สำนักหอสมุดกลาง พระจอมเกล้าลาดกระบัง

การพัฒนาระบบควบคุมการเดินเครื่องและเฝ้าระวังเครื่องยนต์กังหันก๊าซขนาดเล็ก

Controlling and Monitoring Systems for Small Gasturbine Engine

T050148

นายวโรฒ วิกสิตโสภน
นายอัฐกาญจน์ จันทรปิฎก

ปริญญานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต
ภาควิชาวิศวกรรมเครื่องกล
คณะวิศวกรรมศาสตร์
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
ปีการศึกษา 2545

เลขหมู่..................
เลขทะเบียน 50148
วัน,เดือน,ปี 21 เม.ย. 2547

.b..................
.i..................

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การพัฒนาระบบควบคุมการเดินเครื่องและเฝ้าระวังเครื่องยนต์กังหันก๊าซขนาดเล็ก

Controlling and Monitoring Systems for Small Gasturbine Engine

โดย

นายวโรฒ วิกสิตโศภน

นายอัฐกาญจน์ จันทรปิฎก

อาจารย์ที่ปรึกษา

ผศ.ดร.จารุวัตร เจริญสุข

ปริญญานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต

ภาควิชาวิศวกรรมเครื่องกล

คณะวิศวกรรมศาสตร์

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

ปีการศึกษา 2545

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ปริญญานิพนธ์ปีการศึกษา 2545

ภาควิชา วิศวกรรมเครื่องกล

คณะวิศวกรรมศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

เรื่อง การพัฒนาระบบควบคุมการเดินเครื่องและเฝ้าระวังเครื่องยนต์กังหันก๊าซขนาดเล็ก

Controlling and Monitoring Systems for Small Gasturbine Engine

ผู้จัดทำ

1. นาย วโรฒ วิกสิตโศภน รหัสประจำตัว 42010617
2. นาย อัฐกาญจน์ จันทรปิฎก รหัสประจำตัว 42010691

________________________ อาจารย์ที่ปรึกษา

(ผศ. ดร. จารุวัตร เจริญสุข)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การพัฒนาระบบควบคุมการเดินเครื่องและเฝ้าระวังเครื่องยนต์กังหันก๊าซขนาดเล็ก

นาย วโรฒ วิกสิตโศภน 42010617

นาย อัฐกาญจน์ จันทรปิฎก 42010691

ผศ.ดร.จารุวัตร เจริญสุข อาจารย์ที่ปรึกษา

ปีการศึกษา 2545

บทคัดย่อ

ปริญญานิพนธ์ฉบับนี้ได้กล่าวถึง การพัฒนาระบบควบคุมและการเฝ้าระวังสำหรับเครื่องยนต์กังหันก๊าซขนาดเล็ก ซึ่งประกอบด้วยระบบอัตโนมัติและระบบความปลอดภัยเพื่อความสะดวกและความปลอดภัยในการพัฒนาเครื่องยนต์กังหันก๊าซ โครงงานนี้จึงนำเสนอระบบการทำงานทั้ง 2 ระบบข้างต้นขึ้น โดยระบบนี้ประกอบด้วยหน่วยรับสัญญาณ ที่ทำหน้าที่วัดคุณสมบัติของเครื่องยนต์, หน่วยประมวลผล ทำหน้าที่ประมวลผลคุณสมบัติที่วัดได้, หน่วยกระทำ มีหน้าที่รับสัญญาณควบคุมจากหน่วยประมวลผลเพื่อปรับคุณสมบัติของเครื่องยนต์ และหน่วยติดต่อกับผู้ใช้ ทำหน้าที่รับคำสั่งจากผู้ควบคุมเครื่องและแสดงสถานะของเครื่อง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Controlling and Monitoring Systems for Small Gasturbine Engine

Warote Wikkasitsopon 42010617
Attakam Jantapidok 42010691
Assist. Prof. Dr.Jarruwat Charoensuk Advisor

ABSTRACT

This thesis is concerned with the safety and monitoring system for a small gas turbine engine. To operate the engine in safety condition'it is necessary to develop the controlling system: safety and automatic system. So this project presents those two systems and composed with transducers for measuring the engine's properties, a microcontroller for data processing, actuators for adjusting the engine's properties and user interface unit for receiving the user command and also presenting the engine status. Beside that, this project can develop to be a data acquisition interfaced with a computer in order to record the necessary parameters

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กิตติกรรมประกาศ

วิทยานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จลุล่วงได้ด้วยความกรุณาจาก ผศ.ดร.จารุวัตร เจริญสุข ที่กรุณาเสียสละเวลาอันมีค่าในให้คำปรึกษาที่ ให้ความเอาใจใส่ และช่วยเหลือเสมอมา

รวมถึงบิดา มารดา ผู้ซึ่งให้กำเนิด ให้ความรักและให้การชี้นำอันเป็นฐานมั่นให้แก่ชีวิตของข้าพเจ้า จึงขอขอบพระคุณมา ณ โอกาสนี้ที่ให้การสนับสนุนการทำวิทยานิพนธ์เล่มนี้ให้สำเร็จ... สมบูรณ์

วโรฒ วิกสิตโศภน
อัฐกาญจน์ จันทรปิฎก

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ

	หน้าที่
บทคัดย่อภาษาไทย	I
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ	II
กิตติกรรมประกาศ	III
สารบัญ	IV
สารบัญตาราง	VII
สารบัญรูป	VIII
บทที่ 1 บทนำ	1
1.1 ความสำคัญและที่มา	1
1.2 ขอบเขตของโครงงาน	1
1.3 วัตถุประสงค์ของโครงงาน	1
1.4 ขั้นตอนการดำเนินงาน	2
1.5 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ	2
บทที่ 2 ทฤษฎีและหลักการที่เกี่ยวข้อง	3
2.1 ทฤษฎีเครื่องยนต์กังหันก๊าซ	3
2.1.1 การทำงานของเครื่องยนต์	3
2.1.2 ขั้นตอนการเริ่มติดและดับเครื่องยนต์กังหันก๊าซ	4
2.2 ระบบการจัดเก็บข้อมูลเพื่อประมวลผล	5
2.2.1 บทนำ	5
2.2.2 หลักการระบบการ จัดเก็บข้อมูล	6
2.2.2.1 การตรวจวัดสภาพตัวแปรทางกายภาพ (Analog input)	6
2.2.2.2 การปรับแต่งสัญญาณ (Signal Conditioning Circuit)	6
2.2.2.3 การเปลี่ยนสัญญาณอนาลอกเป็นสัญญาณดิจิตอล (Analog to Digital Conversion ; A/D)	7
2.2.2.4 ส่วนการประมวลผล (Processing unit)	8
2.3 อุปกรณ์ตรวจจับ(Sensor)หรืออุปกรณ์เปลี่ยนแปลงรูปของพลังงาน(Transducer)	8
2.3.1 บทนำ	8
2.3.1.1 ย่านในการวัด (Operrting range)	8
2.3.1.2 ความไว (Sensitivity)	9
2.3.1.3 การตอบสนองความถี่ (Frequency response)	9
2.3.1.4 ความแม่นยำ (Accuracy)	9
2.3.1.5 ปัจจัยทางด้านเศรษฐศาสตร์	9

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.3.2 หลักการเลือกเซนเซอร์ตรวจวัดอุณหภูมิ(Thermo Couple) 9

2.3.3 หลักการเลือกเซนเซอร์ตรวจวัดความดัน(Pressure Sensor) 10

2.3.4 หลักการของเซ็นเซอร์ตรวจวัดความเร็วระบบ (RPM sensor) 10

2.3.5 หลักการของเซ็นเซอร์ตรวจวัดระดับ (Oil Level Switch) 11

2.4 ระบบความปลอดภัย 11

บทที่ 3 การออกแบบและการทำงานของระบบควบคุม 13

3.1 ขั้นตอนการออกแบบระบบควบคุม 13

3.1.1 กำหนดวัตถุประสงค์การควบคุม 13

3.1.2 เลือกสัญญาณวัดเพื่อตรวจสอบสภาพกระบวนการ 13

3.1.3 เลือกสัญญาณควบคุมเพื่อปรับสภาพกระบวนการ 13

3.1.4 การกำหนดความสัมพันธ์ระหว่างค่าวัดและสัญญาณควบคุม 13

3.1.5 การเลือกเครื่องควบคุม 13

3.2 การออกแบบระบบควบคุมแบบดิจิตอลโดยตรง 14

3.2.1 ดิจิตอลคอมพิวเตอร์ (Digital computer) 15

3.2.2 อุปกรณ์ตรวจวัด 16

3.2.2.1 การเลือกย่านของเทอร์โมคัปเปิล 16

3.2.2.2 การเลือกย่านของเพรสเชอร์เซนเซอร์ 17

3.2.3 กระบวนการปรับสภาพค่าตรวจวัด (Process to Computer Interfac) 20

3.2.3.1การปรับสภาพสัญญาณของค่าตรวจวัด 20

3.2.3.2 การแปลงสัญญาณอนาลอกเป็นดิจิตอล 20

3.2.4 การส่งสัญญาณควบคุมไปยังอุปกรณ์ควบคุมสุดท้าย (Computer to Process Interface) 21

3.2.5 แผงควบคุม (Operator's Console) 24

3.3 การทำงานของระบบควบคุม 24

3.4 การสอบเทียบและปรับแต่งระบบ 33

3.4.1 การสอบเทียบและการปรับแต่งระบบของเทอร์โมคัปเปิล 33

3.4.1.1 การหาอัตราส่วนแรงดันไฟฟ้าต่ออุณหภูมิ 33

3.4.1.2 การหาสมการความสัมพันธ์ 36

3.4.2 การสอบเทียบและการปรับแต่งระบบของเพรสเชอร์เซนเซอร์ 37

3.4.2.1 การหาอัตราส่วนแรงดันไฟฟ้าต่อความดัน 37

3.4.2.2 การหาสมการความสัมพันธ์ 38

บทที่ 4 การทดลองและผลการทดลอง 40

4.1 วัตถุประสงค์การทดลอง 40

4.2 อุปกรณ์ การทดสอบ 40

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.3 ขั้นตอนการทดสอบ	40
4.4 ผลการทดลอง	41
4.4.1 การตรวจสอบความพร้อมของเครื่องยนต์ก่อนเดินเครื่อง	41
4.4.2 การตรวจสอบความผิดปกติของเครื่องยนต์ขณะเดินเครื่อง	43
4.5 สรุปผลการทดสอบ	46
4.5.1 การทดสอบระบบความปลอดภัย	46
4.5.2 การทดสอบระบบการติดเครื่องอัตโนมัติ	46
4.5.3 การทดสอบระบบการดับเครื่องอัตโนมัติ	46
บทที่ 5 บทวิจารณ์และแนวทางการพัฒนาโครงงาน	47
5.1 วิจารณ์ภาพรวมโครงงาน	47
5.2 แนวทางพัฒนาโครงงาน	47

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญตาราง

หน้าที่

ตาราง 3.1 แสดงรายละเอียดอุปกรณ์วัดที่ใช้ในโครงงาน 17

ตาราง 3.2 แสดงรายละเอียดอุปกรณ์ควบคุมที่ใช้ในโครงงาน 21

ตาราง 3. ผลการทดสอบการวัดแรงดันไฟฟ้าของเทอร์โมคัปเปิล_ 34

ตาราง 3. การคำนวณค่าคงที่ของการประมาณการถดถอยด้วยกำลังสองน้อยที่สุด ของเทอร์โมคัปเปิล 36

ตาราง 3. ผลการทดสอบการวัดแรงดันไฟฟ้าของเพรสเชอร์เซนเซอร์ 37

ตาราง 3. การคำนวณค่าคงที่ของการประมาณการถดถอยด้วยกำลังสองน้อยที่สุด ของเพรสเชอร์เซนเซอร์ 39

ตาราง 4.1 ผลการทดลองติดเครื่องขณะอุณหภูมิสูงกว่า 950 ˚C 41

ตาราง 4.2 ผลการทดลองติดเครื่องขณะไม่มีน้ำมันหล่อลื่น 42

ตาราง 4.3 ผลการทดลองติดเครื่องขณะกดปุ่ม Stop ค้างไว้ 42

ตาราง 4.4 ผลการทดลองก่อนติดเครื่อง 43

ตาราง 4.5 ผลการทดลองขณะติดเครื่อง 44

ตาราง 4.6 ผลการทดลองระหว่างเดินเครื่อง 44

ตาราง 4.7 ผลการทดลองขณะดับเครื่อง 45

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญรูป

หน้าที่

รูปที่ 2.1 ผังการทำงานของเครื่องยนต์กังหันก๊าซ 3
รูปที่ 2.2 เครื่องยนต์กังหันก๊าซ 4
รูปที่ 2.3 แผนผังแสดงระบบการจัดเก็บข้อมูลเพื่อการประมวลผล 6
รูปที่ 2.4 การควบคุมอุบัติภัย 11
รูปที่ 2.5 แผงกั้นเครื่องยนต์กังหันก๊าซ 12
รูปที่ 2.6 ตู้ควบคุม 12
รูปที่ 3.1 แสดงโครงสร้างการใช้คอมพิวเตอร์ควบคุมแบบดิจิตอลโดยตรง 14
รูปที่ 3.2 การใช้คอมพิวเตอร์ควบคุมแบบดิจิตอล 14
รูปที่ 3.3 ไมโครคอนโทรลเลอร์ รุ่น PIC16F877 15
รูปที่ 3.4 รายละเอียดของไมโครคอนโทรลเลอร์ รุ่น PIC16F877 15
รูปที่ 3.5 ผังวงจรควบคุม ส่วนไมโครคอนโทรลเลอร์ 16
รูปที่ 3.6 เทอร์โมคัปเปิลที่ตำแหน่งห้องเผาไหม้ 18
รูปที่ 3.7 เพรสเชอร์เซนเซอร์ 18
รูปที่ 3.8 ชุดมอเตอร์ช่วยติดเครื่องยนต์ 19
รูปที่ 3.9 สวิตช์ลูกลอย 19
รูปที่ 3.10 ตัวแปลงสัญญาณอนาลอกเป็นดิจิตอล 20
รูปที่ 3.11 ผังวงจรแปลงสัญญาณอนาลอกเป็นดิจิตอล 21
รูปที่ 3.12 โซลินอยด์วาล์ว 22
รูปที่ 3.13 พัดลมระบายอากาศ 22
รูปที่ 3.14 หัวเทียน 23
รูปที่ 3.15 ปั๊มน้ำมันหล่อลื่น 23
รูปที่ 3.16 แผงควบคุม 24
รูปที่ 3.17 Flow Chart แสดงการตรวจสอบสภาพเครื่องยนต์ก่อนการติดเครื่องยนต์ 27
รูปที่ 3.18 Flow Chart แสดงการติดเครื่องยนต์แบบอัตโนมัติ 28
รูปที่ 3.19 Flow Chart แสดงการเลื่อนเข้าและออกของมอเตอร์ช่วยอัดอากาศ 29
รูปที่ 3.20 Flow Chart แสดงการตรวจสอบความผิดปกติของเครื่องยนต์ขณะเดินเครื่องยนต์ 30
รูปที่ 3.21 Flow Chart แสดงการดับเครื่องยนต์แบบอัตโนมัติ 31
รูปที่ 3.22 Flow Chart แสดงความผิดปกติของเครื่องยนต์ก่อนการติดเครื่องยนต์ 32
รูปที่ 3.23 Flow Chart แสดงความผิดปกติของเครื่องยนต์ขณะเดินเครื่องยนต์ 33
รูปที่ 3.24 แผนภูมิความสัมพันธ์ระหว่างอุณหภูมิและแรงดันไฟฟ้าของเทอร์โมคัปเปิล 35
รูปที่ 3.25 เครื่องวัดอุณหภูมิ 34

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รูปที่ 3.26 แผนภูมิความสัมพันธ์ระหว่างความดันและแรงดันไฟฟ้าของเพรสเชอร์เซนเซอร์ 38

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 1
บทนำ

1.1 ความสำคัญและที่มา

การศึกษาเครื่องยนต์กังหันก๊าซ ผู้ใช้จะต้องทำการติดเครื่องยนต์และดับเครื่องยนต์ซึ่งมีขั้นตอนและเงื่อนไขต่างๆมากมาย เช่น การตรวจวัดอุณหภูมิในห้องเผาไหม้ อุณหภูมิใบพัดของกังหัน ซึ่งถ้าทำการตรวจวัดและควบคุมลำดับขั้นตอนต่างๆ ด้วยมือแล้ว อาจทำให้เกิดข้อผิดพลาด จนอาจนำมาซึ่งอันตรายและสร้างความเสียหายให้แก่เครื่องยนต์และผู้ใช้ได้

ดังนั้นการใช้งาน เดต้าแอควิซิชัน (Data acquisition) และ ระบบควบคุมอัตโนมัติ (Automatic Control System) จึงเป็นทางเลือกที่เหมาะสมสำหรับปัญหานี้ โดยใช้อุปกรณ์ตรวจวัดค่าอิเล็กทรอนิกส์ (Electronic Transducer) เพื่อวัดค่าคุณสมบัติที่ต้องการ นำสัญญาณที่ได้จากการวัดค่า ซึ่งเป็นสัญญาณอนาลอก แปลงให้เป็นข้อมูลดิจิตอล โดยใช้ อุปกรณ์แปลงสัญญาณอนาลอกเป็นดิจิตอล (Analog to Digital Converter) เพื่อให้ ไมโครคอนโทรลเลอร์ (Microcontroller) สามารถประมวลผลข้อมูลได้ จากนั้นจึงสร้างสัญญาณควบคุม (Control signal) เพื่อกลับมาควบคุมระบบและควบคุมความปลอดภัยต่อไป

ในเครื่องยนต์กังหันก๊าซ การทำงานที่สมบูรณ์และมีความปลอดภัยนั้น ขึ้นอยู่กับปัจจัยหลายปัจจัย ปัจจัยหนึ่งที่สำคัญก็คือ อุณหภูมิ โดยที่ผู้ใช้จะต้องควบคุมอุณหภูมิไม่ให้เกินอุณหภูมิสูงสุดที่วัสดุของเครื่องยนต์กังหันก๊าซสามารถทนได้และมีอุณหภูมิที่เหมาะสมกับการจุดระเบิด

จากที่ได้กล่าวมาแล้ว การควบคุมอุณหภูมิให้เหมาะสม ผู้ใช้จะต้องใช้ข้อมูลต่อเนื่องตามเวลาจริง (Real-time) ของทุกๆปัจจัย อย่างไรก็ตาม การทำการทดลองเพื่อศึกษาเครื่องยนต์กังหันก๊าซโดยไม่มีระบบความปลอดภัยและระบบเปิด-ปิดอัตโนมัติ อาจเกิดความไม่ปลอดภัยและยุ่งยากทำให้เกิดข้อมูลที่ผิดพลาดได้

โครงงานนี้ช่วยแก้ปัญหาดังกล่าวในการวัด, ประมวลผล, และสั่งงานบางอย่างโดยอัตโนมัติ โดยอาศัยชุดเครื่องมืออิเล็กทรอนิกส์และไมโครโปรเซสเซอร์ ทำให้ผู้ใช้สามารถศึกษาทดลองเกี่ยวกับเครื่องยนต์กังหันก๊าซได้สะดวกขึ้น ซึ่งนำไปสู่การพัฒนาเครื่องยนต์ชนิดนี้ต่อไป

1.2 ขอบเขตโครงงาน

1. ออกแบบและสร้างระบบความปลอดภัย
2. ออกแบบและสร้างระบบการทำงานอัตโนมัติ

1.3 วัตถุประสงค์ของโครงงาน

1. เพื่อประยุกต์ความรู้ทางวิศวกรรมเครื่องกล,วิศวกรรมอิเล็กทรอนิกส์,วิศวกรรมคอมพิวเตอร์และวิศวกรรมควบคุมประกอบการทำโครงงาน
2. เพื่อสร้างระบบความปลอดภัยให้กับเครื่องยนต์กังหันก๊าซ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้เพื่อการศึกษาเท่านั้น ห้ามมิให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3. เพื่อสร้างระบบเปิด-ปิดอัตโนมัติให้กับเครื่องยนต์กังหันก๊าซ

1.4 ขั้นตอนการดำเนินงาน

1. จัดหาข้อมูลและศึกษาเครื่องยนต์กังหันก๊าซ
2. ออกแบบระบบที่ใช้กับเครื่องยนต์กังหันก๊าซที่พัฒนาแล้ว
3. จัดเตรียมอุปกรณ์ที่ใช้กับระบบ
4. ประกอบวงจรระบบความปลอดภัยและระบบอัตโนมัติ
5. ติดตั้งระบบเข้ากับเครื่องยนต์กังหันก๊าซ
6. ทดสอบและแก้ไขระบบ

