	ปรับตั้งรอบเครื่องใหม่	2
CE26	ตรวจสภาพท่อไอเสีย เพื่อหาสิ่งอุดตัน	ทำความสะอาดท่อไอเสีย	2

ตารางที่ 4.7 การตรวจสอบและการแก้ไข จากสาเหตุต่างๆ ของเครื่องยนต์ดีเซล (ต่อ)

รหัสสาเหตุ	การตรวจสอบ	การแก้ไข	ระดับความยาก
CE27	ตรวจสภาพไส้กรองอากาศ ต้องไม่มีฝุ่น	ทำความสะอาดกรองอากาศ	2
CE28	ตรวจแรงดันน้ำมันเชื้อเพลิง จากเกจวัด	ปรับแรงดันน้ำมันเชื้อเพลิง	2
CE29	ตรวจก้านวัดระดับต้องไม่ต่ำกว่า L, หารอยรั่ว	ปรับปริมาณน้ำมันเครื่องใหม่ให้อยู่ระหว่าง Low และ High	2
CE30	ตรวจก้านวัดระดับ ดูฟองที่เกิดขึ้น หากมีฟองแสดงว่าน้ำมันเครื่องเสื่อมสภาพ	เปลี่ยนน้ำมันเครื่อง	2
CE31	ตรวจเช็คเกจวัดโดยใช้มัลติมิเตอร์ทดสอบต่อเป็นวงจรอนุกรมและเข็มจะต้องขึ้น	เปลี่ยนเกจวัด	3
CE32	ตรวจสภาพไส้กรองน้ำมันเครื่อง เพื่อหาสิ่งอุดตัน	เปลี่ยนไส้กรองน้ำมันเครื่อง	2
CE33	ตรวจถังน้ำมันเชื้อเพลิง โดยดูจากคราบน้ำในถังเชื้อเพลิง	ถ่ายน้ำมันเก่าออก	2
CE34	ตรวจสวิทซ์ โดยใช้มัลติมิเตอร์วัดที่ขั้วแล้วเข็มจะต้องขึ้น	ปรับตั้งสวิทซ์ให้ถูกต้อง,เปลี่ยนสวิทซ์	2
CE35	ตรวจสภาพสายพาน ดูรอยแตก, ความตึง	ปรับตั้งให้ตึง, เปลี่ยนสายพานหากหมดสภาพ	2
CE36	ตรวจสภาพฝาหม้อน้ำ, หารอยแตกร้าวที่ฝาหรือที่เกลียว	เปลี่ยนฝาหม้อน้ำ	2
CE37	ตรวจความสะอาดหรือสิ่งอุดตันที่ช่องไอดี	ทำความสะอาดช่องไอดี	3
CE38	ตรวจสภาพหม้อน้ำ หารอยรั่วโดยดูจากคราบน้ำ	อุดรอยรั่ว, เปลี่ยนอะไหล่หม้อน้ำหากรอยรั่วใหญ่และมีหลายจุดเกิดการกัดกร่อน	3
CE39	ถอดสายออกมาตรวจสภาพโดยต้องไม่มีรอยฉีกขาด, ตรวจสภาพขั้วต้องไม่มีขี้เกลือขึ้น	ทำความสะอาดขั้ว	3

ตารางที่ 4.7 การตรวจสอบและการแก้ไข จากสาเหตุต่างๆ ของเครื่องยนต์ดีเซล (ต่อ)

รหัสสาเหตุ	การตรวจสอบ	การแก้ไข	ระดับความยาก
CE40	ตรวจสวิทซ์ โดยใช้มัลติมิเตอร์วัดที่ขั้วแล้วเข็มจะต้องขึ้นเมื่อสับสวิทซ์ On	ปรับให้แน่นขึ้น, เปลี่ยนสวิทซ์	3
CE41	ตรวจปริมาณน้ำมันเชื้อเพลิง โดยดูจากเกจวัดระดับน้ำมัน	เติมน้ำมันดีเซล, Start ไล่อากาศออกจากระบบ	3
CE42	ตรวจสอบวาล์ว, Coil โดยจ่ายกระแสไฟทดสอบการทำงาน	ปรับตั้งวาล์ว, เปลี่ยน Fuel Shutdown Valve	3
CE43	ตรวจสวิทซ์ โดยใช้มัลติมิเตอร์วัดที่ขั้วแล้วเข็มจะต้องขึ้นเมื่อสับสวิทซ์ On	เปลี่ยนสวิทซ์	3
CE44	ถอดสายออกมาตรวจหารอยฉีกขาด	ไขให้แน่นขึ้น, เปลี่ยนสายเส้นใหม่	3
CE45	ตรวจสภาพแหวน โดยต้องอยู่ในสภาพปกติไม่มีการแตกหัก	เปลี่ยนแหวน	3
CE46	ตรวจหารอยรั่วที่ซีล โดยต้องอยู่ในสภาพไม่ฉีกขาด	เปลี่ยนซีลที่เทอร์โบใหม่	3
CE47	ตรวจท่อไอเสีย เสียงต้องไม่ดังกว่าปกติ	ซ่อมท่อเก็บเสียง โดยเชื่อมใหม่	3
CE48	ตรวจปั๊มเชื้อเพลิงจากภายนอกก่อนโดยต้องไม่มีรอยรั่วซึม ถ้ามีรอยรั่วซึมต้องถอดออกทีละส่วนเพื่อหารอยแตกร้าว	เปลี่ยนอะไหล่ปั๊มเชื้อเพลิง	3
CE49	ตรวจสภาพเทอร์โบหารอยแตกหรือรั่ว	อุดรอยรั่ว, เปลี่ยนเทอร์โบหากรอยรั่วใหญ่	3
CE50	ตรวจปั๊มเชื้อเพลิงจากภายนอกก่อนโดยต้องไม่มีรอยรั่วซึม ถ้ามีรอยรั่วซึมต้องถอดออกทีละส่วนเพื่อหารอยแตกร้าว	ปรับตั้งค่าแรงดันของปั๊มเชื้อเพลิงให้มากกว่าเดิม	3
CE51	ตรวจสภาพหัวฉีด โดยใส่น้ำยาล้างหัวฉีดหากยังไม่หายสกปรกต้องถอดมาล้าง	ล้างหัวฉีด	3
CE52	ตรวจเช็คค่าแรงดันน้ำมันเชื้อเพลิงที่ปั๊มโดยดูจากเกจวัด	ปรับแรงดันน้ำมันเชื้อเพลิง ให้ตรงกับสเปคของเครื่องรุ่นนั้นๆ	3

ตารางที่ 4.7 การตรวจสอบและการแก้ไข จากสาเหตุต่างๆ ของเครื่องยนต์ดีเซล (ต่อ)

รหัสสาเหตุ	การตรวจสอบ	การแก้ไข	ระดับความยาก
CE53	ตรวจเช็คจังหวะการฉีดน้ำมันเชื้อเพลิง	ปรับตั้งหัวฉีดใหม่ ให้ตรงกับสเปคของเครื่องรุ่นนั้นๆ	3
CE54	ตรวจสภาพ Oil cooler เพื่อหาสิ่งอุดตัน	ทำความสะอาด Oil cooler	3
CE55	ตรวจสภาพไส้กรองน้ำมันเครื่อง เพื่อหาสิ่งอุดตัน	เปลี่ยนไส้กรองน้ำมันเครื่อง	3
CE56	ตรวจการทำงานของวาล์ว วัดระยะวาล์ว	ปรับตั้งวาล์วใหม่, เปลี่ยนวาล์ว	3
CE57	ตรวจสภาพแบริ่ง โดยต้องอยู่ในสภาพปกติไม่มีการแตกหัก	เปลี่ยนแบริ่ง	3
CE58	ตรวจเฟืองในปั๊มน้ำมันเครื่อง โดยต้องอยู่ในสภาพปกติไม่มีการแตกหัก	เปลี่ยนเฟืองในปั๊มน้ำมันเครื่อง	3
CE59	ตรวจหารอยรั่ว โดยต้องอยู่ในสภาพปกติไม่มีการแตกหัก	เปลี่ยนปะเก็นฝาสูบ	3
CE60	ตรวจสภาพหัวฉีด โดยการทดสอบการฉีดน้ำมัน	ปรับตั้งหัวฉีดใหม่	3
CE61	ตรวจเช็คการทำงานวงจรควบคุมการชาร์จ โดยใช้มัลติมิเตอร์เข็มจะต้องขึ้น	เปลี่ยนชุด Charger	3
CE62	ตรวจโซลินอยด์ โดยใช้มัลติมิเตอร์เข็มจะต้องขึ้น	ปรับให้แน่นขึ้น, เปลี่ยนโซลินอยด์	4
CE63	ตรวจสอบโดย นำ ECU สำรองมาต่อแล้วทดสอบ	เปลี่ยน ECU	4
CE64	ตรวจสอบอุปกรณ์ภายใน โดยต้องอยู่ในสภาพปกติไม่มีการแตกหัก	ซ่อมมอเตอร์สตาร์ท, เปลี่ยนมอเตอร์สตาร์ท หากมีการเสียหายหนัก	4
CE65	ตรวจคำสั่งที่ตั้งค่าไว้ในเครื่อง, การทำงานของวาล์วเปิดปิดน้ำมันเชื้อเพลิง	ปรับตั้ง Safety valve	4
CE66	ตรวจความร้อนและแบริ่งต่างๆ ต้องไม่มีกลิ่นไหม้	ทำความสะอาดมอเตอร์, เปลี่ยนแบริ่ง	4

ตารางที่ 4.7 การตรวจสอบและการแก้ไข จากสาเหตุต่างๆ ของเครื่องยนต์ดีเซล (ต่อ)

รหัสสาเหตุ	การตรวจสอบ	การแก้ไข	ระดับความยาก
CE67	ตรวจสอบวาล์ว โดยจ่ายกระแสไฟทดสอบการทำงาน	ปรับตั้งวาล์ว, เปลี่ยน Fuel Shutdown Valve	4
CE68	ตรวจหา สิ่งอุดตัน, สภาพไส้กรองอากาศ	ทำความสะอาด	4
CE69	ตรวจก้านวัดระดับและระบบระบายความร้อน	ปรับปริมาณน้ำมันเครื่องใหม่ให้อยู่ระหว่าง Low และ High	4
CE70	ตรวจท่อดูด สภาพความแน่นของท่อ	ขยับให้แน่นขึ้น	4
CE71	ตรวจการทำงานของเร็กกูเลเตอร์ โดยการปรับระยะเปิดปิด	ปรับตั้งเร็กกูเลเตอร์ใหม่, เปลี่ยนเร็กกูเลเตอร์	4
CE72	ตรวจสอบ Fuel Solenoid ว่าทำงานหรือไม่ โดยใช้กระแสไฟทดสอบ, ระบบทำงานเป็นปกติหรือมีน้ำผสมอยู่หรือไม่	ถ้ามีน้ำผสมกับเชื้อเพลิงหรือน้ำมันเครื่องให้ถ่ายออกให้หมดแล้วเติมเข้าไปใหม่, เปลี่ยน Fuel Solenoid	5
CE73	ตรวจปั๊มเชื้อเพลิงจากภายนอกก่อนโดยต้องไม่มีรอยรั่วซึม ถ้ามีรอยรั่วซึมต้องถอดออกทีละส่วนเพื่อหารอยแตกร้าว	ทำความสะอาด ปั๊มเชื้อเพลิง , ปรับตั้งค่า Governor ให้เดินที่ 1500 rpm, เปลี่ยน ปั๊มเชื้อเพลิง	5
CE74	ตรวจสภาพข้อเหวี่ยง โดยต้องอยู่ในสภาพปกติไม่มีการแตกหัก	เปลี่ยนข้อเหวี่ยง	5
CE75	ตรวจสภาพแบริ่ง โดยต้องอยู่ในสภาพปกติไม่มีการแตกหัก	เปลี่ยนแบริ่ง	5
CE76	ตรวจสภาพโดยเปิดฝาสูบ โดยต้องอยู่ในสภาพปกติไม่มีการแตกหัก	จัดวางกระบอกสูบ ลูกสูบใหม่, เปลี่ยนอะไหล่หากมีการเสียหาย	5
CE77	ตรวจสภาพโดยเปิดฝาสูบ โดยต้องอยู่ในสภาพปกติไม่มีการแตกหัก	เปลี่ยนอะไหล่ที่เสียหาย	5
CE78	ตรวจการทำงานของ Governor โดยรอบเครื่องต้องอยู่ที่ 1500 rpm	ปรับตั้งค่าเริ่มต้นและทดสอบ, เปลี่ยน Governor	5

ตารางที่ 4.7 การตรวจสอบและการแก้ไข จากสาเหตุต่างๆ ของเครื่องยนต์ดีเซล (ต่อ)

รหัสสาเหตุ	การตรวจสอบ	การแก้ไข	ระดับความยาก
CE79	ตรวจเกียร์ปั๊ม โดยต้องอยู่ในสภาพปกติไม่มีการแตกหัก	เปลี่ยนเกียร์ปั๊ม	5
CE80	ตรวจวาล์ว โดยต้องอยู่ในสภาพปกติไม่มีการแตกหัก หรือปรับระยะของวาล์วโดยใช้ฟิลเลอร์เกจ	เปลี่ยนอะไหล่	5

ตารางที่ 4.8 การตรวจสอบและการแก้ไข จากสาเหตุต่างๆ ของตัวผลิตกระแสไฟฟ้า ชนิดแม่เหล็กถาวร

รหัสสาเหตุ	การตรวจสอบ	การแก้ไข	ระดับความยาก
CP01	ตรวจสอบVoltage ที่ขั้วต่อ AVR , ตรวจสภาพขั้วเสริมที่เชื่อมต่ออาจจะหลวม	ขันขั้วต่อให้แน่นขึ้น, เปลี่ยนอะไหล่ตัวที่มีปัญหา	2
CP02	ตรวจสอบแรงดันที่เครื่องกำเนิดไฟฟ้าวัดขั้วเอาท์พุทกับมัลติมิเตอร์โดยเข็มจะต้องขึ้น	เปลี่ยนโวลต์มิเตอร์	3
CP03	ตัดการเชื่อมต่อสาย PMG จาก AVR แล้วนำมัลติมิเตอร์มาวัดค่าความต้านทานของขดลวดโดยเข็มจะต้องขึ้น	เปลี่ยนอะไหล่	2
CP04	ตัดการเชื่อมต่อแล้วใช้ Megger ทดสอบต้องได้มากกว่า 1 เมกะโอห์ม	เปลี่ยนอะไหล่	2
CP05	ตรวจสอบสถานะของ sensing supply	ปรับตั้งค่าเริ่มต้นที่ AVR	2
CP06	ตรวจสอบสถานะของ sensing supply	ปรับตั้งค่าเริ่มต้นที่ AVR	2
CP07	ตรวจสอบการตั้งค่าต่างๆ ของโหลด เช่น ความเสถียร, แรงดันไฟฟ้า	ปรับตั้งค่าโหลดให้เสถียร	2

ตารางที่ 4.8 การตรวจสอบและการแก้ไข จากสาเหตุต่างๆ ของตัวผลิตกระแสไฟฟ้า ชนิดแม่เหล็กถาวร (ต่อ)

รหัสสาเหตุ	การตรวจสอบ	การแก้ไข	ระดับความยาก
CP08	ตรวจสอบแรงดันและกระแส ของโหลดทุกเฟส โดยใช้มัลติมิเตอร์ ต้องได้ค่าแรงดันไฟฟ้าประมาณ 230 ใน 1 เฟส และ 398 V. ใน 3 เฟส	ปรับตั้งค่าใหม่ ถ้าสมดุลแล้วรีโหลดใหม่	2
CP09	ตรวจสอบโหลดกระชากกับ clip-on แอมมิเตอร์	ปรับตั้งค่าแผงวงจรควบคุม Governor	2
CP10	ตรวจสอบแรงดันไฟฟ้า โดยใช้มัลติมิเตอร์ และเข็มจะต้องขึ้น	ปรับตั้งค่า AVR	2
CP11	ตรวจสอบแรงดันไฟฟ้าที่ไม่มีการกระตุ้นของโหลด	ปรับตั้งค่า AVR	2
CP12	ตรวจสอบค่าที่ AVR "DIP" หรือ "DWELL"	ปรับหรือเปิดออก ถ้าการควบคุมมีผลกระทบต่อการตอบสนองต่อโหลด	2
CP13	ตรวจสอบกระแสของโหลดกับ clip-on แอมมิเตอร์	พันขดลวดใหม่, เปลี่ยน Alternator ใหม่	2
CP14	ตรวจสอบโดยใช้มัลติมิเตอร์ทดสอบ เข็มจะต้องขึ้น เมื่อตามขั้วการไหลของกระแส	ปรับตั้งค่าเริ่มต้น, เปลี่ยน ขดลวด หรือไดโอดหมุน	2
CP15	ตรวจสอบไฟ LED AVR ถ้าติดสว่าง แสดงว่าวงจรป้องกันถูกเปิดใช้งานปิดเครื่องยนต์และเดินเครื่องอีกครั้ง	ปรับตั้ง AVR ใหม่	3
CP16	ตรวจสอบไดโอด Rotating โดยใช้มัลติมิเตอร์ เข็มจะต้องขึ้น เมื่อตามขั้วการไหลของกระแส	เปลี่ยน ไดโอด Rotating	3

ตารางที่ 4.8 การตรวจสอบและการแก้ไข จากสาเหตุต่างๆ ของตัวผลิตกระแสไฟฟ้า ชนิดแม่เหล็กถาวร (ต่อ)

รหัสสาเหตุ	การตรวจสอบ	การแก้ไข	ระดับความยาก
CP17	ปลดสายออกจากเครื่องกำเนิดไฟฟ้าและทดสอบโดยใช้มัลติมิเตอร์ เข็มจะต้องขึ้นเมื่อตามขั้วการไหลของกระแส	พันขดลวดใหม่, เปลี่ยน Alternator ใหม่	3
CP18	ตรวจสอบการตั้งค่าที่ AVR โดยไล่ปรับ Volt control, Volt trimmer, Stability control	เปลี่ยน AVR	3
CP19	ตรวจสอบการตั้งค่าที่ AVR โดยไล่ปรับ Volt control, Volt trimmer, Stability control	ปรับตัวควบคุม เพื่อเพิ่มหรือลดแรงดันไฟฟ้า	3
CP20	ตรวจสอบความเร็วรอบเครื่องยนต์ซึ่งต้องอยู่ในระดับ 1500 rpm	ปรับแผงควบคุมของความเร็วรอบเครื่องยนต์	3
CP21	ตรวจสอบการตั้งค่าที่ AVR โดยไล่ปรับ Volt control, Volt trimmer, Stability control	ปรับค่าแรงดันไฟฟ้าจนกระทั่งแรงดันไฟฟ้ามีความเสถียร	3
CP22	ตรวจสอบกระแสในแต่ละเฟสด้วยแอมมิเตอร์, เมื่อโหลดเต็ม กระแสจะต้องไม่เกินในแต่ละเฟส	ปรับและจัดการโหลดแต่ละเฟสให้เท่ากัน	3
CP23	ตรวจสอบค่าตัวเก็บประจุ Power factor ต้องเท่ากับ 1	ปรับปรุงตัวประกอบกำลังที่ตัวเก็บประจุ โดยการคำนวณค่าใหม่	3
CP24	ตรวจสอบการตั้งค่าที่ AVR โดยปรับ Stability control	ปรับค่าความเสถียร จนกว่าแรงดันจะเสถียร , เปลี่ยน AVR ใหม่	3
CP25	ตรวจสอบแรงดันเอาท์พุทให้แน่ใจว่า ไม่เกินแรงดันไฟฟ้าที่กำหนด ,ตรวจสอบกระแสโหลดเกินพิกัดหรือไม่	ปรับตั้งค่า AVR ให้ลดแรงกระตุ้นลง	3

ตารางที่ 4.8 การตรวจสอบและการแก้ไข จากสาเหตุต่างๆ ของตัวผลิตกระแสไฟฟ้า ชนิดแม่เหล็กถาวร (ต่อ)

รหัสสาเหตุ	การตรวจสอบ	การแก้ไข	ระดับความยาก
CP26	ตรวจสอบการตั้งค่าที่ AVR โดยไล่ปรับ Volt control, Volt trimmer, Stability control	ปรับตั้งค่า AVR เป็นค่าเริ่มต้น	3
CP27	ตรวจสอบแรงดันไฟฟ้าที่ไม่มีการกระตุ้นของโหลด	ปรับแรงดันไฟฟ้าใหม่	4
CP28	ตรวจสอบโดยใช้ Megger ทุกขดลวด ต้องได้มากกว่า 1 เมกะโอห์ม	ซ่อมฉนวนขดลวด โดยพันขดลวดใหม่	4
CP29	ตัดการเชื่อมต่อแล้วแยกทดสอบเป็นจุดๆ โดยใช้ Megger ต้องได้มากกว่า 1 เมกะโอห์ม	พันขดลวด Main Stator ใหม่, เปลี่ยน Alternator	4
CP30	ตรวจสอบกระแสโหลด ปรับความเสถียรที่ AVR	จ่ายไฟ D.C เพื่อกระตุ้น AVR เมื่อแยกโหลดทดสอบ	4
CP31	ตรวจสอบความเร็วจากไม่มีโหลดจนโหลดเต็ม ต้องไม่เกิน 4%	ปรับตัวควบคุมของความเร็ว	4
CP32	ตรวจสอบแรงดันที่ปลายทั้งสองของสายเคเบิลขณะใช้งานที่โหลดเต็ม, ความแตกต่างในระดับแรงดันไฟฟ้าที่ลดลง, ค่าแรงดันที่ drop ในสายเคเบิล	ปรับโหลดและแรงดัน AVR ให้สมดุล	4
CP33	ตรวจสอบความเร็วรอบเครื่องยนต์ซึ่งต้องอยู่ในระดับ 1500 rpm	ปรับตัวควบคุมของความเร็ว	4
CP34	ตรวจสอบว่าไฟ LED AVR ถ้าติดสว่างแสดงว่าวงจรป้องกันถูกเปิดใช้งาน ปิดเครื่องยนต์และเดินเครื่องอีกครั้ง	ปรับตั้งค่า AVR ใหม่, เปลี่ยน AVR	4

ตารางที่ 4.8 การตรวจสอบและการแก้ไข จากสาเหตุต่างๆ ของตัวผลิตกระแสไฟฟ้า ชนิดแม่เหล็กถาวร (ต่อ)

รหัสสาเหตุ	การตรวจสอบ	การแก้ไข	ระดับความยาก
CP35	ตรวจสอบความเร็วรอบซึ่งต้องอยู่ในระดับ 1500 rpm	ปรับตัวควบคุมของความเร็วระหว่าง -1% ถึง 4 % ของความเร็วปกติ	5
CP36	ตรวจสอบไฟ LED AVR ถ้าไฟติด UFRO คือเปิดใช้งานการแสดงความเร็วต่ำ, ตรวจสอบความเร็วรอบซึ่งต้องอยู่ในระดับ 1500 rpm	ปรับตัวควบคุมของความเร็วระหว่าง -1% ถึง 4 % ของความเร็วปกติ	5
CP37	ตรวจสอบกับเครื่องวัดความถี่หรือเครื่องวัดความเร็ว ซึ่งต้องอยู่ในระดับ 1500 rpm	ปรับตั้งค่าแผงวงจรควบคุมการจ่ายน้ำมัน , เปลี่ยนแผงวงจรควบคุมการจ่ายน้ำมัน	5
CP38	ตรวจสอบประสิทธิภาพการทำงานของเครื่องยนต์ ในช่วงต่อกับโหลด และตรวจ AVR ช่วงสตาร์ทมอเตอร์	ปรับแผงวงจรควบคุม Governor ตั้งให้ตอบสนองไวขึ้น (ปรับ gain)	5
CP39	ตรวจสอบไฟ LED AVR ถ้าไฟติด UFRO คือเปิดใช้งานการแสดงความเร็วต่ำ, ตรวจสอบความเร็วรอบซึ่งต้องอยู่ในระดับ 1500 rpm	ปรับตัวควบคุมของความเร็วระหว่าง -1% ถึง 4 % ของความเร็วปกติ	5
CP40	ตัดการเชื่อมต่อ PMG จาก AVR แล้วนำมัลติมิเตอร์มาวัดค่า, ตรวจความเร็วรอบเครื่องยนต์ซึ่งต้องอยู่ในระดับ 1500 rpm	ปรับตั้งค่าเริ่มต้น, เปลี่ยนอะไหล่	5

4.4 สรุปความรู้

การสรุปความรู้เป็นการจัดการความรู้เป็นสัดส่วน เพื่อที่จะนำความรู้เหล่านั้นมาสร้างระบบการวินิจฉัยต่อไป โดยความรู้จะประกอบไปด้วย การตรวจเช็คทั่วไป การตรวจเช็คตามระยะเวลา การตรวจเช็คจากอาการผิดปกติ

4.4.1 การตรวจเช็คตามระยะเวลา

การตรวจเช็คตามระยะเวลา เป็นการตรวจเช็คที่ใช้ระยะเวลาเป็นตัวกำหนดรายการการตรวจเช็คต่างๆ มีทั้งรายชั่วโมงและรายเดือน แล้วแต่ระยะใดถึงก่อน การตรวจเช็คเครื่องกำเนิดไฟฟ้าตามระยะที่กำหนด จะเกิดประโยชน์อย่างมากแก่ผู้ใช้เครื่องกำเนิดไฟฟ้า ชิ้นส่วนต่างๆ มีการซ่อมหรือเปลี่ยน ตามที่กำหนด ก็จะส่งผลให้มีการใช้งานได้ยาวนาน ซึ่งช่วยประหยัดในด้านต่างๆ เป็นอย่างดีและไม่เป็นที่จะต้องซ่อมบ่อย เพื่อให้เครื่องกำเนิดไฟฟ้าพร้อมใช้งานอยู่ตลอดเวลา รวมถึงสมรรถนะสูงสุดด้วย ซึ่งในหัวข้อนี้ได้อ้างอิงระยะเวลาที่เหมาะสมตามที่ผู้ผลิตกำหนด แล้วนำมาจัดรูปแบบใหม่ เพื่อให้พนักงานซ่อมมีความเข้าใจได้ง่าย

จะแบ่งตามระยะเวลา ได้แก่

- สัปดาห์ มี 4 รายการตรวจเช็ค
- 250 ชั่วโมง หรือ 6 เดือน มี 4 รายการตรวจเช็ค
- 500 ชั่วโมง หรือ 12 เดือน มี 5 รายการตรวจเช็ค
- 1000 ชั่วโมง หรือ 24 เดือน มี 9 รายการตรวจเช็ค

ประกอบไปด้วย 5 กลุ่ม การตรวจเช็ค ได้แก่

- กลุ่มเครื่องยนต์ มี 6 รายการตรวจเช็ค
- กลุ่มน้ำมัน มี 1 รายการตรวจเช็ค
- กลุ่มหล่อเย็น มี 4 รายการตรวจเช็ค
- กลุ่มไฟฟ้า มี 3 รายการตรวจเช็ค
- กลุ่มอื่นๆ มี 2 รายการตรวจเช็ค

ซึ่งแสดงรายละเอียดดังตารางที่ 4.9

ตารางที่ 4.9 รายการตรวจเช็คตามระยะเวลาและระดับความยากของงาน

ช่วงเวลา	กลุ่ม	การตรวจเช็ค	ระดับความยาก
สัปดาห์	เครื่องยนต์	ตรวจเช็คระดับน้ำมันเครื่องให้อยู่ระหว่าง Low และ High	1
	น้ำมัน	ตรวจเช็คระดับน้ำมันเชื้อเพลิง โดยดูจากเกจวัดระดับน้ำมันเชื้อเพลิง	1
	หล่อเย็น	ตรวจเช็คระดับน้ำหล่อเย็นโดยต้องอยู่ในระดับที่มีขีดกำกับไว้	1

ตารางที่ 4.9 รายการตรวจเช็คตามระยะเวลาและระดับความยากของงาน (ต่อ)

สัปดาห์	ไฟฟ้า	ตรวจเช็คระดับน้ำกลั่นแบตเตอรี่โดยต้องอยู่ในระดับที่มีขีดกำกับไว้	1
250 ชั่วโมง / 6 เดือน	อื่นๆ	ตรวจเช็คทำความสะอาด	1
	อื่นๆ	ตรวจเช็ครอยรั่วซึมของข้อต่อต่างๆ	1
	เครื่องยนต์	เปลี่ยนถ่ายน้ำมันเครื่อง	2
	เครื่องยนต์	เปลี่ยนไส้กรองน้ำมันเครื่อง	2
500 ชั่วโมง / 12 เดือน	เครื่องยนต์	เปลี่ยนถ่ายน้ำมันเครื่อง	2
	เครื่องยนต์	เปลี่ยนไส้กรองน้ำมันเครื่อง	2
	หล่อเย็น	เปลี่ยนถ่ายไส้กรองน้ำหล่อเย็น (ถ้ามี)	2
	หล่อเย็น	เปลี่ยนถ่ายน้ำหล่อเย็น	2
	เครื่องยนต์	เปลี่ยนไส้กรองน้ำมันเชื้อเพลิง	2
1000 ชั่วโมง / 24 เดือน	ไฟฟ้า	เปลี่ยนแบตเตอรี่ใหม่	1
	เครื่องยนต์	เปลี่ยนถ่ายน้ำมันเครื่อง	2
	เครื่องยนต์	เปลี่ยนไส้กรองน้ำมันเครื่อง	2
	หล่อเย็น	เปลี่ยนถ่ายน้ำมันหล่อเย็น (ถ้ามี)	2
	หล่อเย็น	เปลี่ยนถ่ายน้ำหล่อเย็น	2
	เครื่องยนต์	เปลี่ยนไส้กรองน้ำมันเชื้อเพลิง	2
	เครื่องยนต์	ตรวจเช็คระบบสายพาน โดยดูสภาพสายพานและความตึง	3
	ไฟฟ้า	ตรวจเช็คระบบใบพัดหม้อน้ำ โดยดูสภาพใบพัด	3
	เครื่องยนต์	ตั้ง Valve Clearance ให้ได้ระยะตามที่สเปคเครื่องกำหนด	3

4.4.2 การตรวจเช็คทั่วไป

การตรวจเช็คทั่วไป เป็นการตรวจเช็คเบื้องต้นของเครื่องกำเนิดไฟฟ้าและใช้เพื่อทดสอบสมรรถนะของเครื่อง โดยนำความรู้มาจากบริษัทตัวอย่าง ถ้าหากความพบความผิดปกติระหว่างการทดสอบ จะต้องเก็บข้อมูลเหล่านั้นไว้เพื่อนำไปค้นหาสาเหตุที่ทำให้เกิดอาการผิดปกติ ในหัวข้อการตรวจเช็คอาการผิดปกติต่อไป

จะแบ่งตามขั้นตอนการทำงานของเครื่อง ได้แก่

- ก่อนสตาร์ทเครื่อง มี 7 รายการตรวจเช็ค
- ขณะเครื่องทำงาน มี 4 รายการตรวจเช็ค
- หลังจากเครื่องหยุดทำงาน มี 3 รายการตรวจเช็ค

ประกอบไปด้วย 4 กลุ่ม การตรวจเช็ค ได้แก่

- กลุ่มเครื่องยนต์ มี 2 รายการตรวจเช็ค
- กลุ่มหล่อเย็น มี 1 รายการตรวจเช็ค
- กลุ่มไฟฟ้า มี 4 รายการตรวจเช็ค
- กลุ่มอื่นๆ มี 7 รายการตรวจเช็ค

ซึ่งแสดงรายละเอียดดังตารางที่ 4.10

ตารางที่ 4.10 รายการตรวจเช็คทั่วไปและระดับความยากของงาน

ขั้นตอน	กลุ่ม	การตรวจเช็ค	ระดับความยาก
ก่อนสตาร์ทเครื่อง	อื่นๆ	ตรวจเช็คความสมบูรณ์ ความสะอาดของอุปกรณ์และรอบๆเครื่อง	1
	อื่นๆ	ตรวจเช็ครอยรั่วซึมรอบๆเครื่อง เช่น น้ำหล่อเย็น, น้ำมันเครื่อง, น้ำมันเชื้อเพลิง	1
	หล่อเย็น	ตรวจเช็คระดับน้ำในหม้อน้ำโดยต้องอยู่ในระดับที่มีขีดกำกับไว้	1
	เครื่องยนต์	ตรวจเช็คระดับน้ำมันเครื่องให้อยู่ระหว่าง Low และ High	1
	ไฟฟ้า	ตรวจเช็คระดับน้ำกลั่นแบตเตอรี่โดยต้องอยู่ในระดับที่มีขีดกำกับไว้	1
	หล่อเย็น	ตรวจเช็คความแข็งแรงของพัดลมรวมถึงสายพาน ความตึง รอยแตก	2
	อื่นๆ	ตรวจเช็คความแน่นของจุดยึด	2

ตารางที่ 4.10 รายการตรวจเช็คทั่วไปและระดับความยากของงาน (ต่อ)

ชั้นตอน	กลุ่ม	การตรวจเช็ค	ระดับความยาก
หลังจากเครื่องหยุดทำงาน	อื่นๆ	ตรวจเช็คร่องรั่วซึมรอบๆเครื่อง เช่น น้ำหล่อเย็น, น้ำมันเครื่อง, น้ำมันเชื้อเพลิง	1
	ไฟฟ้า	ตรวจเช็คการตั้งค่าโหมด Auto ในชุดควบคุมหรือไม่	1
	อื่นๆ	ตรวจเช็คความเรียบร้อยของเครื่องทั่วๆไป เช่น การสับสวิตซ์ให้ตรงตำแหน่ง, ความสะอาด	2
ขณะเครื่องทำงาน	ไฟฟ้า	ตรวจเช็คค่าต่างๆจากระบบควบคุม ขณะทดสอบตัวผลิตกระแสไฟฟ้า เช่น ระดับอุณหภูมิประมาณ 83 C, ระดับแรงดันน้ำมันเครื่องประมาณ 3.5 Bar, รอบเครื่องยนต์ที่ 1500 rpm, แรงดันไฟฟ้า 1Phase 230 V. , 3Phase 398 V. Power factor = 1	1
	เครื่องยนต์	ตรวจเช็คระบบท่อไอเสีย เช่น ปริมาณควัน	1
	เครื่องยนต์	ตรวจเช็คร่องรั่วซึมของหัวฉีด	2
	เครื่องยนต์	ตรวจเช็คร่องรั่วซึมของปั๊มน้ำมันเชื้อเพลิง	2
	เครื่องยนต์	ตรวจเช็คเสียงที่เกิดขึ้น ต้องไม่ดังกว่าปกติ	2

4.4.3 การตรวจเช็คอาการผิดปกติ

การตรวจเช็คอาการผิดปกติ เป็นวัตถุประสงค์หลักในงานวิจัยนี้ จะแบ่งกลุ่มการตรวจเช็ค จากส่วนประกอบเครื่องกำเนิดไฟฟ้า ซึ่งแบ่งได้เป็น 2 กลุ่ม ได้แก่ เครื่องยนต์ดีเซล (Diesel Engine)และตัวผลิตกระแสไฟฟ้า ชนิดแม่เหล็กถาวร (Permanent Magnet Generator) ซึ่งในแต่ละกลุ่มได้ทำการศึกษาอาการผิดปกติ, สาเหตุของอาการผิดปกติ ความสัมพันธ์ วิธีการตรวจสอบและการแก้ไข รวมถึงสถิติการเกิดอาการผิดปกติ

4.4.3.1 เครื่องยนต์ดีเซล (Diesel Engine)

1) อาการผิดปกติในเครื่องยนต์ดีเซล มี 18 อาการผิดปกติ ประกอบไปด้วย 5 กลุ่ม ได้แก่

- กลุ่มเครื่องยนต์ เกิดความผิดปกติของเครื่องยนต์ เช่น การทำงานของเครื่องยนต์ มี 12 อาการผิดปกติ

- กลุ่มน้ำมัน เกิดความผิดปกติของระบบการจ่ายน้ำมันเชื้อเพลิง, การรั่วของน้ำมันเชื้อเพลิง มี 2 อาการผิดปกติ
- กลุ่มความดัน เกิดความผิดปกติจากความดันของน้ำมันเครื่อง มี 1 อาการผิดปกติ
- กลุ่มไฟฟ้า เกิดความผิดปกติที่เกิดจากอุปกรณ์อิเลคทรอนิกส์ มี 1 อาการผิดปกติ
- กลุ่มหล่อเย็น เกิดความผิดปกติในส่วนของระบบระบายความร้อนหรือระบบหล่อเย็น เช่น พัดลมระบายความร้อน, ออยคูลเลอร์ มี 2 อาการผิดปกติ

2) สาเหตุของอาการผิดปกติในเครื่องยนต์ดีเซล มี 80 สาเหตุ

3) ความสัมพันธ์ระหว่าง อาการผิดปกติและสาเหตุ ของเครื่องยนต์ดีเซล มีทั้งหมด 95 ความสัมพันธ์

4) การตรวจสอบและการแก้ไข

การตรวจสอบและการแก้ไข จะขึ้นอยู่กับแต่ละสาเหตุ เพราะอาการผิดปกติบางอาการมีสาเหตุการเสียเดียวกัน ทำให้การตรวจสอบและการแก้ไขจะขึ้นอยู่กับสาเหตุ ไม่ขึ้นอยู่กับอาการผิดปกติต่างๆ การสรุปนี้จะอธิบายถึงการตรวจสอบและการแก้ไขของแต่ละสาเหตุ

4.4.3.2 ตัวผลิตกระแสไฟฟ้า ชนิดแม่เหล็กถาวร (Permanent Magnet Generator)

1) อาการผิดปกติในตัวผลิตกระแสไฟฟ้า ชนิดแม่เหล็กถาวร มี 11 อาการผิดปกติ ประกอบไปด้วย 2 กลุ่ม ได้แก่

- กลุ่ม Off-Load เป็นความผิดปกติที่เกิดจากการใช้งาน เมื่อไม่ได้ทำการเชื่อมต่อกับอุปกรณ์ มี 4 อาการผิดปกติ
- กลุ่ม On-Load ความผิดปกติที่เกิดจากการใช้งาน เมื่อทำการเชื่อมต่อกับอุปกรณ์มี 7 อาการผิดปกติ

2) สาเหตุของอาการผิดปกติ มี 40 สาเหตุในตัวผลิตกระแสไฟฟ้า ชนิดแม่เหล็กถาวร

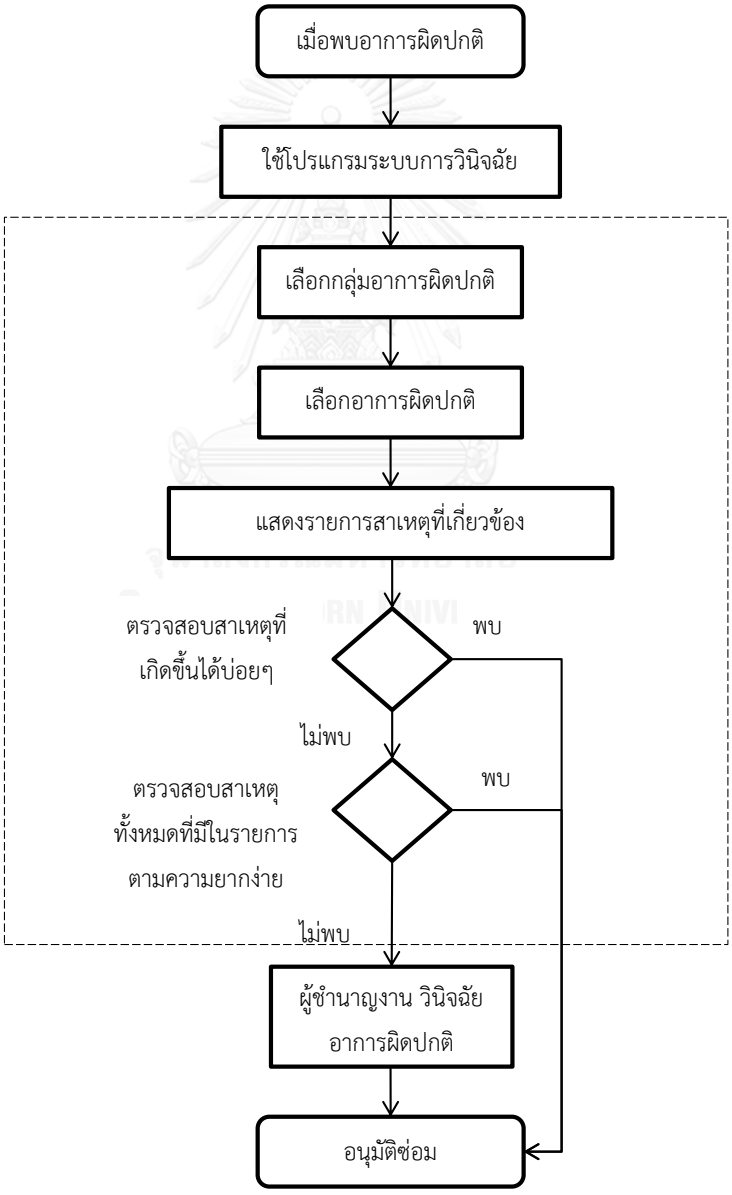
3) ความสัมพันธ์ระหว่าง อาการผิดปกติและสาเหตุ ของตัวผลิตกระแสไฟฟ้ามีทั้งหมด 55 ความสัมพันธ์

4) การตรวจสอบและการแก้ไข

การตรวจสอบและการแก้ไข จะขึ้นอยู่กับแต่ละสาเหตุ เพราะอาการผิดปกติบางอาการมีสาเหตุการเสียเดียวกัน ทำให้การตรวจสอบและการแก้ไขจะขึ้นอยู่กับสาเหตุ ไม่ขึ้นอยู่กับอาการผิดปกติต่างๆ การสรุปนี้จะอธิบายถึงการตรวจสอบและการแก้ไขของแต่ละสาเหตุ

บทที่ 5
การออกแบบและการสร้างระบบการวินิจฉัย

ในบทนี้จะประกอบด้วยการออกแบบหน้าจอของโปรแกรมหรือส่วนติดต่อผู้ใช้ ส่วนประกอบและขั้นตอนการใช้งานของโปรแกรม ซึ่งเป็นส่วนหนึ่งในการสร้างระบบการวินิจฉัยข้อขัดข้องสำหรับเครื่องกำเนิดไฟฟ้า โดยออกแบบกระบวนการของระบบการวินิจฉัยแบบใหม่ หลังจากที่ได้ผลการวิเคราะห์ในบทที่ 4 ดังรูปที่ 5.1



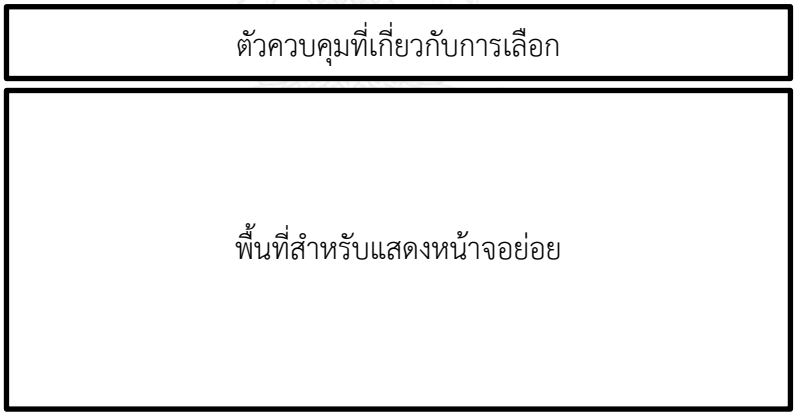
รูปที่ 5.1 กระบวนการของระบบการวินิจฉัย

5.1 การออกแบบส่วนติดต่อผู้ใช้

การออกแบบส่วนติดต่อผู้ใช้ โดยใช้ Microsoft Visual Basic 2010 Express เขียนเป็นเปลือกระบบผู้เชี่ยวชาญ และจะประกอบไปด้วย เมนูที่ได้จากผลการวิเคราะห์ ได้แก่ การตรวจเช็คตามระยะเวลา การตรวจเช็คทั่วไป การตรวจเช็คอาการผิดปกติ ซึ่งในแต่ละเมนูจะมีการแตกกลุ่มย่อยๆลงไปอีก โดยเขียนให้เป็นลักษณะ MDI Application ซึ่งจะประกอบไปด้วย 2 ส่วน คือ หน้าจอหลักและหน้าจอย่อย

5.1.1 หน้าจอหลัก

เป็นหน้าจอที่จะแสดงเมนูต่างๆของโปรแกรม เพื่อให้สามารถเรียกใช้ตามลักษณะของงาน มีโครงสร้างการออกแบบ 2 ส่วนคือ ตัวควบคุมที่เกี่ยวกับการเลือก โดยจะใช้ ตัวควบคุม Menustrip ซึ่งมีทั้งหมด 4 เมนู ได้แก่ การตรวจเช็คตามระยะเวลา การตรวจเช็คทั่วไป การตรวจเช็คอาการผิดปกติ และคู่มือการตรวจเช็ค ซึ่งเป็นเมนูที่เพิ่มเติมเข้ามาเพื่อใช้อธิบายรายเอียดของวิธีตรวจวินิจฉัยสาเหตุต่างๆ และพื้นที่สำหรับแสดงหน้าจอย่อย ดังรูปที่ 5.2 และตัวอย่างหน้าจอดังรูปที่ 5.3



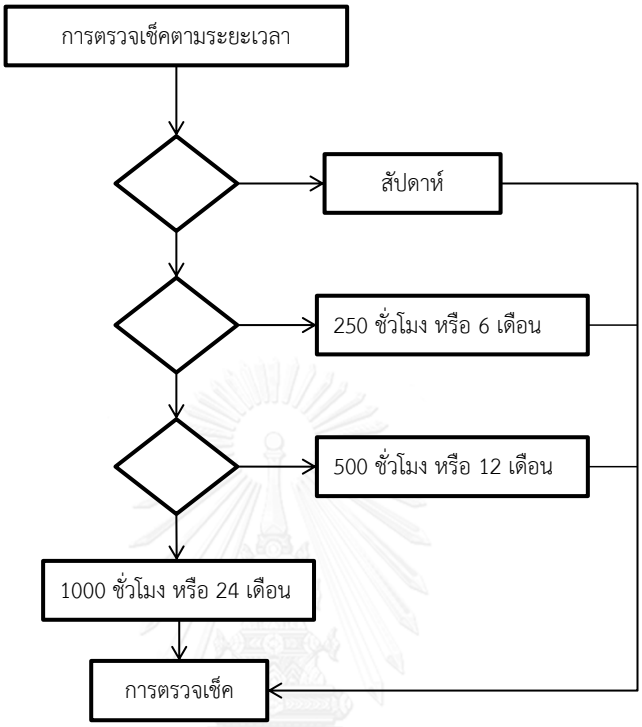
รูปที่ 5.2 โครงสร้างหน้าจอหลัก

รูปที่ 5.3 โครงสร้างหน้าจอหลัก

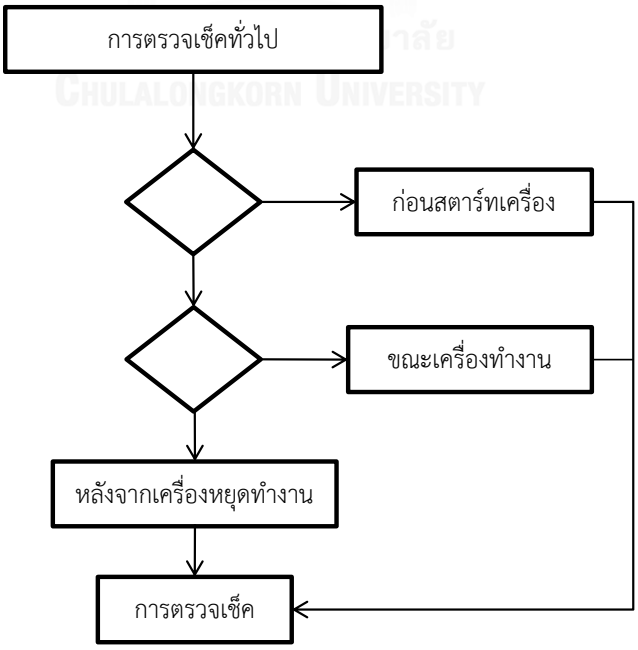
5.1.2 หน้าจอย่อยสำหรับการวินิจฉัย

เป็นหน้าจอสำหรับการแสดงผลของการเลือกเมนูในหน้าจอหลัก ทั้งหมด 3 เมนูหลัก ซึ่งมาจากผลการวิเคราะห์ในบทที่ 4 ได้แก่ 1) การตรวจเช็คตามระยะเวลา ประกอบไปด้วย สัปดาห์ 250 ชั่วโมง หรือ 6 เดือน 500 ชั่วโมง หรือ 12 เดือน และ 1000 ชั่วโมง หรือ 24 เดือน โดยเมื่อเลือกรายการแล้วจะแสดงวิธีการตรวจเช็คในรายการนั้นๆ 2) การตรวจเช็คทั่วไป ประกอบไปด้วย ก่อนสตาร์ทเครื่อง ขณะสตาร์ทเครื่อง และ หลังจากเครื่องหยุดทำงาน โดยเมื่อเลือกรายการแล้วจะแสดงวิธีการตรวจเช็คในรายการนั้นๆ 3) การตรวจเช็คอาการผิดปกติ ประกอบไปด้วย เครื่องยนต์ดีเซลและตัวผลิตกระแสไฟฟ้า โดยเมื่อเลือกรายการแล้ว จะแสดงกลุ่มอาการผิดปกติและอาการผิดปกติที่เกี่ยวข้องพร้อมสาเหตุของอาการผิดปกตินั้นๆ โดยสาเหตุของอาการผิดปกติจะแบ่งเป็นค้านหาสาเหตุที่เกิดขึ้นได้บ่อยๆและค้นหาสาเหตุทั้งหมดเรียงตามความระดับยาก ซึ่งผู้ใช้จะต้องทำการตัดสินใจเลือกด้วยตัวเอง ถ้าหากเลือกค้นหาสาเหตุที่เกิดขึ้นได้บ่อยๆแล้วยังไม่ได้ข้อสรุป จำเป็นจะต้องกลับไปค้นหาสาเหตุทั้งหมดเรียงตามความระดับยาก จึงจะนำไปสู่การตรวจเช็คและการแก้ไข โดยสามารถสรุปโครงสร้างการวิเคราะห์ของ การตรวจเช็คตามระยะเวลา การตรวจเช็คทั่วไป และการตรวจเช็คอาการผิดปกติ ได้ดังรูปที่ 5.4 5.5 และ 5.6 ตามลำดับ ซึ่งโครงสร้างนี้จะใช้ในการออกแบบ รูปแบบของการจัดวางหน้าจอและกำหนดตัวควบคุมของคำสั่งต่างๆ ดังรูปที่ 5.7 และ

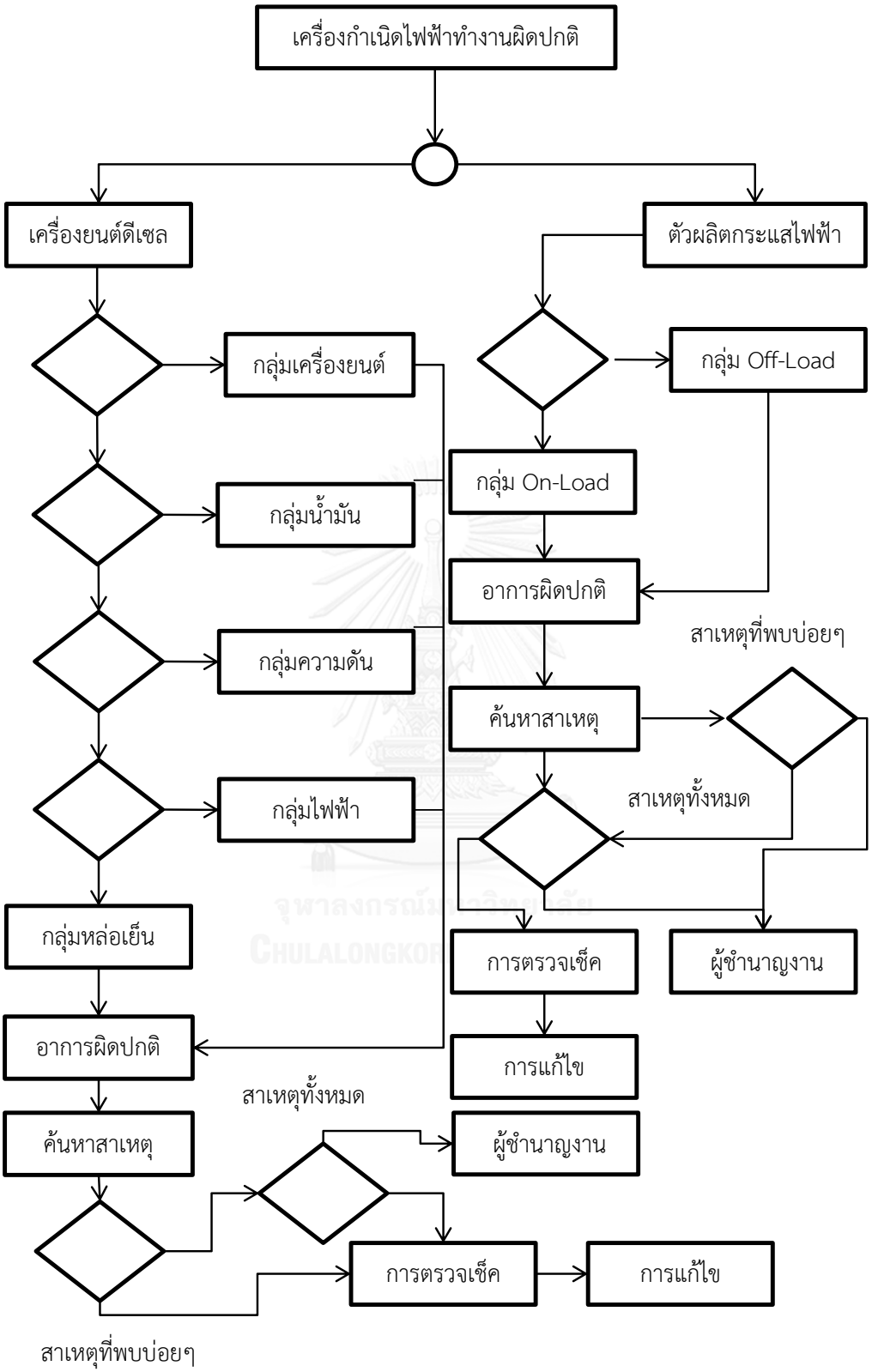
ตัวอย่างหน้าจอดังรูปที่ 5.8 ซึ่งจะยกเว้นเมนูคู่มือการตรวจเช็คจะเป็นการเปิดไฟล์เอกสารโดยโปรแกรมจากภายนอก



รูปที่ 5.4 การวิเคราะห์การตรวจเช็คตามระยะเวลา

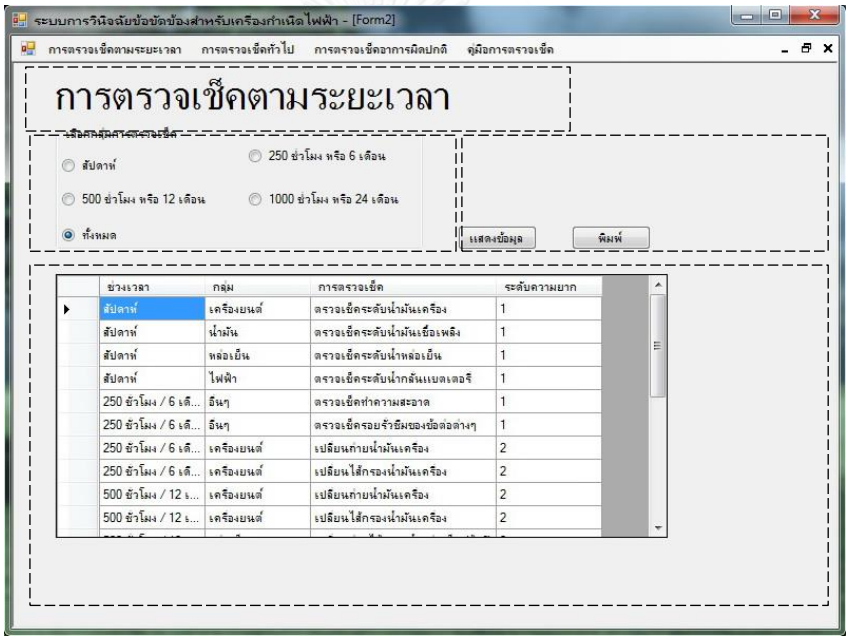


รูปที่ 5.5 การวิเคราะห์การตรวจเช็คทั่วไป



รูปที่ 5.6 การวิเคราะห์อาการผิดปกติเพื่อหาสาเหตุการเสียและการแก้ไข

รูปที่ 5.7 โครงสร้างหน้าจอย่อย สำหรับการวินิจฉัย



รูปที่ 5.8 ตัวอย่างหน้าจอย่อย สำหรับการวินิจฉัย

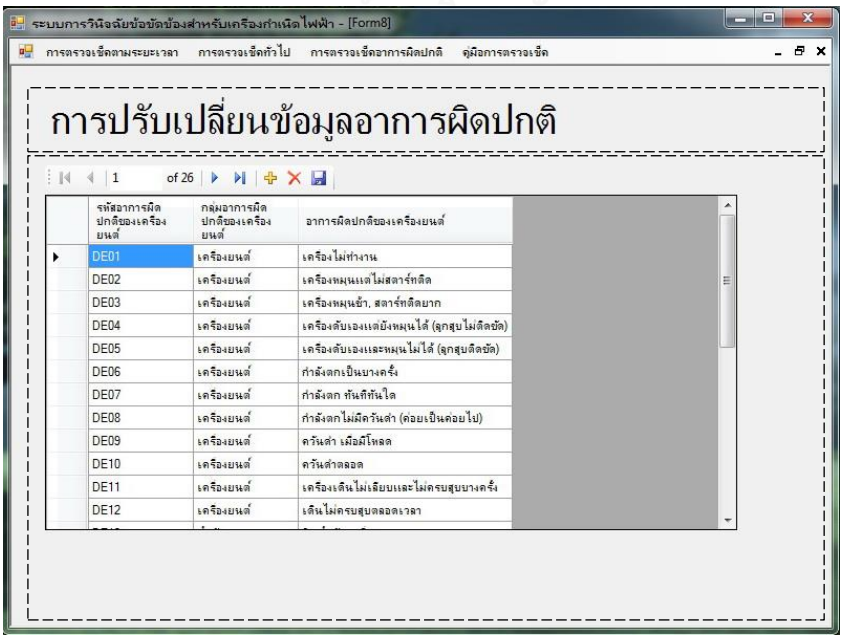
ตารางที่ 5.1 ตัวควบคุมที่เกี่ยวข้องของหน้าจอย่อยสำหรับการวินิจฉัย

กลุ่มตัวควบคุม	ตัวควบคุมที่ใช้
ตัวควบคุมที่เกี่ยวกับการเลือก	ปุ่มวิทยุ (Radiobutton), กล่องรายการ (Combobox)
ตัวควบคุมที่เกี่ยวกับการออกคำสั่ง	ปุ่ม (Button)
ตัวควบคุมที่เกี่ยวกับข้อความ	ตารางรายการ (Gridview)

5.1.3 หน้าจอย่อย สำหรับการแก้ไข

เป็นหน้าจอ สำหรับการแสดงผลการเลือกแก้ไขในเมนูจอหลัก ทั้งหมด 3 เมนู ได้แก่ การตรวจเช็คตามระยะเวลา การตรวจเช็คทั่วไป การตรวจเช็คอาการผิดปกติ ซึ่งในทุกเมนูจะสามารถแก้ไขฐานความรู้ได้ สำหรับเพิ่มความรู้ใหม่ๆลงไปได้ในอนาคต โดยทำการดึงตารางจากฐานความรู้ที่อยู่ใน Microsoft SQL Server 2008 Management Studio Express ได้โดยตรงมาแสดงในหน้าจอย่อยของโปรแกรมและแก้ไขได้พร้อมบันทึก (Save) เข้าฐานความรู้ได้ทันที ตัวควบคุมที่เกี่ยวกับข้อความที่ใช้ คือ Gridview ดังรูปที่ 5.9 และตัวอย่างหน้าจอดังรูปที่ 5.10

รูปที่ 5.9 โครงสร้างหน้าจอย่อย สำหรับการแก้ไข



รูปที่ 5.10 ตัวอย่างหน้าจอย่อย สำหรับการแก้ไข

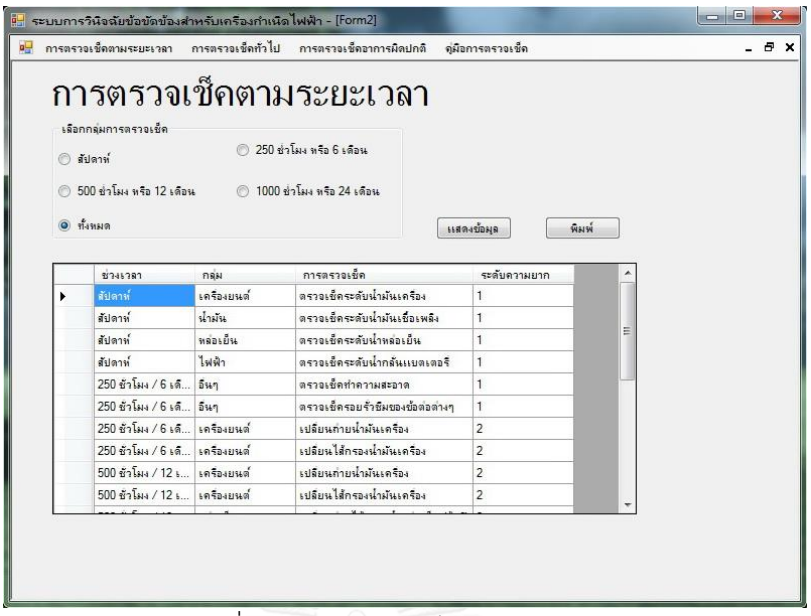
5.2 ส่วนประกอบของโปรแกรม

โปรแกรมคอมพิวเตอร์ที่สร้างขึ้นจะประกอบไปด้วย การตรวจเช็คตามระยะเวลา การตรวจเช็คทั่วไป การตรวจเช็คอาการผิดปกติ และคู่มือการตรวจเช็ค ซึ่งมีรูปแบบการแสดงผลให้กับผู้งาน ดังรูปที่ 5.11

รูปที่ 5.11 หน้าจอหลักของโปรแกรม

5.2.1 การตรวจเช็คตามระยะเวลา

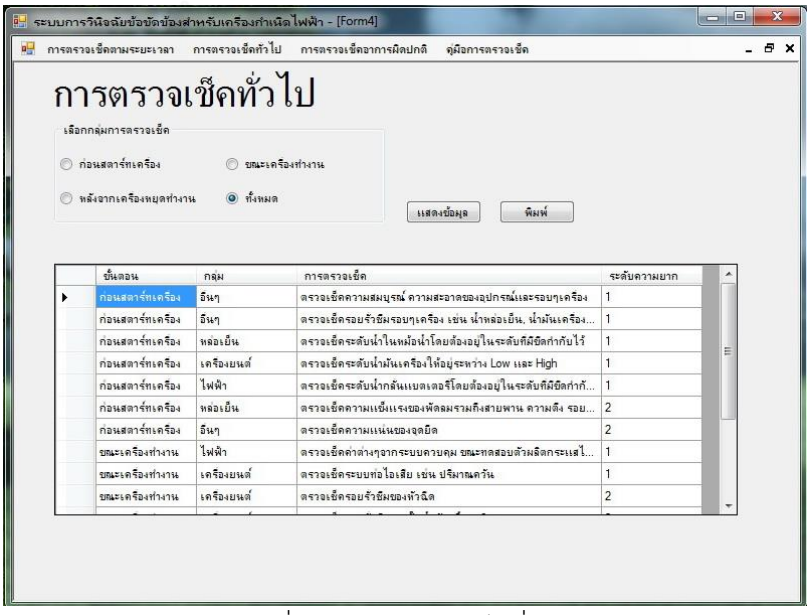
เป็นการตรวจเช็คที่พิจารณาตามระยะเวลา จะประกอบไปด้วย สัปดาห์ 250 ชั่วโมง หรือ 6 เดือน 500 ชั่วโมง หรือ 12 เดือน และ 1000 ชั่วโมง หรือ 24 เดือน รวมทั้งในส่วนการแก้ไขข้อมูล สำหรับในแต่ละช่วงเวลาจะมีการตรวจเช็คที่แตกต่างกันซึ่งจะเป็นตามที่ผู้ผลิตกำหนด เช่น แบตเตอรี่ ต้องมีการเปลี่ยนทุก 2 ปี หรือ 24 เดือน เป็นต้น โดยจะแสดงข้อมูลต่างๆดังนี้ ช่วงเวลา กลุ่ม การตรวจเช็ค และ ระดับความยาก ดังรูปที่ 5.12



รูปที่ 5.12 การตรวจเช็คตามระยะเวลา

5.2.2 การตรวจเช็คทั่วไป

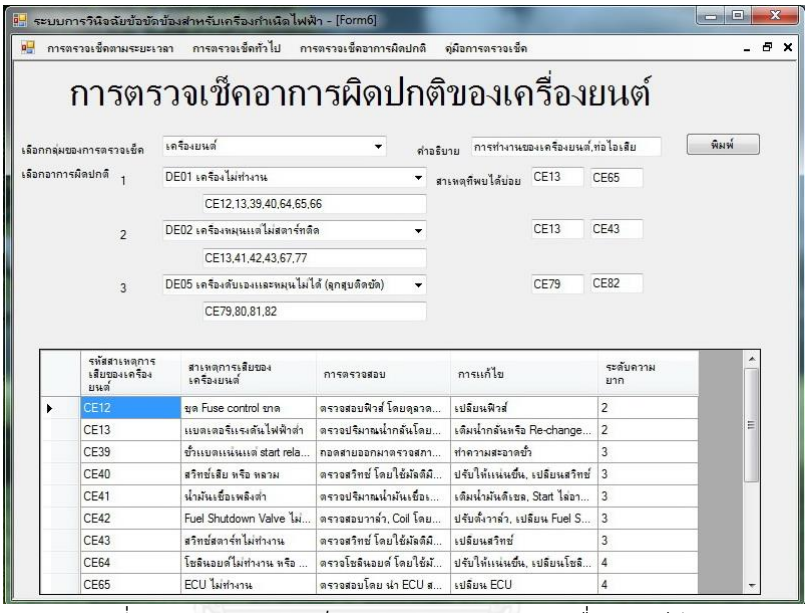
เป็นการตรวจเช็คที่พิจารณาจากลักษณะการทำงานเครื่องกำเนิดไฟฟ้า ประกอบไปด้วย ก่อนสตาร์ทเครื่อง ขณะสตาร์ทเครื่อง และ หลังจากเครื่องหยุดทำงาน รวมทั้งในส่วนการแก้ไขข้อมูล การตรวจเช็คนี้จะเป็นตรวจภายนอกเครื่อง เช่น รอยรั่วต่างๆ ระดับเสียง เป็นต้น โดยจะแสดงข้อมูลต่างๆดังนี้ ขั้นตอน กลุ่ม การตรวจเช็ค และ ระดับความยาก ดังรูปที่ 5.13



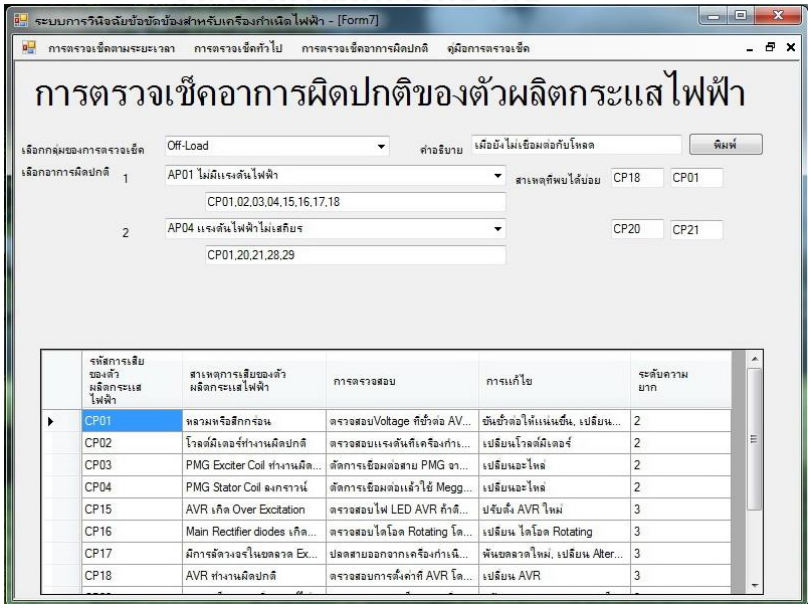
รูปที่ 5.13 การตรวจเช็คทั่วไป

5.2.3 การตรวจเช็คอาการผิดปกติ

เป็นการตรวจเช็คจากการที่เกิดอาการผิดปกติ ทั้งในส่วนเครื่องยนต์ดีเซลและตัวผลิตกระแสไฟฟ้า เพื่อค้นหาสาเหตุและวิธีการแก้ไข ให้ถูกต้องตรงกับอาการผิดปกตินั้นๆ อีกทั้งยังสามารถเพิ่มเติม อาการผิดปกติใหม่ๆได้ในส่วนการแก้ไขข้อมูล โดยจะแสดงข้อมูลต่างๆดังนี้ รหัสอาการผิดปกติ สาเหตุ การตรวจสอบ และ ระดับความยาก ดังรูปที่ 5.14 และ รูปที่ 5.15



รูปที่ 5.14 การตรวจเช็คอาการผิดปกติของเครื่องยนต์ดีเซล



รูปที่ 5.15 การตรวจเช็คอาการผิดปกติของตัวผลิตกระแสไฟฟ้า

5.2.4 การแสดงรายงาน

ในการตรวจเช็คแต่ละประเภท จะสามารถแสดงรายงานในหัวข้อที่เลือกมาได้ โดยการกดที่ พิมพ์ ระบบจะทำการจัดหน้ากระดาษที่กำลังแสดงผลอยู่ให้อยู่ในรูป A4 และสามารถพิมพ์ออกมาเพื่อมาใช้งานได้ทันที โดยมีรูปแบบการรายงาน ดังตารางที่ 5.2 5.3 และ 5.4

ตารางที่ 5.2 การแสดงรายงานการตรวจเช็คตามระยะเวลา

การตรวจเช็คตามระยะเวลา				
ช่วงเวลา	กลุ่ม	การตรวจเช็ค	ระดับความยาก	รายงานสภาพ

ตารางที่ 5.3 การแสดงรายงานการตรวจเช็คทั่วไป

การตรวจเช็คทั่วไป				
ขั้นตอน	กลุ่ม	การตรวจเช็ค	ระดับความยาก	รายงานสภาพ

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ตารางที่ 5.4 การแสดงรายงานการตรวจเช็คอาการผิดปกติ

สาเหตุการเสียของเครื่องยนต์ดีเซล/ตัวผลิตกระแสไฟฟ้าและการแก้ไข กลุ่ม ..... อาการ ..... สาเหตุที่พบได้บ่อย				
รหัสสาเหตุ	สาเหตุ	การตรวจสอบ	การแก้ไข	ระดับความยาก

5.2.5 คู่มือการตรวจเช็ค

จะเป็นการรวบรวมวิธีการตรวจเช็คทั้งในส่วน เครื่องยนต์ดีเซลและตัวผลิตกระแสไฟฟ้า โดยคัดเลือกเพียงบางวิธีที่มีความซับซ้อน เพื่อนำมาอธิบายให้ผู้ใช้สามารถเข้าใจได้ ในรูปแบบไฟล์ PDF สามารถสั่งพิมพ์รายงาน เพื่อนำมาอ่านประกอบกับรายงานการตรวจเช็คแบบปกติได้

5.3 การออกแบบฐานความรู้

ฐานความรู้ของระบบการวินิจฉัยข้อขัดข้องสำหรับเครื่องกำเนิดไฟฟ้านี้ สร้างโดยใช้ Microsoft SQL Server 2008 Management Studio Express จะประกอบไปด้วย 8 ฐานความรู้ คือ การตรวจเช็คตามระยะเวลา 1 ฐานความรู้ การตรวจเช็คทั่วไป 1 ฐานความรู้ และการตรวจเช็คจากอาการผิดปกติ 6 ฐานความรู้

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

1. การตรวจเช็คตามระยะเวลา มี 4 ช่วงเวลา ได้แก่ สัปดาห์ 250ชั่วโมงหรือ 6 เดือน 500 ชั่วโมงหรือ 12 เดือน 1000 ชั่วโมงหรือ 24 เดือน ดังรูปที่ 5.16

ลำดับ	ช่วงเวลา	กลุ่ม	การตรวจเช็ค	ระดับความยาก
1	สัปดาห์	เครื่องยนต์	ตรวจเช็คระดับน้ำมันเครื่องให้อยู่ระหว่...	1
2	สัปดาห์	น้ำมัน	ตรวจเช็คระดับน้ำมันเชื้อเพลิง โดยดูจ...	1
3	สัปดาห์	หล่อเย็น	ตรวจเช็คระดับน้ำหล่อเย็นโดยต้องอยู่...	1
4	สัปดาห์	ไฟฟ้า	ตรวจเช็คระดับน้ำกลั่นแบตเตอรี่โดยต้...	1
5	250 ชั่วโมง / 6 เ...	อื่นๆ	ตรวจเช็คทำความสะอาด	1
6	250 ชั่วโมง / 6 เ...	อื่นๆ	ตรวจเช็ครอยรั่วซึมของข้อต่อต่างๆ	1
7	250 ชั่วโมง / 6 เ...	เครื่องยนต์	เปลี่ยนถ่ายน้ำมันเครื่อง	2
8	250 ชั่วโมง / 6 เ...	เครื่องยนต์	เปลี่ยนไส้กรองน้ำมันเครื่อง	2
9	500 ชั่วโมง / 12 ...	เครื่องยนต์	เปลี่ยนถ่ายน้ำมันเครื่อง	2
10	500 ชั่วโมง / 12 ...	เครื่องยนต์	เปลี่ยนไส้กรองน้ำมันเครื่อง	2
11	500 ชั่วโมง / 12 ...	หล่อเย็น	เปลี่ยนถ่ายไส้กรองน้ำหล่อเย็น (ถ้ามี)	2
12	500 ชั่วโมง / 12 ...	หล่อเย็น	เปลี่ยนถ่ายน้ำหล่อเย็น	2
13	500 ชั่วโมง / 12 ...	เครื่องยนต์	เปลี่ยนไส้กรองน้ำมันเชื้อเพลิง	2
14	1000 ชั่วโมง / 2...	ไฟฟ้า	เปลี่ยนแบตเตอรี่ใหม่	1
15	1000 ชั่วโมง / 2...	เครื่องยนต์	เปลี่ยนถ่ายน้ำมันเครื่อง	2
16	1000 ชั่วโมง / 2...	เครื่องยนต์	เปลี่ยนไส้กรองน้ำมันเครื่อง	2
17	1000 ชั่วโมง / 2...	หล่อเย็น	เปลี่ยนถ่ายน้ำมันหล่อเย็น (ถ้ามี)	2
18	1000 ชั่วโมง / 2...	หล่อเย็น	เปลี่ยนถ่ายน้ำหล่อเย็น	2
19	1000 ชั่วโมง / 2...	เครื่องยนต์	เปลี่ยนไส้กรองน้ำมันเชื้อเพลิง	2
20	1000 ชั่วโมง / 2...	เครื่องยนต์	ตรวจเช็คระบบสายพาน โดยดูสภาพสา...	3
21	1000 ชั่วโมง / 2...	ไฟฟ้า	ตรวจเช็คระบบใบพัดหม้อน้ำ โดยดูสภ...	3
22	1000 ชั่วโมง / 2...	เครื่องยนต์	ตั้ง Valve Clearance ให้ได้ระยะตามที...	3
NULL	NULL	NULL	NULL	NULL

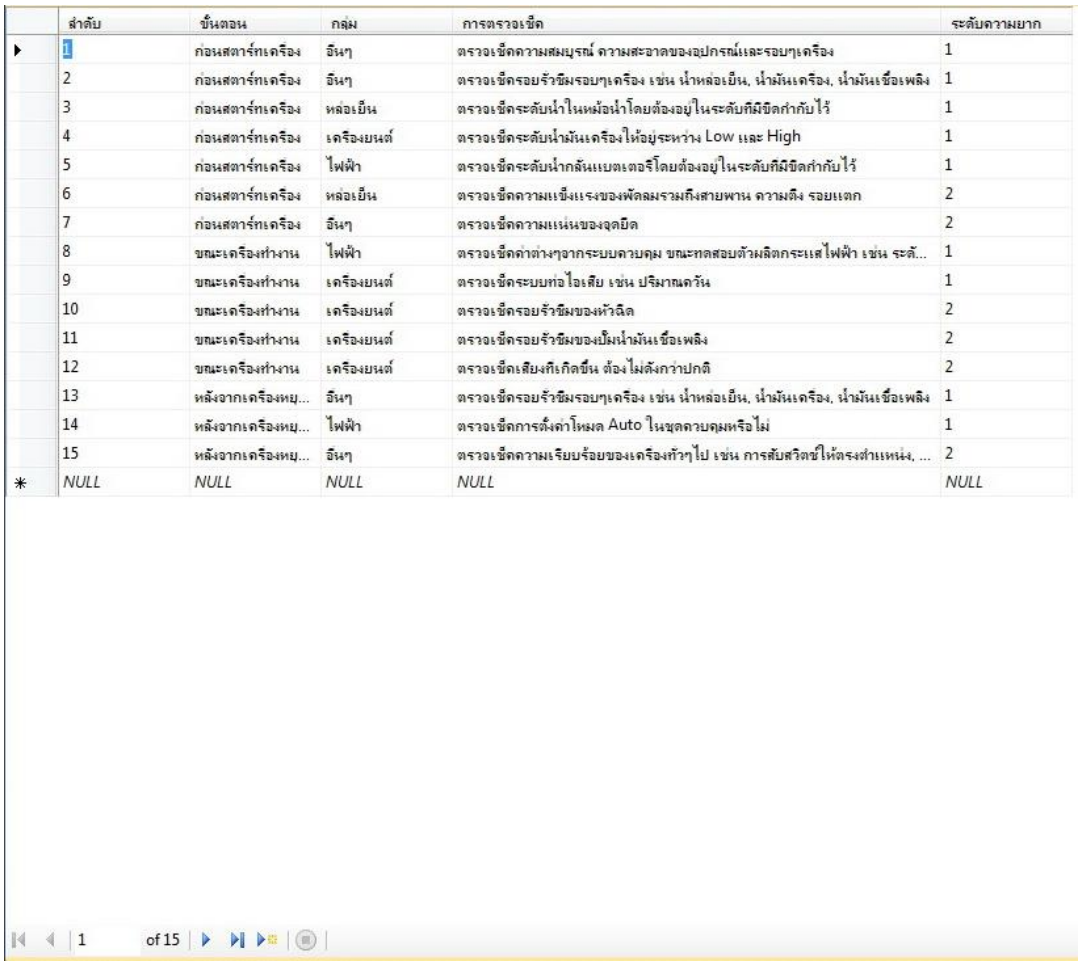
1 of 22

รูปที่ 5.16 ฐานความรู้ การตรวจเช็คตามระยะเวลา

ตารางที่ 5.5 ชนิดข้อมูลของการตรวจเช็คตามระยะเวลา

ชื่อคอลัมน์	ชนิดข้อมูล
ลำดับ	int
ช่วงเวลา	nvarchar(50)
กลุ่ม	nvarchar(50)
การตรวจเช็ค	nvarchar(1000)
ระดับความยาก	int

2. การตรวจเช็คทั่วไป มี 3 ขั้นตอน ได้แก่ ก่อนสตาร์ทเครื่อง ขณะเครื่องทำงาน และหลังจากเครื่องหยุดทำงาน ดังรูปที่ 5.17



	ลำดับ	ขั้นตอน	กลุ่ม	การตรวจเช็ค	ระดับความยาก
▶	1	ก่อนสตาร์ทเครื่อง	อื่นๆ	ตรวจเช็คความสมบูรณ์ ความสะอาดของอุปกรณ์และรอบๆเครื่อง	1
	2	ก่อนสตาร์ทเครื่อง	อื่นๆ	ตรวจเช็ครอยรั่วซึมรอบๆเครื่อง เช่น น้ำหล่อเย็น, น้ำมันเครื่อง, น้ำมันเชื้อเพลิง	1
	3	ก่อนสตาร์ทเครื่อง	หล่อเย็น	ตรวจเช็คระดับน้ำในหม้อน้ำโดยต้องอยู่ในระดับที่มีขีดกำกับไว้	1
	4	ก่อนสตาร์ทเครื่อง	เครื่องยนต์	ตรวจเช็คระดับน้ำมันเครื่องให้อยู่ระหว่าง Low และ High	1
	5	ก่อนสตาร์ทเครื่อง	ไฟฟ้า	ตรวจเช็คระดับน้ำกลั่นแบตเตอรี่โดยต้องอยู่ในระดับที่มีขีดกำกับไว้	1
	6	ก่อนสตาร์ทเครื่อง	หล่อเย็น	ตรวจเช็คความแข็งแรงของพัดลมรวมถึงสายพาน ความตึง รอยแตก	2
	7	ก่อนสตาร์ทเครื่อง	อื่นๆ	ตรวจเช็คความแน่นของจุดยึด	2
	8	ขณะเครื่องทำงาน	ไฟฟ้า	ตรวจเช็คค่าต่างๆจากระบบควบคุม ขณะทดสอบด้วมลิตกระแสไฟฟ้า เช่น ระดั...	1
	9	ขณะเครื่องทำงาน	เครื่องยนต์	ตรวจเช็คระบบท่อไอเสีย เช่น ปริมาณควัน	1
	10	ขณะเครื่องทำงาน	เครื่องยนต์	ตรวจเช็ครอยรั่วซึมของหัวฉีด	2
	11	ขณะเครื่องทำงาน	เครื่องยนต์	ตรวจเช็ครอยรั่วซึมของปั๊มน้ำมันเชื้อเพลิง	2
	12	ขณะเครื่องทำงาน	เครื่องยนต์	ตรวจเช็คเสียงที่เกิดขึ้น ต้องไม่ดังกว่าปกติ	2
	13	หลังจากเครื่องหยุ...	อื่นๆ	ตรวจเช็ครอยรั่วซึมรอบๆเครื่อง เช่น น้ำหล่อเย็น, น้ำมันเครื่อง, น้ำมันเชื้อเพลิง	1
	14	หลังจากเครื่องหยุ...	ไฟฟ้า	ตรวจเช็คการตั้งค่าโหมด Auto ในชุดควบคุมหรือไม่	1
	15	หลังจากเครื่องหยุ...	อื่นๆ	ตรวจเช็คความเรียบร้อยของเครื่องทั่วๆไป เช่น การสับสวิตช์ให้ตรงตำแหน่ง, ...	2
*	NULL	NULL	NULL	NULL	NULL

