

บทที่ 3

วิธีการดำเนินการวิจัยและอุปกรณ์

3.1 บทนำ

เป้าหมายในการวิจัยนี้ คือ การทดสอบเดินเครื่องยนต์ดีเซลกำเนิดไฟฟ้าเพื่อตัดสินใจเลือกใช้เชื้อเพลิงทดแทนที่เหมาะสม โดยงานวิจัยนี้ได้แบ่งการทดสอบเป็น 2 ส่วนคือ

1) การทดสอบในห้องปฏิบัติการจะทำการทดสอบเพื่อเปรียบเทียบสมรรถนะระหว่างน้ำมันดีเซลผสมน้ำมันปาล์ม (Diesel Blending Refined Plam Oil ; RBD) และน้ำมันดีเซลผสมสารเพิ่มประสิทธิภาพ (Diesel Blending Fuel Oil Additive) ซึ่งเครื่องยนต์ที่ใช้ในการทดสอบคือ เครื่องยนต์ดีเซลผลิตระแสไฟฟ้า 4 จังหวะ ยี่ห้อ FORD รุ่น 2711E แบบ 4 สูบ ห้องเผาไหม้ตรง (Direct Injection Diesel) กำลังการผลิตไฟฟ้าขนาด 25 กิโลวัตต์ ผู้วิจัยได้นำข้อมูลมาจาก รายงานการศึกษาการใช้ น้ำมันปาล์มดิบและ น้ำมันพืชอื่นๆเป็นเชื้อเพลิงเดินเครื่องยนต์ผลิตระแสไฟฟ้าจากศูนย์วิจัยพลังงานมหาวิทยาลัยแม่โจ้ (ณัฐวุฒิ และคณะ , 2551) และรายงานความร่วมมือระหว่างบริษัท Mazoil (สิงคโปร์) กับศูนย์วิจัยพลังงานมหาวิทยาลัยแม่โจ้ (ณัฐวุฒิ และคณะ, 2551)

2) เป็นการทดสอบเพื่อเปรียบเทียบสมรรถนะในสภาพการใช้งานจริงระหว่างน้ำมันดีเซลและน้ำมันเชื้อเพลิงที่เลือกจากการทดสอบในห้องปฏิบัติการ โดยเครื่องยนต์ที่ใช้ในการทดสอบคือ เครื่องยนต์ดีเซลผลิตระแสไฟฟ้า ยี่ห้อ CUMMINS รุ่น VT 1710 GC แบบ 12 สูบ ขนาด 700 แรงม้า กำลังการผลิตไฟฟ้าขนาด ขนาด 335 กิโลวัตต์ สถานที่ทำการทดสอบ ณ การไฟฟ้าส่วนภูมิภาค อำเภอกะสี้ด จังหวัดชลบุรี

หลังจากนั้นจะทำการวิเคราะห์ต้นทุนทางเศรษฐศาสตร์จากสภาพการใช้งานจริงเพื่อเป็นตัวชี้วัดในการตัดสินใจเลือกใช้เป็นน้ำมันเชื้อเพลิงที่เหมาะสม สำหรับใช้เป็นเชื้อเพลิงทดแทนในการเดินเครื่องยนต์ดีเซลกำเนิดไฟฟ้า โดยการวิเคราะห์ทางเศรษฐศาสตร์จะทำการหามูลค่าของโครงการโดยใช้ มูลค่าปัจจุบันสุทธิ (Net Present Value ; NPV) อัตราผลประโยชน์ต่อค่าใช้จ่าย (Benefit Cost Ratio ; B/C Ratio) เปรียบเทียบระหว่างเมื่อใช้น้ำมันดีเซลเป็นเชื้อเพลิงเทียบกับน้ำมันเชื้อเพลิงที่เลือกจากการทดสอบในห้องปฏิบัติการ เพื่อเป็นตัวชี้วัดว่าโครงการไหนเป็นโครงการที่น่าสนใจลงทุน หลังจากนั้นจะทำการวิเคราะห์ความอ่อนไหวต่อการเปลี่ยนแปลง (Sensitivity Analysis) ของโครงการซึ่งแบ่งออก

เป็น 2 กรณีย่อยคือ กรณีที่หนึ่งสมมุติให้มีการเปลี่ยนแปลงรายได้ลดลงร้อยละเท่าไรจึงจะทำให้โครงการไม่คุ้มค่าต่อการลงทุน และกรณีที่สองสมมุติให้มีการเปลี่ยนแปลงต้นทุนเพิ่มขึ้นร้อยละเท่าไรโครงการจะยังมีความคุ้มค่าต่อการลงทุน