1.5 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1. ทำให้เกิดความรู้และทักษะทางเครื่องกล,อิเล็กทรอนิกส์,คอมพิวเตอร์และระบบการควบคุมมากยิ่งขึ้น
2. ทำให้ผู้ใช้งานสามารถศึกษาทดลองเกี่ยวกับเครื่องยนต์กังหันก๊าซได้สะดวกยิ่งขึ้น ซึ่งจะนำไปสู่การพัฒนาเครื่องยนต์ชนิดนี้ต่อไป
3. สามารถนำมาใช้แทนระบบ PLC ซึ่งมีราคาแพงและมีข้อจำกัดบางประการได้

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

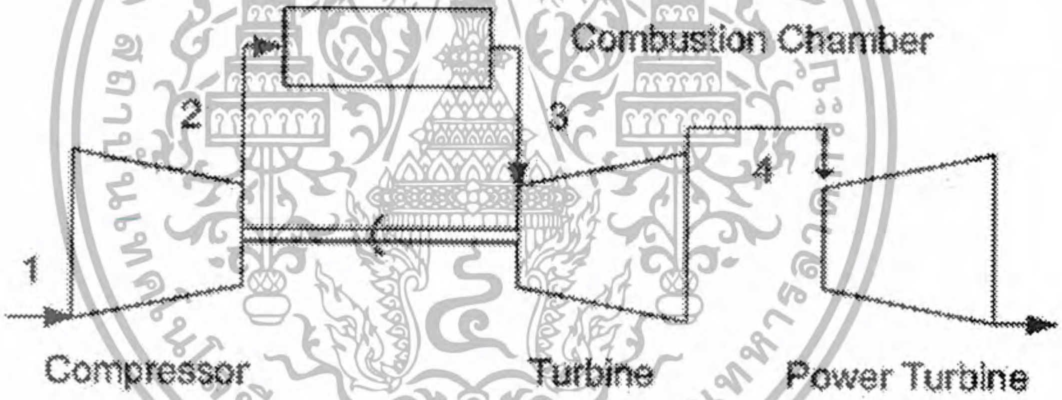
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่2
ทฤษฎีและหลักการที่เกี่ยวข้อง

2.1 ทฤษฎีเครื่องยนต์กังหันก๊าซ

2.1.1 การทำงานของเครื่องยนต์

การทำงานของเครื่องยนต์กังหันก๊าซ เริ่มจากการดูดอากาศเข้าที่คอมเพรสเซอร์ (Compresssor) ที่อุณหภูมิและความดันบรรยากาศ เมื่อถูกอัดผ่านคอมเพรสเซอร์แล้วจะทำให้ความดันและอุณหภูมิสูงขึ้น จากนั้นจะผ่านเข้าไปในห้องเผาไหม้ซึ่งมีหัวฉีดก๊าซเชื้อเพลิงออกมาผสมกับอากาศ แล้วจุดระเบิดให้เกิดการเผาไหม้ ทำให้เกิดงานที่ได้จากการขยายตัวของก๊าซผสม งานที่ได้นี้จะไปหมุนกังหัน (Turbine) ซึ่งมีเพลาต่ออยู่กับคอมเพรสเซอร์ ทำให้ใบพัดของคอมเพรสเซอร์หมุนตามกังหัน จากนั้นก๊าซไอเสียที่เกิดขึ้นซึ่งยังมีความดัน อุณหภูมิและพลังงานจลน์เหลืออยู่ก็จะไหลออกไปหมุนกังหันตัวอื่น เพื่อสร้างงานต่อไป



รูปที่ 2.1 ผังการทำงานของเครื่องยนต์กังหันก๊าซ

หลักการทำงานของเครื่องยนต์กังหันก๊าซ สามารถสรุปได้เป็น 4 ขั้นตอนคือ

(1) การอัด (Compression) อากาศภายนอกเข้าและถูกอัดให้มีความดันเพิ่มขึ้น โดยสมมติให้เป็นการอัดแบบแอเดียแบติก (Adiabatic Compression)

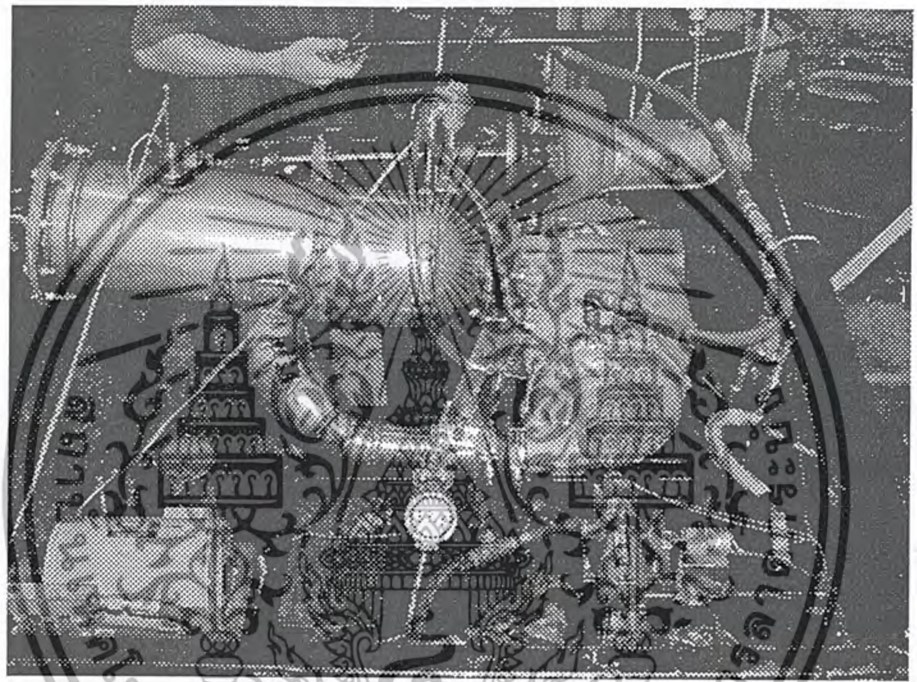
(2) การสันดาป (Combusion) แหล่งจ่ายเชื้อเพลิงจะจ่ายเชื้อเพลิงเข้าผสมกับอากาศ และจุดระเบิดด้วยหัวเทียน ทำให้เกิดการสันดาปในห้องเผาไหม้ โดยสมมติให้การเผาไหม้เป็นการให้ความร้อนเข้าสู่ระบบ โดยสมมติให้มีความดันคงที่

(3) การขยายตัว (Expansion) ก๊าซที่เผาไหม้จะมีอุณหภูมิและความดันสูง ขยายตัวผ่านกังหัน ทำให้เกิดงานเพลาไปหมุนคอมเพรสเซอร์ต่อไป

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

(4) ก๊าซที่เหลือสามารถนำไปหมุนกังหันตัวอื่น เพื่อสร้างงานต่อไป

เครื่องยนต์ที่ใช้ เป็นเครื่องยนต์ที่ได้จากโครงงานกังหันก๊าซ ภาควิชาวิศวกรรมเครื่องกล โดยนำชุดเทอร์โบชาร์จเจอร์ (Turbo Charger) ของรถบรรทุกมาดัดแปลงเป็นคอมเพรสเซอร์และกังหัน จากนั้นสร้างท่อส่งอากาศและห้องเผาไหม้ และติดตั้งหัวฉีดเชื้อเพลิง โดยทดลองเดินเครื่องด้วยก๊าซหุงต้มและเอทานอล



รูปที่ 2.2 เครื่องยนต์กังหันก๊าซ

2.1.2 ขั้นตอนการเริ่มติดและดับเครื่องยนต์กังหันก๊าซ

การติดเครื่องยนต์กังหันก๊าซ

ขั้นตอนที่ 1 ฉีดกระแสลมจากปั๊มลมเข้าที่คอมเพรสเซอร์เพื่อทำให้ใบพัดของคอมเพรสเซอร์หมุน

ขั้นตอนที่ 2 เปิดสวิตช์หัวเทียน ทำให้เกิดประกายไฟที่ขั้วหัวเทียน

ขั้นตอนที่ 3 ต่อจากนั้นเริ่มเปิดวาล์วที่ถังเชื้อเพลิง ซึ่งเป็นก๊าซ LPG เข้าไปผสมกับอากาศในห้องเผาไหม้ จนเกิดการจุดระเบิดลุกไหม้แล้วจึงปิดสวิตช์หัวเทียน

ขั้นตอนที่ 4 เปิดสวิตช์ปั๊มน้ำมันหล่อลื่น เพื่อช่วยในการหล่อลื่นและระบายความร้อนของแกนเพลาระหว่างคอมเพรสเซอร์กับกังหัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ขั้นตอนที่ 5 เปิดลมให้มากขึ้นเพื่อให้อากาศเข้าผสมกับเชื้อเพลิง เกิดการเผาไหม้ทำให้ความดันและอุณหภูมิในห้องเผาไหม้สูงขึ้น ความดันจะไปขับใบของกังหันให้หมุนเร็วขึ้นทำให้อากาศจะถูกดูดมากขึ้น

ขั้นตอนที่ 6 เมื่ออากาศถูกดูดมาก ซึ่งมาจากการที่ใบของกังหันหมุนเร็วขึ้น ทำให้ใบของคอมเพรสเซอร์หมุนเร็วขึ้นตาม จากนั้นจึงค่อยๆปิดวาล์วปั๊มลม

ขั้นตอนที่ 7 เร่งการไหลของเชื้อเพลิงให้ได้รอบตามต้องการ

การดับเครื่องยนต์กังหันก๊าซ

ขั้นตอนที่ 1 ปิดวาล์วที่ถังก๊าซเชื้อเพลิงเป็นการหยุดจ่ายเชื้อเพลิง เพื่อที่จะได้หยุดการเผาไหม้ที่ห้องเผาไหม้ ทำให้ความเร็วรอบใบพัดของเครื่องอัดและกังหันตกลงอย่างต่อเนื่อง

ขั้นตอนที่2 เปิดลมช่วยอัดอากาศเข้าคอมเพรสเซอร์เพื่อระบายความร้อน เนื่องจากคอมเพรสเซอร์มีความเร็วรอบตกลงจึงสามารถดูดลมเข้าได้น้อยลง

ขั้นตอนที่ 3 เมื่ออุณหภูมิในห้องเผาไหม้ลดลงจนปลอดภัยแล้วจึงทำการหยุดจ่ายลม

ขั้นตอนที่ 4 หลังจากนั้นจะทำการปิดสวิตช์น้ำมันหล่อลื่น

ในโครงงานนี้จะพัฒนาการติดและดับเครื่องยนต์กังหันก๊าซเป็นแบบอัตโนมัติ โดยใช้มอเตอร์ไฟฟ้าติดเข้ากับหัวจับ เมื่อต้องการติดหรือดับเครื่องยนต์ก็จะนำหัวจับนี้สวมเข้ากับเพลาของคอมเพรสเซอร์ ซึ่งจะอาศัยแรงเสียดทานในการหมุนใบพัดของคอมเพรสเซอร์ ซึ่งการติดและดับเครื่องยนต์กังหันก๊าซแบบอัตโนมัตินี้จะอาศัยขั้นตอนการติดและดับเครื่องยนต์กังหันก๊าซมาใช้

2.2 ระบบการจัดเก็บข้อมูลเพื่อประมวลผล

2.2.1 บทนำ

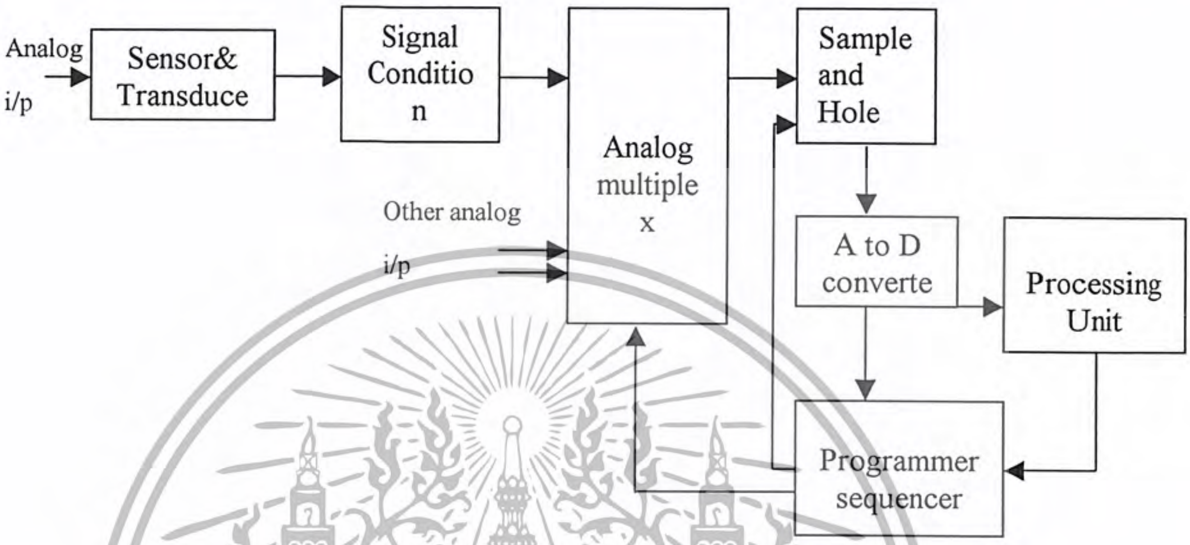
ระบบการจัดเก็บข้อมูลเพื่อประมวลผล (Data Acquisition System) คือกระบวนการจัดเก็บข้อมูลทางกายภาพ (เช่น อุณหภูมิ,ความดัน,การไหล ฯลฯ) โดยการรับสัญญาณจากอุปกรณ์ตรวจจับ (Sensor) หรือ อุปกรณ์เปลี่ยนแปลงรูปแบบของพลังงาน (Transducer) ซึ่งเป็นข้อมูลสัญญาณอนาลอก (Analog) แล้วแปลงสัญญาณให้เป็นข้อมูลในรูปแบบของสัญญาณดิจิตอลที่คอมพิวเตอร์สามารถนำไปประมวลผลและวิเคราะห์ต่อไปได้

เนื่องจากระบบการวัดและการควบคุม เป็นส่วนหนึ่งของกระบวนการควบคุมการผลิตในงานอุตสาหกรรม แต่การได้มาซึ่งข้อมูลต่างๆที่ต้องการนำไปใช้แสดงผล(ระบบการวัด) หรือนำไปใช้ควบคุมระบบนั้นเป็นส่วนสำคัญมาก ระบบการจัดเก็บข้อมูลที่มีประสิทธิภาพ จะช่วยให้ระบบการวัดและการควบคุม มีความน่าเชื่อถือมากยิ่งขึ้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.2.2 หลักการระบบการจัดเก็บข้อมูล

จากแผนผัง รูปที่ 2.3 สามารถพิจารณากระบวนการในการจัดเก็บข้อมูลแบ่งออกได้เป็น 4 ขั้นตอนหลักดังนี้



รูปที่ 2.3 แผนผังแสดงระบบการจัดเก็บข้อมูลเพื่อการประมวลผล

2.2.2.1 การตรวจวัดสภาพตัวแปรทางกายภาพ (Analog input)

จะอาศัยอุปกรณ์ตรวจจับที่เรียกว่า "เซ็นเซอร์" (sensor) หรืออุปกรณ์เปลี่ยนแปลงรูปร่างพลังงานที่เรียกว่า "ทรานสดิวเซอร์"(Transducer) ซึ่งจะกล่าวในบทต่อไป

2.2.2.2 การปรับแต่งสัญญาณ (Signal Conditioning Circuit) คือการนำสัญญาณที่เกิดจากการตรวจวัดของอุปกรณ์ตรวจจับหรืออุปกรณ์เปลี่ยนแปลงรูปของพลังงานซึ่งเป็นสัญญาณทางไฟฟ้ามาปรับแต่งให้เหมาะสมก่อนที่จะนำสัญญาณไปประมวลผล อาทิเช่น การกรองสัญญาณ (filtering)เพื่อป้องกันสัญญาณรบกวน,การขยายสัญญาณ (Amplification)ที่ได้มาจากอุปกรณ์ตรวจจับหรืออุปกรณ์เปลี่ยนแปลงรูปของพลังงาน เป็นต้น รูปแบบการปรับแต่งสัญญาณอาจจะประกอบไปด้วยส่วนต่างๆ ดังนี้

- **การบัฟเฟอร์สัญญาณ (buffering)** วงจรบัฟเฟอร์ใช้เป็นวงจรปรับเปลี่ยนค่าอิมพีแดนซ์ระหว่าง สัญญาณอินพุตกับวงจรในส่วนต่างๆที่รับสัญญาณอินพุตไปประมวลผลต่อ
- **การกรองสัญญาณ (filtering)** ในสภาวะการทำงานจริงการประมวลผลสัญญาณอาจผิดพลาดไปได้ เนื่องมาจากสัญญาณรบกวนปะปนเข้ามาร่วมกับสัญญาณที่เราสนใจ จึงมีความจำเป็นต้องมีวงจรที่ใช้ป้องกันสัญญาณรบกวนหรือวงจรกรองความถี่ อาทิเช่น วงจรกรองความถี่ต่ำผ่าน (low pass-filter) วงจรกรองความถี่สูงผ่าน(high pass-filter)หรือวงจรกรองเฉพาะย่านความถี่(band-pass filter)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- **การเปลี่ยนระดับสัญญาณ (signal level change)** เป็นส่วนในการปรับเปลี่ยนระดับแรงดันหรือขนาดของสัญญาณให้เหมาะสมต่อการใช้งาน อาจจะใช้วงจรลดทอน หรือวงจรขยายสัญญาณ โดยทั่วไปการปรับเปลี่ยนสัญญาณจะออกแบบเพื่อให้ขนาดของสัญญาณมีค่าเท่ากับค่าที่วงจรการเปลี่ยนสัญญาณอนาลอกเป็นสัญญาณดิจิตอล (A/D) สามารถจะรับได้
- **การเปลี่ยนรูปแบบของสัญญาณ (signal conversion)**ใช้ปรับเปลี่ยนรูปแบบของสัญญาณให้เป็นไปตามรูปแบบของสัญญาณให้เป็นไปตามเงื่อนไปที่เหมาะสมในการประมวลผล เช่น อุปกรณ์จำพวกเทอร์มิสเตอร์หรือ RTD ที่ใช้การตรวจจับอุณหภูมิ โดยอาศัยการเปลี่ยนแปลงความต้านทานภายใน (temperature sensitive resistor) เอาต์พุตของอุปกรณ์เป็นค่าความต้านทาน จึงใช้วงจรแบ่งแรงดัน (voltage divider)เพื่อแปลงรูปสัญญาณให้เป็นค่าแรงดันไฟฟ้า เป็นต้น
- **การปรับแต่งให้เป็นเชิงเส้น (linearization)** เป็นส่วนที่แก้ไขการ ไม่เป็นเชิงเส้นของตัวตรวจจับหรืออุปกรณ์เปลี่ยนแปลงรูปพลังงานให้กับมาเป็นเชิงเส้น ตัวอย่างเช่น การปรับแต่งเอาต์พุตที่ใช้การตรวจจับอุณหภูมิ

2.2.2.3 การเปลี่ยนสัญญาณอนาลอกเป็นสัญญาณดิจิตอล (Analog to Digital Conversion ; A/D)

ในกรณีที่สัญญาณจากส่วนการปรับแต่งสัญญาณ (signal conditioning circuit) เป็นสัญญาณอนาลอก จะต้องเปลี่ยนแปลงสัญญาณจากส่วนการปรับแต่งสัญญาณให้เป็นสัญญาณดิจิตอล เพื่อจะได้นำสัญญาณในรูปแบบดิจิตอลเข้าเก็บไว้ในคอมพิวเตอร์ และใช้ซอฟแวร์ประมวลผลต่อไป โดยทั่วไปการแปลงสัญญาณและการเชื่อมต่อกับคอมพิวเตอร์จะทำผ่านบอร์ดหรือการ์ดอินเตอร์เน็ตเฟส (data acquisition device) ข้อกำหนดที่สำคัญในทางปฏิบัติสำหรับการเปลี่ยนสัญญาณอนาลอกเป็นสัญญาณดิจิตอลจะพิจารณาได้จากหัวข้อต่อไปนี้