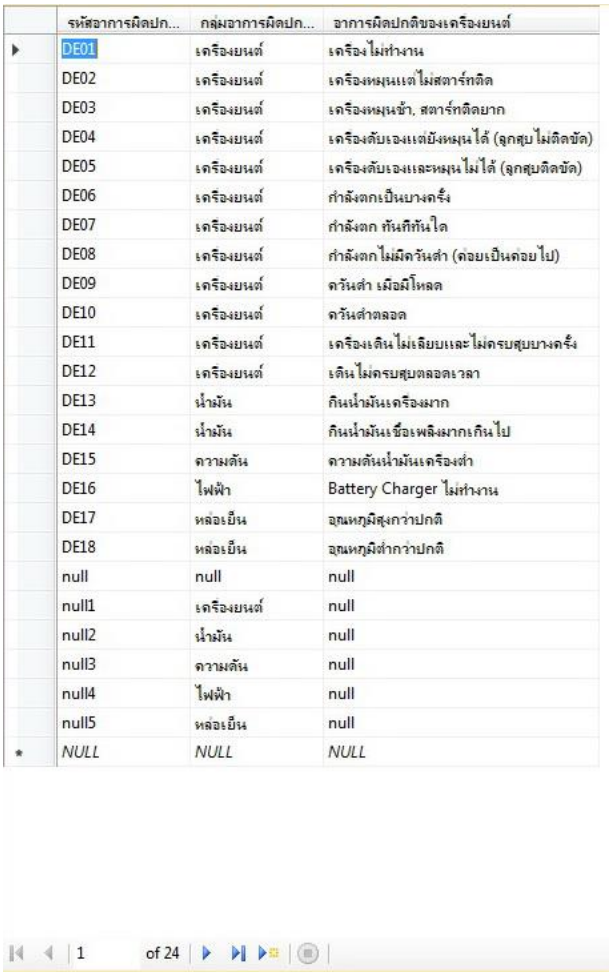
1 of 15

รูปที่ 5.17 ฐานความรู้ การตรวจเช็คทั่วไป

ตารางที่ 5.6 ชนิดข้อมูลของการตรวจเช็คทั่วไป

ชื่อคอลัมน์	ชนิดข้อมูล
ลำดับ	int
ขั้นตอน	nvarchar(50)
กลุ่ม	nvarchar(50)
การตรวจเช็ค	nvarchar(1000)
ระดับความยาก	int

3. การตรวจเช็คอาการผิดปกติเครื่องยนต์ดีเซล มี 3 ฐานความรู้ได้แก่ 1) ฐานความรู้อาการผิดปกติของเครื่องยนต์ดีเซล ดังรูปที่ 5.18 2) ฐานความรู้รายละเอียดของอาการผิดปกติของเครื่องยนต์ดีเซล ดังรูปที่ 5.19 และ 3) ความสัมพันธ์ระหว่างอาการผิดปกติและสาเหตุของเครื่องยนต์ดีเซล ดังรูปที่ 5.20



รหัสอาการผิดปก...	กลุ่มอาการผิดปก...	อาการผิดปกติของเครื่องยนต์
DE01	เครื่องยนต์	เครื่องไม่ทำงาน
DE02	เครื่องยนต์	เครื่องหมุนแต่ไม่สตาร์ทติด
DE03	เครื่องยนต์	เครื่องหมุนช้า, สตาร์ทติดยาก
DE04	เครื่องยนต์	เครื่องดับเองแต่ยังหมุนได้ (ลูกสูบไม่ติดขัด)
DE05	เครื่องยนต์	เครื่องดับเองและหมุนไม่ได้ (ลูกสูบติดขัด)
DE06	เครื่องยนต์	กำลังตกเป็นบางครั้ง
DE07	เครื่องยนต์	กำลังตก ทันทีทันใด
DE08	เครื่องยนต์	กำลังตกไม่มีวันสำ (ค่อยเป็นค่อยไป)
DE09	เครื่องยนต์	ควันดำ เมื่อมีโหลด
DE10	เครื่องยนต์	ควันดำตลอด
DE11	เครื่องยนต์	เครื่องเดินไม่เรียบและไม่ครบสูบบางครั้ง
DE12	เครื่องยนต์	เดินไม่ครบสูบตลอดเวลา
DE13	น้ำมัน	กินน้ำมันเครื่องมาก
DE14	น้ำมัน	กินน้ำมันเชื้อเพลิงมากเกินไป
DE15	ความดัน	ความดันน้ำมันเครื่องต่ำ
DE16	ไฟฟ้า	Battery Charger ไม่ทำงาน
DE17	หล่อเย็น	อุณหภูมิสูงกว่าปกติ
DE18	หล่อเย็น	อุณหภูมิต่ำกว่าปกติ
null	null	null
null1	เครื่องยนต์	null
null2	น้ำมัน	null
null3	ความดัน	null
null4	ไฟฟ้า	null
null5	หล่อเย็น	null
NULL	*NULL*	*NULL*

1 of 24

รูปที่ 5.18 ฐานความรู้ อาการผิดปกติของเครื่องยนต์ดีเซล

ตารางที่ 5.7 ชนิดข้อมูลของอาการผิดปกติของเครื่องยนต์ดีเซล

ชื่อคอลัมน์	ชนิดข้อมูล
รหัสอาการผิดปกติของเครื่องยนต์	nvarchar(50)
กลุ่มอาการผิดปกติของเครื่องยนต์	nvarchar(50)
อาการผิดปกติของเครื่องยนต์	nvarchar(1000)

รหัสสาเหตุการเสี...	สาเหตุการเสียของเครื่องยนต์	การตรวจสอบ	การแก้ไข	ระดับความยาก
CE01	เติมน้ำมันเครื่องมากเกินไป	ตรวจก้านวัดน้ำมั...	ปรับปริมาณน้ำมัน...	1
CE02	น้ำมันเครื่องรั่ว	ตรวจหารอยรั่วจา...	ใช้กาวอุด	1
CE03	น้ำมันเชื้อเพลิงเข้า Float tank ไม่หัน	ตรวจท่อน้ำมันเชื้...	จัดเรียงท่อน้ำมันเ...	1
CE04	ท่อหายใจอุดตัน	ตรวจท่ออากาศ ห...	ทำความสะอาดท่อ...	1
CE05	น้ำมันเชื้อเพลิงหมด	ตรวจปริมาณน้ำมั...	เติมน้ำมันดีเซล	1
CE06	ท่อเชื้อเพลิงอุดตัน	ตรวจสภาพท่อน้ำ...	ทำความสะอาดท่อ...	1
CE07	กรองอากาศตัน	ตรวจสภาพไส้กรอ...	ทำความสะอาด, เ...	1
CE08	น้ำมันเครื่องใสเกินไป	ตรวจเกรดน้ำมันเ...	เปลี่ยนน้ำมันเครื่...	1
CE09	On Switch Charger แล้วไม่ทำงาน	ตรวจสวิทช์ โดยใ...	เปลี่ยนสวิทช์	1
CE10	ระดับน้ำหล่อเย็นต่ำ	ตรวจเช็คระดับน้ำ...	เติมน้ำหล่อเย็น ใ...	1
CE11	ท่อยางเกิดการรั่ว	ตรวจสภาพท่อยาง...	เปลี่ยนท่อยาง	1
CE12	ชุด Fuse control ขาด	ตรวจสอบฟิวส์ โด...	เปลี่ยนฟิวส์	2
CE13	แบตเตอรี่แรงดันไฟฟ้าต่ำ	ตรวจปริมาณน้ำก...	เติมน้ำกลั่นหรือ R...	2
CE14	เติมน้ำมันเครื่องที่มีเกรด	ตรวจเกรดน้ำมันเ...	ถ่ายน้ำมันเครื่องเ...	2
CE15	ท่อน้ำมันเชื้อเพลิงหักงอ, ตีบตัน	ตรวจท่อน้ำมันเชื้...	จัดเรียงท่อน้ำมันเ...	2
CE16	มีเศษวัสดุอุดท่อในถังน้ำมันเชื้อเพลิง	ตรวจท่อน้ำมันเชื้...	ทำความสะอาดท่อ...	2
CE17	ลมร้วเข้าไปในท่ออุดของปั๊มเชื้อเพลิง	ตรวจหารอยร้วที่ท่...	เปลี่ยนท่ออุดเชื่อเ...	2
CE18	ท่อยางตีบภายใน ท่อยางกรองอากาศตีบเมื่อรอบสูง	ตรวจสภาพท่ออาก...	ถอดใส่เข้าไปใหม่	2
CE19	หัวฉีดมีน้ำในเชื้อเพลิง	ตรวจสภาพน้ำมัน...	ทำความสะอาดหัว...	2
CE20	กรองเชื้อเพลิงตัน น้ำมันไหลไม่สะดวก	ตรวจสภาพไส้กรอ...	เปลี่ยนไส้กรองเชื้...	2
CE21	ท่อไอดีรั่ว	ตรวจหารอยรั่ว โด...	อุดรอยรั่ว, เปลี่ยน...	2
CE22	ท่อไอเสียตัน	ตรวจท่อไอเสีย อุ...	ทำความสะอาดท่อ...	2
CE23	ท่อยางกรองอากาศหรือSnorkel ตัน	ตรวจท่อยางกรอง...	ทำความสะอาดท่อ...	2
CE24	น้ำมันเชื้อเพลิงผิดชนิด	ตรวจชนิดน้ำมันเ...	ถ่ายน้ำมันเชื้อเพ...	2
CE25	เดินเครื่องรอบสูงนานเกินไป	ตรวจเช็ครอบเครื่...	ปรับตั้งรอบเครื่อง...	2
CE26	ไอเสียออกไม่สะดวก เกิดการอุดตัน	ตรวจสภาพท่อไอเ...	ทำความสะอาดท่อ...	2
CE27	อากาศเข้าไม่หัน	ตรวจสภาพไส้กรอ...	ทำความสะอาดกร...	2
CE28	น้ำมันเชื้อเพลิงกลับไม่หัน	ตรวจแรงดันน้ำมั...	ปรับแรงดันน้ำมัน...	2
CE29	น้ำมันเครื่องต่ำกว่าปกติ	ตรวจก้านวัดระดับ...	ปรับปริมาณน้ำมัน...	2
CE30	น้ำมันเครื่องเป็นฟอง	ตรวจก้านวัดระดับ...	เปลี่ยนน้ำมันเครื่อง	2
CE31	เกจทำงานผิดปกติ	ตรวจเช็คเกจวัดโ...	เปลี่ยนเกจวัด	2

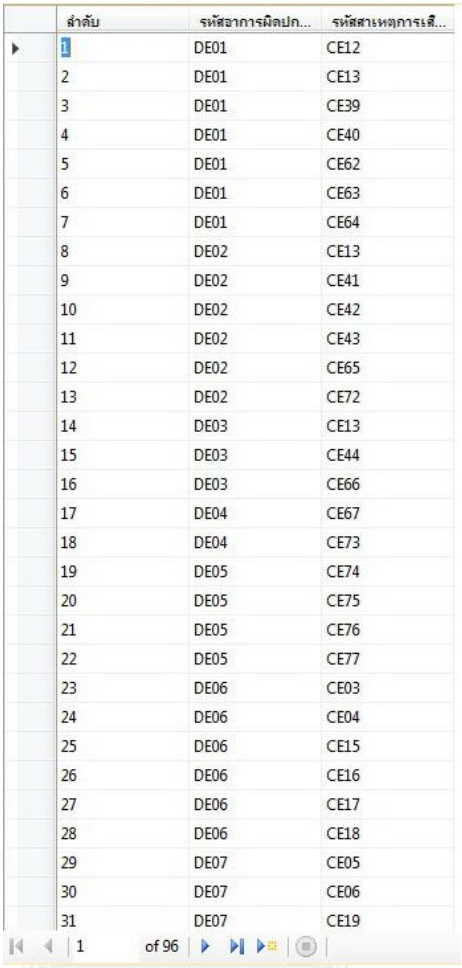
1 of 81

รูปที่ 5.19 ฐานความรู้ รายละเอียดอาการผิดปกติของเครื่องยนต์ดีเซล

CHULALONGKORN UNIVERSITY

ตารางที่ 5.8 ชนิดข้อมูลของรายละเอียดอาการผิดปกติของเครื่องยนต์ดีเซล

ชื่อคอลัมน์	ชนิดข้อมูล
รหัสสาเหตุการเสียของเครื่องยนต์	nvarchar(50)
ชื่อคอลัมน์	ชนิดข้อมูล
สาเหตุการเสียของเครื่องยนต์	nvarchar(1000)
การตรวจสอบ	nvarchar(1000)
การแก้ไข	nvarchar(1000)
ระดับความยาก	int



ลำดับ	รหัสอาการผิดปก...	รหัสสาเหตุการเสี...
1	DE01	CE12
2	DE01	CE13
3	DE01	CE39
4	DE01	CE40
5	DE01	CE62
6	DE01	CE63
7	DE01	CE64
8	DE02	CE13
9	DE02	CE41
10	DE02	CE42
11	DE02	CE43
12	DE02	CE65
13	DE02	CE72
14	DE03	CE13
15	DE03	CE44
16	DE03	CE66
17	DE04	CE67
18	DE04	CE73
19	DE05	CE74
20	DE05	CE75
21	DE05	CE76
22	DE05	CE77
23	DE06	CE03
24	DE06	CE04
25	DE06	CE15
26	DE06	CE16
27	DE06	CE17
28	DE06	CE18
29	DE07	CE05
30	DE07	CE06
31	DE07	CE19

1 of 96

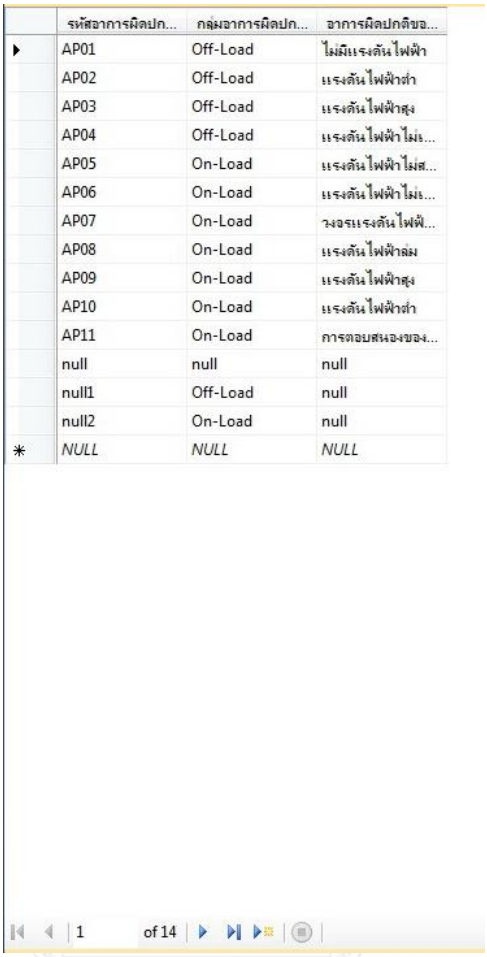
รูปที่ 5.20 ฐานความรู้ ความสัมพันธ์อาการผิดปกติของเครื่องยนต์ดีเซล

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ 5.9 ชนิดข้อมูลของความสัมพันธ์อาการผิดปกติของเครื่องยนต์ดีเซล

ชื่อคอลัมน์	ชนิดข้อมูล
ลำดับ	int
รหัสอาการผิดปกติของเครื่องยนต์	nvarchar(50)
รหัสสาเหตุการเสียของเครื่องยนต์	nvarchar(50)

4. การตรวจเช็คอาการผิดปกติของตัวผลิตกระแสไฟฟ้า มี 3 ฐานความรู้ได้แก่ 1) ฐานความรู้อาการผิดปกติของตัวผลิตกระแสไฟฟ้า ดังรูปที่ 5.21 2) ฐานความรู้รายละเอียดของอาการผิดปกติของตัวผลิตกระแสไฟฟ้า ดังรูปที่ 5.22 และ 3) ความสัมพันธ์ระหว่างอาการผิดปกติและสาเหตุของตัวผลิตกระแสไฟฟ้า ดังรูปที่ 5.23



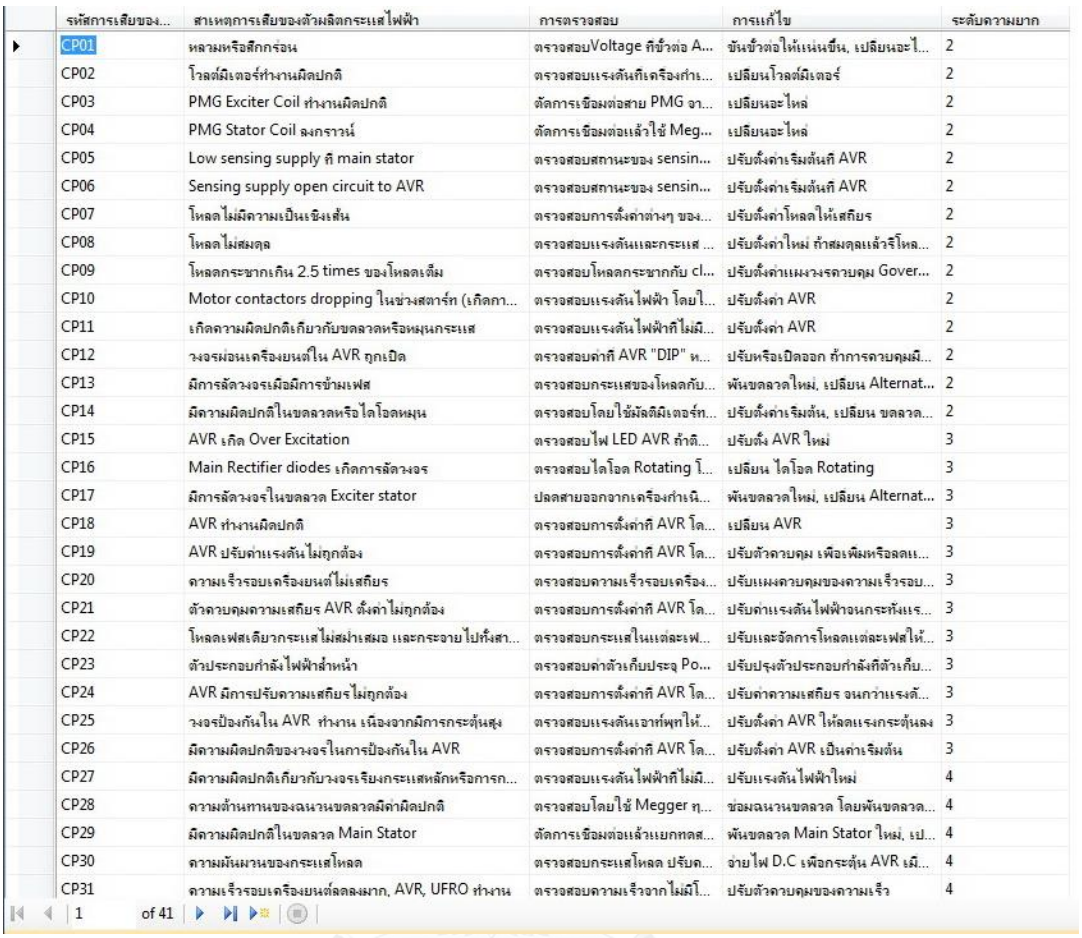
รหัสอาการผิดปก...	กลุ่มอาการผิดปก...	อาการผิดปกติของ...
AP01	Off-Load	ไม่มีแรงดันไฟฟ้า
AP02	Off-Load	แรงดันไฟฟ้าต่ำ
AP03	Off-Load	แรงดันไฟฟ้าสูง
AP04	Off-Load	แรงดันไฟฟ้าไม่เ...
AP05	On-Load	แรงดันไฟฟ้าไม่ส...
AP06	On-Load	แรงดันไฟฟ้าไม่เ...
AP07	On-Load	วงจรแรงดันไฟฟ้...
AP08	On-Load	แรงดันไฟฟ้าล้ม
AP09	On-Load	แรงดันไฟฟ้าสูง
AP10	On-Load	แรงดันไฟฟ้าต่ำ
AP11	On-Load	การตอบสนองของ...
null	null	null
null1	Off-Load	null
null2	On-Load	null
NULL	NULL	NULL

1 of 14

รูปที่ 5.21 ฐานความรู้ อาการผิดปกติของตัวผลิตกระแสไฟฟ้า

ตารางที่ 5.10 ชนิดข้อมูลของอาการผิดปกติของตัวผลิตกระแสไฟฟ้า

ชื่อคอลัมน์	ชนิดข้อมูล
รหัสอาการผิดปกติของตัวผลิตกระแสไฟฟ้า	nvarchar(50)
กลุ่มอาการผิดปกติของตัวผลิตกระแสไฟฟ้า	nvarchar(50)
อาการผิดปกติของตัวผลิตกระแสไฟฟ้า	nvarchar(1000)



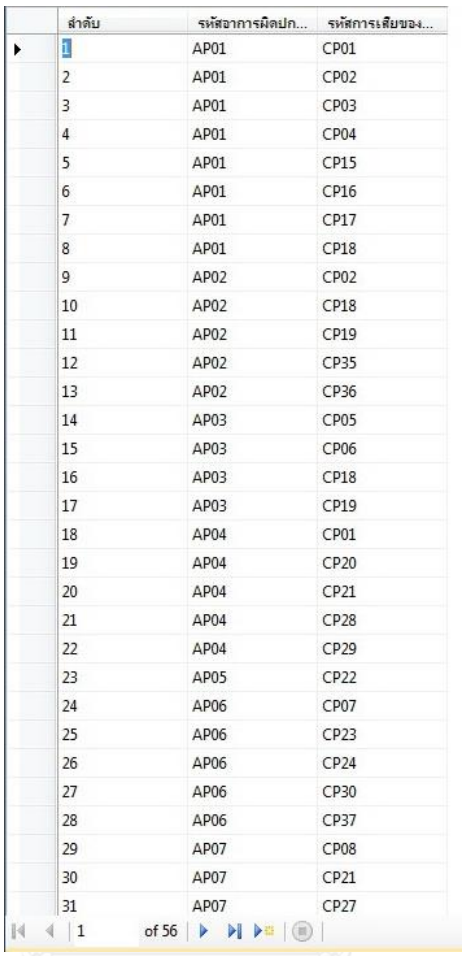
รหัสการเสียของ...	สาเหตุการเสียของตัวผลิตกระแสไฟฟ้า	การตรวจสอบ	การแก้ไข	ระดับความยาก
CP01	หลวมหรือสึกกร่อน	ตรวจสอบVoltage ที่ขั้วต่อ A...	ขันขั้วต่อให้แน่นขึ้น, เปลี่ยนจะไ...	2
CP02	โวลต์มิเตอร์ทำงานผิดปกติ	ตรวจสอบแรงดันที่เครื่องกำเ...	เปลี่ยนโวลต์มิเตอร์	2
CP03	PMG Exciter Coil ทำงานผิดปกติ	ตัดการเชื่อมต่อสาย PMG จา...	เปลี่ยนจะไหล่	2
CP04	PMG Stator Coil ลงกราวน์	ตัดการเชื่อมต่อแล้วใช้ Meg...	เปลี่ยนจะไหล่	2
CP05	Low sensing supply ที่ main stator	ตรวจสอบสถานะของ sensin...	ปรับตั้งค่าเริ่มต้นที่ AVR	2
CP06	Sensing supply open circuit to AVR	ตรวจสอบสถานะของ sensin...	ปรับตั้งค่าเริ่มต้นที่ AVR	2
CP07	โหลดไม่มีความเป็นเชิงเส้น	ตรวจสอบการตั้งค่าต่างๆ ของ...	ปรับตั้งค่าโหลดให้เสถียร	2
CP08	โหลดไม่สมดุล	ตรวจสอบแรงดันและกระแส ...	ปรับตั้งค่าใหม่ ทำสมดุลแล้วริโหล...	2
CP09	โหลดกระชากเกิน 2.5 times ของโหลดเต็ม	ตรวจสอบโหลดกระชากกับ cl...	ปรับตั้งค่าแผงวงจรควบคุม Gover...	2
CP10	Motor contactors dropping ในช่วงสตาร์ท (เกิดกา...	ตรวจสอบแรงดันไฟฟ้า โดยใ...	ปรับตั้งค่า AVR	2
CP11	เกิดความผิดปกติเกี่ยวกับขดลวดหรือหมุนกระแส	ตรวจสอบแรงดันไฟฟ้าที่ไม่มี...	ปรับตั้งค่า AVR	2
CP12	วงจรผ่อนเครื่องยนต์ใน AVR ทุกเปิด	ตรวจสอบค่าที่ AVR "DIP" ห...	ปรับหรือเปิดออก ทำการควบคุมมี...	2
CP13	มีการลัดวงจรเมื่อมีการข้ามเฟส	ตรวจสอบกระแสของโหลดกับ...	พันขดลวดใหม่, เปลี่ยน Alternat...	2
CP14	มีความผิดปกติในขดลวดหรือไดโอดหมุน	ตรวจสอบโดยใช้มัลติมิเตอร์ท...	ปรับตั้งค่าเริ่มต้น, เปลี่ยน ขดลวด...	2
CP15	AVR เกิด Over Excitation	ตรวจสอบไฟ LED AVR ถ้าติ...	ปรับตั้ง AVR ใหม่	3
CP16	Main Rectifier diodes เกิดการลัดวงจร	ตรวจสอบไดโอด Rotating โ...	เปลี่ยน ไดโอด Rotating	3
CP17	มีการลัดวงจรในขดลวด Exciter stator	ปลดสายออกจากเครื่องกำเนิ...	พันขดลวดใหม่, เปลี่ยน Alternat...	3
CP18	AVR ทำงานผิดปกติ	ตรวจสอบการตั้งค่าที่ AVR โด...	เปลี่ยน AVR	3
CP19	AVR ปรับค่าแรงดันไม่ถูกต้อง	ตรวจสอบการตั้งค่าที่ AVR โด...	ปรับตัวควบคุม เพื่อเพิ่มหรือลดแ...	3
CP20	ความเร็วรอบเครื่องยนต์ไม่เสถียร	ตรวจสอบความเร็วรอบเครื่อง...	ปรับแผงควบคุมของความเร็วรอบ...	3
CP21	ตัวควบคุมความเสถียร AVR ตั้งค่าไม่ถูกต้อง	ตรวจสอบการตั้งค่าที่ AVR โด...	ปรับค่าแรงดันไฟฟ้าฉนกระทั่งแร...	3
CP22	โหลดเฟสเดียวกระแสไม่สม่ำเสมอ และกระจายไปทั่งสา...	ตรวจสอบกระแสในแต่ละเฟ...	ปรับและจัดการโหลดแต่ละเฟสให้...	3
CP23	ตัวประกอบกำลังไฟฟ้าต่ำหน้า	ตรวจสอบค่าตัวเก็บประจุ Po...	ปรับปรุงตัวประกอบกำลังที่ตัวเก็บ...	3
CP24	AVR มีการปรับความเสถียรไม่ถูกต้อง	ตรวจสอบการตั้งค่าที่ AVR โด...	ปรับค่าความเสถียร จนกว่าแรงดั...	3
CP25	วงจรป้องกันใน AVR ทำงาน เนื่องจากมีการกระตุ้นสูง	ตรวจสอบแรงดันเอาท์พุทให้...	ปรับตั้งค่า AVR ให้ลดแรงกระตุ้นลง	3
CP26	มีความผิดปกติของวงจรในการป้องกันใน AVR	ตรวจสอบการตั้งค่าที่ AVR โด...	ปรับตั้งค่า AVR เป็นค่าเริ่มต้น	3
CP27	มีความผิดปกติเกี่ยวกับวงจรเรียงกระแสหลักหรือการก...	ตรวจสอบแรงดันไฟฟ้าที่ไม่มี...	ปรับแรงดันไฟฟ้าใหม่	4
CP28	ความต้านทานของฉนวนขดลวดมีค่าผิดปกติ	ตรวจสอบโดยใช้ Megger ทุ...	ขอมฉนวนขดลวด โดยพันขดลวด...	4
CP29	มีความผิดปกติในขดลวด Main Stator	ตัดการเชื่อมต่อแล้วแยกทดส...	พันขดลวด Main Stator ใหม่, เป...	4
CP30	ความมั่นผวนของกระแสโหลด	ตรวจสอบกระแสโหลด ปรับค...	จ่ายไฟ D.C เพื่อกระตุ้น AVR เมื่...	4
CP31	ความเร็วรอบเครื่องยนต์ลดลงมาก, AVR, UFRO ทำงาน	ตรวจสอบความเร็วจากไม่มีโ...	ปรับตัวควบคุมของความเร็ว	4

1 of 41

รูปที่ 5.22 ฐานความรู้ รายละเอียดอาการผิดปกติของตัวผลิตกระแสไฟฟ้า

ตารางที่ 5.11 ชนิดข้อมูลของรายละเอียดอาการผิดปกติของตัวผลิตกระแสไฟฟ้า

ชื่อคอลัมน์	ชนิดข้อมูล
รหัสอาการผิดปกติของตัวผลิตกระแสไฟฟ้า	nvarchar(50)
สาเหตุการเสียของตัวผลิตกระแสไฟฟ้า	nvarchar(1000)
การตรวจสอบ	nvarchar(1000)
การแก้ไข	nvarchar(1000)
ระดับความยาก	int



ลำดับ	รหัสอาการผิดปก...	รหัสการเสียของ...
1	AP01	CP01
2	AP01	CP02
3	AP01	CP03
4	AP01	CP04
5	AP01	CP15
6	AP01	CP16
7	AP01	CP17
8	AP01	CP18
9	AP02	CP02
10	AP02	CP18
11	AP02	CP19
12	AP02	CP35
13	AP02	CP36
14	AP03	CP05
15	AP03	CP06
16	AP03	CP18
17	AP03	CP19
18	AP04	CP01
19	AP04	CP20
20	AP04	CP21
21	AP04	CP28
22	AP04	CP29
23	AP05	CP22
24	AP06	CP07
25	AP06	CP23
26	AP06	CP24
27	AP06	CP30
28	AP06	CP37
29	AP07	CP08
30	AP07	CP21
31	AP07	CP27

1 of 56

รูปที่ 5.23 ฐานความรู้ ความสัมพันธ์อาการผิดปกติของตัวผลิตกระแสไฟฟ้า

ตารางที่ 5.12 ชนิดข้อมูลของความสัมพันธ์อาการผิดปกติของตัวผลิตกระแสไฟฟ้า

ชื่อคอลัมน์	ชนิดข้อมูล
ลำดับ	int
รหัสอาการผิดปกติของตัวผลิตกระแสไฟฟ้า	nvarchar(50)
รหัสสาเหตุการเสียของตัวผลิตกระแสไฟฟ้า	nvarchar(50)

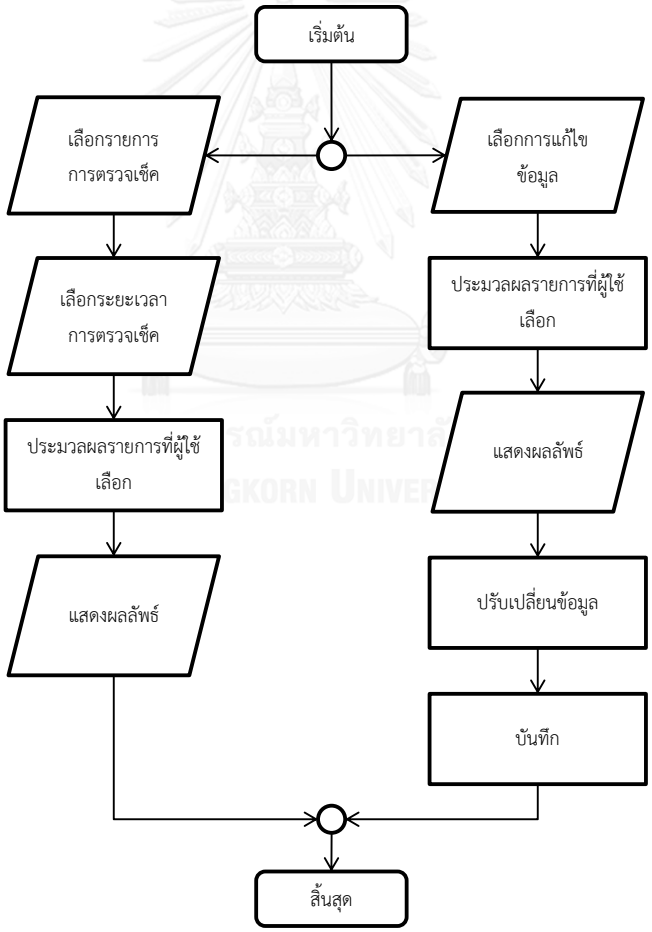
5.4 วิธีใช้งานโปรแกรม

โปรแกรมนี้จะมีเมนูย่อยสำหรับเรียกใช้งาน ซึ่งแบ่งเป็น 4 เมนู ได้แก่

1. การตรวจเช็คตามระยะเวลา
2. การตรวจเช็คทั่วไป
3. การตรวจเช็คอาการผิดปกติ
4. คู่มือการตรวจเช็ค

ในแต่ละเมนูมีรูปแบบการใช้งานดังต่อไปนี้

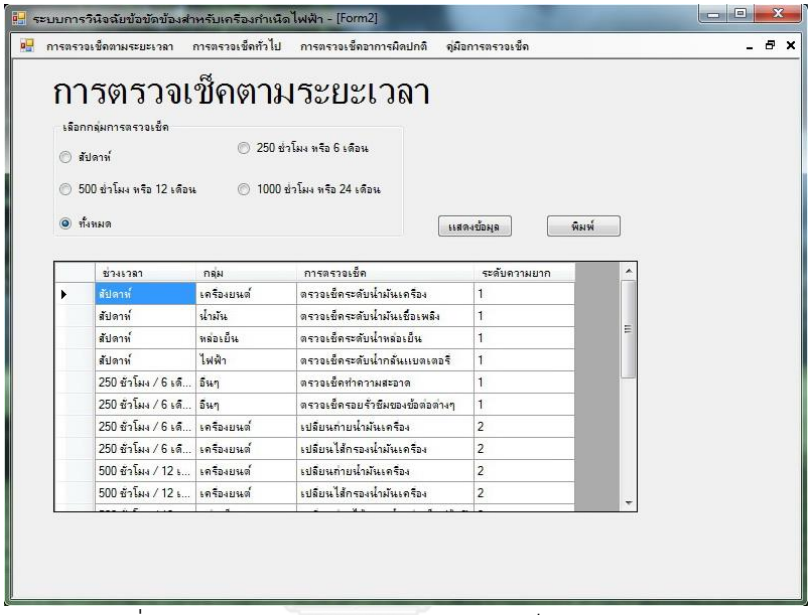
5.4.1 การตรวจเช็คตามระยะเวลา



รูปที่ 5.24 ผังการใช้งาน การตรวจเช็คตามระยะเวลา

1.1 คลิก “รายการตรวจเช็ค” จะแสดงดังรูปที่ 5.25

การตรวจเช็คตามระยะเวลา จะมีรายการให้เลือก 5 รายการ ได้แก่ 1) สัปดาห์ 2) 250 ชั่วโมงหรือ 6 เดือน 3) 500 ชั่วโมงหรือ 12 เดือน 4) 1000 ชั่วโมงหรือ 24 เดือน และ 5) แสดงรวมทั้งหมดทุกรายการ ซึ่งเมื่อเลือกรายการใดรายการหนึ่งจะแสดงวิธีการตรวจเช็คในรายการนั้นๆ



รูปที่ 5.25 การเลือกรายการ การตรวจเช็คตามระยะเวลา

ขั้นตอนการใช้งาน

1. เลือกกลุ่มการตรวจเช็ค โดยจะมีกลุ่มให้เลือกทั้งหมด 5 ได้แก่

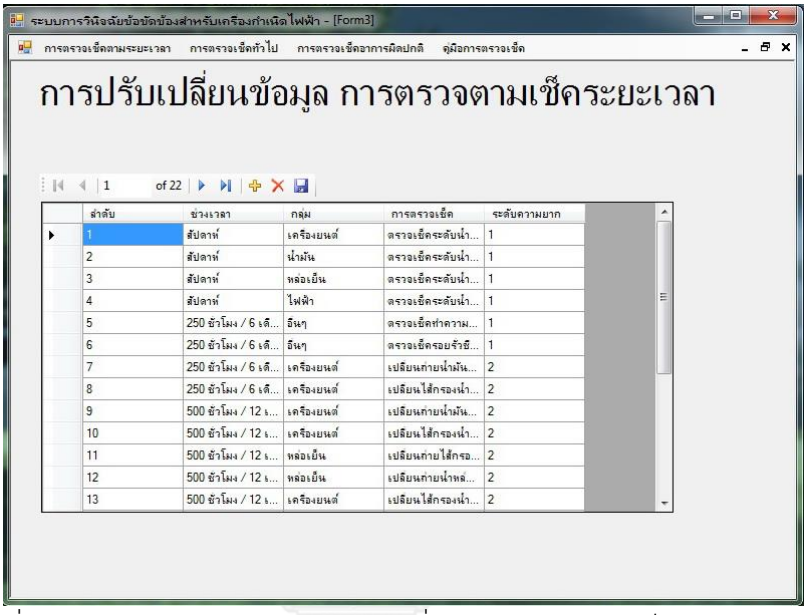
- สัปดาห์ มี 4 รายการตรวจเช็ค
- 250 ชั่วโมง หรือ 6 เดือน มี 4 รายการตรวจเช็ค
- 500 ชั่วโมง หรือ 12 เดือน มี 5 รายการตรวจเช็ค
- 1000 ชั่วโมง หรือ 24 เดือน มี 9 รายการตรวจเช็ค
- ทั้งหมด มี 22 รายการตรวจเช็ค

2. คลิก “แสดงข้อมูล” จะปรากฏรายการ ตามกลุ่มที่ได้ทำการเลือกไว้

3. สามารถพิมพ์รายงานของข้อมูล ในกลุ่มที่ได้ทำการเลือกไว้ได้โดยคลิกที่ “พิมพ์” ซึ่งจะมีรูปแบบของรายงานดังตารางที่ 5.2

1.2 คลิก “การปรับเปลี่ยนข้อมูล” จะแสดงดังรูปที่ 5.26

การปรับเปลี่ยนข้อมูล จะเป็นการดึงข้อมูลมาจากฐานความรู้ที่อยู่โปรแกรม เพื่อให้ผู้ใช้ทำการแก้ไข เมื่อต้องการเพิ่มรายการต้องใส่เลขที่ลำดับให้ถูกต้อง เรียงตามลำดับต่อจากรายการที่อยู่ก่อนหน้านี้ โดยควรใส่รายละเอียดให้ครบทุกช่องเพื่อให้โปรแกรมทำงานได้อย่างสมบูรณ์



รูปที่ 5.26 การเลือกรายการ การปรับเปลี่ยนข้อมูลการตรวจเช็คตามระยะเวลา

ขั้นตอนการใช้งาน

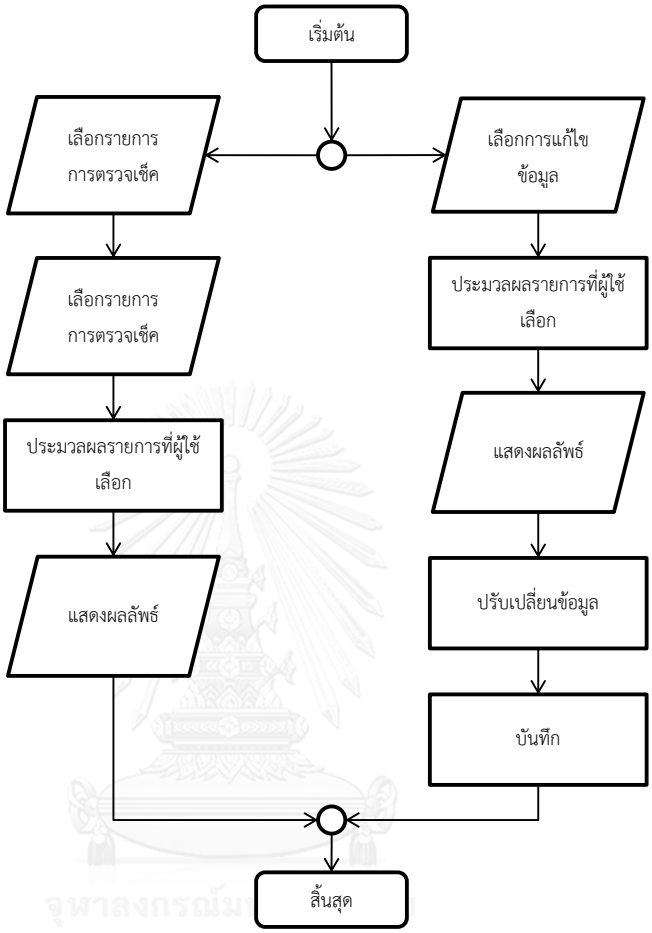
1. เลือกรายการที่ต้องการปรับเปลี่ยนข้อมูลโดยจะมีทั้งหมด 5 แถว ได้แก่

- ลำดับ
- ช่วงเวลา
- กลุ่ม
- การตรวจเช็ค
- ระดับความยาก

2. ปรับเปลี่ยนข้อมูลในตารางแสดงข้อมูล

3. เมื่อปรับเปลี่ยนข้อมูลเสร็จเรียบร้อยแล้วให้ กดบันทึก (รูปแผ่นดิสสีน้ำเงิน)

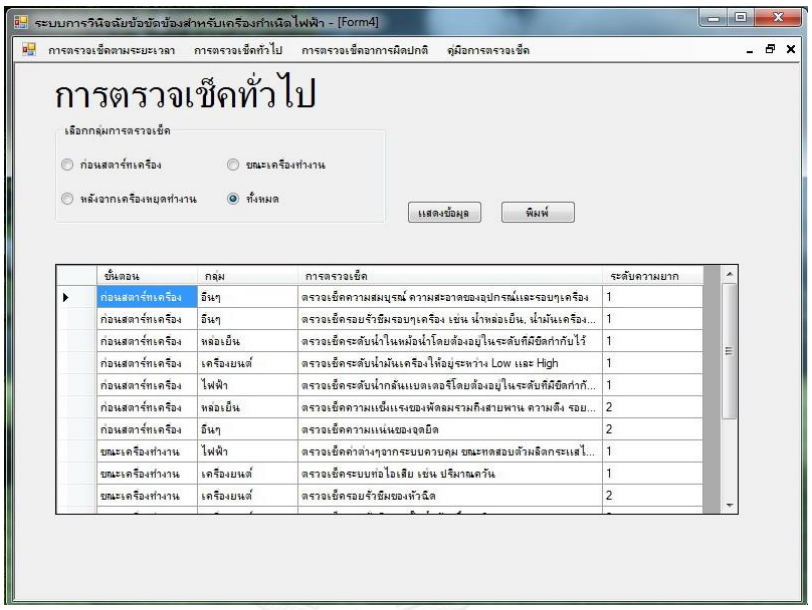
5.4.2 การตรวจเช็คทั่วไป



รูปที่ 5.27 ผังการใช้งาน การตรวจเช็คทั่วไป

2.1 คลิก “รายการตรวจเช็ค” จะแสดงดังรูปที่ 5.28

การตรวจเช็คทั่วไป จะมีรายการให้เลือก 4 รายการ ได้แก่ 1) ก่อนสตาร์ทเครื่อง 2) ขณะเครื่องทำงาน 3) หลังจากเครื่องหยุดทำงาน และ 4) แสดงรวมทั้งหมดทุกรายการ ซึ่งเมื่อเลือกรายการจะแสดงวิธีการตรวจเช็คในรายการนั้นๆ



รูปที่ 5.28 การเลือกรายการ การตรวจเช็คทั่วไป

ขั้นตอนการใช้งาน

1. เลือกกลุ่มการตรวจเช็ค โดยจะมีกลุ่มให้เลือกทั้งหมด 4 ได้แก่

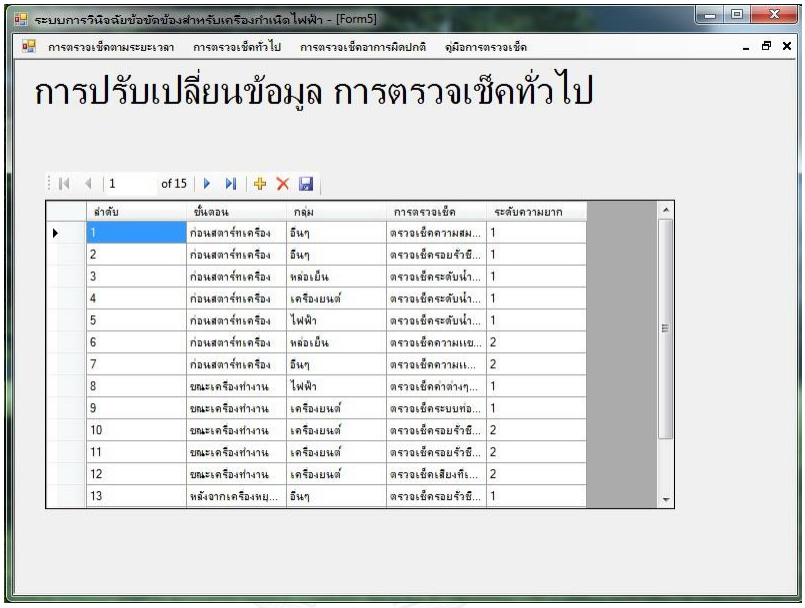
- ก่อนสตาร์ทเครื่อง มี 7 รายการตรวจเช็ค
- ขณะเครื่องทำงาน มี 4 รายการตรวจเช็ค
- หลังจากเครื่องหยุดทำงาน มี 3 รายการตรวจเช็ค
- ทั้งหมด มี 14 รายการตรวจเช็ค

2. คลิก “แสดงข้อมูล” จะปรากฏรายการ ตามกลุ่มที่ได้ทำการเลือกไว้

3. สามารถพิมพ์รายงานของข้อมูล ในกลุ่มที่ได้ทำการเลือกไว้ได้โดยคลิกที่ “พิมพ์” ซึ่งจะมีรูปแบบของรายงานดังตารางที่ 5.3

2.2 คลิก “การปรับเปลี่ยนข้อมูล” จะแสดงดังรูปที่ 5.29

การปรับเปลี่ยนข้อมูล จะเป็นการดึงข้อมูลมาจากฐานความรู้ที่อยู่โปรแกรม เพื่อให้ผู้ใช้ทำการแก้ไข เมื่อต้องการเพิ่มรายการต้องใส่เลขที่ลำดับให้ถูกต้อง เรียงตามลำดับต่อจากรายการที่อยู่ก่อนหน้านี้ โดยควรใส่รายละเอียดให้ครบทุกช่องเพื่อให้โปรแกรมทำงานได้อย่างครบถ้วน



รูปที่ 5.29 การเลือกรายการ การปรับเปลี่ยนข้อมูลการตรวจเช็คทั่วไป

ขั้นตอนการใช้งาน

1. เลือกรายการที่ต้องการปรับเปลี่ยนข้อมูล โดยจะมีทั้งหมด 5 แถว ได้แก่

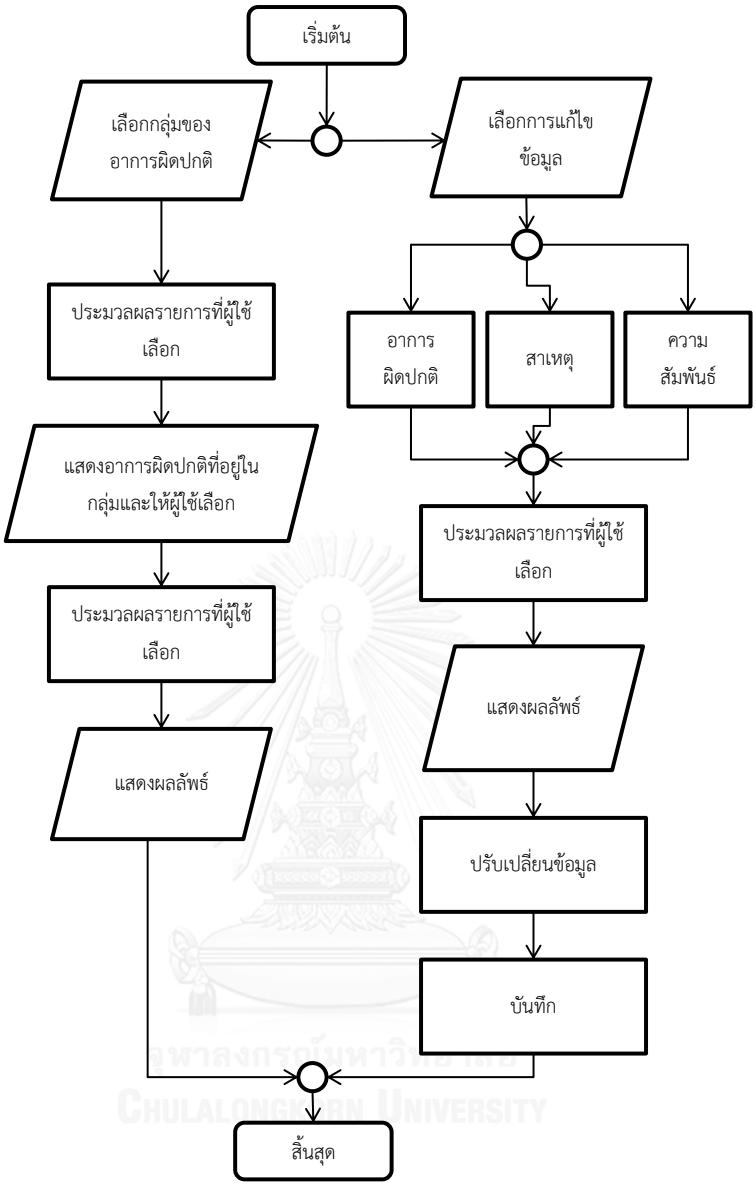
- ลำดับ
- ขั้นตอน
- กลุ่ม
- การตรวจเช็ค
- ระดับความยาก

2. ปรับเปลี่ยนข้อมูลในตารางแสดงข้อมูล
3. เมื่อปรับเปลี่ยนข้อมูลเสร็จเรียบร้อยแล้วให้ กดบันทึก (รูปแผ่นดิสสีน้ำเงิน)

5.4.3 การตรวจเช็คอาการผิดปกติ

การตรวจเช็คอาการผิดปกติ จะแบ่งเป็น 2 เมนูย่อย ได้แก่ เครื่องยนต์ดีเซล และ ตัวผลิตกระแสไฟฟ้า โดยมีผังการใช้งานโปรแกรมรูปแบบเดียวกัน

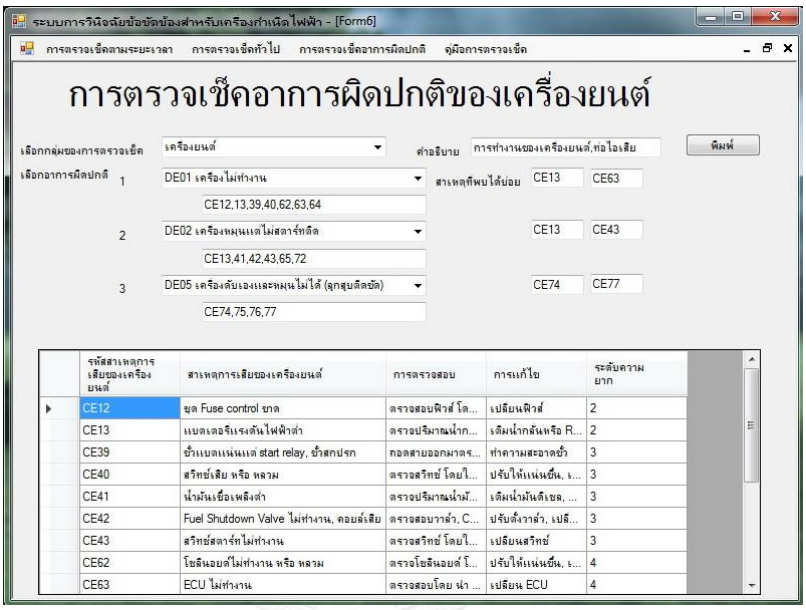
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University



รูปที่ 5.30 ผังการใช้งาน การตรวจเช็คอาการผิดปกติ

3.1 คลิก “รายการตรวจเช็ค” โดยจะแสดงเมนูย่อย ได้แก่ เครื่องยนต์ดีเซล และ ตัวผลิตกระแสไฟฟ้า โดยต้องเลือกอย่างใดอย่างหนึ่ง

3.1.1 คลิก “เครื่องยนต์ดีเซล” จะแสดงดังรูปที่ 5.31



รูปที่ 5.31 การเลือกรายการ การตรวจเช็คอาการผิดปกติของเครื่องยนต์ดีเซล

ขั้นตอนการใช้งาน

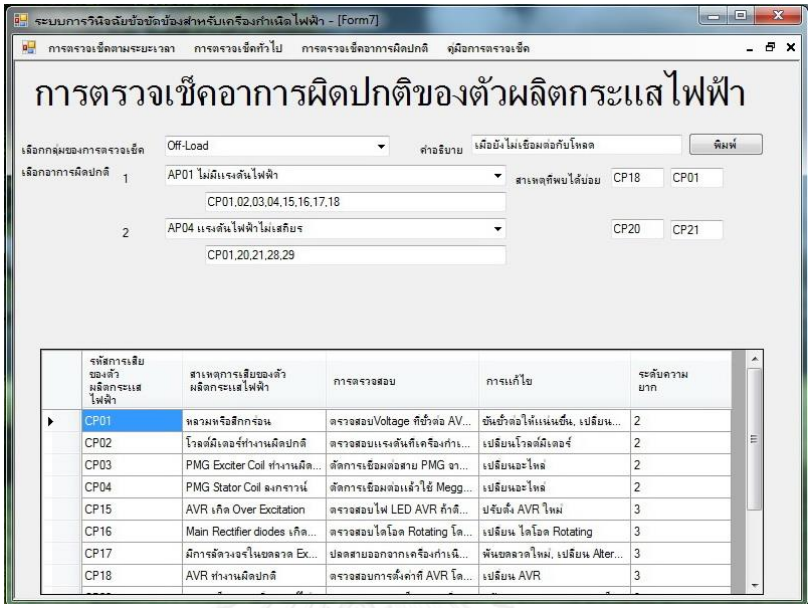
1. เลือกกลุ่มของการตรวจเช็ค โดยจะมีกลุ่มให้เลือกทั้งหมด 5 ได้แก่

- กลุ่มเครื่องยนต์ เกิดความผิดปกติของเครื่องยนต์ เช่น การทำงานของเครื่องยนต์ มี 12 อาการผิดปกติ
- กลุ่มน้ำมัน เกิดความผิดปกติของระบบการจ่ายน้ำมันเชื้อเพลิง, การรั่วของน้ำมันเชื้อเพลิง มี 2 อาการผิดปกติ
- กลุ่มความดัน เกิดความผิดปกติจากความดันของน้ำมันเครื่อง มี 1 อาการผิดปกติ
- กลุ่มไฟฟ้า เกิดความผิดปกติที่เกิดจากอุปกรณ์อิเลคทรอนิกส์ มี 1 อาการผิดปกติ
- กลุ่มหล่อเย็น เกิดความผิดปกติในส่วนของระบบระบายความร้อนหรือระบบหล่อเย็น มี 2 อาการผิดปกติ

2. เลือกอาการผิดปกติ ระบบจะแสดงรายการขึ้นมาทันที พร้อมแสดงสาเหตุที่พบได้บ่อยๆและสาเหตุทั้งหมดที่เกี่ยวข้องกับอาการผิดปกตินั้นๆ นอกจากนี้ยังสามารถ เลือกอาการผิดปกติได้สูงสุด 3 รายการพร้อมกัน

3. สามารถพิมพ์รายงานของข้อมูล ในกลุ่มที่ได้เลือกไว้ได้โดยคลิกที่ “พิมพ์” ซึ่งจะมีรูปแบบของรายงานดังตารางที่ 5.4

3.1.2 คลิก “ตัวผลิตกระแสไฟฟ้า” จะแสดงดังรูปที่ 5.32



รูปที่ 5.32 การเลือกรายการ การตรวจเช็คอาการผิดปกติของตัวผลิตกระแสไฟฟ้า

ขั้นตอนการใช้งาน

1. เลือกกลุ่มของการตรวจเช็ค โดยจะมีกลุ่มให้เลือกทั้งหมด 2 ได้แก่

- กลุ่ม Off-Load เป็นความผิดปกติที่เกิดจากการใช้งาน เมื่อไม่ได้ทำการเชื่อมต่อกับอุปกรณ์ มี 4 อาการผิดปกติ
- กลุ่ม On-Load ความผิดปกติที่เกิดจากการใช้งาน เมื่อทำการเชื่อมต่อกับอุปกรณ์มี 7 อาการผิดปกติ

2. เลือกอาการผิดปกติ ระบบจะแสดงรายการขึ้นมาทันทีพร้อมแสดงสาเหตุที่พบได้บ่อยๆ และสาเหตุทั้งหมดที่เกี่ยวข้องกับอาการผิดปกตินั้นๆ นอกจากนี้ยังสามารถเลือกอาการผิดปกติได้สูงสุด 2 รายการพร้อมกัน

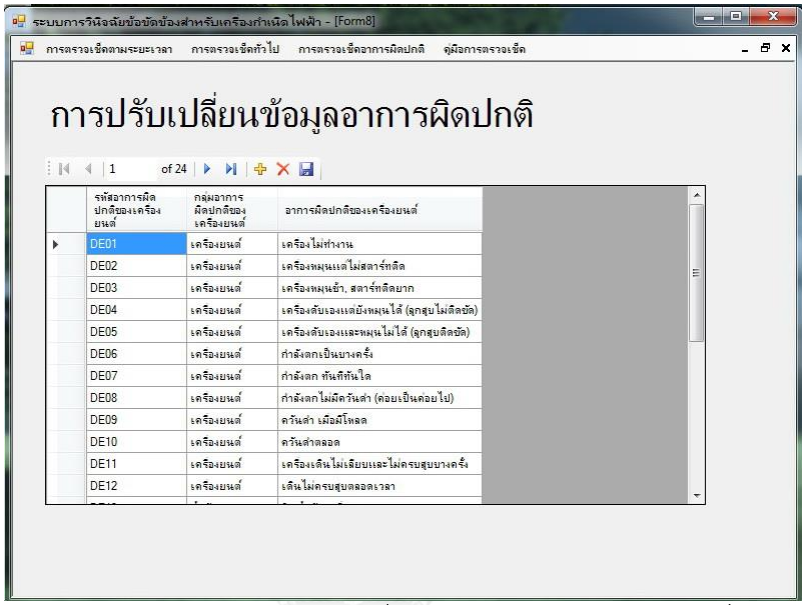
3. สามารถพิมพ์รายงานของข้อมูล ในกลุ่มที่ได้ทำการเลือกไว้ได้โดยคลิกที่ “พิมพ์” ซึ่งจะมีรูปแบบของรายงานดังตารางที่ 5.4

3.2 คลิก “การปรับเปลี่ยนข้อมูล”

การปรับเปลี่ยนข้อมูล โดยจะแสดงเมนูย่อย ได้แก่ เครื่องยนต์ดีเซล และ ตัวผลิตกระแสไฟฟ้า โดยต้องเลือกอย่างใดอย่างหนึ่ง ซึ่งจะเป็นการดึงข้อมูลมาจากฐานความรู้ที่อยู่โปรแกรม เพื่อให้ผู้ใช้ทำการแก้ไข โดยควรใส่รายละเอียดให้ครบทุกช่องเพื่อให้โปรแกรมทำงานได้อย่างครบถ้วน

3.2.1 คลิก “เครื่องยนต์ดีเซล” จะแบ่งได้เป็น อาการผิดปกติ, สาเหตุ การตรวจ การแก้ไข, ความสัมพันธ์ เมื่อเลือกหัวใดหัวข้อหนึ่งจะแสดงดังรูปที่ 5.33 5.34 และ 5.35 ตามลำดับ

3.2.1.1 อาการผิดปกติของเครื่องยนต์ดีเซล



รูปที่ 5.33 การเลือกรายการ การปรับเปลี่ยนข้อมูลอาการผิดปกติของเครื่องยนต์ดีเซล

ขั้นตอนการใช้งาน

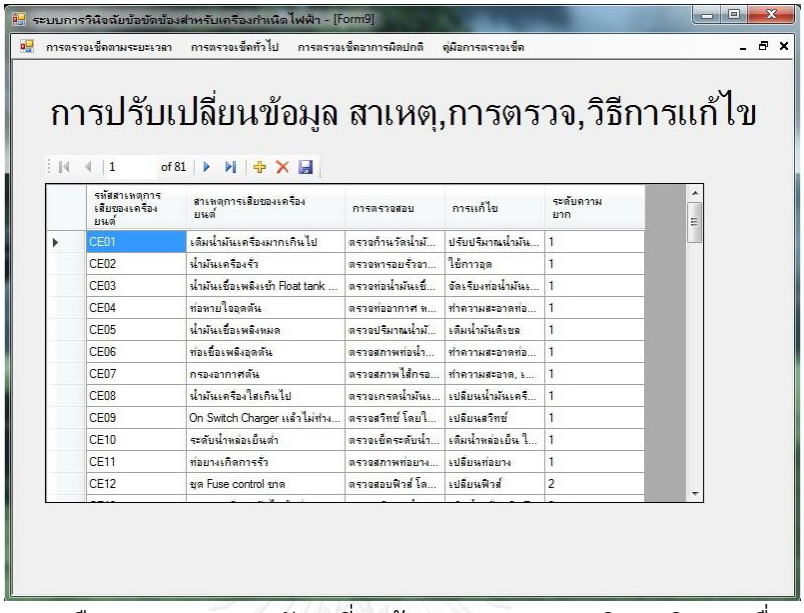
1. เลือกรายการที่ต้องการปรับเปลี่ยนข้อมูล โดยจะมีทั้งหมด 3 แถว ได้แก่

- รหัสอาการผิดปกติของเครื่องยนต์
- กลุ่มอาการผิดปกติของเครื่องยนต์
- อาการผิดปกติของเครื่องยนต์

2. ปรับเปลี่ยนข้อมูลในตารางแสดงข้อมูล สำหรับการเพิ่มข้อมูลควรจะเรียงตามลำดับรหัสอาการผิดปกติต่อจากรายการที่อยู่ก่อนหน้านี้ และควรใส่รายละเอียดให้ครบทุกช่อง เพื่อให้โปรแกรมทำงานได้อย่างสมบูรณ์

3. เมื่อได้ปรับเปลี่ยนข้อมูลเสร็จเรียบร้อยแล้วให้ กดบันทึก (รูปแผ่นดิสสีน้ำเงิน)

3.2.1.2 สาเหตุ การตรวจ การแก้ไข ของเครื่องยนต์ดีเซล



รูปที่ 5.34 การเลือกรายการ การปรับเปลี่ยนข้อมูลสาเหตุอาการผิดปกติของเครื่องยนต์ดีเซล

ขั้นตอนการใช้งาน

1. เลือกรายการที่ต้องการปรับเปลี่ยนข้อมูล โดยจะมีทั้งหมด 5 แถว ได้แก่

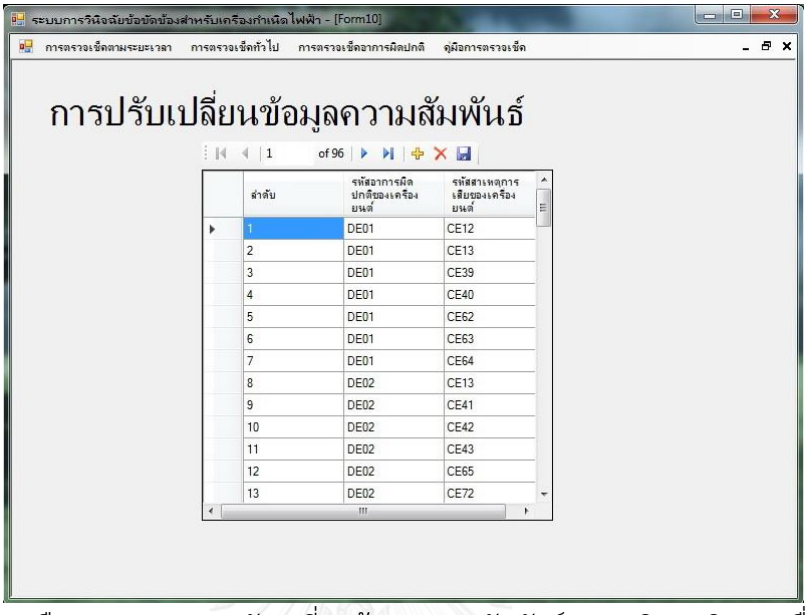
- รหัสสาเหตุการเสียของเครื่องยนต์
- สาเหตุการเสียของเครื่องยนต์
- การตรวจสอบ
- การแก้ไข
- ระดับความยาก

2. การปรับเปลี่ยนข้อมูลในตารางแสดงข้อมูล สำหรับการเพิ่มข้อมูลควรจะเรียงตามลำดับรหัสสาเหตุต่อจากรายการที่อยู่ก่อนหน้านี้ และควรใส่รายละเอียดให้ครบทุกช่องเพื่อให้โปรแกรมทำงานได้อย่างสมบูรณ์

3. เมื่อได้ปรับเปลี่ยนข้อมูลเสร็จเรียบร้อยแล้วให้ กดบันทึก (รูปแผ่นดิสสีน้ำเงิน)

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

3.2.1.3 ความสัมพันธ์ของเครื่องยนต์ดีเซล



รูปที่ 5.35 การเลือกรายการ การปรับเปลี่ยนข้อมูลความสัมพันธ์อาการผิดปกติของเครื่องยนต์ดีเซล

ขั้นตอนการใช้งาน

1. เลือกรายการที่ต้องการปรับเปลี่ยนข้อมูล โดยจะมีทั้งหมด 3 แถว ได้แก่

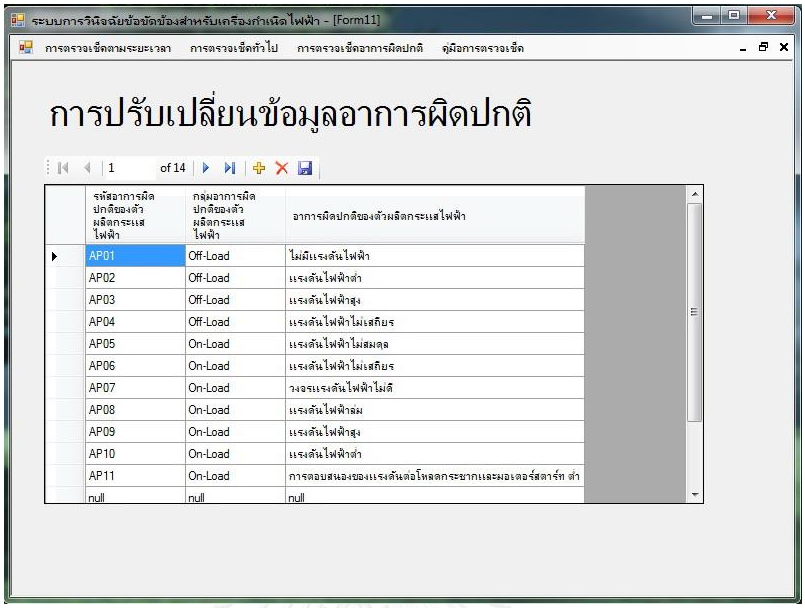
- ลำดับ
- รหัสอาการผิดปกติของเครื่องยนต์
- รหัสสาเหตุการเสียของเครื่องยนต์

2. การปรับเปลี่ยนข้อมูลในตารางแสดงข้อมูล สำหรับการเพิ่มข้อมูลควรจะเรียงตามลำดับรหัสต่างๆต่อจากรายการที่อยู่ก่อนหน้านี้ และควรใส่รายละเอียดให้ครบทุกช่องเพื่อให้โปรแกรมทำงานได้อย่างสมบูรณ์

3. เมื่อได้ปรับเปลี่ยนข้อมูลเสร็จเรียบร้อยแล้วให้ กดบันทึก (รูปแผ่นดิสสีน้ำเงิน)

3.2.2 คลิก “ตัวผลิตกระแสไฟฟ้า” จะแบ่งได้เป็น อาการผิดปกติ, สาเหตุ การตรวจ การแก้ไข, ความสัมพันธ์ เมื่อเลือกหัวใดหัวข้อหนึ่งจะแสดงดังรูปที่ 5.33 5.34 และ 5.35 ตามลำดับ

3.2.2.1 อาการผิดปกติของตัวผลิตกระแสไฟฟ้า



รูปที่ 5.36 การเลือกรายการ การปรับเปลี่ยนข้อมูลอาการผิดปกติของตัวผลิตกระแสไฟฟ้า

ขั้นตอนการใช้งาน

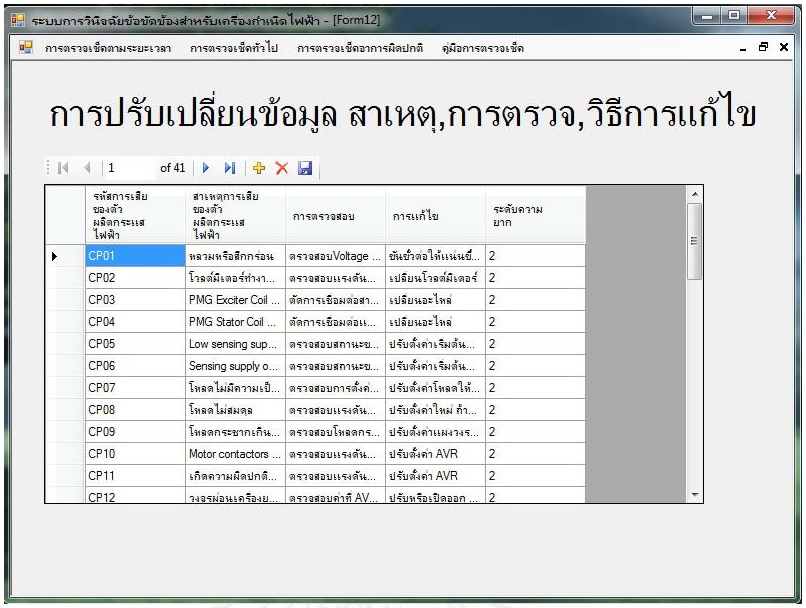
1. เลือกรายการที่ต้องการปรับเปลี่ยนข้อมูล โดยจะมีทั้งหมด 3 แถว ได้แก่

- รหัสอาการผิดปกติของตัวผลิตกระแสไฟฟ้า
- กลุ่มอาการผิดปกติของตัวผลิตกระแสไฟฟ้า
- อาการผิดปกติของตัวผลิตกระแสไฟฟ้า

2. การปรับเปลี่ยนข้อมูลในตารางแสดงข้อมูล สำหรับการเพิ่มข้อมูลควรจะเรียงตามลำดับรหัสอาการผิดปกติต่อจากรายการที่อยู่ก่อนหน้านี้ และควรใส่รายละเอียดให้ครบทุกช่องเพื่อให้โปรแกรมทำงานได้อย่างสมบูรณ์

3. เมื่อได้ปรับเปลี่ยนข้อมูลเสร็จเรียบร้อยแล้วให้ กดบันทึก (รูปแผ่นดิสสีน้ำเงิน)

3.2.2.2 สาเหตุ การตรวจ การแก้ไข ของตัวผลิตกระแสไฟฟ้า



รูปที่ 5.37 การเลือกรายการ การปรับเปลี่ยนข้อมูลสาเหตุอาการผิดปกติของตัวผลิตกระแสไฟฟ้า

ขั้นตอนการใช้งาน

1. เลือกรายการที่ต้องการปรับเปลี่ยนข้อมูล โดยจะมีทั้งหมด 5 แถว ได้แก่

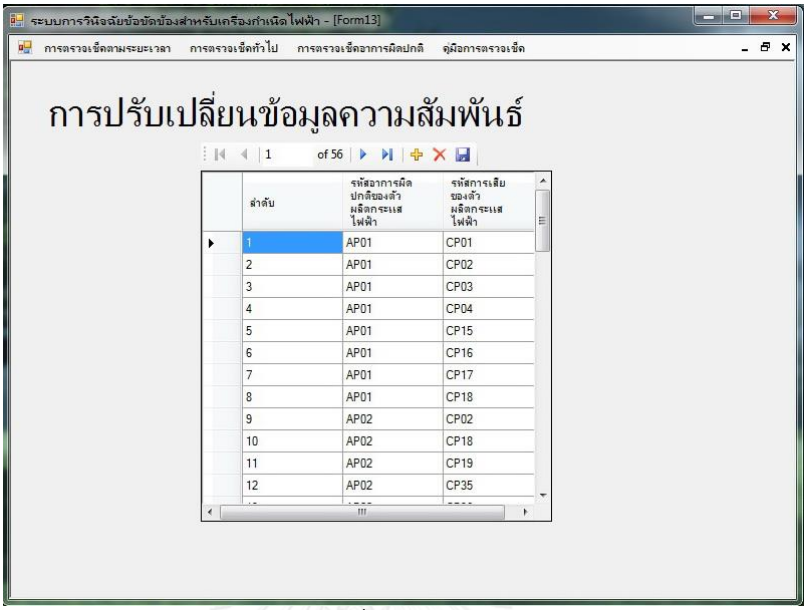
- รหัสสาเหตุการเสียของตัวผลิตกระแสไฟฟ้า
- สาเหตุการเสียของตัวผลิตกระแสไฟฟ้า
- การตรวจสอบ
- การแก้ไข
- ระดับความยาก

2. การปรับเปลี่ยนข้อมูลในตารางแสดงข้อมูล สำหรับการเพิ่มข้อมูลควรจะเรียงตามลำดับรหัสสาเหตุต่อจากรายการที่อยู่ก่อนหน้านี้ และควรใส่รายละเอียดให้ครบทุกช่องเพื่อให้โปรแกรมทำงานได้อย่างสมบูรณ์

3. เมื่อได้ปรับเปลี่ยนข้อมูลเสร็จเรียบร้อยแล้วให้ กดบันทึก (รูปแผ่นดิสสีน้ำเงิน)

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

3.2.2.3 ความสัมพันธ์ของตัวผลิตกระแสไฟฟ้า



รูปที่ 5.38 การเลือกรายการ การปรับเปลี่ยนข้อมูลความสัมพันธ์อาการผิดปกติของตัวผลิตกระแสไฟฟ้า

ขั้นตอนการใช้งาน

1. เลือกรายการที่ต้องการปรับเปลี่ยนข้อมูล โดยจะมีทั้งหมด 3 แถว ได้แก่

- ลำดับ
- รหัสอาการผิดปกติของตัวผลิตกระแสไฟฟ้า
- รหัสสาเหตุการเสียของตัวผลิตกระแสไฟฟ้า

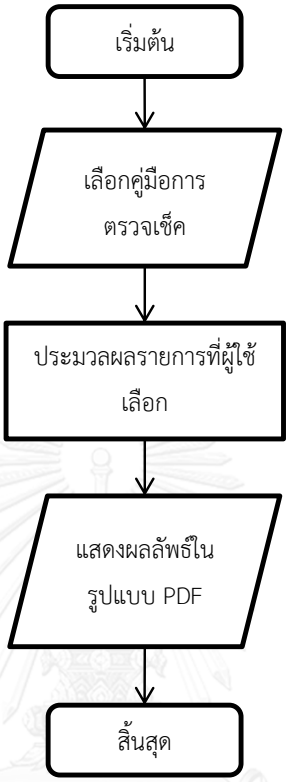
2. การปรับเปลี่ยนข้อมูลในตารางแสดงข้อมูล สำหรับการเพิ่มข้อมูลควรจะเรียงตามลำดับรหัสต่างๆต่อจากรายการที่อยู่ก่อนหน้านี้ และควรใส่รายละเอียดให้ครบทุกช่องเพื่อให้โปรแกรมทำงานได้อย่างสมบูรณ์

3. เมื่อได้ปรับเปลี่ยนข้อมูลเสร็จเรียบร้อยแล้วให้ กดบันทึก (รูปแผ่นดิสสีน้ำเงิน)

<u>ข้อจำกัดของการแก้ไขข้อมูล</u>

การกระทำที่จะทำให้ลำดับของอาการผิดปกติหรือสาเหตุเปลี่ยนแปลงไป เช่น การลบ หรือการปรับเปลี่ยนลำดับ จะต้องไปปรับเปลี่ยนข้อมูลในตาราง “การปรับเปลี่ยนข้อมูลความสัมพันธ์” ก่อนทุกครั้ง เพราะตารางดังกล่าวได้มีการเชื่อมความสัมพันธ์เอาไว้กับทุกตาราง หากไม่มีการปรับเปลี่ยนข้อมูลที่ตารางนี้ก่อนโปรแกรมจะเกิดข้อผิดพลาด (Error) และปิดตัวลง

5.4.4 คู่มือการตรวจเช็ค



รูปที่ 5.39 ผังการใช้งาน คู่มือการตรวจเช็ค

4.1 คลิก “เครื่องยนต์ดีเซล” จะแสดงรายการ รายละเอียดของการตรวจเช็คของสาเหตุต่างๆเป็นรูปแบบไฟล์ PDF จำนวน 10 รายการ ได้แก่

1. การตรวจเช็คแบตเตอรี่
2. การตรวจเช็คหัวฉีด
3. การตรวจเช็คเกจวัด
4. การตรวจเช็คโซลินอยด์วาล์ว
5. การตรวจเช็ค Governor
6. การตรวจเช็คปั๊มจ่ายน้ำมันเชื้อเพลิง
7. การตรวจเช็คมอเตอร์สตาร์ท
8. การตรวจเช็คลิ้นไอดี-ไอเสีย
9. การตรวจเช็คสวิทช์
10. การตรวจเช็คสายพาน

4.2 คลิก “ตัวผลิตกระแสไฟฟ้า” จะแสดงรายการ รายละเอียดของการตรวจเช็คของสาเหตุต่างๆเป็นรูปแบบไฟล์ PDF จำนวน 3 รายการ ได้แก่ 3

1. การตรวจเช็ค Automatic Voltage Regulator
2. การตรวจเช็คไดโอด
3. การตรวจเช็คความต้านทานของขดลวด

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

บทที่ 6
การนำระบบการวินิจฉัยไปทดลองใช้งาน

การทดสอบโปรแกรมระบบการวินิจฉัย เป็นการตรวจสอบความถูกต้องของฐานความรู้ที่อยู่ในโปรแกรมและทดสอบเวลาในการวินิจฉัยข้อขัดข้องสำหรับเครื่องกำเนิดไฟฟ้า

6.1 การนำไปทดลองใช้งาน

การทดลองใช้งานระบบการวินิจฉัยข้อขัดข้องสำหรับเครื่องกำเนิดไฟฟ้า จะทำโดยการนำไปทดลองกับงานซ่อมจริงเป็นระยะเวลา 3 เดือน จำนวน 10 ตัวอย่างอาการผิดปกติ โดยจะทำการปรับเปลี่ยนกระบวนการวินิจฉัยอาการผิดปกติต่างๆที่ได้รับแจ้งซ่อมที่มีอยู่เดิม โดยหลังจากได้รับการแจ้งซ่อมแล้ว จะทดสอบการทำงานของเครื่องในเบื้องต้นก่อน จากนั้นจะให้พนักงานซ่อมใช้ระบบการวินิจฉัยอาการผิดปกติที่เครื่องกำเนิดไฟฟ้า ซึ่งทำให้พนักงานซ่อมวินิจฉัยอย่างเป็นระบบ โดยการจัดเรียงตามลำดับความยากของงานและระบบได้มีการแนะนำสาเหตุที่เกิดขึ้นได้บ่อยๆ ซึ่งจะช่วยทำให้พนักงานซ่อมที่ยังไม่มีประสบการณ์มากเพียงพอสามารถตัดสินใจซ่อมได้รวดเร็วมากยิ่งขึ้น

เมื่อใช้ระบบการวินิจฉัยแล้วจะไม่ต้องใช้ผู้ชำนาญงานทุกครั้งที่เกิดปัญหาขึ้น โดยจะแตกต่างจากก่อนปรับปรุงที่จะให้พนักงานซ่อมไปตรวจสอบโดยที่ไม่มีความรู้และทำการวินิจฉัยแบบสุ่ม ทำให้ต้องคอยปรึกษาผู้ชำนาญงานบ่อยครั้ง ซึ่งทำให้ใช้เวลามากในการวินิจฉัยอาการผิดปกติ โดยสามารถสรุปขั้นตอนก่อนและหลังการปรับปรุงกระบวนการได้ดังรูปที่ 6.1 และ 6.2

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

6.1.1 อธิบายขั้นตอนการไหลของใบสั่งงานบำรุงรักษา ก่อนปรับปรุงกระบวนการ

1. มีการร้องขอจากลูกค้าทางโทรศัพท์หรือการแจ้งด้วยตัวเอง
2. เจ้าหน้าที่ของบริษัทรับเรื่องไว้และสอบถามอาการผิดปกติเบื้องต้นจากลูกค้า
3. ฝ่ายบำรุงรักษาได้รับแจ้งข้อมูลจากเจ้าหน้าที่ของบริษัทที่รับเรื่องไว้ โดยจะเตรียมทีมพนักงานซ่อมไว้และนัดหมายวันเวลากับลูกค้า
4. พนักงานซ่อมเข้าไปที่หน้างาน เพื่อตรวจสอบเครื่องกำเนิดไฟฟ้า
5. พนักงานซ่อมทดสอบการทำงานของเครื่องเบื้องต้นและค้นหาอาการผิดปกติ
6. พนักงานซ่อมจะวินิจฉัยอาการผิดปกติด้วยเอง หากไม่พบจะทำการติดต่อผู้ชำนาญงานเพื่อขอรับคำปรึกษาหรือรอให้ผู้ชำนาญงานมาวินิจฉัยอาการผิดปกติให้

- ถ้าหากพนักงานซ่อมที่มีประสบการณ์ไม่มากเพียงพอ เมื่อวินิจฉัยอาการผิดปกติด้วยตัวเองโดยไม่ปรึกษาผู้ชำนาญงาน หลังจากซ่อมเครื่องกำเนิดไฟฟ้าแล้ว เครื่องกำเนิดไฟฟ้าอาจยังทำงาน

ผิดปกติอยู่ ซึ่งอาจจะพบว่ามีอาการผิดปกติมากกว่า1 โดยที่พนักงานซ่อมไม่ทราบหรือหาไม่พบจะต้องกลับไปปรึกษาผู้ชำนาญงานอีกครั้งหนึ่ง และรอผู้ชำนาญงานวินิจฉัยให้ ซึ่งจะทำให้เสียเวลามากขึ้น

7. ทำการซ่อมเครื่องกำเนิดไฟฟ้าและทดสอบการทำงานของเครื่อง

8. หลังจากเครื่องกำเนิดไฟฟ้าทำงานได้อย่างปกติแล้ว จะทำการเขียนรายงานสรุปและค่าใช้จ่ายในการซ่อมและการเปลี่ยนอะไหล่(ถ้ามี) ส่งกลับไปให้ฝ่ายบัญชีของบริษัทเรียกเก็บกับลูกค้าอีกครั้ง

9. ส่งมอบงานให้กับลูกค้าหลังจากเก็บค่าใช้จ่ายได้ครบถ้วน

6.1.2 อธิบายขั้นตอนการไหลของใบสั่งงานบำรุงรักษา หลังปรับปรุงกระบวนการ

1. มีการร้องขอจากลูกค้าทางโทรศัพท์หรือการแจ้งด้วยตัวเอง

2. เจ้าหน้าที่ของบริษัทรับเรื่องไว้และสอบถามอาการผิดปกติเบื้องต้นจากลูกค้า

3. ฝ่ายบำรุงรักษาได้รับแจ้งข้อมูลจากเจ้าหน้าที่ของบริษัทที่รับเรื่องไว้ โดยจะเตรียมทีมพนักงานซ่อมไว้และลองค้นหาอาการผิดปกติในโปรแกรมระบบการวินิจฉัย ตามอาการที่ลูกค้าได้แจ้งไว้ หากไม่พบก็จะทำการเพิ่มความรู้ไว้ จากนั้นจะนัดหมายวันเวลากับลูกค้า