ในการวิเคราะห์ทางเศรษฐศาสตร์นี้จะอ้างอิงราคาน้ำมันดีเซล จากการพยากรณ์จากสำนักงานสารสนเทศด้านพลังงานของสหรัฐอเมริกา (Energy Information Administration ; EIA) ในส่วนของรายงานการคาดการณ์ด้านพลังงานประจำปี 2008 (Annual Energy Outlook 2008) ซึ่งพยากรณ์ด้วย National Energy Modeling System (NEMS)

3.2 ขั้นตอนการดำเนินการวิจัย

ขั้นตอนการดำเนินการวิจัยสามารถแสดงเป็นผังการดำเนินการได้ดังรูป 3.1 และสามารถอธิบายเพิ่มเติมคือ

3.2.1 ศึกษาคุณสมบัติของน้ำมันเชื้อเพลิงและคั่นคว่ำทฤษฎี รวมทั้งเอกสารในงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการใช้น้ำมันเชื้อเพลิงในเครื่องยนต์ดีเซลกำเนิดไฟฟ้า

3.2.2 ทำการทดสอบสมรรถนะของเครื่องยนต์ในห้องปฏิบัติการ

3.2.3 บันทึกข้อมูลจากการทดสอบในห้องปฏิบัติการแล้วเปรียบเทียบสมรรถนะของเครื่องยนต์ระหว่างน้ำมันดีเซลผสมน้ำมันปาล์ม (RBD) และน้ำมันดีเซลผสมสารเพิ่มประสิทธิภาพ

3.2.4 เลือกน้ำมันเชื้อเพลิงเพื่อนำไปทดสอบที่สภาพการใช้งานจริง

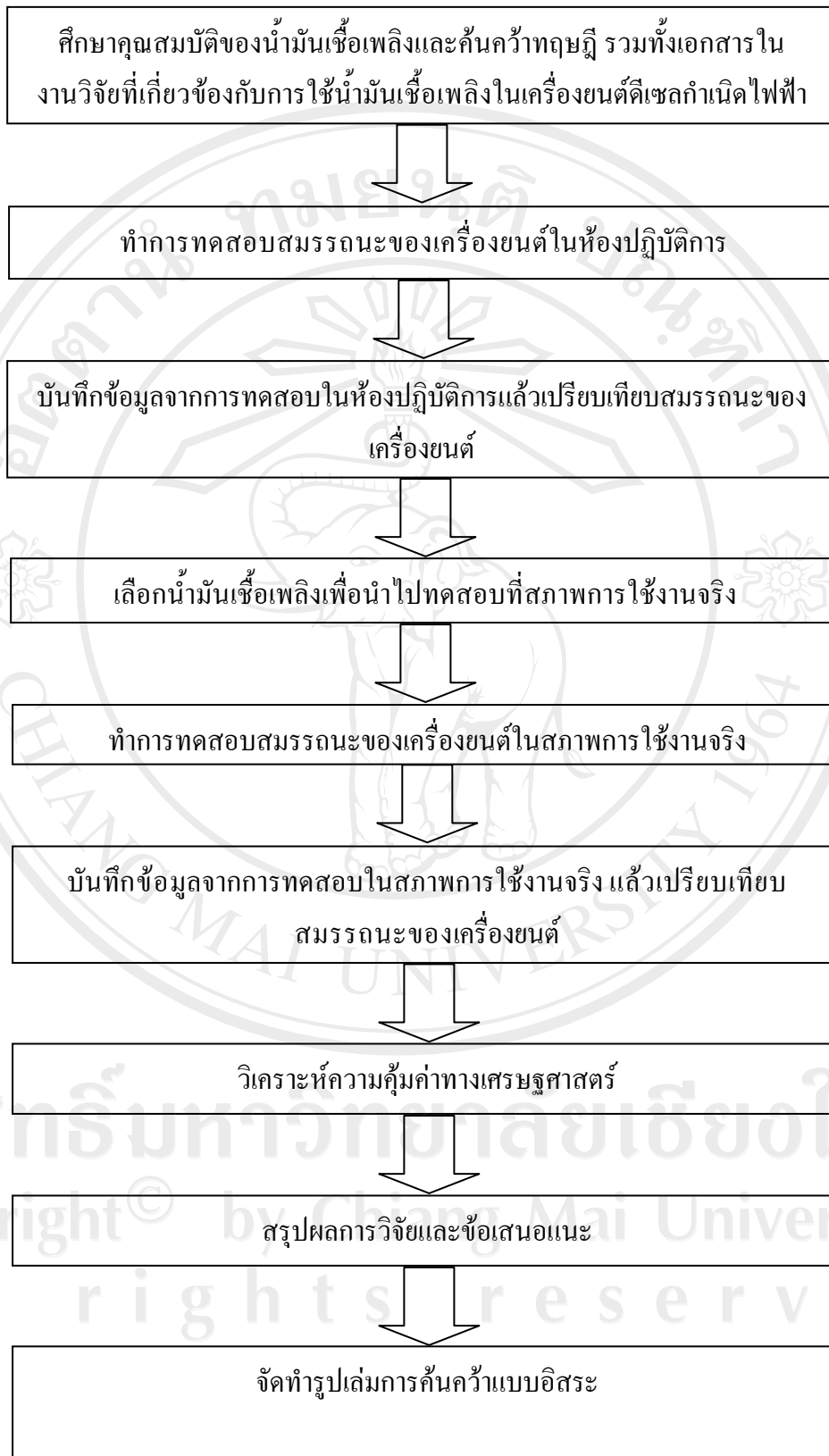
3.2.5 ทำการทดสอบสมรรถนะของเครื่องยนต์ในสภาพการใช้งานจริง