- **ความละเอียดของการแปลงสัญญาณอนาลอกเป็นดิจิตอล (resolution)** จะบ่งบอกได้จากจำนวนบิตของค่าดิจิตอล (binary code)ถ้าจำนวนบิตยิ่งมาก ค่าดิจิตอลก็จะสามารถแทนรายละเอียดของสัญญาณอนาลอกได้ละเอียดมากเช่นกัน ค่าความละเอียดกำหนดได้จาก 2^n (n คือจำนวนบิตของค่าดิจิตอล) ตัวอย่างเช่น ค่าดิจิตอล 2 บิต ความละเอียดจะแบ่งออกเป็น 4 ระดับ แต่ถ้าค่าดิจิตอล 4 บิตความละเอียดจะแบ่งออกถึง 16 ระดับ ในทางปฏิบัติการประมวลผลสัญญาณทั่วไปจะไม่ต่ำกว่า 8 บิต ซึ่งจะสามารถแทนระดับสัญญาณอินพุตได้สูงถึง 256 สัญญาณ
- **อัตราการชักข้อมูล (sampling rate)** หรือความถี่การชักข้อมูล(sampling frequency) กล่าวคือ ถ้าเรามีสัญญาณอนาลอกและต้องการเปลี่ยนเป็นสัญญาณดิจิตอลเพื่อประมวลผลจะสามารถทำได้โดยการชักข้อมูลหรือดึงเอาค่าของสัญญาณอนาลอกออกเป็นครั้งๆและแปลงค่าขนาดในแต่ละครั้งเป็นเลขฐานสอง (binary code) หรือข้อมูลดิจิตอลที่คอมพิวเตอร์สามารถประมวลผลได้ ความถี่ในการชักข้อมูลมีหน่วยเป็นเฮิร์ตซ์ (Hz) หรือตัวอย่าง/วินาที (Sample/sec หรือ s/s)ซึ่งพูดง่ายๆก็คือ ภายใน 1 วินาที จะทำการชักข้อมูลตัวอย่างกี่ครั้ง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ดังนั้นอัตราการชักข้อมูล (sampling rate) หรือความถี่การชักข้อมูล (sampling frequency) จะเป็นค่าที่บ่งบอกว่ากระบวนการแปลงสัญญาณอนาลอกเป็นดิจิตอลนั้น สามารถแปลงสัญญาณอนาลอกได้อย่างครบถ้วน คือยิ่งมีอัตราการชักข้อมูลมากเท่าใด ก็จะยิ่งสามารถแสดงข้อมูลของสัญญาณอนาลอกได้แม่นยำมากขึ้นเท่านั้น แต่ถ้าเราชักข้อมูลด้วยความถี่ที่สูงๆแล้ว สิ่งที่ตามมาก็คือจะต้องเสียพื้นที่หน่วยความจำในการเก็บข้อมูลเข้ามามากขึ้น และความเร็วในการทำงานของอุปกรณ์ในวงจรการชักข้อมูลและแปลงสัญญาณอนาลอกเป็นดิจิตอลจะมีค่าคงที่ ดังนั้นความถี่เท่าใดจึงจะเหมาะสมในการชักข้อมูล

ทฤษฎีสำคัญที่จะบอกว่าควรใช้ความถี่ในการชักข้อมูลเท่าไรจึงจะเพียงพอที่จะสามารถแปลงข้อมูลของสัญญาณอนาลอกได้อย่างครบถ้วน คือ ทฤษฎีบทการชักข้อมูล (Sampling Theorem) ซึ่งได้กว่าไว้ว่า ความถี่ในการชักข้อมูลจะต้องสูงกว่า 2 เท่าของความถี่สัญญาณอนาลอกที่ต้องการนำมาประมวลผล จึงจะได้ข้อมูลในการชักตัวอย่างครบถ้วน ตัวอย่างเช่น ถ้าต้องการเก็บข้อมูลคลื่นเสียงที่ใช้ความถี่สูงถึง 20 kHz จะต้องการอัตราในการชักข้อมูลไม่น้อยกว่า 40 kHz (ในทางปฏิบัติกับสัญญาณจริงๆ เรามักจะเพิ่มความถี่เป็น 2-3 เท่าของความถี่ที่ต้องการชักข้อมูล)

2.2.2.4 ส่วนการประมวลผล (Processing unit)

มีหน้าที่รับข้อมูลที่ผ่านการปรับแต่งสัญญาณ เพื่อประมวลผลและจัดเก็บเข้าหน่วยความจำ โดยเลือกใช้ตัวประมวลผล (Processor) ที่มีความสามารถเหมาะสมกับขนาดและปริมาณข้อมูลที่ต้องการนำมาประมวลผล ดังนั้นจึงอาจเลือกใช้ได้ตั้งแต่ระดับ ไมโครโปรเซสเซอร์ (microprocessor) จนถึงระดับซูเปอร์คอมพิวเตอร์ (Super computer)

2.3 อุปกรณ์ตรวจจับ(Sensor)หรืออุปกรณ์เปลี่ยนแปลงรูปของพลังงาน(Transducer)

2.3.1 บทนำ

เซ็นเซอร์หรือทรานสดิวเซอร์ในที่นี้ มีหน้าที่ในการตรวจจับหรือการวัดค่าข้อมูลทางกายภาพแล้วแปลงข้อมูลให้อยู่ในรูปของสัญญาณทางไฟฟ้า โดยสัญญาณทางไฟฟ้าที่ได้จะต้องมีความสัมพันธ์กับข้อมูลทางกายภาพ อาทิเช่น เทอร์โมคัปเปิล ซึ่งเป็นอุปกรณ์ที่สามารถเปลี่ยนแปลงพลังงานความร้อน (อุณหภูมิ) ให้อยู่ในรูปของสัญญาณไฟฟ้า โดยอาศัยลวดโลหะสองชนิดต่อเข้าด้วยกัน และโลหะนี้จะสามารถสร้างแรงดันไฟฟ้าขึ้นได้ตามการเปลี่ยนแปลงของอุณหภูมิ เป็นต้น

การพิจารณาเลือกเซ็นเซอร์หรือทรานสดิวเซอร์ในการนำไปใช้งาน ควรพิจารณาจากปัจจัยต่างๆ ดังนี้

2.3.1.1 ย่านในการวัด (operating range)

เป็นค่าที่กำหนดว่าอินพุตหรือเอาต์พุตของเซ็นเซอร์หรือทรานสดิวเซอร์สามารถนำไปใช้งานได้ในช่วงใดได้บ้าง เช่น เทอร์โมคัปเปิลแบบมาตรฐานชนิด J (Type J) มีย่านการวัดอุณหภูมิได้ตั้งแต่ –270 ถึง 760 องศาเซลเซียส และให้แรงดันไฟฟ้าที่ –8.096 ถึง 42.922 Mv เป็นต้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนลิขสิทธิ์ ... ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.3.1.2 ความไว (sensitivity)

คือความสามารถของเซ็นเซอร์หรือทรานสดิวเซอร์ที่จะวัดข้อมูลทางกายภาพได้เมื่อมีการเปลี่ยนแปลงค่าข้อมูลไปน้อยที่สุด ซึ่งจะกำหนดด้วยอัตราส่วนเอาต์พุตหรือการตอบสนองของเซ็นเซอร์หรือทรานสดิวเซอร์ต่อการเปลี่ยนแปลงของอินพุต เช่น อุปกรณ์ตรวจจับอุณหภูมิที่อาศัยการเปลี่ยนแปลงค่าความต้านทาน (RTD หรือเทอร์มิสเตอร์) มีความไวเป็น W/°C เป็นต้น

2.3.1.3 การตอบสนองความถี่ (Frequency response)

เซ็นเซอร์หรือทรานสดิวเซอร์ที่นำไปใช้งานมีการตอบสอนงความถี่ได้อย่างเหมาะสมกับสัญญาณที่จะทำการวัดปัจจัยด้านสภาพแวดล้อม (Environmental compatibility) การพิจารณาถึงผลกระทบที่จะเกิดขึ้นกับเซ็นเซอร์หรือทรานสดิวเซอร์ที่ถูกนำไปใช้งานในสภาวะแวดล้อมต่างๆ เช่น การรบกวนทางสัญญาณ เช่น ในบริเวณที่มีการรบกวนจากคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าหรือคลื่นสนามแม่เหล็ก เซ็นเซอร์หรือทรานสดิวเซอร์ที่จะนำไปใช้งานต้องมีการออกแบบให้สามารถป้องกันการรบกวนนั้นๆได้ อุณหภูมิหรือความชื้น เช่น สเตรนเกจ (Strain guage) เป็นทรานสดิวเซอร์ที่ใช้วัดความเครียด (Strain) โดยอาศัยหลักการเปลี่ยนแปลงค่าความต้านทานของเส้นลวดโลหะ ดังนั้นอุณหภูมิภายนอกจะส่งผลต่อค่าความต้านทานรวมของสเตรนเกจ หรือ ทรานสดิวเซอร์ชนิดเก็บประจุ ก็จะมีผลต่อความชื้น เป็นต้น ด้านความปลอดภัย เช่นเซ็นเซอร์หรือทรานสดิวเซอร์สามารถป้องกัน ไอน้ำ ฝุ่นละอองหรือป้องกันการสั่นสะเทือน การกระแทกได้ เป็นต้น

2.3.1.4 ความแม่นยำ (Accuracy)

เป็นค่าที่กำหนดประสิทธิภาพของเซ็นเซอร์หรือทรานสดิวเซอร์ ที่จะสามารถวัดข้อมูลทางกายภาพได้ถูกต้องหรือเข้าใกล้ค่าจริงของข้อมูลเพียงใด โดยทั่วไปการกำหนดความแม่นยำจะบอกมาเป็นเปอร์เซนต์ (ค่าเปอร์เซ็นต์ต่ำๆ จะแสดงว่าเซ็นเซอร์หรือทรานสดิวเซอร์มีความสามารถวัดข้อมูลได้ใกล้ค่าจริงมากๆ)

2.3.1.5 ปัจจัยทางด้านเศรษฐศาสตร์

อาทิเช่น อายุการใช้งานและความคงทน เมื่อพิจารณาเปรียบเทียบกับราคา(บ่อยครั้งที่มักพบว่าอุปกรณ์ที่มีราคาแพงไม่สามารถใช้งานได้ดีเสมอไป) ค่าใช้จ่ายในการติดตั้งและการบำรุงรักษา วัสดุอุปกรณ์ที่นำมาประกอบกับเซ็นเซอร์หรือทรานสดิวเซอร์ในการติดตั้ง ต้องสามารถหาซื้อหรือกระทำได้สะดวก

2.3.2 หลักการเลือกเซนเซอร์ตรวจวัดอุณหภูมิ(Thermo Couple)

เทอร์โมคัปเปิล เป็นอุปกรณ์วัดอุณหภูมิที่ทำงานด้วยทฤษฎี Seeback Effect ซึ่งถูกค้นพบในปี ค.ศ.1821 โดยการนำลวดโลหะสองชนิดเชื่อมติดกัน เมื่อให้ความร้อนที่รอยเชื่อมนี้ พบว่าที่ปลายทั้งสอง

เอกสารนี้เป็น [illegible] การค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ข้างของลวดโลหะทั้งสองเกิดความต่างศักย์ไฟฟ้าขึ้น ต่อมาได้มีการสรุปว่าสามารถคำนวณหาอุหภูมิของรอยเชื่อมได้จากการวัดค่าความต่างศักย์นี้ ซึ่งโดยปกติค่าความต่างศักย์จะแปรผันตรงกับอุณหภูมิของรอยเชื่อม

2.3.3 หลักการเลือกเซนเซอร์ตรวจวัดความดัน(Pressure Sensor)

การวัดความดันที่มีค่าต่ำมากๆ จะให้ผลค่อนข้างคลาดเคลื่อน ซึ่งต้องปรับปรุงขอบเขตความสามารถในการวัด รวมไปถึงผลตอบสนองต่อความถี่สูง(High frequency response)และความทนทาน ซึ่งทั้งหมดนี้ขึ้นอยู่กับขั้นตอนและกรรมวิธีในการผลิตส่วนที่ใช้วัดความดัน ซึ่งไม่มีส่วนเชื่อมต่อกับอุปกรณ์ส่วนอื่น โดยมีหลักการดังนี้

ตัวแปรที่ใช้วัดการเปลี่ยนแปลงของความดัน อธิบายได้โดยดูจากการนำไฟฟ้าของส่วนที่เป็นไดอะแฟรมวัดความดันกับขดลวด ทั้ง 2 ขดลวดถูกพันและติดตั้งโดยมีแนวแกนทั้ง 2 ขนานกับระนาบของไดอะแฟรม ขดลวดทั้ง 2 ต่อกันส่วนไดอะแฟรมจะสามารถเคลื่อนที่ได้อิสระเพื่อตอบสนองผลของการเปลี่ยนแปลงความดัน

ขดลวดได้รับกระแสสลับขนาด 5 Vrms ที่มีความถี่ 3 หรือ 4 KHz ขดลวดทั้งสองต่อเข้าสายสัญญาณสายเดียวกัน จึงถือว่าไม่มีความต้านทานแรงดัน ไดอะแฟรมจะเคลื่อนจากขดลวดอันใดอันหนึ่งเมื่อ sensor ได้รับการเปลี่ยนแปลงความดัน ไดอะแฟรมจะเคลื่อนจากขดลวดหนึ่งไปยังอีกขดลวดหนึ่ง ไดอะแฟรมเป็นวัสดุที่มีคุณสมบัติทางด้านสนามแม่เหล็ก เมื่ออยู่ใกล้ขดลวดใดจะทำให้ความหนาแน่นของฟักซ์แม่เหล็กรอบๆขดลวดสูงขึ้น เมื่อสนามแม่เหล็กรอบขดลวดสูงขึ้น จะส่งผลให้เพิ่มความสามารถในการนำไฟฟ้า ในขณะเดียวกันขดลวดอีกอันก็ลดความต้านทาน เป็นผลให้ขดลวดทั้ง 2 มีคุณสมบัติไม่สมดุลกัน ส่งผลให้มีสัญญาณขนาดเล็กส่งมาจากสายสัญญาณ

การเปลี่ยนแปลงของความต้านทานของขดลวด มีผลเป็นสัดส่วนกับการเปลี่ยนแปลงตำแหน่งของไดอะแฟรม ดังนั้น แอมพลิจูดของสัญญาณจึงเป็นผลที่ได้จากการเปลี่ยนแปลงความดัน เฟสของสัญญาณ จะบอกให้รู้ถึงทิศทางการเคลื่อนที่ของไดอะแฟรม ดังนั้น แอมพลิจูดของสัญญาณ จึงเป็นผลที่ได้จากการเปลี่ยนแปลงความดัน เฟสของสัญญาณ จะบอกให้รู้ถึงทิศทางการเคลื่อนที่ของไดอะแฟรม เอาต์พุตที่ได้จากวงจรวัดการเปลี่ยนแปลง มีขนาดเต็มสเกลได้ 20 mV/V หรืออาจมากกว่า เนื่องจากเอาต์พุตที่ได้ขึ้นอยู่กับการเคลื่อนที่ของไดอะแฟรม สเกลของค่าความดันที่วัดได้จะขึ้นอยู่ดับความกว้างของพื้นที่ที่ไดอะแฟรมเคลื่อนที่

ในบางครั้งจำเป็นต้องวัดแรงดันของไหลที่อุณหภูมิซึ่งต่างไปจากปกติ อาจมากกว่าหรือน้อยกว่าปกติ เราหลีกเลี่ยงวิธีการที่จะสร้างอุปกรณ์ตรวจวัดความดันชนิดพิเศษ ที่ทนต่ออุณหภูมิได้โดยการ แยก sensor วัดความดันออกห่างจากจุดที่ต้องการวัด โดยให้แรงดันผ่านหลอดหรือท่อสั้นๆ

2.3.4 หลักการของเซ็นเซอร์ตรวจวัดความเร็วระบบ (RPM sensor)

แสงอินฟราเรดจะถูกส่งออกจากแหล่งกำเนิด เมื่อกระทบวัตถุที่สะท้อนแสงได้ จะสะท้อนกลับมาที่ตัวรับซึ่งเป็นทรานซิสเตอร์แสงแบบตรวจจับแสงอินฟราเรด ทำให้ได้เป็นสัญญาณเอาต์พุตที่มีความถี่

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เปลี่ยนแปลงไปตามการสะท้อนกลับของแสงอินฟาเรด สัญญาณนี้จะผ่านวงจรอิเล็กทรอนิกส์ เพื่อทำการชดเชยข้อผิดพลาดเนื่องจากช่วงความถี่ไม่คงที่ จากนั้นจะเข้าสู่ Frequency Counter เพื่อนับความถี่ของสัญญาณเอาต์พุต แล้วจึงแปลเป็นค่าความเร็วรอบ

2.3.5 หลักการของเซ็นเซอร์ตรวจวัดระดับ (Oil Level Switch)

การตรวจวัดระดับของของเหลวเพื่อดูปริมาณที่เหลืออยู่ โดยใช้หลักการของลูกลอยซึ่งสามารถเปลี่ยนตำแหน่งขึ้น-ลงได้ ตามระดับของของเหลว เมื่อระดับของของเหลวต่ำลงจนถึงจุดที่ตั้งไว้ ลูกลอยก็จะลดระดับลงจนสัมผัสกับหน้าสัมผัสที่มีสัญญาณไฟฟ้า ทำให้สัญญาณไฟฟ้าจากหน้าสัมผัสผ่านเข้าสู่ลูกลอย ซึ่งแสดงว่าปริมาณของเหลวที่เหลืออยู่นั้นลดลงจนถึงระดับที่ตั้งไว้แล้ว

2.4 หลักการระบบความปลอดภัย

ในระบบการทำงานจะต้องมีปัจจัย 3 ประการประกอบกันขึ้นมาเป็นระบบ คือ คน-เครื่องจักร-สิ่งแวดล้อม (Man-Machine-Environment System) ประสิทธิภาพและคุณภาพของระบบงาน โดยรวมจะเป็นอย่างไร ย่อมขึ้นอยู่กับการประสานสัมพันธ์ของปัจจัยทั้งสามภายในระบบนั้น นั่นคือเมื่ออันตรกิริยา (Interaction) ระหว่างปัจจัยทั้งสามมีลักษณะที่อำนวยประโยชน์ซึ่งกันและกันมากที่สุด

ดังนั้น วิศวกรผู้มีหน้าที่ออกแบบการทำงานจะต้องพยายามศึกษาอันตรกิริยาระหว่างคนกับเครื่องจักรอุปกรณ์ที่ใช้ในการทำงาน ใต้สิ่งแวดล้อมใดๆ เพื่อที่จะออกแบบเครื่องจักรหรือจัดสภาพแวดล้อมนั้นให้มีสภาพเอื้ออำนวยต่อการทำงานของคนมากที่สุด และเมื่อมีการพิจารณาถึงมาตรการการลดความสูญเสียต่างๆ เช่น การควบคุมความปลอดภัย ก็อาจสามารถแบ่งออกได้เป็น 3 ขั้นตอน ได้แก่ การควบคุมแหล่งกำเนิด การควบคุมที่ตัวกลาง และการควบคุมที่มนุษย์

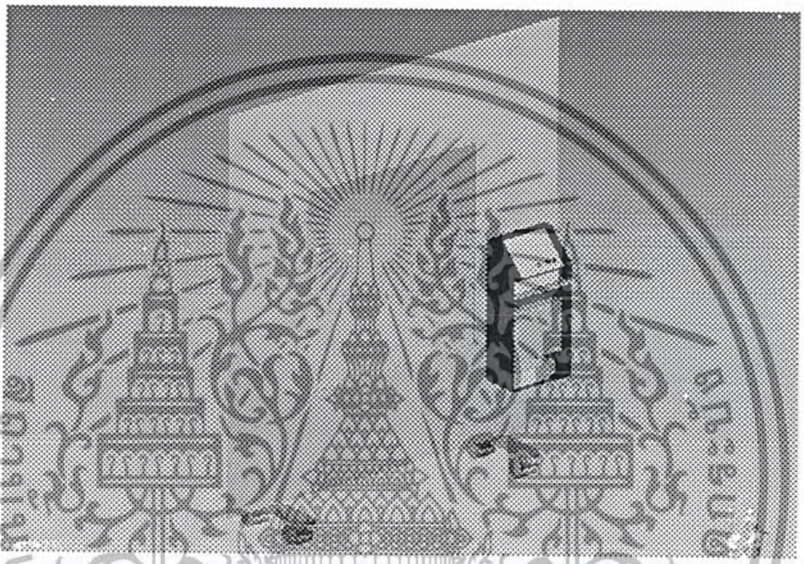
ในทัศนะของวิศวกรนั้น การควบคุมดังกล่าวควรจะเป็นไปตามขั้นตอน คือสิ่งแรกที่จะทำการปรับปรุงหรือแก้ไขเพื่อให้มีสภาพที่เหมาะสมกับการทำงาน แหล่งกำเนิดอาจหมายถึงเครื่องจักรอุปกรณ์ต่างๆ ที่ก่อให้เกิดอุบติเหตุในการทำงานหรือสภาพแวดล้อมที่เหมาะสมกับการทำงาน เป็นขั้นตอนที่ 1 ต่อจากนั้นพิจารณาในขั้นตอนที่ 2 ต่อไปคือ การควบคุมพื้นที่หรือระยะห่างระหว่างเครื่องจักรกับผู้ใช้งาน หลังจากนั้นจึงพิจารณาขั้นตอนสุดท้ายคือ ผู้ใช้งานและวิธีการควบคุม