4. พนักงานซ่อมเข้าไปที่หน้างาน เพื่อตรวจสอบเครื่องกำเนิดไฟฟ้า

5. พนักงานซ่อมทดสอบการทำงานของเครื่องเบื้องต้นและค้นหาอาการผิดปกติ

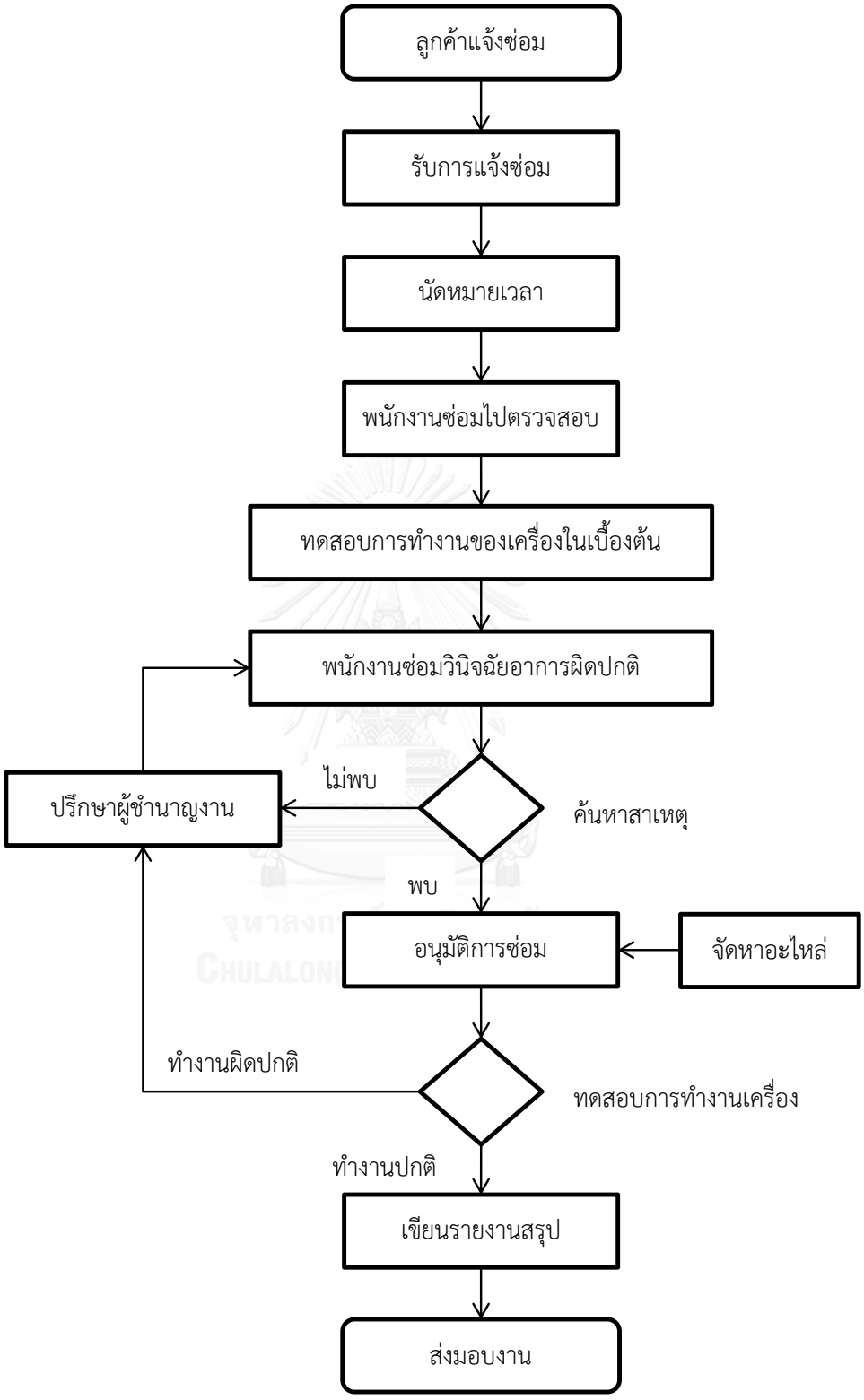
6. พนักงานซ่อมจะใช้โปรแกรมระบบการวินิจฉัยเพื่อค้นหาวิธีการตรวจสอบอาการผิดปกติและสามารถค้นหาได้หลายๆอาการพร้อมกันในครั้งเดียว โดยจะต้องมีคอมพิวเตอร์พกพา 1 เครื่องเพื่อใช้งานระบบดังกล่าว โดยทำตามขั้นตอนที่โปรแกรมได้แนะนำไว้หากไม่พบความรู้จะทำการติดต่อผู้ชำนาญงานเพื่อขอคำปรึกษาหรือรอให้ผู้ชำนาญงานมาวินิจฉัยอาการผิดปกติให้ ซึ่งจะเป็นทางเลือกสุดท้าย โดยทั่วไประบบการวินิจฉัยนี้จะมีความรู้ที่ครอบคลุมมากเพียงพอแล้ว

- พนักงานซ่อมที่มีประสบการณ์ไม่มากเพียงพอ จะสามารถวินิจฉัยอาการผิดปกติได้ด้วยตัวเองโดยไม่ต้องปรึกษาผู้ชำนาญงาน โดยเมื่อทำตามขั้นตอนที่โปรแกรมได้แนะนำไว้ เช่น ค้นหาสาเหตุที่เกิดขึ้นได้บ่อยๆก่อน ค้นหาจากระดับความยากของงาน เป็นต้น

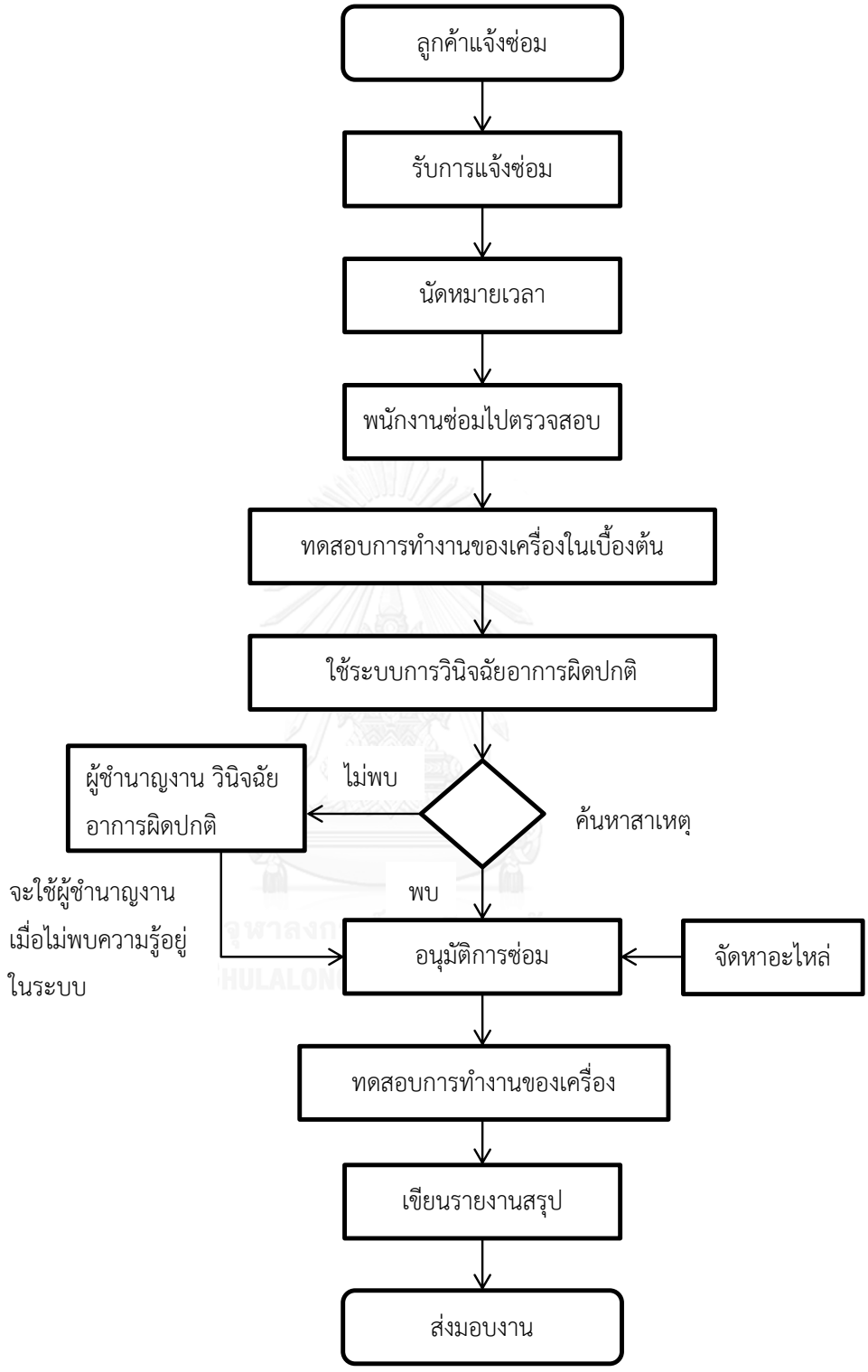
7. ทำการซ่อมเครื่องกำเนิดไฟฟ้าและทดสอบการทำงานของเครื่อง

8. หลังจากเครื่องกำเนิดไฟฟ้าทำงานได้อย่างปกติแล้ว จะทำการเขียนรายงานสรุปและค่าใช้จ่ายในการซ่อมและการเปลี่ยนอะไหล่(ถ้ามี) ส่งกลับไปให้ฝ่ายบัญชีของบริษัทเรียกเก็บกับลูกค้าอีกครั้ง

9. ส่งมอบงานให้กับลูกค้าหลังจากเก็บค่าใช้จ่ายได้ครบถ้วน



รูปที่ 6.1 ขั้นตอนการวินิจฉัยก่อนปรับปรุงกระบวนการ



รูปที่ 6.2 ขั้นตอนการวินิจฉัยหลังปรับปรุงกระบวนการ

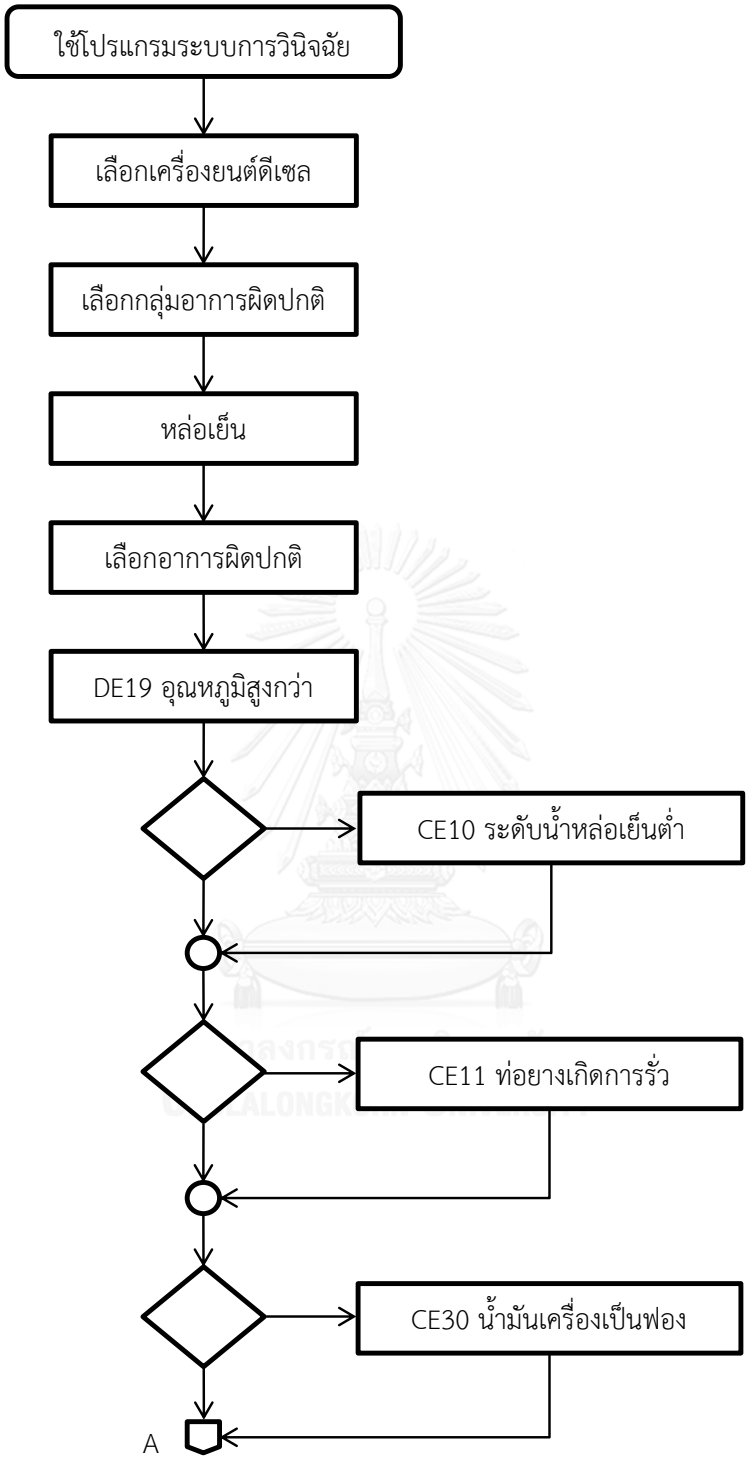
6.2 ตัวอย่างการนำระบบการวินิจฉัยไปทดลองการใช้งาน

6.2.1 ตัวอย่างที่ 1

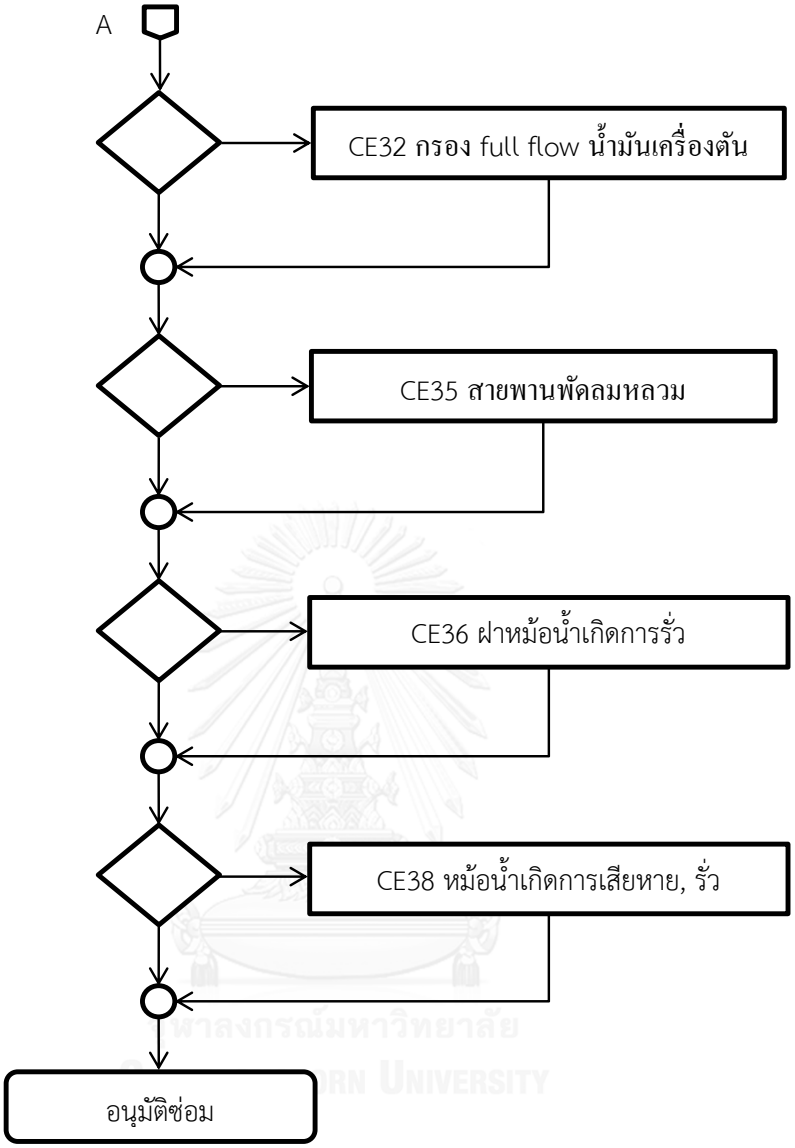
ข้อมูลเบื้องต้น

สถานที่ (Site)	Hitachi Global Storage
เครื่องยนต์ (Engine)	Deutz
ตัวผลิตกระแสไฟฟ้า (Alternator)	Thaigen
อาการผิดปกติ	DE19 อุณหภูมิสูงกว่าปกติ
สาเหตุที่พบ	CE38 หม้อน้ำเกิดการเสียหาย รั่ว
คำอธิบายเพิ่มเติม	เสื่อมสภาพจากการใช้งาน
ระยะเวลาที่ใช้วินิจฉัย	1 ชั่วโมง
ระยะเวลาที่ใช้ซ่อม	1 วัน

รูปที่ 6.3 หม้อน้ำที่เกิดการเสียหาย



รูปที่ 6.4 โครงสร้างการวินิจฉัยตัวอย่างที่ 1



รูปที่ 6.4 โครงสร้างการวินิจฉัยตัวอย่างที่ 1 (ต่อ)

6.2.2 ตัวอย่างที่ 2

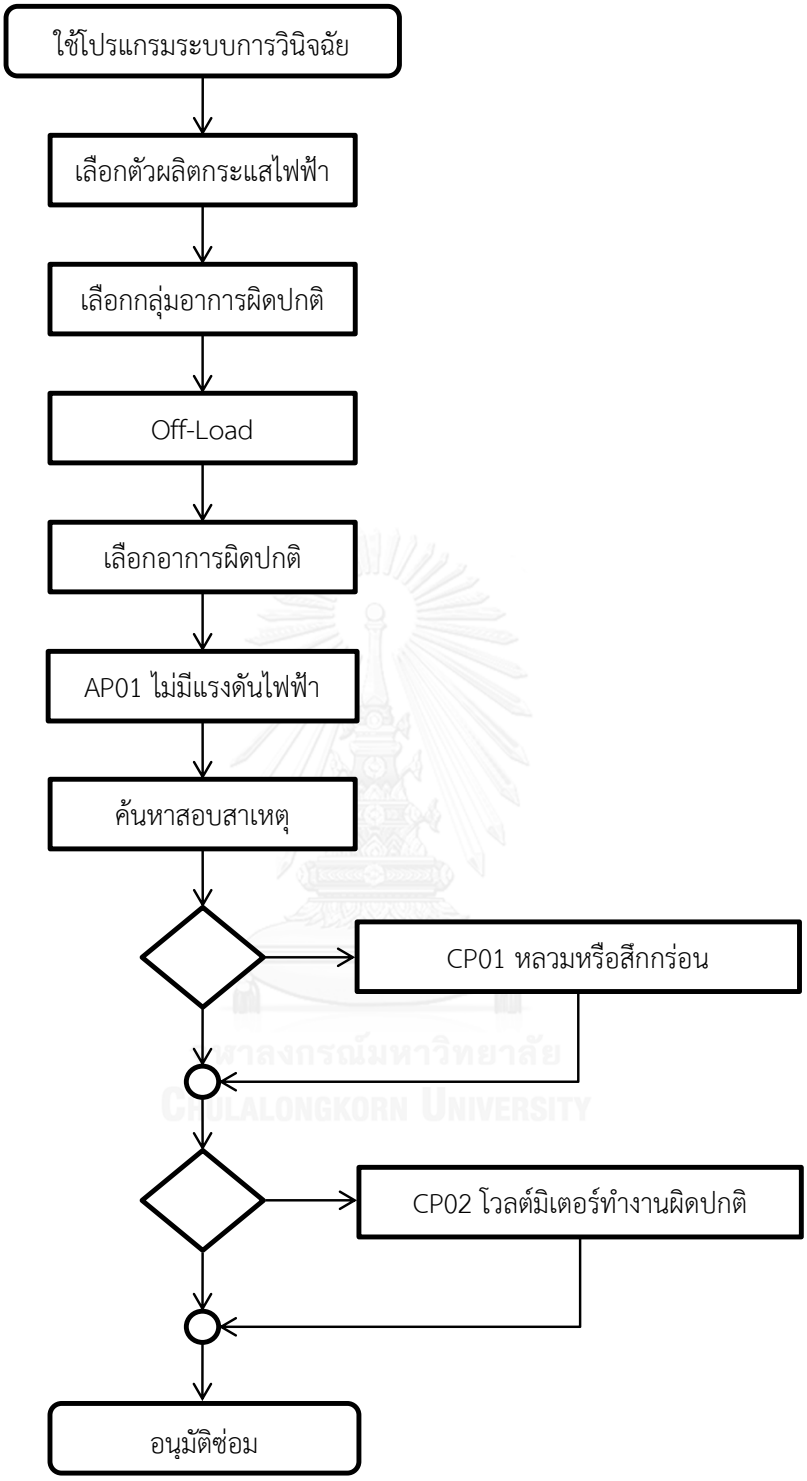
ข้อมูลเบื้องต้น

สถานที่ (Site)	บริษัท คาโอ จำกัด จ.ชลบุรี
เครื่องยนต์ (Engine)	Caterpillar
ตัวผลิตกระแสไฟฟ้า (Alternator)	Caterpillar
อาการผิดปกติ	AP01 ไม่มีแรงดันไฟฟ้า
สาเหตุที่พบ	CP02 โวลต์มิเตอร์ทำงานผิดปกติ

คำอธิบายเพิ่มเติม	เสื่อมสภาพจากการใช้งาน
ระยะเวลาที่ใช้วินิจฉัย	10 นาที
ระยะเวลาที่ใช้ซ่อม	1 ชั่วโมง

รูปที่ 6.5 โวลต์มิเตอร์

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

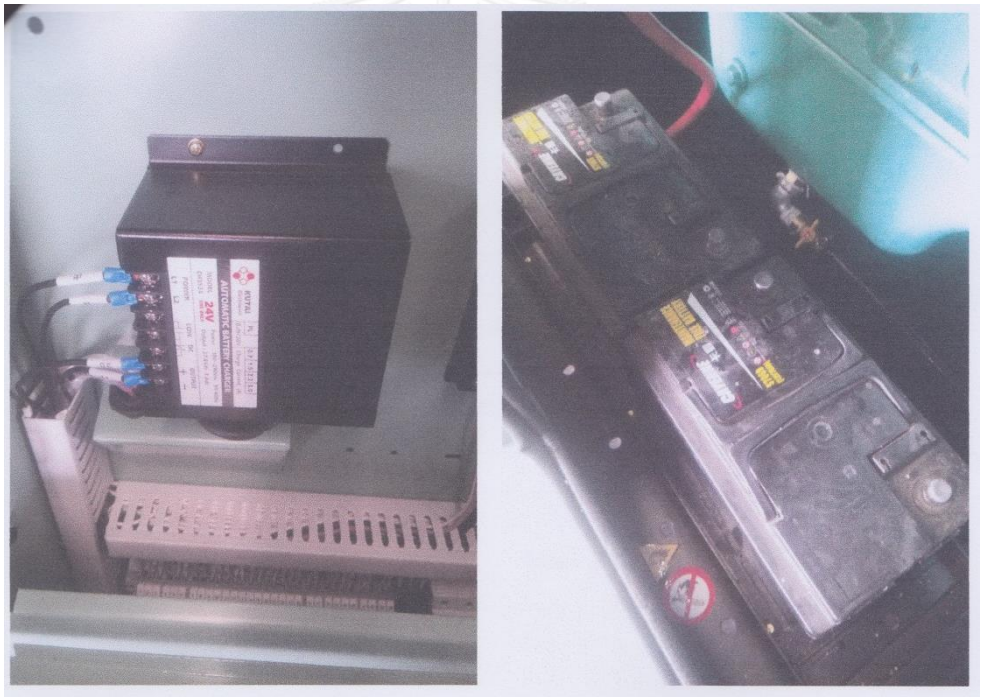


รูปที่ 6.6 โครงสร้างการวินิจฉัยตัวอย่างที่ 2

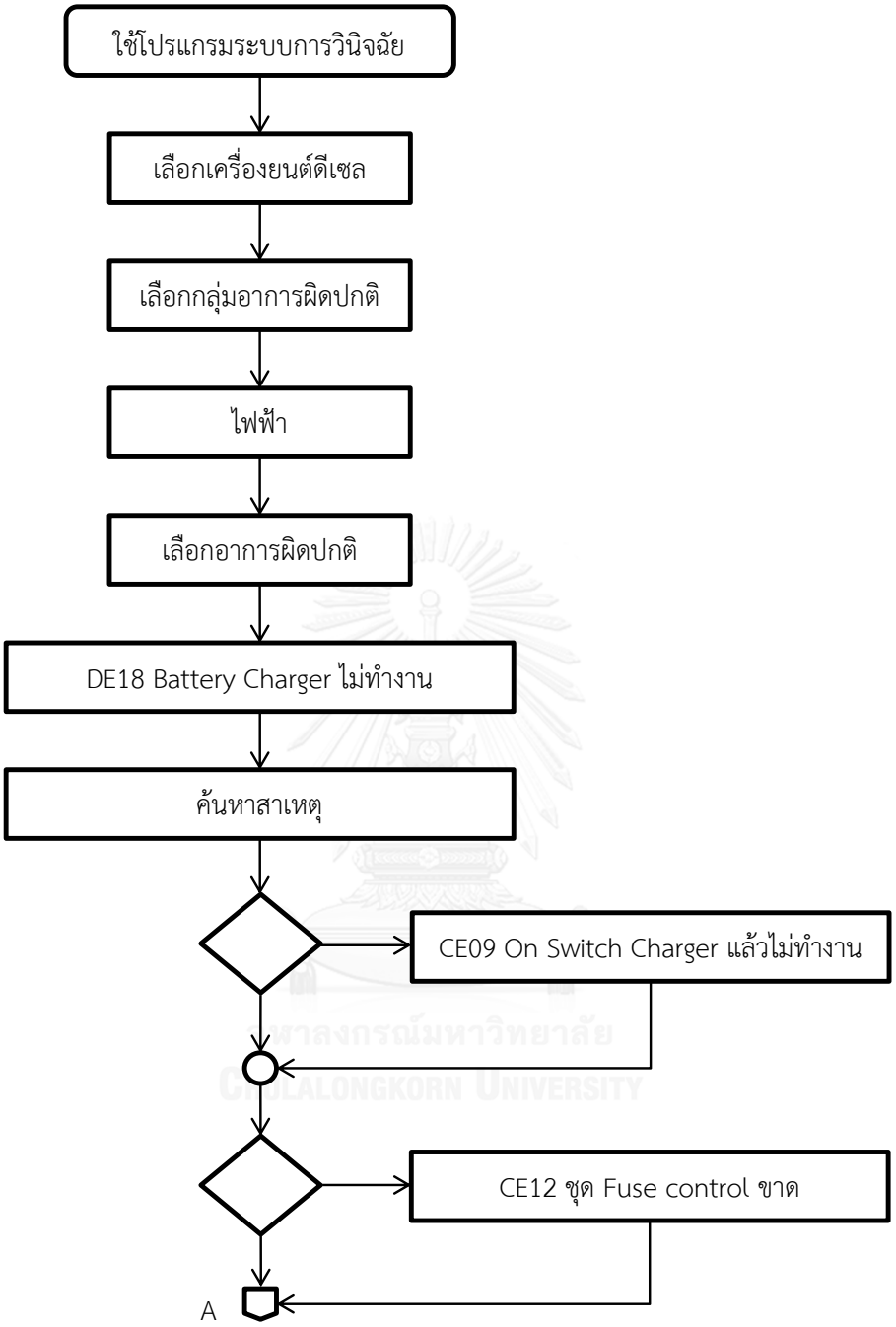
6.2.3 ตัวอย่างที่ 3

ข้อมูลเบื้องต้น

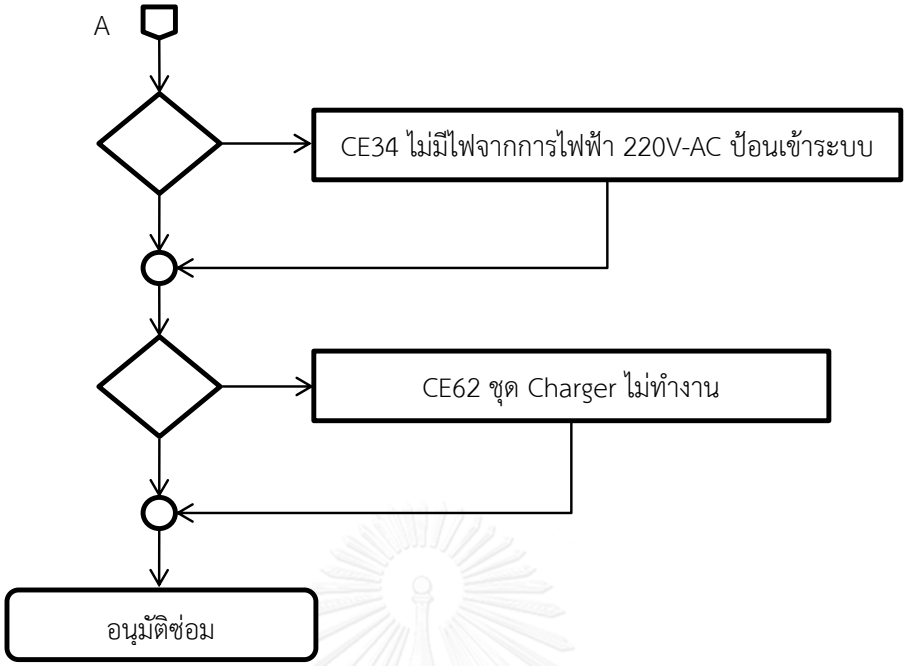
สถานที่ (Site)	Aeon ศาลายา
เครื่องยนต์ (Engine)	Cummins
ตัวผลิตกระแสไฟฟ้า (Alternator)	Stamford
อาการผิดปกติ	DE18 Battery Charger ไม่ทำงาน
สาเหตุที่พบ	CE62 ชุด Charger ไม่ทำงาน
คำอธิบายเพิ่มเติม	เสื่อมสภาพจากการใช้งาน
ระยะเวลาที่ใช้วินิจฉัย	20 นาที
ระยะเวลาที่ใช้ซ่อม	1 ชั่วโมง



รูปที่ 6.7 อุปกรณ์ชาร์จแบตเตอรี่



รูปที่ 6.8 โครงสร้างการวินิจฉัยตัวอย่างที่ 3



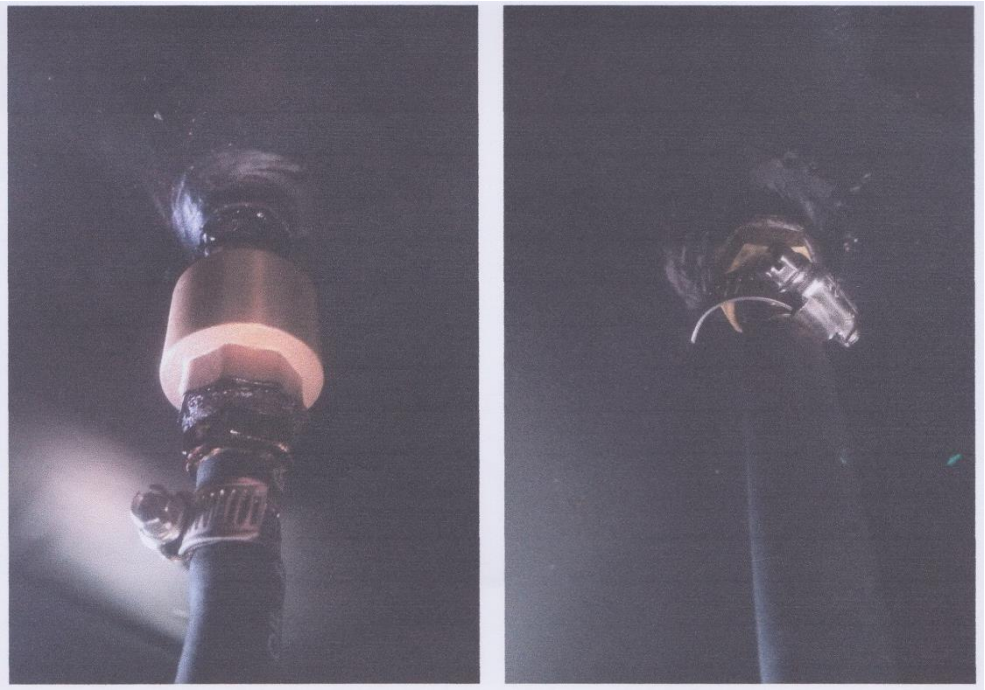
รูปที่ 6.8 โครงสร้างการวินิจฉัยตัวอย่างที่ 3 (ต่อ)

6.2.4 ตัวอย่างที่ 4

ข้อมูลเบื้องต้น

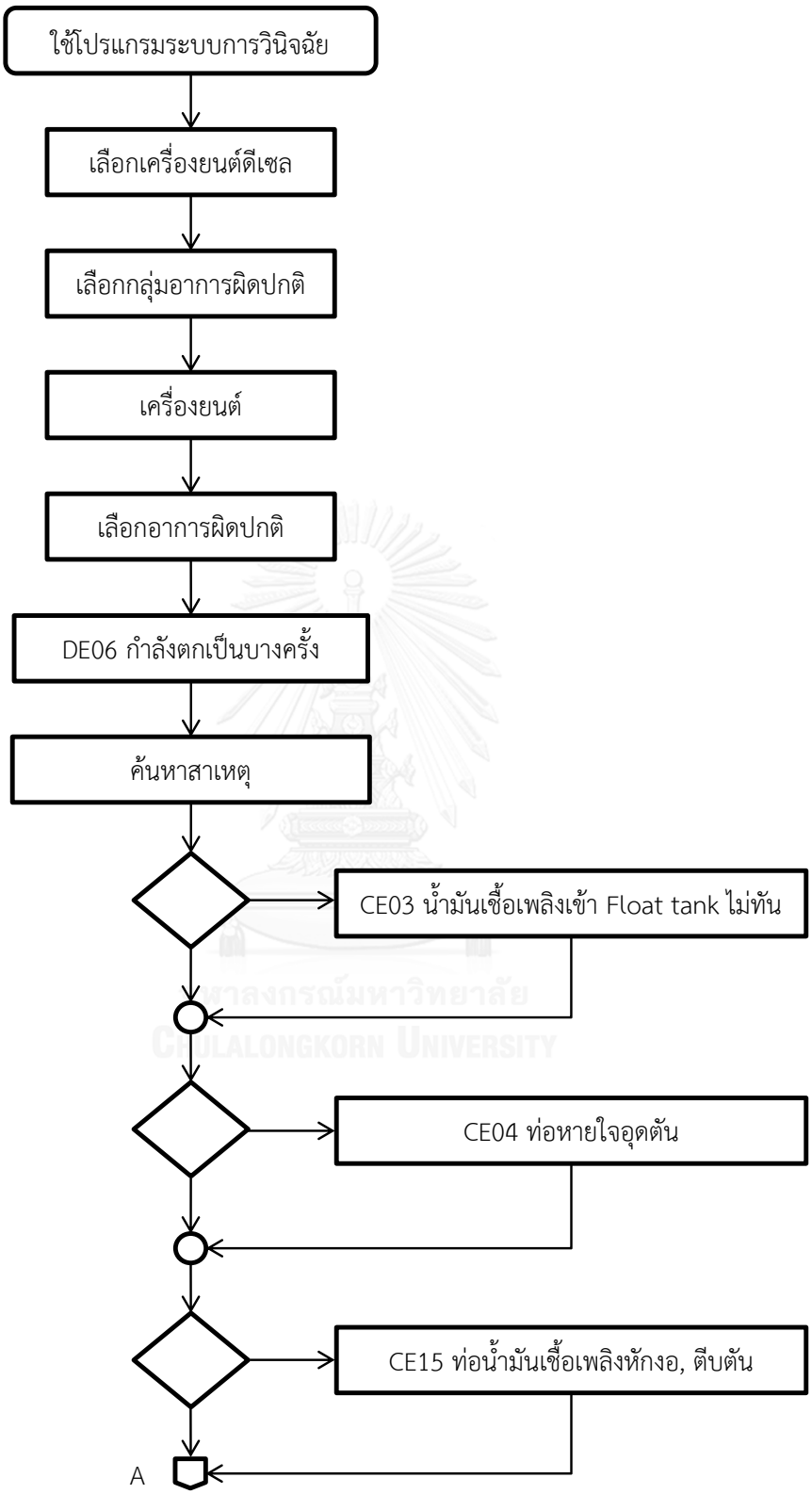
สถานที่ (Site)	TV Direct
เครื่องยนต์ (Engine)	Cummins
ตัวผลิตกระแสไฟฟ้า (Alternator)	Stamford
อาการผิดปกติ	DE06 กำลังตกเป็นบางครั้ง
สาเหตุที่พบ	CE17 ลมรั่วเข้าไปในท่อดูดของปั๊มเชื่อเพลิง
คำอธิบายเพิ่มเติม	ท่อดูดเสื่อมสภาพจากการใช้งาน
ระยะเวลาที่ใช้วินิจฉัย	5 นาที
ระยะเวลาที่ใช้ซ่อม	10 นาที

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

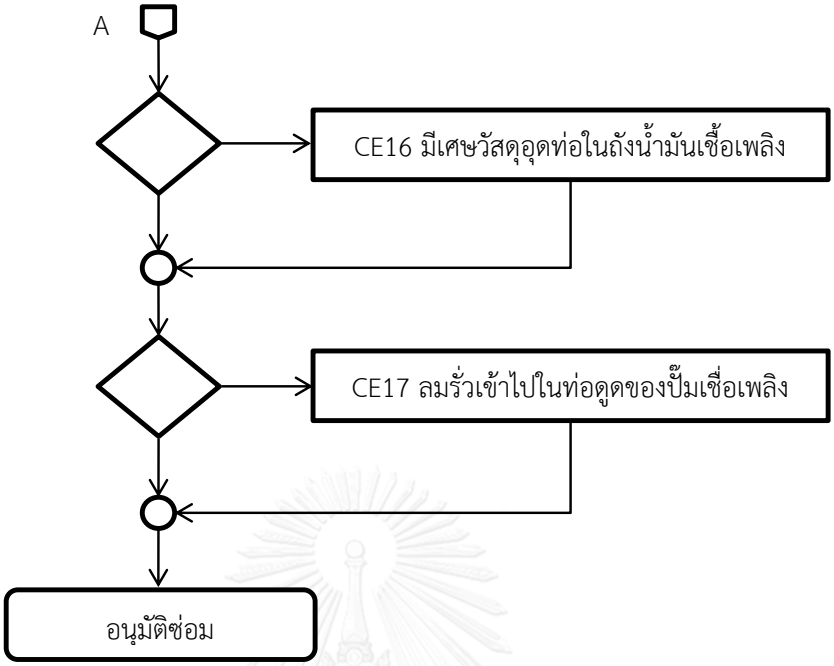


รูปที่ 6.9 ท่อดูดของปั๊มเชื่อเพลิง

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University



รูปที่ 6.10 โครงสร้างการวินิจฉัยตัวอย่างที่ 4



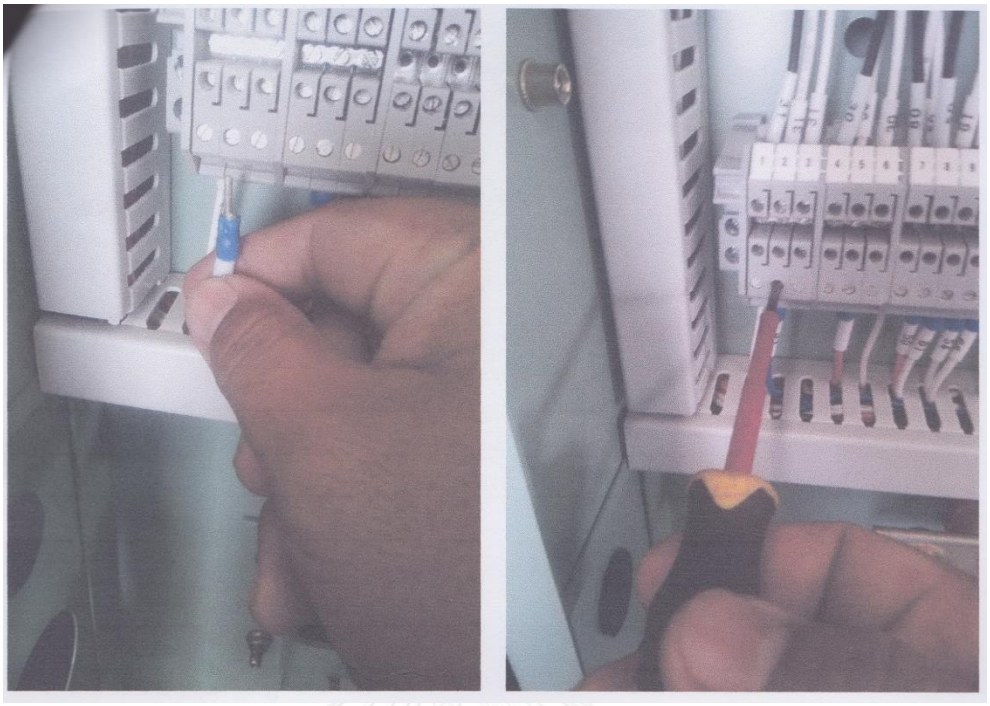
รูปที่ 6.10 โครงสร้างการวินิจฉัยตัวอย่างที่ 4 (ต่อ)

6.2.5 ตัวอย่างที่ 5

ข้อมูลเบื้องต้น

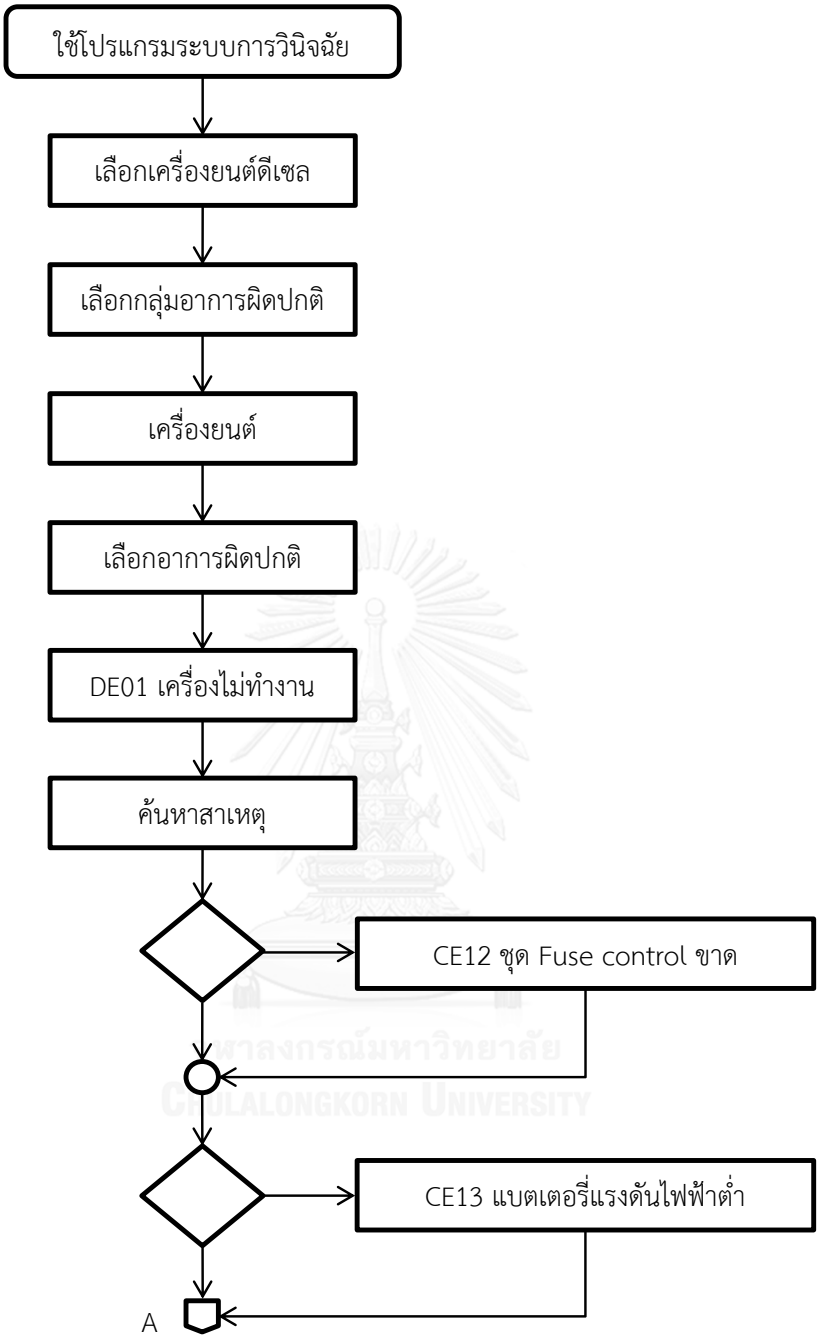
สถานที่ (Site)	Katoen Natie Services (Thailand)
เครื่องยนต์ (Engine)	Cummins
ตัวผลิตกระแสไฟฟ้า (Alternator)	Stamford
อาการผิดปกติ	DE01 เครื่องไม่ทำงาน
สาเหตุที่พบ	CE40 สวิทซ์ไม่ทำงาน หรือ หลวม
คำอธิบายเพิ่มเติม	สายไฟที่ต่อกับสวิทซ์หลุดทำให้เครื่องไม่ทำงาน
ระยะเวลาที่ใช้วินิจฉัย	20 นาที
ระยะเวลาที่ใช้ซ่อม	5 นาที

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

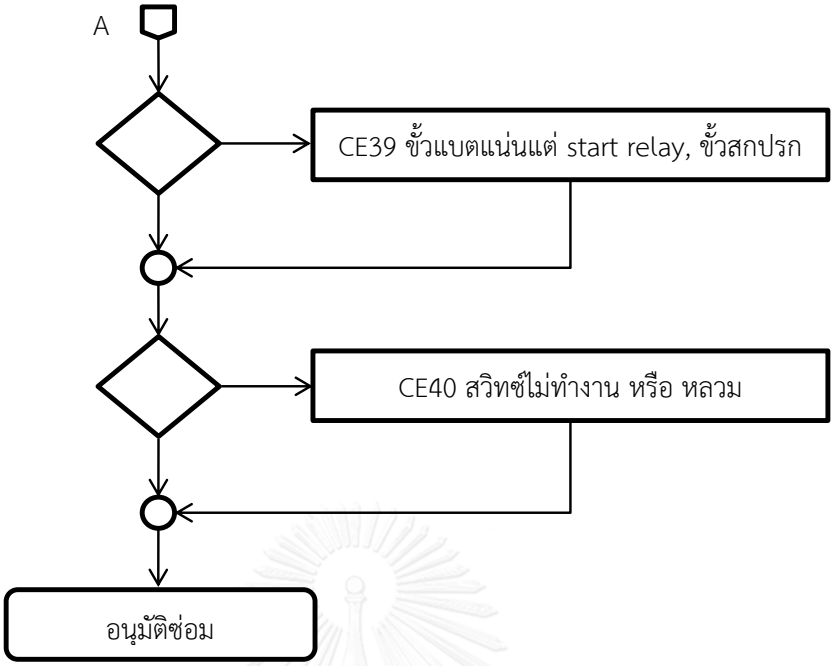


รูปที่ 6.11 สายไฟที่ต่อกับสวิทซ์หลุด

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University



รูปที่ 6.12 โครงสร้างการวินิจฉัยตัวอย่างที่ 5



รูปที่ 6.12 โครงสร้างการวินิจฉัยตัวอย่างที่ 5 (ต่อ)

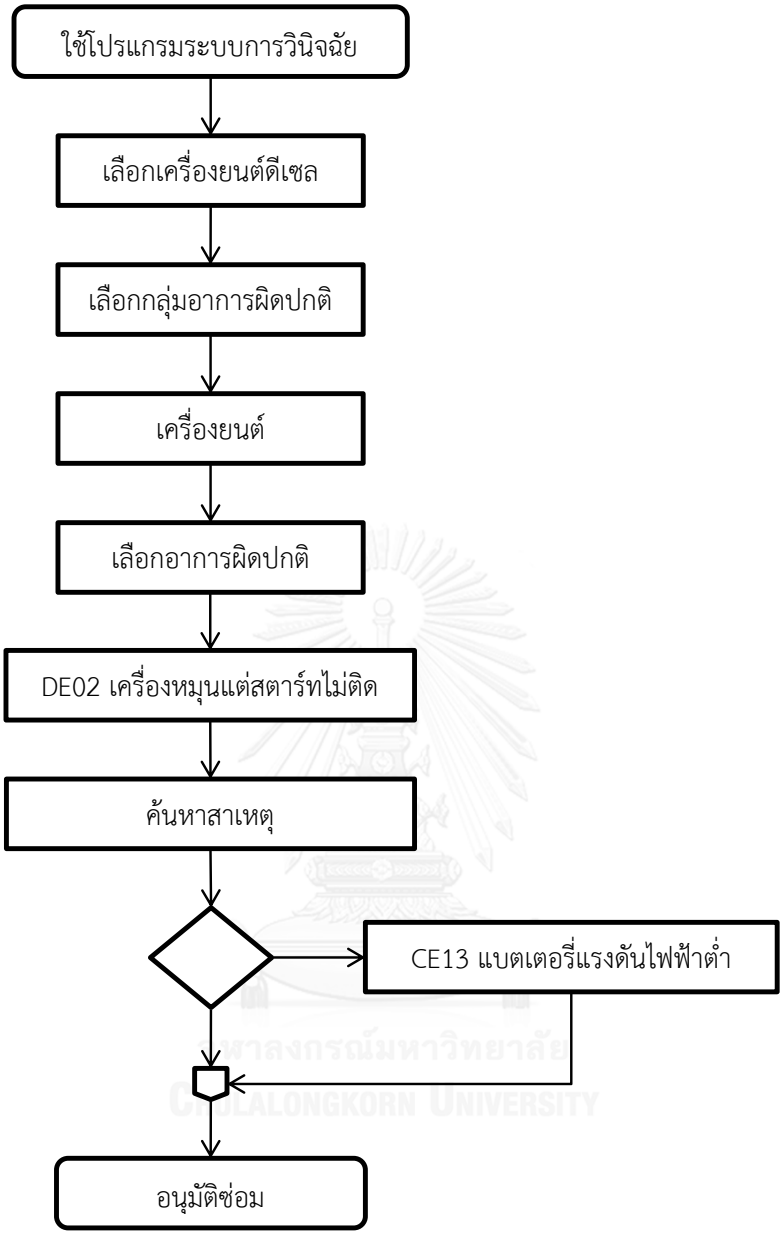
6.2.6 ตัวอย่างที่ 6

ข้อมูลเบื้องต้น

สถานที่ (Site)	LF Logistics
เครื่องยนต์ (Engine)	IVECO
ตัวผลิตกระแสไฟฟ้า (Alternator)	Meccalta
อาการผิดปกติ	DE02 เครื่องหมุนแต่สตาร์ทไม่ติด
สาเหตุที่พบ	CE13 แบตเตอรี่แรงดันไฟฟ้าต่ำ
คำอธิบายเพิ่มเติม	แบตเตอรี่เสื่อมสภาพจากการใช้งาน
ระยะเวลาที่ใช้วินิจฉัย	5 นาที
ระยะเวลาที่ใช้ซ่อม	5 นาที

รูปที่ 6.13 แบตเตอรี่ที่เสื่อมสภาพ

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University



รูปที่ 6.14 โครงสร้างการวินิจฉัยตัวอย่างที่ 6

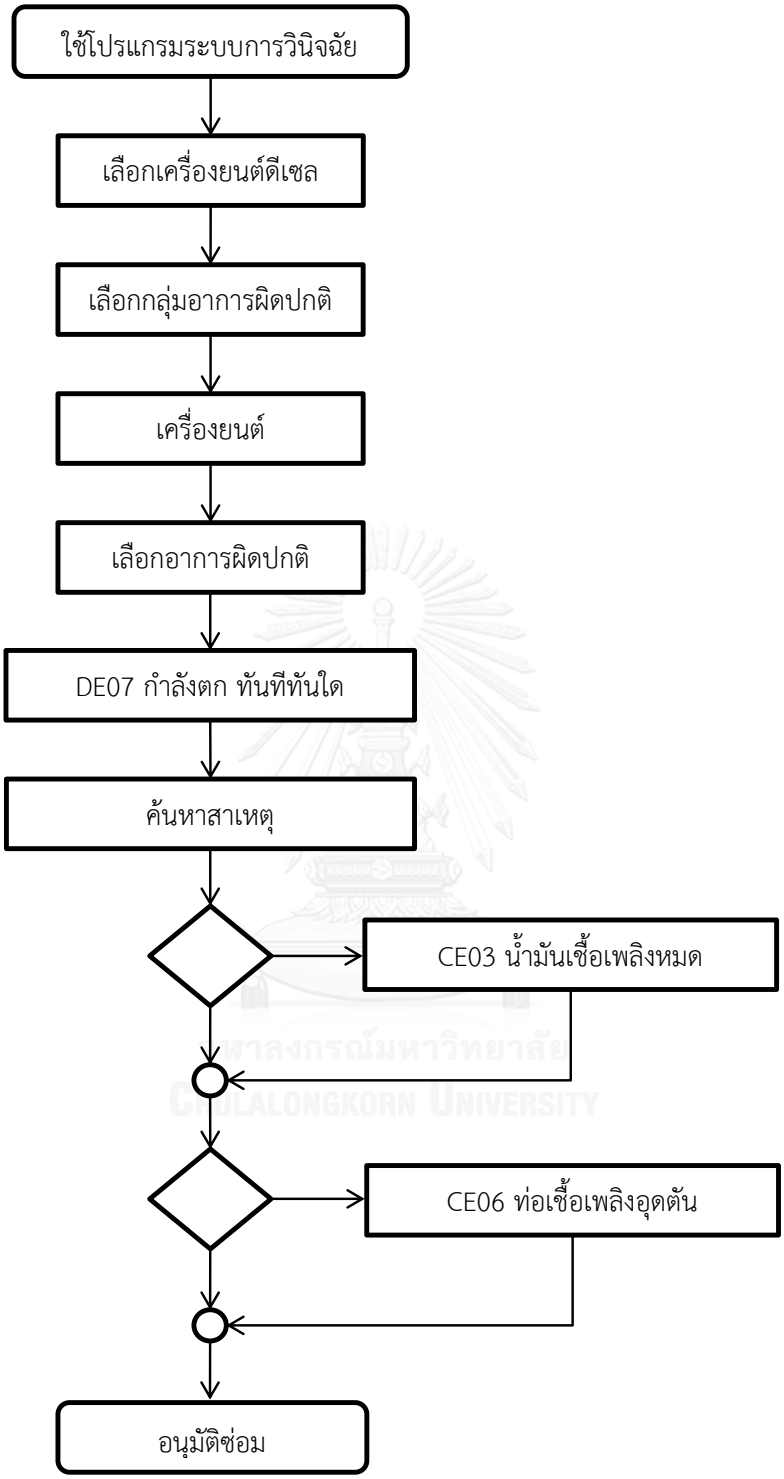
6.2.7 ตัวอย่างที่ 7

ข้อมูลเบื้องต้น

สถานที่ (Site)	Thai National Power2
เครื่องยนต์ (Engine)	Perkins
ตัวผลิตกระแสไฟฟ้า (Alternator)	Stamford
อาการผิดปกติ	DE07 กำลังตก ทันทีทันใด

สาเหตุที่พบ	CE06 ท่อเชื้อเพลิงอุดตัน
คำอธิบายเพิ่มเติม	ท่อเชื้อเพลิงเสื่อมสภาพและอุดตัน 3 เส้น
ระยะเวลาที่ใช้วินิจฉัย	1 ชั่วโมง
ระยะเวลาที่ใช้ซ่อม	4 ชั่วโมง

รูปที่ 6.15 ท่อเชื้อเพลิงเสื่อมสภาพ

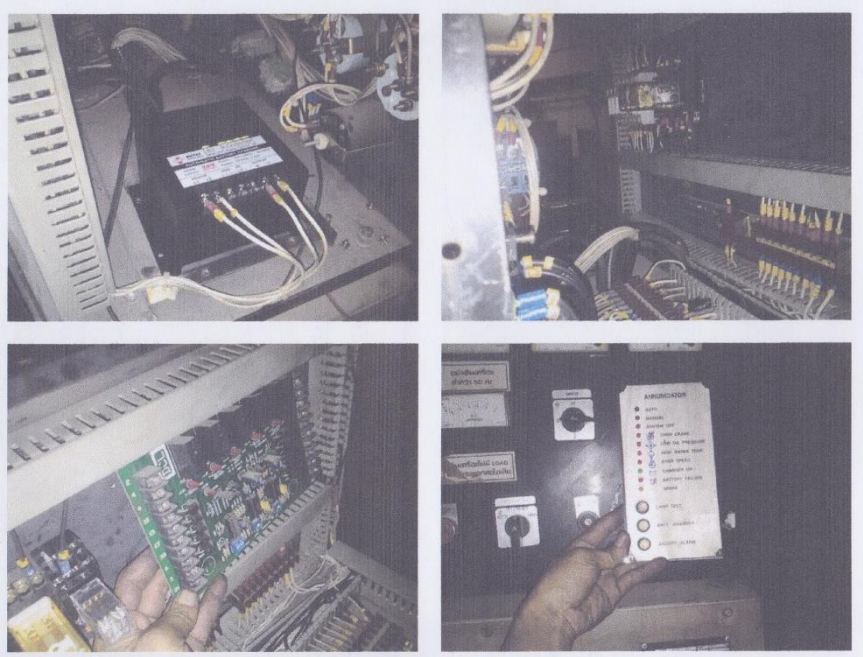


รูปที่ 6.16 โครงสร้างการวินิจฉัยตัวอย่างที่ 7

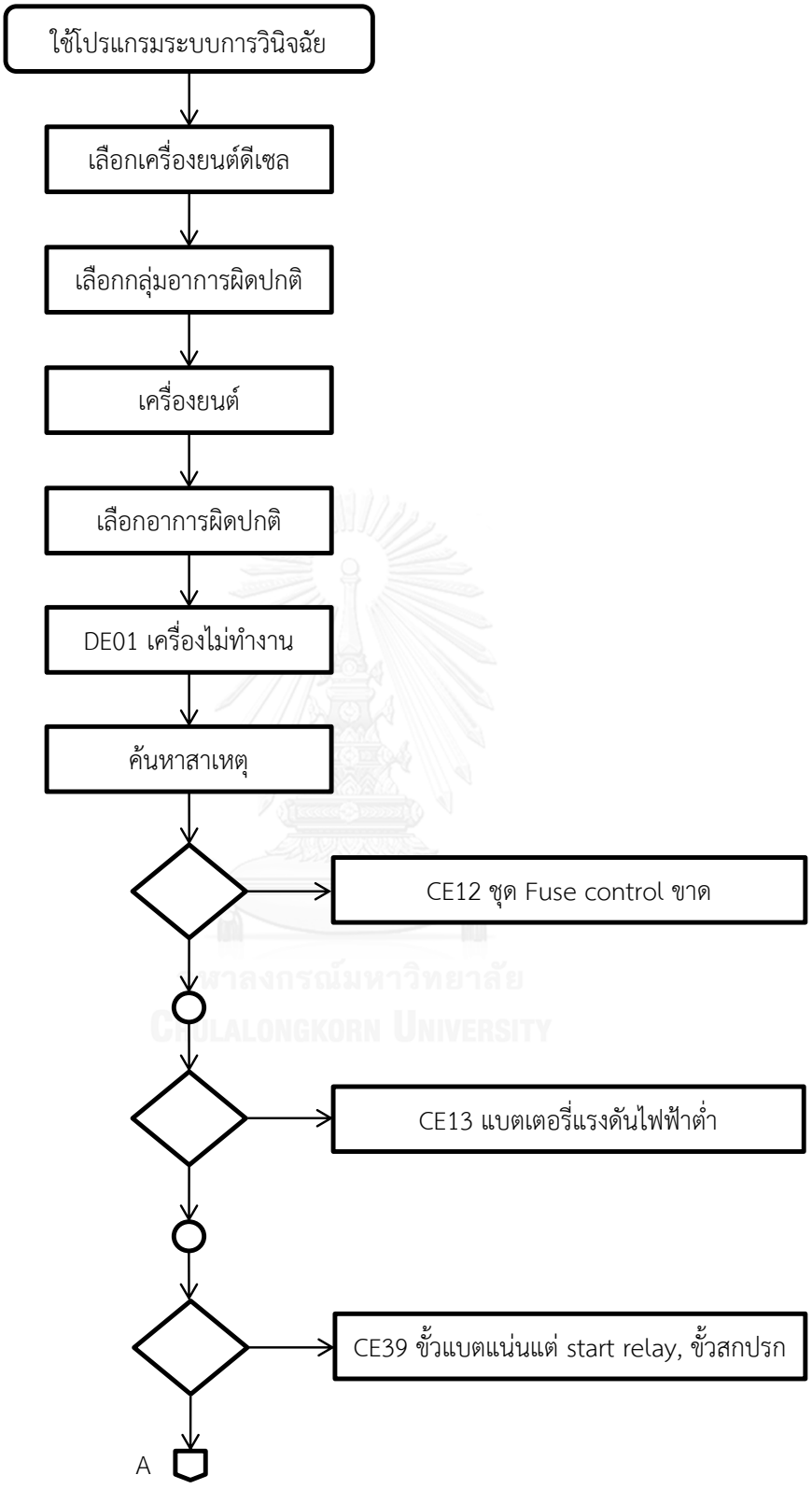
6.2.8 ตัวอย่างที่ 8

ข้อมูลเบื้องต้น

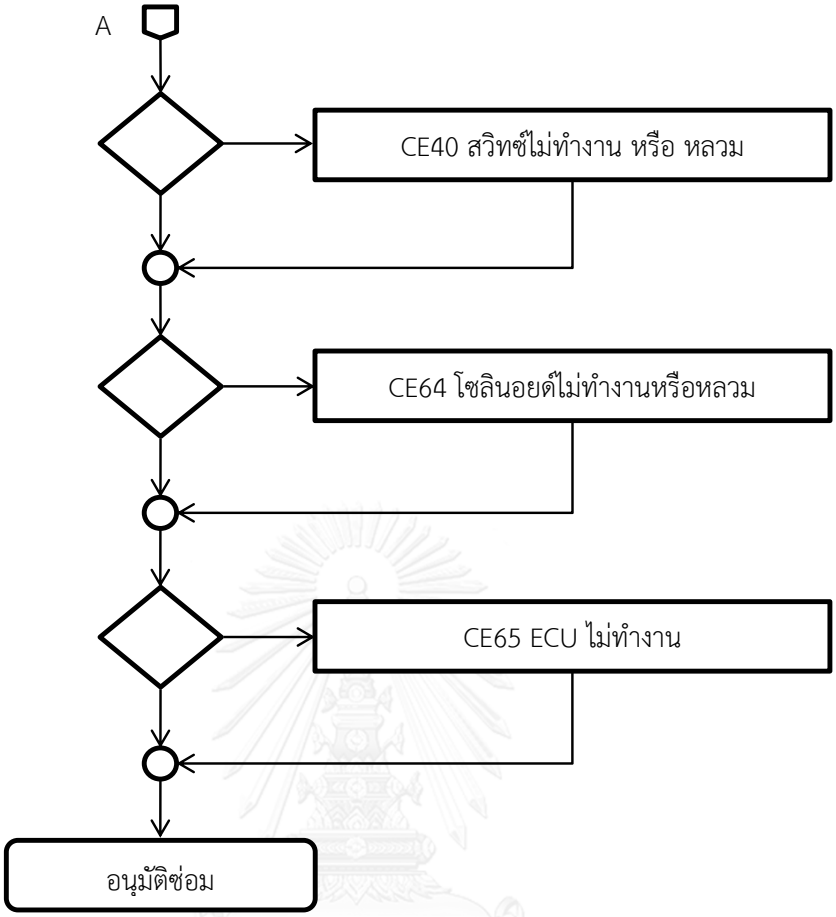
สถานที่ (Site)	ไทยมัญ
เครื่องยนต์ (Engine)	Cummins
ตัวผลิตกระแสไฟฟ้า (Alternator)	Stamford
อาการผิดปกติ	DE01 เครื่องไม่ทำงาน
สาเหตุที่พบ	CE65 ECU ไม่ทำงาน
คำอธิบายเพิ่มเติม	เปลี่ยนใหม่ทั้งระบบและทดสอบเครื่อง
ระยะเวลาที่ใช้วินิจฉัย	25 นาที
ระยะเวลาที่ใช้ซ่อม	10 ชั่วโมง



รูปที่ 6.17 ระบบภายในของเครื่องกำเนิดไฟฟ้า



รูปที่ 6.18 โครงสร้างการวินิจฉัยตัวอย่างที่ 8



รูปที่ 6.18 โครงสร้างการวินิจฉัยตัวอย่างที่ 8 (ต่อ)

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

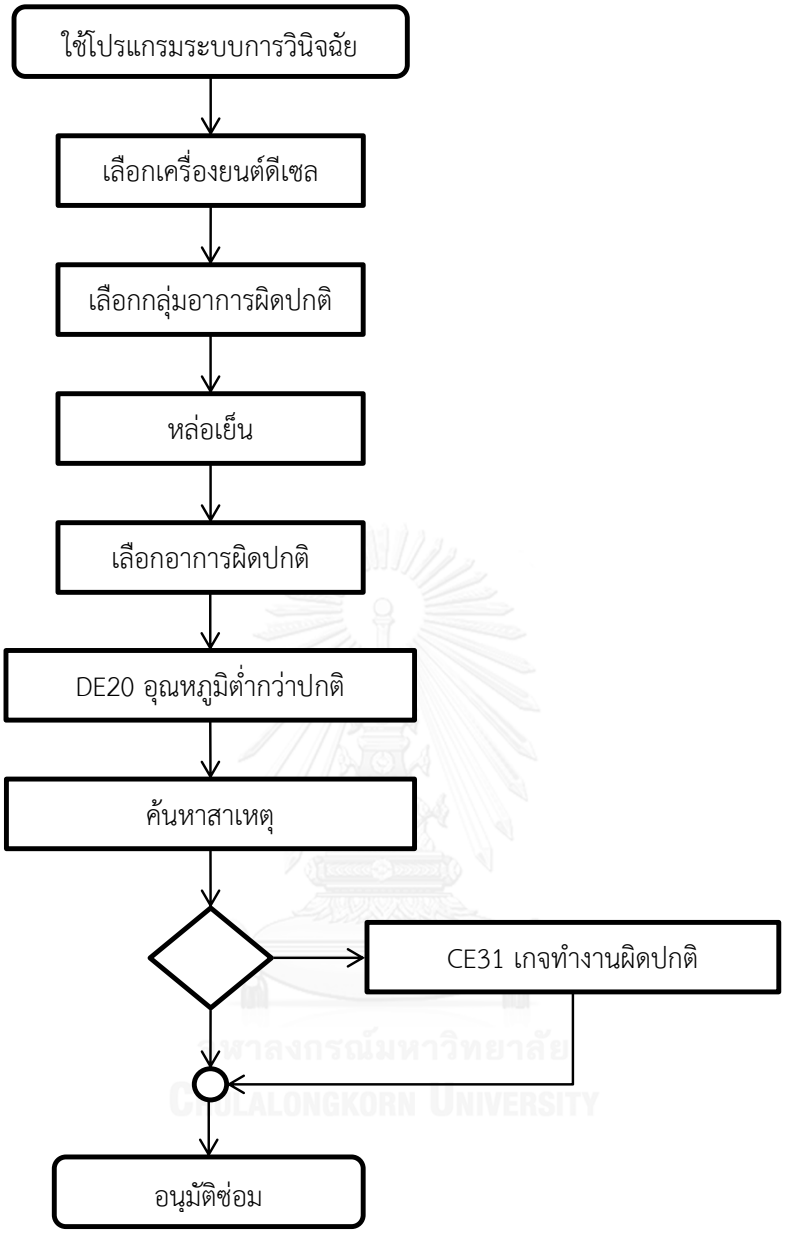
6.2.9 ตัวอย่างที่ 9

ข้อมูลเบื้องต้น

สถานที่ (Site)	บริษัท คาโอ จำกัด จ.ชลบุรี
เครื่องยนต์ (Engine)	Caterpillar
ตัวผลิตกระแสไฟฟ้า (Alternator)	Caterpillar
อาการผิดปกติ	DE20 อุณหภูมิต่ำกว่าปกติ
สาเหตุที่พบ	CE31 เกจทำงานผิดปกติ
คำอธิบายเพิ่มเติม	เสื่อมสภาพจากการใช้งาน
ระยะเวลาที่ใช้วินิจฉัย	10 นาที
ระยะเวลาที่ใช้ซ่อม	1 ชั่วโมง

รูปที่ 6.19 เกจวัดอุณหภูมิเสื่อมสภาพ

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University



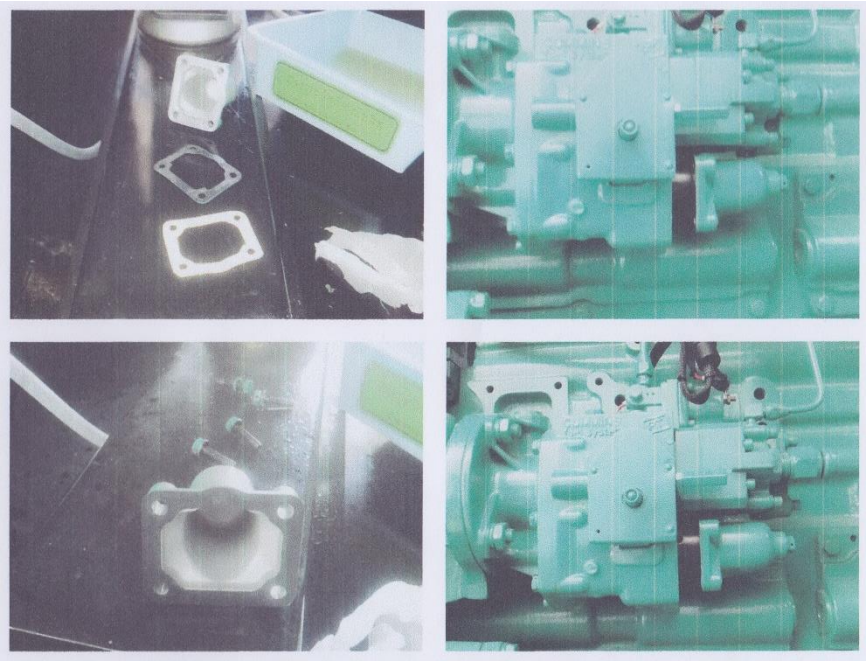
รูปที่ 6.20 โครงสร้างการวินิจฉัยตัวอย่างที่ 9

6.2.10 ตัวอย่างที่ 10

ข้อมูลเบื้องต้น

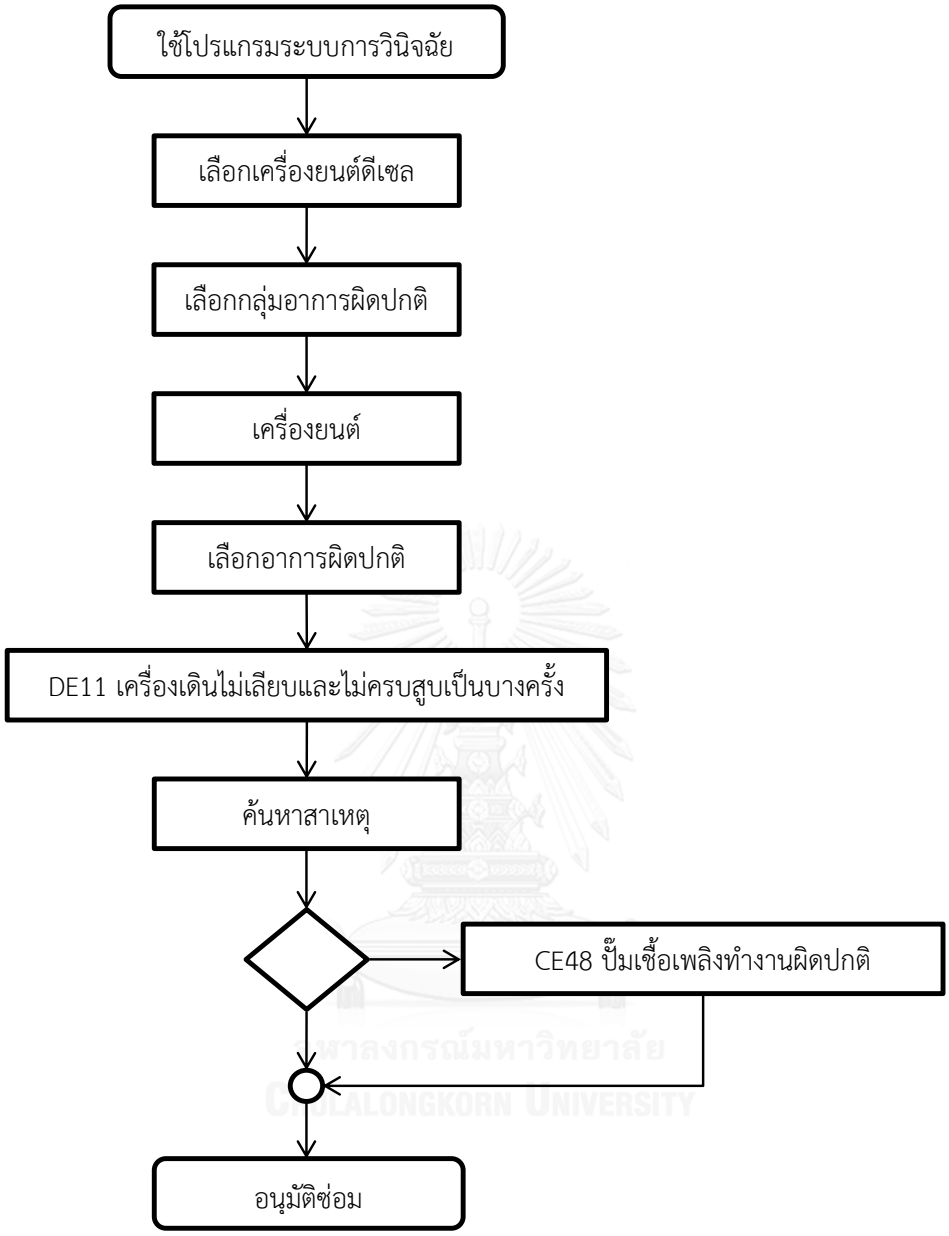
สถานที่ (Site)	กัมพูชา
เครื่องยนต์ (Engine)	Cummins
ตัวผลิตกระแสไฟฟ้า (Alternator)	Stamford
อาการผิดปกติ	DE11 เครื่องเดินไม่เลียบและไม่ครบสูบเป็นบางครั้ง

สาเหตุที่พบ	CE48 ปั๊มเชื้อเพลิงทำงานผิดปกติ
คำอธิบายเพิ่มเติม	ปั๊มเชื้อเพลิงมีการรั่วซึม ทำให้เกิดการทำงานที่ผิดปกติ
ระยะเวลาที่ใช้วินิจฉัย	30 นาที
ระยะเวลาที่ใช้ซ่อม	3 ชั่วโมง



รูปที่ 6.21 ปั๊มเชื้อเพลิงมีการรั่วซึม

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University



รูปที่ 6.22 โครงสร้างการวินิจฉัยตัวอย่างที่ 10

6.3 ผลจากการนำระบบการวินิจฉัยไปทดลองการใช้งาน

จากการทดสอบการใช้งานของระบบวินิจฉัย แสดงผลในตารางที่ 6.1 พบว่าระบบการวินิจฉัยจะช่วยลดเวลาในการวินิจฉัยได้ เนื่องจากอาการผิดปกติแต่ละอาการจะมีจำนวนสาเหตุที่ต้องตรวจสอบไม่เท่ากันและใช้เวลาตรวจสอบต่างกัน มีผลทำให้อาการผิดปกติที่มีความยากตั้งแต่ระดับ 3 ขึ้นไปใช้เวลาวินิจฉัยลดลง เช่น อาการเครื่องไม่ทำงาน สาเหตุจาก ECU ไม่ทำงาน สามารถลดเวลาได้ 5 นาที เป็นต้น สำหรับในอาการผิดปกติที่ไม่มีความยาก เวลาในการวินิจฉัยจะไม่ลดลงแต่ก็เป็นการ

ช่วยยืนยันความถูกต้องของการวินิจฉัยนั้นได้ เช่น อาการ Battery Charger ไม่ทำงาน สาเหตุจาก ชุด Charger ไม่ทำงาน เป็นต้น แต่จะเป็นการช่วยตรวจสอบความถูกต้องของการวินิจฉัยอีกครั้งหนึ่ง แต่ก็มีอาการผิดปกติบางอาการที่ไม่มีความยาก กลับใช้เวลามากกว่าอาการผิดปกติที่มีความยาก เนื่องจากมีอาการผิดปกติเหล่านั้น มีสาเหตุที่ต้องใช้ขั้นตอนในการตรวจสอบมาก เช่น อาการอุณหภูมิสูงกว่าปกติ สาเหตุจาก หม้อน้ำเกิดการเสียหาย รั่ว ซึ่งจากรูปที่ 6.4 จะเห็นได้ว่ามีหลายขั้นตอน และตัวหม้อน้ำเองก็ต้องใช้เวลาในการหารอยรั่ว จึงทำให้เวลาในการวินิจฉัยสูงกว่าอาการผิดปกติที่มีความยากกว่า

6.4 ความคิดเห็นของผู้ใช้

จากที่ให้พนักงานซ่อมของบริษัทตัวอย่างได้ทดลองใช้โปรแกรม ได้ทำการสอบถามความคิดเห็นและข้อเสนอแนะในมุมมองของผู้ใช้ เพื่อใช้ในการปรับปรุงระบบการวินิจฉัยต่อไป ความคิดเห็นมีดังต่อไปนี้

1. ความสะดวกในการใช้งานโปรแกรม

โปรแกรมนี้ใช้งานได้ง่ายในระดับปานกลาง อาจมีติดขัดในช่วงแรกๆบ้างเล็กน้อย ต้องทำความเข้าใจเล็กน้อย

2. ความถูกต้อง ความชัดเจนของคำตอบในโปรแกรม

โปรแกรมมีคำอธิบายได้ถูกต้องชัดเจน แต่อาจติดขัดในเรื่องของภาษาที่ใช้แสดงผล เช่น ความแตกต่างระหว่างภาษาทางวิชาการกับภาษาพูด ทำให้ต้องทำความเข้าใจเล็กน้อยก่อนสรุปผล

3. การแสดงผลของรายงาน

ทำได้อยู่ในเกณฑ์ดี มีรูปแบบที่เข้าใจง่ายและชัดเจน

4. ความสมบูรณ์ของโปรแกรม

มีความครบถ้วนสำหรับการใช้งานทั่วไป แต่ขาดฐานข้อมูลประวัติการใช้งานของเครื่องกำเนิดไฟฟ้า ซึ่งอยู่นอกขอบเขตของการวิจัย

5. ประโยชน์ที่ได้รับจากการใช้งาน

ระบบการวินิจฉัยนี้ผู้ทดลองใช้ได้ลงความเห็นว่าเหมาะสมมาก สำหรับการใช้ในการอบรมหรือฝึกสอนให้แก่พนักงานใหม่ที่ยังไม่มีประสบการณ์ ซึ่งตรงกับวัตถุประสงค์ของผู้วิจัยที่ต้องการออกแบบให้สำหรับผู้ใช้งานที่ยังไม่มีประสบการณ์

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

6.5 การจำลองสถานการณ์

เนื่องจากการนำไปใช้จริง ไม่สามารถทดสอบได้ทุกอาการผิดปกติ จึงจำเป็นต้องมีการจำลองสถานการณ์ขึ้นมา เพื่อเปรียบเทียบระหว่างผู้ชำนาญงานและระบบการวินิจฉัย โดยทั้งหมดจะมี 29 สถานการณ์ ซึ่งจะเป็นจำลองสถานการณ์ขึ้นมา โดย 1 อาการผิดปกติ ต่อ 1 สถานการณ์ แล้วให้ผู้ชำนาญงานวินิจฉัยเปรียบเทียบกับระบบการวินิจฉัย โดยยังไม่ได้ลงมือตรวจสอบจริง ซึ่งคำตอบที่ได้จะใกล้เคียงกัน แสดงให้เห็นว่ามีแนวความคิดของการวินิจฉัยที่สอดคล้องกัน โดย 1 สถานการณ์ ผู้ชำนาญจะใช้เวลา 5 นาที ซึ่งผู้ชำนาญไม่ได้มีกระบวนการวินิจฉัยที่เป็นลำดับขั้นตอนแต่จะใช้ประสบการณ์ในการวินิจฉัยทำให้มีความรวดเร็ว สำหรับระบบการวินิจฉัยจะใช้เวลา 5 นาที เช่นเดียวกัน ซึ่งเริ่มจับเวลาตั้งแต่เปิดโปรแกรมแล้วค้นหาอาการผิดปกติจนได้คำตอบ โดยแสดงผลของการเปรียบเทียบในตารางที่ 6.1 และ 6.2

ตารางที่ 6.1 การเปรียบเทียบสถานการณ์ของเครื่องยนต์ดีเซล

การวินิจฉัยโดยผู้ชำนาญงาน		การเปรียบเทียบกับโปรแกรม
อาการผิดปกติ	สาเหตุ	
เครื่องไม่ทำงาน	แบตเตอรี่แรงดันไฟฟ้าต่ำหรือสวิทซ์สตาร์ทเสีย	สอดคล้องกัน
เครื่องหมุนแต่สตาร์ทไม่ติด	แบตเตอรี่แรงดันไฟฟ้าต่ำ	สอดคล้องกัน
เครื่องหมุนช้า, สตาร์ทติดยาก	แบตเตอรี่แรงดันไฟฟ้าต่ำ	สอดคล้องกัน
เครื่องดับเองแต่ยังหมุนได้ (ลูกสูบไม่ติดขัด)	Fuel shutdown valve ทำงานผิดปกติ	สอดคล้องกัน
เครื่องดับเองและหมุนไม่ได้ (ลูกสูบติดขัด)	เพลาข้อเหวี่ยงมีการติดขัด หรือเกิดการแตกหัก	สอดคล้องกัน
กำลังตกเป็นบางครั้ง	ท่อน้ำมันเชื้อเพลิงหักงอหรือตีบตัน	สอดคล้องกัน
กำลังตก ทันทีทันใด	ท่อเชื้อเพลิงอุดตัน	สอดคล้องกัน
กำลังตกไม่มีควัน (ค่อยเป็นค่อยไป)	แรงดันจากปั๊มเชื้อเพลิงต่ำเกินไป	สอดคล้องกัน
ควันดำ เมื่อมีโหลด	ปั๊มเชื้อเพลิงทำงานผิดปกติ	สอดคล้องกัน
ควันดำตลอด	กรองอากาศตัน	สอดคล้องกัน
เครื่องเดินไม่เลียบและไม่ครบสูบ	ตั้งหัวฉีดไม่ถูกต้อง	สอดคล้องกัน
เดินไม่ครบสูบตลอดเวลา	ตั้งหัวฉีดไม่ถูกต้อง	สอดคล้องกัน
กินน้ำมันเครื่องมาก	น้ำมันเครื่องรั่ว	สอดคล้องกัน
กินน้ำมันเชื้อเพลิงมากเกินไป	หัวฉีดสกปรก	สอดคล้องกัน

ตารางที่ 6.1 การเปรียบเทียบสถานการณ์ของเครื่องยนต์ดีเซล (ต่อ)

การวินิจฉัยโดยผู้ชำนาญงาน		การเปรียบเทียบกับโปรแกรม
อาการผิดปกติ	สาเหตุ	
ความดันน้ำมันเครื่องต่ำ	น้ำมันเครื่องใสเกินไป	สอดคล้องกัน
Battery Charger ไม่ทำงาน	ชุด Charger ไม่ทำงาน	สอดคล้องกัน
อุณหภูมิสูงกว่าปกติ	สายพานพัดลมหลวม	สอดคล้องกัน
อุณหภูมิต่ำกว่าปกติ	เกจวัดทำงานผิดปกติ	สอดคล้องกัน