3.2.6 บันทึกข้อมูลจากการทดสอบในสภาพการใช้งานจริง แล้วเปรียบเทียบสมรรถนะของเครื่องยนต์ระหว่างน้ำมันดีเซล และน้ำมันเชื้อเพลิงที่เลือกจากการทดสอบในห้องปฏิบัติการ

3.2.7 วิเคราะห์ความคุ้มค่าทางเศรษฐศาสตร์ระหว่างการเดินเครื่องยนต์ดีเซลกำเนิดไฟฟ้าด้วยน้ำมันดีเซล และน้ำมันเชื้อเพลิงที่เลือกจากการทดสอบในห้องปฏิบัติการ

3.2.8 สรุปผลการวิจัยและข้อเสนอแนะ

3.2.9 จัดทำรูปแบบการคั่นคว่ำแบบอิสระ



รูป 3.1 ขั้นตอนการดำเนินการวิจัย

3.3 ขั้นตอนในการทดสอบสมรรถนะ

การทดสอบสมรรถนะของเครื่องยนต์ดีเซลกำเนิดไฟฟ้า ผู้วิจัยได้แบ่งขั้นตอนการทดสอบออกเป็น 2 ส่วนคือ

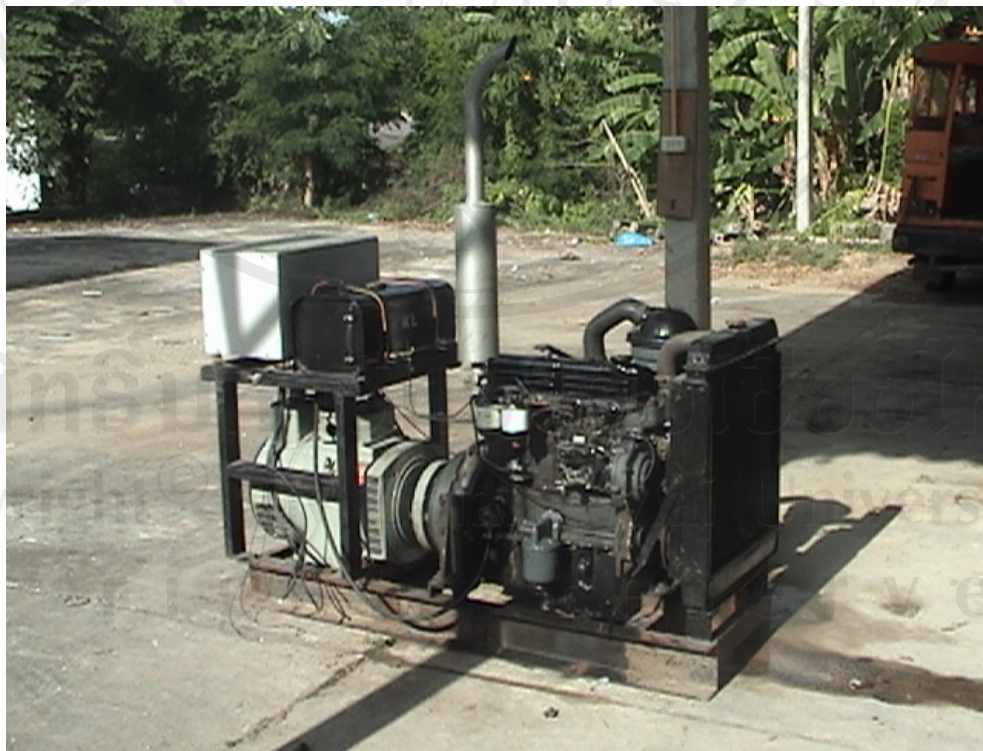
ส่วนที่แรกคือการทดสอบสมรรถนะของเครื่องยนต์ดีเซลกำเนิดไฟฟ้าในห้องปฏิบัติการรวมเป็นระยะเวลา 200 ชั่วโมง