รูปที่ 2.4 การควบคุมอุบัติภัย

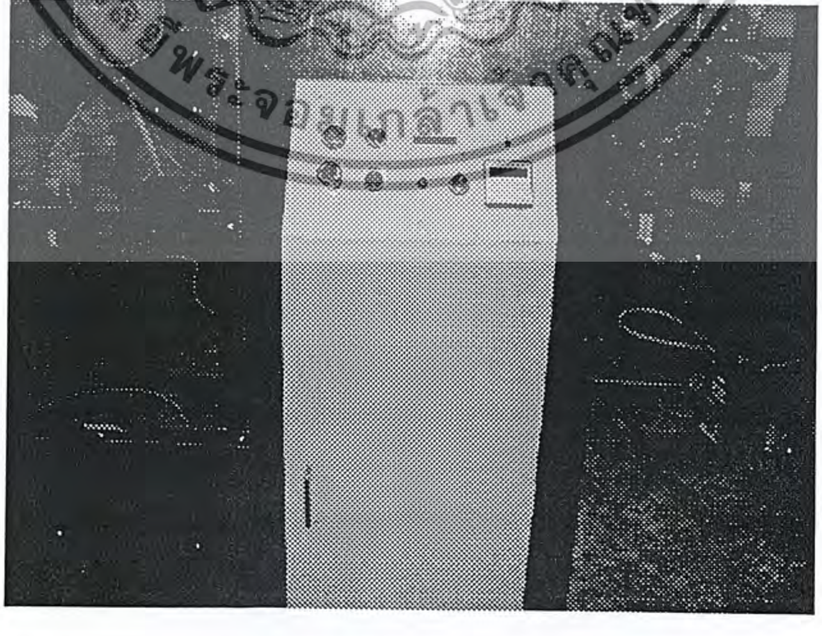
ในโครงงานนี้จึงได้ควบคุมแหล่งกำเนิด ตัวกลาง และมนุษย์ ตามขั้นตอนโดยที่ ที่แหล่งกำเนิดหรือตัวเครื่องยนต์กังหันก๊าซ จะทำการควบคุมควบคุมอุณหภูมิของห้องเผาไหม้ไม่ให้เกิน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

อุณหภูมิสูงสุดที่วัสดุจะทนได้เพื่อป้องกันความเสียหายที่และอันตรายจะเกิดขึ้น และควบคุมความดันน้ำมันหล่อลื่นเพื่อตรวจสอบว่าระบบหล่อลื่นและหล่อเย็นเกิดการอุดตันหรือไม่ อย่างสุดท้ายที่ทำการควบคุมก็คือระดับน้ำมันหล่อลื่นในถังพักเพื่อป้องกันรั่วซึมของระบบหล่อลื่นและหล่อเย็น จากนั้นจะทำการควบคุม ตัวกลางโดยการ ติดตั้งแผงกั้นรอบเครื่องยนต์กังหันก๊าซ เพื่อป้องกันอากาศร้อนที่ออกจากกังหันหรือเศษโลหะที่อาจหลุดกระเด็นออกมาโดนผู้ใช้งานได้ในกรณีทีเกิดการระเบิดขึ้น หลังจากนั้นจึง ทำการป้องกันที่ตัวบุคคลและการบังคับใช้ โดยการใช้งานและควบคุมเครื่องยนต์กังหันก๊าซจะทำที่ตู้ควบคุมและแผงควบคุม(Console) ซึ่งจะติดตั้งภายนอกของแผงกั้น เป็นการเพิ่มป้องกันจากขั้นตอนที่ 2 อีกขั้นหนึ่ง



รูปที่ 2.5 แผงกั้นเครื่องยนต์กังหันก๊าซ



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

รูปที่ 2.6 ตู้ควบคุม

ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 3

การออกแบบและการทำงานของระบบควบคุม

3.1 ขั้นตอนการออกแบบระบบควบคุม

3.1.1 กำหนดวัตถุประสงค์การควบคุม

วงจรควบคุมนี้ออกแบบโดยมีจุดประสงค์ ดังนี้

1. เพื่อเพิ่มความปลอดภัยให้กับผู้ใช้งาน โดยการใช้ระบบช่วยติดเครื่องยนต์ ระบบช่วยดับเครื่องยนต์ และระบบแสดงผลค่าตรวจวัดที่แผงควบคุม ทำให้ลดโอกาสที่ผู้ใช้ต้องเข้าใกล้เครื่องยนต์ขณะทำงาน

2. เพื่อป้องกันความเสียหายที่อาจเกิดขึ้นกับตัวเครื่องยนต์ โดยการจำกัดค่าอุณหภูมิในห้องเผาไหม้ การจำกัดช่วงของความดันในระบบน้ำมันหล่อลื่น และการจำกัดระดับน้ำมันหล่อลื่นในถังพักน้ำมันหล่อลื่น

3.1.2 เลือกสัญญาณวัดเพื่อตรวจสอบสภาพกระบวนการ

เพื่อให้ระบบควบคุมเป็นไปตามวัตถุประสงค์การควบคุม สัญญาณวัดที่ใช้จึงได้แก่ อุณหภูมิในห้องเผาไหม้ ความดันในระบบน้ำมันหล่อลื่น ระดับของน้ำมันหล่อลื่น ในถังพักน้ำมันหล่อลื่นและความเร็วรอบของเครื่องยนต์ โดยอาศัยหลักของความปลอดภัย และความรู้พื้นฐานด้านเครื่องยนต์กังหันก๊าซ ประกอบการเลือกสัญญาณวัด

3.1.3 เลือกสัญญาณควบคุมเพื่อปรับสภาพกระบวนการ

เนื่องจากระบบเครื่องยนต์กังหันก๊าซนั้นประกอบด้วยอุปกรณ์ทางไฟหลายอย่าง ได้แก่ ระบบช่วยติดเครื่อง ปั๊มน้ำมันหล่อลื่น พัดลมระบายความร้อน วาล์วควบคุมการจ่ายเชื้อเพลิง และหัวเทียนจุดระเบิด อีกทั้งอุปกรณ์ตรวจวัดสภาพกระบวนการ ก็เป็นอุปกรณ์ที่ทำงานบนพื้นฐานทางไฟฟ้า จึงเลือกใช้สัญญาณไฟฟ้า ในการควบคุมเพื่อปรับสภาพกระบวนการ

3.1.4 การกำหนดความสัมพันธ์ระหว่างค่าวัดและสัญญาณควบคุม

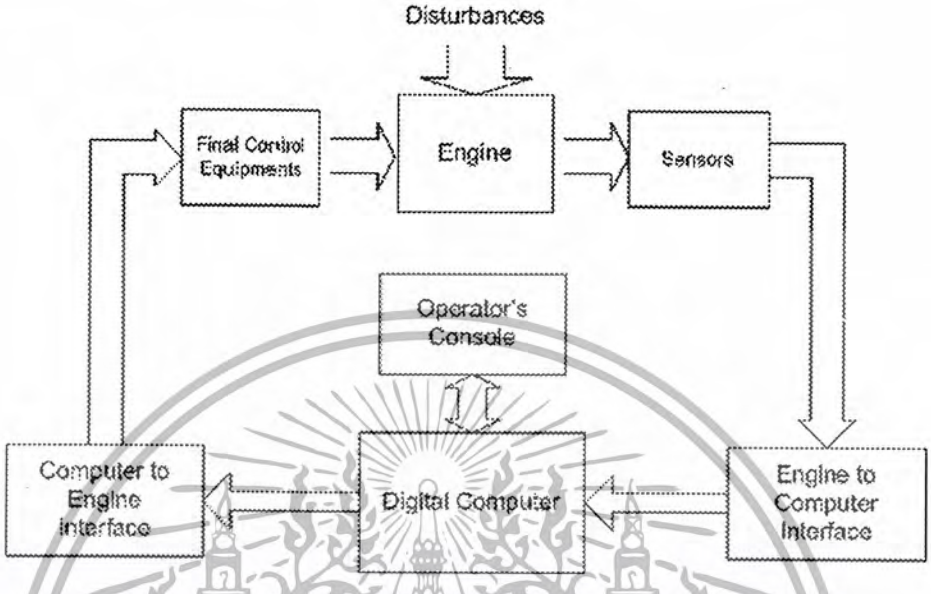
เป็นความสัมพันธ์แบบป้อนกลับ คือ รอให้เกิดความแตกต่างระหว่างค่าวัดกับค่าที่ตั้งไว้ แล้วจึงส่งสัญญาณควบคุมไปยังอุปกรณ์ควบคุมสุดท้าย

3.1.5 การเลือกเครื่องควบคุม

เครื่องควบคุมในอุตสาหกรรมนั้นแบ่งตามลักษณะของกิริยาควบคุมได้หลายชนิด ในส่วนของโครงงานนี้จะเป็นชนิด on – off โดยใช้การควบคุมแบบ Direct digital control (DDC) ซึ่งเป็นการประยุกต์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

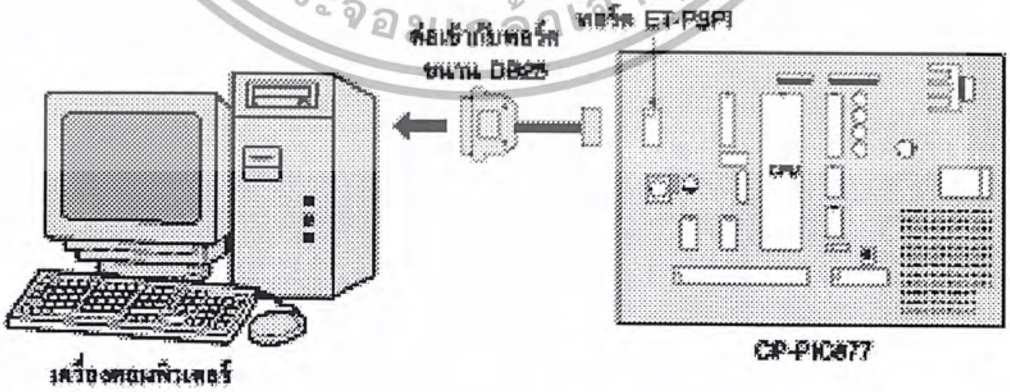
เอาความสามารถของคอมพิวเตอร์เข้ามาใช้ในงานควบคุม ทำให้สามารถออกแบบวงจรควบคุมได้ง่ายขึ้น เนื่องจากสามารถประยุกต์ใช้กับอุปกรณ์ตรวจวัด และอุปกรณ์ควบคุมสุดท้ายได้ง่าย



รูป 3.1 แสดงโครงสร้างการใช้คอมพิวเตอร์ควบคุมแบบดิจิตอลโดยตรง

3.2 การออกแบบระบบควบคุมแบบดิจิตอลโดยตรง

จากโครงสร้างการควบคุมแบบดิจิตอลโดยตรง พบว่าโครงสร้างการใช้คอมพิวเตอร์ควบคุมแบบดิจิตอลโดยตรงนั้น มีส่วนประกอบหลายส่วน และเพื่อให้การควบคุมเป็นไปตามเป้าหมายอย่างมีประสิทธิภาพ จึงจำเป็นต้องพิจารณาเลือกส่วนประกอบแต่ละส่วนให้สามารถทำงานเข้ากันได้ดี ภายใต้กรอบของงบประมาณที่จำกัด ดังนี้

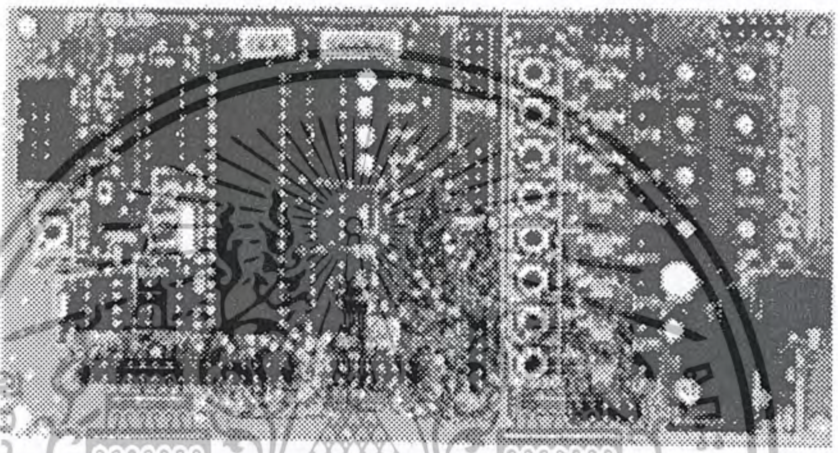


รูปที่ 3.2 การใช้คอมพิวเตอร์ควบคุมแบบดิจิตอล

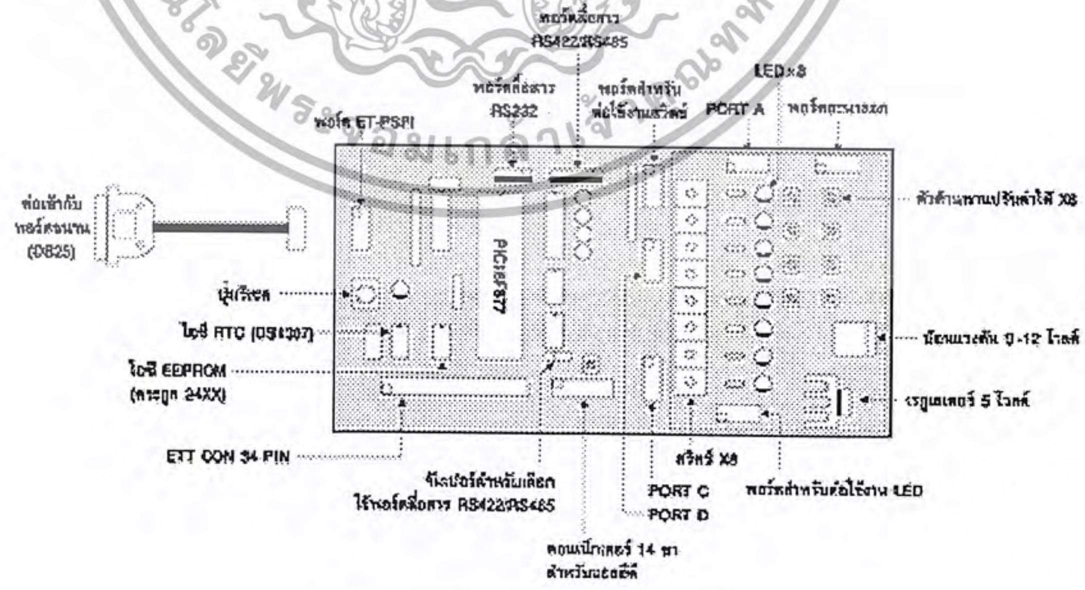
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.2.1 ดิจิตอลคอมพิวเตอร์ (Digital computer)

ใช้ microcontroller ของ Microship Technology Inc. รุ่น PIC16F877 เนื่องจากมีความสามารถเหมาะกับความต้องการของระบบ เช่น มี Analog to Digital Converter ในตัว ความละเอียดสูงสุด 10 บิต ถึง 8 ตัว และสามารถศึกษาการใช้งานได้ง่าย เนื่องจากสามารถทำการโปรแกรมได้ด้วยภาษาเบสิก ซึ่งเป็นภาษาระดับสูงที่เข้าใจได้ง่าย

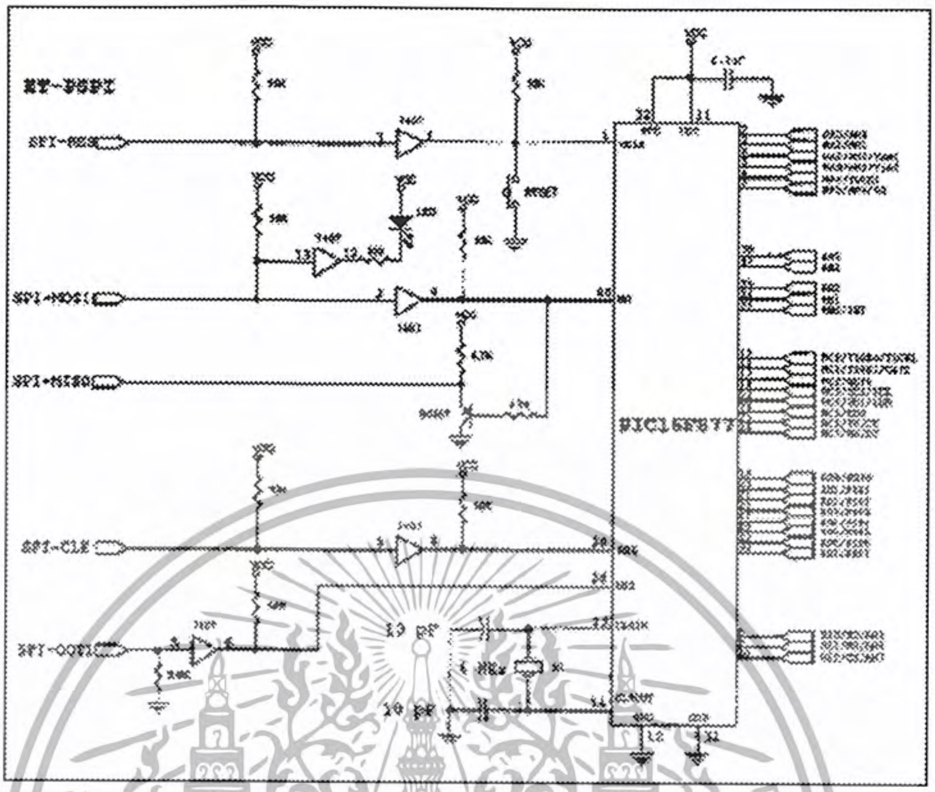


รูปที่ 3.3 ไมโครคอนโทรลเลอร์ รุ่น PIC16F877



รูปที่ 3.4 รายละเอียดของไมโครคอนโทรลเลอร์ รุ่น PIC16F877

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3.5 ผังวงจรควบคุม ส่วนไมโครคอนโทรลเลอร์ รุ่น PIC16F877

3.2.2 อุปกรณ์ตรวจวัด

3.2.2.1 การเลือกย่านของเทอร์โมคัปเปิล

ย่านของอุปกรณ์วัด หมายถึงขอบเขตของข้อมูลที่อุปกรณ์วัดสามารถวัดได้อย่างเที่ยงตรง อุปกรณ์วัดที่มีย่านการวัดที่กว้าง จะมีราคาสูงขึ้นไปด้วย สำหรับโครงงานนี้อุปกรณ์การวัดทั้งหมดคือ เทอร์โมคัปเปิล ดังนั้นการเลือกย่านของอุปกรณ์วัดจึงประเมินได้จากอุณหภูมิสูงสุดของตำแหน่งที่ต้องการวัด คือ

ณ ตำแหน่งที่อุณหภูมิของก๊าซผสมของอากาศและเชื้อเพลิงที่ผ่านการเผาไหม้ในห้องเผาไหม้ จะมีอุณหภูมิสูงที่สุดในเครื่องยนต์ อุณหภูมินี้คำนวณได้ประมาณ 1000 องศาเซลเซียส จึงเลือกเทอร์โมคัปเปิลชนิด K ย่านอุณหภูมิ 0-1200 องศาเซลเซียสมาใช้งาน

โดยจะวัดอุณหภูมิในรูปของอุณหภูมิสแตกเนชั่น (Stagnation Temperature) เนื่องจากอาศัยการวิเคราะห์เครื่องยนต์จากทฤษฎีของวัฏจักรเบรตัน (Brayton's cycle) ซึ่งนิยามจาก

$$T_0 = T + \frac{V^2}{2C_p} \tag{3.1}$$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สำนักหอสมุดกลาง พระจอมเกล้าลาดกระบัง

โดย T_0 คืออุณหภูมิสแตกเนชั่น (Kelvin)

T คืออุณหภูมิสแตติกที่ได้จากการวัด(Kelvin)

V คือความเร็วการไหลของของไหล ในที่นี้คืออากาศ(m/s)

C_0 คือค่าความจุความร้อนของของไหลที่ความดันคงที่(อากาศ= 1.405 kJ/kg.K)

3.2.2.2 การเลือกย่านของเพรสเชอร์เซนเซอร์

เลือกย่านการวัดได้โดยการประเมินจากค่าความดันสูงสุด ณ ตำแหน่งที่ต้องการวัด ซึ่งในที่นี้คือความดันในท่อน้ำมันหล่อลื่น ช่วงระหว่างปั๊มน้ำมันหล่อลื่นกับเครื่องยนต์