ตารางที่ 6.2 การเปรียบเทียบสถานการณ์ของตัวผลิตกระแสไฟฟ้า

การวินิจฉัยโดยผู้ชำนาญงาน		การเปรียบเทียบกับโปรแกรม
อาการผิดปกติ	สาเหตุ	
ไม่มีแรงดันไฟฟ้า (แบบยังไม่เชื่อมต่อกับอุปกรณ์ใดๆ)	AVR ทำงานผิดปกติ	สอดคล้องกัน
แรงดันไฟฟ้าต่ำ (แบบยังไม่เชื่อมต่อกับอุปกรณ์ใดๆ)	AVR ทำงานผิดปกติ	สอดคล้องกัน
แรงดันไฟฟ้าสูง (แบบยังไม่เชื่อมต่อกับอุปกรณ์ใดๆ)	AVR ปรับค่าแรงดันไม่ถูกต้อง	สอดคล้องกัน
แรงดันไฟฟ้าไม่เสถียร (แบบยังไม่เชื่อมต่อกับอุปกรณ์ใดๆ)	ตัวควบคุมความเสถียร AVR ตั้งค่าไม่ถูกต้อง	สอดคล้องกัน
แรงดันไฟฟ้าไม่สมดุล	โหลดเฟสเดียวกระแสไม่สม่ำเสมอ	สอดคล้องกัน
แรงดันไฟฟ้าไม่เสถียร	AVR มีการปรับความเสถียรไม่ถูกต้อง	สอดคล้องกัน
วงจรแรงดันไฟฟ้าไม่ดี	ตัวควบคุมความเสถียร AVR ตั้งค่าไม่ถูกต้อง	สอดคล้องกัน
แรงดันไฟฟ้าล่ม	มีการลัดวงจรเมื่อมีการข้ามเฟส	สอดคล้องกัน
แรงดันไฟฟ้าสูง	ตัวประกอบกำลังไฟฟ้าล้ำหน้า	สอดคล้องกัน
แรงดันไฟฟ้าต่ำ	AVR ทำงานผิดปกติ	สอดคล้องกัน
การตอบสนองของแรงดันต่อโหลดกระชากและมอเตอร์สตาร์ทต่ำ	AVR ทำงานผิดปกติ	สอดคล้องกัน

6.6 การเปรียบเทียบระหว่างการวินิจฉัยแบบเดิมกับระบบการวินิจฉัย

การวินิจฉัยแบบเดิมที่การวินิจฉัยเป็นแบบสุ่ม กล่าวคือพนักงานซ่อมจะวินิจฉัยในลักษณะที่ไม่มีขั้นตอนในการกำหนดว่าจะต้องทำอะไรก่อนหลังซึ่งจะใช้เวลามาก และบางครั้งก็หาสาเหตุไม่พบจำเป็นต้องพึงพาผู้ชำนาญงานที่ต้องคอยให้คำปรึกษาและวินิจฉัยอาการผิดปกติที่มีความยากแทนพนักงานซ่อมเหล่านั้น ทำให้เสียเวลาเพิ่มมากขึ้นไปอีก แต่เมื่อได้ปรับเปลี่ยนกระบวนการของการ

วินิจฉัย โดยใช้ระบบการวินิจฉัยที่ได้พัฒนาขึ้น พบว่าช่วยให้พนักงานซ่อมสามารถวินิจฉัยได้เป็นขั้นตอนและมีการจัดลำดับการตรวจสอบตามความยากง่าย สามารถช่วยให้การวินิจฉัยทำได้รวดเร็วขึ้นและทดแทนผู้ชำนาญงานได้ ทำให้การวินิจฉัยอาการผิดปกติของเครื่องกำเนิดไฟฟ้าที่มีความยากระดับ 3 ขึ้นไป ใช้เวลาวินิจฉัยลดลงได้สูงสุดถึง 15 นาที ดังในตารางที่ 6.3 และจากการจำลองสถานการณ์พบว่าทั้งผู้ชำนาญงานและระบบวินิจฉัย สามารถวินิจฉัยไปในแนวทางที่สอดคล้องกัน

ตารางที่ 6.3 ผลการเปรียบเทียบการวินิจฉัยแบบเดิมกับระบบการวินิจฉัย

อาการผิดปกติ	สาเหตุ	ระดับความยาก	ความถูกต้องของการวินิจฉัยโดยใช้ระบบ	เวลาในการวินิจฉัย (นาที)		ผลต่าง (นาที)	จำนวนครั้งที่พบ
				แบบเดิม	ระบบ		
อุณหภูมิสูงกว่าปกติ	หม้อน้ำเกิดการเสียหาย, รั่ว	3	ถูกต้อง	60	60	0	1
ไม่มีแรงดันไฟฟ้า	โวลต์มิเตอร์ทำงานผิดปกติ	3	ถูกต้อง	15	10	5	1
Battery Charger ไม่ทำงาน	ชุด Charger ไม่ทำงาน	3	ถูกต้อง	20	20	0	1
กำลังตกเป็นบางครั้ง	ลมรั่วเข้าไปในท่อดูดของปั๊มเชื่อเพลิง	2	ถูกต้อง	5	5	0	1
เครื่องไม่ทำงาน	สวิทช์ไม่ทำงาน หรือหลวม	3	ถูกต้อง	30	20	10	1
เครื่องหมุนแต่สตาร์ทไม่ติด	แบตเตอรี่แรงดันไฟฟ้าต่ำ	2	ถูกต้อง	5	5	0	1
กำลังตก ทันทีทันใด	ท่อเชื้อเพลิงอุดตัน	1	ถูกต้อง	60	60	0	1
เครื่องไม่ทำงาน	ECU ไม่ทำงาน	4	ถูกต้อง	30	25	5	1
อุณหภูมิต่ำกว่าปกติ	เกจทำงานผิดปกติ	3	ถูกต้อง	15	10	5	1
เครื่องเดินไม่เลียบและไม่ครบสูบเป็นบางครั้ง	ปั๊มเชื้อเพลิงทำงานผิดปกติ	3	ถูกต้อง	45	30	15	1
ค่าเฉลี่ยทั้งหมด				28.5	24.5	4	
ค่าเฉลี่ย เฉพาะอาการผิดปกติที่มีผลต่างของเวลา				27	19	8	

บทที่ 7
สรุปผลและข้อเสนอแนะ

7.1 สรุปผลงานวิจัย

การบำรุงรักษาเครื่องกำเนิดไฟฟ้านั้นมักจะมีผู้ชำนาญงานทำหน้าที่วินิจฉัยข้อขัดข้องและช่วยควบคุมงานบำรุงรักษาเครื่องกำเนิดไฟฟ้าให้เป็นไปตามแผนที่วางไว้ แต่ผู้ชำนาญงานมีจำนวนจำกัดซึ่งอาจดูแลไม่ทั่วถึง ทำให้เมื่อพบปัญหาเครื่องกำเนิดไฟฟ้าเสียก็จะไม่สามารถแก้ปัญหาได้ทันที จึงเกิดการรอคอย ดังนั้นผู้วิจัยนี้จึงได้สนใจที่จะสร้างระบบการวินิจฉัยข้อขัดข้องสำหรับเครื่องกำเนิดไฟฟ้า ซึ่งจะช่วยให้ทราบข้อขัดข้องของเครื่องกำเนิดไฟฟ้า สามารถช่วยตัดสินใจแก้ไขได้แม่นยำ จะช่วยลดเวลาในการวินิจฉัย โดยที่ไม่ต้องอาศัยผู้ชำนาญงานตลอดทุกครั้งที่เกิดปัญหาขึ้น

ในงานวิจัยนี้จะเป็นการพัฒนาระบบการวินิจฉัยข้อขัดข้องสำหรับเครื่องกำเนิดไฟฟ้า โดยใช้ทฤษฎีระบบผู้เชี่ยวชาญ ที่จะประกอบด้วยความรู้ซึ่งจะทำให้ระบบเชี่ยวชาญฉลาดเหมือนมนุษย์มีความรู้ที่ได้จากผู้ชำนาญงาน 1 คนหรือมากกว่า 1 คน ระบบผู้เชี่ยวชาญประกอบไปด้วย 5 ส่วนคือ 1) ส่วนฐานความรู้ (Knowledge base) เป็นส่วนที่เก็บความรู้จากตำรา, หนังสือ รวมไปถึงความรู้จากผู้ชำนาญงานเฉพาะด้าน จะถูกเก็บไว้ในรูปแบบที่เข้าได้ง่าย 2) ส่วนรับความรู้ (Knowledge acquisition facility) เป็นที่สามารถเพิ่มความรู้จากผู้ชำนาญงานได้ เมื่อมีความรู้ใหม่ๆเข้ามา 3) ส่วนอนุมานความรู้ (Inference engine) เป็นการจำลองกระบวนการความคิดของมนุษย์ โดยใช้ข้อมูลในระบบประมวลผลออกมา โดยใช้กลไกการวินิจฉัยแบบย้อนกลับ ในรูปแบบฐานกฎ ที่จับคู่ความสัมพันธ์แบบ One to Many ซึ่งหาสาเหตุที่เสียจากอาการผิดปกติ แล้วจึงนำสรุปผลเป็นข้อเท็จจริงและนำเสนอต่อผู้ใช้ต่อไป 4) ส่วนอธิบาย (Explanation system) เป็นส่วนที่อธิบายรายละเอียดของวิธีการและขั้นตอนการแก้ไขปัญหา มีคำอธิบายสั้นๆพอเข้าใจ และ 5) ส่วนติดต่อกับผู้ใช้ (User interface) เป็นการติดต่อสื่อสารกับผู้ใช้ มีเมนูที่ให้ผู้ใช้เลือกรายการต่างๆตามที่ต้องการแสดงผลออกทางหน้าจอคอมพิวเตอร์หรือสามารถสั่งพิมพ์เป็นรายงานออกมา

จากการศึกษาส่วนประกอบและหลักการทำงานของเครื่องกำเนิดไฟฟ้าสำรอง ทำให้การรวบรวมความรู้ในงานวิจัยนี้ได้แบ่งเป็น 3 ส่วน คือ การตรวจเช็คตามระยะเวลา การตรวจเช็คทั่วไป และการตรวจเช็คจากอาการผิดปกติ แต่สำหรับการตรวจเช็คจากอาการผิดปกติ จะแบ่งย่อยอีกเป็น 2 ส่วน คือ 1) เครื่องยนต์ดีเซล มีกลุ่มอาการผิดปกติจำนวน 6 กลุ่ม รวมอาการผิดปกติทั้งหมด 18 อาการและมี 80 สาเหตุ 2) ตัวผลิตกระแสไฟฟ้า มีกลุ่มอาการผิดปกติจำนวน 2 กลุ่ม รวมอาการผิดปกติทั้งหมด 11 อาการและมี 40 สาเหตุ ซึ่งในแต่ละสาเหตุจะมีวิธีการตรวจสอบจากง่ายไปยาก

และมีตัวเลขกำกับระดับความยากไว้ตั้งแต่ 1 ถึง 5 เพื่อให้ผู้ใช้งานทราบลำดับขั้นตอนการตรวจสอบ โดยตัวเลข 1 หมายความว่า ง่าย และตัวเลข 5 หมายความว่า ยาก พร้อมวิธีการแก้ไขของสาเหตุนั้นๆ

ในส่วนการสร้างระบบการวินิจฉัย ได้ใช้หลักการของวงจรการพัฒนาระบบหรือ SDLC ซึ่งเป็นวิธีการที่ใช้ในการพัฒนาระบบงาน เพื่อที่จะใช้เรียงลำดับเหตุการณ์หรือกิจกรรมที่จะต้องกระทำก่อนหรือกระทำในภายหลัง เพื่อที่จะช่วยให้การพัฒนาระบบงานทำได้ง่ายขึ้น โดยจะมีการทำงานเป็นขั้นตอนต่างๆ ในแต่ละขั้นตอนจะประกอบด้วยรายละเอียดของการทำงานหลายอย่าง รวมทั้งกำหนดเป้าหมายของการทำงานของแต่ละขั้นตอน ซึ่งมีทั้งหมด 7 ขั้นตอน ได้แก่ 1) การกำหนดปัญหา 2) การศึกษาความเป็นไปได้ 3) การวิเคราะห์ระบบ 4) การออกแบบระบบ 5) การสร้างระบบหรือการพัฒนาระบบ 6) การนำระบบไปใช้งาน และ 7) การประเมินและการบำรุงรักษาระบบ ซึ่งเมื่อได้ศึกษาขั้นตอนต่างๆแล้วจึงดำเนินการสร้างฐานความรู้ จำนวน 8 ฐานความรู้ ประกอบไปด้วยการตรวจเช็คตามระยะเวลา 1 ฐานความรู้ การตรวจเช็คทั่วไป 1 ฐานความรู้ และการตรวจเช็คจากอาการผิดปกติ 6 ฐานความรู้ โดยใช้โปรแกรม Microsoft SQL Server 2008 Management Studio Express และการสร้างส่วนติดต่อผู้ใช้ โดยพัฒนาจากการศึกษารูปแบบการออกแบบหน้าจอของงานวิจัยในอดีตและนำมาประยุกต์ดัดแปลงให้เหมาะสม โดยใช้โปรแกรม Microsoft Visual Basic 2010 Express

มีการตรวจความถูกต้องโดยผู้ชำนาญงาน จำนวน 4 ท่าน ซึ่งเป็นผู้ชำนาญงานภายในบริษัทตัวอย่างจำนวน 3 ท่าน และจากภายนอกจำนวน 1 ท่าน คัดเลือกจากตำแหน่งและประสบการณ์ โดยต้องเป็นวิศวกรและมีความเกี่ยวข้องกับเครื่องกำเนิดไฟฟ้า อย่างน้อย 10 ปี ให้มาทำการตรวจสอบและเป็นที่ปรึกษาในแต่ละช่วงกระบวนการทำงาน ตั้งแต่การเก็บข้อมูลจนถึงการสร้างโปรแกรมสำเร็จรูป ทำให้ระบบการวินิจฉัยข้อขัดข้องสำหรับเครื่องกำเนิดไฟฟ้านี้มีความถูกต้อง

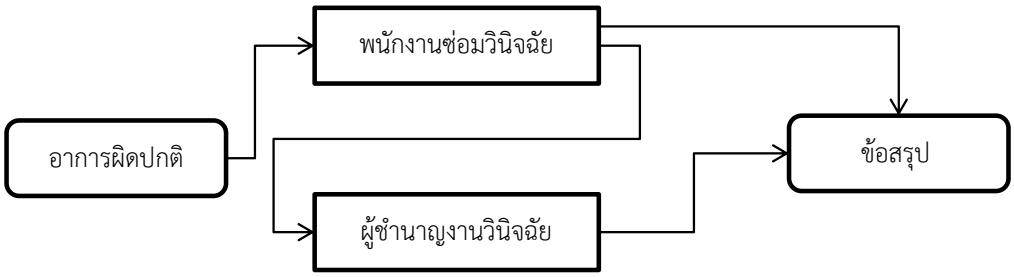
จากการทดสอบกับอาการผิดปกติซึ่งเป็นข้อมูลแจ้งซ่อมจริงในระยะเวลา 3 เดือน จำนวน 10 ตัวอย่างอาการผิดปกติ ซึ่งได้ปรับเปลี่ยนกระบวนการวินิจฉัยให้แตกต่างจากเดิมและสร้างขั้นตอนการวินิจฉัยแบบใหม่ขึ้น ซึ่งทำให้การวินิจฉัยในอาการผิดปกติที่เกิดจากสาเหตุที่มีความยากตั้งแต่ระดับ 3 ขึ้นไป สามารถลดเวลาลงได้ เช่น อาการเครื่องไม่ทำงาน สาเหตุจาก ECU ไม่ทำงาน สามารถลดเวลาได้ 5 นาที เป็นต้น สำหรับในอาการผิดปกติที่เกิดจากสาเหตุที่มีความยากระดับต่ำ เวลาในการวินิจฉัยจะไม่ลดลงแต่ก็เป็นการช่วยยืนยันความถูกต้องของการวินิจฉัยนั้นได้ เช่น อาการ Battery Charger ไม่ทำงาน สาเหตุจาก ชุด Charger ไม่ทำงาน เป็นต้น ซึ่งแสดงในตารางที่ 6.1 และพบว่าผลจากการทดสอบระบบการวินิจฉัย ทำให้ใช้วินิจฉัยเวลาน้อยลง ได้สูงสุดถึง 15 นาที แต่ก็มีอาการผิดปกติบางอาการที่เกิดจากสาเหตุที่มีความยากระดับต่ำ กลับใช้เวลามากกว่าอาการผิดปกติที่เกิดจากสาเหตุที่มีความยากระดับสูง เนื่องจากมีอาการผิดปกติเหล่านั้น มีลำดับขั้นตอนในการตรวจสอบหลายระดับ เช่น อาการ อุณหภูมิสูงกว่าปกติ สาเหตุจาก หม้อน้ำเกิดการเสียหายหรือรั่ว ซึ่งจากรูปที่ 6.4 จะเห็น

ได้ว่ามีหลายขั้นตอน และการหารอยรั่วหม้อน้ำก็ต้องใช้เวลามาก จึงทำให้เวลาในการวินิจฉัยสูงกว่าอาการผิดปกติที่มีความยากระดับสูงกว่า

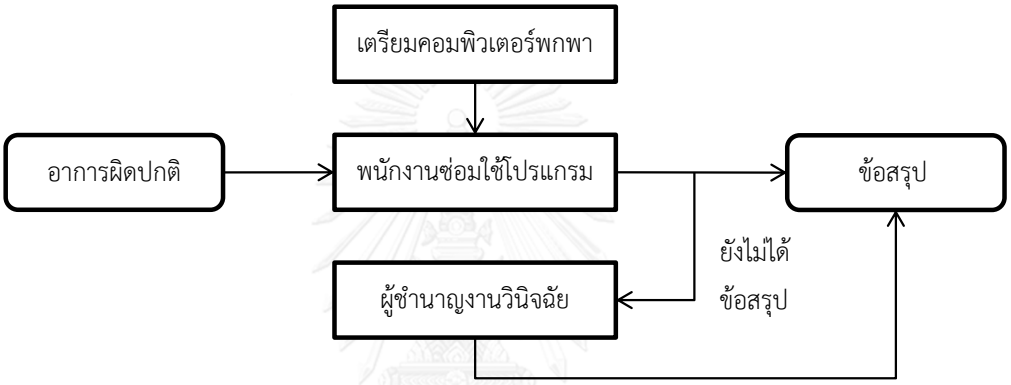
ระบบการวินิจฉัยนี้จะเป็นประโยชน์แก่พนักงานซ่อมที่ยังไม่มีประสบการณ์หรือเพิ่งเริ่มทำงาน เพราะระบบจะให้เริ่มต้นจากการสังเกตอาการผิดปกติของเครื่องกำเนิดไฟฟ้า เพื่อตั้งเป้าหมายก่อน แล้วจึงให้ไล่ค้นหาสาเหตุไปเรื่อยๆ จนเจอคำตอบอย่างเป็นขั้นตอน จำกัดวงการค้นหาให้แคบลง ซึ่งแตกต่างจากระบบเดิมที่การวินิจฉัยเป็นแบบสุ่ม กล่าวคือพนักงานซ่อมจะวินิจฉัยในลักษณะที่ไม่มีขั้นตอนในการกำหนดว่าจะต้องทำอะไรก่อนหลัง ดังนั้นระบบการวินิจฉัยที่พัฒนาขึ้นนี้จะช่วยให้การวินิจฉัยของพนักงานซ่อมมีขั้นตอนและมีกฎเกณฑ์มากยิ่งขึ้น นอกจากนี้ระบบการวินิจฉัยที่พัฒนาขึ้นนี้ยังให้คำตอบที่มีความถูกต้องเทียบเท่าการวินิจฉัยโดยผู้ชำนาญงาน ซึ่งจากการจำลองสถานการณ์ก็พบว่าทั้งผู้ชำนาญงานและระบบวินิจฉัย สามารถวินิจฉัยไปในแนวทางที่สอดคล้องกัน แสดงให้เห็นว่าระบบวินิจฉัยนี้สามารถใช้ทดแทนผู้ชำนาญงานที่มีอยู่อย่างจำกัดได้เป็นอย่างดี

ตารางที่ 7.1 สรุปความแตกต่างก่อนและหลังปรับปรุงกระบวนการวินิจฉัย

ก่อนปรับปรุงกระบวนการ	หลังปรับปรุงกระบวนการ
โดยทั่วไปพนักงานซ่อมจะวินิจฉัยเป็นแบบสุ่ม ไม่เป็นระบบ อาจมีผิดบ้างถูกบ้าง ทำให้ผู้ชำนาญงานยังเป็นที่พึงพาสำคัญสำหรับพนักงานซ่อมที่ยังไม่มีประสบการณ์มากเพียงพอ ซึ่งต้องคอยให้คำปรึกษาและวินิจฉัยอาการผิดปกติที่มีความยากแทนพนักงานซ่อมเหล่านั้น	โปรแกรมระบบการวินิจฉัย เป็นส่วนสำคัญที่จะช่วยให้พนักงานซ่อมสามารถวินิจฉัยได้ถูกต้อง ช่วยให้มีหลักการวินิจฉัยที่เป็นระบบ ซึ่งมีการแนะนำสาเหตุที่อาจเกิดขึ้นได้บ่อยๆและมีการจัดลำดับการตรวจสอบตามความยากง่าย สามารถช่วยให้การวินิจฉัยทำได้รวดเร็วขึ้นและทดแทนผู้ชำนาญงานได้ แต่โปรแกรมยังมีข้อจำกัดในเรื่องของความรู้ใหม่ๆที่อาจจะพบในอนาคต โดยผู้ใช้ต้องทำการเพิ่มเติมด้วยตัวเอง แต่ถ้าไม่ได้เพิ่มเติมเข้าไปในโปรแกรม อาจต้องใช้ผู้ชำนาญงานในบางครั้ง



รูปที่ 7.1 สรุปกระบวนการวินิจฉัยก่อนปรับปรุงกระบวนการ



รูปที่ 7.2 สรุปกระบวนการวินิจฉัยหลังปรับปรุงกระบวนการ

7.2 ปัญหาและอุปสรรค

การทำงานวิจัย ในกระบวนการต่างๆจะพบปัญหาและอุปสรรคต่างๆ ซึ่งอาจจำแนกเป็นข้อๆได้ดังต่อไปนี้

1. การนำไปทดสอบกับงานซ่อมจริงใช้เวลานานและได้ตัวอย่างที่ไม่หลากหลาย เนื่องจากว่าต้องรอให้มีเครื่องกำเนิดไฟฟ้าเสีย ซึ่งไม่สามารถคาดการณ์ได้ล่วงหน้าในขณะที่เวลามีจำกัด

2. ระบบการวินิจฉัยนี้เป็นเพียงเครื่องมือที่ช่วยในการวินิจฉัยอาการผิดปกติ จึงมีขอบเขตของความรู้อย่างจำกัด ซึ่งมีเฉพาะที่อยู่ในฐานความรู้เท่านั้น อาจจะต้องใช้ผู้ชำนาญงานในบางกรณี

3. ภาษาที่ใช้ในในงานวิจัยและโปรแกรมเป็นภาษาทางวิชาการ ในบางครั้งอาจมีความคลาดเคลื่อนในการสื่อสาร ซึ่งปกติเวลาพนักงานซ่อมปฏิบัติงานจะใช้ภาษาพูดหรือภาษาที่เข้าใจเฉพาะกลุ่มในการสื่อสารซึ่งกันและกัน อย่างไรก็ตามได้ทำการแก้ไขโดยเพิ่มในส่วนอธิบายให้ชัดเจนขึ้นและชี้แจงให้พนักงานซ่อมเข้าใจถึงข้อจำกัดต่างๆ

7.3 ข้อเสนอแนะ

การนำเสนอระบบการวินิจฉัยข้อขัดข้องสำหรับเครื่องกำเนิดไฟฟ้า พบว่าสามารถช่วยลดเวลาในการวินิจฉัยและช่วยทำให้พนักงานซ่อมตัดสินใจได้ง่ายขึ้น ดังนั้นเพื่อให้ระบบมีความสมบูรณ์มากยิ่งขึ้น ควรดำเนินการเพิ่มเติมดังรายละเอียดดังต่อไปนี้

1. ในอนาคตหากมีความรู้ใหม่ๆก็สามารถนำมาเพิ่มลงในตัวโปรแกรมได้ทั้งอาการผิดปกติ สาเหตุ การตรวจสอบและการแก้ไข

2. สามารถนำโปรแกรมนี้ไปพัฒนาต่อให้สามารถใช้งานในระบบออนไลน์ได้ แต่เนื่องจากบริษัทตัวอย่างยังไม่มีความพร้อมในระบบออนไลน์ผู้วิจัยจึงยังไม่พัฒนาไปถึงขั้นนั้น

3. การใช้ระบบการวินิจฉัยนั้น ผู้ใช้ต้องมีความเข้าใจในการวินิจฉัยเครื่องกำเนิดไฟฟ้าระดับหนึ่งหรือมีทักษะทางด้านวิศวกรรม จะทำให้สามารถใช้โปรแกรมระบบการวินิจฉัยได้รวดเร็วมากยิ่งขึ้น

4. การแก้ไขโปรแกรมนั้น จะมีรายการบางชนิดที่ผู้ใช้ไม่สามารถแก้ไขหรือเพิ่มด้วยตัวเองได้ ดังนั้นควรส่งให้ฝ่ายที่ดูแลระบบคอมพิวเตอร์ในหน่วยงานๆ ซึ่งมีความรู้ทางด้านภาษาคอมพิวเตอร์เป็นผู้ที่ทำการแก้ไขให้ เพื่อป้องกันไม่ให้โปรแกรมเกิดความเสียหาย

5. ควรหาเวลาในการวินิจฉัยหาสาเหตุของการเสียรวมถึงเวลาในการแก้ไข เพื่อใช้เป็นเวลามาตรฐานเปรียบเทียบประสิทธิภาพของพนักงานซ่อม

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

รายการอ้างอิง

กรมศุลกากร. (2556). สถิติการนำเข้าเครื่องกำเนิดไฟฟ้า HS Code - 8502. [ออนไลน์]. แหล่งที่มา : http://internet1.customs.go.th/ext/Statistic/StatisticIndex2550.js [10 ตุลาคม 2557]

การไฟฟ้าฝ่ายผลิต. (2555). การจำหน่ายพลังงานไฟฟ้า. [ออนไลน์]. แหล่งที่มา : http://www.egat.co.th/index.php?option=com_content&view=article&id=76&Itemid=11 [10 ตุลาคม 2557]

จุติเทพ วงศ์สวัสดิ์. (2544). การพัฒนาระบบผู้เชี่ยวชาญในการวินิจฉัยปัญหาคุณภาพในอุตสาหกรรมยางรถบรรทุก. วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต, ภาควิชาวิศวกรรมอุตสาหการ คณะวิศวกรรมศาสตร์, จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

ชัยรัตน์ กิตติธรรมโรจน์. (2547). การพัฒนาระบบผู้เชี่ยวชาญสำหรับการวินิจฉัยข้อขัดข้องระบบทำความเย็น. วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต, ภาควิชาวิศวกรรมอุตสาหการ คณะวิศวกรรมศาสตร์, จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

ทวี บางจริง. (2551). ระบบการจัดการงานบำรุงรักษาเครื่องจักรด้วยโปรแกรมคอมพิวเตอร์ กรณีศึกษา โรงงานอุตสาหกรรมแผ่นพื้นคอนกรีต. วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต, สาขาวิชาวิศวกรรมการจัดการอุตสาหกรรม ภาควิชาวิศวกรรมอุตสาหการ คณะวิศวกรรมศาสตร์, มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ.

ปัญจวัฒน คงสุวรรณ. (2545). การพัฒนาระบบผู้เชี่ยวชาญสำหรับการเลือกเครื่องจักรแปรรูปโลหะแผ่น. วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต, ภาควิชาวิศวกรรมอุตสาหการ คณะวิศวกรรมศาสตร์, จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

ปิติ คัณธามานนท์. (2550). ระบบสนับสนุนการตัดสินใจสำหรับการวางแผนและการผลิตในอุตสาหกรรมบรรจุภัณฑ์กระดาษ. วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต, ภาควิชาวิศวกรรมอุตสาหการ คณะวิศวกรรมศาสตร์, จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

พร้อมเลิศ หล่อวิจิตร. (2554). คู่มือเรียน Visual Basic 2010. กรุงเทพมหานคร, สำนักพิมพ์โปรวิชั่น.

วิชชา เพชนเสนา. (2554). การออกแบบระบบช่วยตัดสินใจในการบริหารงานระบบการซ่อมบารุงเชิงป้องกันในโรงแรม. วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต, สาขาวิชาวิศวกรรมการจัดการอุตสาหกรรม ภาควิชาวิศวกรรมอุตสาหการ คณะวิศวกรรมศาสตร์, มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ.

สมัคร สุคงเจริญ. (2555). การพัฒนาระบบฐานข้อมูลเพื่อการจัดการบำรุงรักษาเชิงป้องกัน กรณีศึกษา บริษัทผู้ผลิตหม้อต้มไอน้ำ. วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต, สาขาวิชาวิศวกรรมการจัดการอุตสาหกรรม ภาควิชาวิศวกรรมอุตสาหการ คณะวิศวกรรมศาสตร์, มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ.

สำนักงานสถิติแห่งชาติ. (2555). โครงการสำมะโนธุรกิจและอุตสาหกรรมปี 2555 ตาราง จำนวนสถานประกอบการ จำแนกตามรูปแบบการจัดตั้งตามกฎหมายและประเภทอุตสาหกรรม ทั่วราชอาณาจักร พ.ศ. 2554. [ออนไลน์]. แหล่งที่มา : http://service.nso.go.th/nso/web/census/bussindustry.html [10 ตุลาคม 2557]

สุจิตรา อสุนี ณ อยุธยา. (2554). ระบบสนับสนุนการตัดสินใจการบำรุงรักษาระบบไฟฟ้าของการไฟฟ้าฝ่ายผลิตแห่งประเทศไทย. วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต, ภาควิชาเทคโนโลยีสารสนเทศ คณะเทคโนโลยีสารสนเทศ, มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ.

ภาคผนวก

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ภาคผนวก ก
ตัวอย่างรายงานที่พิมพ์จากโปรแกรม

ตัวอย่างรายงานจะมาจาก 3 เมนู ได้แก่ การตรวจเช็คตามระยะเวลา การตรวจเช็คทั่วไป และ การตรวจเช็คอาการผิดปกติ โดยแสดงดังรูปที่ ก.1 ก.2 ก.3

การตรวจเช็คตามระยะเวลา

ช่วงเวลา	กลุ่ม	การตรวจเช็ค	ระดับความยาก	รายงานสภาพ
สัปดาห์	เครื่องยนต์	ตรวจเช็คระดับน้ำมันเครื่องให้อยู่ระหว่าง Low และ High	1	
สัปดาห์	น้ำมัน	ตรวจเช็คระดับน้ำมันเชื้อเพลิง โดยดูจากเกจวัดระดับน้ำมันเชื้อเพลิง	1	
สัปดาห์	หล่อเย็น	ตรวจเช็คระดับน้ำหล่อเย็นโดยต้องอยู่ในระดับที่มีขีดกำกับไว้	1	
สัปดาห์	ไฟฟ้า	ตรวจเช็คระดับน้ำกลั่นแบตเตอรี่โดยต้องอยู่ในระดับที่มีขีดกำกับไว้	1	
250 ชั่วโมง / 6 เดือน	อื่นๆ	ตรวจเช็คทำความสะอาด	1	
250 ชั่วโมง / 6 เดือน	อื่นๆ	ตรวจเช็ครอยรั่วซึมของข้อต่อต่างๆ	1	
250 ชั่วโมง / 6 เดือน	เครื่องยนต์	เปลี่ยนถ่ายน้ำมันเครื่อง	2	
250 ชั่วโมง / 6 เดือน	เครื่องยนต์	เปลี่ยนไส้กรองน้ำมันเครื่อง	2	
500 ชั่วโมง / 12 เดือน	เครื่องยนต์	เปลี่ยนถ่ายน้ำมันเครื่อง	2	
500 ชั่วโมง / 12 เดือน	เครื่องยนต์	เปลี่ยนไส้กรองน้ำมันเครื่อง	2	
500 ชั่วโมง / 12 เดือน	หล่อเย็น	เปลี่ยนถ่ายไส้กรองน้ำหล่อเย็น (ถ้ามี)	2	
500 ชั่วโมง / 12 เดือน	หล่อเย็น	เปลี่ยนถ่ายน้ำหล่อเย็น	2	
500 ชั่วโมง / 12 เดือน	เครื่องยนต์	เปลี่ยนไส้กรองน้ำมันเชื้อเพลิง	2	
1000 ชั่วโมง / 24 เดือน	ไฟฟ้า	เปลี่ยนแบตเตอรี่ใหม่	1	
1000 ชั่วโมง / 24 เดือน	เครื่องยนต์	เปลี่ยนถ่ายน้ำมันเครื่อง	2	
1000 ชั่วโมง / 24 เดือน	เครื่องยนต์	เปลี่ยนไส้กรองน้ำมันเครื่อง	2	
1000 ชั่วโมง / 24 เดือน	หล่อเย็น	เปลี่ยนถ่ายน้ำมันหล่อเย็น (ถ้ามี)	2	
1000 ชั่วโมง / 24 เดือน	หล่อเย็น	เปลี่ยนถ่ายน้ำหล่อเย็น	2	
1000 ชั่วโมง / 24 เดือน	เครื่องยนต์	เปลี่ยนไส้กรองน้ำมันเชื้อเพลิง	2	

20/4/2015 21:24

รูปที่ ก.1 ตัวอย่างรายงาน การตรวจเช็คตามระยะเวลา

การตรวจเช็คตามระยะเวลา 2

1000 ชั่วโมง / 24 เดือน	เครื่องยนต์	ตรวจเช็คระบบสายพาน โดยดูสภาพสายพานและความตึง	3	
1000 ชั่วโมง / 24 เดือน	ไฟฟ้า	ตรวจเช็คระบบใบพัดหม้อน้ำ โดยดูสภาพใบพัด	3	
1000 ชั่วโมง / 24 เดือน	เครื่องยนต์	ตั้ง Valve Clearance ให้ได้ระยะตามที่สเปคเครื่องกำหนด	3	

20/4/2015 21:24

รูปที่ ก.1 ตัวอย่างรายงาน การตรวจเช็คตามระยะเวลา (ต่อ)

การตรวจเช็คทั่วไป

ขั้นตอน	กลุ่ม	การตรวจเช็ค	ระดับความยาก	รายงานสภาพ
ก่อนสตาร์ทเครื่อง	อื่นๆ	ตรวจเช็คความสมบูรณ์ ความสะอาดของอุปกรณ์และรอบๆเครื่อง	1	
ก่อนสตาร์ทเครื่อง	อื่นๆ	ตรวจเช็ครอยรั่วซึมรอบๆเครื่อง เช่น น้ำหล่อเย็น, น้ำมันเครื่อง, น้ำมันเชื้อเพลิง	1	
ก่อนสตาร์ทเครื่อง	หล่อเย็น	ตรวจเช็คระดับน้ำในหม้อน้ำโดยต้องอยู่ในระดับที่มีขีดกำกับไว้	1	
ก่อนสตาร์ทเครื่อง	เครื่องยนต์	ตรวจเช็คระดับน้ำมันเครื่องให้อยู่ระหว่าง Low และ High	1	
ก่อนสตาร์ทเครื่อง	ไฟฟ้า	ตรวจเช็คระดับน้ำกลั่นแบตเตอรี่โดยต้องอยู่ในระดับที่มีขีดกำกับไว้	1	
ก่อนสตาร์ทเครื่อง	หล่อเย็น	ตรวจเช็คความแข็งแรงของพัดลมรวมถึงสายพาน ความตึง รอยแตก	2	
ก่อนสตาร์ทเครื่อง	อื่นๆ	ตรวจเช็คความแน่นของจุดยึด	2	
ขณะเครื่องทำงาน	ไฟฟ้า	ตรวจเช็คค่าต่างๆจากระบบควบคุม ขณะทดสอบตัวผลิตกระแสไฟฟ้า เช่น ระดับอุณหภูมิประมาณ 83 C, ระดับแรงดันน้ำมันเครื่องประมาณ 3.5 Bar, รอบเครื่องยนต์ที่ 1500 rpm, แรงดันไฟฟ้า 1Phase 230 V. , 3Phase 398 V. Powerfactor =1	1	
ขณะเครื่องทำงาน	เครื่องยนต์	ตรวจเช็คระบบท่อไอเสีย เช่น ปริมาณควัน	1	
ขณะเครื่องทำงาน	เครื่องยนต์	ตรวจเช็ครอยรั่วซึมของหัวฉีด	2	
ขณะเครื่องทำงาน	เครื่องยนต์	ตรวจเช็ครอยรั่วซึมของปั๊มน้ำมันเชื้อเพลิง	2	
ขณะเครื่องทำงาน	เครื่องยนต์	ตรวจเช็คเสียงที่เกิดขึ้น ต้องไม่ดังกว่าปกติ	2	

20/4/2015 21:25

รูปที่ ก.2 ตัวอย่างรายงาน การตรวจเช็คทั่วไป

การตรวจเช็คทั่วไป 2

หลังจากเครื่องหยุดทำงาน	อื่นๆ	ตรวจเช็ครอยรั่วซึมรอบๆเครื่อง เช่น น้ำหล่อเย็น, น้ำมันเครื่อง, น้ำมันเชื้อเพลิง	1	
หลังจากเครื่องหยุดทำงาน	ไฟฟ้า	ตรวจเช็คการตั้งค่าโหมด Auto ในชุดควบคุมหรือไม่	1	
หลังจากเครื่องหยุดทำงาน	อื่นๆ	ตรวจเช็คความเรียบร้อยของเครื่องทั่วๆไป เช่น การสับสวิตช์ให้ตรงตำแหน่ง, ความสะอาด	2	

20/4/2015 21:25

รูปที่ ก.2 ตัวอย่างรายงาน การตรวจเช็คทั่วไป (ต่อ)

สาเหตุการเสียของเครื่องยนต์ดีเซลและการแก้ไข

กลุ่ม เครื่องยนต์ อาการ DE01 เครื่องไม่ทำงาน สาเหตุที่พบใช้บ่อย CE13 CE65

CE12,13,39,40,64,65,66

DE02 เครื่องหมุนแต่ไม่สตาร์ทติด CE13 CE43

CE13,41,42,43,67,77

DE06 กำลังตกเป็นบางครั้ง CE04 CE65

CE03,04,15,16,17,18

รหัสสาเหตุการเสียของเครื่องยนต์	สาเหตุการเสียของเครื่องยนต์	การตรวจสอบ	การแก้ไข	ระดับความยาก
CE03	น้ำมันเชื้อเพลิงเข้า Float tank ไม่เต็ม	ตรวจท่อน้ำมันเชื้อเพลิง หาสิ่งอุดตันและการงอท่อ	จัดเรียงท่อน้ำมันเชื้อเพลิงใหม่, ทำความสะอาดท่อน้ำมันเชื้อเพลิง	1
CE04	ท่อหายใจอุดตัน	ตรวจท่ออากาศ หาสิ่งอุดตัน	ทำความสะอาดท่ออากาศ	1

20/4/2015 21:25

รูปที่ ก.3 ตัวอย่างรายงาน การตรวจเช็คอาการผิดปกติของ เครื่องยนต์ดีเซล

สาเหตุการเสียของเครื่องยนต์ดีเซลและการแก้ไข

CE12	ชุด Fuse control ขาด	ตรวจสอบฟิวส์ โดยดูลวดข้างในตรงไม่ขาดจากกัน	เปลี่ยนฟิวส์	2
CE13	แบตเตอรี่แรงดันไฟฟ้าต่ำ	ตรวจปริมาณน้ำกลั่นโดยต้องอยู่ในระดับที่มีขีดกำกับไว้, แรงดันไฟฟ้าต้องอยู่ระหว่าง 12-12.5 โวลต์	เติมน้ำกลั่นหรือ Re-change, เปลี่ยนแบตเตอรี่ใหม่	2
CE15	ท่อน้ำมันเชื้อเพลิงหักงอ, คันดัน	ตรวจท่อน้ำมันเชื้อเพลิง เพื่อหาสิ่งอุดตันและหายแตกร้าว	จัดเรียงท่อน้ำมันเชื้อเพลิงใหม่, ทำความสะอาดท่อน้ำมันเชื้อเพลิง	2
CE16	มีเศษวัสดุอุดท่อในถังน้ำมันเชื้อเพลิง	ตรวจท่อน้ำมันเชื้อเพลิง เพื่อหาสิ่งอุดตัน	ทำความสะอาดท่อน้ำมันเชื้อเพลิง	2
CE17	ลมร้วลเข้าไปในท่อดูดของปั๊มเชื้อเพลิง	ตรวหารอยร้วที่ท่อดูดเชื้อเพลิง	เปลี่ยนท่อดูดเชื้อเพลิง	2
CE18	ท่อยางดีบภายใน ท่อยางกรองอากาศตีบเมื่อรอบสูง	ตรวจสภาพท่ออากาศ เพื่อชี้ดแรงดันภายในท่อ	ถอดใส่เข้าไปใหม่	2
CE39	ขั้วแบตแน่นแต่ start relay, ขั้วสกปรก	ถอดสายออกมาตรวจสภาพโดยต้องไม่มีรอยผิวขาด, ตรวจสภาพขั้วต้องไม่มีขี้เกลือขึ้น	ทำความสะอาดขั้ว	3

20/4/2015 21:25

รูปที่ ก.3 ตัวอย่างรายงาน การตรวจเช็คอาการผิดปกติของ เครื่องยนต์ดีเซล (ต่อ)

สาเหตุการเสียของเครื่องยนต์ดีเซลและการแก้ไข

3

CE40	สวิทช์เสีย หรือ หลวม	ตรวจสวิทช์ โดยใช้มัลติมิเตอร์วัดที่ขั้วแล้วเข็มจะต้องขึ้นเมื่อกับสวิทช์ On	ปรับให้แน่นขึ้น, เปลี่ยนสวิทช์	3
CE41	น้ำมันเชื้อเพลิงต่ำ	ตรวจปริมาณน้ำมันเชื้อเพลิง โดยดูจากเกจวัดระดับน้ำมัน	เติมน้ำมันดีเซล, Start ไล่อากาศออกจากระบบ	3
CE42	Fuel Shutdown Valve ไม่ทำงาน, คอยล์เสีย	ตรวจสอบวาล์ว, Coil โดยจ่ายกระแสไฟทดสอบการทำงาน	ปรับตั้งวาล์ว, เปลี่ยน Fuel Shutdown Valve	3
CE43	สวิทช์สตาร์ทไม่ทำงาน	ตรวจสวิทช์ โดยใช้มัลติมิเตอร์วัดที่ขั้วแล้วเข็มจะต้องขึ้นเมื่อกับสวิทช์ On	เปลี่ยนสวิทช์	3
CE64	โซลินอยด์ไม่ทำงาน หรือ หลวม	ตรวจโซลินอยด์ โดยใช้มัลติมิเตอร์ซึ่งจะต้องขึ้น	ปรับให้แน่นขึ้น, เปลี่ยนโซลินอยด์	4
CE65	ECU ไม่ทำงาน	ตรวจสอบโดย นำ ECU สำรองมาต่อแล้วทดสอบ	เปลี่ยน ECU	4
CE66	มอเตอร์สตาร์ทไม่ทำงาน	ตรวจสอบอุปกรณ์ภายใน โดยต้องอยู่ในสภาพปกติไม่มีการแตกหัก	ซ่อมมอเตอร์สตาร์ท, เปลี่ยนมอเตอร์สตาร์ท หากมีการเสียหายหนัก	4
CE68	มอเตอร์สตาร์ทกินไฟมากกว่าปกติ	ตรวจความร้อนและแรงดันต่างๆ ต้องไม่มีกลิ่นไหม้	ทำความสะอาดมอเตอร์, เปลี่ยนแปรง	4

20/4/2015 21:25

รูปที่ ก.3 ตัวอย่างรายงาน การตรวจเช็คอาการผิดปกติของ เครื่องยนต์ดีเซล (ต่อ)

4

สาเหตุการเสียของเครื่องยนต์ดีเซลและการแก้ไข

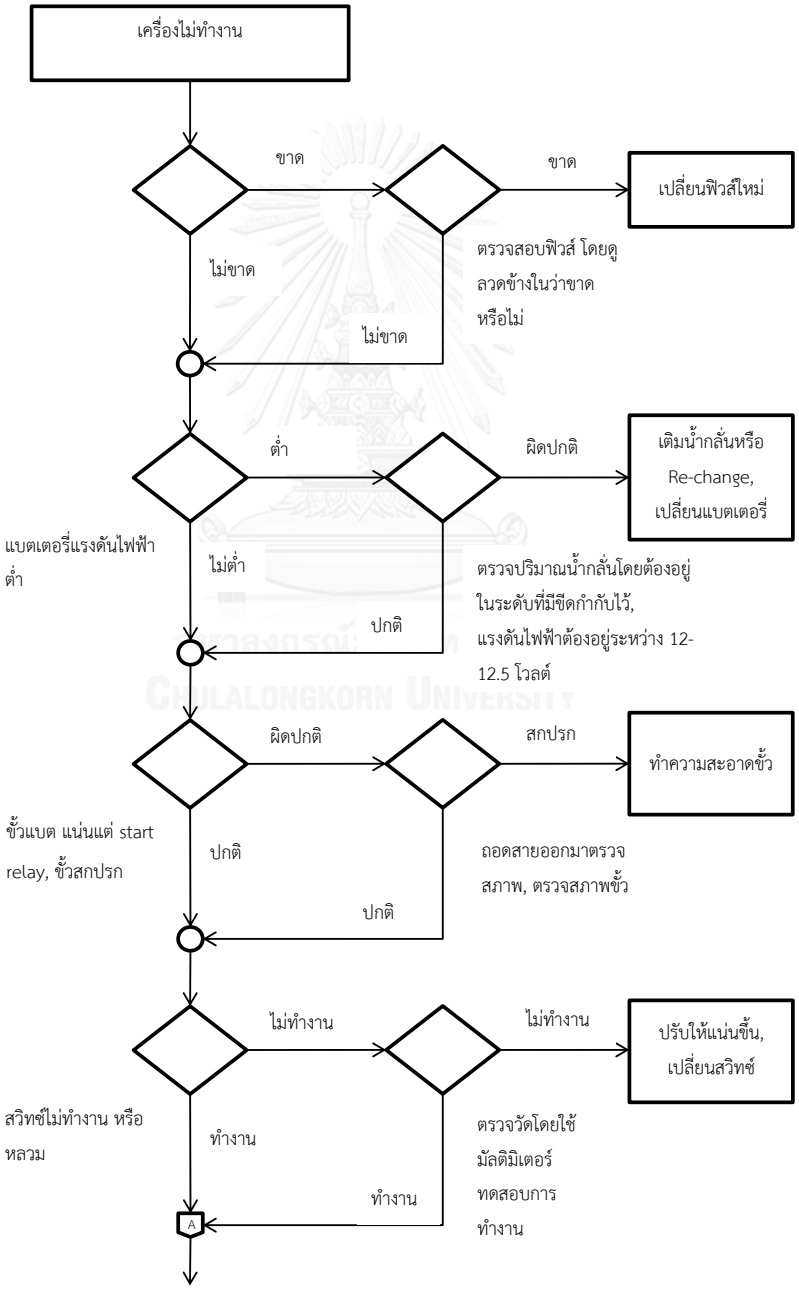
CE77	เครื่องพยายาม Crankling Start จน ครบ 3 ครั้ง และสั่ง Shut Down	ตรวจสอบ Fuel Solenoid ว่าทำงานหรือ ไม่ โดยใช้กระแสไฟทดสอบ, ระบบทำงานเป็น ปกติหรือมีน้ำผสมอยู่หรือไม่	ถ้ามีน้ำผสมกับเชื้อเพลิงหรือน้ำมัน เครื่องให้ถ่ายออกให้หมดแล้วเติมเข้าใน ใหม่, เปลี่ยน Fuel Solenoid	5

20/4/2015 21:25

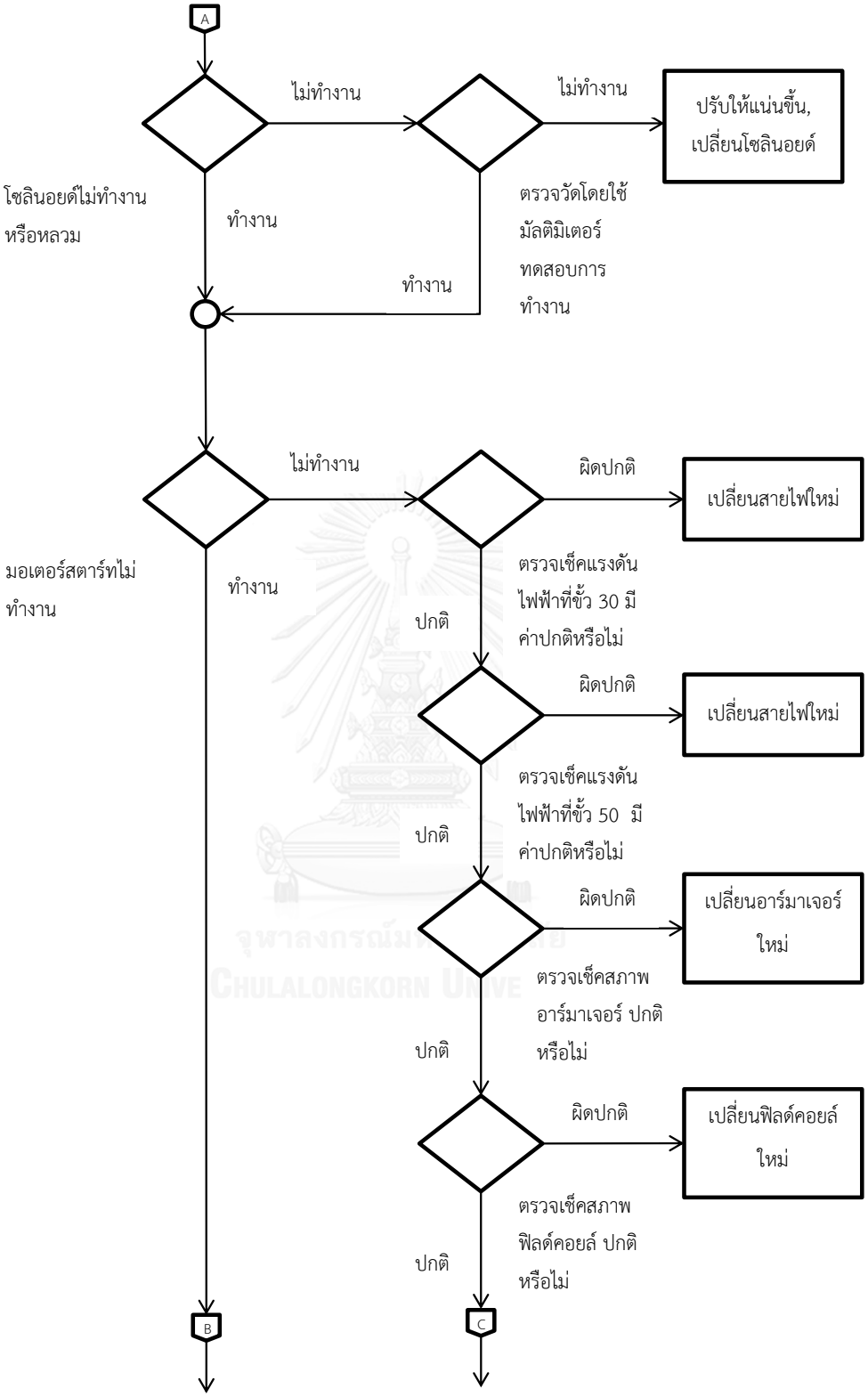
รูปที่ ก.3 ตัวอย่างรายงาน การตรวจเช็คอาการผิดปกติของ เครื่องยนต์ดีเซล (ต่อ)

ภาคผนวก ข
ผังความคิดการตรวจเช็ค อาการผิดปกติของเครื่องยนต์ดีเซล

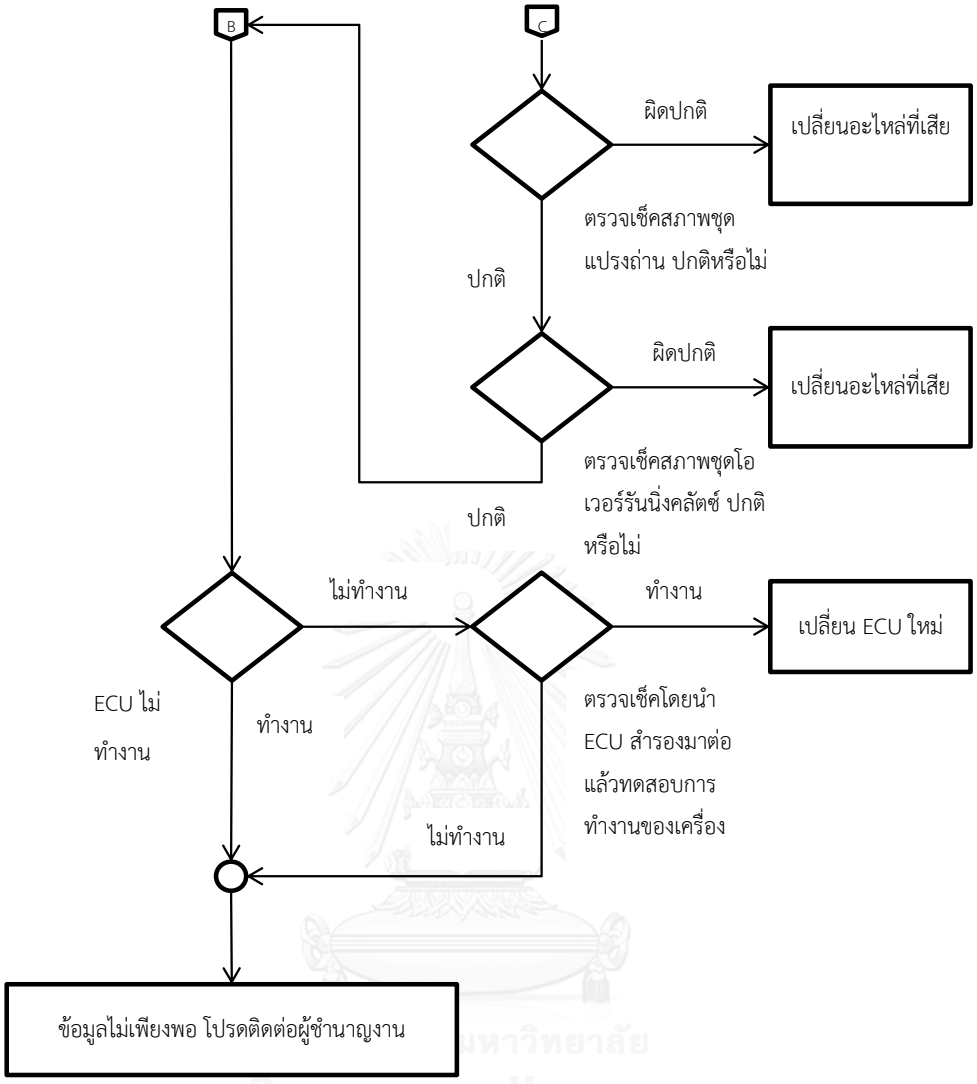
อาการเครื่องไม่ทำงาน เกิดจากสาเหตุประกอบไปด้วย 1) ชุด Fuse Control ขาด 2) แบตเตอรี่แรงดันไฟฟ้าต่ำ 3) ขั้วแบตเตอรี่แน่นแต่ start relay 4) สวิทซ์เสียหรือหลวม 5) โซลินอยด์ไม่ทำงานหรือหลวม 6) ECU ไม่ทำงาน 7) มอเตอร์สตาร์ทไม่ทำงาน โดยมีผังการตรวจเช็ค ดังรูปที่ ข.1



รูปที่ ข.1 การตรวจเช็คอาการเครื่องไม่ทำงาน

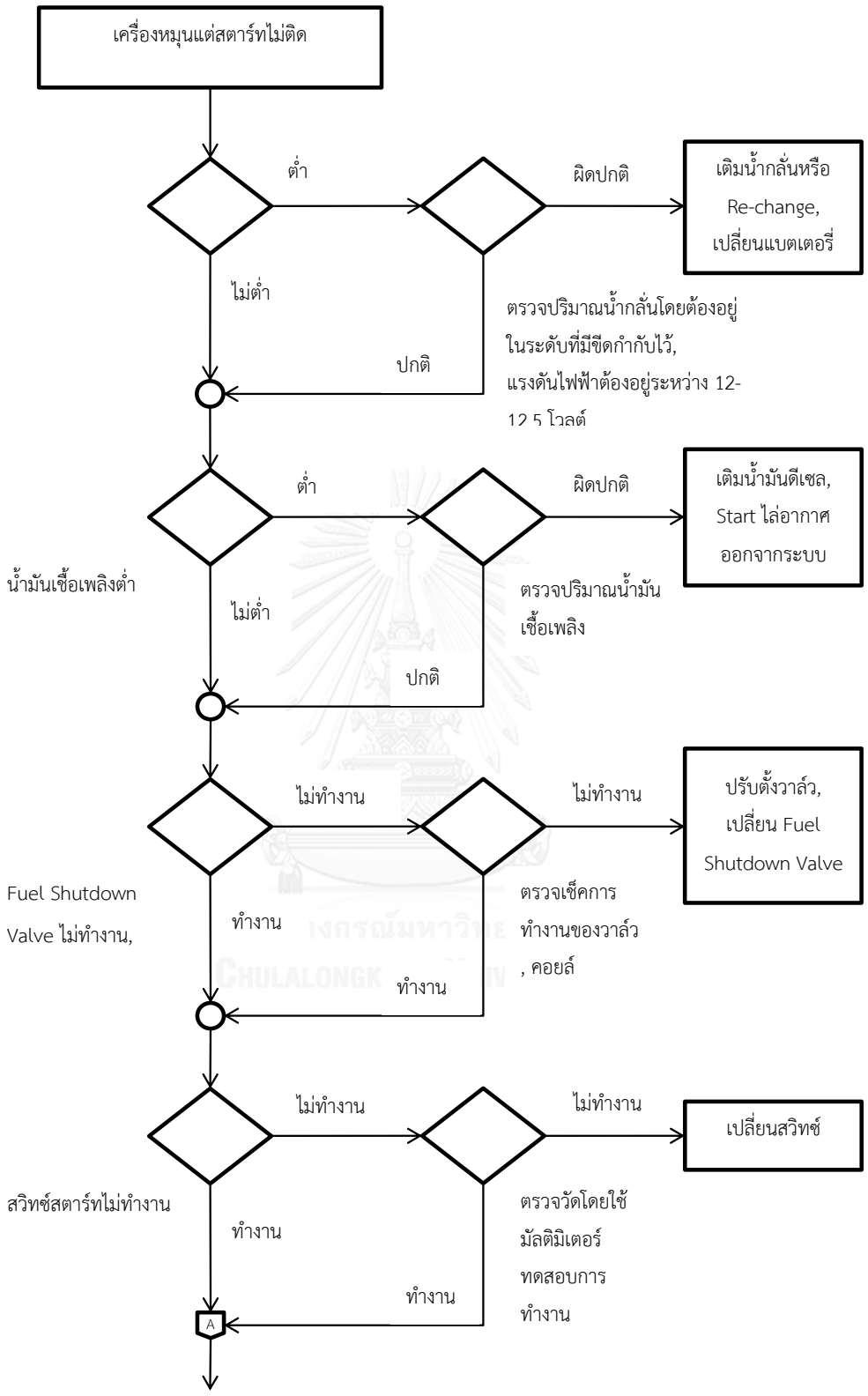


รูปที่ ข.1 การตรวจเช็คอาการเครื่องไม่ทำงาน (ต่อ)

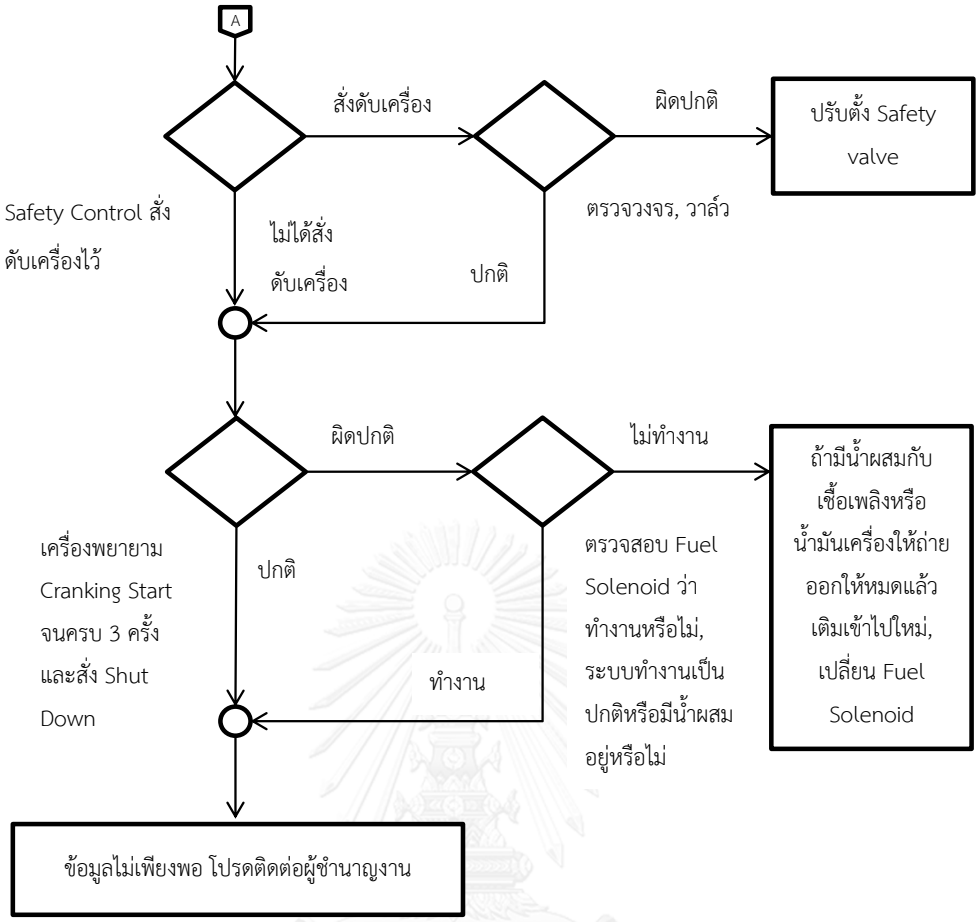


รูปที่ ข.1 การตรวจเช็คอาการเครื่องไม่ทำงาน (ต่อ)

อาการเครื่องหมุนแต่สตาร์ทไม่ติด เกิดจากสาเหตุประกอบไปด้วย 1) แบตเตอรี่แรงดันไฟฟ้าต่ำ 2) น้ำมันเชื้อเพลิงต่ำ 3) Fuel shutdown valve ไม่ทำงาน 4) สวิทช์สตาร์ทไม่ทำงาน 5) Safety Control สั่งดับเครื่องไว้ 6) เครื่องพยายาม Cranking start จนครบ 3 ครั้ง จึงสั่ง Shutdown โดยมีผังการตรวจเช็ค ดังรูปที่ ข.2

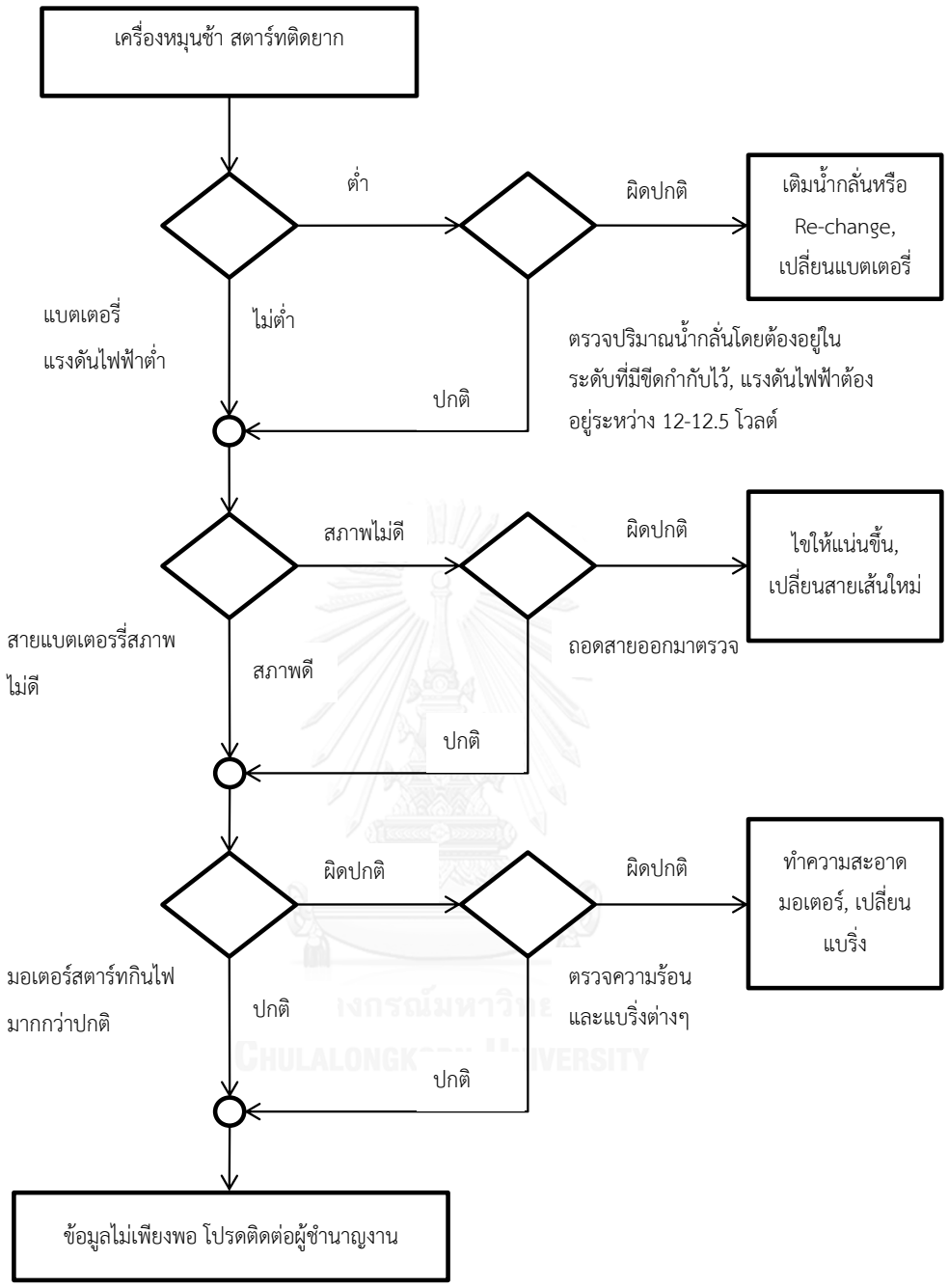


รูปที่ ข.2 การตรวจเช็คอาการเครื่องหมุนแต่สตาร์ทไม่ติด



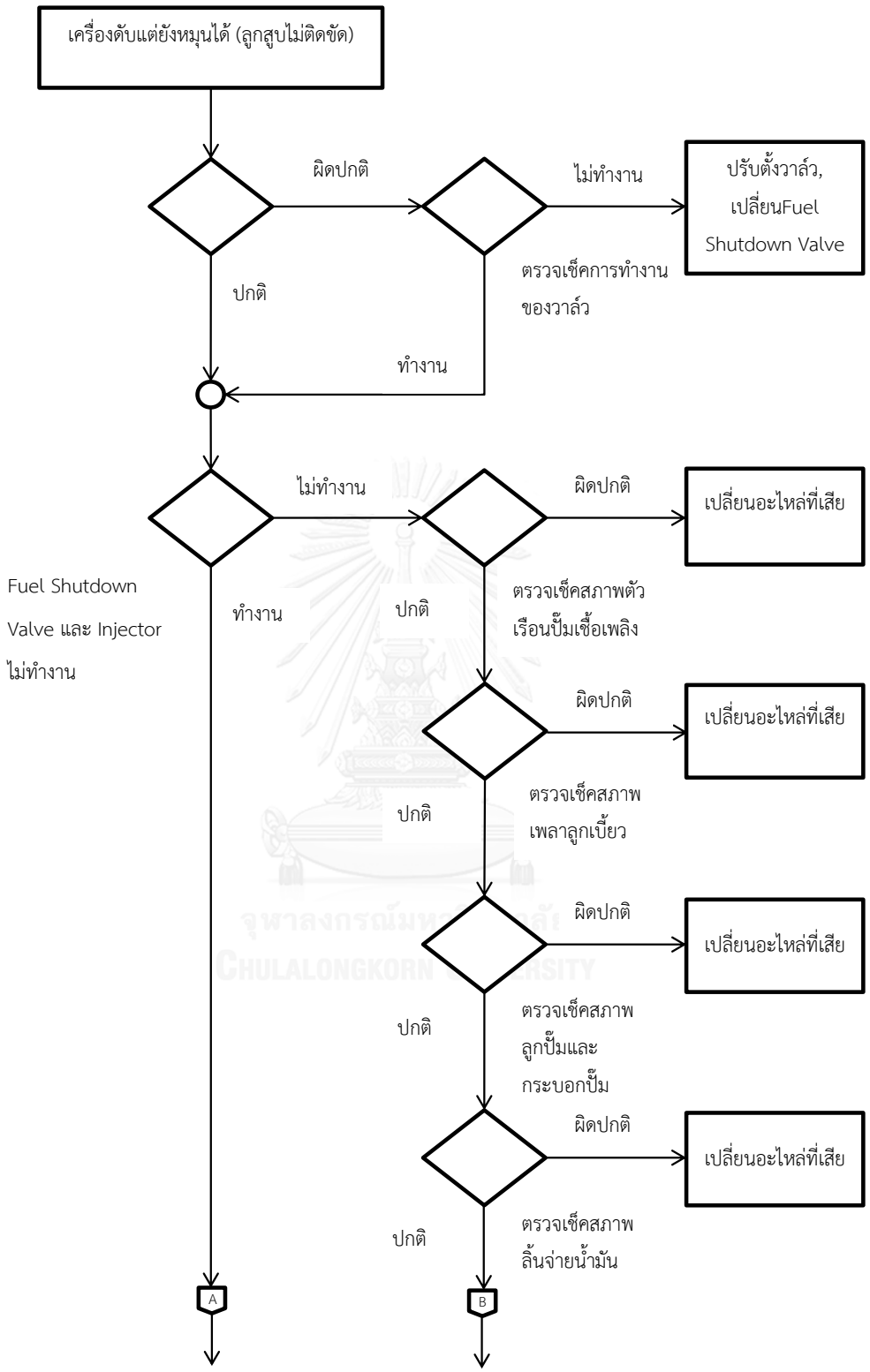
รูปที่ ข.2 การตรวจเช็คอาการเครื่องหมุนแต่สตาร์ทไม่ติด (ต่อ)

อาการเครื่องหมุนช้าสตาร์ทติดยาก เกิดจากสาเหตุประกอบไปด้วย 1) แบตเตอรี่แรงดันไฟฟ้าต่ำ 2) สายแบตเตอรี่เสื่อมสภาพ 3) มอเตอร์สตาร์ทกินไฟมากกว่าปกติ โดยมีผังการตรวจเช็ค ดังรูปที่ ข.3

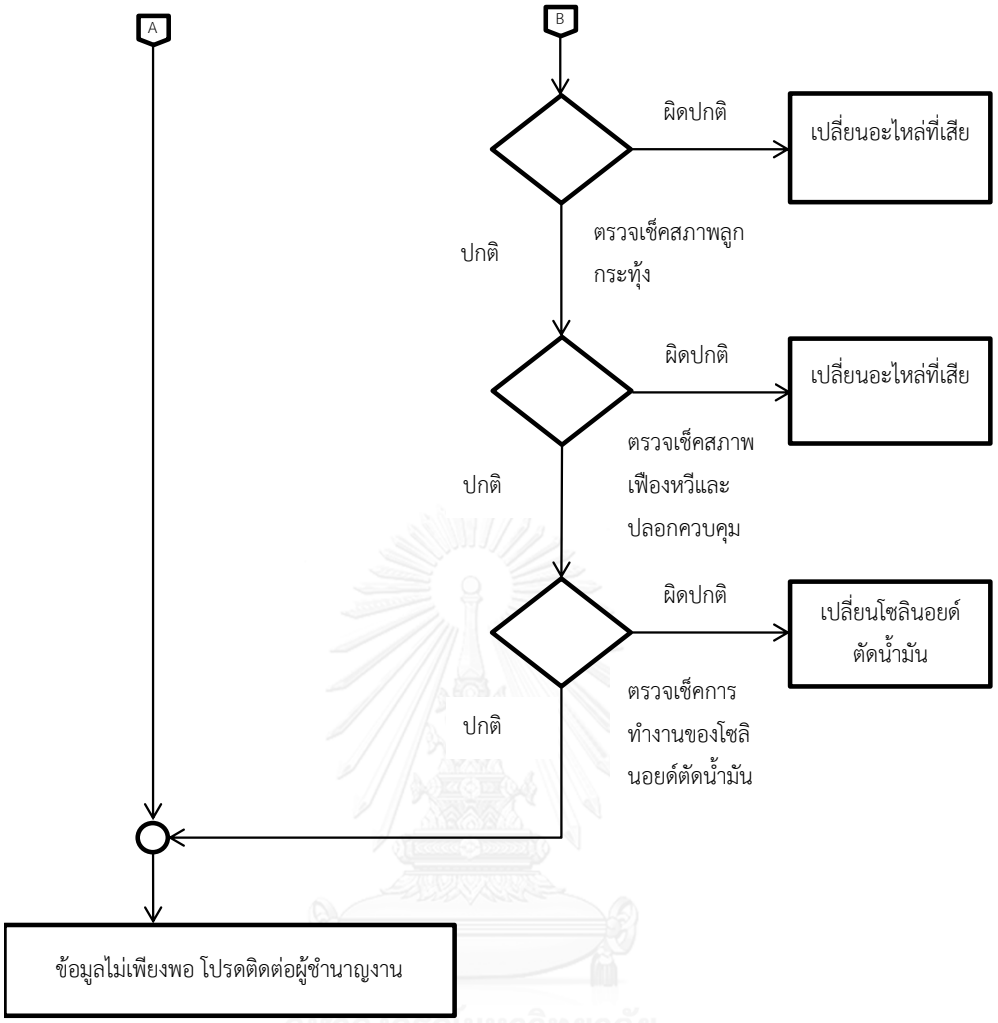


รูปที่ ข.3 การตรวจเช็คอาการเครื่องหมุนช้าสตาร์ทติดยาก

อาการเครื่องดับเองแต่ยังหมุนได้ (ลูกสูบไม่ติดขัด) เกิดจากสาเหตุประกอบไปด้วย 1) ชุด Fuel shutdown valve ทำงานผิดปกติ 2) Fuel shutdown valve และ Injector เสีย โดยมีผังการตรวจเช็ค ดังรูปที่ ข.4

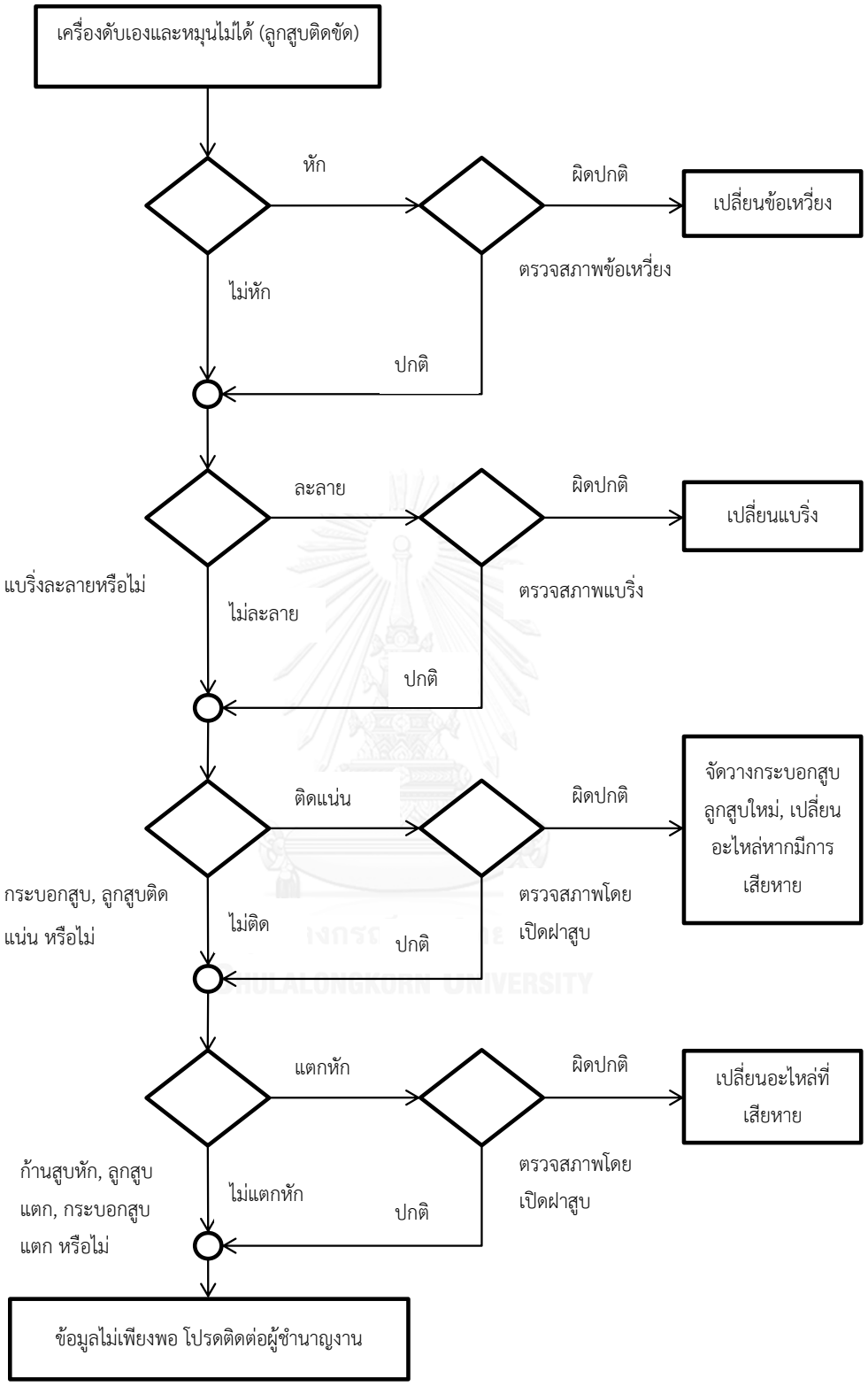


รูปที่ ข.4 การตรวจเช็คอาการเครื่องดับเองแต่ยังหมุนได้ (ลูกสูบไม่ติดขัด)



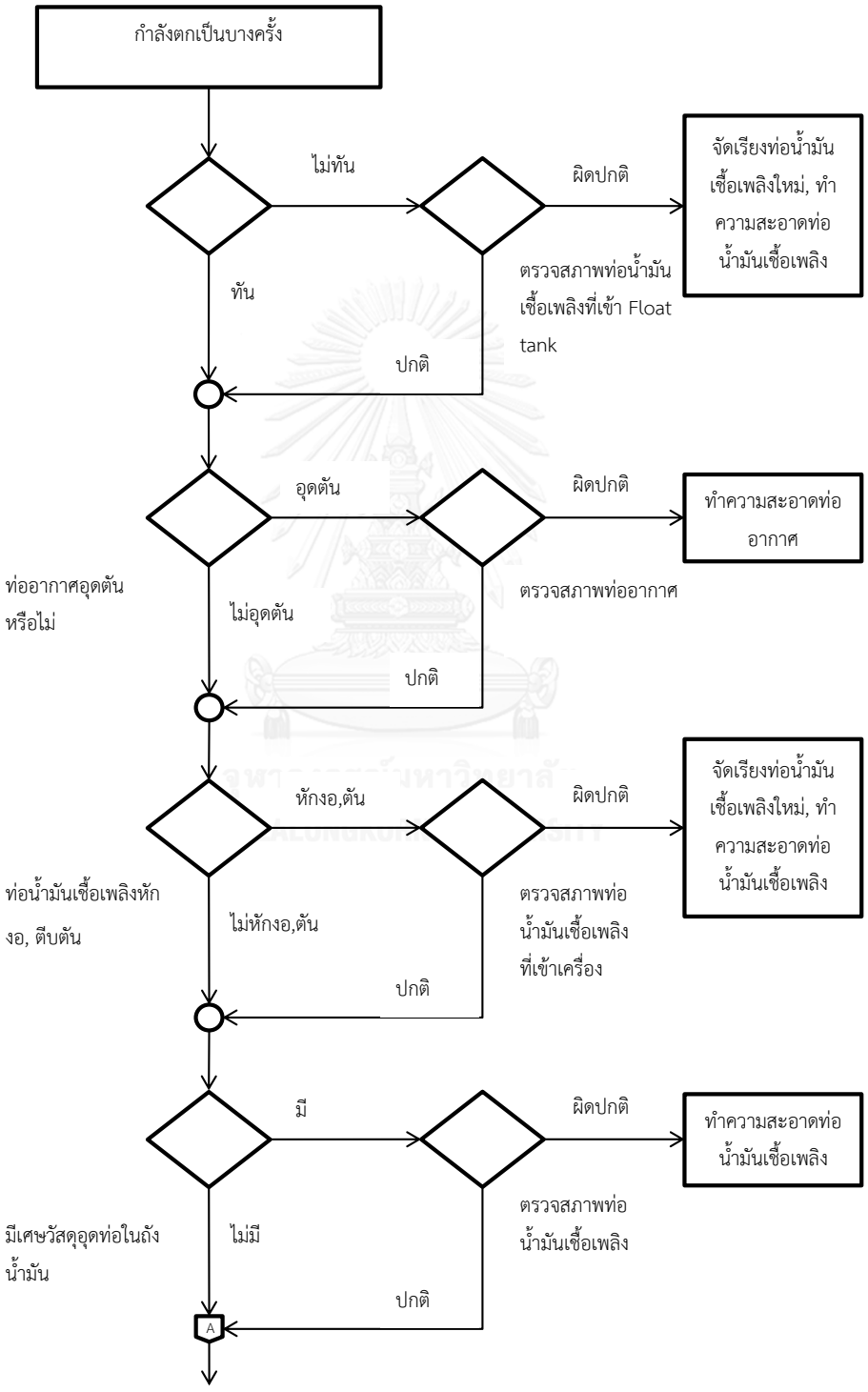
รูปที่ ข.4 การตรวจเช็คอาการเครื่องดับเองแต่ยังหมุนได้ (ลูกสูบไม่ติดขัด) (ต่อ)

อาการเครื่องดับเองและหมุนไม่ได้ (ลูกสูบติดขัด) เกิดจากสาเหตุประกอบไปด้วย 1) ข้อเหวี่ยงหัก 2) แบริ่งละลาย 3) กระบอกสูบติดหรือลูกสูบติดแน่น 4) ก้านสูบหัก ลูกสูบแตก กระบอกสูบแตก โดยมีผังการตรวจเช็ค ดังรูปที่ ข.5