ส่วนที่สองคือ การนำไปใช้ในสภาพการใช้งานจริงโดยทำการทดสอบ ณ การไฟฟ้าส่วนภูมิภาค อำเภอกะสีง จังหวัดชลบุรี รวมเป็นระยะเวลา 16 ชั่วโมง

ขั้นตอนการทดสอบในแต่ละส่วนข้างต้นแสดงรายละเอียดได้ดังนี้

3.3.1 การเตรียมชุดทดสอบเครื่องยนต์ดีเซลกำเนิดไฟฟ้าในห้องปฏิบัติการ

เครื่องยนต์ดีเซลกำเนิดไฟฟ้าที่ทำการทดสอบ ก่อนการติดตั้งเครื่องยนต์ได้ทำการปรับปรุงเครื่องยนต์ดีเซลกำเนิดไฟฟ้า ขนาด 25 กิโลวัตต์ ซึ่งเป็นเครื่องยนต์สำหรับทดสอบให้อยู่ในสภาพที่พร้อมใช้งานโดยทำการถอดชิ้นส่วนของเครื่องยนต์มาทำความสะอาดและเปลี่ยนชิ้นส่วนที่ชำรุด จากนั้นติดตั้งเครื่องยนต์ดีเซลกำเนิดไฟฟ้าเข้ากับแท่นทดสอบติดตั้ง เครื่องมือทดสอบและโหลดทางไฟฟ้า ที่ศูนย์วิจัยพลังงาน มหาวิทยาลัยแม่โจ้ ดังรูป 3.2-3.6



รูป 3.2 เครื่องยนต์ดีเซลกำเนิดไฟฟ้าขนาด 25 กิโลวัตต์ (ณัฐวุฒิ และคณะ, 2551)



รูป 3.3 การถอดชิ้นส่วนเครื่องยนต์ดีเซลกำเนิดไฟฟ้าขนาด 25 กิโลวัตต์ (ณัฐวุฒิ และคณะ, 2551)



รูป 3.4 การถอดชิ้นส่วนเครื่องยนต์ดีเซลกำเนิดไฟฟ้าขนาด 25 กิโลวัตต์ (ณัฐวุฒิ และคณะ, 2551)



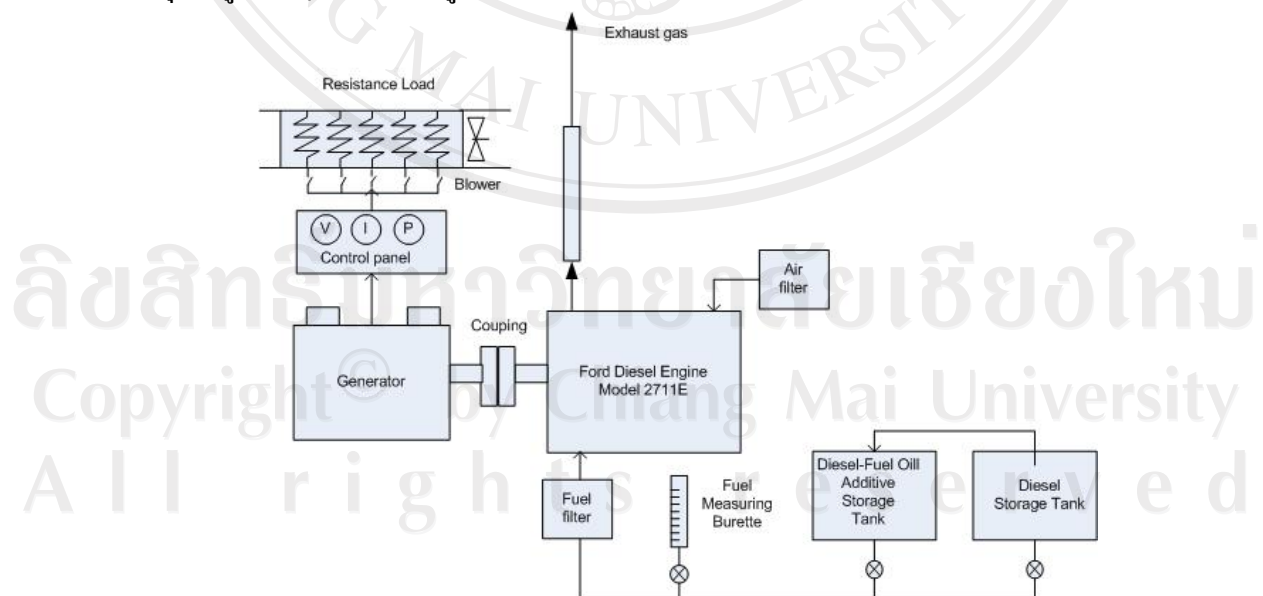
รูป 3.5 การถอดชิ้นส่วนเครื่องยนต์ดีเซลกำเนิดไฟฟ้าขนาด 25 กิโลวัตต์ (ณัฐวุฒิ และคณะ, 2551)