เนื่องจากเทอร์โบชาร์จเจอร์ที่นำมาใช้ในโครงงาน ต้องการความดันของน้ำมันหล่อลื่นสำหรับเพลาประมาณ 2 บาร์ จึงเลือกเพรสเชอร์เซนเซอร์ ที่มีย่านการวัดความดัน 0 – 10 บาร์ ซึ่งเป็นย่านการวัดที่มีผลิตใช้สำหรับงานอุตสาหกรรม

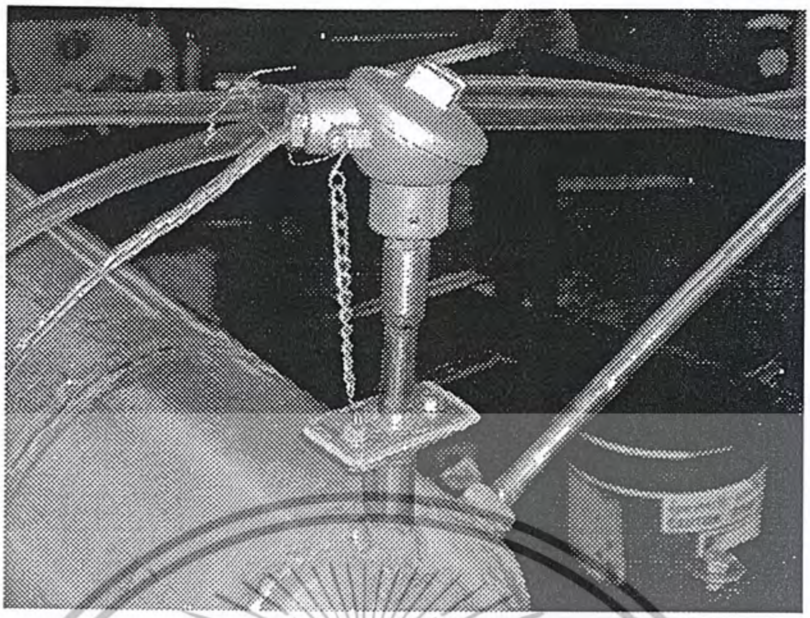
สำหรับรายละเอียดของอุปกรณ์ตรวจวัด แสดงไว้ใน ตาราง 3.1

	สัญญาณวัด	อุปกรณ์วัด	ชนิด	ช่วงค่าสัญญาณวัด
1	อุณหภูมิ	Thermocouple	Type K	0 - 50 mV
2	ความดันน้ำมัน	Pressure Sensor		4 - 20 mA
3	ระดับน้ำมันหล่อลื่น	Floating Switch	On – off	
4	ตำแหน่งชุดมอเตอร์ช่วยติดเครื่องยนต์	Limit Switch	On – off	

ตาราง 3.1 แสดงรายละเอียดอุปกรณ์วัดที่ใช้ในโครงงาน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

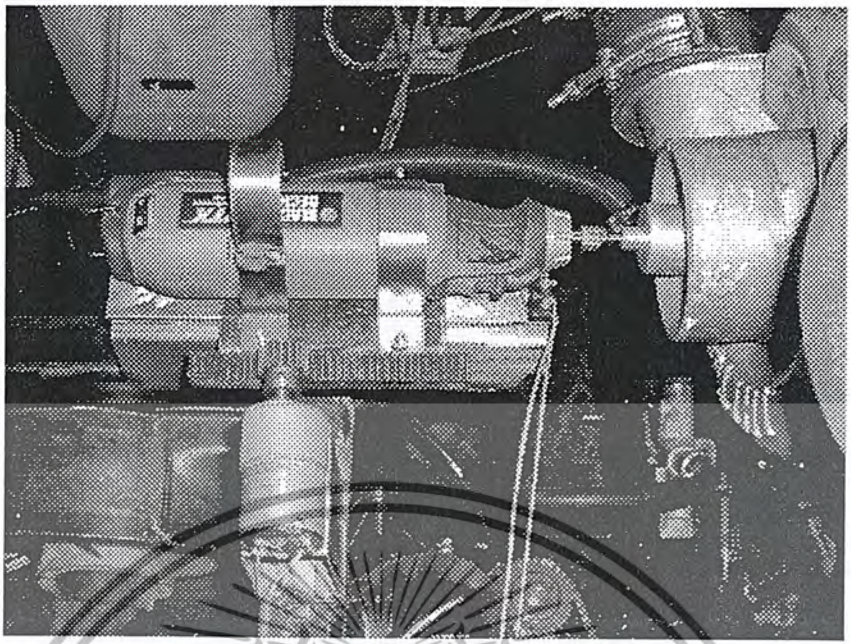
50148



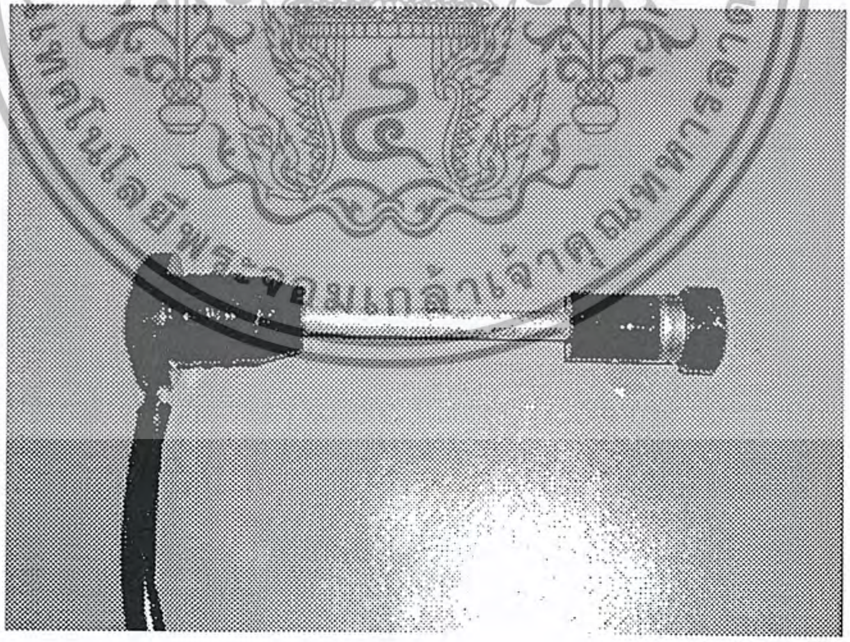
รูปที่ 3.6 เทอร์โมคัปเปิลที่ตำแหน่งห้องเผาไหม้

รูปที่ 3.7 เพรสเชอร์เซนเซอร์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3.8 ชุดมอเตอร์ช่วยติดเครื่องยนต์



รูปที่ 3.9 สวิตช์ลูกลอย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.2.3 กระบวนการปรับสภาพค่าตรวจวัด (Process to Computer Interfac)

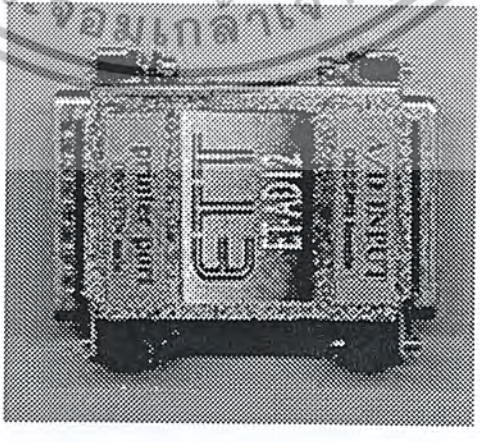
เนื่องจากอุปกรณ์ตรวจวัดบางตัวให้ค่าตรวจวัด เป็นสัญญาณที่ตัวประมวลผลไม่สามารถใช้ประมวลผลได้ จึงจำเป็นต้องมีการปรับสภาพสัญญาณของค่าตรวจวัดให้เป็นสัญญาณที่ตัวประมวลผลใช้ประมวลผลได้ โดยอาศัยหลักการของ การเก็บข้อมูล (Data Acquistion) เข้ามาช่วย

3.2.3.1การปรับสภาพสัญญาณของค่าตรวจวัด

โดยพื้นฐานของ Microcontroller สัญญาณที่สามารถตรวจจับได้เป็นสัญญาณแรงดันไฟฟ้า ที่มีขนาด 0 ถึง 5 โวลท์ ดังนั้นอุปกรณ์ตรวจวัดที่ให้ค่าตรวจวัดในรูปกระแสไฟฟ้า เช่น อุปกรณ์วัดความดัน จึงต้องผ่านวงจรแปลงกระแสไฟฟ้าให้เป็นแรงดันไฟฟ้า ขนาด 0 ถึง 5 โวลท์ และอุปกรณ์ตรวจวัดที่ให้ค่าตรวจวัดเป็นแรงดันไฟฟ้าแต่ขนาดแรงดันต่ำ เช่น เทอร์โมคัปเปิล (Thermocouple) ซึ่งให้สัญญาณแรงดันไฟฟ้าขนาด 0 ถึง 50 มิลลิโวลท์ จึงต้องผ่านวงจรขยายแรงดันขึ้น 100 เท่า เพื่อปรับสภาพแรงดันไฟฟ้าให้มีขนาดอยู่ในช่วง 0 ถึง 5 โวลท์

3.2.3.2 การแปลงสัญญาณอนาลอกเป็นดิจิตอล

หลังจากปรับสภาพสัญญาณค่าตรวจวัดแล้ว สัญญาณที่ได้ยังคงเป็นสัญญาณอนาลอก ซึ่งตัวประมวลผล ไม่สามารถนำไปประมวลผล หรือเปรียบเทียบกับค่าที่ตั้งไว้ได้ จำเป็นต้องผ่านอุปกรณ์แปลงสัญญาณอนาลอกเป็นดิจิตอล หรือ Analog to Digital Converter (ADC) โดยพิจารณาให้มีความละเอียดและความถี่สุ่มในการแปลงสัญญาณ ให้เหมาะสมกับการ ใช้งาน ทั้งนี้เพื่อเป็นการประหยัดค่าใช้จ่ายในส่วนของอุปกรณ์ความละเอียดสูง และเวลาที่ใช้ในการประมวลผล สำหรับเป้าหมายเพื่อควบคุมอุณหภูมิหรือความดัน โดยเปรียบเทียบไม่ให้เกินในช่วงพิกัดที่กำหนดไว้นั้น พบว่าไม่ต้องการความละเอียดมากนัก จึงเลือกใช้ตัวแปลงสัญญาณอนาลอกเป็นดิจิตอลแบบ 8 บิต ซึ่งมีพร้อมอยู่แล้วในตัว microcontroller รุ่น PIC16F877



รูปที่ 3.10 ตัวแปลงสัญญาณอนาลอกเป็นดิจิตอล

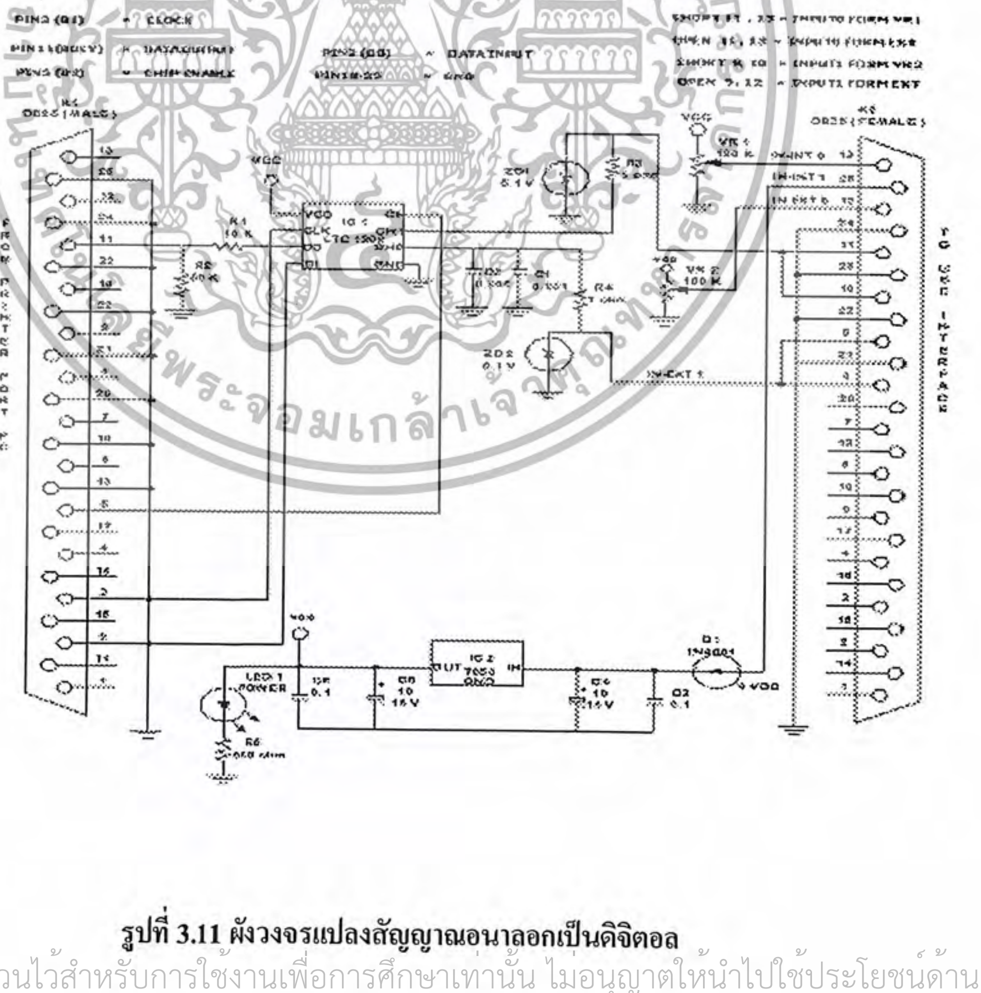
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.2.4 การส่งสัญญาณควบคุมไปยังอุปกรณ์ควบคุมสุดท้าย (Computer to Process Interface)

การส่งสัญญาณควบคุมไปยังอุปกรณ์ควบคุมสุดท้ายเพื่อให้ทำงานแบบ on – off นั้น ทำได้โดยการควบคุมการตัดต่อวงจรของอุปกรณ์ควบคุมสุดท้ายด้วยรีเลย์ (Relay) หรือวาล์วโซลินอยด์ (Solenoid Valve) โดยมีรายละเอียดตาม ตาราง 3.2

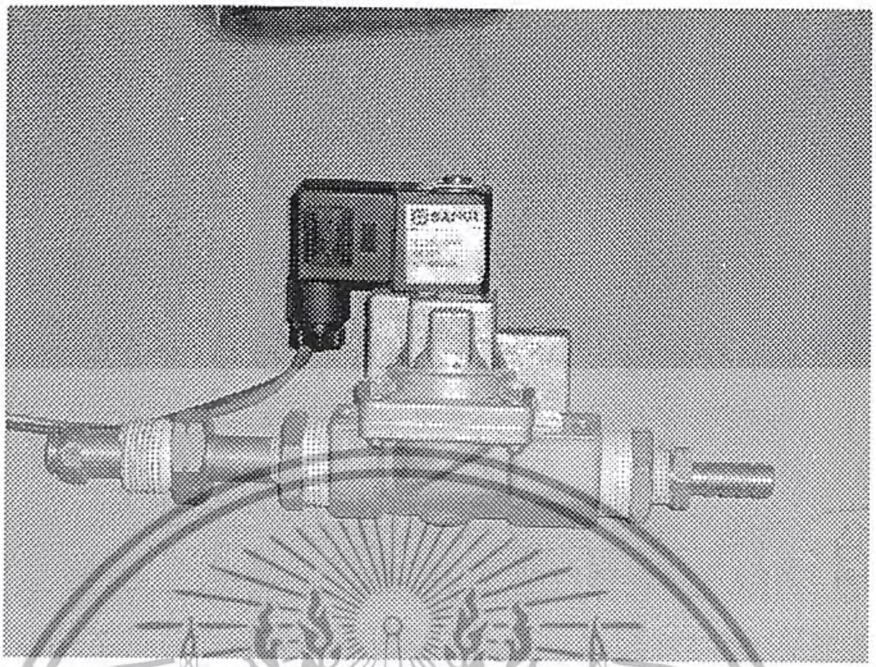
	อุปกรณ์	อุปกรณ์ควบคุม	รายละเอียด
1	วาล์วเชื้อเพลิง	Solenoid valve	DC 12 V
2	พัดลมระบายความร้อน	Relay	DC 12 V
3	หัวเทียน	Relay	DC 12 V
4	ปั๊มน้ำมันหล่อลื่น	Relay	AC 220 V
5	มอเตอร์ช่วยติดเครื่องยนต์	Relay	AC 220 V

ตาราง 3.2 แสดงรายละเอียดอุปกรณ์ควบคุมที่ใช้ในโครงงาน



รูปที่ 3.11 ผังวงจรแปลงสัญญาณอนาลอกเป็นดิจิตอล

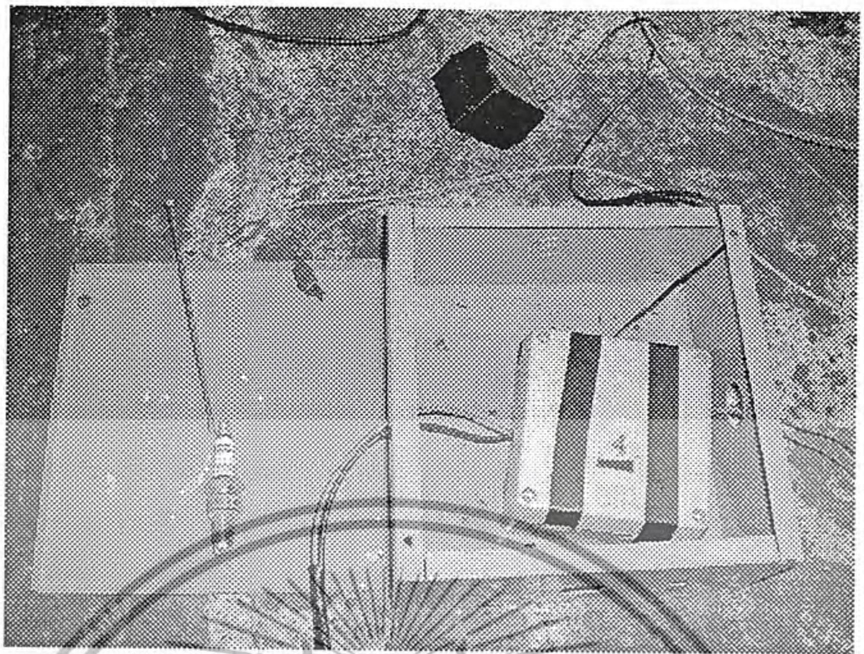
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3.12 โซลินอยด์วาล์ว

รูปที่ 3.13 พัดลมระบายอากาศ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3.14 หัวเทียน

รูปที่ 3.15 ปั๊มน้ำมันหล่อลื่น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.2.5 แผงควบคุม (Operator's Console)

แผงควบคุมของผู้ใช้ เป็นส่วนประกอบสำคัญที่มีหน้าที่รับคำสั่งจากผู้ใช้ และแสดงสถานะเครื่องยนต์ให้ผู้ใช้ทราบ ประกอบด้วยส่วนต่างๆดังนี้

- ปุ่มเดินเครื่อง ทำหน้าที่รับคำสั่ง เพื่อเริ่มขั้นตอนต่างๆ ในการติดเครื่องยนต์
- ปุ่มหยุดเครื่อง ทำหน้าที่รับคำสั่ง เพื่อเริ่มขั้นตอนต่างๆ ในการดับเครื่องยนต์
- จอ LCD แสดง สถานะเครื่องยนต์และสาเหตุที่เกิดการหยุดการทำงานอัตโนมัติ
- ตัวกำเนิดแสงและเสียงเตือนกรณีมีเหตุผิดปกติ เช่น ระดับน้ำมันหล่อลื่นต่ำกว่าระดับต่ำสุดที่ยอมได้
- จอแสดงค่าอุณหภูมิที่จุดต่างๆ และสวิตช์เลือกจุดอ่านอุณหภูมิ