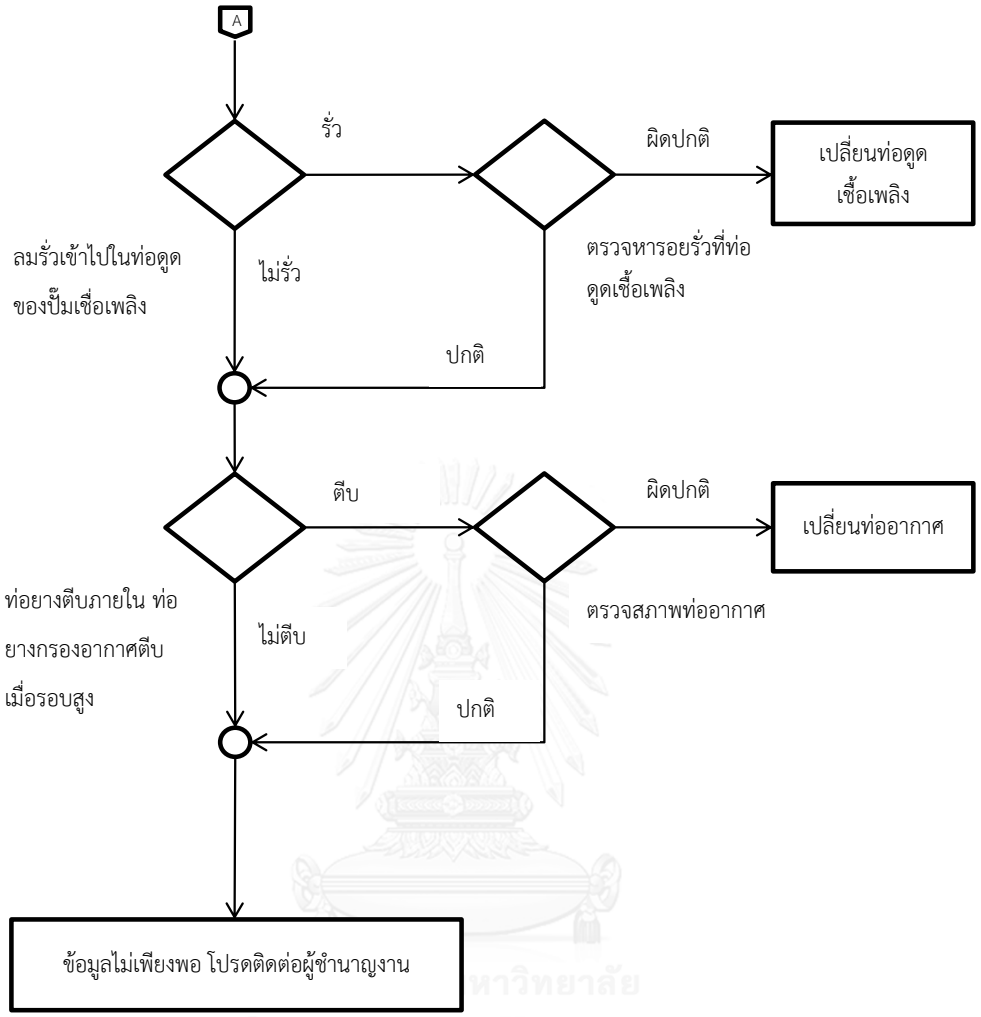


รูปที่ ข.5 การตรวจเช็คอาการเครื่องดับเองและหมุนไม่ได้ (ลูกสูบติดขัด)

อาการเครื่องดับเองและหมุนไม่ได้ (ลูกสูบติดขัด) เกิดจากสาเหตุประกอบไปด้วย 1) น้ำมันเชื้อเพลิงเข้า Float tank ไม่ทัน 2) ท่อหายใจอุดตัน 3) ท่อน้ำมันเชื้อเพลิงหักงอหรือตีบตัน 4) มีเศษวัสดุอุดท่อในถังน้ำมันเชื้อเพลิง 5) ลมรั่วเข้าไปในท่อดูดของปั๊มเชื้อเพลิง 6) ท่อยางตีบภายในหรือท่อยางกรองอากาศตีบเมื่อมีรอบสูง โดยมีผังการตรวจเช็ค ดังรูปที่ ข.6

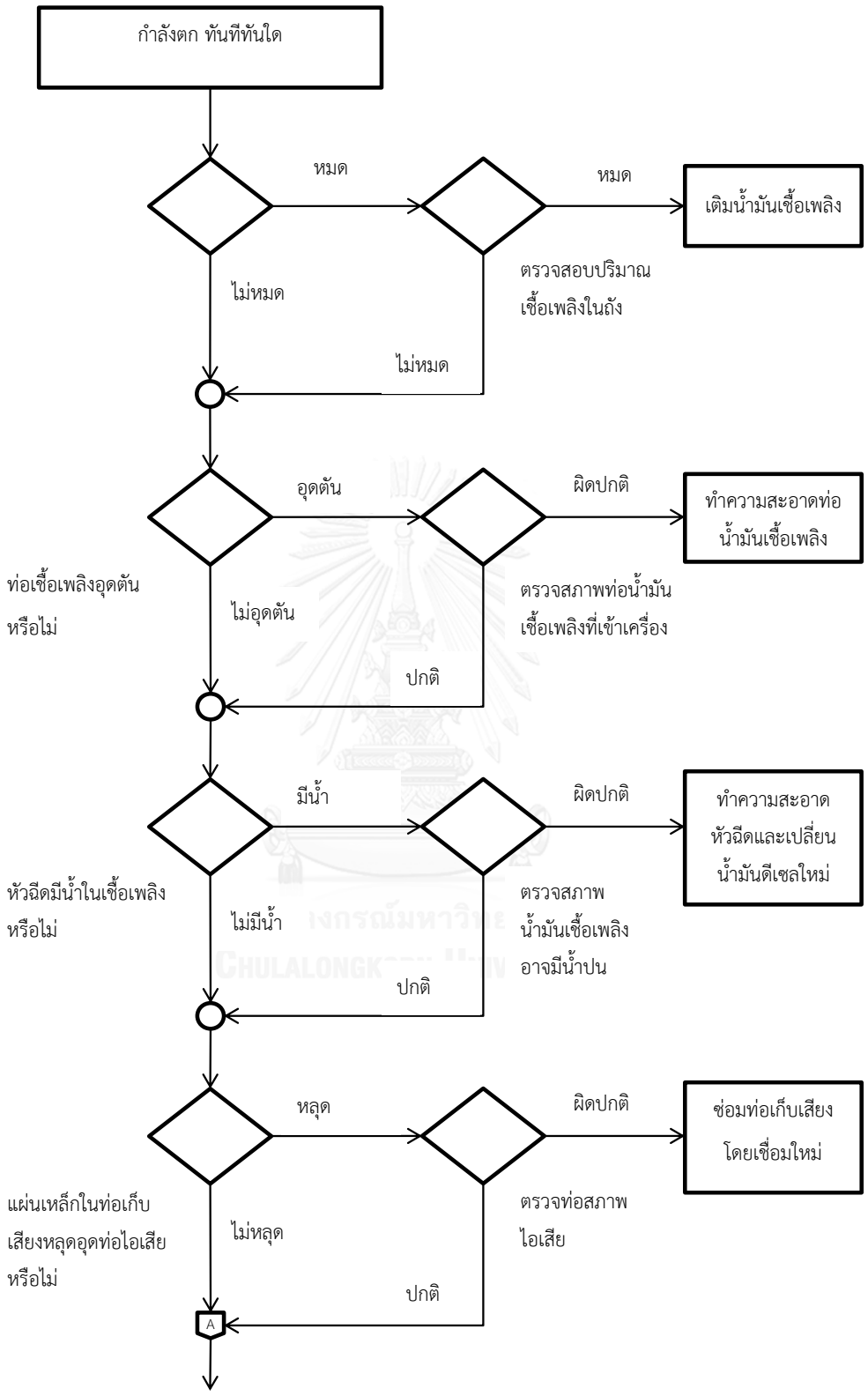


รูปที่ ข.6 การตรวจเช็คอาการเครื่องดับเองและหมุนไม่ได้ (ลูกสูบติดขัด)

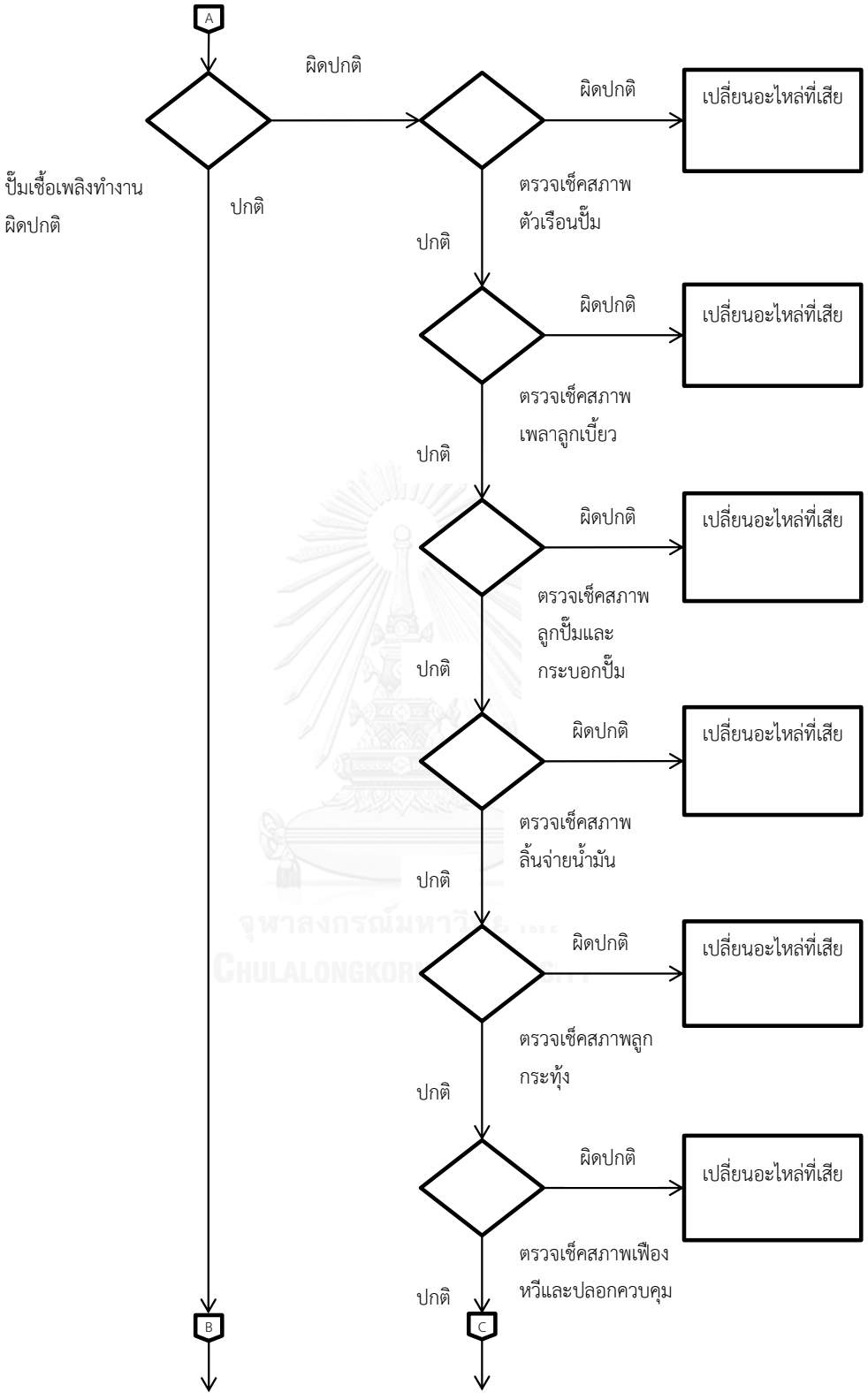


รูปที่ ข.6 การตรวจเช็คอาการเครื่องดับเองและหมุนไม่ได้ (ลูกสูบติดขัด) (ต่อ)

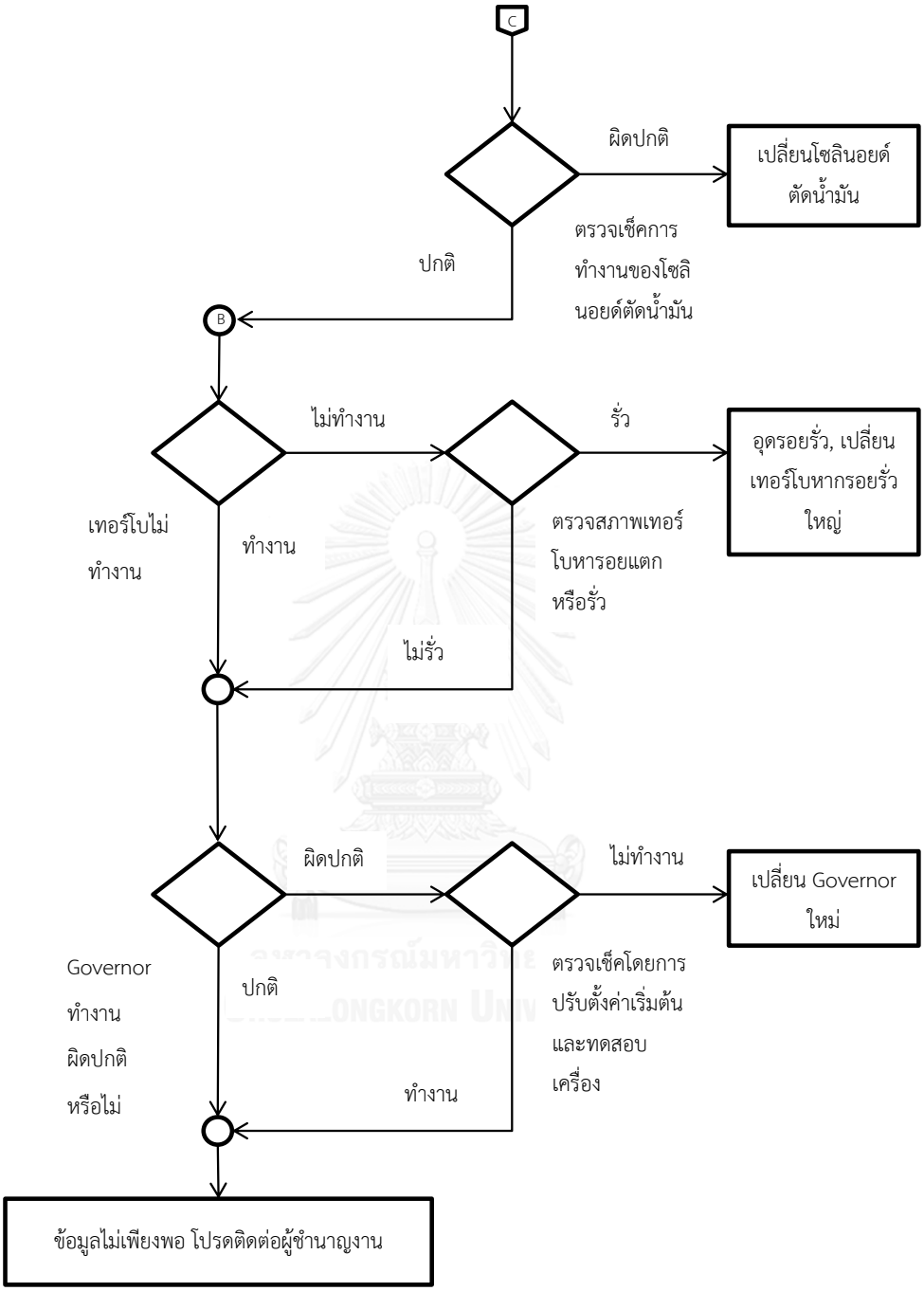
อาการกำลังตกทันทีทันใด เกิดจากสาเหตุประกอบไปด้วย 1) น้ำมันเชื้อเพลิงหมด 2) ท่อเชื้อเพลิงอุดตัน 3) หัวฉีดมีน้ำในเชื้อเพลิง 4) แผ่นเหล็กในท่อเก็บเสียงหลุดอุดท่อไอเสีย 5) ปั๊มเชื้อเพลิงทำงานผิดปกติ 6) เทอร์โบไม่ทำงาน 7) Governor ทำงานผิดปกติ โดยมีผังการตรวจเช็ค ดังรูปที่ ข.7



รูปที่ ข.7 การตรวจเช็คอาการกำลังตกทันทีทันใด

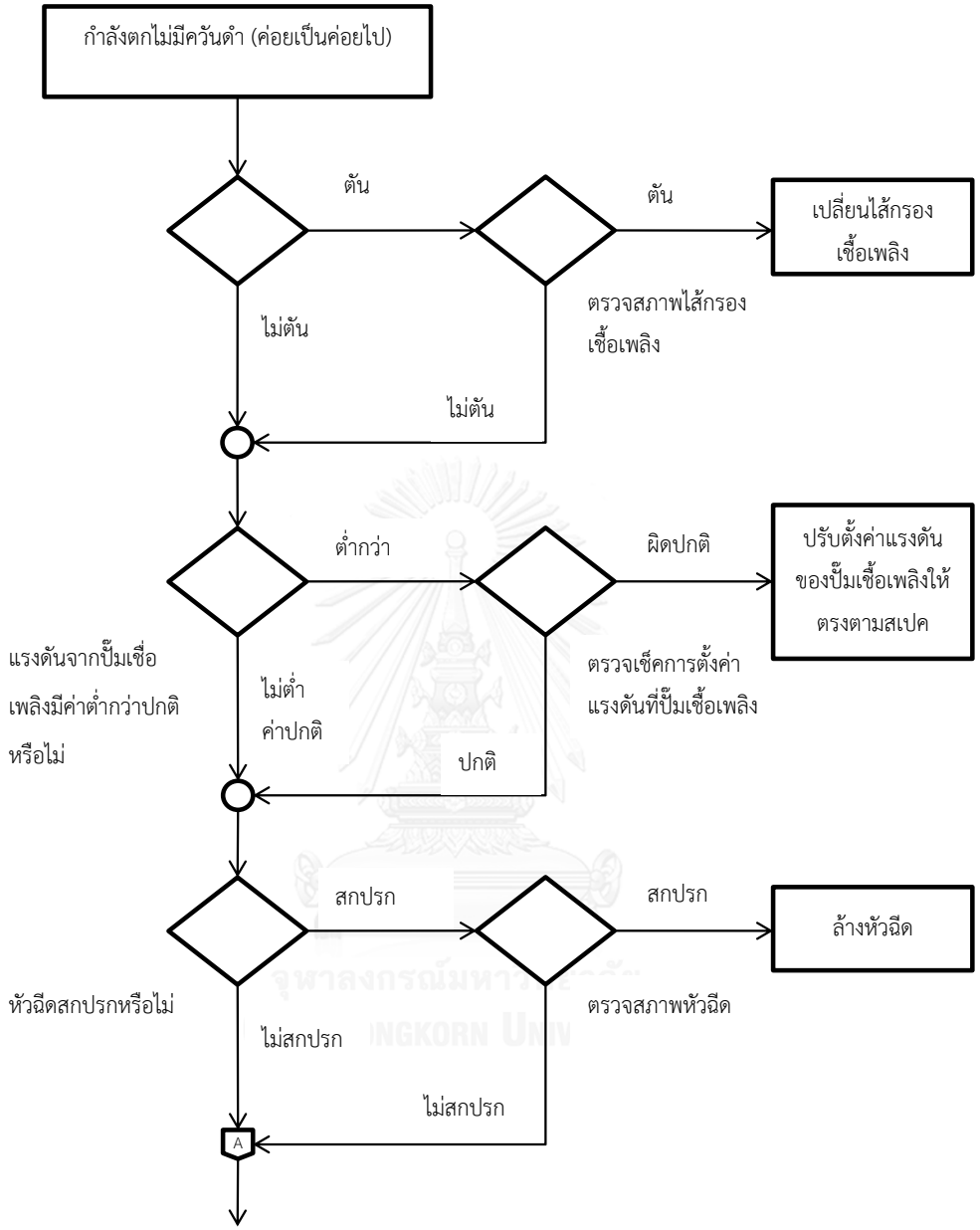


รูปที่ ข.7 การตรวจเช็คอาการกำลังตกทันทีทันใด (ต่อ)

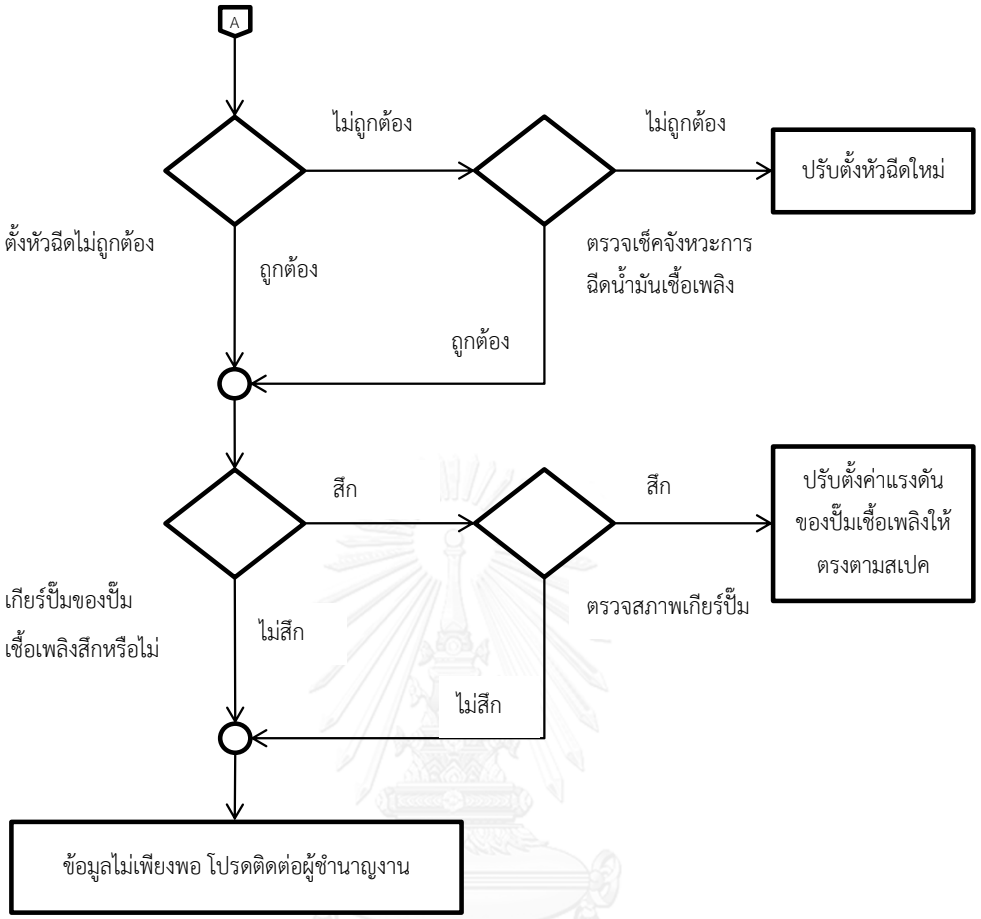


รูปที่ ข.7 การตรวจเช็คอาการกำลังตกทันทีทันใด (ต่อ)

อาการกำลังตกไม่มีควัน (ค่อยเป็นค่อยไป) เกิดจากสาเหตุประกอบไปด้วย 1) กรองเชื้อเพลิงตัน 2) แรงดันจากปั๊มเชื้อเพลิงต่ำเกินไป 3) หัวฉีดสกปรก 4) ตั้งหัวฉีดไม่ถูกต้อง 5) เกียร์ปั๊มของปั๊มเชื้อเพลิงสึก โดยมีผังการตรวจเช็ค ดังรูปที่ ข.8



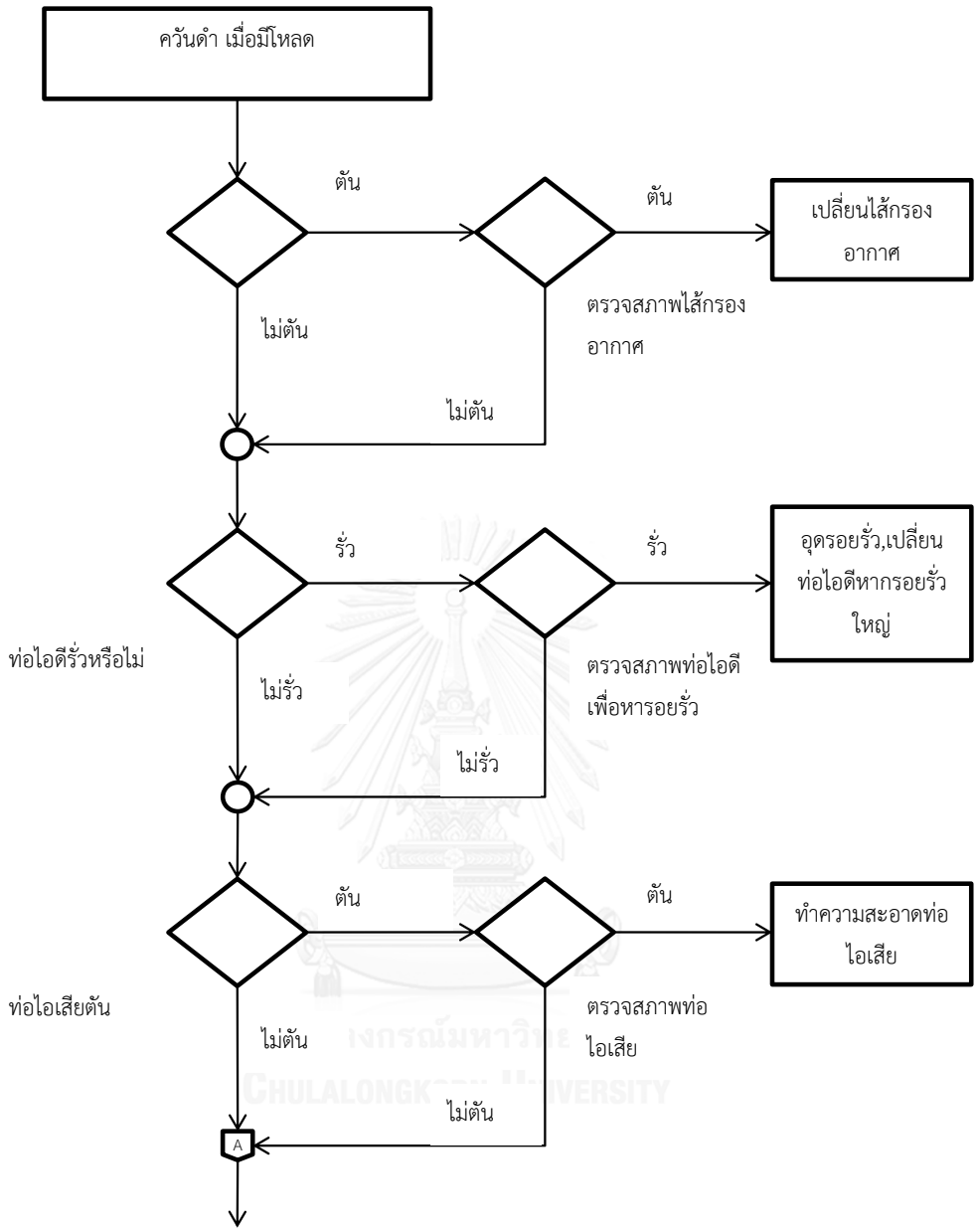
รูปที่ ข.8 การตรวจเช็คอาการกำลังตกไม่มีควันตก (ค่อยเป็นค่อยไป)



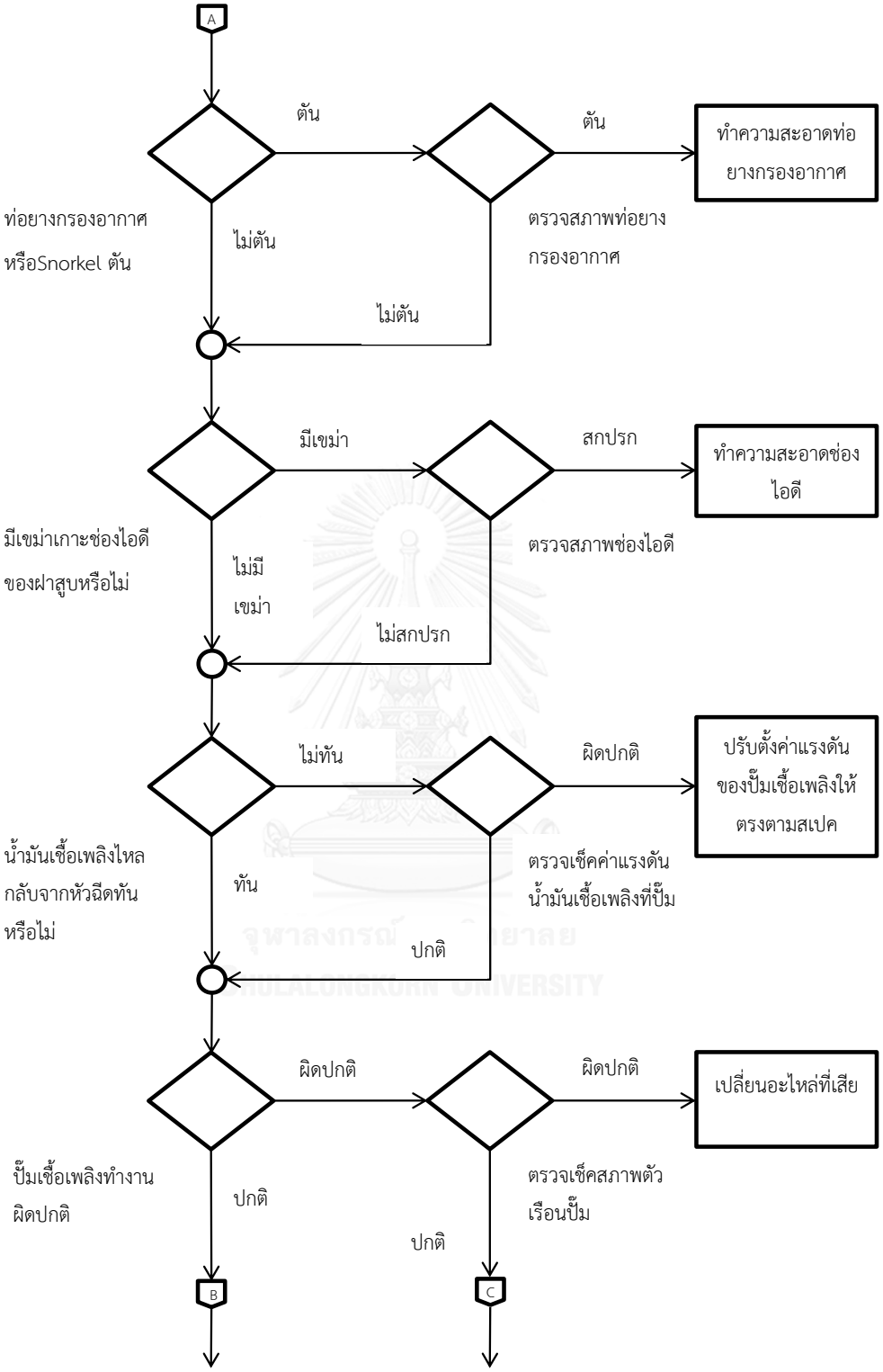
รูปที่ ข.8 การตรวจเช็คอาการกำลังตกไม่มีควันตก (ค่อยเป็นค่อยไป) (ต่อ)

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

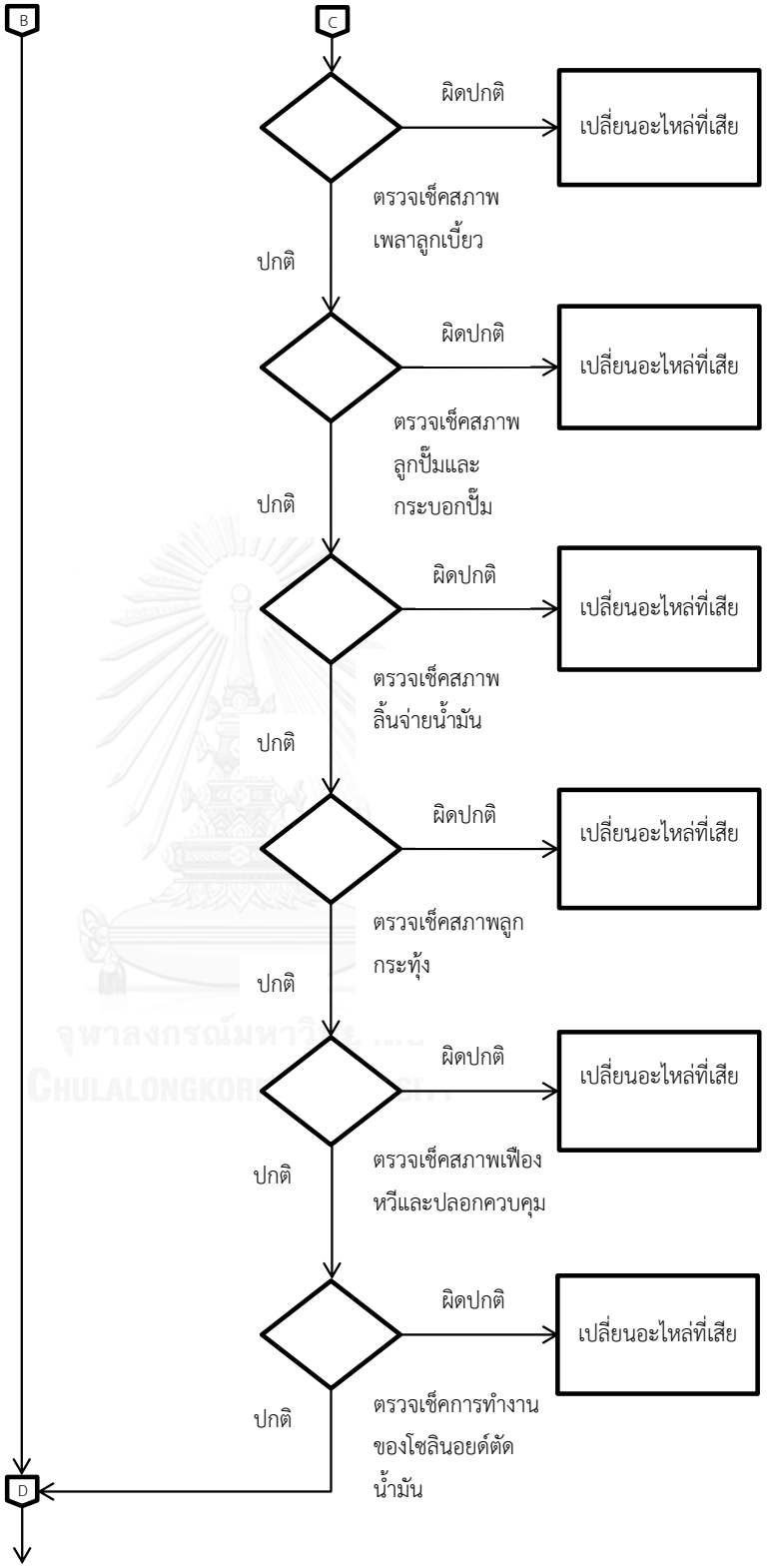
อาการควันดำเมื่อมีโหลด เกิดจากสาเหตุประกอบไปด้วย 1) กรองอากาศตัน 2) ท่อไอดีรั่ว 3) ท่อไอเสียตัน 4) ท่อยางกรองอากาศตัน 5) เขม่าเกาะช่องไอดีของฝาสูบ 6) ปั๊มเชื้อเพลิงทำงานผิดปกติ 7) น้ำมันเชื้อเพลิงกลับจากหัวฉีดไม่ทัน 8) Turbo charger อัดรีดลมได้น้อย โดยมีผังการตรวจเช็ค ดังรูปที่ ข.9



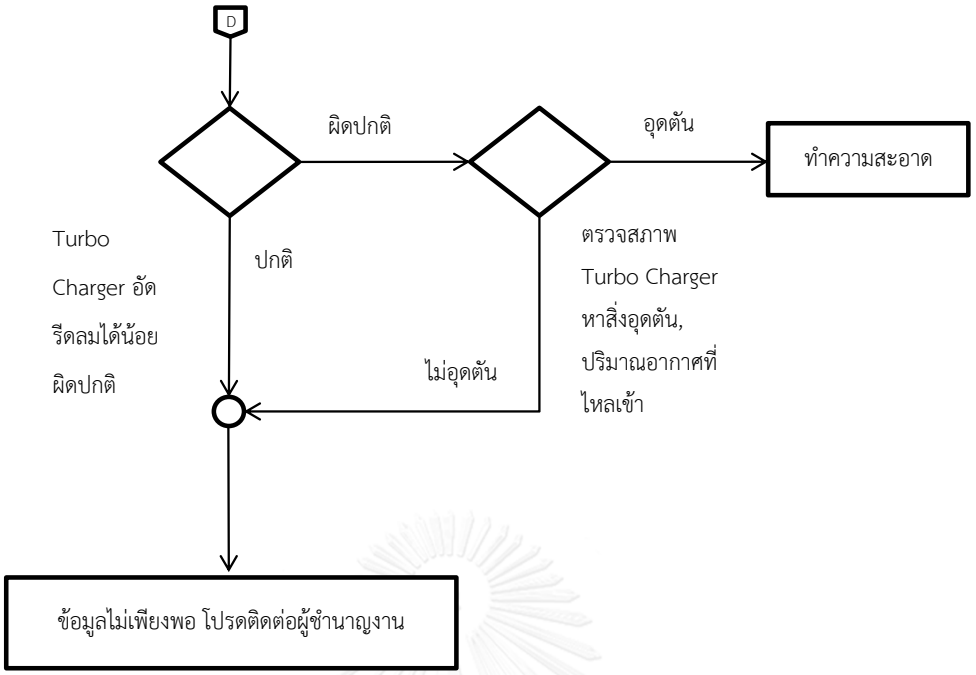
รูปที่ ข.9 การตรวจเช็คอาการควันดำเมื่อมีโหลด



รูปที่ ข.9 การตรวจเช็คอาการควันดำเมื่อมีโหลด (ต่อ)



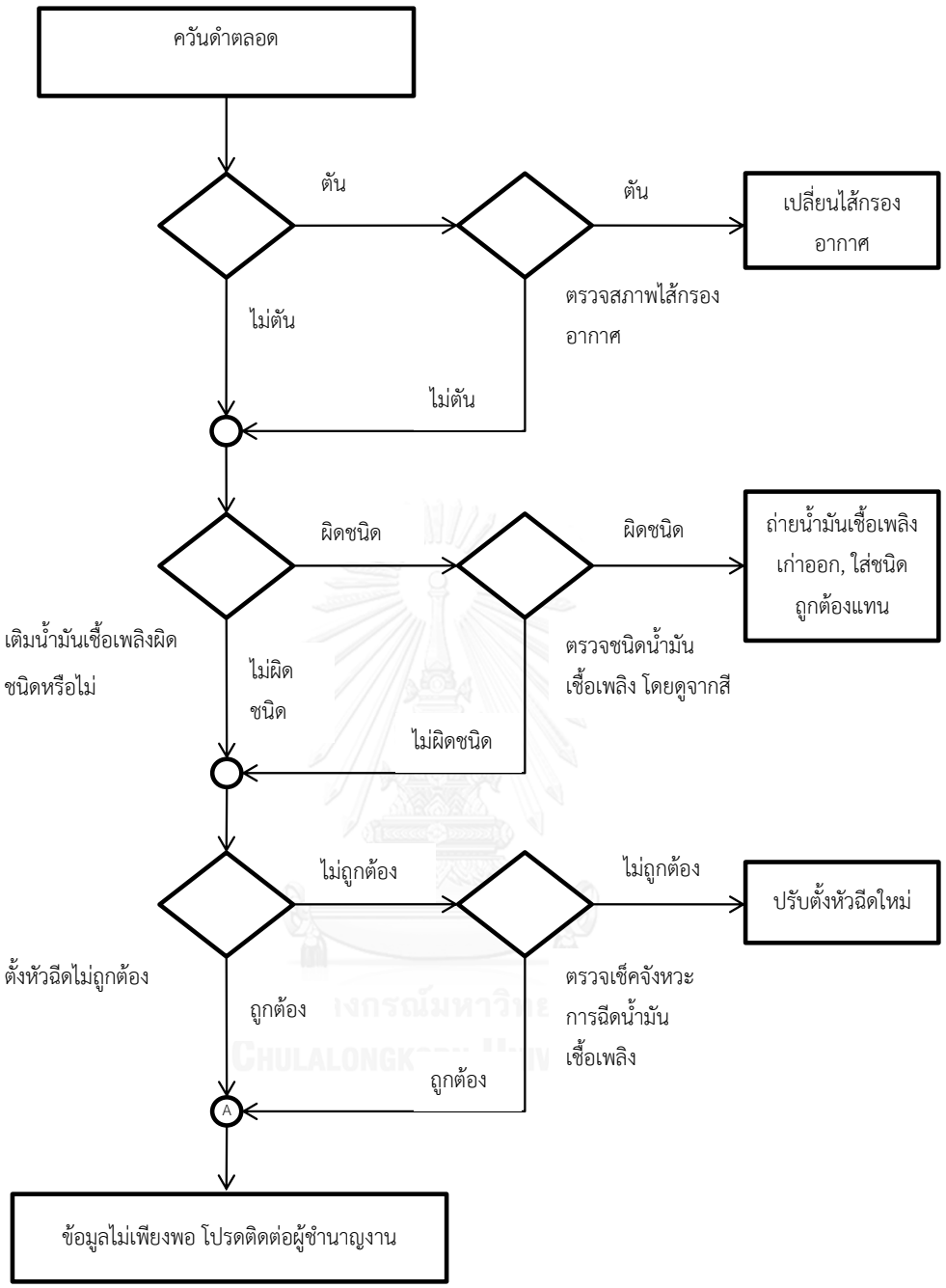
รูปที่ ข.9 การตรวจเช็คอาการควันดำเมื่อมีโหลด (ต่อ)



รูปที่ ข.9 การตรวจเช็คอาการควันดำเมื่อมีโหลด (ต่อ)

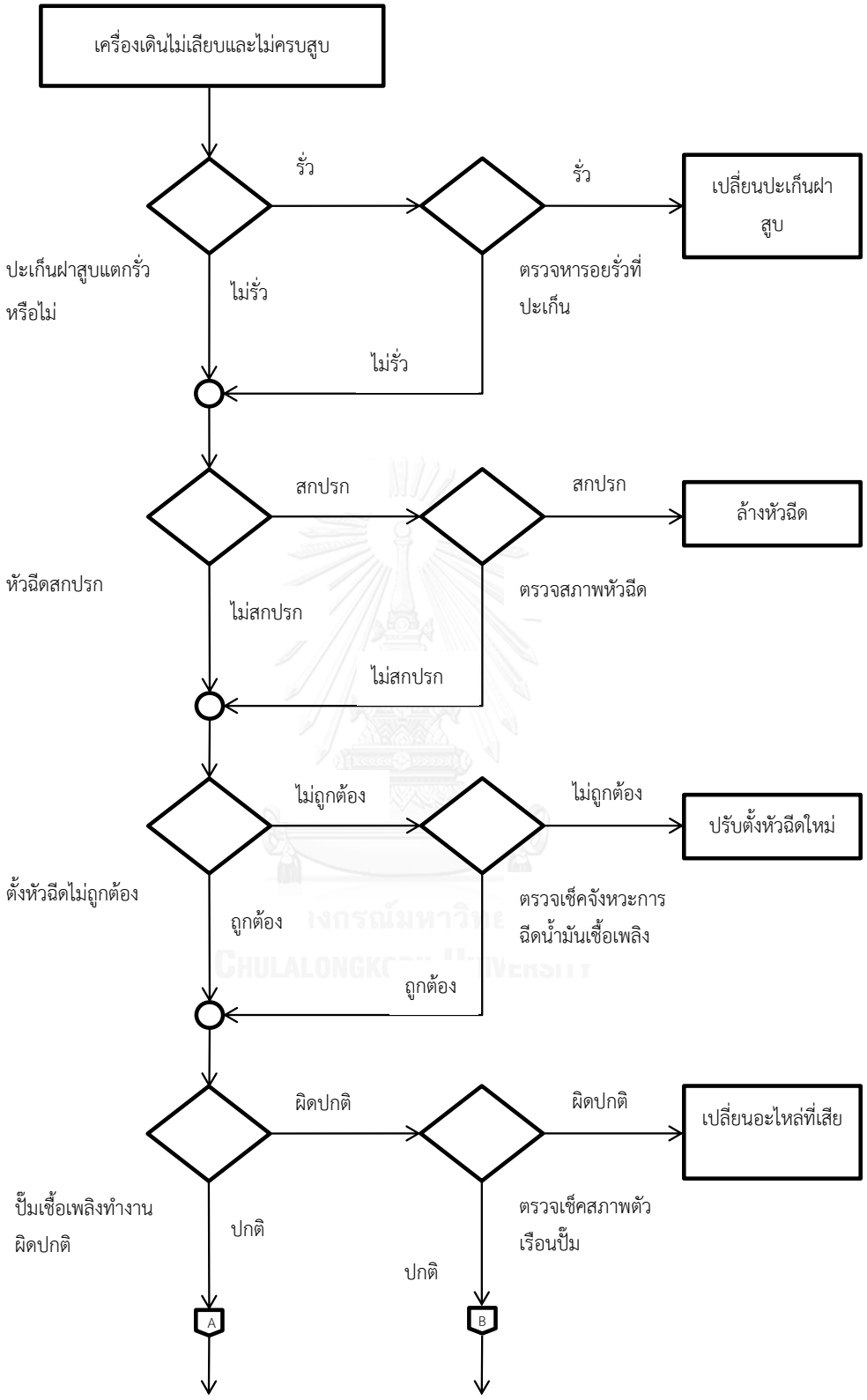
อาการควันดำตลอด เกิดจากสาเหตุประกอบไปด้วย 1) กรองอากาศตัน 2) น้ำมันเชื้อเพลิงผิดชนิด 3) ตั้งหัวฉีดไม่ถูกต้อง โดยมีผังการตรวจเช็ค ดังรูปที่ ข.10

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

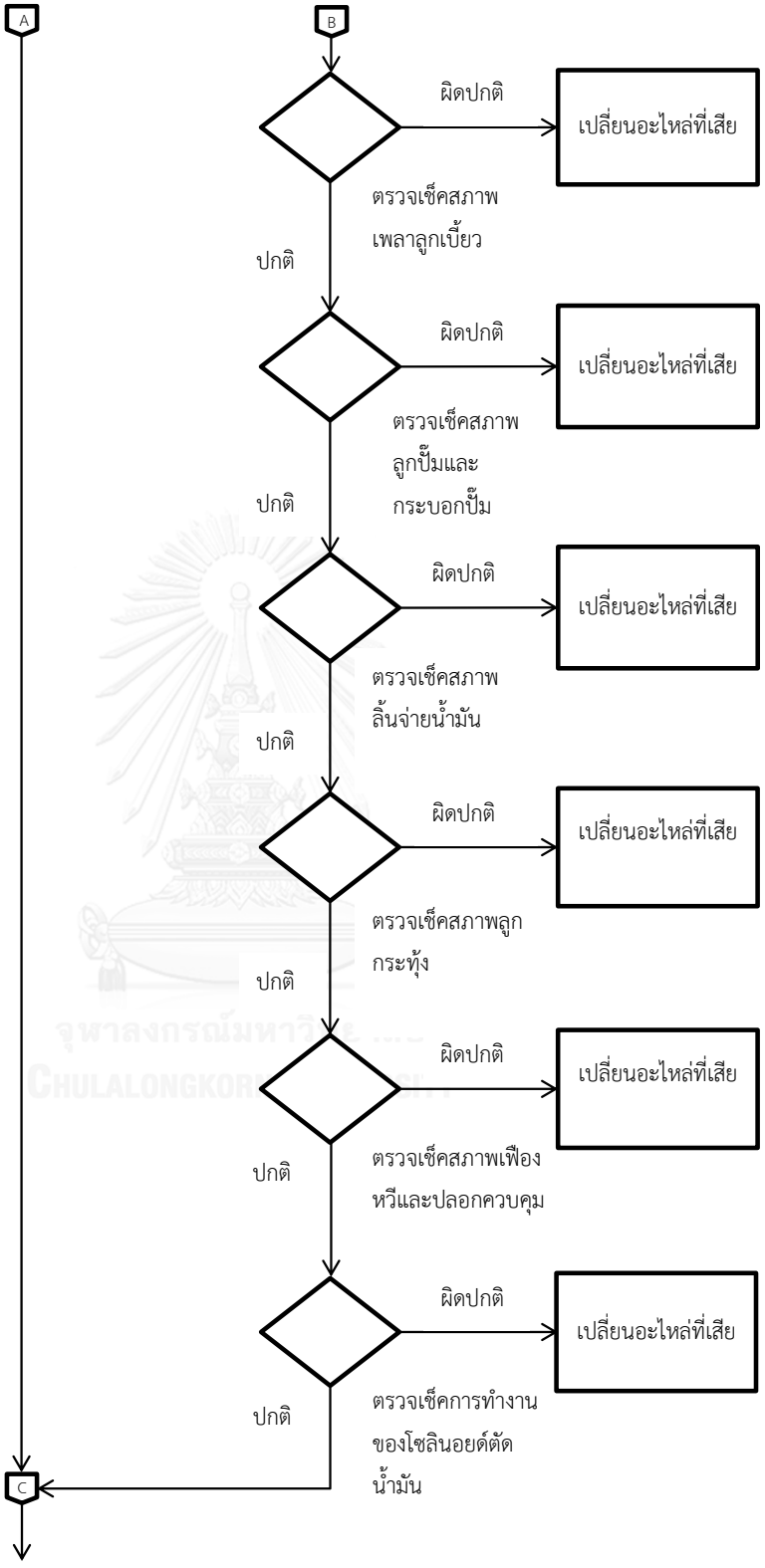


รูปที่ ข.10 การตรวจเช็คอาการควันดำตลอด

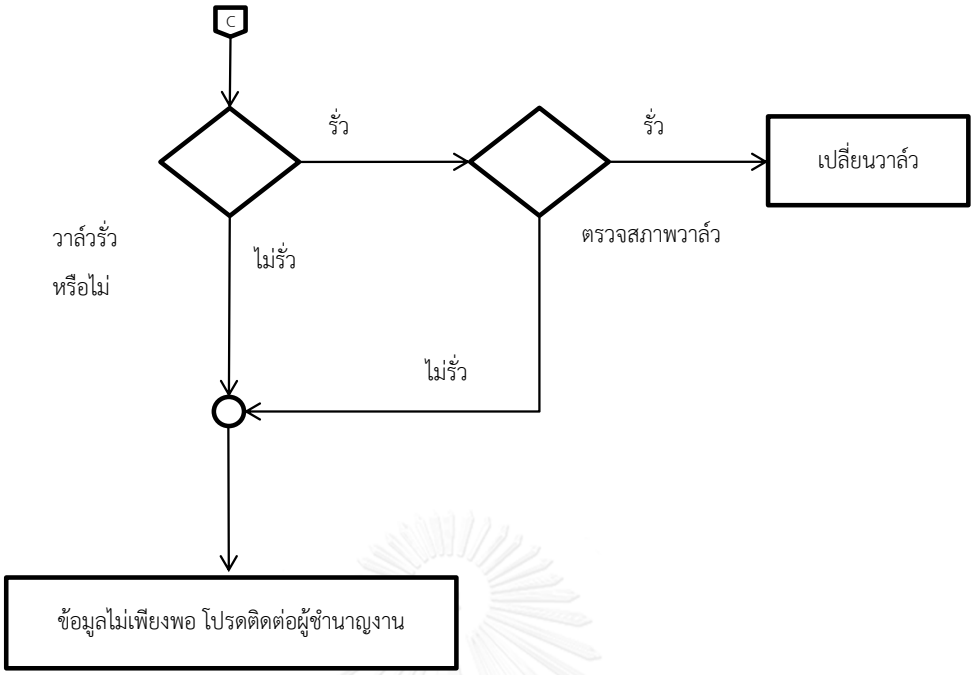
อาการเครื่องเดินไม่เลียบและไม่ครบสูบ เกิดจากสาเหตุประกอบไปด้วย 1) ปั๊มเชื้อเพลิงทำงานผิดปกติ 2) หัวฉีดสกปรก 3) ตั้งหัวฉีดไม่ถูกต้อง 4) ปะเก็นฝาสูบแตกร้าว 5) วาล์วรั่ว โดยมีผังการตรวจเช็ค ดังรูปที่ ข.11



รูปที่ ข.11 การตรวจเช็คอาการเครื่องเดินไม่เลียบและไม่ครบสูบ



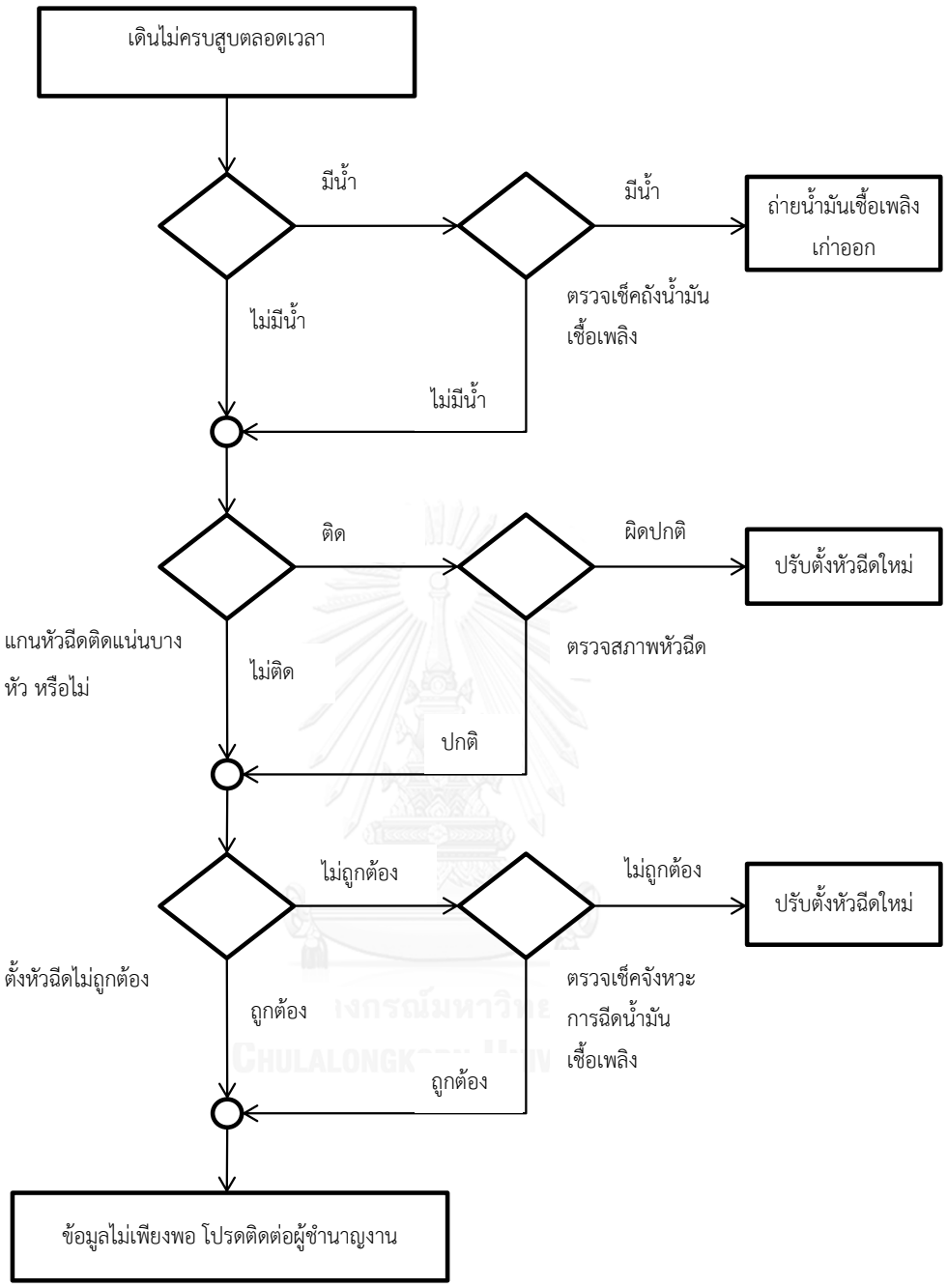
รูปที่ ข.11 การตรวจเช็คอาการเครื่องเดินไม่เลียบและไม่ครบสูบ (ต่อ)



รูปที่ ข.11 การตรวจเช็คอาการเครื่องเดินไม่เลียบและไม่ครบสูบ (ต่อ)

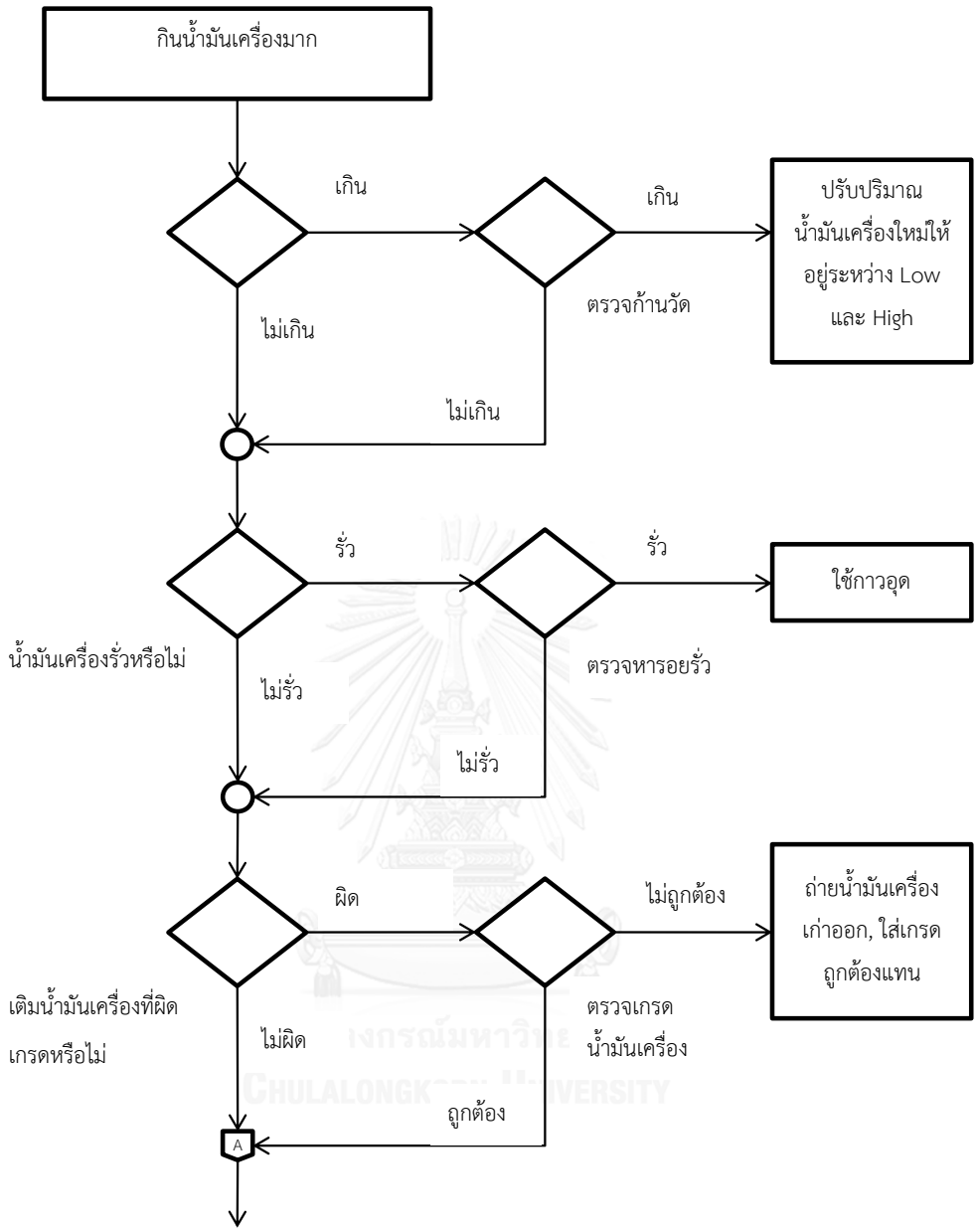
อาการเครื่องเดินไม่ครบสูบตลอดเวลา เกิดจากสาเหตุประกอบไปด้วย 1) มีน้ำปนในน้ำมันเชื้อเพลิง 2) ตั้งหัวฉีดไม่ถูกต้อง 3) แกนหัวฉีดติดแน่นบางหัว โดยมีผังการตรวจเช็ค ดังรูปที่ ข.12

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

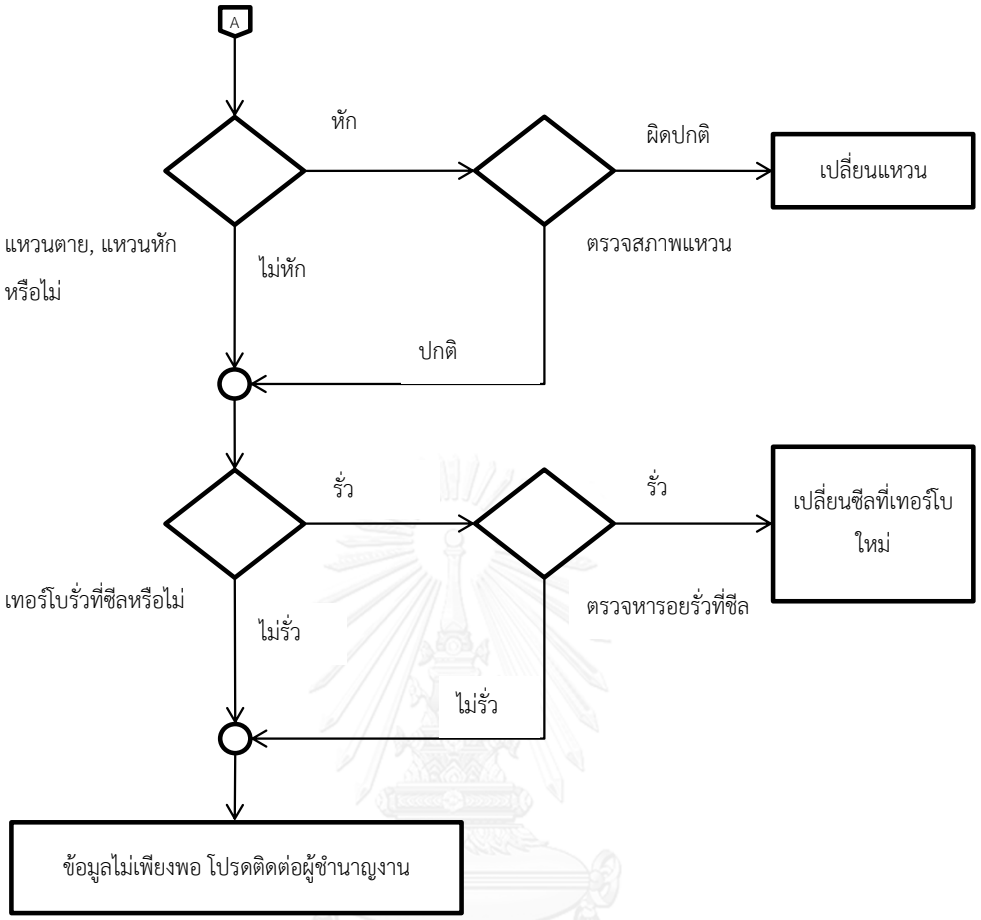


รูปที่ ข.12 การตรวจเช็คอาการเครื่องเดินไม่ครบสูบตลอดเวลา

อาการกินน้ำมันเครื่องมาก เกิดจากสาเหตุประกอบไปด้วย 1) เติมน้ำมันเครื่องมากเกินไป 2) น้ำมันเครื่องรั่ว 3) เติมน้ำมันเครื่องผิดเกรด 4) แหวนตายหรือหัก 5) เทอร์โบรั่วที่ซีล โดยมีผังการตรวจเช็ค ดังรูปที่ ข.13

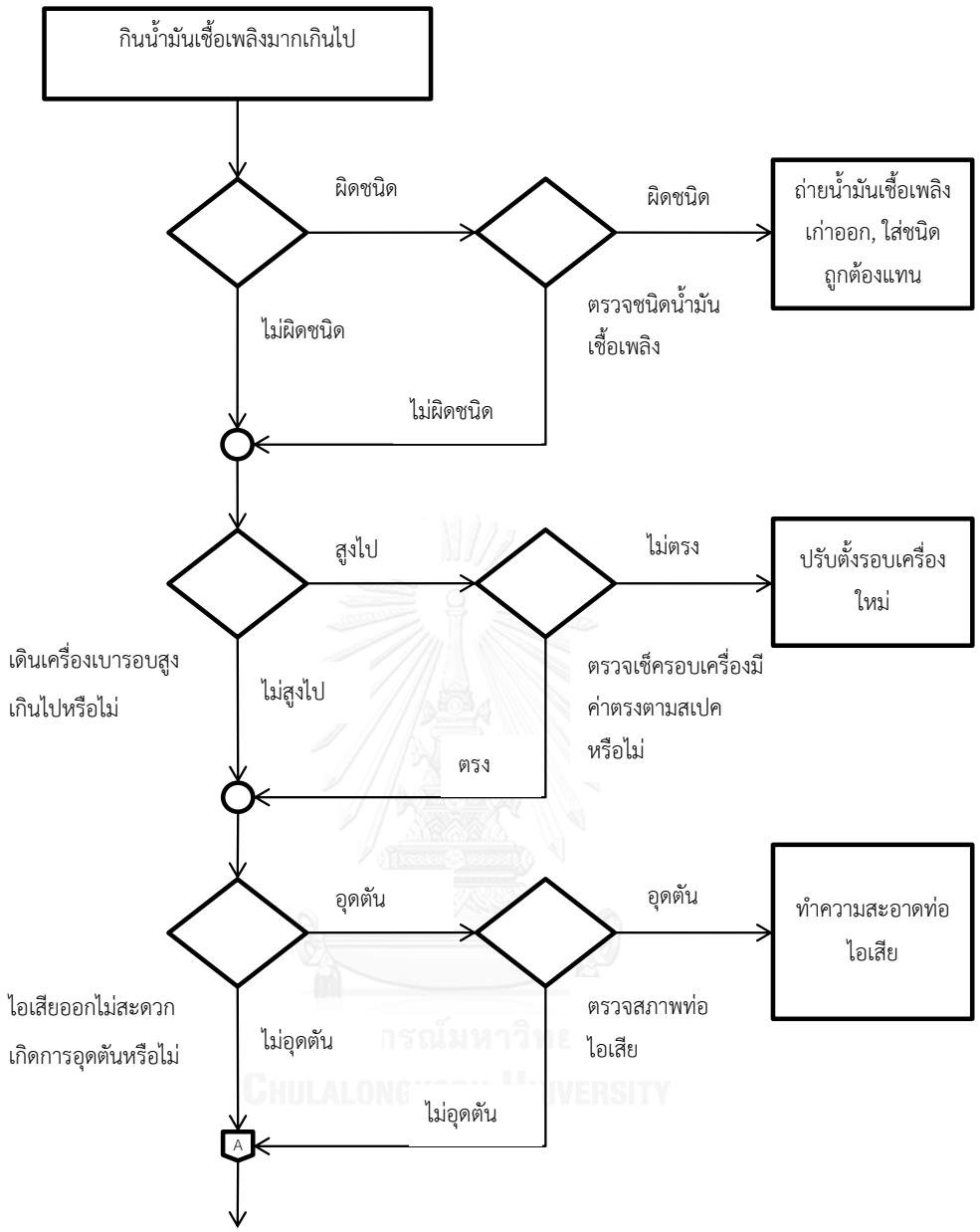


รูปที่ ข.13 การตรวจเช็คอาการกินน้ำมันเครื่องมาก

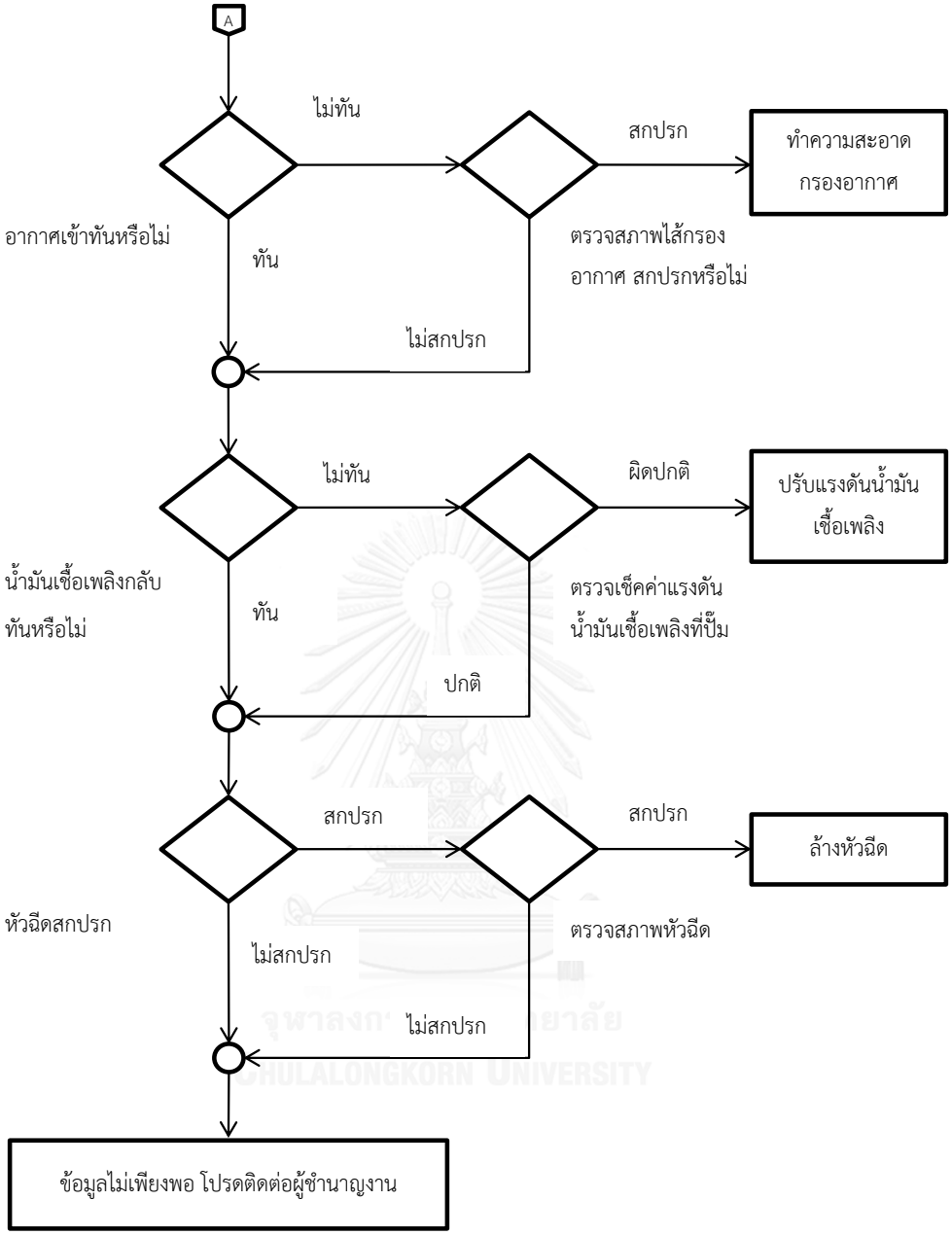


รูปที่ ข.13 การตรวจเช็คอาการกินน้ำมันเครื่องมาก (ต่อ)

อาการกินน้ำมันเชื้อเพลิงมากเกินไป เกิดจากสาเหตุประกอบไปด้วย 1) เติมน้ำมันเชื้อเพลิงผิดชนิด 2) เดินเครื่องรอบเบานานเกินไป 3) ไอเสียออกไม่สะดวก เกิดการอุดตัน 4) อากาศเข้าไม่ทัน 5) น้ำมันเชื้อเพลิงกลับไม่ทัน 6) หัวฉีดสกปรก โดยมีผังการตรวจเช็ค ดังรูปที่ ข.14

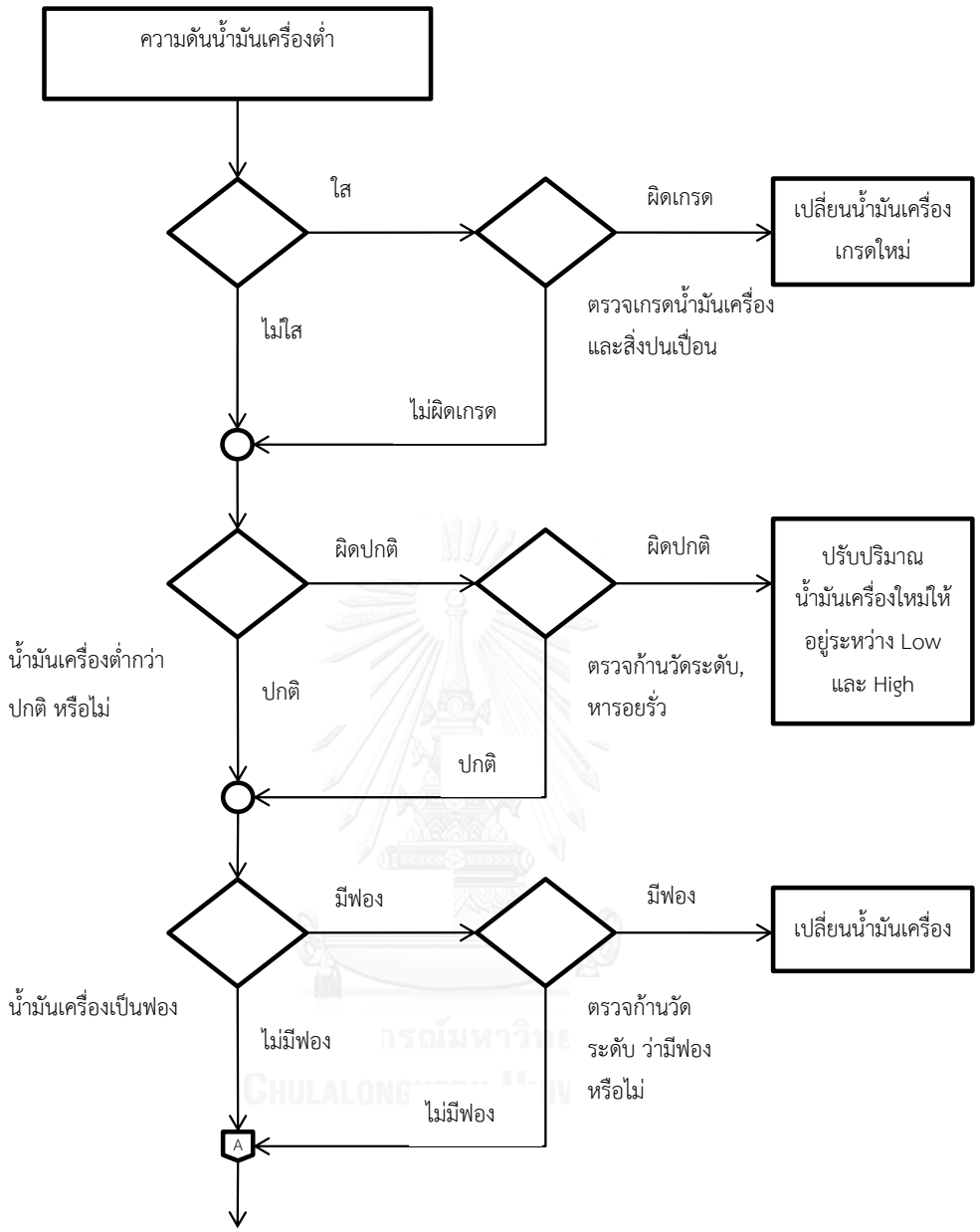


รูปที่ ข.14 การตรวจเช็คอาการกินน้ำมันเชื้อเพลิงมากเกินไป

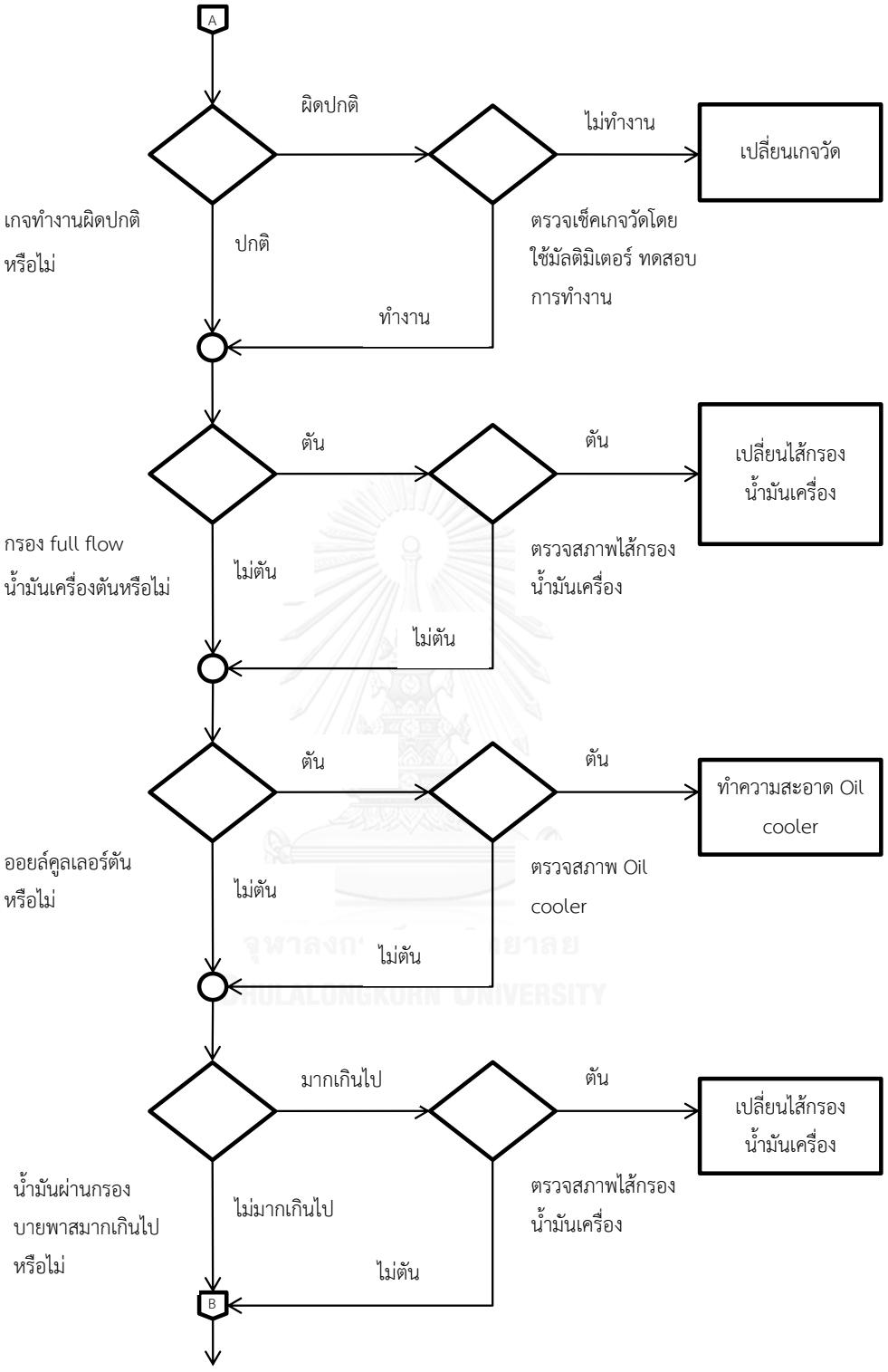


รูปที่ ข.14 การตรวจเช็คอาการกินน้ำมันเชื้อเพลิงมากเกินไป (ต่อ)

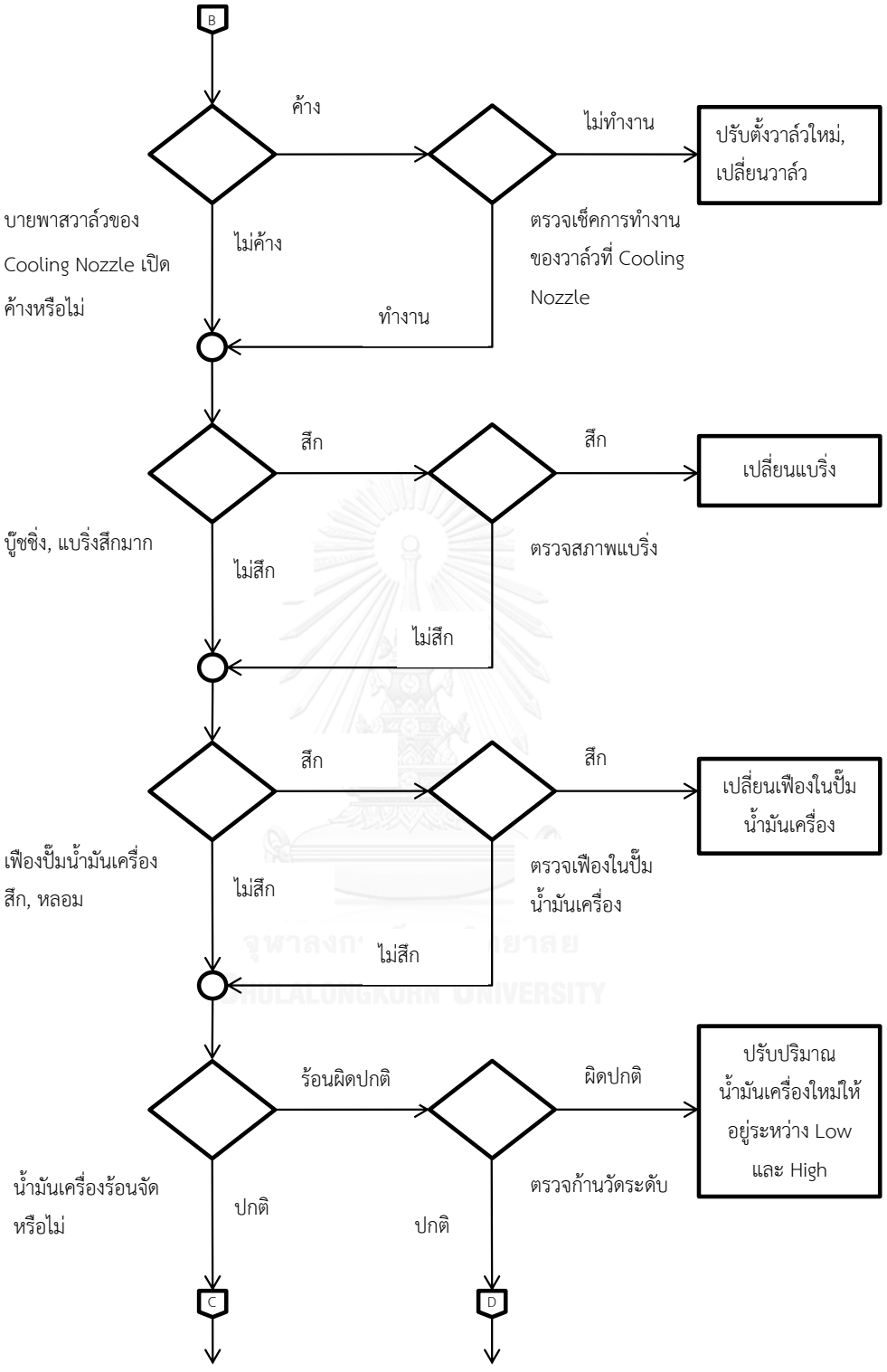
อาการความดันน้ำมันเครื่องต่ำ เกิดจากสาเหตุประกอบไปด้วย 1) น้ำมันเครื่องใสเกินไป 2) น้ำมันเครื่องต่ำกว่าปกติ 3) น้ำมันเครื่องเป็นฟอง 4) เกจทำงานผิดปกติ 5) กรอง Full flow น้ำมันเครื่องตัน 6) ออยล์คูลเลอร์ตัน 7) น้ำมันเชื้อเพลิงผ่านกรองบายพาสมากเกินไป 8) บายพาสวาล์วของ Cooling nozzle เปิดค้าง 9) บุ๊ชชิ่งหรือแบรริ่งสึกมาก 10) เฟืองปั๊มน้ำมันเครื่องสึก 11) น้ำมันเครื่องร้อนจัด 12) ท่อดูดในเครื่องหลวม 13) เร็กกูเลเตอร์ในปั๊มน้ำมันเครื่องเปิดค้าง โดยมีผังการตรวจเช็ค ดังรูปที่ ข.15