รูป 3.6 การติดตั้งเครื่องยนต์ดีเซลกำเนิดไฟฟ้าขนาด 25 กิโลวัตต์ กับแท่นทดสอบ (ณัฐวุฒิ และคณะ, 2551)

3.3.3 ขั้นตอนวิธีการทดสอบสมรรถนะของเครื่องยนต์ดีเซลกำเนิดไฟฟ้าโดยใช้น้ำมันดีเซลผสมสารเพิ่มประสิทธิภาพ

1) จัดเตรียมเครื่องยนต์ทดสอบให้อยู่ในสภาพที่พร้อมทำการทดสอบเช่น ตรวจสอบระบบหล่อลื่น ระบบหล่อเย็น และระบบเครื่องมือวัดต่างๆ เช่น เครื่องวัดระบบทางไฟฟ้า เครื่องมือวัดอุณหภูมิต่างๆดังแสดงในรูป 3.7



รูป 3.7 แผนผังแสดงการจัดวางเครื่องยนต์ดีเซลกำเนิดไฟฟ้า เครื่องมือและอุปกรณ์ในการทดสอบ (ณัฐวุฒิ และคณะ, 2551)

2) เริ่มทำการเดินเครื่องยนต์โดยใช้น้ำมันดีเซลแล้วทำการปรับความเร็วรอบประมาณ 1,500 rpm จนกระทั่งระดับอุณหภูมิของเครื่องยนต์อยู่ในสภาวะที่พร้อมทำงาน แล้วทำการปิดน้ำมันดีเซลเปลี่ยนมาเป็นน้ำมันดีเซลผสมสารเพิ่มประสิทธิภาพอัตราส่วน 800 ppm

3) เริ่มจ่ายภาระงาน (load) ให้กับเครื่องยนต์ 60 % ของ 25 กิโลวัตต์ แล้วทำการปรับความเร็วรอบเครื่องยนต์ให้ได้ 1,500 rpm (Constant Speed)

4) ทำการบันทึกข้อมูลต่างๆ จากการทดสอบทุก ๆ 30 นาที จนกว่าจะครบ 200 ชั่วโมง

3.3.3 ขั้นตอนวิธีการทดสอบสมรรถนะของเครื่องยนต์ดีเซลกำเนิดไฟฟ้า ในสภาพการใช้งานจริง โดยทำการทดสอบ ณ การไฟฟ้าส่วนภูมิภาคอำเภอเกาะสีชัง จังหวัดชลบุรี

เนื่องจากเครื่องยนต์ดีเซลกำเนิดไฟฟ้าที่ทำการทดสอบในสภาพการใช้งานจริงมีการเดินเครื่องตลอด 24 ชั่วโมง ผู้วิจัยจึงได้ทำการทดสอบตามรายละเอียดดังนี้

1) ตรวจสอบเครื่องยนต์ดีเซลกำเนิดไฟฟ้าที่จะทำการทดสอบให้อยู่ในสภาวะที่พร้อมทำการทดสอบ

2) เริ่มทำการเดินเครื่องยนต์ โดยใช้น้ำมันดีเซลแล้วทำการบันทึกข้อมูลดังแสดงในภาคผนวก ข ทุกๆ 1 ชั่วโมงตั้งแต่วันที่ 08.00 น.-16.00 น.