3.3 การทำงานของระบบควบคุม

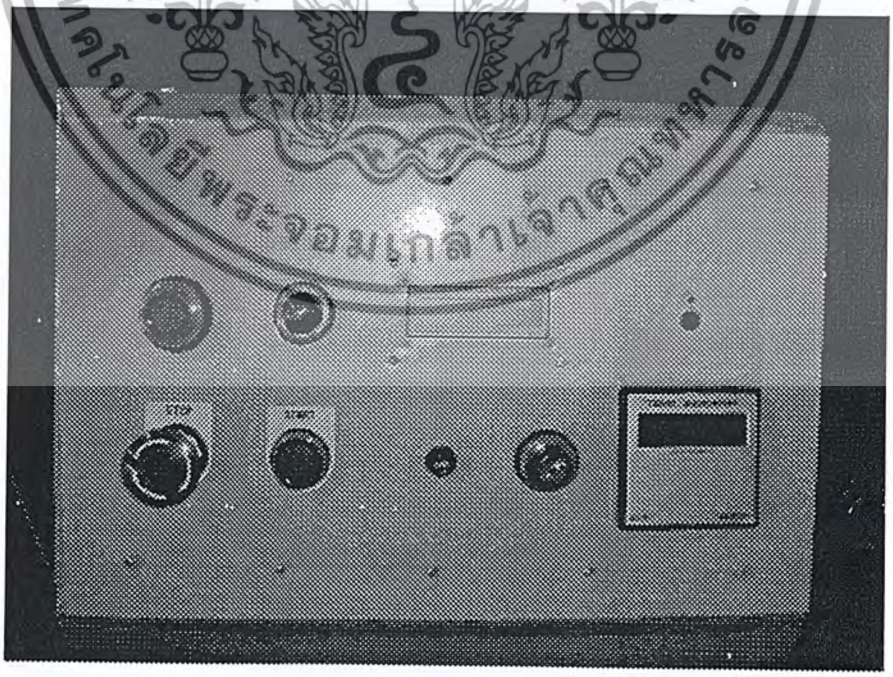
ภายใต้จุดประสงค์เพื่อเพิ่มความปลอดภัยให้แก่ผู้ใช้และลดความเสียหายของเครื่องยนต์ อันเนื่องมาจากความผิดปกติของเครื่องยนต์ทั้งก่อนและระหว่างการเดินเครื่องยนต์ จึงได้ออกแบบวงจรควบคุม โดยกำหนดให้สามารถทำงาน ได้ตามลำดับ ดังนี้

1 ตรวจสอบระบบสภาพเครื่องยนต์ก่อนติดเครื่องยนต์

2 ติดเครื่องแบบอัตโนมัติ

3 ตรวจสอบความผิดปกติที่เกิดขึ้นในขณะเดินเครื่องยนต์

4 ดับเครื่องยนต์แบบอัตโนมัติ



รูปที่ 3.16 แผงควบคุม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ทั้งนี้ ในแต่ละขั้นตอนข้างต้นสามารถแสดงรายละเอียดได้ดังนี้

1 การตรวจสอบระบบสภาพเครื่องยนต์ก่อนติดเครื่องยนต์

ในการติดเครื่องยนต์โดยที่เครื่องยนต์ไม่พร้อม อาจจะเกิดอันตรายแก่เครื่องยนต์และผู้ใช้ได้ ดังนั้น ก่อนทำการติดเครื่องยนต์ จึงจำเป็นต้องมีการตรวจสอบสภาพเครื่องยนต์ตามลำดับดังนี้

1.1 ตรวจอุณหภูมิห้องเผาไหม้

1.2 ตรวจสอบระดับน้ำมันในถังพักน้ำมัน

1.3 ตรวจสอบปุ่มดับเครื่อง

ในกรณีที่ตรวจสอบพบความผิดปกติ ระบบจะตรวจสอบว่าเกิดจากสาเหตุใด และแสดงทางจอแสดงผลเพื่อให้ผู้ใช้ทราบถึงสาเหตุของความผิดปกติของเครื่องยนต์ เพื่อให้ผู้ใช้สามารถแก้ไขได้ถูกต้อง โดยในขณะนั้นจะไม่สามารถกดปุ่มติดเครื่องเพื่อติดเครื่องแบบอัตโนมัติได้

แต่ในกรณีที่ตรวจสอบไม่พบความผิดปกติ หรือความผิดปกติได้รับการแก้ไขแล้ว จอแสดงผลจะแสดงข้อความ “Ready” และรอคำสั่งจากผู้ใช้ให้ทำการติดเครื่องยนต์ต่อไป

2 การติดเครื่องแบบอัตโนมัติ

การติดเครื่องยนต์กังหันก๊าซที่พัฒนาขึ้น โดยภาควิชาวิศวกรรมเครื่องกลในปี พ.ศ. 2544 นั้น ประกอบด้วยลำดับขั้นตอนต่างๆ ซึ่งทุกขั้นตอนใช้คนเป็นผู้กระทำ ซึ่งต้องเข้าไปอยู่ในระยะใกล้กับเครื่องยนต์ อาจเกิดอันตรายต่อผู้ใช้ได้ เพื่อความปลอดภัยจึงสร้างระบบติดเครื่องยนต์อัตโนมัติ ตามลำดับดังนี้

2.1 เปิดปั๊มน้ำมันเครื่องและพัดลมระบายความร้อน

2.2 เริ่มจุดระเบิด

2.3 เปิดวาล์วแก๊สเชื้อเพลิง

2.4 เปิดมอเตอร์ช่วยอัดอากาศ

2.5 เลื่อนมอเตอร์ช่วยอัดอากาศ เข้าจับคอมเพรสเซอร์

2.6 เมื่ออุณหภูมิห้องเผาไหม้สูงถึงอุณหภูมิที่เครื่องยนต์สามารถเดินเครื่อง ได้ด้วยตัวเองได้ จึงเลื่อนมอเตอร์ช่วยอัดอากาศออกจากคอมเพรสเซอร์

2.7 หยุดจุดระเบิด

เมื่อเสร็จสิ้นการติดเครื่องยนต์อัตโนมัติ จอแสดงผลจะแสดงข้อความ “Running” แสดงสถานะเครื่องยนต์ว่า เครื่องยนต์กำลังเดินเครื่อง

3 การตรวจสอบความผิดปกติที่เกิดขึ้นในขณะเดินเครื่องยนต์

ในขณะที่เครื่องยนต์ทำงาน เมื่อมีความผิดปกติเช่น อุณหภูมิห้องเผาไหม้สูงเกินขีดจำกัดของวัสดุของห้องเผาไหม้ ซึ่งอาจก่อให้เกิดอุบัติแก่ผู้ใช้ หรือสร้างความเสียหายให้แก่เครื่องยนต์ได้ ดังนั้นในขณะเดินเครื่องจึงต้องมีการตรวจสอบความผิดปกติที่อาจเกิดขึ้น โดยทำการตรวจสอบตามลำดับดังนี้

3.1 ตรวจสอบอุณหภูมิห้องเผาไหม้

3.2 ตรวจสอบความดันน้ำมันหล่อลื่น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.3 ตรวจสอบระดับน้ำมันหล่อลื่น

3.4 ตรวจสอบการกดปุ่มดับเครื่อง

ในกรณีที่ตรวจสอบพบความผิดปกติ ระบบจะตรวจสอบว่าเกิดจากสาเหตุใด และแสดงผลทางจอแสดงผลเพื่อให้ผู้ใช้ทราบถึงสาเหตุของความผิดปกติของเครื่องยนต์ เพื่อให้ผู้ใช้สามารถแก้ไขได้ถูกต้อง จากนั้นจึงทำการดับเครื่องยนต์แบบอัตโนมัติต่อไป

4 การดับเครื่องยนต์แบบอัตโนมัติ

ในลักษะเดียวกับการติดเครื่องยนต์ การดับเครื่องยนต์กังหันก๊าซที่พัฒนาขึ้น โดยภาควิชาวิศวกรรมเครื่องกลในปี พ.ศ. 2544 นั้น ประกอบด้วยลำดับขั้นตอนต่างๆ ซึ่งทุกขั้นตอนใช้คนเป็นผู้กระทำ ซึ่งต้องเข้าไปอยู่ในระยะใกล้กับเครื่องยนต์ อาจเกิดอันตรายต่อผู้ใช้ได้ เพื่อความปลอดภัยจึงสร้างระบบดับเครื่องยนต์อัตโนมัติ ตามลำดับดังนี้

4.1 ปิดวาล์วแก๊สเชื้อเพลิง

4.2 หน่วงเวลาเพื่อให้ความเร็วรอบลดลง

4.3 เปิดมอเตอร์ช่วยอัดอากาศ

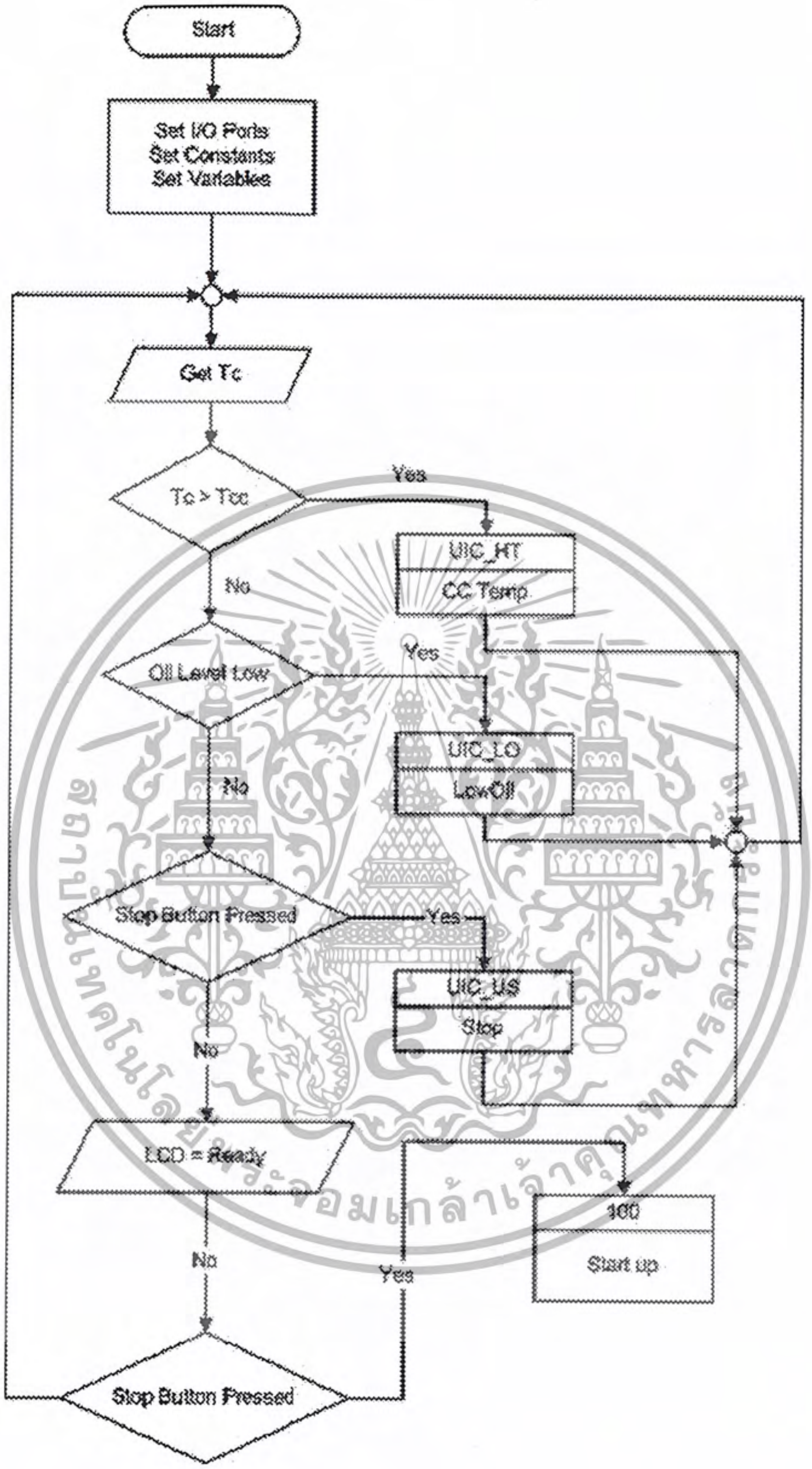
4.4 เลื่อนมอเตอร์ช่วยอัดอากาศเข้าจับกับคอมเพรสเซอร์

4.5 เมื่ออุณหภูมิห้องเผาไหม้ลดลง จึงเลื่อนมอเตอร์ช่วยอัดอากาศออกจากคอมเพรสเซอร์

4.6 หยุดปั๊มน้ำมันเครื่องและพัดลมระบายความร้อน

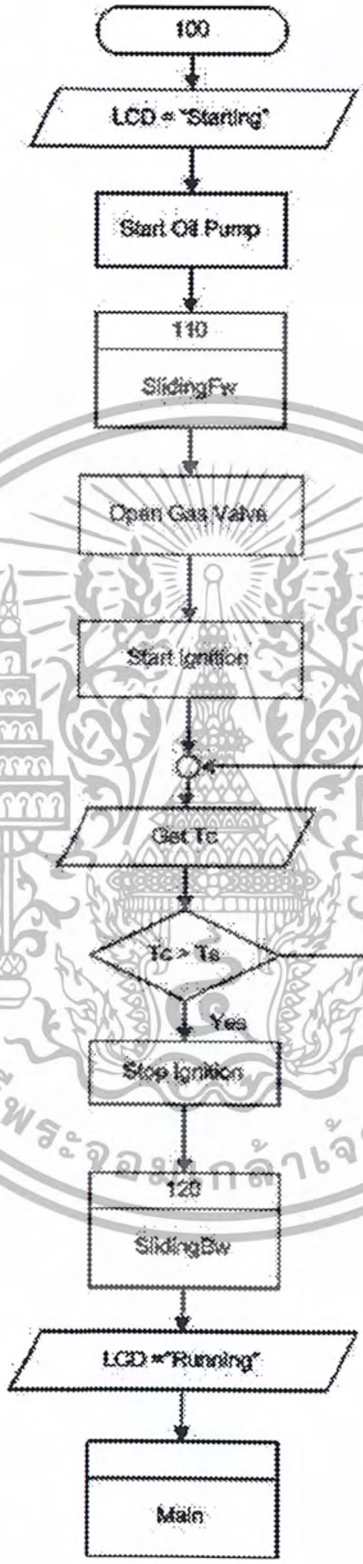
มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



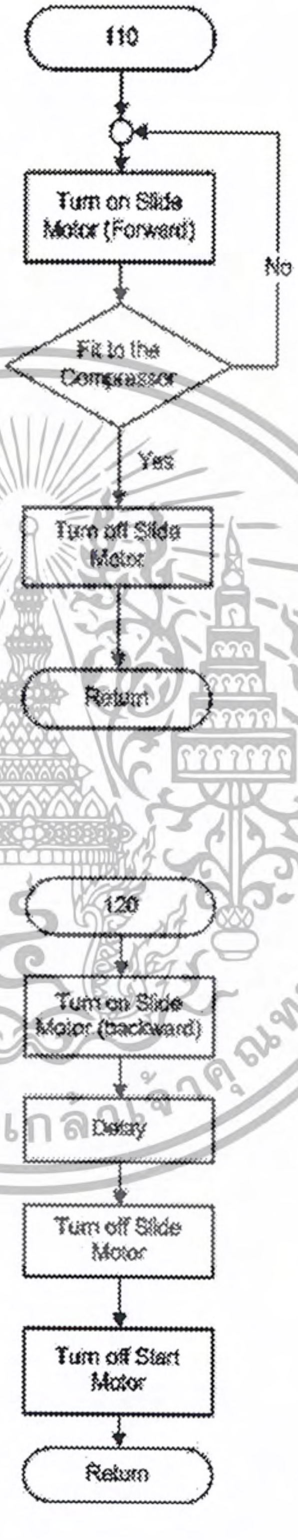
รูปที่ 3.17 Flow Chart แสดงการตรวจสอบสภาพเครื่องยนต์ก่อนการติดเครื่องยนต์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



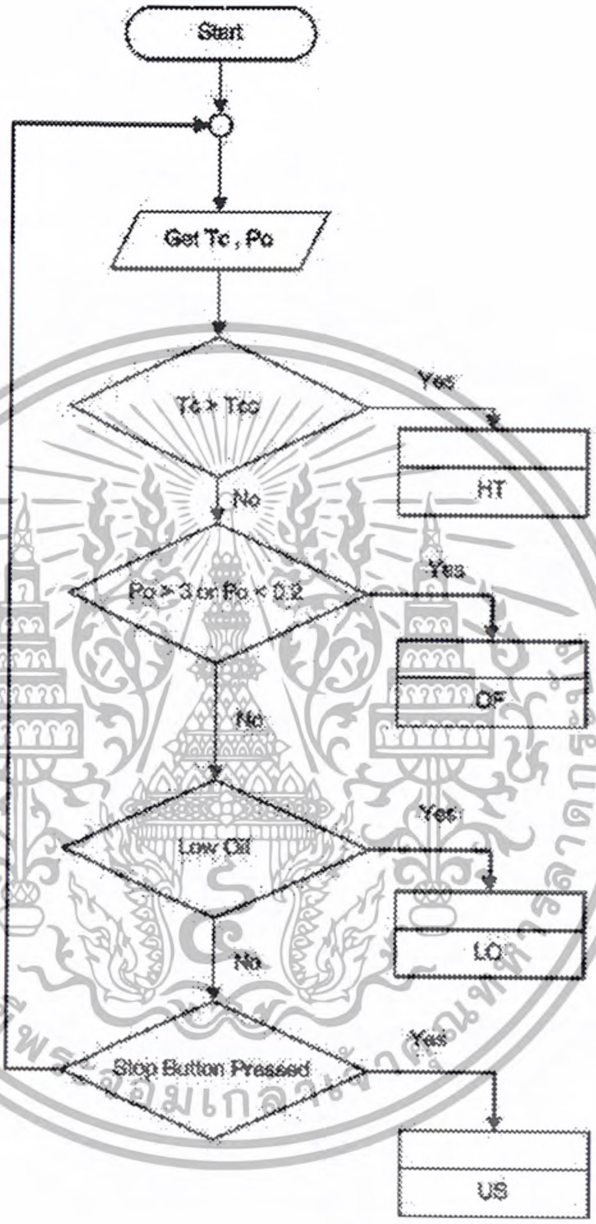
รูปที่ 3.18 Flow Chart แสดงการติดเครื่องยนต์แบบอัตโนมัติ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



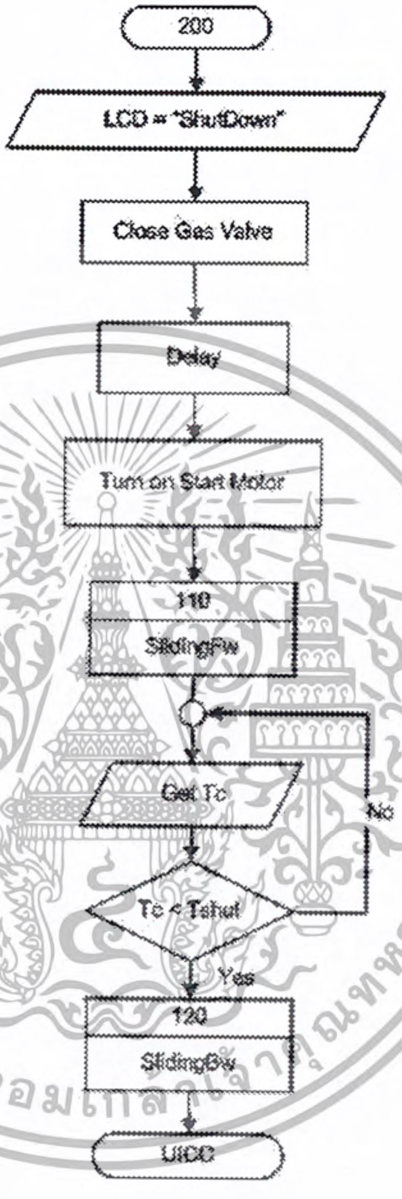
รูปที่ 3.19 Flow Chart แสดงการเลื่อนเข้าและออกของมอเตอร์ช่วยอัดอากาศ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



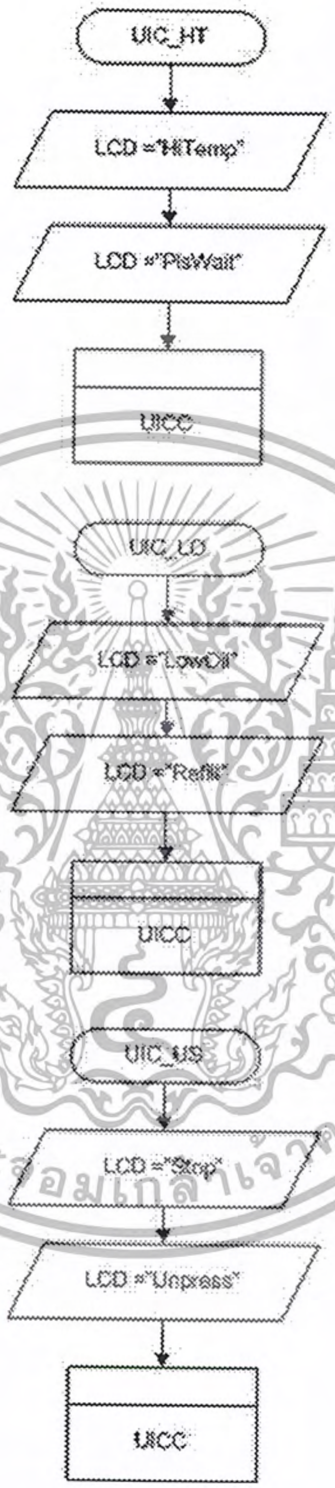
รูปที่ 3.20 Flow Chart แสดงการตรวจสอบความผิดปกติของเครื่องยนต์ขณะเดินเครื่องยนต์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