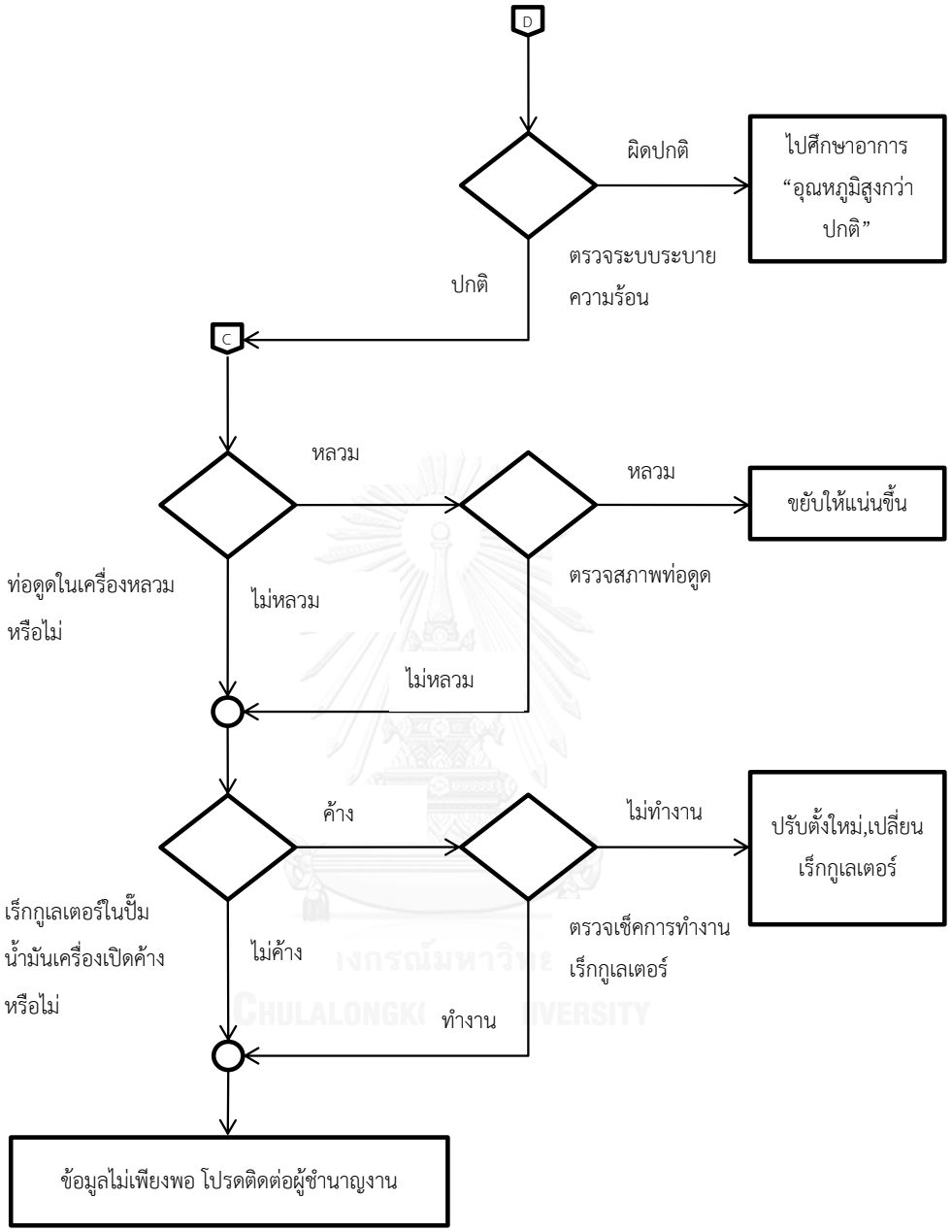
รูปที่ ข.15 การตรวจเช็คอาการความดันน้ำมันเครื่องต่ำ



รูปที่ ข.15 การตรวจเช็คอาการความดันน้ำมันเครื่องต่ำ (ต่อ)

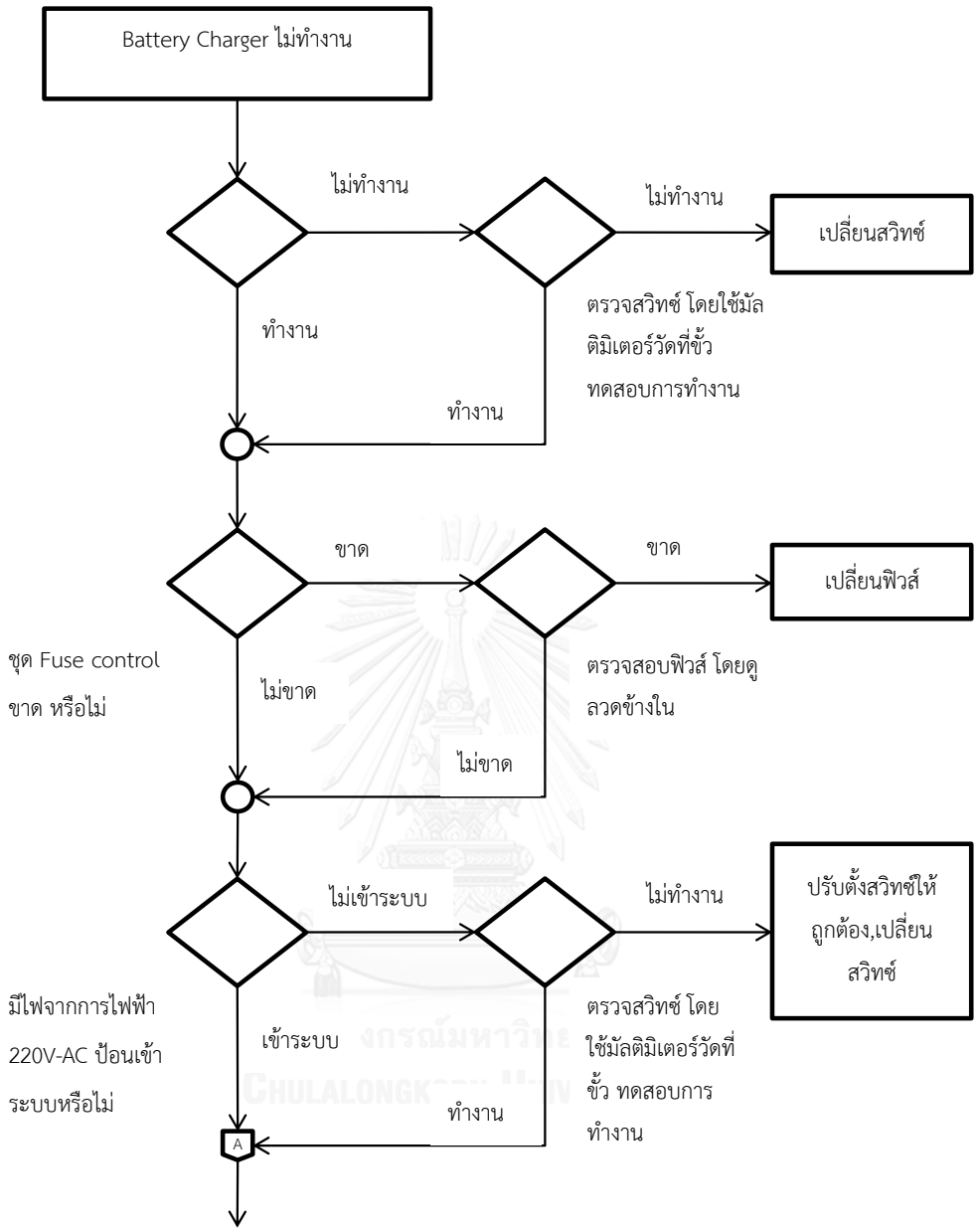


รูปที่ ข.15 การตรวจเช็คอาการความดันน้ำมันเครื่องต่ำ (ต่อ)

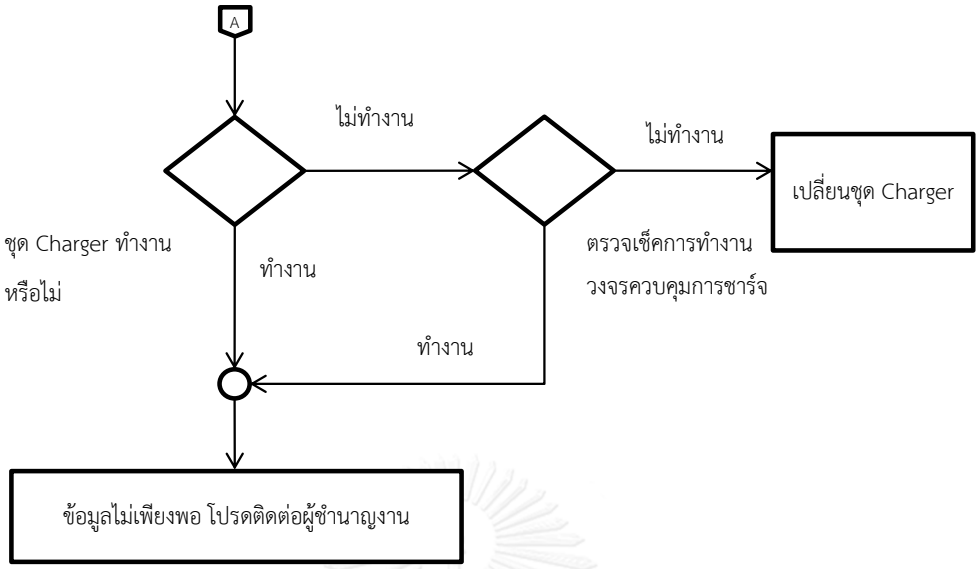


รูปที่ ข.15 การตรวจเช็คอาการความดันน้ำมันเครื่องต่ำ (ต่อ)

อาการความดันน้ำมันเครื่องต่ำ เกิดจากสาเหตุประกอบไปด้วย 1) On switch charger แล้วไม่ทำงาน 2) ชุด fuse control ขาด 3) ไม่มีไฟจากการไฟฟ้า 220 V ป้อนเข้าระบบ 4) ชุด Charger ไม่ทำงาน โดยมีผังการตรวจเช็ค ดังรูปที่ ข.16



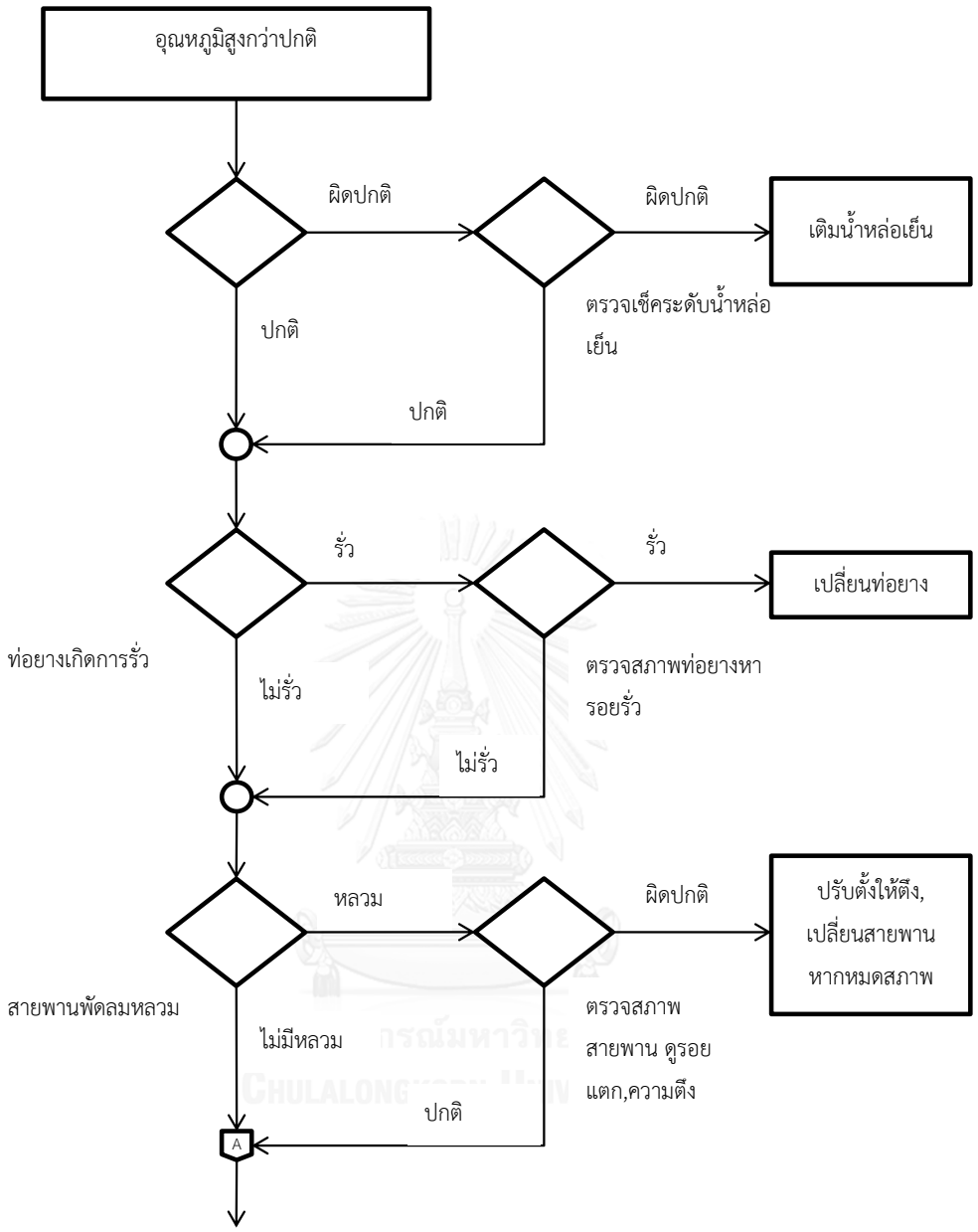
รูปที่ ข.16 การตรวจเช็คอาการ Battery Charger ไม่ทำงาน



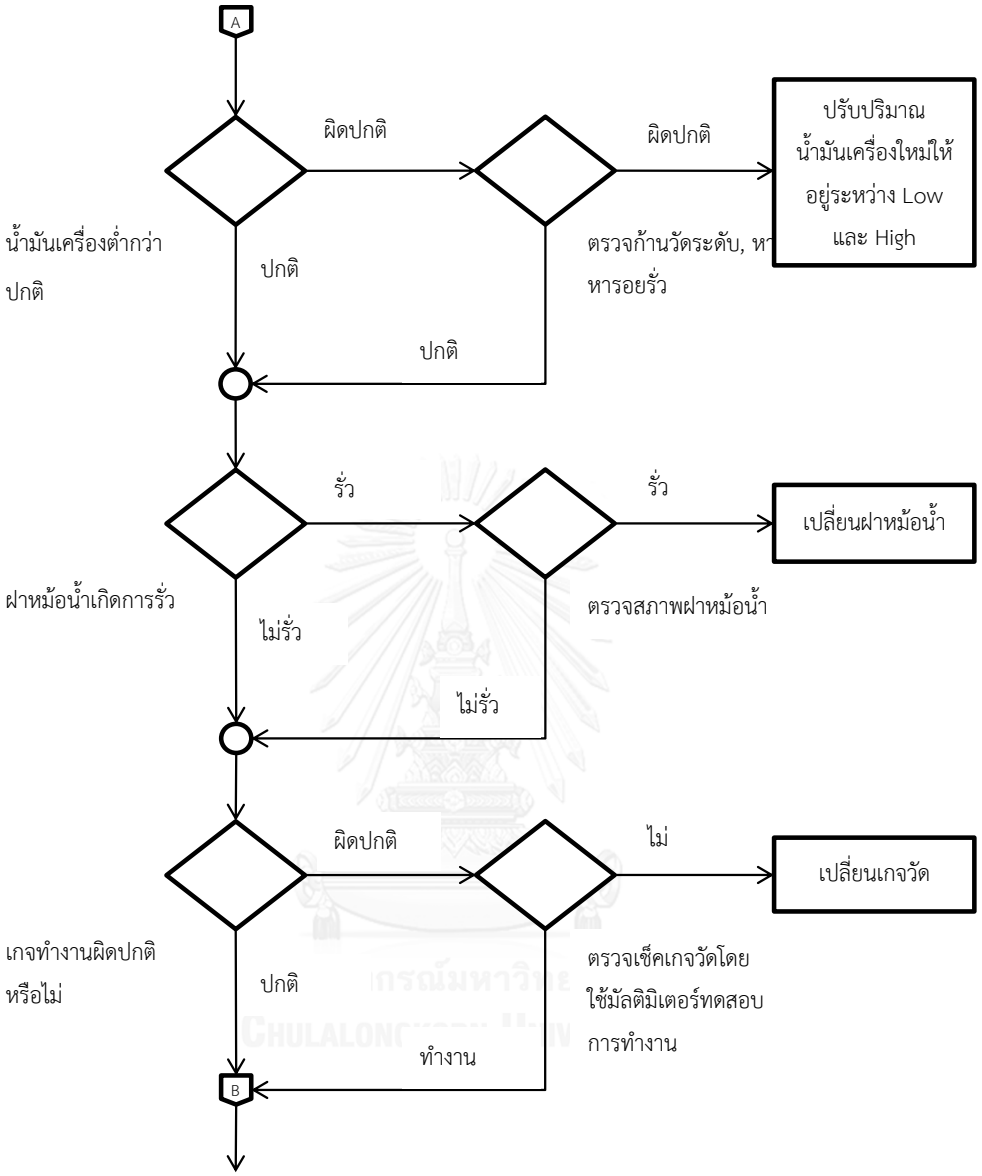
รูปที่ ข.16 การตรวจเช็คอาการ Battery Charger ไม่ทำงาน (ต่อ)

อาการอุณหภูมิสูงกว่าปกติ เกิดจากสาเหตุประกอบไปด้วย 1) ระดับน้ำหล่อเย็นต่ำ 2) ท่อยางเกิดการรั่ว 3) น้ำมันเครื่องเป็นฟอง 4) กรอง Full flow น้ำมันเครื่องตัน 5) สายพานพัดลมหลวม 6) ฝาหม้อน้ำเกิดการรั่ว 7) หม้อน้ำเกิดการเสียหายหรือรั่ว โดยมีผังการตรวจเช็ค ดังรูปที่ ข.17

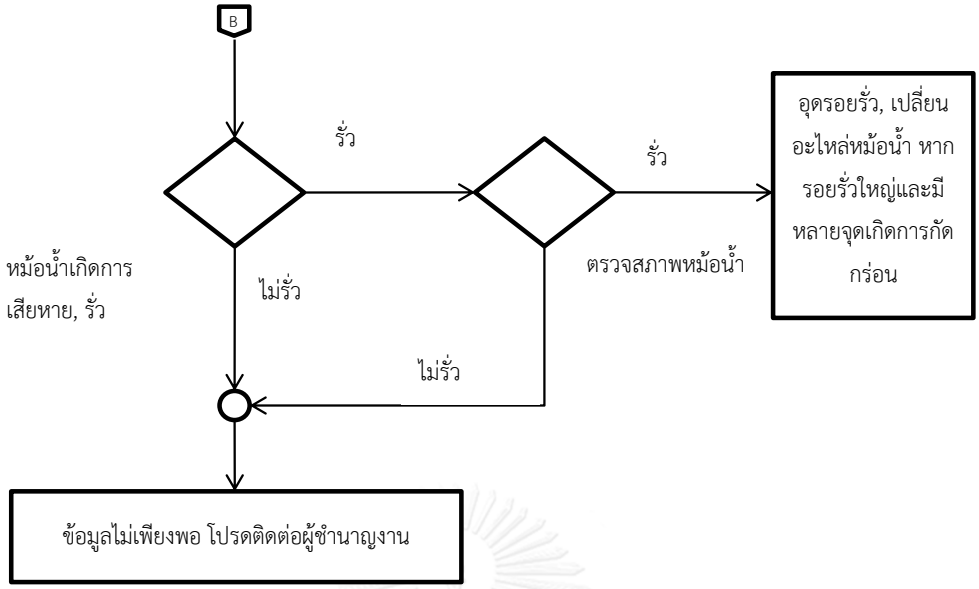
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University



รูปที่ ข.17 การตรวจเช็คอาการอุณหภูมิสูงกว่าปกติ

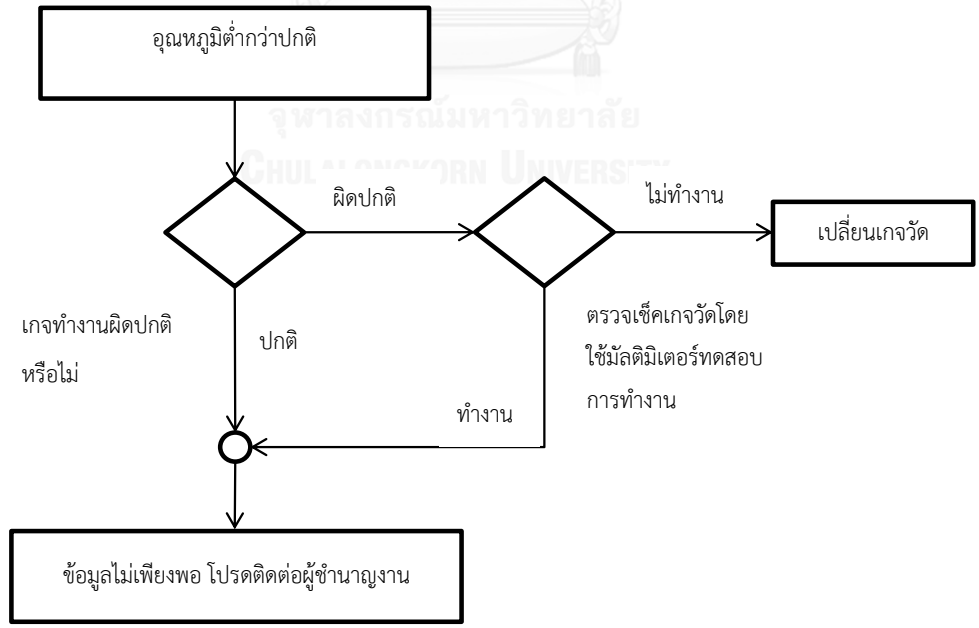


รูปที่ ข.17 การตรวจเช็คอาการอุณหภูมิสูงกว่าปกติ (ต่อ)



รูปที่ ข.17 การตรวจเช็คอาการอุณหภูมิสูงกว่าปกติ (ต่อ)

อาการอุณหภูมิต่ำกว่าปกติ เกิดจากสาเหตุประกอบไปด้วย 1) เกจวัดทำงานผิดปกติ โดยมีผังการตรวจเช็ค ดังรูปที่ ข.18

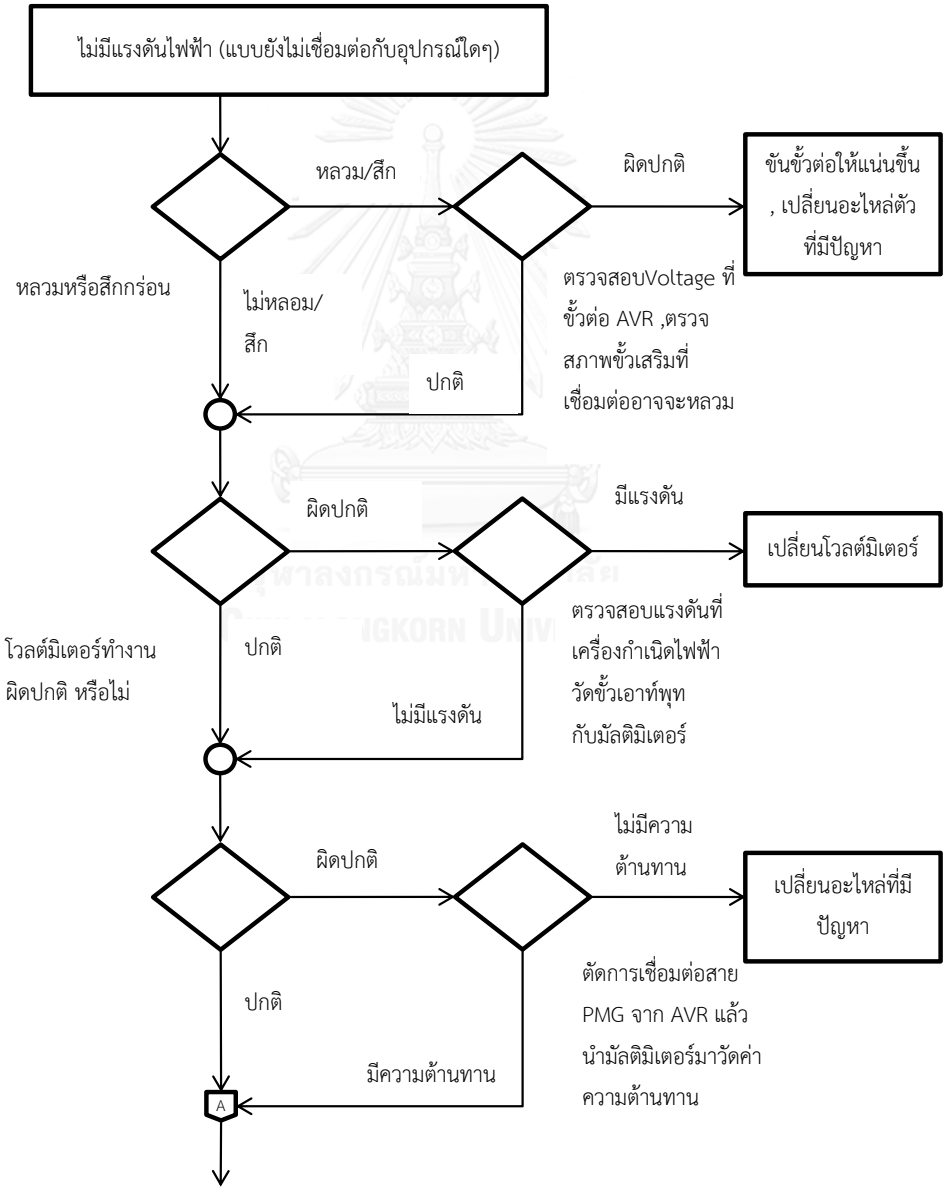


รูปที่ ข.18 การตรวจเช็คอาการอุณหภูมิต่ำกว่าปกติ

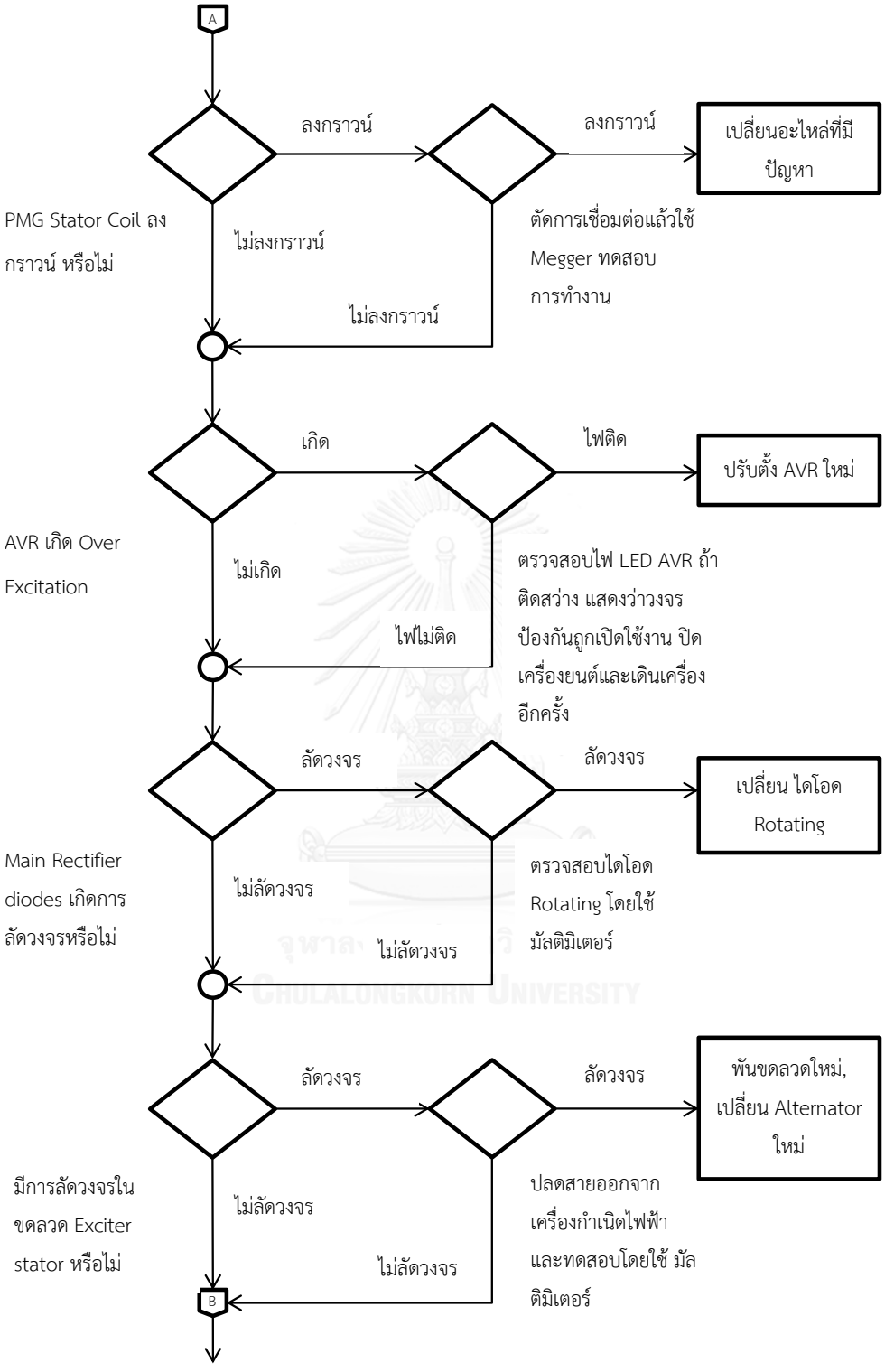
ภาคผนวก ค

ผังความคิดการตรวจเช็ค อาการผิดปกติของตัวผลิตกระแสไฟฟ้า

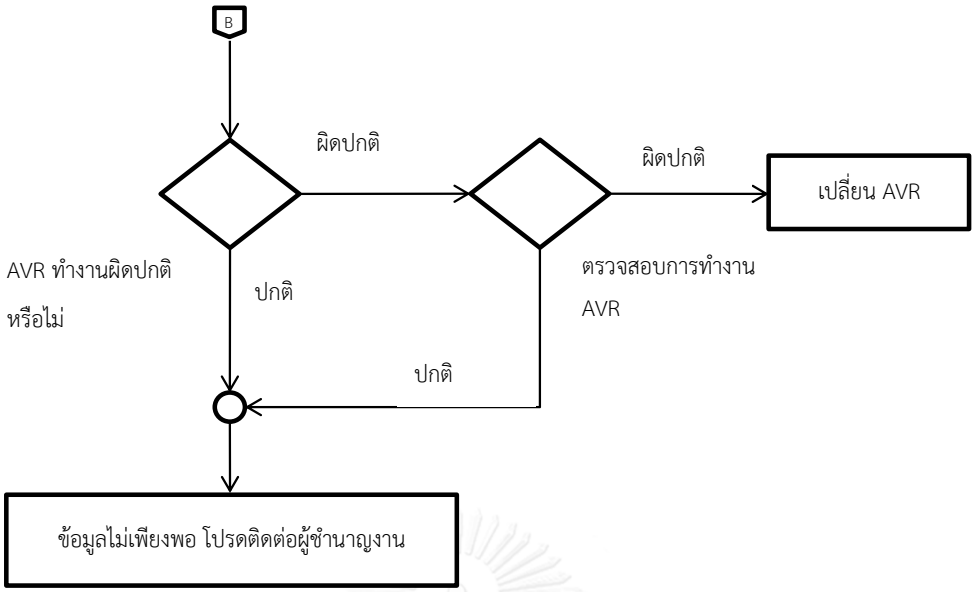
อาการไม่มีแรงดันไฟฟ้า (แบบยังไม่เชื่อมต่อกับอุปกรณ์ใดๆ) เกิดจากสาเหตุประกอบไปด้วย 1) ขั้วหลวมหรือสึกกร่อน 2) โวลต์มิเตอร์ทำงานผิดปกติ 3) PMG exciter coil ทำงานผิดปกติ 4) PMG stator coil ลงกราวน์ 5) AVR เกิด Over excitation 6) Main rectifier diodes เกิดลัดวงจร 7) มีการลัดวงจรใน Exciter stator 8) AVRทำงานผิดปกติ โดยมีผังการตรวจเช็ค ดังรูปที่ ค.1



รูปที่ ค.1 การตรวจเช็คอาการไม่มีแรงดันไฟฟ้า (แบบยังไม่เชื่อมต่อกับอุปกรณ์ใดๆ)



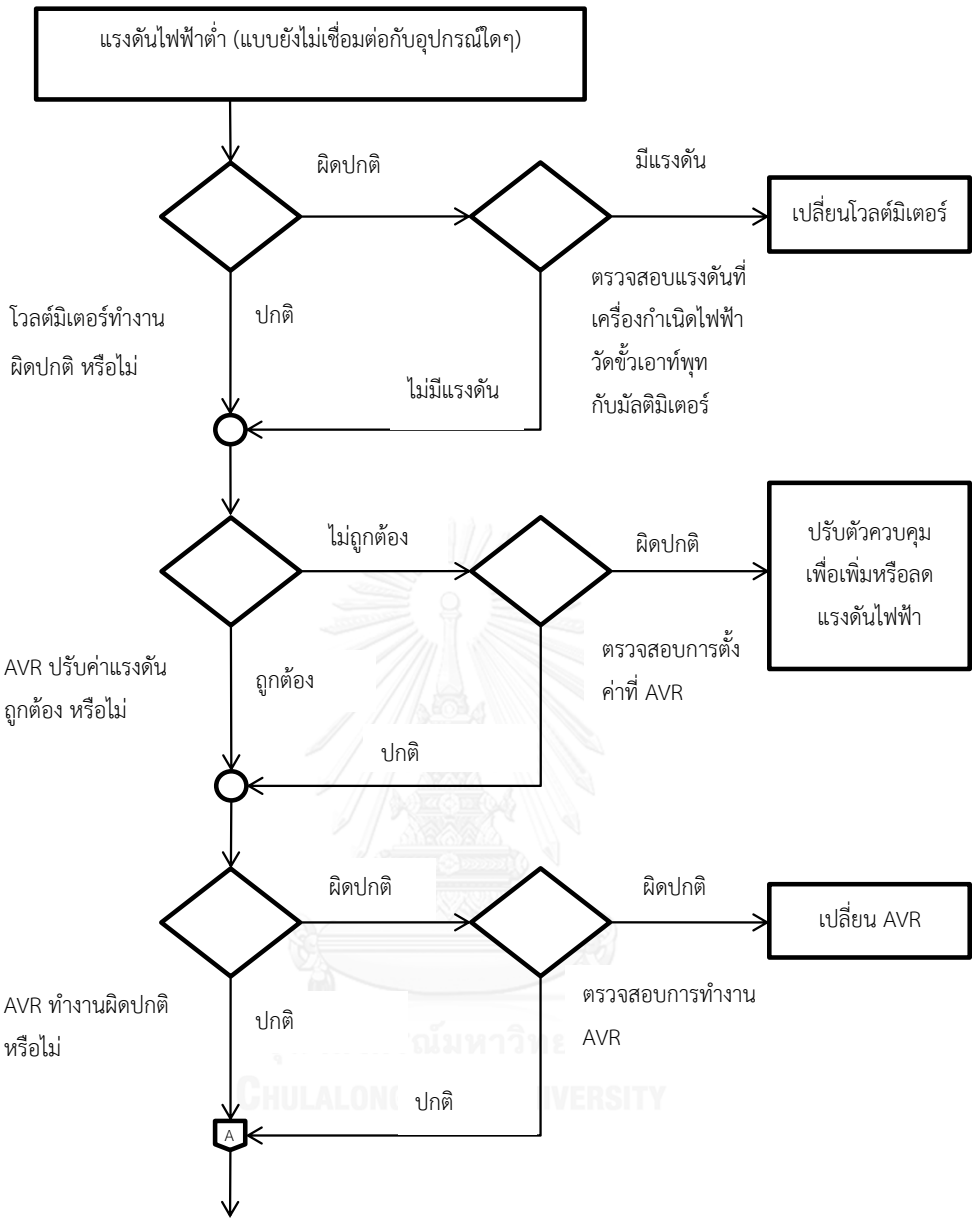
รูปที่ ค.1 การตรวจเช็คอาการไม่มีแรงดันไฟฟ้า (แบบยังไม่เชื่อมต่อกับอุปกรณ์ใดๆ) (ต่อ)



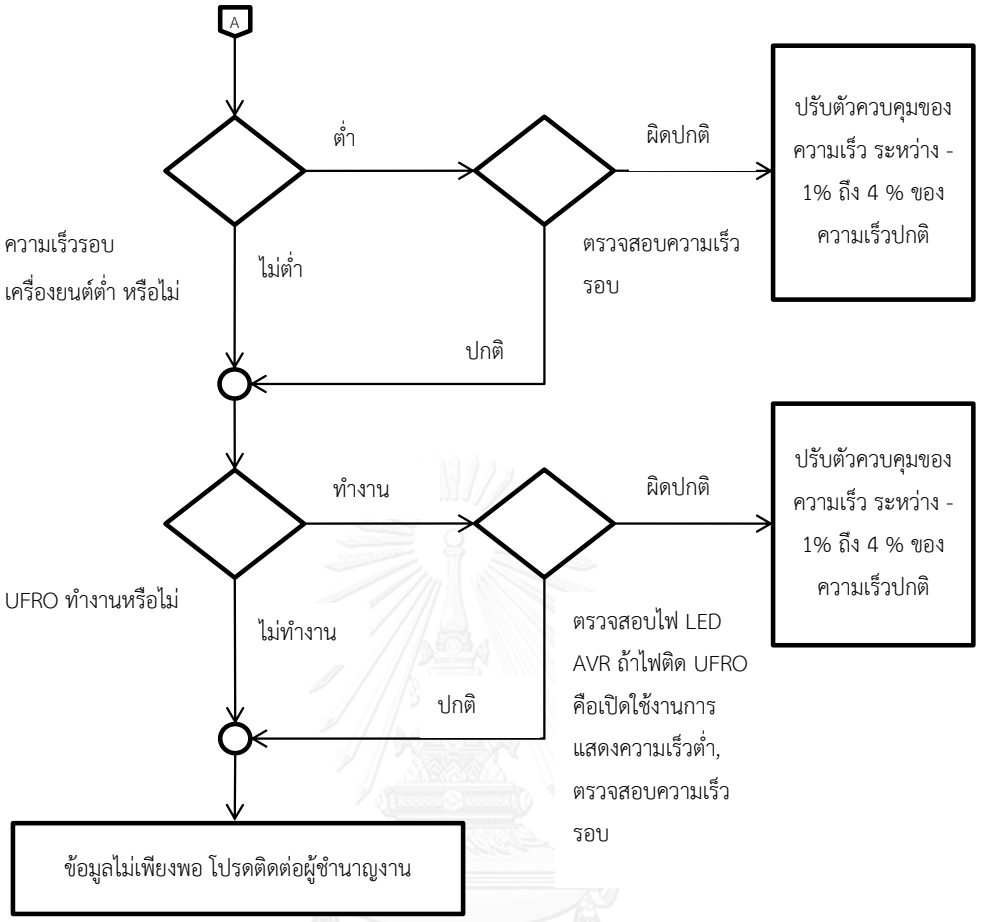
รูปที่ ค.1 การตรวจเช็คอาการไม่มีแรงดันไฟฟ้า (แบบยังไม่เชื่อมต่อกับอุปกรณ์ใดๆ) (ต่อ)

อาการแรงดันไฟฟ้าต่ำ (แบบยังไม่เชื่อมต่อกับอุปกรณ์ใดๆ) เกิดจากสาเหตุประกอบไปด้วย 1) โวลต์มิเตอร์ทำงานผิดปกติ 2) AVR ทำงานผิดปกติ 3) AVR ปรับค่าแรงดันไม่ถูกต้อง 4) ความเร็วรอบเครื่องยนต์ต่ำ 5) UFRO ทำงานในวงจร โดยมีผังการตรวจเช็ค ดังรูปที่ ค.2

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University



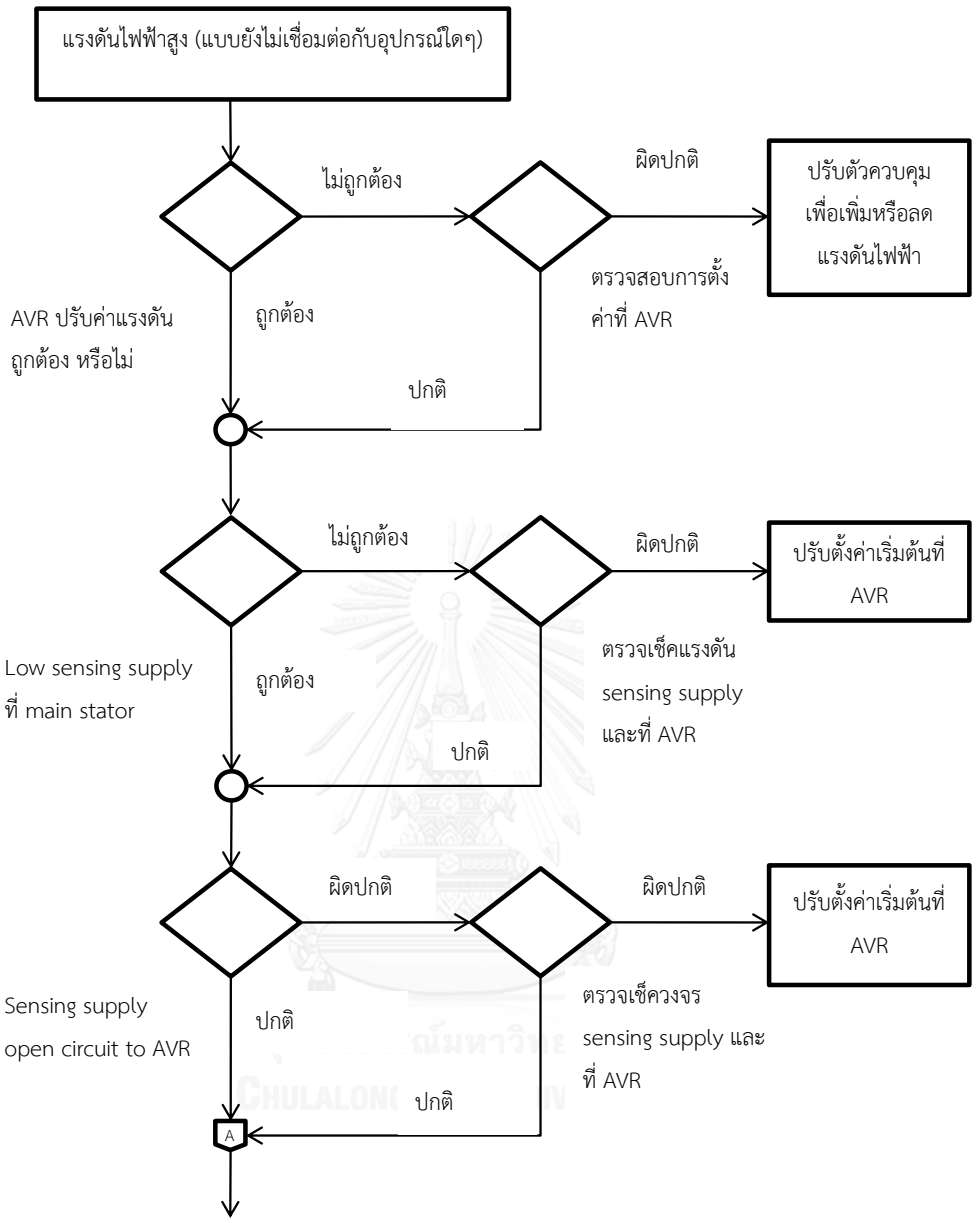
รูปที่ ค.2 การตรวจเช็คอาการแรงดันไฟฟ้าต่ำ (แบบยังไม่เชื่อมต่อกับอุปกรณ์ใดๆ)



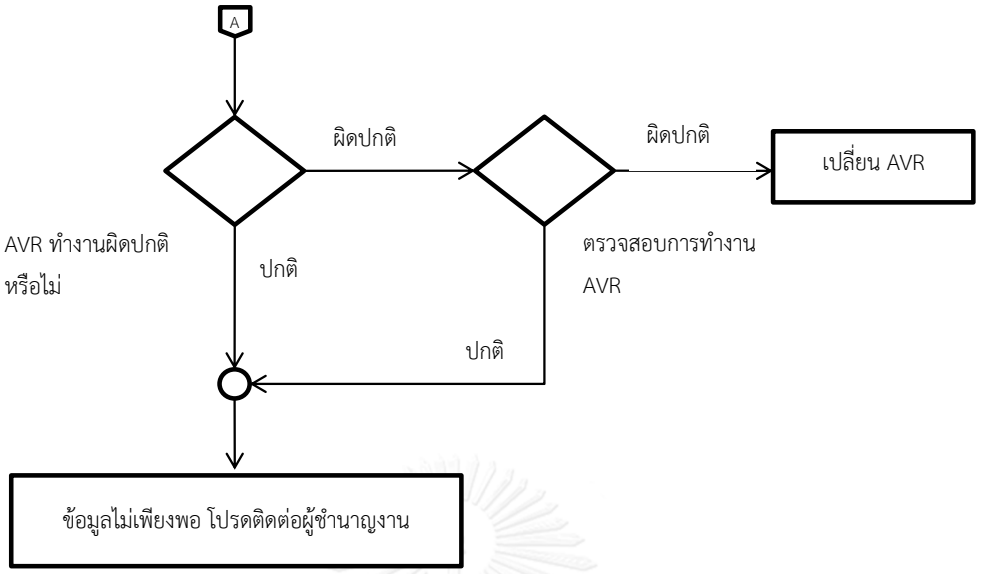
รูปที่ ค.2 การตรวจเช็คอาการแรงดันไฟฟ้าต่ำ (แบบยังไม่เชื่อมต่อกับอุปกรณ์ใดๆ) (ต่อ)

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

อาการแรงดันไฟฟ้าสูง (แบบยังไม่เชื่อมต่อกับอุปกรณ์ใดๆ) เกิดจากสาเหตุประกอบไปด้วย 1) Low sensing supply ที่ main stator 2) Sensing supply เปิดวงจรที่ AVR 3) AVR ทำงานผิดปกติ 4. AVR ปรับค่าแรงดันไม่ถูกต้อง โดยมีผังการตรวจเช็ค ดังรูปที่ ค.3



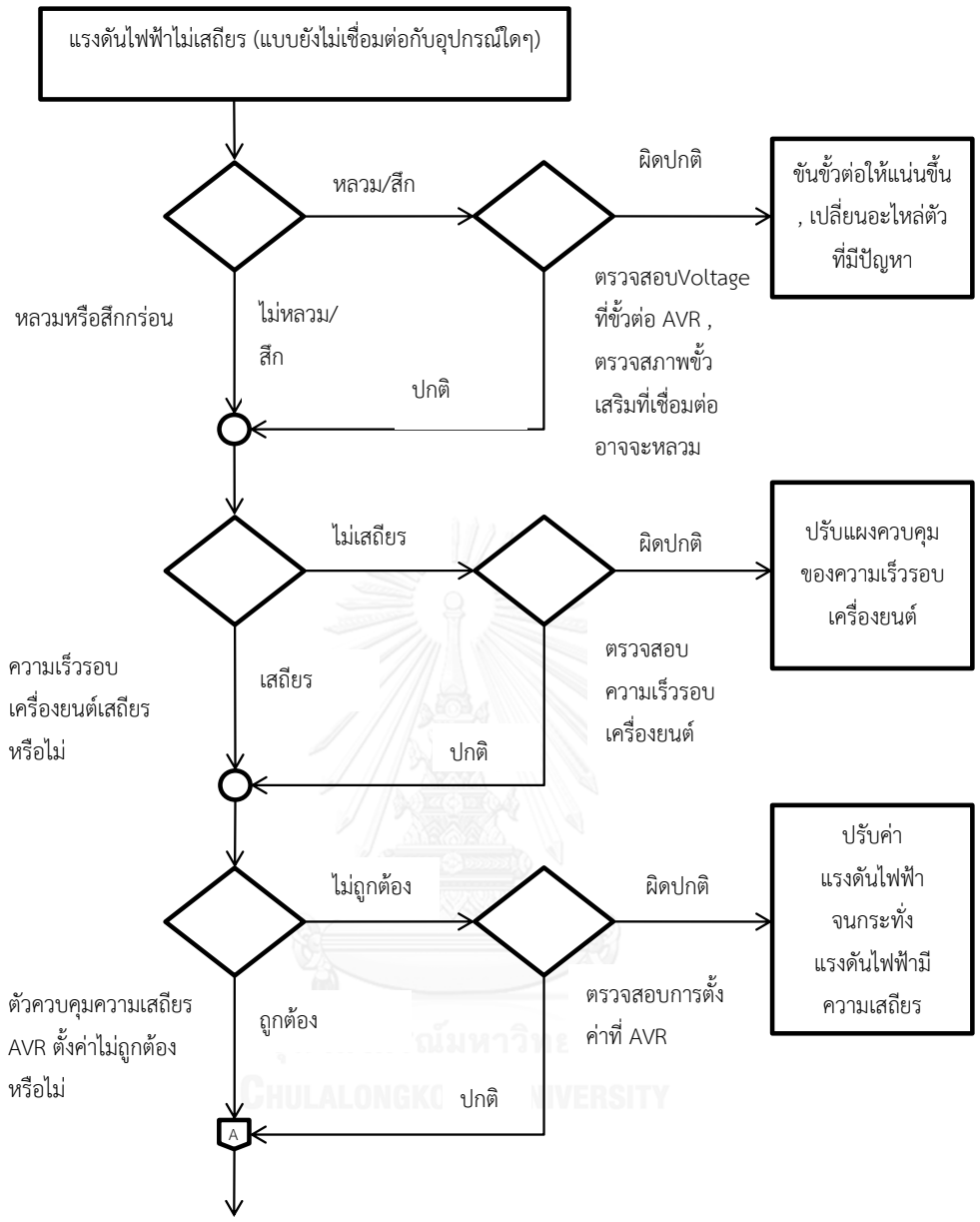
รูปที่ ค.3 การตรวจเช็คอาการแรงดันไฟฟ้าสูง (แบบยังไม่เชื่อมต่อกับอุปกรณ์ใดๆ)



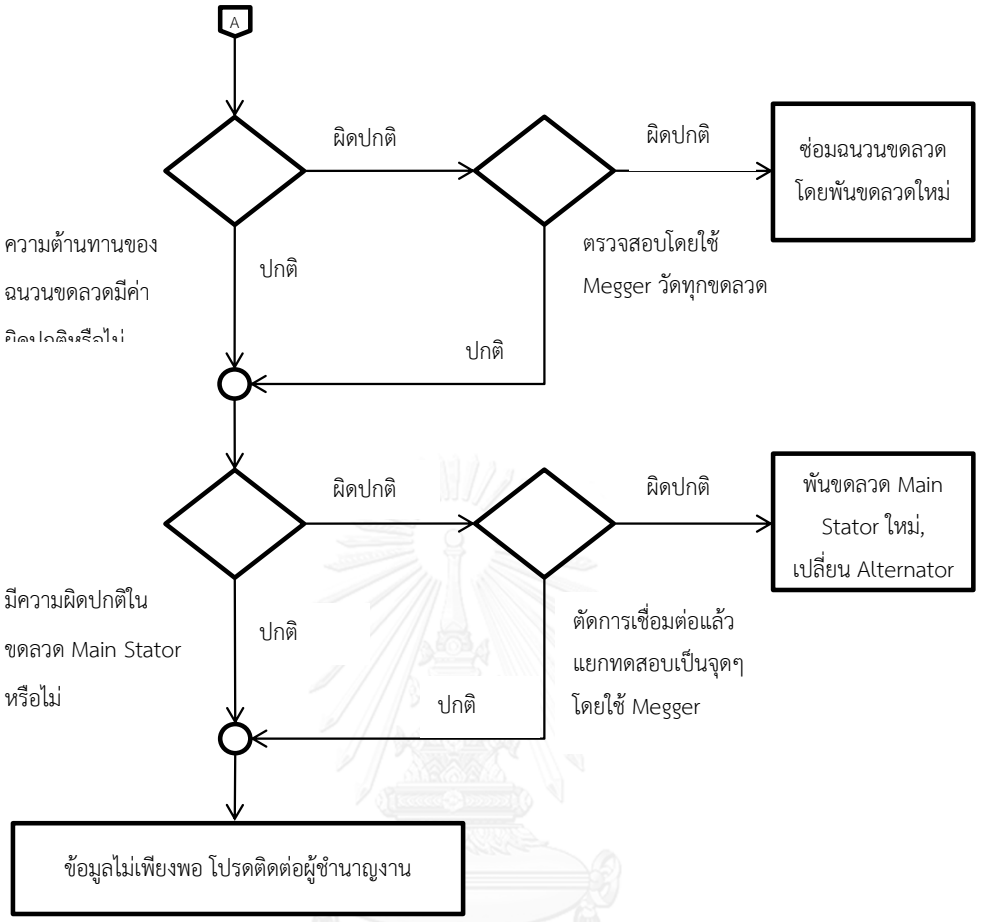
รูปที่ ค.3 การตรวจเช็คอาการแรงดันไฟฟ้าสูง (แบบยังไม่เชื่อมต่อกับอุปกรณ์ใดๆ)

อาการแรงดันไฟฟ้าไม่เสถียร (แบบยังไม่เชื่อมต่อกับอุปกรณ์ใดๆ) เกิดจากสาเหตุประกอบไปด้วย 1) ขั้วหลวมหรือสึกกร่อน 2) ความเร็วรอบเครื่องยนต์ไม่เสถียร 3) ตัวควบคุมความเสถียร AVR ตั้งค่าไม่ถูกต้อง 4) ความต้านทานของฉนวนขดลวดมีค่าผิดปกติ 5) มีความผิดปกติในขดลวด Main stator โดยมีผังการตรวจเช็ค ดังรูปที่ ค.4

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University



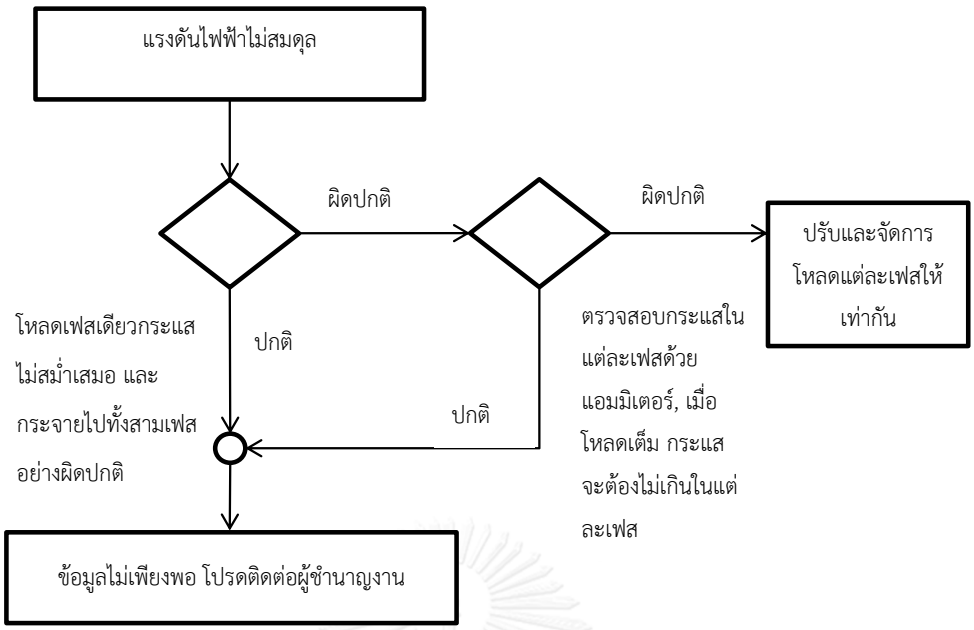
รูปที่ ค.4 การตรวจเช็คอาการแรงดันไฟฟ้าไม่เสถียร (แบบยังไม่เชื่อมต่อกับอุปกรณ์ใดๆ)



รูปที่ ค.4 การตรวจเช็คอาการแรงดันไฟฟ้าไม่เสถียร (แบบยังไม่เชื่อมต่อกับอุปกรณ์ใดๆ) (ต่อ)

Chulalongkorn University

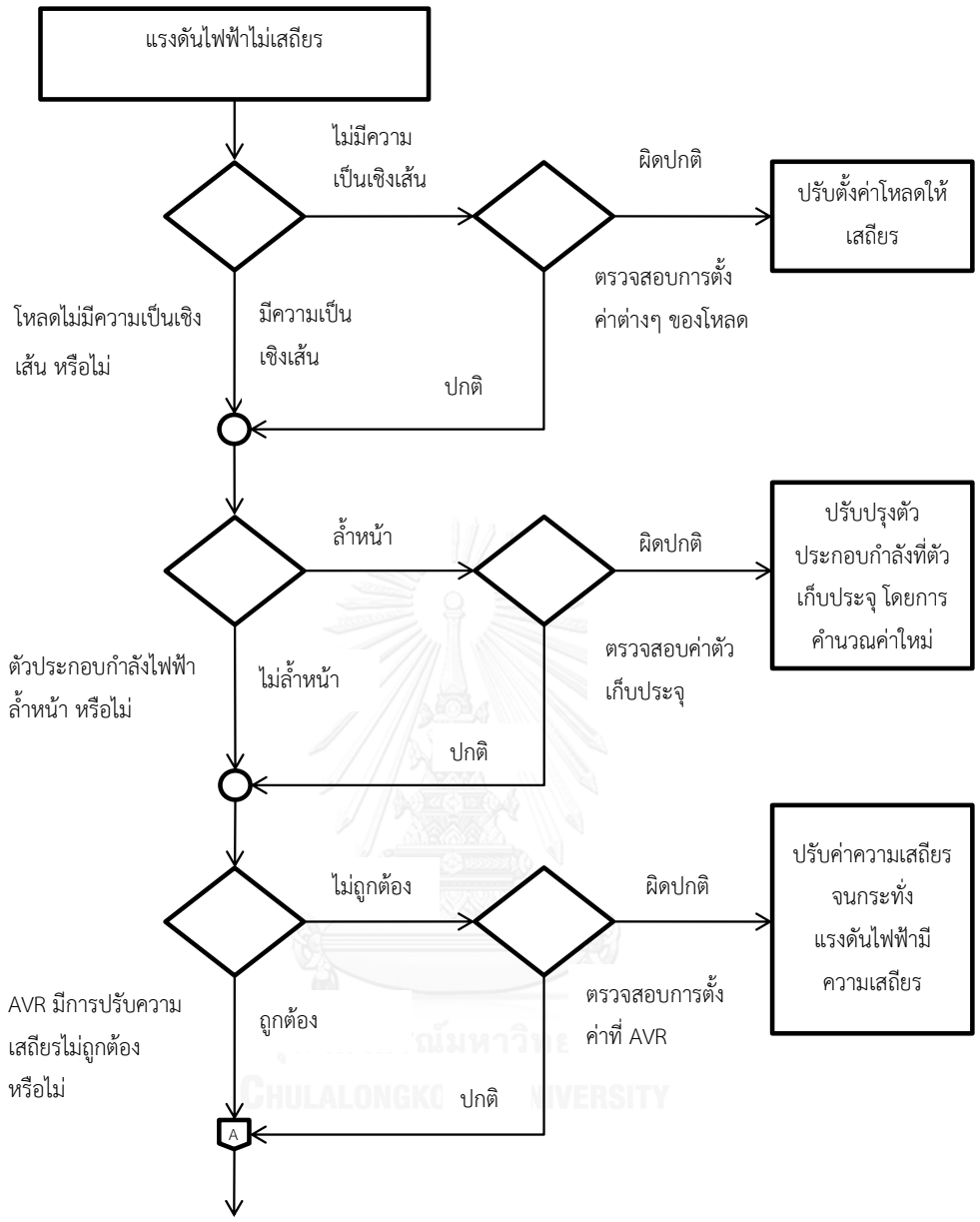
อาการแรงดันไฟฟ้าไม่สมดุล เกิดจากสาเหตุประกอบไปด้วย 1) โหลดเฟสเดียวกระแสไม่สม่ำเสมอและกระจายไปทั้ง 3 เฟส โดยมีผังการตรวจเช็ค ดังรูปที่ ค.5



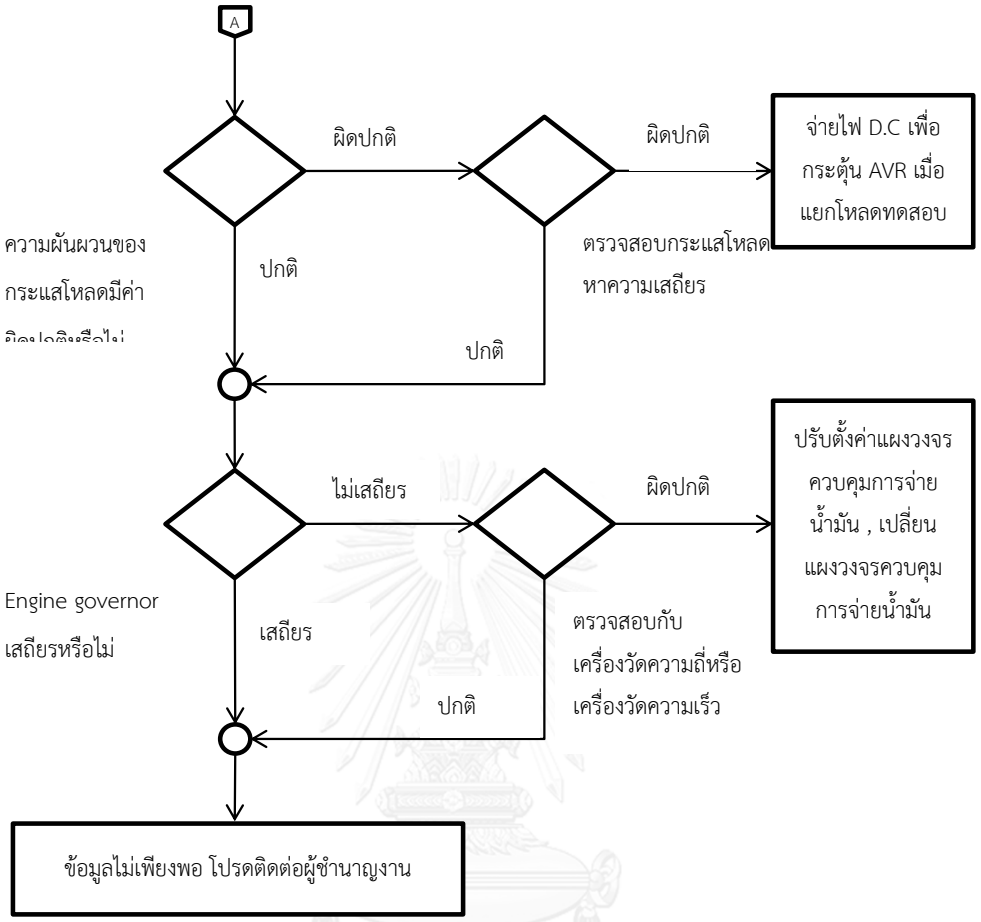
รูปที่ ค.5 การตรวจเช็คอาการแรงดันไฟฟ้าไม่สมดุล

อาการแรงดันไฟฟ้าไม่เสถียร เกิดจากสาเหตุประกอบไปด้วย 1) โหลดไม่มีความเป็นเชิงเส้น 2) ตัวประกอบกำลังล้ำหน้า 3) AVR มีการปรับความเสถียรไม่ถูกต้อง 4) ความผันผวนของกระแสโหลด 5) Engine governor ไม่เสถียร โดยมีผังการตรวจเช็ค ดังรูปที่ ค.6

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University



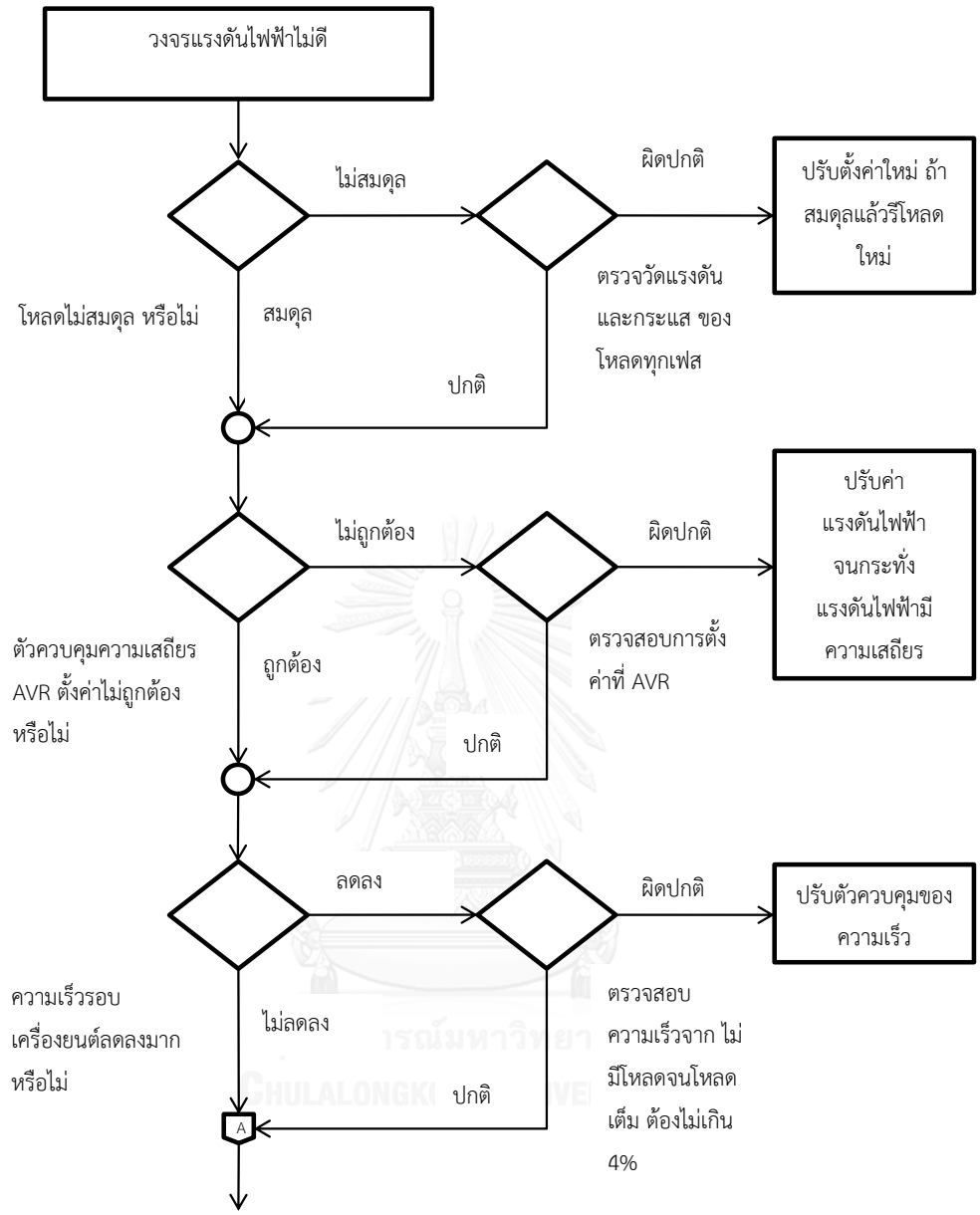
รูปที่ ค.6 การตรวจเช็คอาการแรงดันไฟฟ้าไม่เสถียร



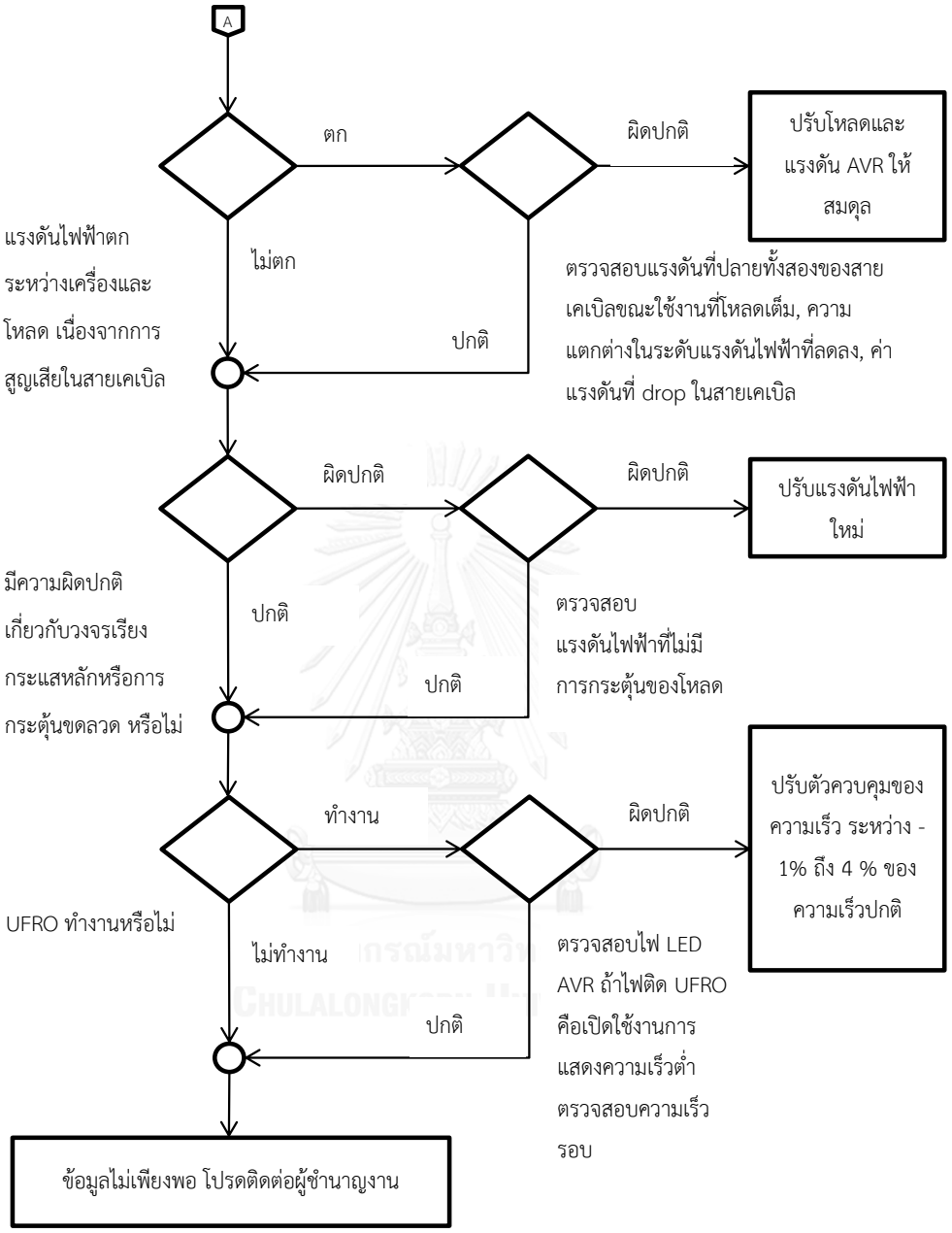
รูปที่ ค.6 การตรวจเช็คอาการแรงดันไฟฟ้าไม่เสถียร (ต่อ)

Chulalongkorn University

อาการวงจรแรงดันไฟฟ้าไม่ดี เกิดจากสาเหตุประกอบไปด้วย 1) โหลดไม่สมดุล 2) ตัวควบคุมความเสถียร AVR ตั้งค่าไม่ถูกต้อง 3) มีความผิดปกติเกี่ยวกับวงจรกระแสหลักหรือกระตุ้นขดลวด 4) ความเร็วรอบเครื่องลดลงมาก 5) แรงดันไฟฟ้าตกระหว่างเครื่องและโหลด เนื่องจากการสูญเสียในสายเคเบิล 6) UFRO ทำงานในวงจร โดยมีผังการตรวจเช็ค ดังรูปที่ ค.7

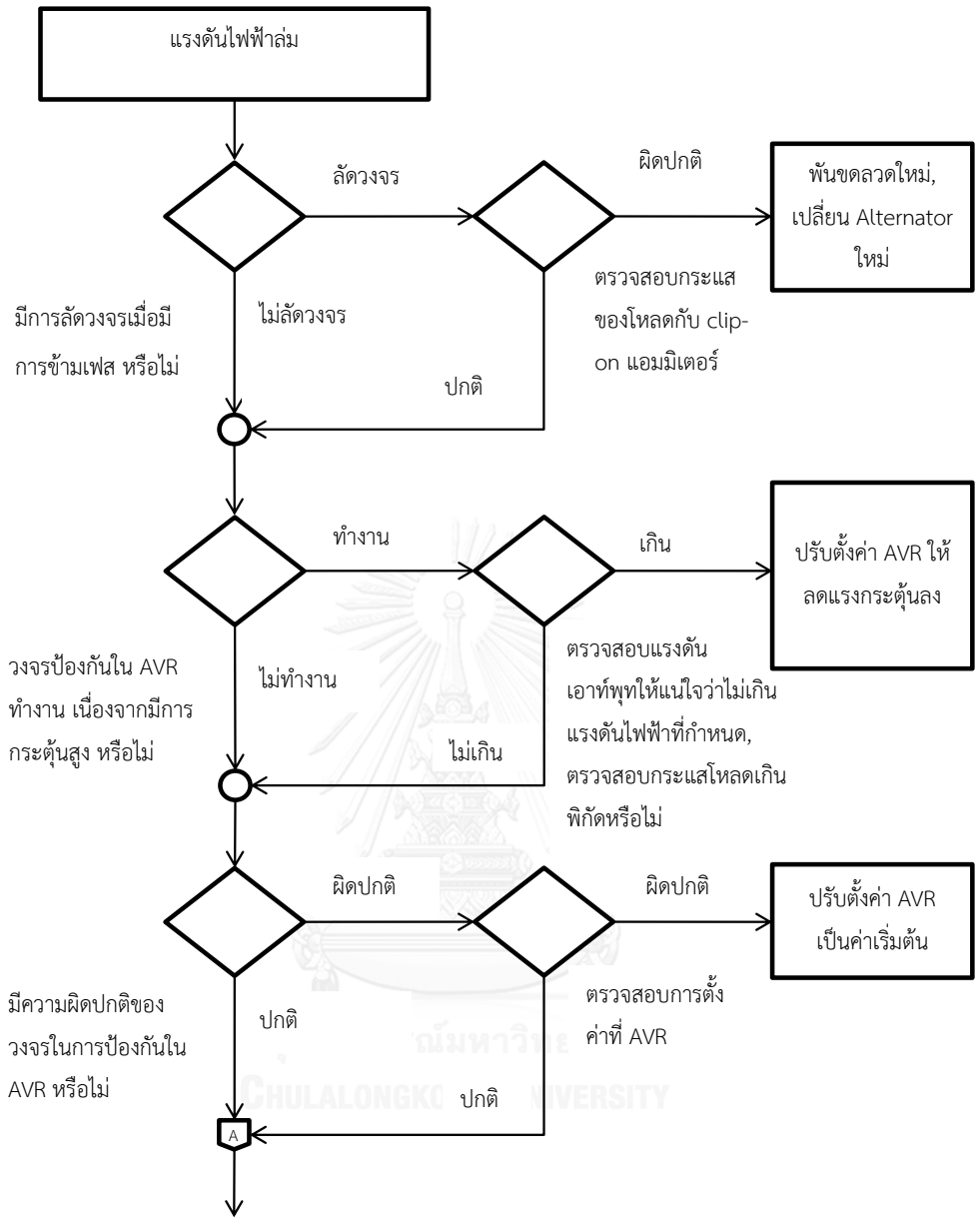


รูปที่ ค.7 การตรวจเช็คอาการวงจรแรงดันไฟฟ้าไม่ดี

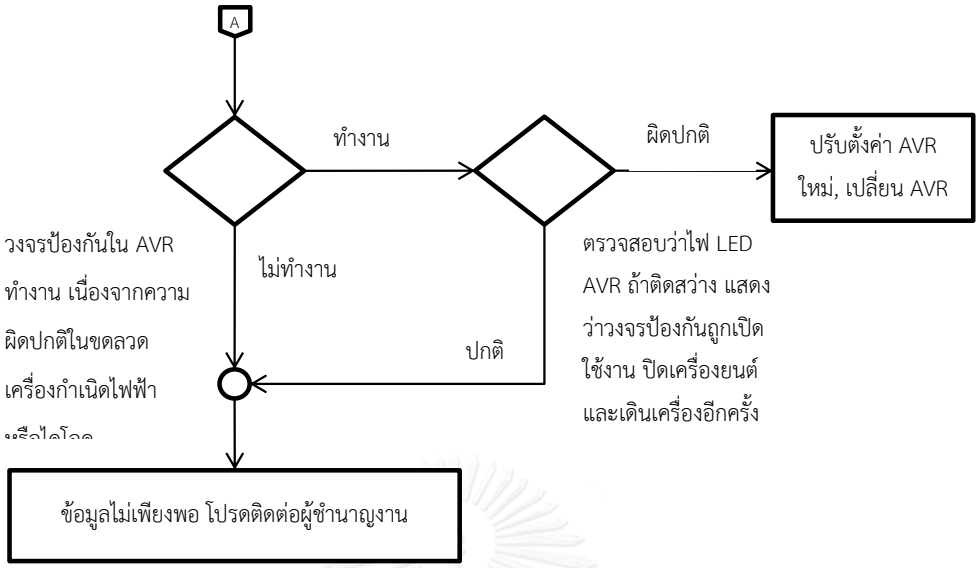


รูปที่ ค.7 การตรวจเช็คอาการวงจรแรงดันไฟฟ้าไม่ดี (ต่อ)

อาการแรงดันไฟฟ้าล่ม เกิดจากสาเหตุประกอบไปด้วย 1) มีการลัดวงจรเมื่อมีการข้ามเฟส 2) วงจรป้องกันใน AVR ทำงาน เนื่องจากมีการกระตุ้นสูง 3) มีความผิดปกติของวงจรป้องกันใน AVR 4) วงจรป้องกันใน AVR ทำงาน เนื่องจากความผิดปกติในขดลวดเครื่องกำเนิดไฟฟ้าหรือไดโอด โดยมีผังการตรวจเช็ค ดังรูปที่ ค.8



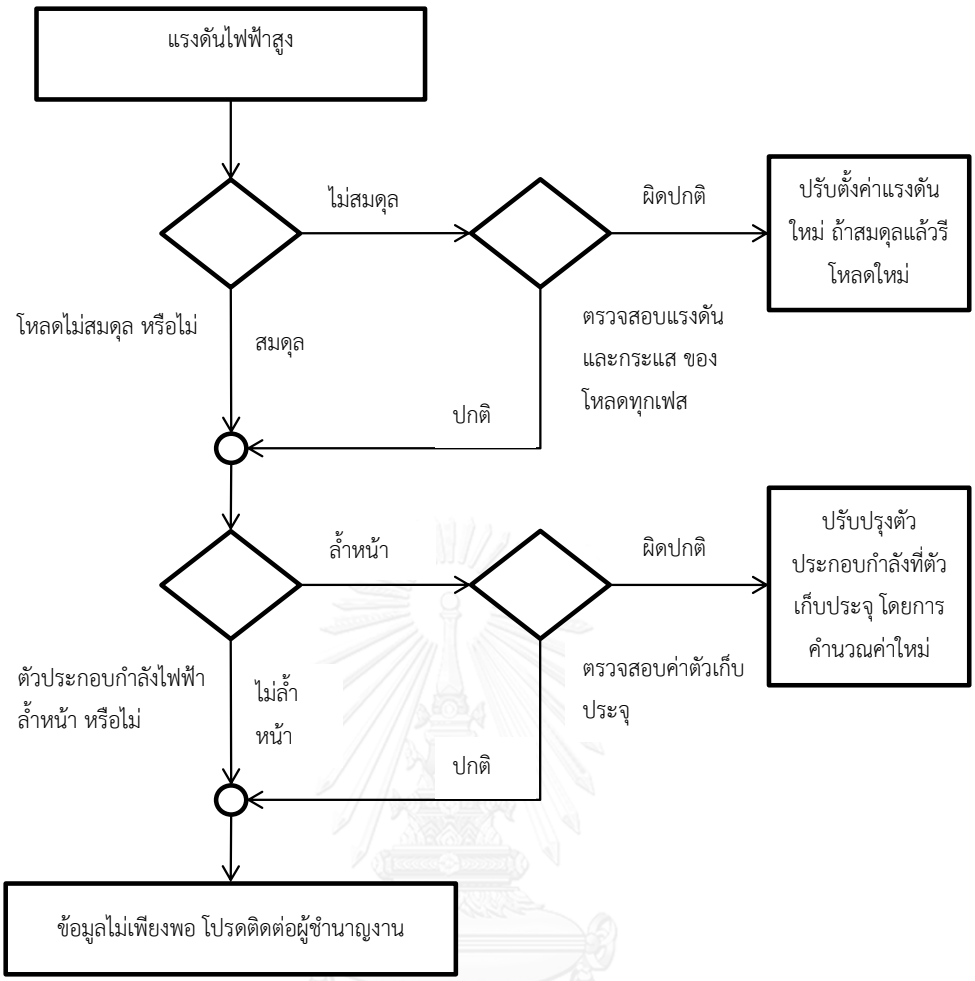
รูปที่ ค.8 การตรวจเช็คอาการแรงดันไฟฟ้าล่ม



รูปที่ ค.8 การตรวจเช็คอาการแรงดันไฟฟ้าล่ม (ต่อ)

อาการแรงดันไฟฟ้าสูง เกิดจากสาเหตุประกอบไปด้วย 1) โหลดไม่สมดุล 2) ตัวประกอบกำลังไฟฟ้าล้ำหน้า โดยมีผังการตรวจเช็ค ดังรูปที่ ค.9

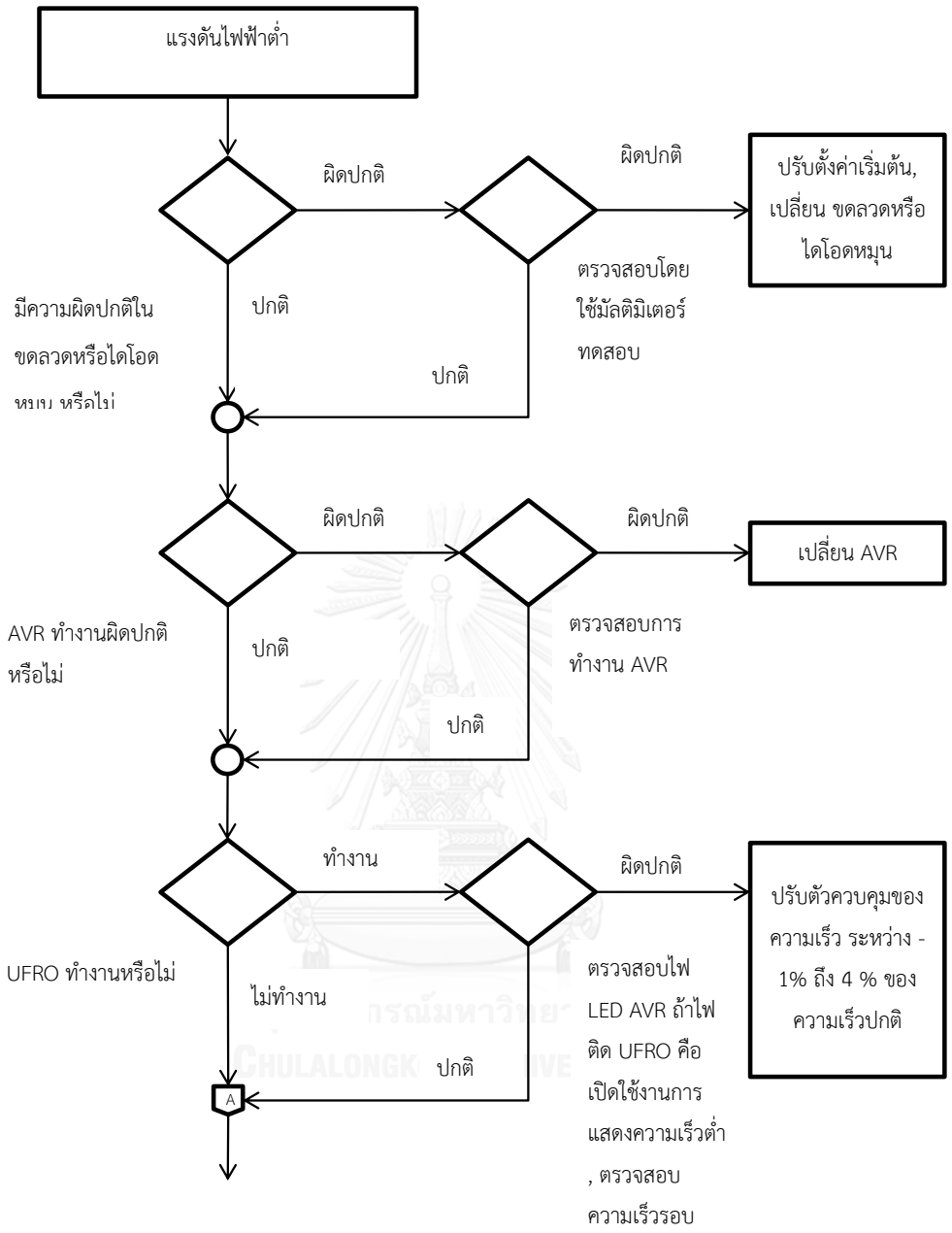
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University