3) จัดเตรียมน้ำมันเชื้อเพลิงที่เลือกจากการทดสอบในห้องปฏิบัติการ มาเป็นเชื้อเพลิงในการเดินเครื่องยนต์

4) ทำการทดสอบเดินเครื่องยนต์ โดยใช้น้ำมันเชื้อเพลิงที่เลือกจากการทดสอบในห้องปฏิบัติการ แล้วทำการบันทึกข้อมูลดังแสดงในภาคผนวก ข ทุกๆ 1 ชั่วโมง ตั้งแต่วันที่ 08.00 น.-16.00 น.

3.4 เครื่องมือและอุปกรณ์การทดสอบในห้องปฏิบัติการ

3.4.1 ชุดเครื่องยนต์ดีเซลกำเนิดไฟฟ้า

ชุดเครื่องยนต์ดีเซลดีเซลกำเนิดไฟฟ้ายี่ห้อ FORD 4 สูบ รุ่น 2711E ขนาด 70 แรงม้า พร้อมติดตั้งเครื่องกำเนิด ไฟฟ้าขนาด 25 กิโลวัตต์ ผลิตไฟฟ้า 3 Phase 4 wire แรงดันไฟฟ้า 380 Volt และมีอุปกรณ์ ลวดความร้อน (Heater) ที่ใช้เป็นภาระ (Load) ในการทดสอบครบชุด ดังรูป 3.8 และรายละเอียดในตาราง 3.1



รูป 3.8 เครื่องยนต์ดีเซลกำเนิดไฟฟ้าห่อ FORD ขนาด 25 กิโลวัตต์ (ณัฐวุฒิ และคณะ, 2551)

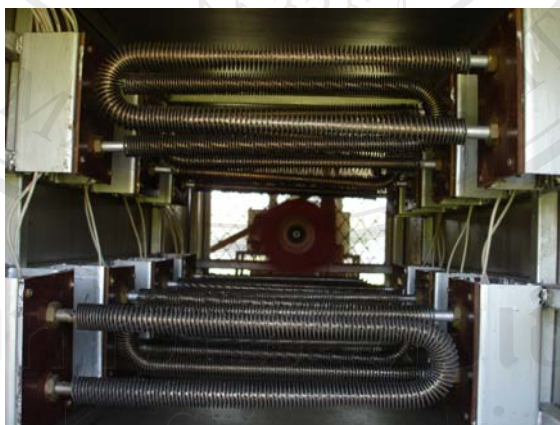
เครื่องยนต์ดีเซลกำเนิดไฟฟ้า	รายละเอียด
BRAND	FORD 2711 RANGE
ENGINE	4 CYL.
MODEL NUMBER	2711E
TYPE – OVERHEAD VALVE	DIRECT INJECTION DIESEL
BORE	107 mm. (4.22in)
STROKE	115 mm. (4.52in)
CAPACITY	4,150 cc. (254in ³)
MAX. B.H.P. OVERLOAD CONTINUOUS	71 at 2,500 RPM 64 at 2,500 RPM
MAX. TORQUE (LBS. FT) OVERLOAD CONTINUOUS	178 at 1,600 RPM 160 at 1,600 RPM

COMPRESSION RATIO	1:16
FIRING ORDER	1-3-4-2
VALVE CLEARANCE AT NORMAL WORKING TEMPERATURE	INLET 0.381 mm. (.015 in) EXHAUST 0.305 mm. (.012 in)
LUBRICATION SYSTEM TYPE	PRESSURE FEED BY BI – ROTOR TUPE PUMP
OIL PRESSURE (MINIMUM)	2.11 kg./sq.cm. (30 lbs./sq.in.) at 1,600 RPM.
OIL TEMPERATURE	74°C - 116°C (165°F - 240°F)

ตาราง 3.1 รายละเอียดของเครื่องยนต์ดีเซล กำเนิดไฟฟ้ายี่ห้อ FORD ขนาด 25 กิโลวัตต์ (ณัฐวุฒิ และคณะ, 2551)

3.4.2 ภาระทางไฟฟ้า

ภาระทางไฟฟ้าจะใช้ขดลวดความร้อน (Heater) ขนาด 1.5 กิโลวัตต์ จำนวน 14 ขด รวม 21 กิโลวัตต์ เป็นภาระ (Load) พร้อมกับพัดลมเป่าระบายความร้อนขนาด 0.75 กิโลวัตต์ มีการควบคุมภาระโหลดโดยใช้กล่องควบคุม ดังรูป 3.9