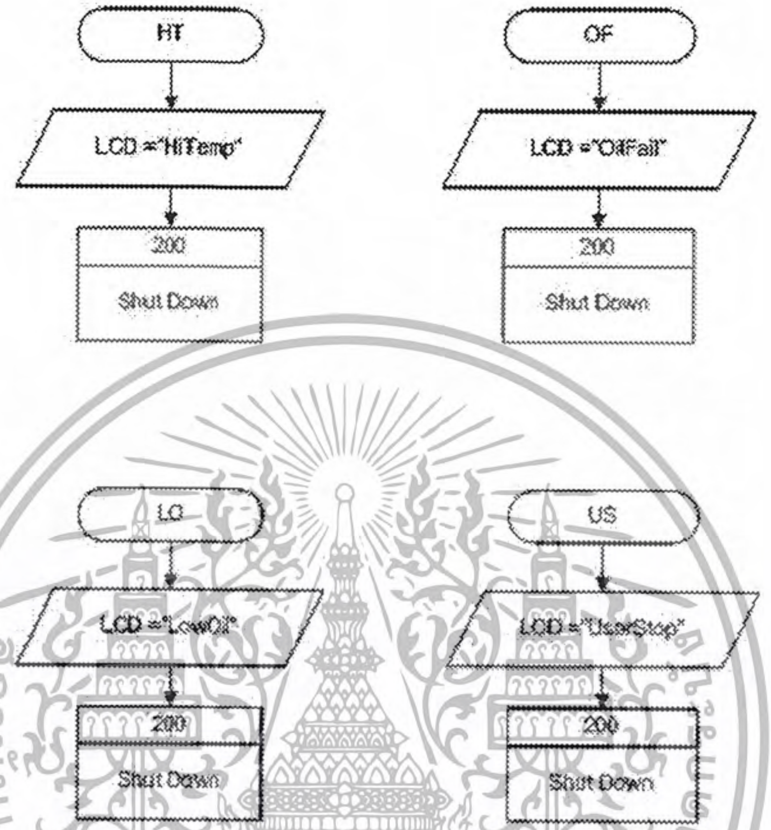
รูปที่ 3.21 Flow Chart แสดงการดับเครื่องยนต์แบบอัตโนมัติ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3.22 Flow Chart แสดงความผิดปกติของเครื่องยนต์ก่อนการติดเครื่องยนต์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3.23 Flow Chart แสดงความผิดปกติของเครื่องยนต์ขณะเดินเครื่องยนต์

3.4 การสอบเทียบและปรับแต่งระบบ

3.4.1 การสอบเทียบและการปรับแต่งระบบของเทอร์โมคัปเปิล

การสอบเทียบและการปรับแต่งระบบของเทอร์โมคัปเปิลสามารถทำได้โดยหาอัตราส่วนแรงดันไฟฟ้าต่ออุณหภูมิ (Voltage-Temperature Ratio) ของเทอร์โมคัปเปิล ซึ่งสามารถหาได้จากการให้ความร้อนแก่เทอร์โมคัปเปิลในค่าต่างๆ แล้วนำมาหาสมการความสัมพันธ์ที่จะนำมาใช้แปลงค่าแรงดันไฟฟ้าที่วัดได้จากวงจรไมโครคอนโทรลเลอร์เป็นอุณหภูมิ

3.4.1.1 การหาอัตราส่วนแรงดันไฟฟ้าต่ออุณหภูมิ

ทดสอบที่ช่วง 70- 600 องศาเซลเซียส สำหรับเทอร์โมคัปเปิลที่ใช้วัดอุณหภูมิในห้องเผาไหม้ โดยการติดเครื่องยนต์กังหันก๊าซแล้ววัดอุณหภูมิในห้องเผาไหม้ที่เกิดขึ้นจริง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การวัดทำได้โดยอ่านค่าแรงดันไฟฟ้าผ่านจอLCDได้เป็นข้อมูลดิจิตอล และอ่านค่าอุณหภูมิจากเครื่องวัดอุณหภูมิ (Temperature Indicator) ได้ผลดังตาราง 3.3

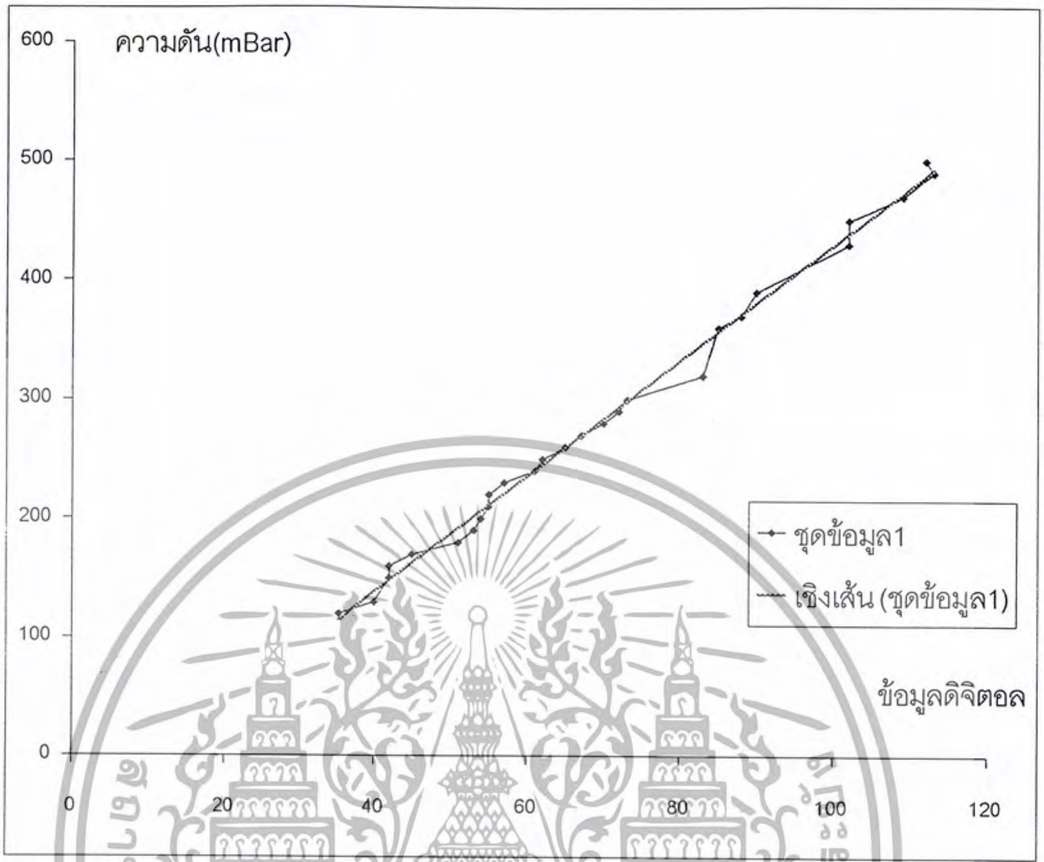
อุณหภูมิ	แรงดันไฟฟ้า
73	8
120	18
130	21
135	22
140	23
150	25
170	31
190	35
200	39
220	44
250	50
260	52
280	55
310	59
320	60

อุณหภูมิ	แรงดันไฟฟ้า
340	67
350	68
360	73
380	77
390	80
420	89
450	92
500	102
527	104
537	110
544	112
555	113
562	120
575	121
584	126

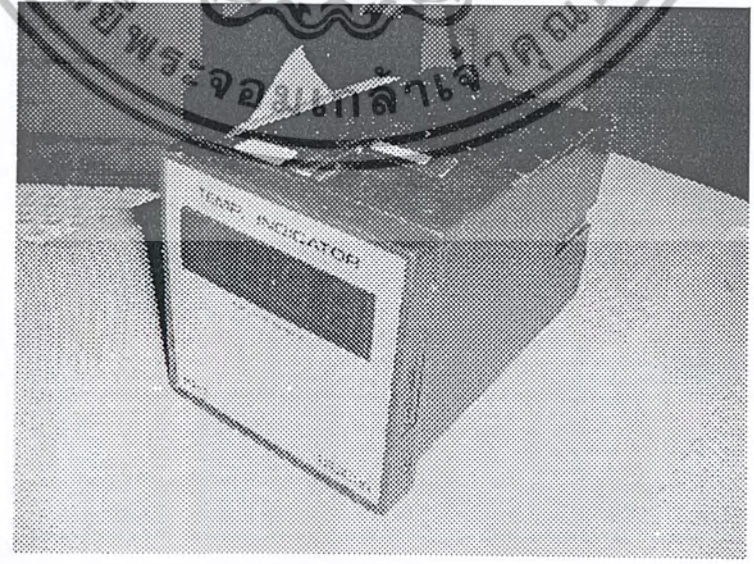
ตาราง 3.3 ผลการทดสอบการวัดแรงดันไฟฟ้าของเทอร์โมคัปเปิล

และได้แผนภูมิความสัมพันธ์ดังรูปที่ 3.24

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3.24 แผนภูมิความสัมพันธ์ระหว่างอุณหภูมิและแรงดันไฟฟ้าของเทอร์โมคัปเปิล



รูปที่ 3.25 เครื่องวัดอุณหภูมิ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.4.1.2 การหาสมการความสัมพันธ์

เนื่องจากลักษณะการกระจายข้อมูลเป็นเส้นตรง ใช้การประมาณการถดถอยด้วยกำลังสองน้อยที่สุด (Least Square Regression) ซึ่งลักษณะของสมการคือ

$$y = a_0 + a_1 \tag{3.1}$$

โดย

$$a_0 = \overline{y} - a_1 \overline{x} \tag{3.2}$$

และ

$$a_1 = \frac{n \sum x_i y_i - \sum x_i \sum y_i}{n \sum x_i^2 - \left(\sum x_i\right)^2} \tag{3.3}$$

จากตาราง 3.3 แทนค่า x เป็นอุณหภูมิ และ y เป็นแรงดันไฟฟ้า หาค่าต่าง ได้ตามตาราง 3.4

n	y	x	xy	x^2
1	73	8	584	64
2	120	18	2160	324
3	130	21	2730	441
4	135	22	2970	484
5	140	23	3220	529
6	140	24	3360	576
7	150	25	3750	625
8	170	31	5270	961
9	190	35	6650	1225
10	200	39	7800	1521
11	220	44	9680	1936
12	250	50	12500	2500
13	260	52	13520	2704
14	280	55	15400	3025
16	320	60	19200	3600
17	340	67	22780	4489
18	350	68	23800	4624
19	360	73	26280	5329
20	380	77	29260	5929
21	390	80	31200	6400
22	420	89	37380	7921
23	450	92	41400	8464
24	500	102	51000	10404
25	527	104	54808	10816
26	537	110	59070	12100
27	544	112	60928	12544
28	555	113	62715	12769
29	562	120	67440	14400
30	575	12	69575	14641
31	584	126	67440	15876
SUM	9848	1852	813870	167221

ตาราง 3.4 การคำนวณค่าคงที่ของการประมาณการถดถอยด้วยกำลังสองน้อยที่สุดของเทอร์โมคัปเปิล

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ ... ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากการหาค่าคงที่ต่างๆได้สมการความสัมพันธ์

$$T = 4.5207V + 33.933 \quad (3.4)$$

เมื่อ V = แรงดันไฟฟ้าที่ได้ (มิลลิโวลต์)

T = อุณหภูมิที่อ่านค่าได้ (องศาเซลเซียส)

ซึ่งสมการนี้จะถูกใช้ในซับรูทีน (Sub Routine)ของโปรแกรมไมโครคอนโทรลเลอร์เพื่อที่จะแปลงข้อมูลดิจิตอลที่วัดได้เป็นอุณหภูมิ (องศาเซลเซียส) ต่อไป

3.4.2 การสอบเทียบและการปรับแต่งระบบของเพรสเชอร์เซนเซอร์

การสอบเทียบและการปรับแต่งระบบของเพรสเชอร์เซนเซอร์สามารถทำได้โดยหาอัตราส่วนแรงดันไฟฟ้าต่อความดัน (Voltage-Pressure Ratio) ของเพรสเชอร์เซนเซอร์ หาได้จากการเปิดปั๊มน้ำมันหล่อลื่น วัดความดันจากเพรสเชอร์เกจแล้วเทียบแรงดันไฟฟ้ากับความดันที่วัดได้ จากนั้นนำมาหาสมการความสัมพันธ์ที่จะนำมาใช้แปลงค่าแรงดันไฟฟ้าที่ได้จากวงจรไมโครคอนโทรลเลอร์เป็นความดัน

3.4.2.1 การหาอัตราส่วนแรงดันไฟฟ้าต่อความดัน

ทดสอบที่ช่วง 0-2500 บาร์ สำหรับเพรสเชอร์เซนเซอร์ ที่ใช้วัดความดันในท่อน้ำมันหล่อลื่น โดยการเปิดสวิตช์ปั๊มน้ำมันหล่อลื่นแล้ววัดความดันที่เกิดขึ้นจริง

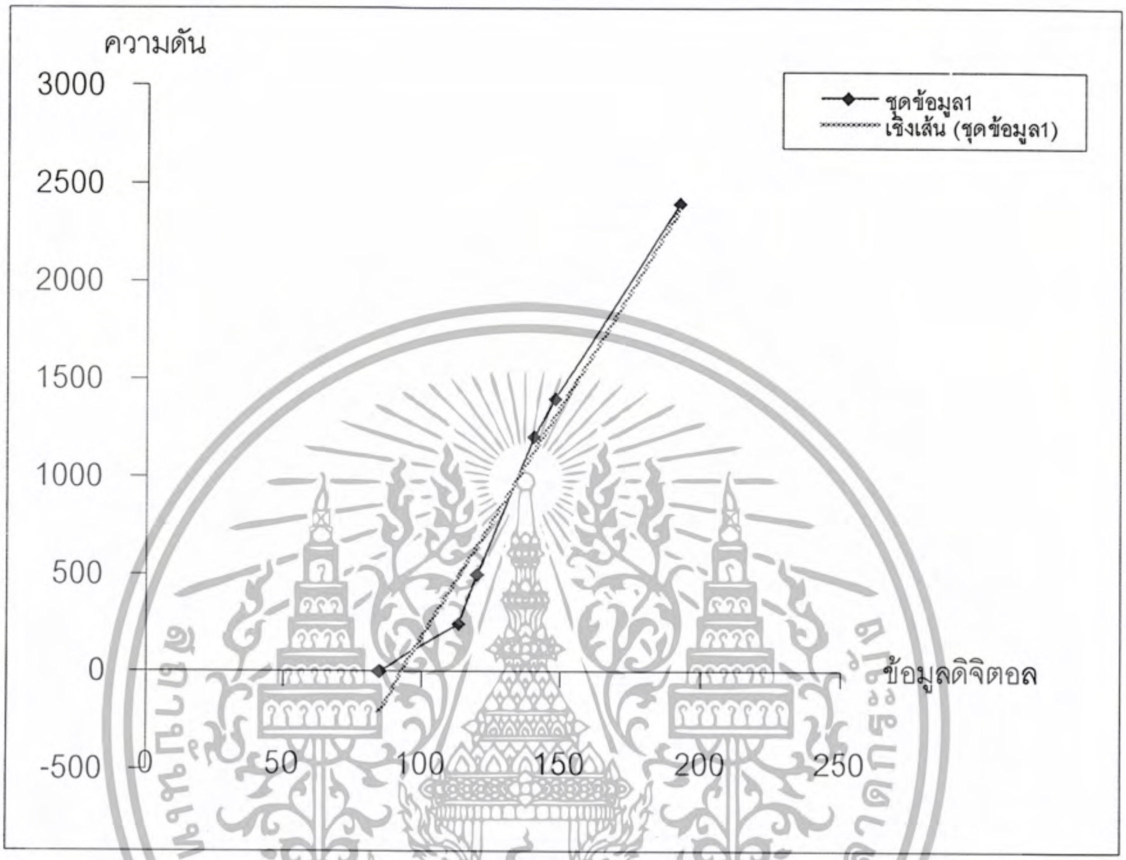
การวัดทำได้โดยอ่านค่าแรงดันไฟฟ้าจากผ่านจอLCDได้เป็นข้อมูลดิจิตอล และอ่านค่าความดันจากเพรสเชอร์เกจ ได้ผลดังตาราง 4.3

Digtal	ความดัน (mBar)
84	0
113	250
120	500
140	1200
148	1400
192	2400

ตารางที่ 3.5 ผลการทดสอบการวัดแรงดันไฟฟ้าของเพรสเชอร์เซนเซอร์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

และเมื่อนำมาเขียนเป็นแผนภูมิจะได้ได้แผนภูมิความสัมพันธ์ดังรูปที่ 3.26



รูปที่ 3.26 แผนภูมิความสัมพันธ์ระหว่างความดันและแรงดันไฟฟ้าของเพรสเชอร์เซนเซอร์

3.4.2.2 การหาสมการความสัมพันธ์

เนื่องจากลักษณะการกระจายข้อมูลเป็นเส้นตรง ใช้การประมาณการถดถอยด้วยกำลังสองน้อยที่สุด (Least Square Regression) ซึ่งลักษณะของสมการคือ

$$y = a_0 + a_1 \quad (3.5)$$

โดย $$a_0 = \overline{y} - a_1 \overline{x} \quad (3.6)$$

และ $$a_1 = \frac{n \sum x_i y_i - \sum x_i \sum y_i}{n \sum x_i^2 - \left(\sum x_i\right)^2} \quad (3.7)$$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากตาราง 3.6 แทนค่า x เป็นความดัน และ y เป็นแรงดันไฟฟ้า หาค่าต่างได้ตามตาราง 3.7

n	y	x	xy	x^2
1	0	84	0	0
2	250	113	28250	7056
3	500	120	60000	12769
4	1200	140	168000	14400
5	1400	148	207200	19600
6	2400	192	460800	21904
sum	5750	797	4582750	36864

ตาราง 3.7 การคำนวณค่าคงที่ของการประมาณการถดถอยด้วยกำลังสองน้อยที่สุดของเพรสเชอร์เซนเซอร์

จากการหาค่าคงที่ต่างๆ ได้สมการความสัมพันธ์

$$P = 2.3861\,V + 2211.1 \quad (3.8)$$

เมื่อ V = แรงดันไฟฟ้าที่อ่านได้ (มิลลิโวลต์)

P = ความดันที่อ่านค่าได้ (มิลลิบาร์)

ซึ่งสมการนี้จะถูกใช้ในซับรูทีน (Sub Routine)ของโปรแกรมไมโครคอนโทรลเลอร์เพื่อที่จะแปลงข้อมูลดิจิตอลที่วัดได้เป็นความดัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 4

การทดลอง และผลการทดลอง

4.1 วัตถุประสงค์การทดลอง

1. เพื่อทดสอบการทำงานของโปรแกรมในส่วนการควบคุมความปลอดภัยของเครื่องยนต์กังหันก๊าซ
2. เพื่อทดสอบการทำงานของโปรแกรมในส่วนการควบคุมการติดและดับเครื่องตามลำดับการติดและดับเครื่องแบบไม่ใช้คน

4.2 อุปกรณ์ การทดสอบ

1. ทรานสดิวเซอร์ (Transducer) ได้แก่ เทอร์โมคัปเปิล สวิตช์ลูกลอย เพรสเชอร์เซนเซอร์
2. แอคทูเอเตอร์(Actuator) ได้แก่ ตัวจุดระเบิด โซลินอยด์วาล์ว ชุดมอเตอร์ช่วยอัด
3. เครื่องยนต์กังหันก๊าซ
4. เครื่องอ่านอุณหภูมิดิจิตอล
5. ชุดระบบควบคุมพร้อมคอมพิวเตอร์

4.3 ขั้นตอนการทดสอบ

1. ติดตั้งทรานสดิวเซอร์ และแอคทูเอเตอร์เข้ากับเครื่องยนต์ให้เรียบร้อย
2. ต่อสายสัญญาณของอุปกรณ์เปลี่ยนแปลงรูปแบบพลังงาน เข้ากับชุดระบบควบคุม
3. จ่ายกระแส ไฟเข้าระบบควบคุม
4. จำลองการเกิดความผิดพลาด ตามเงื่อนไขต่างๆดังต่อไปนี้

การตรวจสอบความพร้อมของเครื่องยนต์ก่อนเดินเครื่อง

- ก่อนติดเครื่องยนต์อุณหภูมิเกินจุดวิกฤต
- ไม่มีน้ำมันหล่อลื่นขณะที่ติดเครื่องยนต์
- ติดเครื่องยนต์ในขณะที่ กดปุ่ม stop อยู่
- ขณะติดเครื่องยนต์ไม่มีน้ำมันหล่อลื่นและกดปุ่ม stop อยู่

การตรวจสอบความผิดปกติของเครื่องยนต์ขณะเดินเครื่อง

- ก่อนติดเครื่องยนต์อุณหภูมิเกินจุดวิกฤต
- เมื่อกดปุ่ม stop
- อุณหภูมิในห้องเผาไหม้เกินจุดวิกฤต
- ความดันน้ำมันหล่อลื่นเกินจุดวิกฤต

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- ระดับน้ำมันหล่อลื่นต่ำกว่าจุดวิกฤต

5. ตรวจสอบลำดับขั้นการทำงานของระบบพร้อมทั้งตรวจความผิดพลาดที่เกิดขึ้น

เนื่องจากโครงงานนี้สามารถแบ่งระบบได้เป็น 2 ระบบ คือ ระบบความปลอดภัย และระบบติดและดับเครื่องยนต์อัตโนมัติ จึงทำการแบ่งการทดลองออกเป็น ระบบความปลอดภัย และระบบติดและดับเครื่องยนต์อัตโนมัติเช่นเดียวกัน

4.4 ผลการทดลอง

แบ่งการทดสอบเป็น

- การตรวจสอบความพร้อมของเครื่องยนต์ก่อนเดินเครื่อง
- การตรวจสอบความผิดปกติของเครื่องยนต์ขณะเดินเครื่อง

ตัวแปรต้น คือ ตัวแปรที่มีผลต่อสภาวะเครื่องยนต์ มีดังนี้

1. อุณหภูมิห้องเผาไหม้ (Tc)
2. ความดันน้ำมันในห้องเพลา (Po)
3. ระดับน้ำมันหล่อลื่น (Lo)
4. การกดปุ่มหยุดเครื่องยนต์ (Stop)
5. การกดปุ่มติดเครื่องยนต์ (Start)

4.4.1 การตรวจสอบความพร้อมของเครื่องยนต์ก่อนเดินเครื่อง

Step	Tc	Po	Lo	Stop	Start	LCD	Next	Remark
Initial	>950	0	0	0	0			
Power On	>950	0	0	0	0			
Set Up	>950	0	0	0	0	I/O Set		
Main	>950	0	0	0	0	HiTemp	UICC	Wait for Cooling Down
	>950	0	0	0	1	TooHiTc	UICC	Check Tc > Tcc. Can not Start.