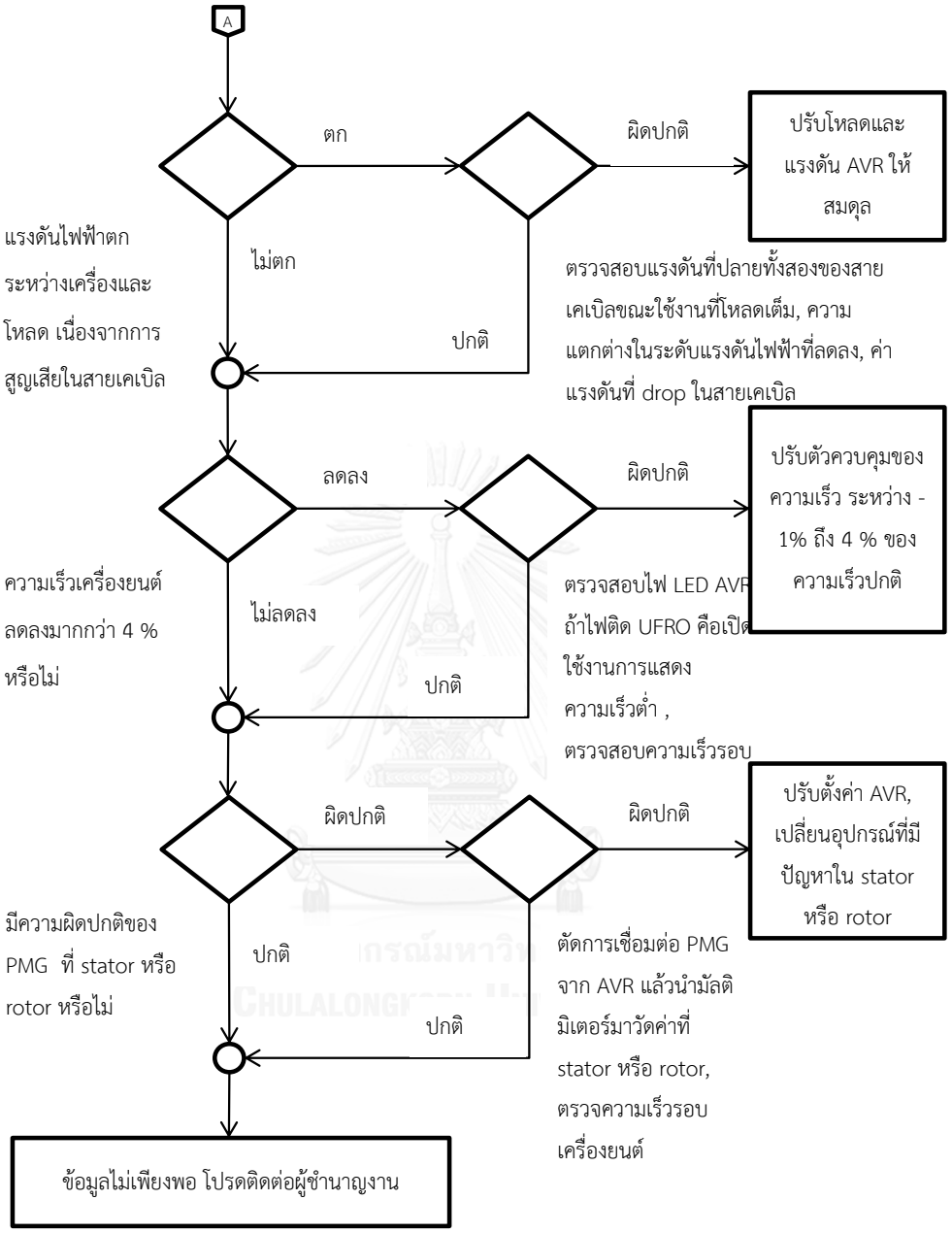
รูปที่ ค.9 การตรวจเช็คอาการแรงดันไฟฟ้าสูง

Chulalongkorn University

อาการแรงดันไฟฟ้าต่ำ เกิดจากสาเหตุประกอบไปด้วย 1) มีความผิดปกติในขดลวดหรือไดโอดหมุน 2) AVR ทำงานผิดปกติ 3) แรงดันไฟฟ้าตกระหว่างเครื่องและโหลด เนื่องจากการสูญเสียในสายเคเบิล 4) UFRO ทำงานวงจร 5) ความเร็วเครื่องยนต์ลดลงมากกว่า 4 % 6) มีความผิดปกติของ PMG ที่ stator หรือ rotor โดยมีผังการตรวจเช็ค ดังรูปที่ ค.10



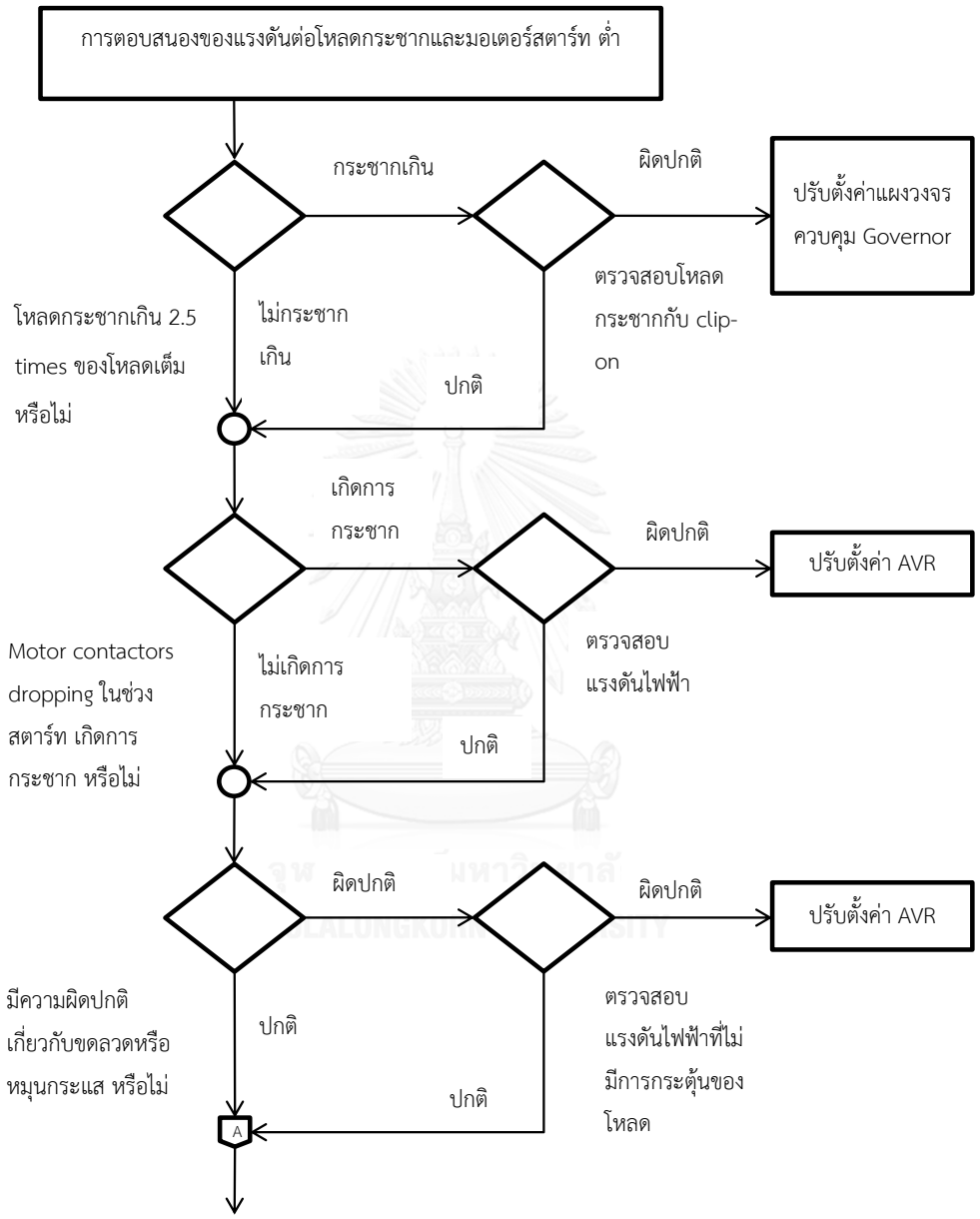
รูปที่ ค.10 การตรวจเช็คอาการแรงดันไฟฟ้าต่ำ



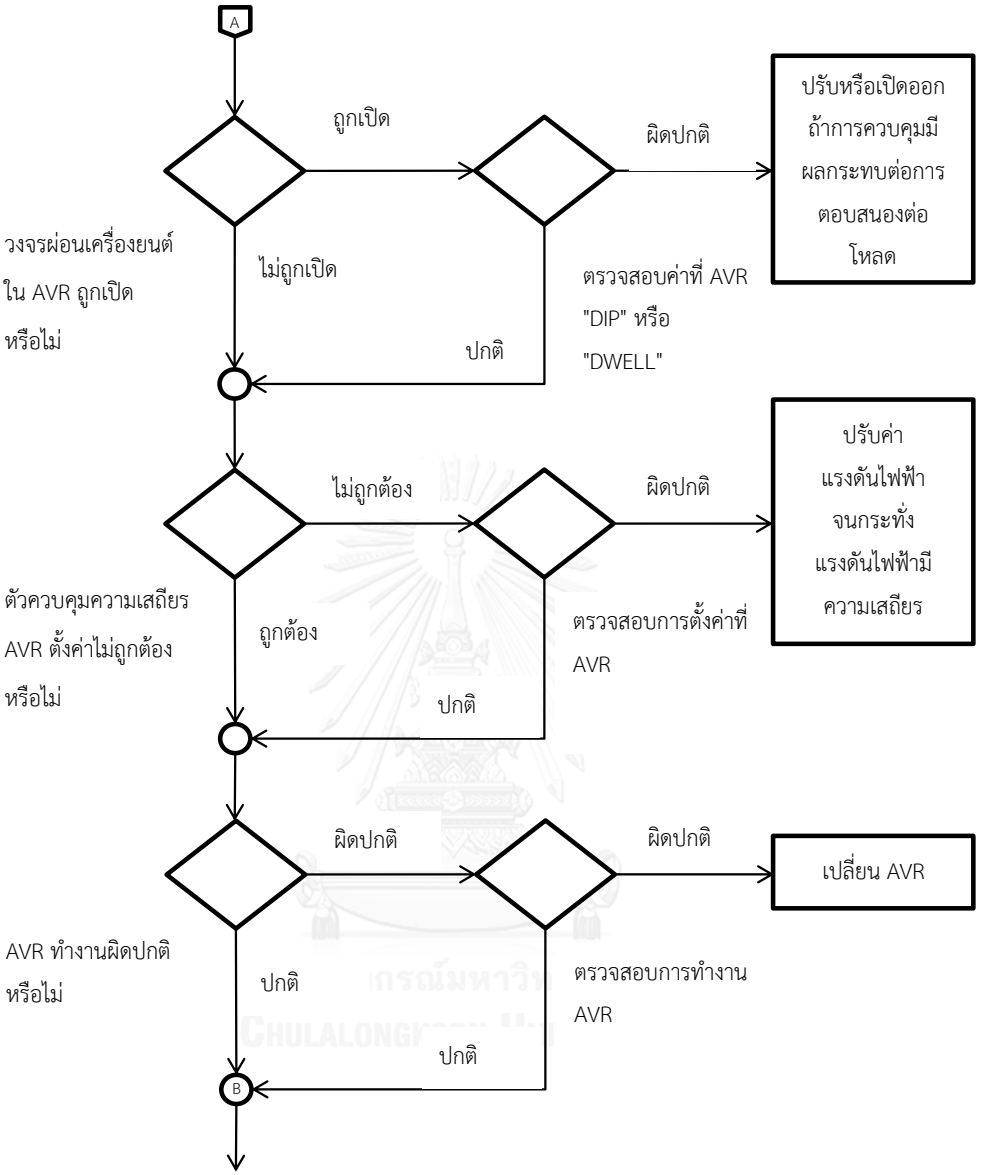
รูปที่ ค.10 การตรวจเช็คอาการแรงดันไฟฟ้าต่ำ (ต่อ)

อาการการตอบสนองของแรงดันต่อโหลดกระชากและมอเตอร์สตาร์ทต่ำ เกิดจากสาเหตุประกอบไปด้วย 1) โหลดกระชากเกิน 2.5 times ของโหลดเต็ม 2) Motor contactors dropping ในช่วงสตาร์ท (เกิดการกระชาก) 3) เกิดความผิดปกติเกี่ยวกับขดลวดหรือหมุนกระแส 4) วงจรผ่อนเครื่องยนต์ใน AVR ถูกเปิด 5) AVR ทำงานผิดปกติ 6) ตัวควบคุมความเสถียร AVR ตั้งค่าไม่ถูกต้อง

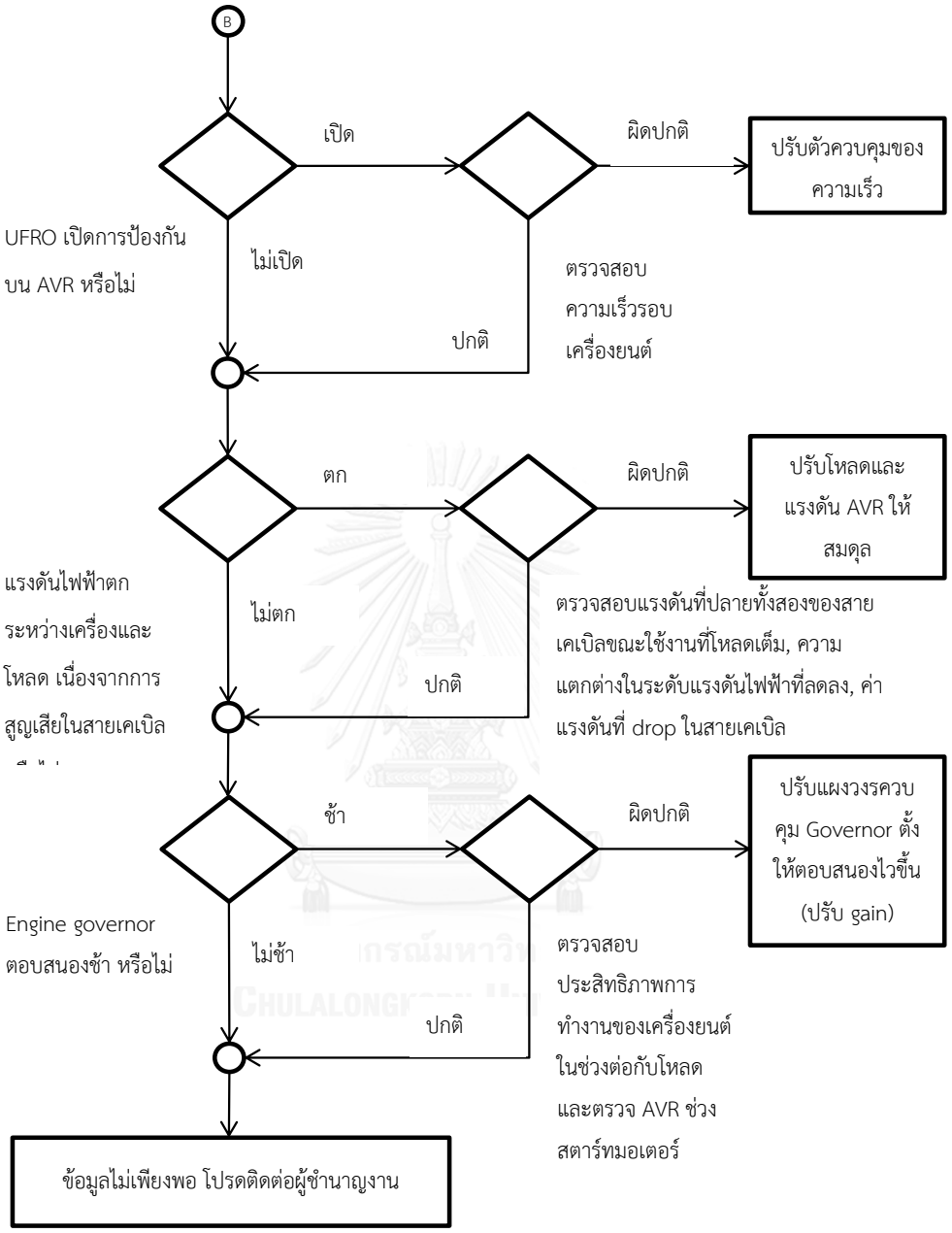
7) แรงดันไฟฟ้าตกระหว่างเครื่องและโหลด เนื่องจากการสูญเสียในสายเคเบิล 8) UFRO ป้องกันบน AVR 9) Engine governor ตอบสนองช้า โดยมีผังการตรวจเช็ค ดังรูปที่ ค.11



รูปที่ ค.11 การตรวจเช็คอาการ การตอบสนองของแรงดันต่อโหลดกระชากและมอเตอร์สตาร์ทต่ำ



รูปที่ ค.11 การตรวจเช็คอาการ การตอบสนองของแรงดัน
ต่อโหลดกระชากและมอเตอร์สตาร์ทต่ำ (ต่อ)



รูปที่ ค.11 การตรวจเช็คอาการ การตอบสนองของแรงดันต่อโหลดกระชากและมอเตอร์สตาร์ทต่ำ (ต่อ)

ภาคผนวก ง

ตัวอย่างการจำลองสถานการณ์

ตัวอย่างการจำลองสถานการณ์ที่ 1

อาการ เครื่องไม่ทำงาน

ลักษณะที่พบ

เมื่อจะทำการสตาร์ทเครื่องกำเนิดไฟฟ้า พบว่าไม่มีอะไรเกิดขึ้น ระบบไฟฟ้าหรือระบบควบคุมของเครื่องไม่ทำงาน ทำให้เครื่องยนต์ไม่สามารถสตาร์ทได้

ผลการวินิจฉัยโดยผู้ชำนาญงาน

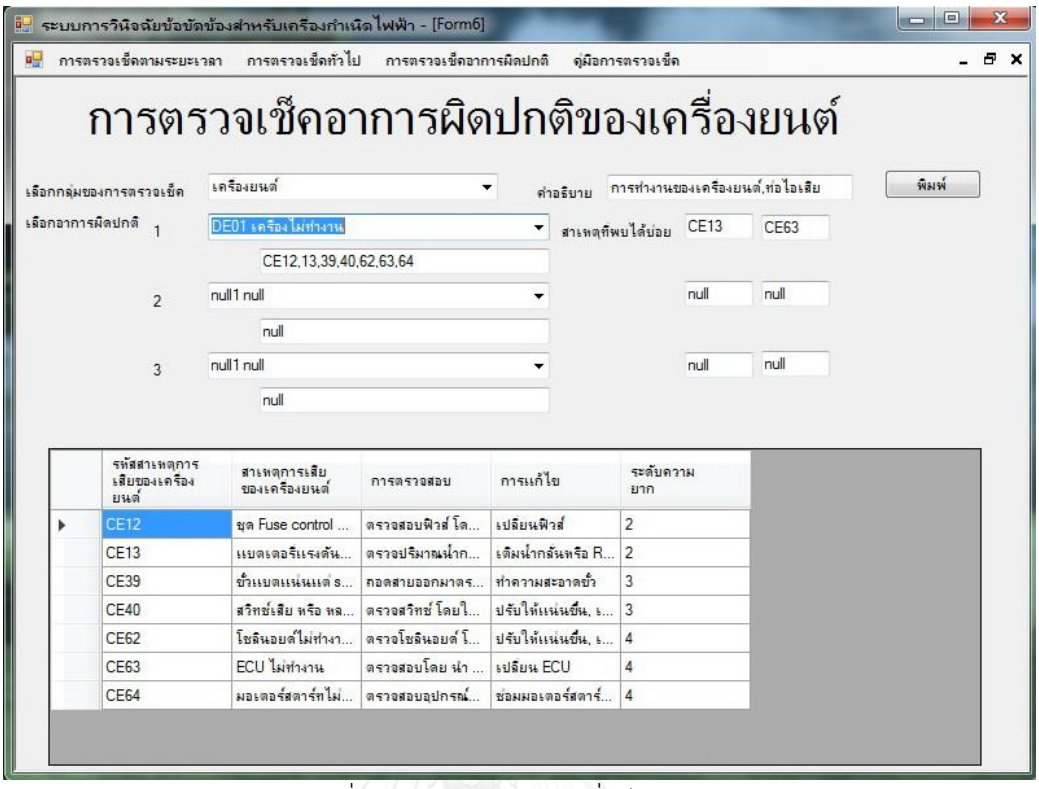
การที่เครื่องยนต์จะสตาร์ทได้ ต้องมีกระแสไฟฟ้าเข้าไปที่มอเตอร์สตาร์ท เพื่อทำการหมุนเครื่อง ซึ่งกระแสไฟฟ้านี้จะเข้าไปสั่งงานที่มอเตอร์สตาร์ทโดยตรงไม่ได้ ต้องผ่านอุปกรณ์อิเลคทรอนิกส์ตัวอื่นๆก่อน ดังนั้นจะต้องตรวจเช็คแบตเตอรี่พร้อมสายไฟและสวิทซ์สตาร์ทก่อน เพราะเป็นทางผ่านแรกของกระแสไฟฟ้าที่จะมาเข้าเครื่อง

ผลการวินิจฉัยโดยระบบการวินิจฉัย

เครื่องยนต์ไม่สามารถสตาร์ทได้แสดงว่ามีอาการผิดปกติที่ กลุ่มเครื่องยนต์ โดยเมื่อใช้ระบบการวินิจฉัยให้ป้อนข้อมูล กลุ่มเครื่องยนต์ และ อาการเครื่องไม่ทำงาน ซึ่งทำให้โปรแกรมแสดงคำตอบ 7 คำตอบ ได้แก่ 1) ชุด Fuse Control ขาด 2) แบตเตอรี่แรงดันไฟฟ้าต่ำ 3) ขั้วแบตเตอรี่แน่นแต่ start relay 4) สวิทซ์เสียหรือหลวม 5) โซลินอยด์ไม่ทำงานหรือหลวม 6) ECU ไม่ทำงาน 7) มอเตอร์สตาร์ทไม่ทำงาน ดังรูปที่ ง.1

การเปรียบเทียบระหว่างผู้ชำนาญงานและระบบการวินิจฉัย

ผู้ชำนาญงานได้ทำการวินิจฉัย โดยเลือกการตรวจเช็คแบตเตอรี่พร้อมสายไฟและสวิทซ์สตาร์ทก่อน ซึ่งเป็นการข้ามขั้นตอนที่ระบบวินิจฉัยได้แสดงไว้ โดยระบบวินิจฉัยจะแสดงคำตอบที่เป็นการเรียงตามความยากง่ายไว้ในลำดับที่ 2 และ 4 โดยคำตอบที่ได้มีความสอดคล้องกัน



รูปที่ ง.1 หน้าจออาการเครื่องไม่ทำงาน

ตัวอย่างการจำลองสถานการณ์ที่ 2
อาการ เครื่องหมุนแต่สตาร์ทไม่ติด

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

<u>ลักษณะที่พบ</u>

เมื่อจะทำการสตาร์ทเครื่องกำเนิดไฟฟ้า พบว่าเครื่องหมุนได้ มอเตอร์สตาร์ททำงาน แต่ไม่สามารถติดเครื่องยนต์ได้

<u>ผลการวินิจฉัยโดยผู้ชำนาญงาน</u>

ลักษณะแบบนี้ จะเกิดจากการที่กำลังไฟฟ้าแบตเตอรี่ต่ำ ทำให้มอเตอร์สตาร์ทหมุนไม่ได้เต็มที่หรือหมุนติดๆดับๆ ทำให้ไม่มีกำลังอัดที่จะทำให้เครื่องยนต์ติดขึ้นมาได้

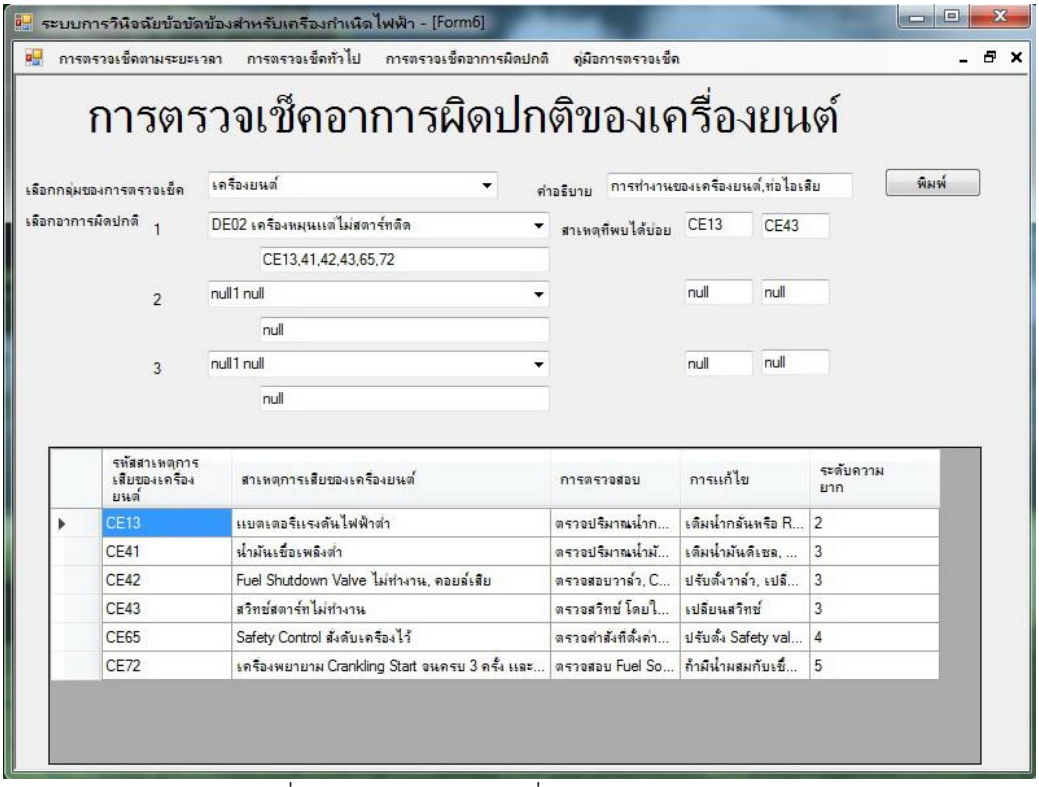
<u>ผลการวินิจฉัยโดยระบบการวินิจฉัย</u>

เครื่องยนต์หมุนแต่สตาร์ทไม่ติด แสดงว่ามีอาการผิดปกติที่ กลุ่มเครื่องยนต์ โดยเมื่อใช้ระบบการวินิจฉัยให้ป้อนข้อมูล กลุ่มเครื่องยนต์ และ อาการเครื่องยนต์หมุนแต่สตาร์ทไม่ติด ซึ่งทำให้โปรแกรมแสดงคำตอบ 6 คำตอบ ได้แก่ 1) แบตเตอรี่แรงดันไฟฟ้าต่ำ 2) น้ำมันเชื้อเพลิงต่ำ 3) Fuel

shutdown valve ไม่ทำงาน 4) สวิทซ์สตาร์ทไม่ทำงาน 5) Safety Control สั่งดับเครื่องไว้ 6) เครื่องพยายาม Cranking start จนครบ 3 ครั้ง จึงสั่ง Shutdown ดังรูปที่ ง.2

<u>การเปรียบเทียบระหว่างผู้ชำนาญงานและระบบการวินิจฉัย</u>

ผู้ชำนาญงานได้ทำการวินิจฉัย โดยเลือกการตรวจเช็คแบตเตอรี่ ซึ่งตรงกับขั้นตอนที่ระบบวินิจฉัยได้แสดงไว้ โดยระบบวินิจฉัยจะแสดงคำตอบที่เป็นการเรียงตามความยากง่ายไว้ในลำดับที่ 1 โดยคำตอบที่ได้มีความสอดคล้องกัน



รูปที่ ง.2 หน้าจออาการเครื่องหมุนแต่สตาร์ทไม่ติด

ตัวอย่างการจำลองสถานการณ์ที่ 3

อาการ เครื่องหมุนช้า สตาร์ทติดยาก

<u>ลักษณะที่พบ</u>

เมื่อจะทำการสตาร์ทเครื่องกำเนิดไฟฟ้า พบว่าเครื่องหมุนได้ มอเตอร์สตาร์ทำงาน และสามารถติดเครื่องยนต์ได้แต่ใช้เวลานาน

ผลการวินิจฉัยโดยผู้ชำนาญงาน

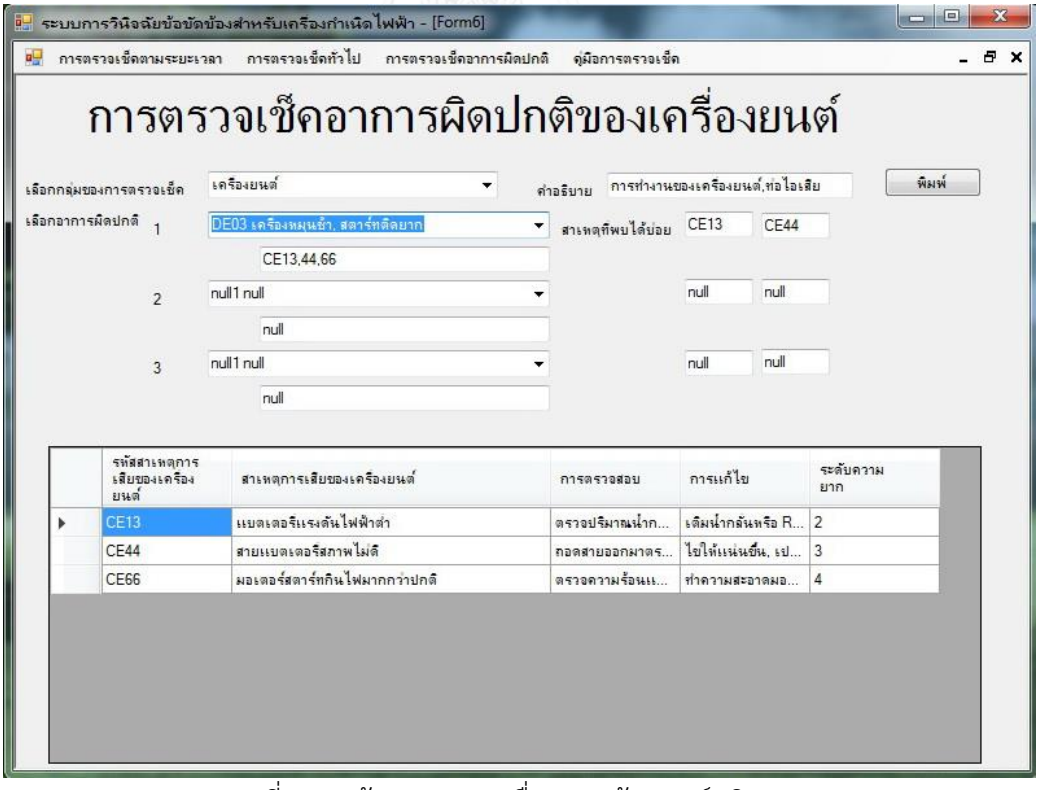
ลักษณะแบบนี้ จะเกิดจากการที่กำลังไฟฟ้าแบตเตอรี่ต่ำมากๆ ทำให้มอเตอร์สตาร์ทหมุนไม่ได้เต็มที่หรือหมุนติดๆดับๆ ทำให้ไม่มีกำลังอัดที่จะทำให้เครื่องยนต์ติดขึ้นมาได้

ผลการวินิจฉัยโดยระบบการวินิจฉัย

เครื่องยนต์หมุนช้าสตาร์ทติดยาก แสดงว่ามีอาการผิดปกติที่ กลุ่มเครื่องยนต์ โดยเมื่อใช้ระบบการวินิจฉัยให้ป้อนข้อมูล กลุ่มเครื่องยนต์ และ อาการเครื่องยนต์หมุนช้าสตาร์ทติดยาก ซึ่งทำให้ได้คำตอบ 3 คำตอบ ได้แก่ 1) แบตเตอรี่แรงดันไฟฟ้าต่ำ 2) สายแบตเตอรี่สภาพไม่ดี 3) มอเตอร์สตาร์ทกินไฟมากกว่าปกติ ดังรูปที่ ง.3

การเปรียบเทียบระหว่างผู้ชำนาญงานและระบบการวินิจฉัย

ผู้ชำนาญงานได้ทำการวินิจฉัย โดยเลือกการตรวจเช็คแบตเตอรี่ ซึ่งตรงกับขั้นตอนที่ระบบวินิจฉัยได้แสดงไว้ โดยระบบวินิจฉัยจะแสดงคำตอบที่เป็นการเรียงตามความยากง่ายไว้ในลำดับที่ 1 โดยคำตอบที่ได้มีความสอดคล้องกัน



รูปที่ ง.3 หน้าจออาการเครื่องหมุนช้า สตาร์ทติดยาก

ตัวอย่างการจำลองสถานการณ์ที่ 4
อาการ เครื่องดับเองแต่ยังหมุนได้ (ลูกสูบไม่ติดขัด)

ลักษณะที่พบ

เมื่อเครื่องกำเนิดไฟฟ้าทำงานแล้ว พบว่าอยู่ๆ เครื่องยนต์เกิดการดับเอง โดยเมื่อทำการสตาร์ทใหม่พบว่า สามารถใช้งานได้เหมือนเช่นเดิม

ผลการวินิจฉัยโดยผู้ชำนาญงาน

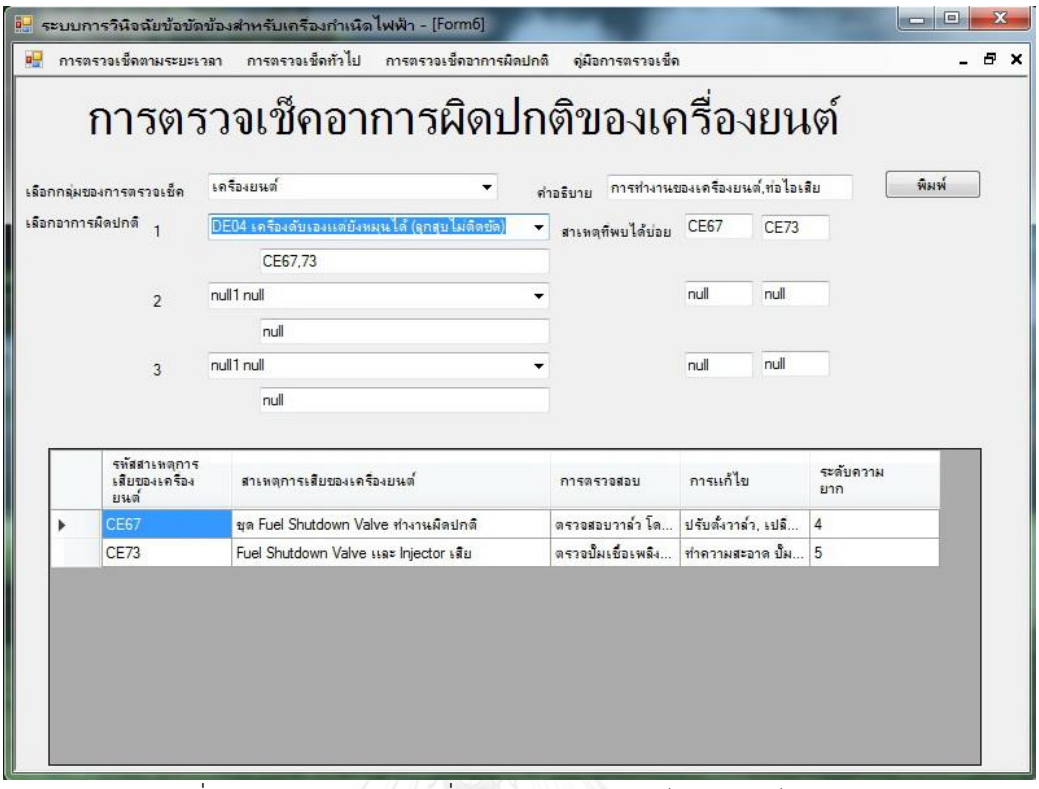
ลักษณะแบบนี้ เกิดจาดที่เครื่องยนต์ได้รับคำสั่งจากตัวควบคุมให้ดับเครื่องลง ซึ่งตัว Fuel shutdown valve จะเป็นตัวควบคุมการเปิดปิดของเครื่องยนต์ หากมันทำงานผิดปกติจะทำให้เครื่องยนต์ติดๆดับๆได้

ผลการวินิจฉัยโดยระบบการวินิจฉัย

เครื่องยนต์ดับเองแต่ยังหมุนได้ (ลูกสูบไม่ติดขัด) แสดงว่ามีอาการผิดปกติที่ กลุ่มเครื่องยนต์ โดยเมื่อใช้ระบบการวินิจฉัยให้ป้อนข้อมูล กลุ่มเครื่องยนต์ และ อาการเครื่องยนต์ดับเองแต่ยังหมุนได้ (ลูกสูบไม่ติดขัด) ซึ่งทำให้โปรแกรมแสดงคำตอบ 2 คำตอบ ได้แก่ 1) ชุด Fuel shutdown valve ทำงานผิดปกติ 2) Fuel shutdown valve และ Injector เสีย ดังรูปที่ ง.4

การเปรียบเทียบระหว่างผู้ชำนาญงานและระบบการวินิจฉัย

ผู้ชำนาญงานได้ทำการวินิจฉัย โดยเลือกการตรวจเช็คชุด Fuel shutdown valve ซึ่งตรงกับขั้นตอนที่ระบบวินิจฉัยได้แสดงไว้ โดยระบบวินิจฉัยจะแสดงคำตอบที่เป็นการเรียงตามความยากง่ายไว้ในลำดับที่ 1 โดยคำตอบที่ได้มีความสอดคล้องกัน



รูปที่ ง.4 หน้าจออาการเครื่องดับเองแต่ยังหมุนได้ (ลูกสูบไม่ติดขัด)

ตัวอย่างการจำลองสถานการณ์ที่ 5

อาการ เครื่องดับเองและหมุนไม่ได้ (ลูกสูบติดขัด)

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ลักษณะที่พบ

เมื่อเครื่องกำเนิดไฟฟ้าทำงาน พบว่าอยู่ๆ เครื่องยนต์เกิดการดับเอง โดยเมื่อทำการสตาร์ทใหม่พบว่า ไม่สามารถสตาร์ทเครื่องยนต์ได้ เนื่องจากมีการติดขัดของเพลาข้อเหวี่ยง

ผลการวินิจฉัยโดยผู้ชำนาญงาน

การที่เครื่องยนต์ดับเองแล้วไม่สามารถสตาร์ทได้ อาจเกิดจากเพลาข้อเหวี่ยงต้องมีการติดขัดหรือเกิดการแตกหัก

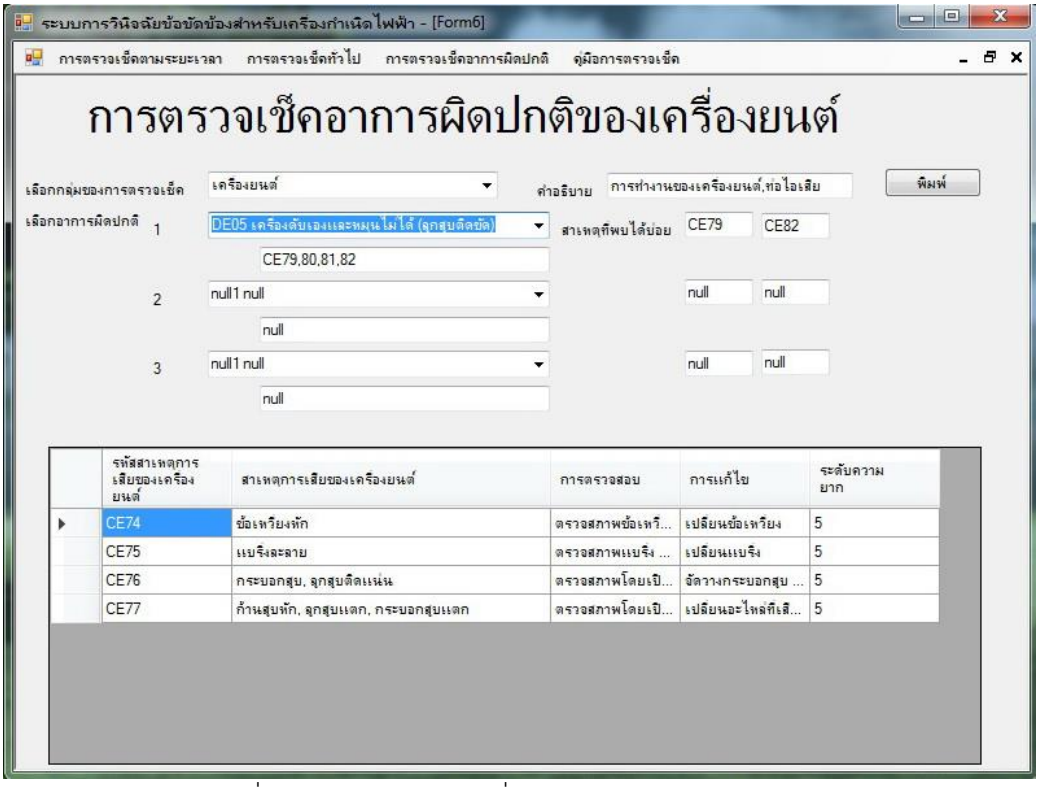
ผลการวินิจฉัยโดยระบบการวินิจฉัย

เครื่องยนต์ดับเองและหมุนไม่ได้(ลูกสูบติดขัด) แสดงว่ามีอาการผิดปกติที่ กลุ่มเครื่องยนต์ โดยเมื่อใช้ระบบการวินิจฉัยให้ป้อนข้อมูล กลุ่มเครื่องยนต์ และ อาการเครื่องยนต์ดับเองและหมุน

ไม่ได้ (ลูกสูบติดขัด) ซึ่งทำให้โปรแกรมแสดงคำตอบ 4 คำตอบ ได้แก่ 1) ข้อเหวี่ยงหัก 2) แบริ่งละลาย 3) กระบอกสูบติดหรือลูกสูบติดแน่น 4) ก้านสูบหัก ลูกสูบแตก กระบอกสูบแตก ดังรูปที่ ง.5

<u>การเปรียบเทียบระหว่างผู้ชำนาญงานและระบบการวินิจฉัย</u>

ผู้ชำนาญงานได้ทำการวินิจฉัย โดยเลือกการตรวจเช็คเพลาข้อเหวี่ยง ซึ่งตรงกับขั้นตอนที่ระบบวินิจฉัยได้แสดงไว้ โดยระบบวินิจฉัยจะแสดงคำตอบที่เป็นการเรียงตามความยากง่ายไว้ในลำดับที่ 1 โดยคำตอบที่ได้มีความสอดคล้องกัน



รูปที่ ง.5 หน้าจออาการเครื่องดับเองและหมุนไม่ได้ (ลูกสูบติดขัด)

ตัวอย่างการจำลองสถานการณ์ที่ 6
อาการ กำลังตกเป็นบางครั้ง

<u>ลักษณะที่พบ</u>

เมื่อเครื่องกำเนิดไฟฟ้าทำงานแล้ว พบว่ารอบเครื่องของเครื่องกำเนิดไฟฟ้ามีการเปลี่ยนแปลง ซึ่งปกติจะมีค่าคงที่อยู่ที่ 1500 rpm เกิดการไม่คงที่ของรอบ มีการขึ้นๆลงๆของรอบเครื่อง ทำให้กำลังเครื่องตก

ผลการวินิจฉัยโดยผู้ชำนาญงาน

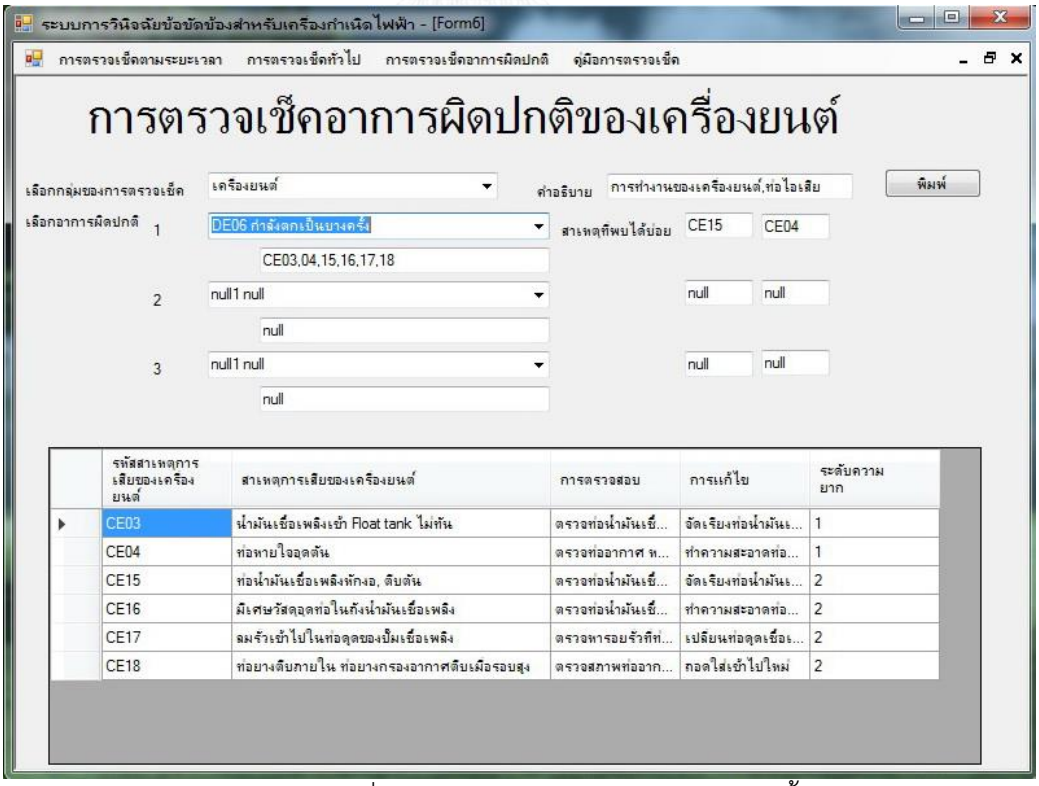
กำลังเครื่องตกบางครั้ง แสดงว่าต้องมีปัญหาเกี่ยวกับจ่ายน้ำมันเชื้อเพลิง ซึ่งท่อน้ำเชื้อเพลิงที่ต่อมาถังเก็บอาจจะมีการหักงอ ทำให้น้ำมันเชื้อเพลิงไหลไม่สม่ำเสมอ

ผลการวินิจฉัยโดยระบบการวินิจฉัย

เครื่องกำลังตกเป็นบางครั้ง แสดงว่ามีอาการผิดปกติที่ กลุ่มเครื่องยนต์ โดยเมื่อใช้ระบบการวินิจฉัยให้ป้อนข้อมูล กลุ่มเครื่องยนต์ และ อาการ กำลังตกเป็นบางครั้ง ซึ่งทำให้โปรแกรมแสดงคำตอบ 6 คำตอบ ได้แก่ 1) น้ำมันเชื้อเพลิงเข้า Float tank ไม่ทัน 2) ท่อหายใจอุดตัน 3) ท่อน้ำมันเชื้อเพลิงหักงอหรือตีบตัน 4) มีเศษวัสดุอุดท่อในถังน้ำมันเชื้อเพลิง 5) ลมรั่วเข้าไปในท่อดูดของปั๊มเชื้อเพลิง 6) ท่อยางตีบภายในหรือท่อยางกรองอากาศตีบเมื่อมีรอบสูง ดังรูปที่ ง.6

การเปรียบเทียบระหว่างผู้ชำนาญงานและระบบการวินิจฉัย

ผู้ชำนาญงานได้ทำการวินิจฉัย โดยเลือกการตรวจเช็ค ท่อน้ำมันเชื้อเพลิงหักงอ ซึ่งตรงกับขั้นตอนที่ระบบวินิจฉัยได้แสดงไว้ โดยระบบวินิจฉัยจะแสดงคำตอบที่เป็นการเรียงตามความยากง่ายไว้ในลำดับที่ 3 โดยคำตอบที่ได้มีความสอดคล้องกัน



รูปที่ ง.6 หน้าจออาการกำลังตกเป็นบางครั้ง

ตัวอย่างการจำลองสถานการณ์ที่ 7
อาการ กำลังตกทันทีทันใด

ลักษณะที่พบ

เมื่อเครื่องกำเนิดไฟฟ้าทำงานแล้ว พบว่ารอบเครื่องของเครื่องกำเนิดไฟฟ้ามีการเปลี่ยนแปลง ซึ่งปกติจะมีค่าคงที่อยู่ที่ 1500 rpm เกิดลดลงทันที เช่น จาก 1500 rpm เหลือ 1200 rpm ภายในเวลาเลี้ยววินาที

ผลการวินิจฉัยโดยผู้ชำนาญงาน

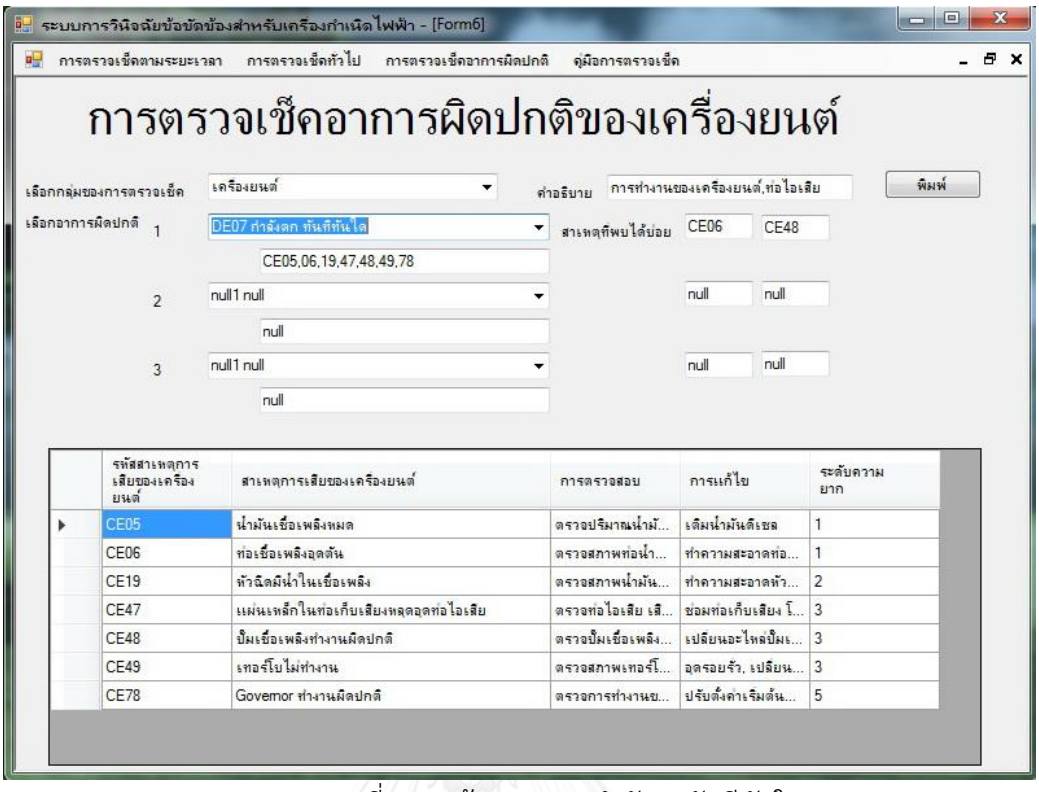
กำลังเครื่องตกทันที แสดงว่าต้องมีปัญหาเกี่ยวกับจ่ายน้ำมันเชื้อเพลิง ซึ่งท่อน้ำเชื้อเพลิงที่ต่อมาถังเก็บอาจจะมีการอุดตัน ทำให้น้ำมันเชื้อเพลิงไหลไม่สม่ำเสมอ

ผลการวินิจฉัยโดยระบบการวินิจฉัย

เครื่องกำลังตกทันทีทันใด แสดงว่ามีอาการผิดปกติที่ กลุ่มเครื่องยนต์ โดยเมื่อใช้ระบบการวินิจฉัยให้ป้อนข้อมูล กลุ่มเครื่องยนต์ และ อาการ กำลังตกทันทีทันใด ซึ่งทำให้โปรแกรมแสดงคำตอบ 7 คำตอบ ได้แก่ 1) น้ำมันเชื้อเพลิงหมด 2) ท่อเชื้อเพลิงอุดตัน 3) หัวฉีดมีน้ำในเชื้อเพลิง4. แผ่นเหล็กในท่อเก็บเสียงหลุดอุดท่อไอเสีย 5) ปั๊มเชื้อเพลิงทำงานผิดปกติ 6) เทอร์โบไม่ทำงาน 7) Governor ทำงานผิดปกติ ดังรูปที่ ง.7

การเปรียบเทียบระหว่างผู้ชำนาญงานและระบบการวินิจฉัย

ผู้ชำนาญงานได้ทำการวินิจฉัย โดยเลือกการตรวจเช็คท่อเชื้อเพลิงอุดตัน ซึ่งตรงกับขั้นตอนที่ระบบวินิจฉัยได้แสดงไว้ โดยระบบวินิจฉัยจะแสดงคำตอบที่เป็นการเรียงตามความยากง่ายไว้ในลำดับที่ 2 โดยคำตอบที่ได้มีความสอดคล้องกัน



รูปที่ ง.7 หน้าจออาการกำลังตกทันทีทันใด

ตัวอย่างการจำลองสถานการณ์ที่ 8

อาการ กำลังตกไม่มีควัน (ค่อยเป็นค่อยไป)

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ลักษณะที่พบ

เมื่อเครื่องกำเนิดไฟฟ้าทำงานแล้ว พบว่ารอบเครื่องของเครื่องกำเนิดไฟฟ้ามีการเปลี่ยนแปลง ซึ่งปกติจะมีค่าคงที่อยู่ที่ 1500 rpm เกิดการไม่คงที่ของรอบ มีการขึ้นๆลงๆของรอบเครื่อง ทำให้กำลังเครื่องตก และปริมาณควันเริ่มลดลง

ผลการวินิจฉัยโดยผู้ชำนาญงาน

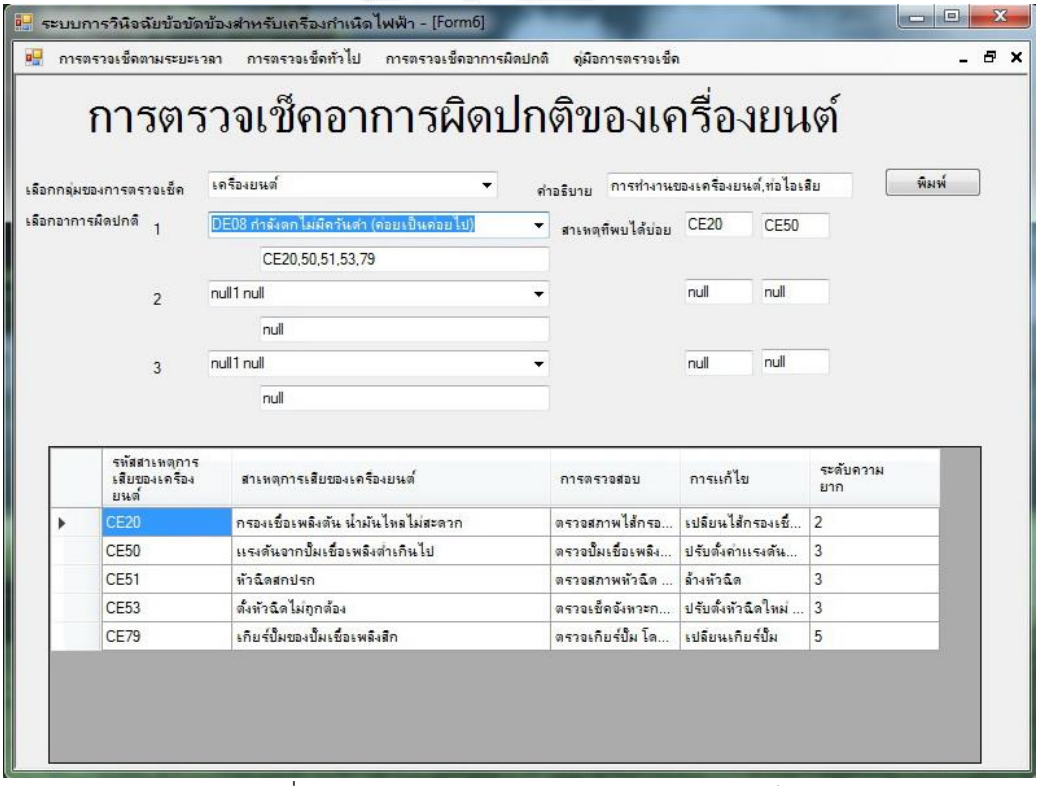
กำลังเครื่องตกแบบไม่มีควัน แสดงว่าต้องมีปัญหาเกี่ยวกับจ่ายน้ำมันเชื้อเพลิงในเครื่องยนต์ ซึ่งน้ำเชื้อเพลิงที่หัวฉีดอาจมีแรงดันต่ำกว่าค่ามาตรฐาน ทำให้เชื้อเพลิงผสมกับอากาศไม่เต็มที่ ทำให้การระเบิดภายห้องเครื่องไม่สมบูรณ์

ผลการวินิจฉัยโดยระบบการวินิจฉัย

เครื่องกำลังตกไม่มีควัน (ค่อยเป็นค่อยไป) แสดงว่ามีอาการผิดปกติที่ กลุ่มเครื่องยนต์ โดยเมื่อใช้ระบบการวินิจฉัยให้ป้อนข้อมูล กลุ่มเครื่องยนต์ และ อาการ กำลังตกไม่มีควัน (ค่อยเป็นค่อยไป) ซึ่งทำให้โปรแกรมแสดงคำตอบ 5 คำตอบ ได้แก่ 1) กรองเชื้อเพลิงตัน 2) แรงดันจากปั๊มเชื้อเพลิงต่ำเกินไป 3) หัวฉีดสกปรก 4) ตั้งหัวฉีดไม่ถูกต้อง 5) เกียร์ปั๊มของปั๊มเชื้อเพลิงสึก ดังรูปที่ ง.8

การเปรียบเทียบระหว่างผู้ชำนาญงานและระบบการวินิจฉัย

ผู้ชำนาญงานได้ทำการวินิจฉัย โดยเลือกการตรวจเช็คแรงดันจากปั๊มเชื้อเพลิงต่ำเกินไป ซึ่งตรงกับขั้นตอนที่ระบบวินิจฉัยได้แสดงไว้ โดยระบบวินิจฉัยจะแสดงคำตอบที่เป็นการเรียงตามความยากง่ายไว้ในลำดับที่ 2 โดยคำตอบที่ได้มีความสอดคล้องกัน



รูปที่ ง.8 หน้าจออาการกำลังตกไม่มีควัน (ค่อยเป็นค่อยไป)

ตัวอย่างการจำลองสถานการณ์ที่ 9
อาการ ควันดำเมื่อมีโหลด

ลักษณะที่พบ

เมื่อเครื่องกำเนิดไฟฟ้าได้เชื่อมต่อกับโหลด จะทำให้เครื่องกำเนิดไฟฟ้ารับภาระหนักขึ้น ซึ่งอาจทำให้เกิดควันดำในระยะเวลาสั้นๆ แต่ในกรณีนี้กลับมีควันดำออกมาตลอดเวลา

ผลการวินิจฉัยโดยผู้ชำนาญงาน

เมื่อเครื่องกำเนิดไฟฟ้าได้เชื่อมต่อกับโหลด เครื่องยนต์จะรับภาระหนักขึ้นซึ่งช่วงแรกๆ จะมีควันดำออกมาบ้าง แต่เมื่อปรับสมดุลภายในเครื่องยนต์แล้ว ควันดำจะลดลง ซึ่งควันดำจะเป็นตัวแสดงให้เห็นถึงการเผาไหม้ในห้องเครื่อง ปั๊มเชื้อเพลิงอาจจะทำงานปิดปกติ ทำให้ฉีดน้ำมันเชื้อเพลิงมากเกินไป

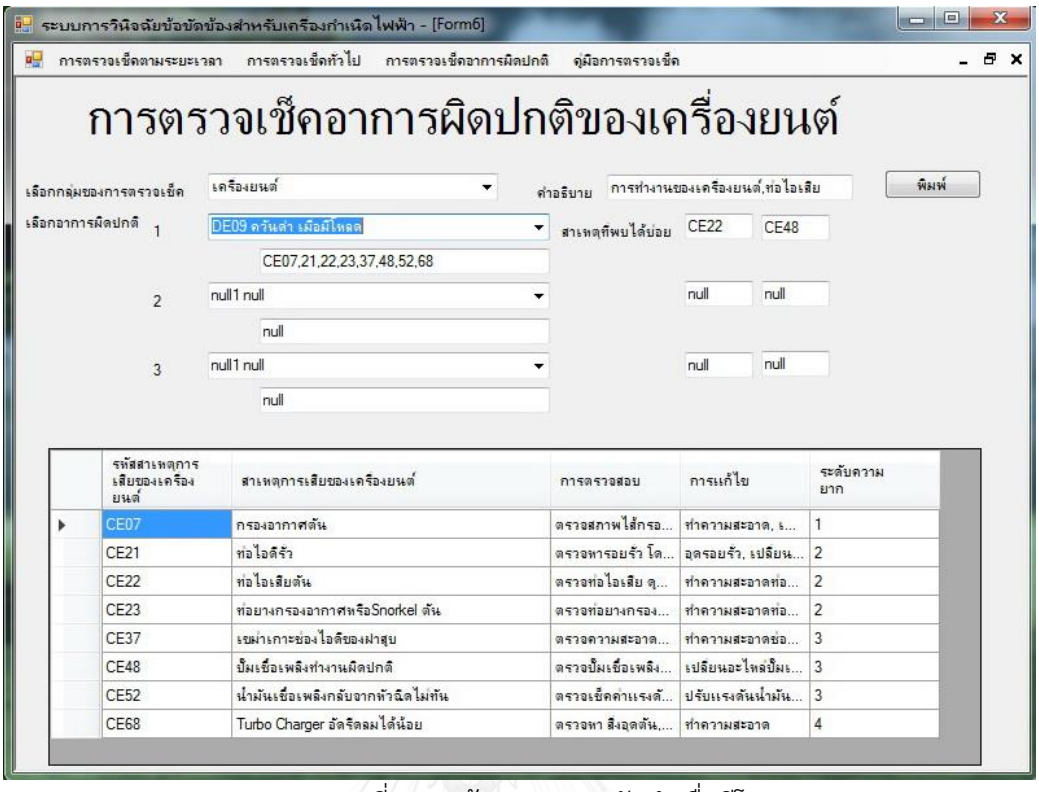
ผลการวินิจฉัยโดยระบบการวินิจฉัย

เครื่องมีควันดำเมื่อมีโหลด แสดงว่ามีอาการผิดปกติที่ กลุ่มเครื่องยนต์ โดยเมื่อใช้ระบบการวินิจฉัยให้ป้อนข้อมูล กลุ่มเครื่องยนต์ และ อาการ ควันดำเมื่อมีโหลด ซึ่งทำให้โปรแกรมแสดงคำตอบ 8 คำตอบ ได้แก่ 1) กรองอากาศตัน 2) ท่อไอดีรั่ว 3) ท่อไอเสียตัน 4) ท่อยางกรองอากาศตัน 5) เขม่าเกาะช่องไอดีของฝาสูบ 6) ปั๊มเชื้อเพลิงทำงานผิดปกติ 7) น้ำมันเชื้อเพลิงกลับจากหัวฉีดไม่ทัน 8) Turbo charger อัดรีดลมได้น้อย ดังรูปที่ ง.9

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

การเปรียบเทียบระหว่างผู้ชำนาญงานและระบบการวินิจฉัย

ผู้ชำนาญงานได้ทำการวินิจฉัย โดยเลือกการตรวจเช็คแรงดันจากปั๊มเชื้อเพลิงทำงานผิดปกติ ซึ่งตรงกับขั้นตอนที่ระบบวินิจฉัยได้แสดงไว้ โดยระบบวินิจฉัยจะแสดงคำตอบที่เป็นการเรียงตามความยากง่ายไว้ในลำดับที่ 6 โดยคำตอบที่ได้มีความสอดคล้องกัน



รูปที่ ง.9 หน้าจออาการควันดำเมื่อมีโหลด

ตัวอย่างการจำลองสถานการณ์ที่ 10

อาการ ควันดำตลอด

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ลักษณะที่พบ

เมื่อเครื่องกำเนิดไฟฟ้าได้เชื่อมต่อกับโหลด จะทำให้เครื่องกำเนิดไฟฟ้ารับภาระหนักขึ้น ซึ่งอาจทำให้เกิดควันดำในระยะเวลาสั้นๆ แต่ในกรณีนี้กลับมีควันดำออกมาตลอดเวลาทั้งขณะเชื่อมต่อกับโหลดและไม่ได้เชื่อมต่อกับโหลด

ผลการวินิจฉัยโดยผู้ชำนาญงาน

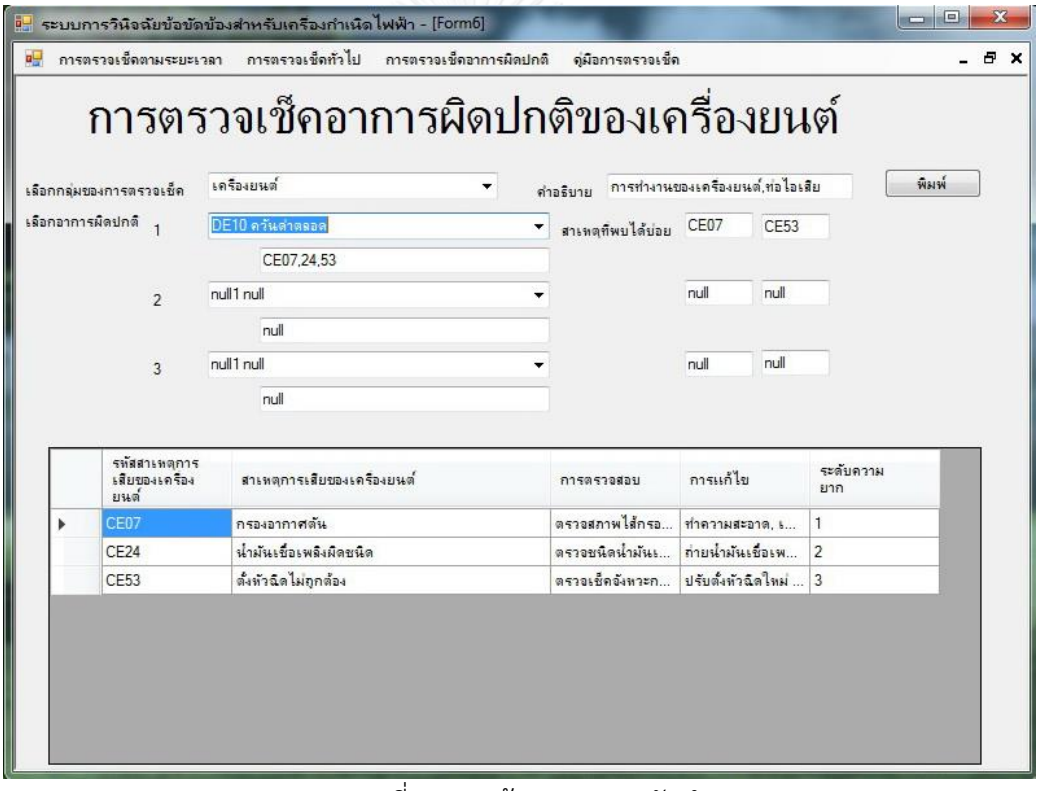
เมื่อเครื่องกำเนิดไฟฟ้าได้เชื่อมต่อกับโหลด เครื่องยนต์จะรับภาระหนักขึ้นซึ่งช่วงแรกๆ จะมีควันดำออกมาบ้าง แต่เมื่อปรับสมดุลภายในเครื่องแล้ว ควันดำจะลดลง ซึ่งควันดำจะเป็นตัวแสดงให้เห็นถึงการเผาไหม้ในห้องเครื่อง แต่ถ้าเครื่องกำเนิดไฟฟ้ายังไม่ได้เชื่อมต่อกับโหลด กลับมีควันดำแสดงว่า ระบบการเผาไหม้ในห้องเครื่องไม่ดี ซึ่งอาจเกิดการอากาศที่ไม่เพียงพอหรือหัวฉีด ฉีดน้ำมันเชื้อเพลิงมาเกินไป ทำให้ไม่สมดุลกัน

ผลการวินิจฉัยโดยระบบการวินิจฉัย

เครื่องมีควันดำตลอด แสดงว่ามีอาการผิดปกติที่ กลุ่มเครื่องยนต์ โดยเมื่อใช้ระบบการวินิจฉัยให้ป้อนข้อมูล กลุ่มเครื่องยนต์ และ อาการ ควันดำตลอด ซึ่งทำให้โปรแกรมแสดงคำตอบ 3 คำตอบ ได้แก่ 1) กรองอากาศตัน 2) น้ำมันเชื้อเพลิงผิดชนิด 3) ตั้งหัวฉีดไม่ถูกต้อง ดังรูปที่ ง.10

การเปรียบเทียบระหว่างผู้ชำนาญงานและระบบการวินิจฉัย

ผู้ชำนาญงานได้ทำการวินิจฉัย โดยเลือกการตรวจเช็คกรองอากาศและหัวฉีด ซึ่งตรงกับขั้นตอนที่ระบบวินิจฉัยได้แสดงไว้ โดยระบบวินิจฉัยจะแสดงคำตอบที่เป็นการเรียงตามความยากง่ายไว้ในลำดับที่ 1 และ 3 โดยคำตอบที่ได้มีความสอดคล้องกัน



รูปที่ ง.10 หน้าจออาการควันดำตลอด

ตัวอย่างการจำลองสถานการณ์ที่ 11

อาการ เครื่องเดินไม่เลียบและไม่ครบสูบ

ลักษณะที่พบ

เมื่อเครื่องกำเนิดไฟฟ้าทำงาน พบว่า เครื่องมีอาการสั่นมากกว่าปกติ บางครั้งก็นิ่งเป็นปกติ รอบเครื่องมีการเปลี่ยนแปลง ไม่คงที่และลดลง

ผลการวินิจฉัยโดยผู้ชำนาญงาน

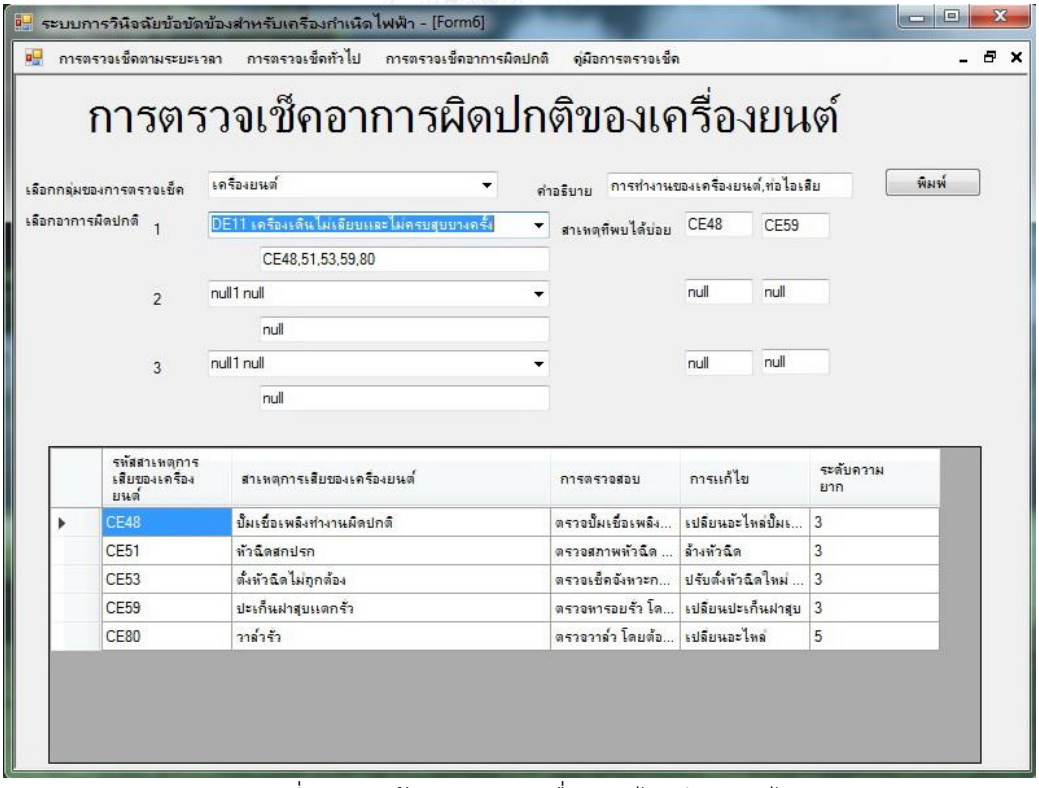
เครื่องเดินไม่เลียบแสดงว่า หัวฉีดในเครื่องยนต์ ฉีดน้ำมันเชื้อเพลิงไม่สม่ำเสมอทำให้จังหวะการระเบิดในเครื่องยนต์ไม่ต่อเนื่อง

ผลการวินิจฉัยโดยระบบการวินิจฉัย

เครื่องเดินไม่เลียบและไม่ครบสูบ แสดงว่ามีอาการผิดปกติที่ กลุ่มเครื่องยนต์ โดยเมื่อใช้ระบบการวินิจฉัยให้ป้อนข้อมูล กลุ่มเครื่องยนต์ และ อาการ เครื่องเดินไม่เลียบและไม่ครบสูบ ซึ่งทำให้โปรแกรมแสดงคำตอบคำตอบ 5 คำตอบ ได้แก่ 1) ปั๊มเชื้อเพลิงทำงานผิดปกติ 2) หัวฉีดสกปรก 3) ตั้งหัวฉีดไม่ถูกต้อง 4) ปะเก็นฝาสูบแตกร้าว 5. วาล์วรั่ว ดังรูปที่ ง.11

การเปรียบเทียบระหว่างผู้ชำนาญงานและระบบการวินิจฉัย

ผู้ชำนาญงานได้ทำการวินิจฉัย โดยเลือกการตรวจเช็ค การตั้งหัวฉีด ซึ่งเป็นการข้ามขั้นตอนที่ระบบวินิจฉัยได้แสดงไว้ โดยระบบวินิจฉัยจะแสดงคำตอบที่เป็นการเรียงตามความยากง่ายไว้ในลำดับที่ 3 โดยคำตอบที่ได้มีความสอดคล้องกัน



รูปที่ ง.11 หน้าจออาการเครื่องเดินไม่เลียบและไม่ครบสูบ

ตัวอย่างการจำลองสถานการณ์ที่ 12
อาการ เดินไม่ครบสูบตลอดเวลา

ลักษณะที่พบ

เมื่อเครื่องกำเนิดไฟฟ้าทำงาน พบว่า เครื่องมีอาการสั่นมากกว่าปกติ เนื่องจากมีการเสียสมดุลระหว่างลูกสูบแต่ละตัว รอบเครื่องมีการเปลี่ยนแปลง ไม่คงที่และลดลง

ผลการวินิจฉัยโดยผู้ชำนาญงาน

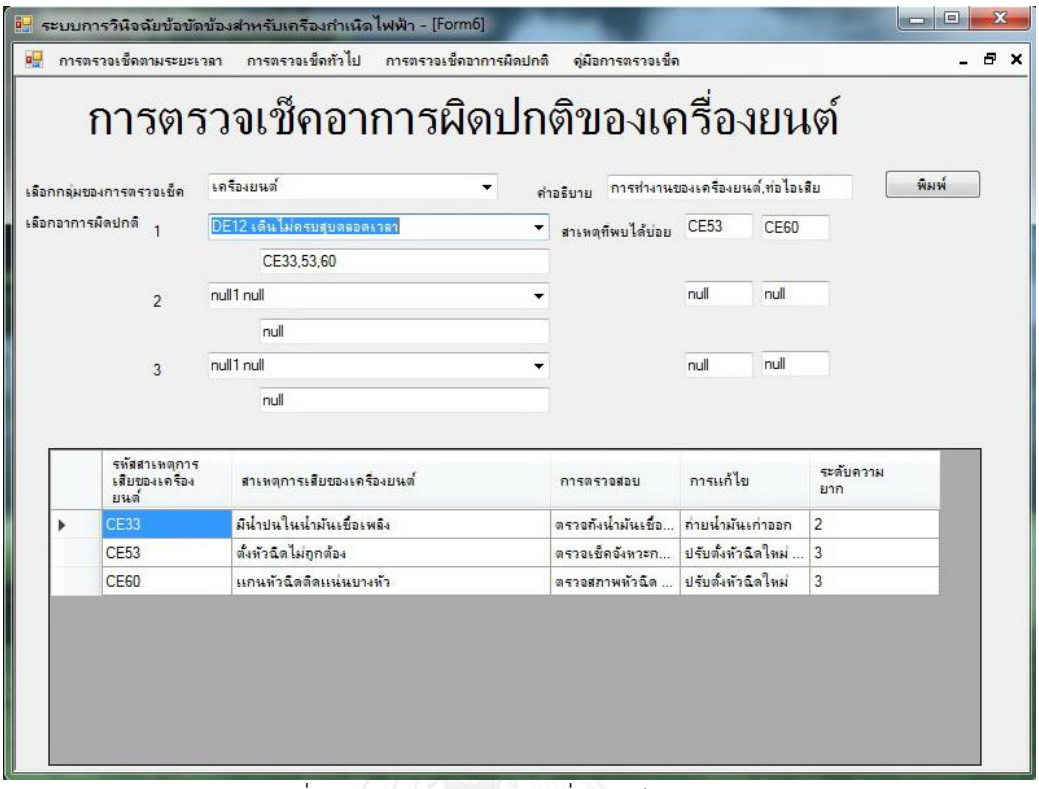
เครื่องเดินไม่เลียบแสดงว่า หัวฉีดในเครื่องยนต์ ฉีดน้ำมันเชื้อเพลิงไม่สม่ำเสมอหรือไม่ฉีดเลย ทำให้ลูกสูบไม่มีการขึ้นลง ส่งผลให้จังหวะการระเบิดในเครื่องยนต์ไม่ต่อเนื่อง

ผลการวินิจฉัยโดยระบบการวินิจฉัย

เครื่องเดินไม่ครบสูบตลอดเวลา แสดงว่ามีอาการผิดปกติที่ กลุ่มเครื่องยนต์ โดยเมื่อใช้ระบบการวินิจฉัยให้ป้อนข้อมูล กลุ่มเครื่องยนต์ และ อาการ เครื่องเดินเดินไม่ครบสูบตลอดเวลา ซึ่งทำให้โปรแกรมแสดงคำตอบ 3 คำตอบ ได้แก่ 1) มีน้ำปนในน้ำมันเชื้อเพลิง 2) ตั้งหัวฉีดไม่ถูกต้อง 3) แกนหัวฉีดติดแน่นบางหัว ดังรูปที่ ง.12

การเปรียบเทียบระหว่างผู้ชำนาญงานและระบบการวินิจฉัย

ผู้ชำนาญงานได้ทำการวินิจฉัย โดยเลือกการตรวจเช็ค การตั้งค่าหัวฉีด ซึ่งเป็นการข้ามขั้นตอนที่ระบบวินิจฉัยได้แสดงไว้ โดยระบบวินิจฉัยจะแสดงคำตอบที่เป็นการเรียงตามความยากง่ายไว้ในลำดับที่ 2 โดยคำตอบที่ได้มีความสอดคล้องกัน



รูปที่ ง.12 หน้าจออาการเครื่องเดินไม่ครบสูบตลอดเวลา

ตัวอย่างการจำลองสถานการณ์ที่ 13

อาการ กินน้ำมันเครื่องมาก

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ลักษณะที่พบ

เมื่อเครื่องกำเนิดไฟฟ้าทำงาน ในช่วงระยะเวลาหนึ่ง พบว่าเมื่อได้ตรวจวัดก้านระดับน้ำมันเครื่องแล้ว มีการลดของน้ำมันเครื่องมากผิดปกติ ซึ่งปกติจะไม่ลดลงเลยหรือลดเพียงเล็กน้อยเท่านั้น

ผลการวินิจฉัยโดยผู้ชำนาญงาน

ในเครื่องยนต์จะเป็นระบบปิด น้ำมันเครื่องในเครื่องยนต์ จะไหลไปทั่วเครื่องเพื่อหล่อลื่นหรือระบายความร้อนแต่ถ้ามีหากมีการลดลง แสดงว่าเครื่องยนต์ต้องมีการรั่วของน้ำมันเครื่อง