รูป 3.9 ขดลวดความร้อน (Heater) ขนาด 1.5 กิโลวัตต์ (ณัฐวุฒิ และคณะ, 2551)

3.4.3 เครื่องวัดแรงดันและกระแสไฟฟ้า

เครื่องวัดแรงดันและกระแสไฟฟ้า เป็นแบบ DIGITAL CLAMP METER เป็นผลิตภัณฑ์ของ KYORITSU สามารถวัดค่าแรงดันไฟฟ้าได้ในช่วง 0 – 600 โวลต์ ค่ากระแสไฟฟ้าได้ 0 – 600 แอมป์ และค่าความต้านทานในช่วง 0 – 200 โอห์ม ดังรูป 3.10



รูป 3.10 เครื่องวัดแรงดันและกระแสไฟฟ้า (ณัฐวุฒิ และคณะ, 2551)

3.4.4 เครื่องวัดความเร็วรอบ

เครื่องวัดความเร็วรอบใช้เครื่องวัดผลิตภัณฑ์ของ DIGICON รุ่น DT – 246L แบบ DIGITAL TACHOMETER วัดความเร็วรอบโดยใช้ลำแสง การวัดความเร็วรอบของเครื่องยนต์ทำได้โดยนำแผ่นสะท้อนแสงติดที่พูลเลย์แล้วกดสวิทช์ที่เครื่องวัดความเร็วรอบ หน่วยที่อ่านได้เป็นรอบต่อนาที ดังรูป 3.11



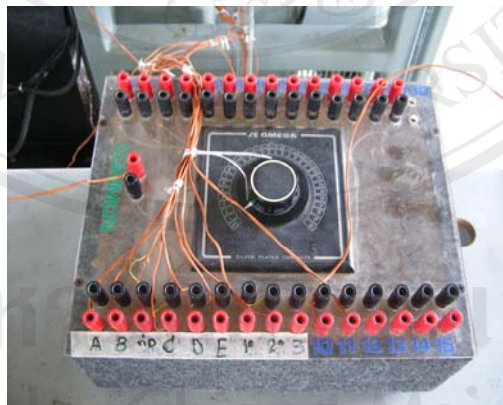
รูป 3.11 เครื่องวัดความเร็วรอบ (ณัฐวุฒิ และคณะ, 2551)

3.4.5 เครื่องวัดอุณหภูมิ

เครื่องวัดอุณหภูมิใช้เครื่องวัด ผลิตภัณฑ์ของ Testo รุ่น 935 เทอร์โมคัปเปิล ชนิด K ดังรูป 3.12 โดยใช้งานร่วมกับเครื่อง Rotary Selection Switches ผลิตภัณฑ์ของ OMEGA ซึ่งเป็นตัวควบคุมตำแหน่งที่ต้องการวัดค่าอุณหภูมิ ดังรูป 3.13



รูป 3.12 เครื่องวัดอุณหภูมิ (ณัฐวุฒิ และคณะ, 2551)



รูป 3.13 เครื่อง Rotary Selection Switches (ณัฐวุฒิ และคณะ, 2551)

3.4.6 เครื่องวัดอัตราการสิ้นเปลืองน้ำมันเชื้อเพลิง

เครื่องวัดอัตราการสิ้นเปลืองน้ำมันเชื้อเพลิงจะใช้หลอดบิวเรตขนาด 100 มิลลิลิตร และหลอดแก้ววงขนาด 250 มิลลิลิตร บริเวณด้านล่างของหลอดแก้วมีวาล์วเปิดปิด สามารถต่อ

เข้ากับสายน้ำมันเชื้อเพลิงเพื่อส่งไปยังปั๊มเชื้อเพลิง ใช้สำหรับการทดสอบอัตราการสิ้นเปลืองน้ำมันเชื้อเพลิงระยะสั้น ดังแสดงในรูป 3.14



หลอดบิวเรตขนาด 100 มิลลิลิตร

รูป 3.14 เครื่องวัดอัตราการสิ้นเปลืองน้ำมันเชื้อเพลิง (ณัฐวุฒิ และคณะ, 2551)