ตาราง 4.1 ผลการทดลองติดเครื่องขณะอุณหภูมิสูงกว่า 950 ˚C

จากตาราง 4.1 จะเป็นการกำหนดเงื่อนไขให้ก่อนติดเครื่องมีอุณหภูมิห้องเผาไหม้เกิน 950 ˚C หน้าจอLCDจะแสดงผลว่า HiTemp ซึ่งจะต้องรอให้อุณหภูมิห้องเผาไหม้ลดลงก่อน (Wait for Cooling Down) ถ้าผู้ใช้กดปุ่ม Start ก่อนที่ อุณหภูมิห้องเผาไหม้จะน้อยกว่า 950 ˚C หน้าจอLCDจะแสดงผลว่า TooHiTc ซึ่งจะไม่สามารถติดเครื่องได้ (Check Tc > Tcc. Can not Start.)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Step	Tc	Po	Lo	Stop	Start	LCD	Next	Remark
Initial	<950	0	1	0	0			
Power On	<950	0	1	0	0			
Set Up	<950	0	1	0	0	I/O Set		
Main	<950	0	1	0	0	LowOil	UICC	Wait for Oil Refill
	<950	0	1	0	1	LowOil	UICC	Check Lo = 1. Can not Start.

ตาราง 4.2 ผลการทดลองติดเครื่องขณะไม่มีน้ำมันหล่อลื่น

จากตาราง 4.2 จะเป็นการกำหนดเงื่อนไขให้ก่อนติดเครื่องยนต์ไม่มีน้ำมันหล่อลื่นหรือมีน้ำมันหล่อลื่นน้อย หน้าจอLCDจะแสดงผลว่า LowOil ซึ่งจะต้องเติมน้ำมันหล่อลื่นก่อนที่จะติดเครื่อง (Wait for Oil Refill) ถ้าผู้ใช้กดปุ่ม Start ในขณะที่ยังไม่ได้เติมน้ำมันหล่อลื่น หน้าจอLCDจะยังแสดงผลว่า LowOil ซึ่งจะไม่สามารถติดเครื่องได้ (Check Lo = 1. Can not Start.)

Step	Tc	Po	Lo	Stop	Start	LCD	Next	Remark
Initial	<950	0	0	1	0			
Power On	<950	0	0	1	0			
Set Up	<950	0	0	1	0	I/O Set		
Main	<950	0	0	1	0	Stop	UICC	Wait for Not Pressed
	<950	0	0	1	1	Stop	UICC	Check Stop = 1. Can not Start.

ตาราง 4.3 ผลการทดลองติดเครื่องขณะกดปุ่ม Stop ค้างไว้

จากตาราง 4.3 จะเป็นการกำหนดเงื่อนไขให้ก่อนติดเครื่องยนต์ผู้ใช้ยังกดปุ่ม Stop ค้างไว้อยู่ หน้าจอLCDจะแสดงผลว่า Stop ซึ่งจะต้องดึงปุ่ม Stop ออกก่อน (Wait for Not Pressed) ถ้าผู้ใช้กดปุ่ม Start ในขณะที่ยังไม่ได้ดึงปุ่ม Stop ออก หน้าจอLCDจะยังแสดงผลว่า Stop ซึ่งจะไม่สามารถติดเครื่องได้ (Check Stop = 1. Can not Start.)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.4.2 การตรวจสอบความผิดปกติของเครื่องยนต์ขณะเดินเครื่อง

Step	Tc	Po	Lo	Stop	Start	LCD	Next	Remark
Initial	<950	0	0	0	0			**ทดสอบที่**
Power On	<950	0	0	0	0			Tc = 30, 40, 80 C
Set Up	<950	0	0	0	0	I/O Set		
UICC	<950	0	0	0	0	Ready	UICC	
	<950	0	1	0	0	LowOil	UICC	Oil leaks, No Oil in Tank
	<950	0	0	1	0	Stop	UICC	Stop Button Pressed
	<950	0	0	0	1	Starting		

ตาราง 4.4 ผลการทดลองก่อนติดเครื่อง

จากตาราง 4.4 เป็นการตรวจสอบเงื่อนไขของความปลอดภัยก่อนติดเครื่อง โดยจะตรวจสอบอุณหภูมิห้องเผาไหม้ ระดับน้ำมันหล่อลื่น และการกดปุ่ม Stop ค้างไว้ ตามลำดับซึ่งจะเรียงลำดับไว้ตามความสำคัญ

- ถ้าอุณหภูมิห้องเผาไหม้น้อยกว่า 950 °C หน้าจอLCDจะแสดงผลว่า Ready
- ถ้าระดับน้ำมันหล่อลื่นต่ำ หน้าจอLCDจะแสดงผลว่า LowOil ให้ทำการเติมน้ำมันหล่อลื่นหรือตรวจสอบจุดที่เกิดการรั่วซึม
- ถ้ากดปุ่ม Stop ค้างไว้ หน้าจอLCDจะแสดงผลว่า Stop ให้ทำการดึงปุ่ม Stop
- เมื่อเงื่อนไขทั้งหมดผ่าน แล้วกดปุ่ม Start หน้าจอLCDจะแสดงผลว่า Starting ซึ่งระบบจะเข้าสู่ขั้นตอนการติดเครื่อง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Step	Tc	Po	Lo	Stop	Start	LCD	Next	Remark
Starting	<500	0.2<Po<3	0	0	0	Starting		
	<500	Po<0.2	0	0	0	Starting	Main	
	<500	Po>3	0	0	0	Starting	Main	No any action
	<500	0.2<Po<3	1	0	0	Starting	Main	while Starting Up
	<500	0.2<Po<3	0	1	0	Starting	Main	
	<500	0.2<Po<3	0	0	1	Starting	Main	

ตาราง 4.5 ผลการทดลองขณะติดเครื่อง

จากตาราง 4.5 เป็นการตรวจสอบเงื่อนไขของการติดเครื่องยนต์ โดยที่ถ้าอุณหภูมิห้องเผาไหม้สูงกว่า 500 ° C แล้วเครื่องยนต์จะสามารถเดินได้เองโดยไม่ต้องใช้ลมช่วยอัดอากาศ และจะตรวจสอบเงื่อนไขของความปลอดภัยไปพร้อมกัน โดยจะตรวจสอบ อุณหภูมิห้องเผาไหม้ ความดันน้ำมันหล่อลื่น ระดับน้ำมันหล่อลื่น การกดปุ่มค้างไว้ ซึ่งถ้าเกิดความผิดปกติขึ้นในกรณีใดกรณีหนึ่ง ระบบจะยังทำงานต่อไปเนื่องจากอยู่ในขั้นตอนการติดเครื่อง เมื่อเครื่องติดแล้วจึงจะเข้าสู่ขั้นตอนการดับเครื่องต่อไป

Step	Tc	Po	Lo	Stop	Start	LCD	Next	Remark
Main	<950	0.2<Po<3	0	0	0	Running		
(Running)	>950	0.2<Po<3	0	0	0	HiTemp	ShutDown	Overheated CC Temp
	<950	Po<0.2	0	0	0	OilFail	ShutDown	Oil Pump Fail or Oil Leaks
	<950	Po>3	0	0	0	OilFail	ShutDown	Oil Tube becomes choked
	<950	0.2<Po<3	1	0	0	LowOil	ShutDown	Oil leaks
	<950	0.2<Po<3	0	1	0	Stop	ShutDown	User Turns Off
	<950	0.2<Po<3	0	0	1	Running		Not Check

ตาราง 4.6 ผลการทดลองระหว่างเดินเครื่อง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากตาราง 4.6 เป็นการตรวจสอบเงื่อนไขความปลอดภัยของเครื่องยนต์ขณะเดินเครื่อง ซึ่งเมื่อเครื่องติดแล้วหน้าจอLCDจะแสดงผลว่า Running ถ้าเกิดความผิดปกติขึ้น โดยที่

- อุณหภูมิห้องเผาไหม้เกิน950 ˚C (Overheated CC Temp) หน้าจอLCDจะแสดงว่า HiTemp
- ความดันน้ำมันหล่อลื่นน้อยกว่า 0.2 บาร์ หน้าจอ LCD จะแสดงว่า OilFail เนื่องจากปั๊มน้ำมันหล่อลื่นเสียหรือระบบหล่อลื่นรั่วซึม (Oil Pump Fail or Oil Leaks)
- ความดันน้ำมันหล่อลื่นมากกว่า 3 บาร์ หน้าจอ LCD จะแสดงว่า OilFail เนื่องจากเกิดการอุดตันในระบบหล่อลื่น (Oil Tube becomes choked)
- ระดับน้ำมันหล่อลื่นต่ำ หน้าจอ LCD จะแสดงว่า LowOil เนื่องจาก ระบบหล่อลื่นเกิดการรั่วซึม (Oil leaks)
- กดปุ่ม stop เมื่อต้องการดับเครื่อง หน้าจอ LCD จะแสดงว่า Stop
- กดปุ่ม stop จะไม่มีการตรวจสอบใดๆ หน้าจอ LCD จะแสดงว่า Running เหมือนเดิม

Step	Tc	Po	Lo	Stop	Start	LCD	Next	Remark
ShutDown	<950	0.2<Po<3	0	1	0	Stop	Main	
	<950	Po<0.2	0	0	0	Stop	Main	
	<950	Po>3	0	0	0	Stop	Main	No any action
	<950	0.2<Po<3	1	0	0	Stop	Main	while shuting down.
	<950	0.2<Po<3	0	1	0	Stop	Main	
	<950	0.2<Po<3	0	0	1	Stop	Main	

ตาราง 4.7 ผลการทดลองขณะดับเครื่อง

จากตาราง 4.7 เป็นการตรวจสอบเงื่อนไขของความปลอดภัยขณะดับเครื่อง โดยจะตรวจสอบ อุณหภูมิห้องเผาไหม้ ความดันน้ำมันหล่อลื่น ระดับน้ำมันหล่อลื่น และการกดปุ่ม stop ค้างไว้ ซึ่งถ้าเกิดความผิดปกติขึ้นในกรณีใดกรณีหนึ่ง ระบบจะยังทำงานต่อไปเนื่องจากอยู่ในขั้นตอนการดับเครื่อง อยู่แล้ว

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.5 สรุปผลการทดสอบ

4.5.1 การทดสอบระบบความปลอดภัย

ผลการทดสอบระบบความปลอดภัย

ระบบควบคุมสามารถตรวจสอบได้ทั้งสภาพความพร้อมก่อนติดเครื่องยนต์ และความผิดปกติของเครื่องยนต์ระหว่างการเดินเครื่องยนต์ได้ครบทุกกรณีตามเงื่อนไขการทดสอบ

ปัญหาที่พบในระบบความปลอดภัย

1. ความดันน้ำมันหล่อลื่น ขณะเดินเครื่องมีค่าต่ำกว่าค่าที่กำหนดไว้
2. ตำแหน่งวัดอุณหภูมิห้องเผาไหม้ ไม่ใช่อุณหภูมิสูงสุดที่แท้จริง เนื่องจากการติดตั้งเทอร์โมคัปเปิลจะอยู่ที่ปลายของห้องเผาไหม้ ทำให้ความร้อนที่ได้รับในตอนแรก ได้จากส่วนปลายของเปลวไฟ แต่เมื่ออัตราการไหลของอากาศมากขึ้นเปลวไฟจะหดลงทำให้ความร้อนลดลง
3. ความดันน้ำมันหล่อลื่น ไม่คงที่ ทำให้การสอบเทียบระบบทำได้ไม่แม่นยำ

4.5.2 การทดสอบระบบการติดเครื่องอัตโนมัติ

ผลการทดสอบระบบการติดเครื่องอัตโนมัติ

ระบบไม่สามารถติดเครื่องยนต์แบบไม่ใช้คน ได้

ปัญหาที่พบในระบบการติดเครื่องอัตโนมัติ

1. มอเตอร์ช่วยอัดอากาศไม่สามารถปรับความเร็วรอบได้และอัดอากาศเข้าสู่ห้องเผาไหม้ได้พอที่ความเร็วรอบสูง
2. หัวจับใบพัดเครื่องอัดของชุดมอเตอร์ช่วยอัดอากาศไม่สามารถทนแรงเสียดทานได้มาก เมื่อใช้ที่ความเร็วรอบสูงมากๆ หัวจับจะเกิดการสึก
3. วาล์วควบคุมเชื้อเพลิงไม่สามารถปรับอัตราการไหลของเชื้อเพลิงให้เหมาะสมกับปริมาณอากาศได้
4. ระบบไม่สามารถตรวจสอบการติดของเครื่องยนต์ได้อย่างถูกต้อง เนื่องจากอุณหภูมิ ห้องเผาไหม้จะสูงขึ้นเรื่อยๆและจะสูงกว่าอุณหภูมิที่เครื่องยนต์จะเดินเองได้ หลังจากนั้นจึงจะตกลงมาคงที่ที่ค่าๆหนึ่ง เครื่องยนต์จึงจะเดินเองได้
5. ระหว่างการจุดระเบิดจะเกิดการรบกวน (noise) ขึ้น ทำให้ระบบควบคุมไม่สามารถทำงานได้ในระหว่างนั้น

4.5.3 การทดสอบระบบการดับเครื่องอัตโนมัติ

ผลการทดสอบระบบการดับเครื่องอัตโนมัติ

ระบบสามารถทำการดับเครื่องยนต์แบบไม่ใช้คนได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 5

บทวิจารณ์และแนวทางการพัฒนาโครงงาน

5.1 วิจารณ์ภาพรวมโครงงาน

โครงงานนี้ยังไม่สามารถนำไปใช้งานจริงได้ตามทุกข้อของวัตถุประสงค์ และยังต้องพัฒนาต่อ แต่อย่างไรก็ตามความสามารถในปัจจุบันของโครงงานก็สามารถช่วยลดโอกาสเกิดอันตรายต่อผู้ใช้และป้องกันความเสียหายที่อาจเกิดขึ้นกับเครื่องยนต์ได้ในขณะเดินเครื่องได้

ระบบควบคุมสามารถตรวจสอบความผิดปกติของเครื่องยนต์ ทั้งช่วงก่อนและระหว่างการเดินเครื่องยนต์ อันจะนำมาซึ่งอันตรายจากการเดินเครื่องยนต์ได้ครบทุกกรณีตามเงื่อนไขการทดสอบ และสามารถสั่งงานให้อุปกรณ์ควบคุมสุดท้ายทำงานตามลำดับที่ถูกต้องได้

อย่างไรก็ตาม ในส่วนของอุปกรณ์ควบคุมชุดสุดท้ายนั้นยังไม่สามารถทำงานได้เต็มประสิทธิภาพ เนื่องจากอุปกรณ์บางอย่างไม่สามารถหาได้ตามขนาดที่ต้องการ และในส่วนของระบบควบคุมเองยังขาดความสมบูรณ์ เนื่องจากภาษาที่ใช้ในการโปรแกรมเป็นภาษาระดับสูง ทำให้ใช้ความสามารถของไมโครคอนโทรลเลอร์ได้ไม่เต็มประสิทธิภาพ

5.2 แนวทางพัฒนาโครงงาน

1. ปรับปรุงชุดมอเตอร์ช่วยอัดอากาศ ให้มีกำลังพอกับการติดเครื่องยนต์ และสามารถควบคุมความเร็วรอบได้
2. พัฒนาวาล์วเชื้อเพลิงให้ควบคุมอัตราการไหลได้
3. พัฒนาระบบเฝ้าระวังให้สามารถเก็บค่า อุณหภูมิห้องเผาไหม้ ความดันและระดับน้ำมันหล่อลื่น เพื่อให้สามารถเรียกดูความผิดปกติของเครื่องยนต์ได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บรรณานุกรม

[1] สุเธียร เกียรติสุนทร, "พื้นฐานวิศวกรรมระบบควบคุม". วศ.สจล.133 ,2535

[2] ETT, http://www.ett.co.th

[3] กัญจน์ ทรัพยะประภา, "ระบบตรวจวัดเครื่องยนต์กังหันก๊าซ", ปริญญานิพนธ์วิศวกรรมศาสตร์บัณฑิต ภาควิชาวิศวกรรมเครื่องกล คณะวิศวกรรมศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง, ปีการศึกษา 2544.

[4] อภิสิทธิ์ เพียรสัมฤทธิ์ , วชิระ อ่อนจันทร์ และชาญชัย สระทองกู, " ห้องเผาไหม้เครื่องยนต์แก๊สเทอร์ไบน์ " ปริญญานิพนธ์วิศวกรรมศาสตร์บัณฑิต ภาควิชาวิศวกรรมเครื่องกล คณะวิศวกรรมศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง, ปีการศึกษา 2544.

[5] ผศ.ธวัชชัย นาคพิพัฒน์ : "เอกสารประกอบการเรียนวิชา Gas Turbine ", ภาควิชาภาควิชาวิศวกรรมเครื่องกล คณะวิศวกรรม ศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง ปีการศึกษา 2544

[6] ยืน ภู่วรวรรณ : " ทฤษฎีและการใช้งานอิเลคทรอนิคส์ เล่ม 2 ", ซีเอ็ด

[7] ดร.สิทธิชัย โภไคยอุดม, ดร.พีรศักดิ์ วรสุนทโรสถและ โตะมิโอะ อิวะสะกิ : " ทฤษฎีและการคำนวณวงจรอิเล็กทรอนิกส์ ", ซีเอ็ด

[8] กิตติ ตีรเศรษฐ : " พื้นฐานวิศวกรรมระบบควบคุม ",วศ.สจล.92 คณะวิศวกรรมศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

[9] สายัณต์ ศรีโหมด : " ระบบการจัดเก็บข้อมูลเพื่อประมวลผล : Electrical & Control " ,ปีที่1 ฉบับที่ 5 มกราคม-กุมภาพันธ์ 2546 ,เอ็มแอนด์อี, หน้า 58-63

[10] รศ. ธีรศิลป์ ทุมวิภาต : " ระบบเคต้าแอควิซิชันแอนคอนโทรล : Electrical & Control " ,ปีที่1 ฉบับที่ 5 มกราคม-กุมภาพันธ์ 2546 ,เอ็มแอนด์อี, หน้า 85-95

[11] วีรพงษ์ เฉลิมจิระรัตน์ : " วิศวกรรมการบริหารความปลอดภัย " ,สถิติการพิมพ์ ,2525

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้