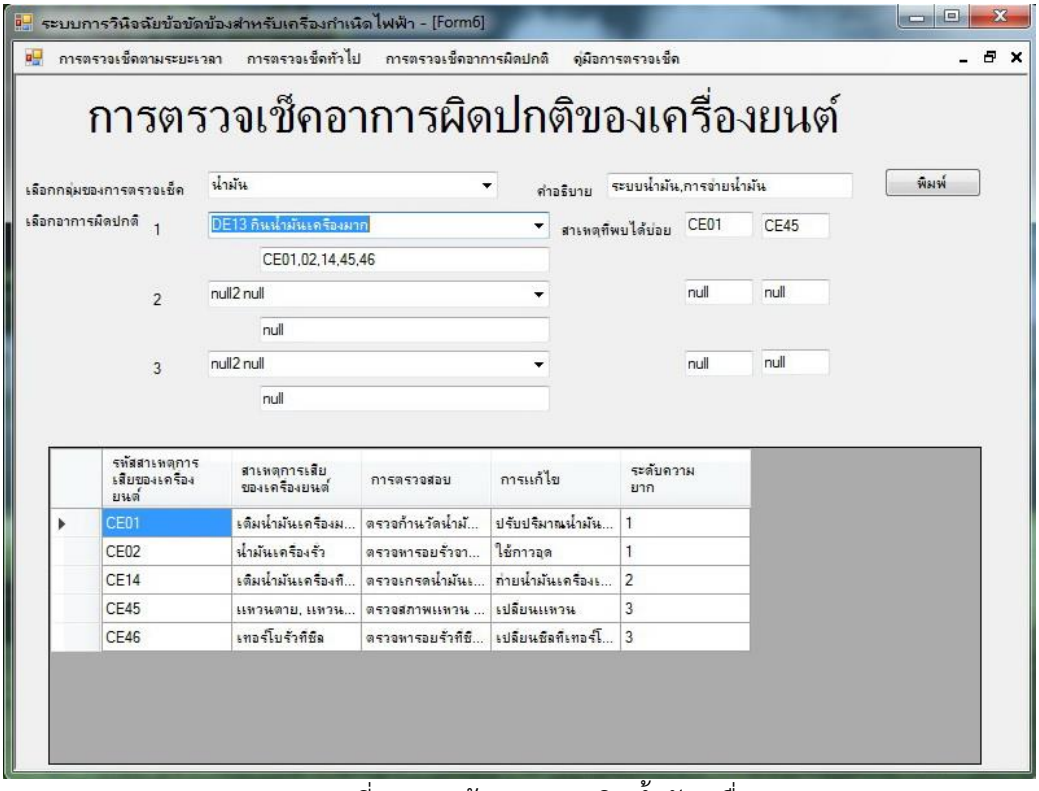
ผลการวินิจฉัยโดยระบบการวินิจฉัย

เครื่องมีอาการกินน้ำมันเครื่องมาก แสดงว่ามีอาการผิดปกติที่ กลุ่มน้ำมัน โดยเมื่อใช้ระบบการวินิจฉัยให้ป้อนข้อมูล กลุ่มน้ำมัน และ อาการ กินน้ำมันเครื่องมาก ซึ่งทำให้โปรแกรมแสดง

คำตอบ 5 คำตอบ ได้แก่ 1) เติมน้ำมันเครื่องมากเกินไป 2) น้ำมันเครื่องรั่ว 3) เติมน้ำมันเครื่องผิดเกรด 4) แหวนตายหรือหัก 5) เทอร์โบรั่วที่ซีล ดังรูปที่ ง.13

<u>การเปรียบเทียบระหว่างผู้ชำนาญงานและระบบการวินิจฉัย</u>

ผู้ชำนาญงานได้ทำการวินิจฉัย โดยเลือกการตรวจเช็ค การรั่วของน้ำมันเครื่อง ซึ่งเป็นการข้ามขั้นตอนที่ระบบวินิจฉัยได้แสดงไว้ โดยระบบวินิจฉัยจะแสดงคำตอบที่เป็นการเรียงตามความยากง่ายไว้ในลำดับที่ 2 โดยคำตอบที่ได้มีความสอดคล้องกัน



รูปที่ ง.13 หน้าจออาการกินน้ำมันเครื่องมาก

ตัวอย่างการจำลองสถานการณ์ที่ 14
อาการ กินน้ำมันเชื้อเพลิงมากเกินไป

<u>ลักษณะที่พบ</u>

เมื่อเครื่องกำเนิดไฟฟ้าทำงาน ในช่วงระยะเวลาหนึ่ง พบว่าเครื่องกำเนิดไฟฟ้าใช้น้ำมันเชื้อเพลิงกว่าที่ควรจะเป็นในระยะเวลาการใช้งานเท่าๆกันและมีโหลดเท่าๆกัน

ผลการวินิจฉัยโดยผู้ชำนาญงาน

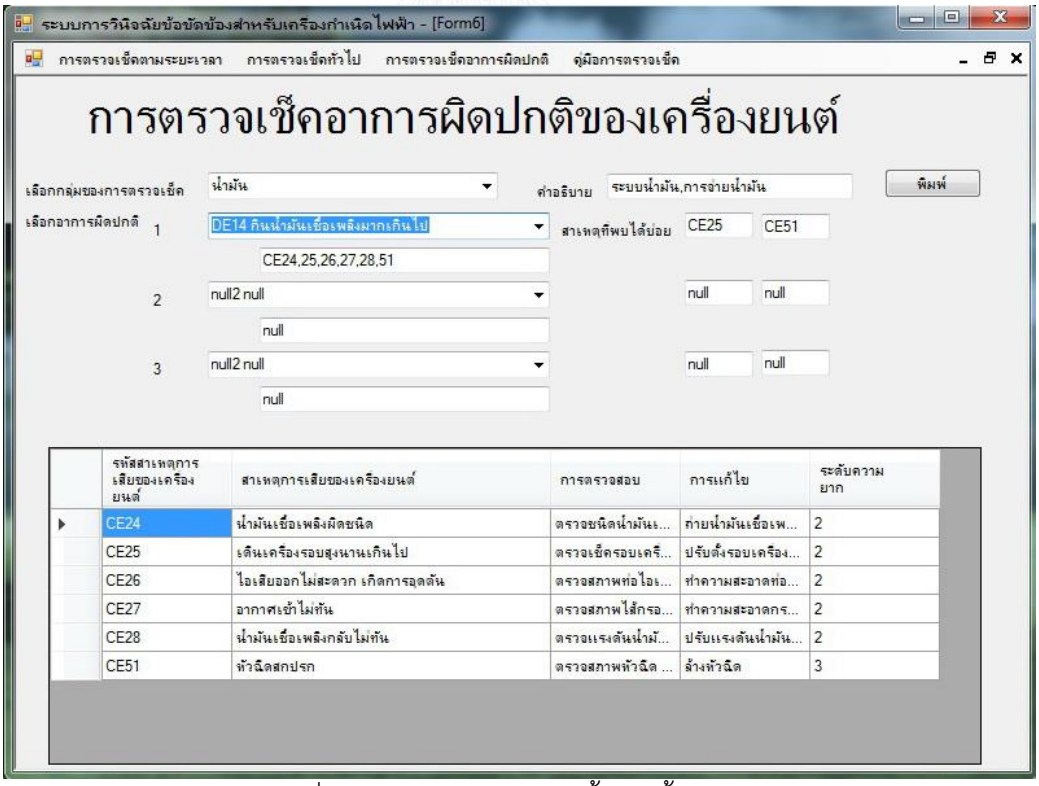
เมื่อเครื่องมีอายุการใช้งานนาน อาการกินน้ำมันเชื้อเพลิงมักจะปรากฏ ซึ่งเกิดจาก การเผาไหม้ในห้องเครื่องเริ่มไม่ดี หัวฉีดอาจจะสกปรกหรืออุดตัน ทำให้เกิดฉีดน้ำมันเชื้อเพลิงไม่กระจายตัว จึงใช้น้ำมันเชื้อเพลิงมากกว่าปกติ

ผลการวินิจฉัยโดยระบบการวินิจฉัย

เครื่องมีอาการกินน้ำมันเชื้อเพลิงมากเกินไป แสดงว่ามีอาการผิดปกติที่ กลุ่มน้ำมัน โดยเมื่อใช้ระบบการวินิจฉัยให้ป้อนข้อมูล กลุ่มน้ำมัน และ อาการ กินน้ำมันเชื้อเพลิงมากเกินไป ซึ่งทำให้โปรแกรมแสดงคำตอบ 6 คำตอบ ได้แก่ 1) เติมน้ำมันเชื้อเพลิงผิดชนิด 2) เดินเครื่องรอบเบานานเกินไป 3) ไอเสียออกไม่สะดวก เกิดการอุดตัน 4) อากาศเข้าไม่ทัน 5) น้ำมันเชื้อเพลิงกลับไม่ทัน 6) หัวฉีดสกปรก ดังรูปที่ ง.14

การเปรียบเทียบระหว่างผู้ชำนาญงานและระบบการวินิจฉัย

ผู้ชำนาญงานได้ทำการวินิจฉัย โดยเลือกการตรวจเช็ค หัวฉีด ซึ่งเป็นการข้ามขั้นตอนที่ระบบวินิจฉัยได้แสดงไว้ โดยระบบวินิจฉัยจะแสดงคำตอบที่เป็นการเรียงตามความยากง่ายไว้ในลำดับที่ 6 โดยคำตอบที่ได้มีความสอดคล้องกัน



รูปที่ ง.14 หน้าจออาการกินน้ำมันเชื้อเพลิงมากเกินไป

ตัวอย่างการจำลองสถานการณ์ที่ 15
อาการ ความดันน้ำมันเครื่องต่ำ

ลักษณะที่พบ

เกจวัดที่แสดงความดันของน้ำมันเครื่องมีค่าลดต่ำลง ซึ่งอาจส่งผลทำให้เครื่องมีความร้อนสูงขึ้น

ผลการวินิจฉัยโดยผู้ชำนาญงาน

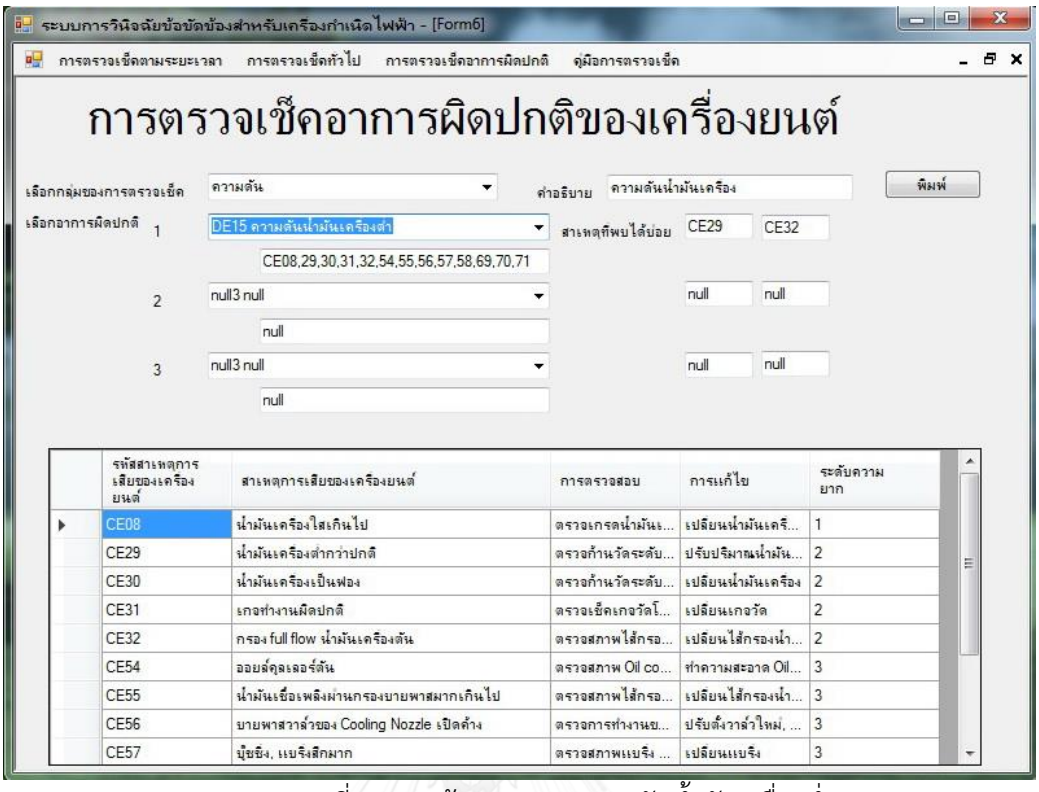
เมื่อเครื่องมีความร้อนสูงขึ้น น้ำมันเครื่องจะมีความหนืดลดลง ซึ่งทำให้ความดันความมันเครื่องลดต่ำลดลง ดังนั้น ควรตรวจเช็คความหนืดที่เหมาะสม ถ้าเครื่องมีอายุมากขึ้น ควรเพิ่มความหนืดขึ้นเล็กน้อยเพื่อลดการสึกหรอ

ผลการวินิจฉัยโดยระบบการวินิจฉัย

ความดันความมันเครื่องลดต่ำลง แสดงว่ามีอาการผิดปกติที่ กลุ่มความดัน โดยเมื่อใช้ระบบการวินิจฉัยให้ป้อนข้อมูล กลุ่มความดัน และ อาการ ความดันน้ำมันเครื่องต่ำ ซึ่งทำให้โปรแกรมแสดงคำตอบ 13 คำตอบ ได้แก่ 1) น้ำมันเครื่องใสเกินไป 2) น้ำมันเครื่องต่ำกว่าปกติ 3) น้ำมันเครื่องเป็นฟอง 4) เกจทำงานผิดปกติ 5) กรอง Full flow น้ำมันเครื่องตัน 6) ออยล์คูลเลอร์ตัน 7) น้ำมันเชื้อเพลิงผ่านกรองบายพาสมากเกินไป 8) บายพาสวาล์วของ Cooling nozzle เปิดค้าง 9) บุ๊ชชิ่งหรือแบรริ่งสึกมาก 10) เฟืองปั๊มน้ำมันเครื่องสึก 11) น้ำมันเครื่องร้อนจัด 12) ท่อดูดในเครื่องหลวม 13) เร็กกูเลเตอร์ในปั๊มน้ำมันเครื่องเปิดค้าง ดังรูปที่ ง.15

การเปรียบเทียบระหว่างผู้ชำนาญงานและระบบการวินิจฉัย

ผู้ชำนาญงานได้ทำการวินิจฉัย โดยเลือกการตรวจเช็ค เกรดของน้ำมันเครื่อง ซึ่งตรงกับขั้นตอนที่ระบบวินิจฉัยได้แสดงไว้ โดยระบบวินิจฉัยจะแสดงคำตอบที่เป็นการเรียงตามความยากง่ายไว้ในลำดับที่ 1 โดยคำตอบที่ได้มีความสอดคล้องกัน



รูปที่ ง.15 หน้าจออาการความดันน้ำมันเครื่องต่ำ

ตัวอย่างการจำลองสถานการณ์ที่ 16

อาการ Battery Charger ไม่ทำงาน

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ลักษณะที่พบ

เมื่อเครื่องกำเนิดไฟฟ้าจะใช้งาน จะมีการดึงกระแสไฟฟ้าจากแบตเตอรี่มาใช้เพื่อทำการสตาร์ทเครื่องยนต์และแสดงผลที่หน้าจอควบคุม โดยเมื่อทำการสตาร์ทเครื่องแล้ว จะมีการส่งกระแสไฟฟ้ากลับคืนไปที่แบตเตอรี่ ซึ่งพบว่ากระแสไฟฟ้าที่แบตเตอรี่ไม่ได้เพิ่มขึ้น

ผลการวินิจฉัยโดยผู้ชำนาญงาน

การที่แบตเตอรี่ชาร์จไฟไม่เข้า แสดงว่าตัวชาร์จเริ่มมีปัญหาแล้ว ต้องตรวจเช็คก่อน

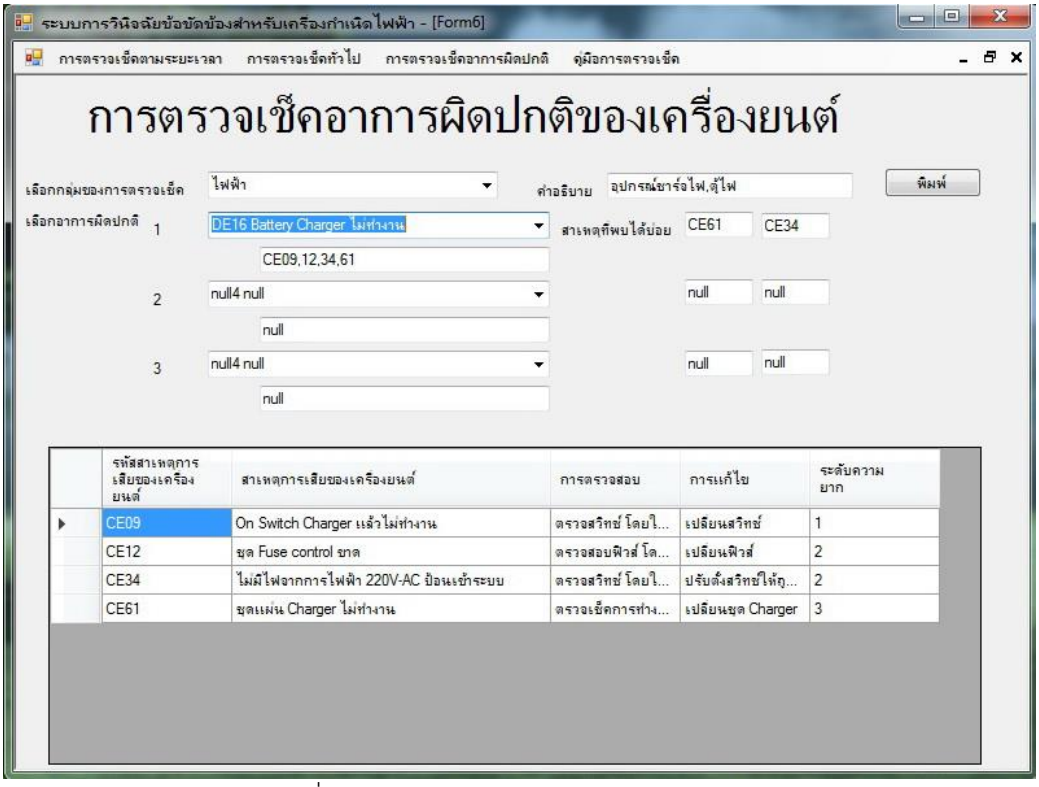
ผลการวินิจฉัยโดยระบบการวินิจฉัย

เมื่อแบตเตอรี่ไม่มีกระแสไฟฟ้ากลับเข้ามา แสดงว่ามีปัญหาด้านการชาร์จไฟฟ้า ดังนั้นต้องมีอาการผิดปกติที่ กลุ่มไฟฟ้า โดยเมื่อใช้ระบบการวินิจฉัยให้ป้อนข้อมูล กลุ่มไฟฟ้า และอาการ Battery charger ไม่ทำงาน ซึ่งทำให้โปรแกรมแสดงคำตอบ 4 คำตอบ ได้แก่ 1) On switch charger แล้วไม่

ทำงาน 2) ชุด fuse control ขาด 3) ไม่มีไฟจากการไฟฟ้า 220 V ป้อนเข้าระบบ 4) ชุด Charger ไม่ทำงาน ดังรูปที่ ง.16

<u>การเปรียบเทียบระหว่างผู้ชำนาญงานและระบบการวินิจฉัย</u>

ผู้ชำนาญงานได้ทำการวินิจฉัย โดยเลือกการตรวจเช็ค ชุด Charger ซึ่งเป็นการข้ามขั้นตอนที่ระบบวินิจฉัยได้แสดงไว้ โดยระบบวินิจฉัยจะแสดงคำตอบที่เป็นการเรียงตามความยากง่ายไว้ในลำดับที่ 4 โดยคำตอบที่ได้มีความสอดคล้องกัน



รูปที่ ง.16 หน้าจออาการ Battery Charger ไม่ทำงาน

ตัวอย่างการจำลองสถานการณ์ที่ 17

อาการ อุณหภูมิสูงกว่าปกติ

<u>ลักษณะที่พบ</u>

เกจวัดที่แสดงอุณหภูมิของเครื่องมีค่าสูงกว่าปกติ ซึ่งปกติจะอยู่ประมาณ 80 องศาเซลเซียส

ผลการวินิจฉัยโดยผู้ชำนาญงาน

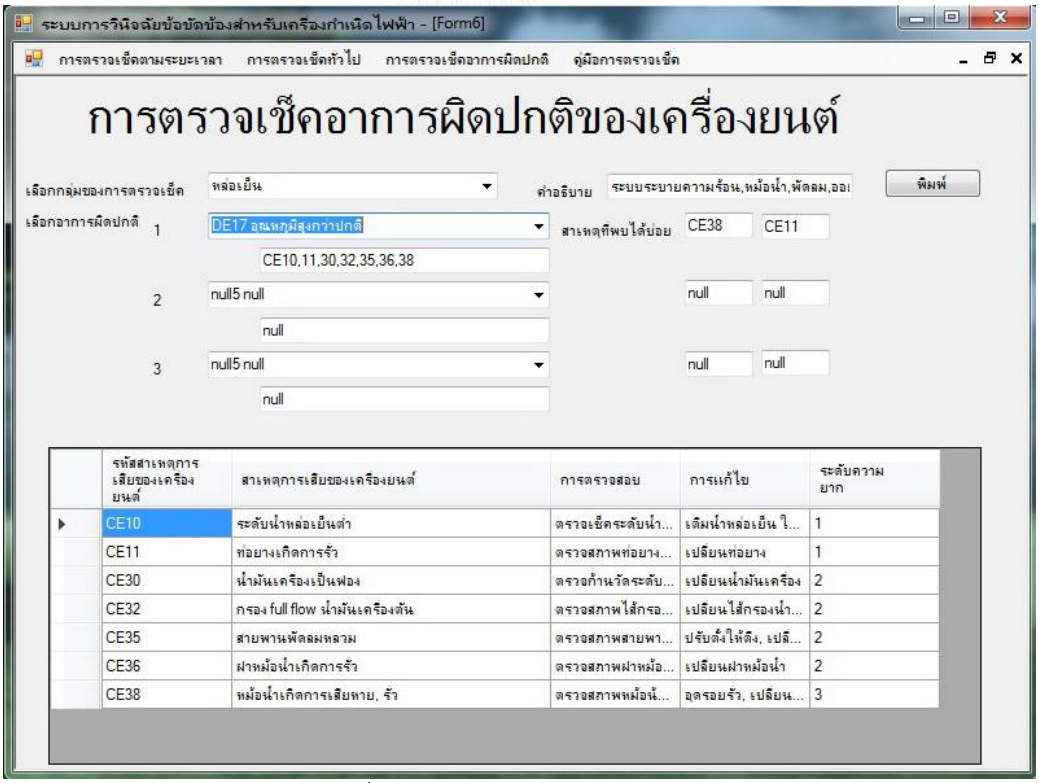
อุณหภูมิที่สูงขึ้น มาจากระบบระบายความร้อนไม่ดี สายพัดลมอาจจะหย่อนตามอายุการใช้งาน ทำให้ระบายความร้อนไม่ได้เต็มที่

ผลการวินิจฉัยโดยระบบการวินิจฉัย

อุณหภูมิของเครื่องเพิ่มสูงขึ้น แสดงว่ามีปัญหาด้านระบบหล่อเย็น(ระบายความร้อน) ดังนั้นต้องมีอาการผิดปกติที่ กลุ่มหล่อเย็น โดยเมื่อใช้ระบบการวินิจฉัยให้ป้อนข้อมูล กลุ่มหล่อเย็น และอาการ อุณหภูมิสูงกว่าปกติ ซึ่งทำให้โปรแกรมแสดงคำตอบ 7 คำตอบ ได้แก่ 1) ระดับน้ำหล่อเย็นต่ำ 2) ท่อยางเกิดการรั่ว 3) น้ำมันเครื่องเป็นฟอง 4) กรอง Full flow น้ำมันเครื่องตัน 5) สายพานพัดลมหลวม 6) ฝาหม้อน้ำเกิดการรั่ว 7) หม้อน้ำเกิดการเสียหายหรือรั่ว ดังรูปที่ ง.17

การเปรียบเทียบระหว่างผู้ชำนาญงานและระบบการวินิจฉัย

ผู้ชำนาญงานได้ทำการวินิจฉัย โดยเลือกการตรวจเช็ค สายพานพัดลม ซึ่งเป็นการข้ามขั้นตอนที่ระบบวินิจฉัยได้แสดงไว้ โดยระบบวินิจฉัยจะแสดงคำตอบที่เป็นการเรียงตามความยากง่ายไว้ในลำดับที่ 5 โดยคำตอบที่ได้มีความสอดคล้องกัน



รูปที่ ง.17 หน้าจออาการอุณหภูมิสูงกว่าปกติ

ตัวอย่างการจำลองสถานการณ์ที่ 18
อาการ อุณหภูมิต่ำกว่าปกติ

ลักษณะที่พบ

เกจวัดที่แสดงอุณหภูมิของเครื่องมีค่าต่ำกว่าปกติ ซึ่งปกติจะอยู่ประมาณ 80 องศาเซลเซียส

ผลการวินิจฉัยโดยผู้ชำนาญงาน

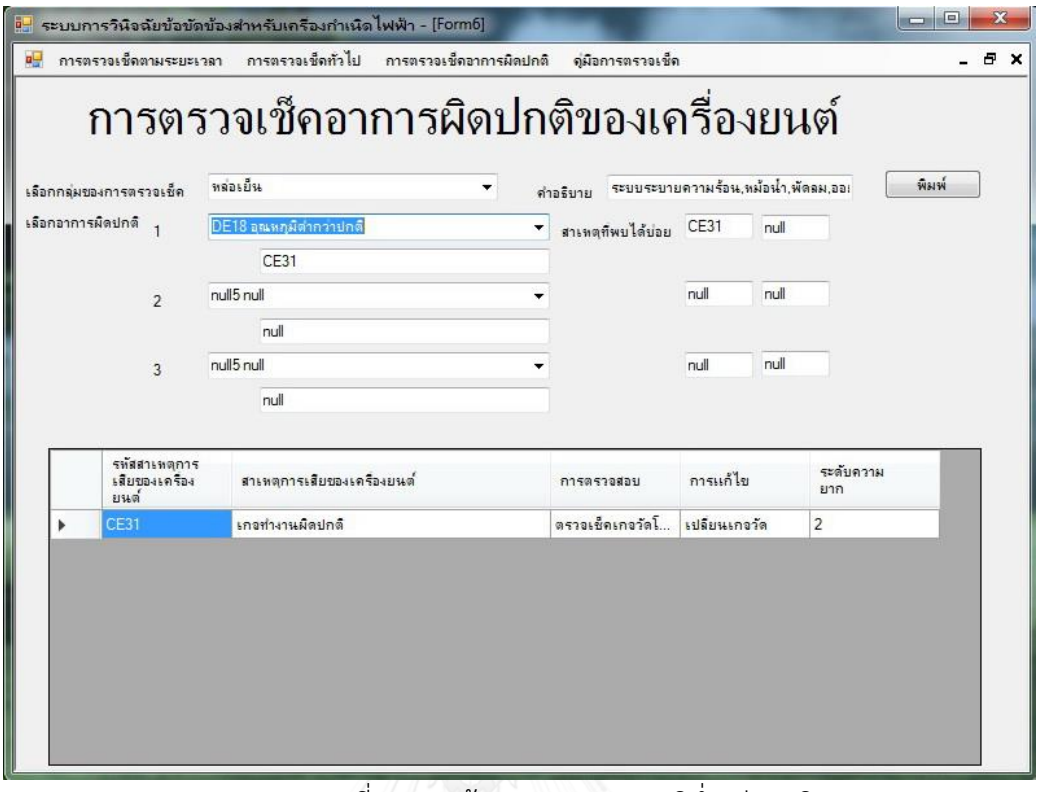
อุณหภูมิต่ำกว่าปกติ แสดงว่าเกจต้องเสียแน่นอน เพราะเครื่องยนต์ดีเซลเป็นเครื่องยนต์ที่มีความร้อนสูงอยู่แล้ว ไม่น่าจะมีอุณหภูมิที่ต่ำได้

ผลการวินิจฉัยโดยระบบการวินิจฉัย

อุณหภูมิของเครื่องไม่อยู่ในเกณฑ์ที่ควรจะเป็น แสดงค่าต่ำกว่าตามความจริง แสดงว่ามีปัญหาด้านระบบหล่อเย็น(ระบายความร้อน) ดังนั้นต้องมีอาการผิดปกติที่ กลุ่มหล่อเย็น โดยเมื่อใช้ระบบการวินิจฉัยให้ป้อนข้อมูล กลุ่มหล่อเย็น และ อาการ อุณหภูมิต่ำกว่าปกติ ซึ่งทำให้โปรแกรมแสดงคำตอบ 1 คำตอบ ได้แก่ 1) เกจวัดทำงานผิดปกติ ดังรูปที่ ง.18

การเปรียบเทียบระหว่างผู้ชำนาญงานและระบบการวินิจฉัย

ผู้ชำนาญงานได้ทำการวินิจฉัย โดยเลือกการตรวจเช็ค เกจวัดค่า ซึ่งตรงกับขั้นตอนที่ระบบวินิจฉัยได้แสดงไว้ โดยระบบวินิจฉัยจะแสดงคำตอบที่เป็นการเรียงตามความยากง่ายไว้ในลำดับที่ 1 โดยคำตอบที่ได้มีความสอดคล้องกัน



รูปที่ ง.18 หน้าจออาการอุณหภูมิต่ำกว่าปกติ

ตัวอย่างการจำลองสถานการณ์ที่ 19

อาการ ไม่มีแรงดันไฟฟ้า (แบบยังไม่เชื่อมต่อกับอุปกรณ์ใดๆ)

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ลักษณะที่พบ

เมื่อตัวผลิตกระแสไฟฟ้าทำการหมุนเพื่อให้เกิดแรงดันไฟฟ้าออกมา กลับไม่มีแรงดันไฟฟ้าออกมา

ผลการวินิจฉัยโดยผู้ชำนาญงาน

แรงดันไฟฟ้าไม่มี ต้องตรวจเช็คที่ AVR ก่อนตามขั้นตอน ซึ่ง AVR อาจจะเสีย

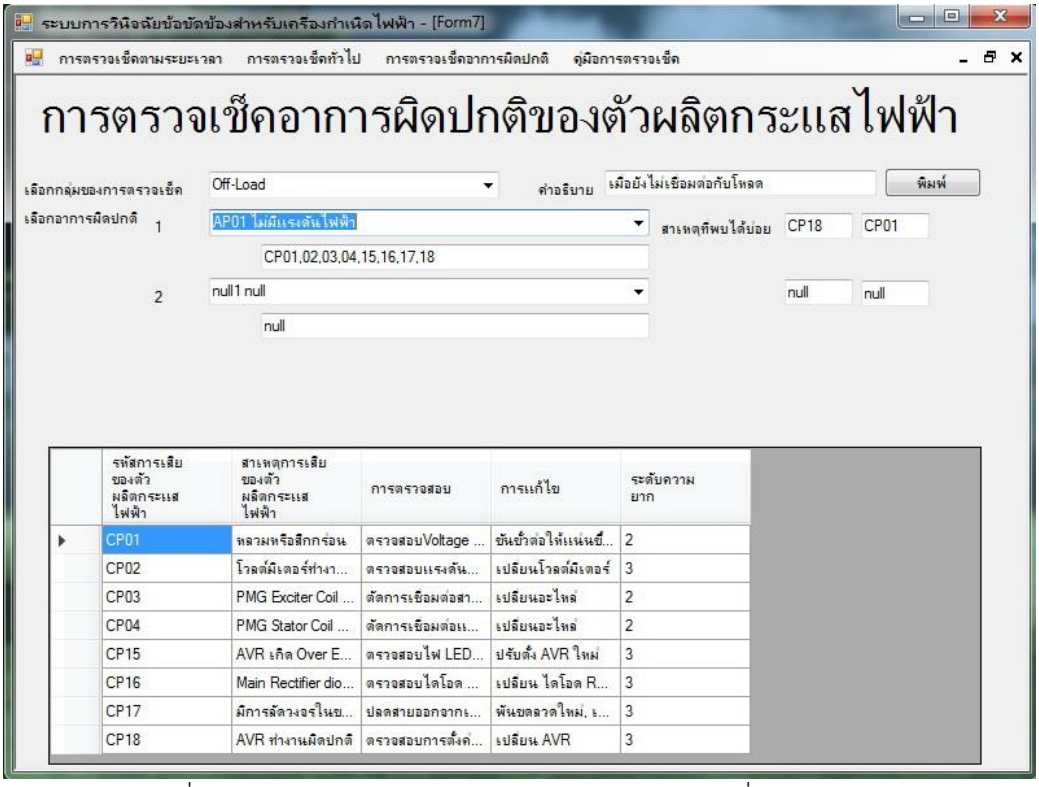
ผลการวินิจฉัยโดยระบบการวินิจฉัย

ตัวผลิตกระแสไฟฟ้าที่ยังไม่ได้เชื่อมต่อกับโหลด แต่ไม่สามารถจ่ายแรงดันไฟฟ้าออกมาได้ แสดงว่ามีอาการผิดปกติที่ กลุ่ม Off load โดยเมื่อใช้ระบบการวินิจฉัยให้ป้อนข้อมูล กลุ่ม Off load และ อาการ ไม่มีแรงดันไฟฟ้า ซึ่งทำให้โปรแกรมแสดงคำตอบคำตอบ 8 คำตอบ ได้แก่ 1) ขั้วหลวมหรือสึก 2) โวลต์มิเตอร์ทำงานผิดปกติ 3) PMG exciter coil ทำงานผิดปกติ 4) PMG stator coil ลง

กราวน์ 5) AVR เกิด Over excitation 6) Main rectifier diodes เกิดลัดวงจร 7) มีการลัดวงจรใน Exciter stator 8) AVR ทำงานผิดปกติ ดังรูปที่ ง.19

<u>การเปรียบเทียบระหว่างผู้ชำนาญงานและระบบการวินิจฉัย</u>

ผู้ชำนาญงานได้ทำการวินิจฉัย โดยเลือกการตรวจเช็ค AVR ซึ่งเป็นการข้ามขั้นตอนที่ระบบวินิจฉัยได้แสดงไว้ โดยระบบวินิจฉัยจะแสดงคำตอบที่เป็นการเรียงตามความยากง่ายไว้ในลำดับที่ 8 โดยคำตอบที่ได้มีความสอดคล้องกัน



รูปที่ ง.19 หน้าจออาการไม่มีแรงดันไฟฟ้า (แบบยังไม่เชื่อมต่อกับอุปกรณ์ใดๆ)

ตัวอย่างการจำลองสถานการณ์ที่ 20

อาการ แรงดันไฟฟ้าต่ำ (แบบยังไม่เชื่อมต่อกับอุปกรณ์ใดๆ)

<u>ลักษณะที่พบ</u>

เมื่อตัวผลิตกระแสไฟฟ้าทำการหมุนเพื่อให้เกิดแรงดันไฟฟ้าออกมา กลับมีแรงดันไฟฟ้าออกมาต่ำกว่าเกณฑ์ที่กำหนด

ผลการวินิจฉัยโดยผู้ชำนาญงาน

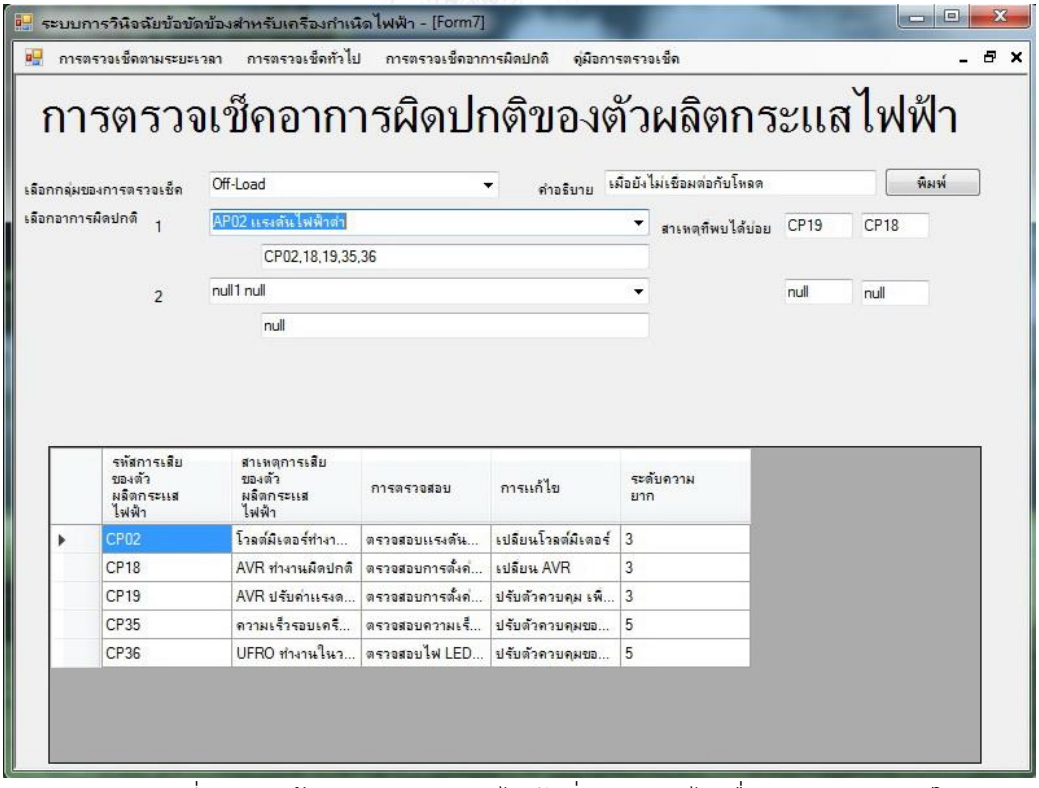
แรงดันไฟฟ้าต่ำ ต้องตรวจเช็คที่ AVR ก่อนตามขั้นตอน ซึ่ง AVR อาจจะเสีย

ผลการวินิจฉัยโดยระบบการวินิจฉัย

ตัวผลิตกระแสไฟฟ้าที่ยังไม่ได้เชื่อมต่อกับโหลด แต่จ่ายแรงดันไฟฟ้าออกมาได้ต่ำกว่าเกณฑ์ แสดงว่ามีอาการผิดปกติที่ กลุ่ม Off load โดยเมื่อใช้ระบบการวินิจฉัยให้ป้อนข้อมูล กลุ่ม Off load และ อาการ แรงดันไฟฟ้าต่ำ ซึ่งทำให้โปรแกรมแสดงคำตอบ 5 คำตอบ ได้แก่ 1) โวลต์มิเตอร์ทำงานผิดปกติ 2) AVR ทำงานผิดปกติ 3) AVR ปรับค่าแรงดันไม่ถูกต้อง 4) ความเร็วรอบเครื่องยนต์ต่ำ 5) UFRO ทำงานในวงจร ดังรูปที่ ง.20

การเปรียบเทียบระหว่างผู้ชำนาญงานและระบบการวินิจฉัย

ผู้ชำนาญงานได้ทำการวินิจฉัย โดยเลือกการตรวจเช็ค AVR ซึ่งเป็นการข้ามขั้นตอนที่ระบบวินิจฉัยได้แสดงไว้ โดยระบบวินิจฉัยจะแสดงคำตอบที่เป็นการเรียงตามความยากง่ายไว้ในลำดับที่ 2 โดยคำตอบที่ได้มีความสอดคล้องกัน



รูปที่ ง.20 หน้าจออาการแรงดันไฟฟ้าต่ำ (แบบยังไม่เชื่อมต่อกับอุปกรณ์ใดๆ)

ตัวอย่างการจำลองสถานการณ์ที่ 21
อาการ แรงดันไฟฟ้าสูง (แบบยังไม่เชื่อมต่อกับอุปกรณ์ใดๆ)

ลักษณะที่พบ

เมื่อตัวผลิตกระแสไฟฟ้าทำการหมุนเพื่อให้เกิดแรงดันไฟฟ้าออกมา กลับมีแรงดันไฟฟ้าออกมาสูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนด

ผลการวินิจฉัยโดยผู้ชำนาญงาน

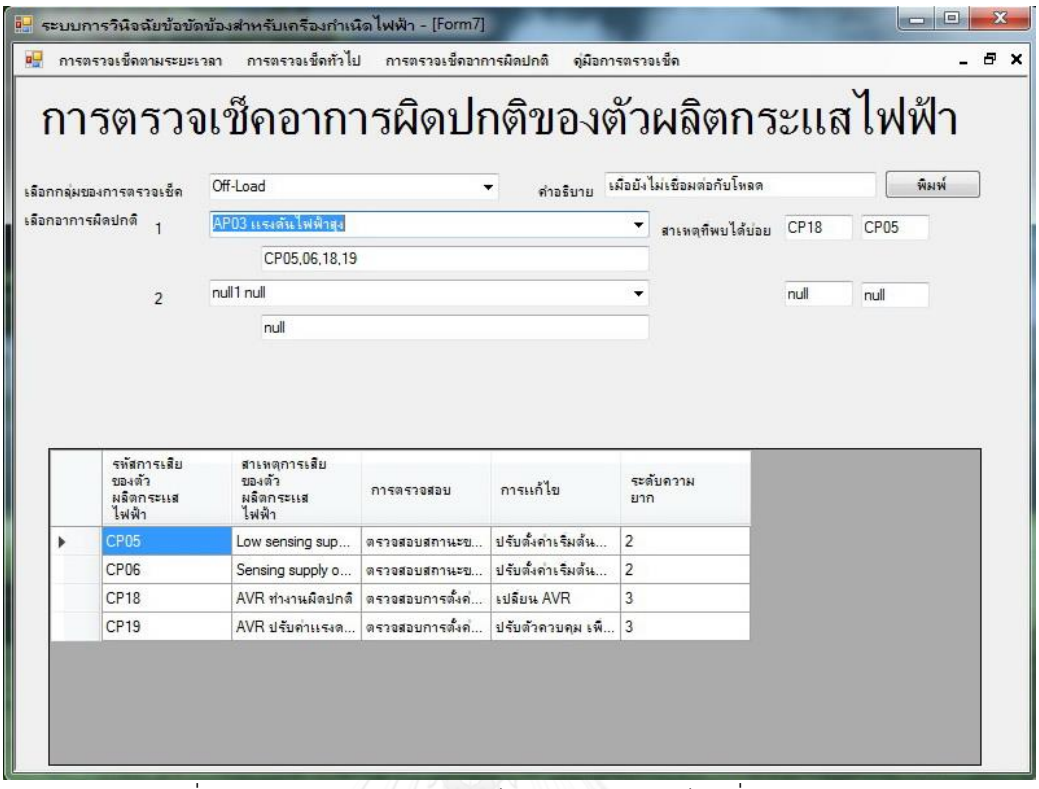
แรงดันไฟฟ้าสูง ต้องตรวจเช็คที่ AVR ก่อนตามขั้นตอน ซึ่ง AVR อาจปรับตั้งค่าแรงดันสูงเกินไป

ผลการวินิจฉัยโดยระบบการวินิจฉัย

ตัวผลิตกระแสไฟฟ้าที่ยังไม่ได้เชื่อมต่อกับโหลด แต่จ่ายแรงดันไฟฟ้าออกมาได้สูงกว่าเกณฑ์ แสดงว่ามีอาการผิดปกติที่ กลุ่ม Off load โดยเมื่อใช้ระบบการวินิจฉัยให้ป้อนข้อมูล กลุ่ม Off load และ อาการ แรงดันไฟฟ้าสูง ซึ่งทำให้โปรแกรมแสดงคำตอบ 4 คำตอบ ได้แก่ 1) Low sensing supply ที่ main stator 2) Sensing supply เปิดวงจรที่ AVR 3) AVR ทำงานผิดปกติ 4) AVR ปรับค่าแรงดันไม่ถูกต้อง ดังรูปที่ ง.21

การเปรียบเทียบระหว่างผู้ชำนาญงานและระบบการวินิจฉัย

ผู้ชำนาญงานได้ทำการวินิจฉัย โดยเลือกการตรวจเช็ค ค่าแรงดันที่ AVR ซึ่งเป็นการข้ามขั้นตอนที่ระบบวินิจฉัยได้แสดงไว้ โดยระบบวินิจฉัยจะแสดงคำตอบที่เป็นการเรียงตามความยากง่ายไว้ในลำดับที่ 4 โดยคำตอบที่ได้มีความสอดคล้องกัน



รูปที่ ง.21 หน้าจออาการแรงดันไฟฟ้าสูง (แบบยังไม่เชื่อมต่อกับอุปกรณ์ใดๆ)

ตัวอย่างการจำลองสถานการณ์ที่ 22

อาการ แรงดันไฟฟ้าไม่เสถียร (แบบยังไม่เชื่อมต่อกับอุปกรณ์ใดๆ)

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ลักษณะที่พบ

แรงดันไฟฟ้าที่ออกมาจากตัวผลิตกระแสไฟฟ้ามีค่าไม่คงที่

ผลการวินิจฉัยโดยผู้ชำนาญงาน

แรงดันไฟฟ้าไม่เสถียร ต้องตรวจเช็คที่ AVR ก่อนตามขั้นตอน ซึ่ง AVR อาจปรับตั้งค่าความเสถียรไม่ถูกต้อง

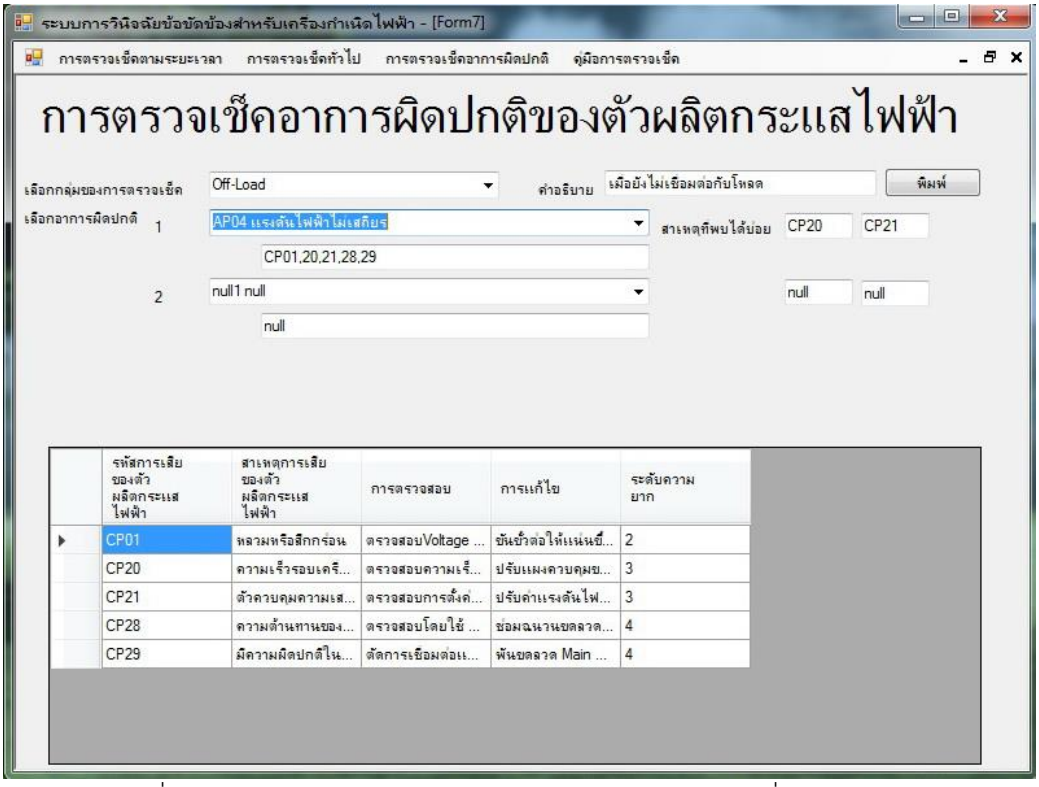
ผลการวินิจฉัยโดยระบบการวินิจฉัย

ตัวผลิตกระแสไฟฟ้าที่ยังไม่ได้เชื่อมต่อกับโหลด แต่จ่ายแรงดันไฟฟ้าออกมาได้ไม่คงที่ แสดงว่ามีอาการผิดปกติที่ กลุ่ม Off load โดยเมื่อใช้ระบบการวินิจฉัยให้ป้อนข้อมูล กลุ่ม Off load และอาการ แรงดันไฟฟ้าไม่เสถียร ซึ่งทำให้โปรแกรมแสดงคำตอบ 5 คำตอบ ได้แก่ 1) ขั้วหลวมหรือสึก

กร่อน 2) ความเร็วรอบเครื่องยนต์ไม่เสถียร 3) ตัวควบคุมความเสถียร AVR ตั้งค่าไม่ถูกต้อง 4) ความต้านทานของฉนวนขดลวดมีค่าผิดปกติ 5) มีความผิดปกติในขดลวด Main stator ดังรูปที่ ง.22

<u>การเปรียบเทียบระหว่างผู้ชำนาญงานและระบบการวินิจฉัย</u>

ผู้ชำนาญงานได้ทำการวินิจฉัย โดยเลือกการตรวจเช็ค ตัวควบคุมความเสถียรที่ AVR ซึ่งเป็นการข้ามขั้นตอนที่ระบบวินิจฉัยได้แสดงไว้ โดยระบบวินิจฉัยจะแสดงคำตอบที่เป็นการเรียงตามความยากง่ายไว้ในลำดับที่ 3 โดยคำตอบที่ได้มีความสอดคล้องกัน



รูปที่ ง.22 หน้าจออาการแรงดันไฟฟ้าไม่เสถียร (แบบยังไม่เชื่อมต่อกับอุปกรณ์ใดๆ)

ตัวอย่างการจำลองสถานการณ์ที่ 23

อาการ แรงดันไฟฟ้าไม่สมดุล

<u>ลักษณะที่พบ</u>

แรงดันไฟฟ้าระหว่างเฟสทั้ง 3 เฟส มีความไม่สมดุลกัน มีบางเฟสมีค่ามาก บางเฟสมีค่าน้อย

ผลการวินิจฉัยโดยผู้ชำนาญงาน

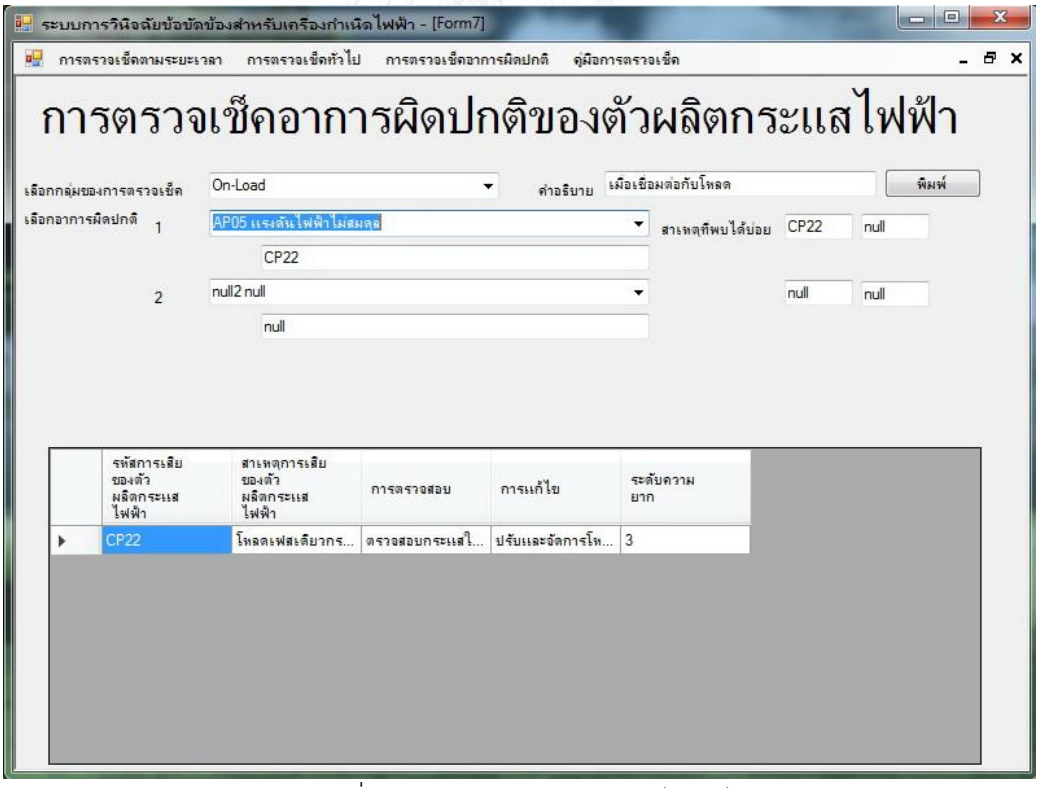
ต้องตรวจสอบแรงดันไฟฟ้าแต่ละเฟส แล้วทำการปรับให้สมดุลกัน

ผลการวินิจฉัยโดยระบบการวินิจฉัย

ตัวผลิตกระแสไฟฟ้าที่ได้เชื่อมต่อกับโหลด จ่ายแรงดันไฟฟ้าออกมาได้ไม่สมดุล มีความแตกต่างของเฟส แสดงว่ามีอาการผิดปกติที่ กลุ่ม On load โดยเมื่อใช้ระบบการวินิจฉัยให้ป้อนข้อมูลกลุ่ม On load และ อาการ แรงดันไฟฟ้าไม่สมดุล ซึ่งทำให้โปรแกรมแสดงคำตอบ 1 คำตอบ ได้แก่ 1) โหลดเฟสเดียวกระแสไม่สม่ำเสมอและกระจายไปทั้ง 3 เฟส ดังรูปที่ ง.23

การเปรียบเทียบระหว่างผู้ชำนาญงานและระบบการวินิจฉัย

ผู้ชำนาญงานได้ทำการวินิจฉัย โดยเลือกการตรวจเช็ค แรงดันไฟฟ้าแต่ละเฟส ซึ่งตรงกับขั้นตอนที่ระบบวินิจฉัยได้แสดงไว้ โดยระบบวินิจฉัยจะแสดงคำตอบที่เป็นการเรียงตามความยากง่ายไว้ในลำดับที่ 1 โดยคำตอบที่ได้มีความสอดคล้องกัน



รูปที่ ง.23 หน้าจออาการแรงดันไฟฟ้าไม่สมดุล

ตัวอย่างการจำลองสถานการณ์ที่ 24
อาการ แรงดันไฟฟ้าไม่เสถียร

ลักษณะที่พบ

แรงดันไฟฟ้าที่ออกมาจากตัวผลิตกระแสไฟฟ้ามีค่าไม่คงที่ ส่งผลกระทบกับโหลด

ผลการวินิจฉัยโดยผู้ชำนาญงาน

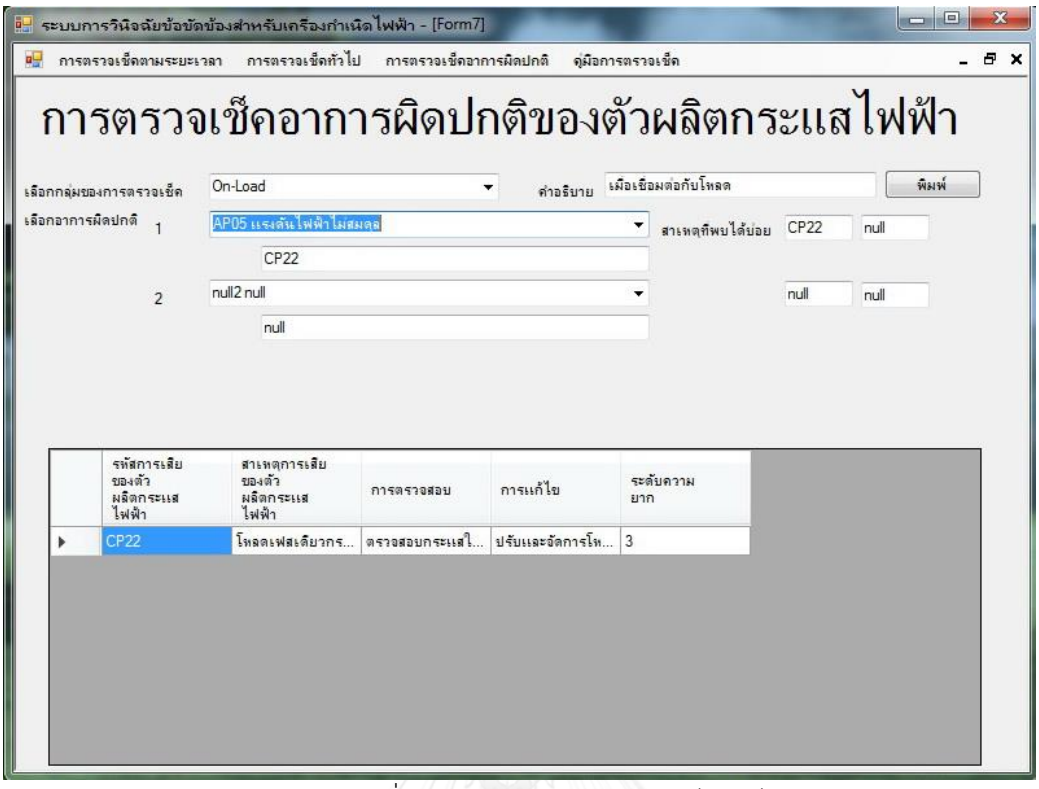
แรงดันไฟฟ้าไม่เสถียร ต้องตรวจเช็คที่ AVR ก่อนตามขั้นตอน ซึ่ง AVR อาจปรับตั้งค่าความเสถียรไม่ถูกค่า

ผลการวินิจฉัยโดยระบบการวินิจฉัย

ตัวผลิตกระแสไฟฟ้าที่ได้เชื่อมต่อกับโหลด จ่ายแรงดันไฟฟ้าออกมาได้ไม่คงที่ แสดงว่ามีอาการผิดปกติที่ กลุ่ม On load โดยเมื่อใช้ระบบการวินิจฉัยให้ป้อนข้อมูล กลุ่ม On load และอาการ แรงดันไฟฟ้าไม่เสถียร ซึ่งทำให้โปรแกรมแสดงคำตอบ 5 คำตอบ ได้แก่ 1) โหลดไม่มีความเป็นเชิงเส้น 2) ตัวประกอบกำลังล้ำหน้า 3) AVR มีการปรับความเสถียรไม่ถูกต้อง 4) ความผันผวนของกระแสโหลด 5) Engine governor ไม่เสถียร ดังรูปที่ ง.24

การเปรียบเทียบระหว่างผู้ชำนาญงานและระบบการวินิจฉัย

ผู้ชำนาญงานได้ทำการวินิจฉัย โดยเลือกการตรวจเช็ค การปรับความเสถียรที่ AVR ซึ่งเป็นการข้ามขั้นตอนที่ระบบวินิจฉัยได้แสดงไว้ โดยระบบวินิจฉัยจะแสดงคำตอบที่เป็นการเรียงตามความยากง่ายไว้ในลำดับที่ 3 โดยคำตอบที่ได้มีความสอดคล้องกัน



รูปที่ ง.24 หน้าจออาการแรงดันไฟฟ้าไม่เสถียร

ตัวอย่างการจำลองสถานการณ์ที่ 25

อาการ วงจรแรงดันไฟฟ้าไม่ดี

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ลักษณะที่พบ

แรงดันไฟฟ้าที่ออกมาจากตัวผลิตกระแสไฟฟ้า ไม่มีทั้งความเสถียร ความสมดุล รวมถึงมีทั้งแรงดันไฟฟ้าต่ำและสูง ทำให้โหลดเกิดปัญหาได้

ผลการวินิจฉัยโดยผู้ชำนาญงาน

แรงดันไฟฟ้าไม่เสถียร ต้องตรวจเช็คที่ AVR ก่อนตามขั้นตอน ซึ่ง AVR อาจปรับตั้งค่าความเสถียรไม่ถูกต้อง ทำให้ส่งผลกระทบต่อเนื่องเป็นลูกโซ่

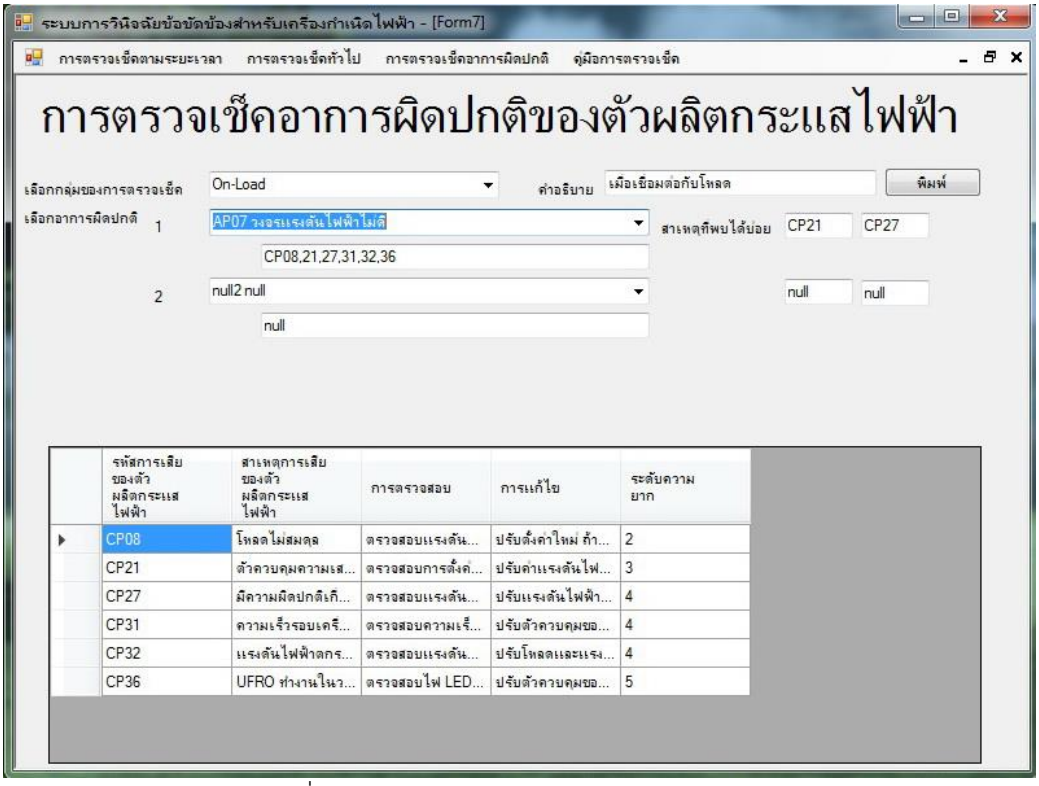
ผลการวินิจฉัยโดยระบบการวินิจฉัย

ตัวผลิตกระแสไฟฟ้าที่ได้เชื่อมต่อกับโหลด จ่ายแรงดันไฟฟ้าออกมาได้ไม่ดีเท่าที่ควร แสดงว่ามีอาการผิดปกติที่ กลุ่ม On load โดยเมื่อใช้ระบบการวินิจฉัยให้ป้อนข้อมูล กลุ่ม On load และอาการ วงจรแรงดันไฟฟ้าไม่ดี ซึ่งทำให้โปรแกรมแสดงคำตอบ 6 คำตอบ ได้แก่ 1) โหลดไม่สมดุล 2)

ตัวควบคุมความเสถียร AVR ตั้งค่าไม่ถูกต้อง 3) มีความผิดปกติเกี่ยวกับวงจรกระแสหลักหรือกระตุ้นขดลวด 4) ความเร็วรอบเครื่องลดลงมาก 5) แรงดันไฟฟ้าตกระหว่างเครื่องและโหลด เนื่องจากการสูญเสียในสายเคเบิล 6) UFRO ทำงานในวงจร ดังรูปที่ ง.25

<u>การเปรียบเทียบระหว่างผู้ชำนาญงานและระบบการวินิจฉัย</u>

ผู้ชำนาญงานได้ทำการวินิจฉัย โดยเลือกการตรวจเช็ค การปรับความเสถียรที่ AVR ซึ่งเป็นการข้ามขั้นตอนที่ระบบวินิจฉัยได้แสดงไว้ โดยระบบวินิจฉัยจะแสดงคำตอบที่เป็นการเรียงตามความยากง่ายไว้ในลำดับที่ 2 โดยคำตอบที่ได้มีความสอดคล้องกัน



รูปที่ ง.25 หน้าจออาการวงจรแรงดันไฟฟ้าไม่ดี

ตัวอย่างการจำลองสถานการณ์ที่ 26

อาการ แรงดันไฟฟ้าล่ม

<u>ลักษณะที่พบ</u>

แรงดันไฟฟ้าที่ออกมาจากตัวผลิตกระแสไฟฟ้า มีการขาดช่วงหรือหยุดส่งแรงดันไฟฟ้า

ผลการวินิจฉัยโดยผู้ชำนาญงาน

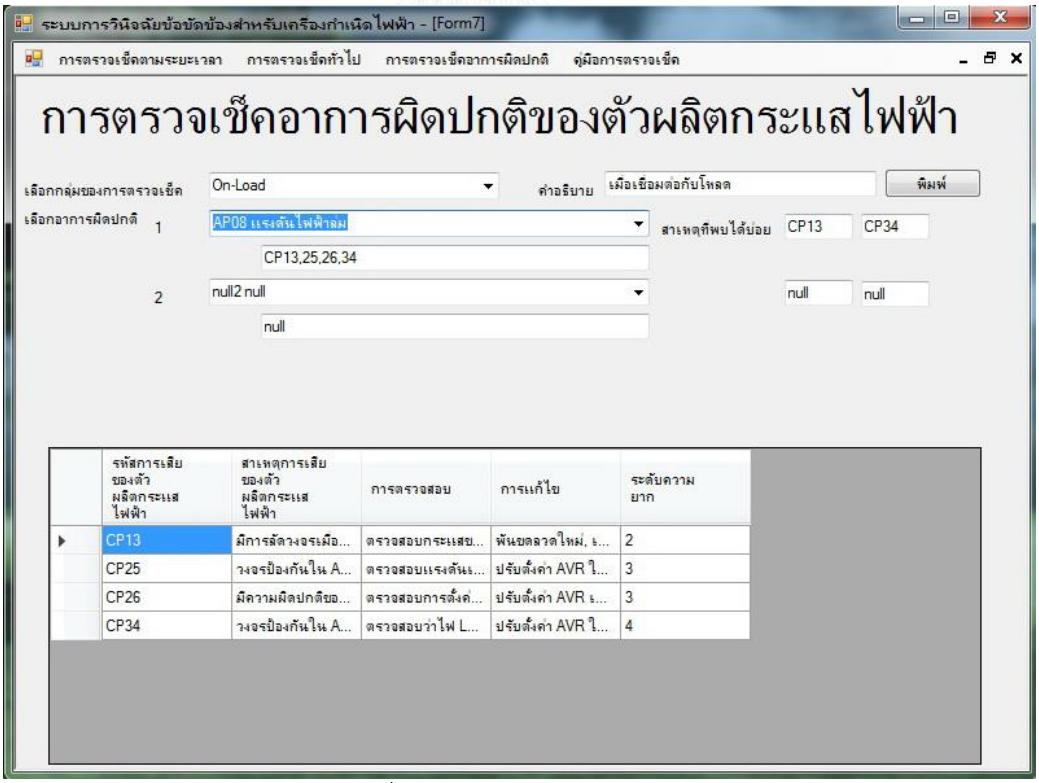
ขดลวดมีการลัดวงจร จึงทำให้แรงดันไฟฟ้าล่ม

ผลการวินิจฉัยโดยระบบการวินิจฉัย

ตัวผลิตกระแสไฟฟ้าที่ได้เชื่อมต่อกับโหลด จ่ายแรงดันไฟฟ้าออกมาได้ขาดๆหายๆ แสดงว่ามีอาการผิดปกติที่ กลุ่ม On load โดยเมื่อใช้ระบบการวินิจฉัยให้ป้อนข้อมูล กลุ่ม On load และอาการ แรงดันไฟฟ้าล่ม ซึ่งทำให้โปรแกรมแสดงคำตอบ 4 คำตอบ ได้แก่ 1) มีการลัดวงจรเมื่อมีการข้ามเฟส 2) วงจรป้องกันใน AVR ทำงาน เนื่องจากมีการกระตุ้นสูง 3) มีความผิดปกติของวงจรป้องกันใน AVR 4) วงจรป้องกันใน AVR ทำงาน เนื่องจากความผิดปกติในขดลวดเครื่องกำเนิดไฟฟ้าหรือไดโอด ดังรูปที่ ง.26

การเปรียบเทียบระหว่างผู้ชำนาญงานและระบบการวินิจฉัย

ผู้ชำนาญงานได้ทำการวินิจฉัย โดยเลือกการตรวจเช็ค การลัดวงจรเมื่อมีการข้ามเฟส ซึ่งตรงกับขั้นตอนที่ระบบวินิจฉัยได้แสดงไว้ โดยระบบวินิจฉัยจะแสดงคำตอบที่เป็นการเรียงตามความยากง่ายไว้ในลำดับที่ 1 โดยคำตอบที่ได้มีความสอดคล้องกัน



รูปที่ ง.26 หน้าจออาการแรงดันไฟฟ้าล่ม

ตัวอย่างการจำลองสถานการณ์ที่ 27
อาการ แรงดันไฟฟ้าสูง

ลักษณะที่พบ

เมื่อตัวผลิตกระแสไฟฟ้าทำการหมุนเพื่อให้เกิดแรงดันไฟฟ้าออกมา กลับมีแรงดันไฟฟ้าออกมาสูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนด ทำให้โหลดเกิดปัญหาได้

ผลการวินิจฉัยโดยผู้ชำนาญงาน

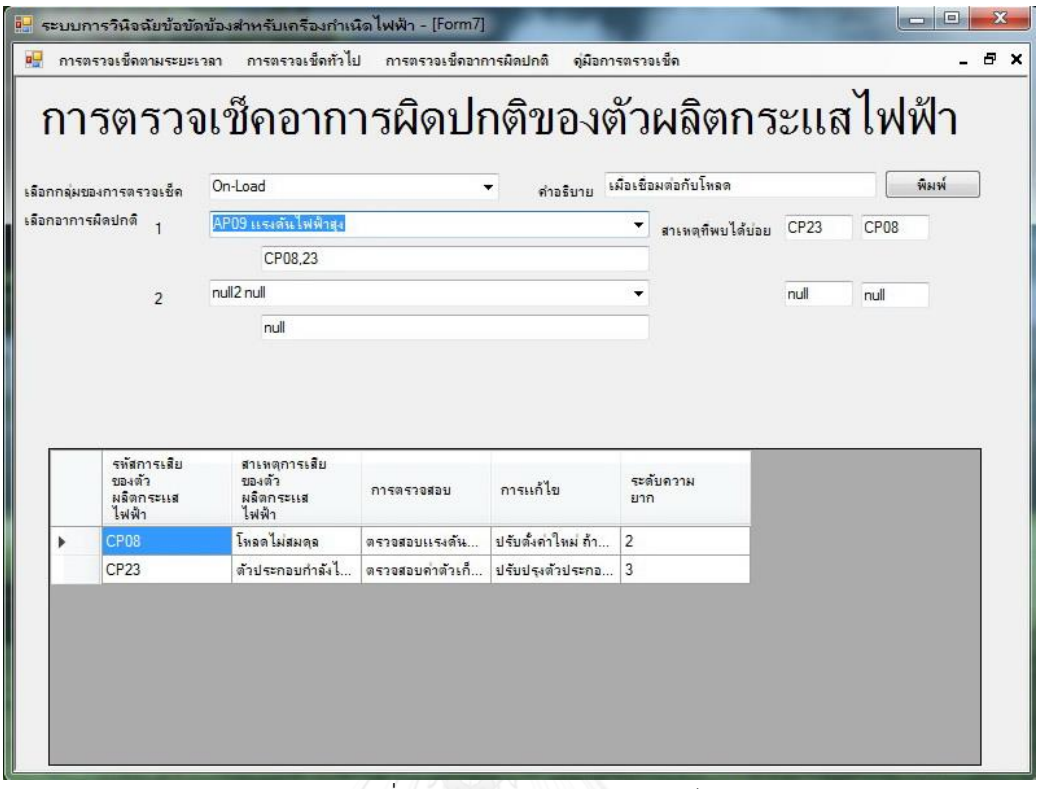
เกิดตัวประกอบกำลังไฟฟ้าล้ำหน้า ต้องทำการปรับให้ค่าเท่ากับ 1

ผลการวินิจฉัยโดยระบบการวินิจฉัย

ตัวผลิตกระแสไฟฟ้าที่ได้เชื่อมต่อกับโหลด จ่ายแรงดันไฟฟ้าออกมาได้สูงกว่าเกณฑ์ แสดงว่ามีอาการผิดปกติที่ กลุ่ม On load โดยเมื่อใช้ระบบการวินิจฉัยให้ป้อนข้อมูล กลุ่ม On load และอาการ แรงดันไฟฟ้าสูง ซึ่งทำให้โปรแกรมแสดงคำตอบ 2 คำตอบ ได้แก่ 1) โหลดไม่สมดุล 2) ตัวประกอบกำลังไฟฟ้าล้ำหน้า ดังรูปที่ ง.27

การเปรียบเทียบระหว่างผู้ชำนาญงานและระบบการวินิจฉัย

ผู้ชำนาญงานได้ทำการวินิจฉัย โดยเลือกการตรวจเช็ค ตัวประกอบกำลังไฟฟ้า ซึ่งเป็นการข้ามขั้นตอนที่ระบบวินิจฉัยได้แสดงไว้ โดยระบบวินิจฉัยจะแสดงคำตอบที่เป็นการเรียงตามความยากง่ายไว้ในลำดับที่ 2 โดยคำตอบที่ได้มีความสอดคล้องกัน



รูปที่ ง.27 หน้าจออาการแรงดันไฟฟ้าสูง

ตัวอย่างการจำลองสถานการณ์ที่ 28

อาการ แรงดันไฟฟ้าต่ำ

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ลักษณะที่พบ

เมื่อตัวผลิตกระแสไฟฟ้าทำการหมุนเพื่อให้เกิดแรงดันไฟฟ้าออกมา กลับมีแรงดันไฟฟ้าออกมาต่ำกว่าเกณฑ์ที่กำหนด ทำให้โหลดเกิดปัญหาได้

ผลการวินิจฉัยโดยผู้ชำนาญงาน

แรงดันไฟฟ้าต่ำ ต้องตรวจเช็คที่ AVR ก่อนตามขั้นตอน ซึ่ง AVR อาจจะเสีย

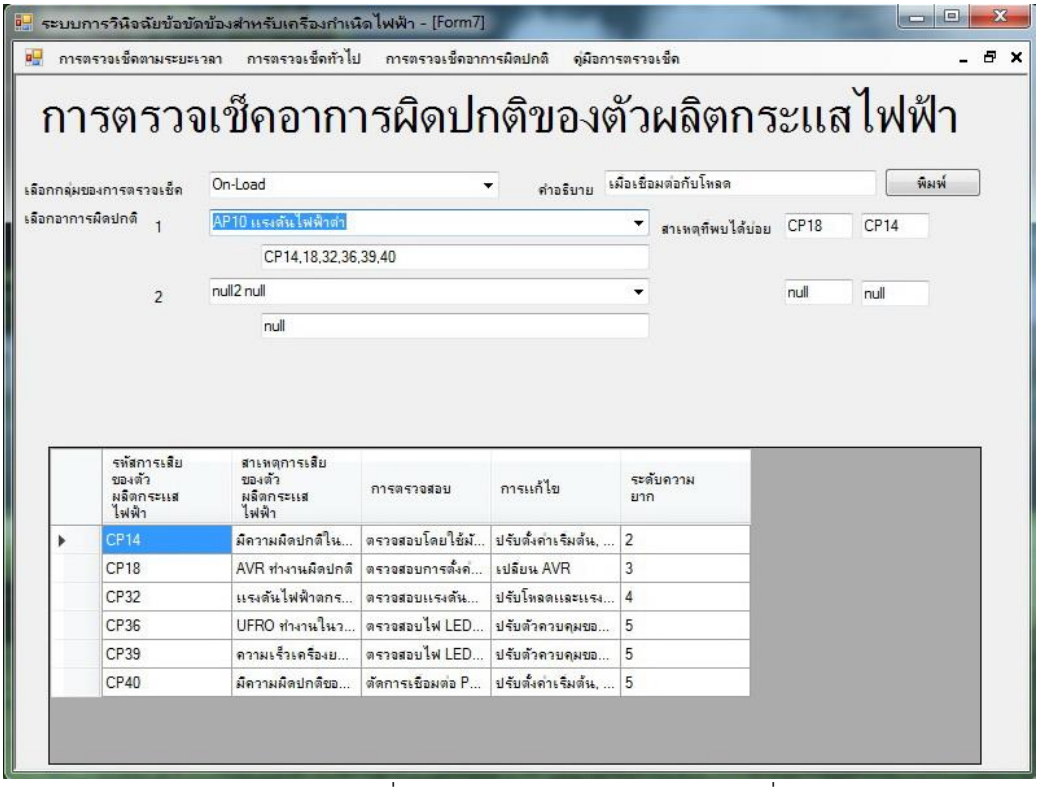
ผลการวินิจฉัยโดยระบบการวินิจฉัย

ตัวผลิตกระแสไฟฟ้าที่ได้เชื่อมต่อกับโหลด จ่ายแรงดันไฟฟ้าออกมาได้ต่ำกว่าเกณฑ์ แสดงว่ามีอาการผิดปกติที่ กลุ่ม On load โดยเมื่อใช้ระบบการวินิจฉัยให้ป้อนข้อมูล กลุ่ม On load และอาการ แรงดันไฟฟ้าต่ำ ซึ่งทำให้โปรแกรมแสดงคำตอบ 5 คำตอบ ได้แก่ 1) มีความผิดปกติในขดลวดหรือไดโอดหมุน 2) AVR ทำงานผิดปกติ 3) แรงดันไฟฟ้าตกระหว่างเครื่องและโหลด เนื่องจากการ

สูญเสียในสายเคเบิล 4) UFRO ทำงานวงจร 5) ความเร็วเครื่องยนต์ลดลงมากกว่า 4 % 6) มีความผิดปกติของ PMG ที่ stator หรือ rotor ดังรูปที่ ง.28

<u>การเปรียบเทียบระหว่างผู้ชำนาญงานและระบบการวินิจฉัย</u>

ผู้ชำนาญงานได้ทำการวินิจฉัย โดยเลือกการตรวจเช็ค AVR ซึ่งเป็นการข้ามขั้นตอนที่ระบบวินิจฉัยได้แสดงไว้ โดยระบบวินิจฉัยจะแสดงคำตอบที่เป็นการเรียงตามความยากง่ายไว้ในลำดับที่ 2 โดยคำตอบที่ได้มีความสอดคล้องกัน



รูปที่ ง.28 หน้าจออาการแรงดันไฟฟ้าต่ำ

ตัวอย่างการจำลองสถานการณ์ที่ 29

อาการ การตอบสนองของแรงดันต่อโหลดกระชากและมอเตอร์สตาร์ทต่ำ

<u>ลักษณะที่พบ</u>

โหลดมีการกระชากกระแสไฟฟ้าในระยะเวลาสั้นๆ ซึ่งทำให้แรงดันไฟฟ้ามีค่าเปลี่ยนแปลง เครื่องกำเนิดไฟฟ้ามีการตอบสนองช้าลง

ผลการวินิจฉัยโดยผู้ชำนาญงาน

การเกิดกระแสกระชาก จะทำให้อุปกรณ์อิเลคทรอนิกส์เกิดความผิดปกติขึ้นได้ จึงต้องเริ่มตรวจเช็คที่ AVR ก่อน ซึ่งเป็นส่วนสำคัญของตัวผลิตกระแสไฟฟ้า

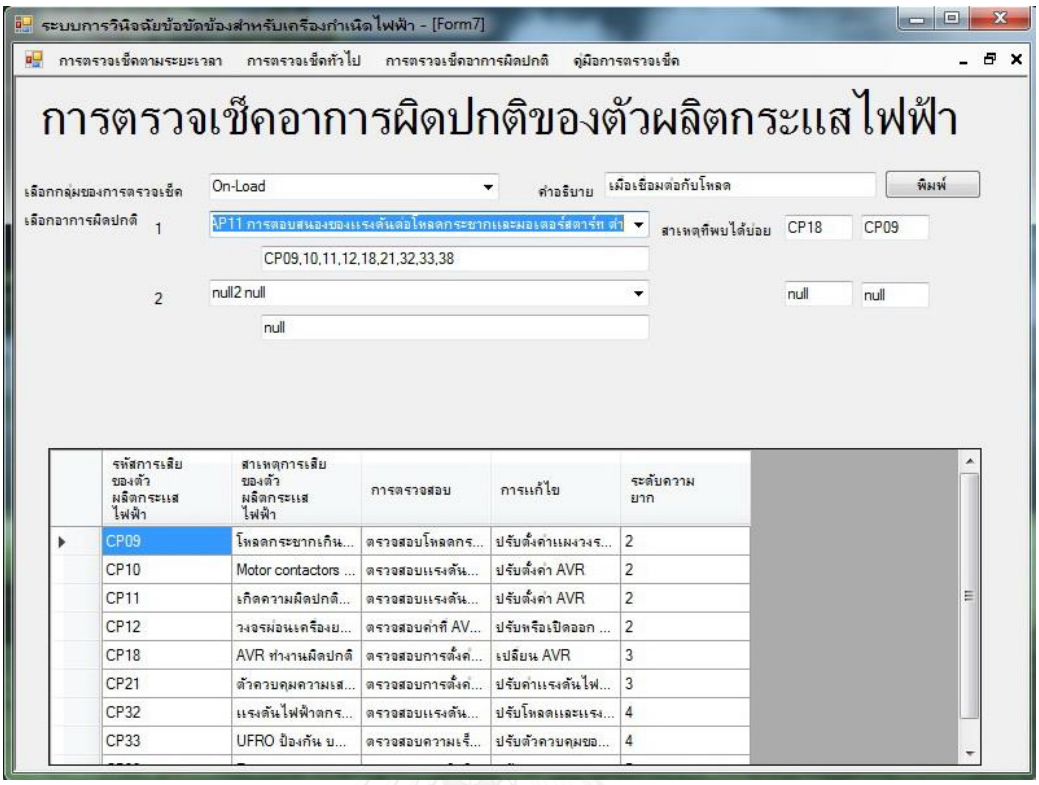
ผลการวินิจฉัยโดยระบบการวินิจฉัย

ตัวผลิตกระแสไฟฟ้าที่ได้เชื่อมต่อกับโหลด แรงดันไฟฟ้าที่จ่ายออกมามีการตอบสนองที่ต่ำกว่าเกณฑ์ แสดงว่ามีอาการผิดปกติที่ กลุ่ม On load โดยเมื่อใช้ระบบการวินิจฉัยให้ป้อนข้อมูล กลุ่ม On load และ อาการ การตอบสนองของแรงดันต่อโหลดกระชากและมอเตอร์สตาร์ทต่ำ ซึ่งทำให้โปรแกรมแสดงคำตอบ 9 คำตอบ ได้แก่ 1) โหลดกระชากเกิน 2.5 times ของโหลดเต็ม 2) Motor contactors dropping ในช่วงสตาร์ท (เกิดการกระชาก) 3) เกิดความผิดปกติเกี่ยวกับขดลวดหรือหมุนกระแส 4) วงจรผ่อนเครื่องยนต์ใน AVR ถูกเปิด 5) AVR ทำงานผิดปกติ 6) ตัวควบคุมความเสถียร AVR ตั้งค่าไม่ถูกต้อง 7) แรงดันไฟฟ้าตกระหว่างเครื่องและโหลด เนื่องจากการสูญเสียในสายเคเบิล 8) UFRO ป้องกันบน AVR 9) Engine governor ตอบสนองช้า ดังแสดงในรูปที่ ง.29

การเปรียบเทียบระหว่างผู้ชำนาญงานและระบบการวินิจฉัย

ผู้ชำนาญงานได้ทำการวินิจฉัย โดยเลือกการตรวจเช็ค AVR ซึ่งเป็นการข้ามขั้นตอนที่ระบบวินิจฉัยได้แสดงไว้ โดยระบบวินิจฉัยจะแสดงคำตอบที่เป็นการเรียงตามความยากง่ายไว้ในลำดับที่ 5 โดยคำตอบที่ได้มีความสอดคล้องกัน

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University



รูปที่ ง.29 หน้าจออาการการตอบสนองของแรงดันต่อโหลดกระชากและมอเตอร์สตาร์ทต่ำ

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ประวัติผู้เขียนวิทยานิพนธ์

นายวสวัตติ์ เชื้อไทย เกิดวันที่ 16 ธันวาคม พ.ศ. 2532 ที่จังหวัดกรุงเทพมหานคร สำเร็จการศึกษาปริญญาวิทยาศาสตรบัณฑิต สาขาฟิสิกส์อุตสาหกรรมและอุปกรณ์การแพทย์ คณะวิทยาศาสตร์ประยุกต์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ ในปีการศึกษา 2554 และเข้าศึกษาต่อในหลักสูตรวิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิศวกรรมอุตสาหการ คณะวิศวกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ในภาคการศึกษาต้น ปีการศึกษา 2555

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University