3.4.7 อุปกรณ์ในการตวงวัด

อุปกรณ์ในการตวงวัดให้หลอดทดลองขนาด 100 มิลลิเมตร ปีกเกอร์ขนาด 200 มิลลิเมตร กระบอกจีดยาแบบไม่มีเข็ม ขนาด 5 มิลลิเมตร 50 มิลลิเมตรพร้อมกรวยในการเทของเหลว ดังแสดงในรูป 3.15



รูป 3.15 หลอดทดลอง ปีกเกอร์และกระบอกจีดยาในการตวงวัด

3.4.8 อุปกรณ์จับเวลา

ใช้นาฬิกาจับเวลาในการทดสอบ โดยเป็นผลิตภัณฑ์ของ ALBA รุ่น AXA (Cal SW01) แสดงผลเป็นตัวเลขดิจิทัล ดังรูป 3.16



รูป 3.16 อุปกรณ์จับเวลา (ณัฐวุฒิ และคณะ, 2551)

3.5 เครื่องมือและอุปกรณ์ทดสอบในสภาพการใช้งานจริง

3.5.1 ชุดเครื่องยนต์ดีเซลกำเนิดไฟฟ้า

เครื่องยนต์ ยี่ห้อ CUMMINS แบบ VT 1710 GC ขนาด 700 แรงม้า ขับเครื่องกำเนิดไฟฟ้ากระแสสลับ ชื่อ แสตมป์ฟอร์ด ขนาด 335 กิโลวัตต์ ผลิตไฟฟ้า 3 Phase 4 wire ดังรูป 3.17 และตาราง 3.2



รูป 3.17 เครื่องยนต์ดีเซลกำเนิดไฟฟ้ายี่ห้อ CUMMINS ขนาด 335 กิโลวัตต์

เครื่องยนต์ดีเซลกำเนิดไฟฟ้า	รายละเอียด
BRAND	CUMMINS
ENGINE	4 CYL.
MODEL NUMBER	VT 1710 GC
TYPE	12 CYLINDERS SUPERCHARGE AND AFTER COOLED
BORE	140 mm. (5.50 in)
STROKE	152 mm. (6.00 in)
DISPLACEMENT	28.0 LTS. (1710 in ³)
MAX. B.H.P.	900 at 2100 RPM 700 at 1,500 RPM
PEAK. TORQUE (LBS. FT)	2200 at 1,500 RPM
COMPRESSION RATIO	1:14.7
FIRING ORDER	Right Hand 1L-6R-2L-5R-4L-3R-6L-1R-5L-2R-3L-4R Left Hand 1L-4R-3L-2R-5L-1R-6L-3R-4L-5R-2L-6R
ELECTRICAL SYSTEM	24 VOLT
OIL TOTAL SYSTEM CAPACITY	68 LTS.
OIL PRESSURE	3 TO 7 KG /SQ.CM at 1,500 RPM.
OIL TEMPERATURE	75°C - 105°C (167°F - 221 °F)

ตาราง 3.2 รายละเอียดของเครื่องยนต์ดีเซล กำเนิดไฟฟ้ายี่ห้อ CUMMINS ขนาด 335 กิโลวัตต์

3.5.2 อุปกรณ์ในการตวงวัด

อุปกรณ์ในการตวงวัดให้หลอดทดลองขนาด 100 มิลลิเมตร ปีกเกอร์ขนาด 200 มิลลิเมตร พร้อมกรวยในการเทของเหลว ดังแสดงในรูป 3.18



รูป 3.18 หลอดทดลอง ปีกเกอร์ในการตวงวัด

3.5.3 อุปกรณ์จับเวลา

ใช้นาฬิกาจับเวลาในการทดสอบ โดยเป็นผลิตภัณฑ์ของ ALBA รุ่น AXA (Cal SW01) แสดงผลเป็นตัวเลขดิจิทัล ดังรูป 3.19



รูป 3.19 อุปกรณ์จับเวลา (ณัฐวุฒิ และคณะ, 2551)

3.6 ระยะเวลาในการดำเนินงาน

การวิจัยนี้ใช้ระยะเวลาในการดำเนินการประมาณ 5 เดือน เริ่มตั้งแต่เดือนมกราคม พ.ศ. 2551 ถึงเดือน พฤษภาคม พ.ศ. 2551

3.7 สถานที่ใช้ในการศึกษาค้นคว้าแบบอิสระ

ศูนย์วิจัยพลังงาน มหาวิทยาลัยแม่โจ้ อ.สันทราย จ. เชียงใหม่ และการไฟฟ้าส่วนภูมิภาค อำเภอกะสีซัง จังหวัดชลบุรี