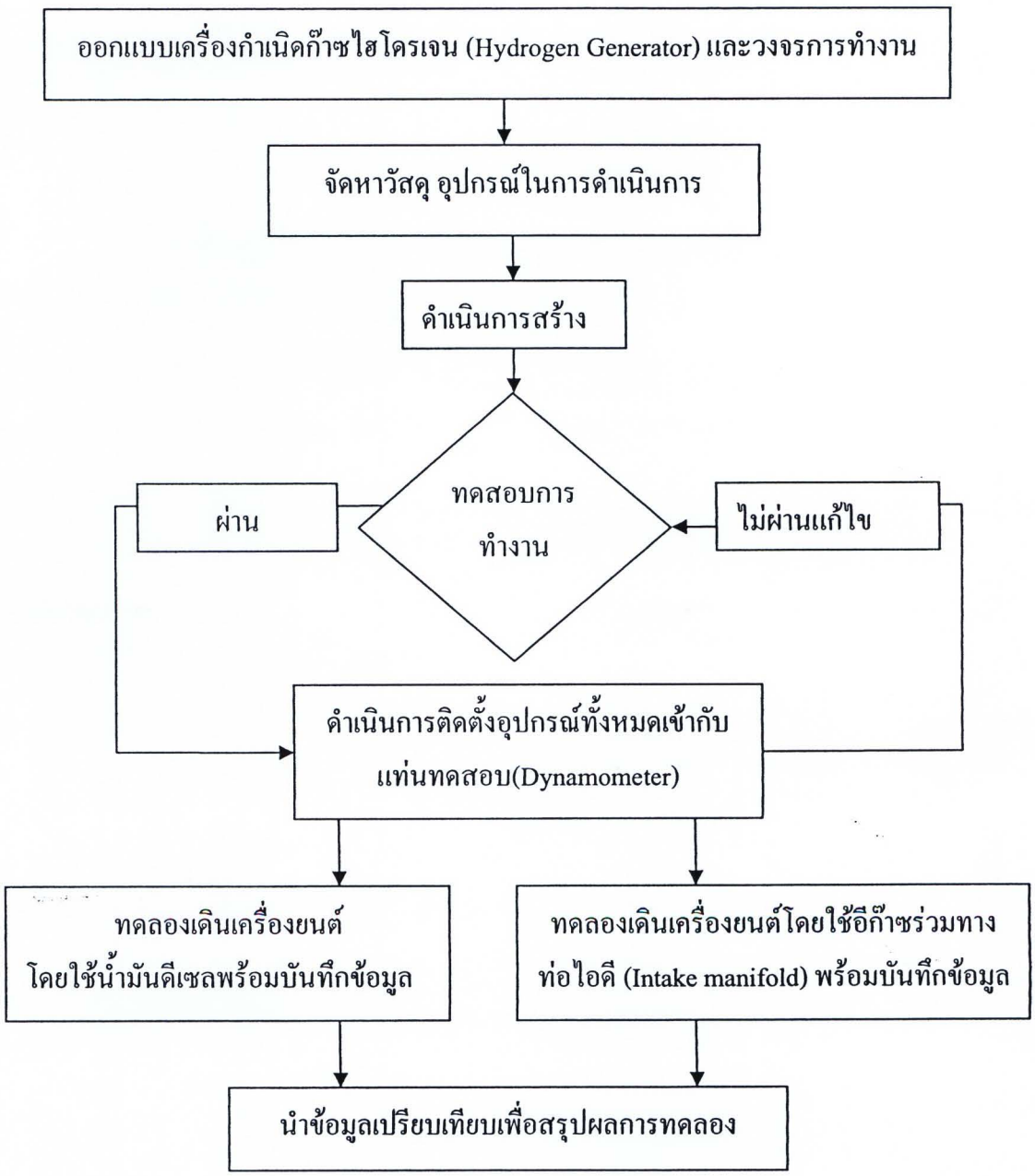
บทที่ 3

วิธีการดำเนินการวิจัย

การวิจัยครั้งนี้เป็นการวิจัยเชิงทดลองมีวัตถุประสงค์เพื่อการศึกษาการใช้ก๊าซไฮโดรเจนและก๊าซออกซิเจนจากกระบวนการแยกสลายน้ำด้วยไฟฟ้าร่วมกับไอดีในเครื่องยนต์ดีเซลเพื่อการลดการใช้น้ำมันเชื้อเพลิง โดยผู้วิจัยได้แบ่งขั้นตอนการวิจัยเชิงทดลองไว้ดังนี้

1. แผนในการดำเนินการวิจัยโดยแบ่งตามขั้นตอน
2. ขั้นตอนการสร้างเครื่องให้กำเนิดก๊าซไฮโดรเจน
3. เครื่องมือที่ใช้ในการทดลอง
4. วิธีการทดลอง
5. สถานที่ที่ใช้ในการวิจัย

1. แผนในการดำเนินการวิจัยโดยแบ่งตามขั้นตอน



ภาพที่ 3.1 ขั้นตอนการดำเนินการวิจัย

ที่มา : ผู้วิจัย 5 พฤษภาคม 2552

2. ขั้นตอนการสร้างเครื่องกำเนิดก๊าซไฮโดรเจน

การสร้างเครื่องกำเนิดก๊าซไฮโดรเจน ในครั้งนี้ผู้วิจัยได้ใช้แนวความคิดในการสร้างเครื่องกำเนิดก๊าซ โดยศึกษาถึงการใช้วัสดุ อุปกรณ์ลักษณะใด และขนาดที่เหมาะสม โดยยึดหลักที่ว่าราคาไม่แพง หาง่าย และเมื่อสร้างแล้วง่ายต่อการใช้งานดังนั้น โดยมีขั้นตอนการสร้างดังต่อไปนี้

1. ศึกษารายละเอียดของวัสดุอุปกรณ์ที่ใช้ประกอบการสร้างเครื่องกำเนิดก๊าซไฮโดรเจน
2. รวบรวมวัสดุอุปกรณ์ที่ใช้ทั้งหมด ดังนี้
   2.1 ท่อสแตนเลสขนาด 5 นิ้ว จำนวน 1 ท่อ
   2.2 ท่อสแตนเลสขนาด 4 นิ้ว จำนวน 6 ท่อ
   2.3 เชื่อมต่อสะพานไฟระหว่างเซลล์
   2.4 โปแตสเซียมไฮดร็อกไซด์
   2.5 ชุดเซลล์
3. สร้างเครื่องกำเนิดก๊าซไฮโดรเจน
4. ตรวจสอบความเรียบร้อยและความถูกต้องก่อนนำไปใช้งานถูกต้อง

3. เครื่องมือที่ใช้ในการทดลอง

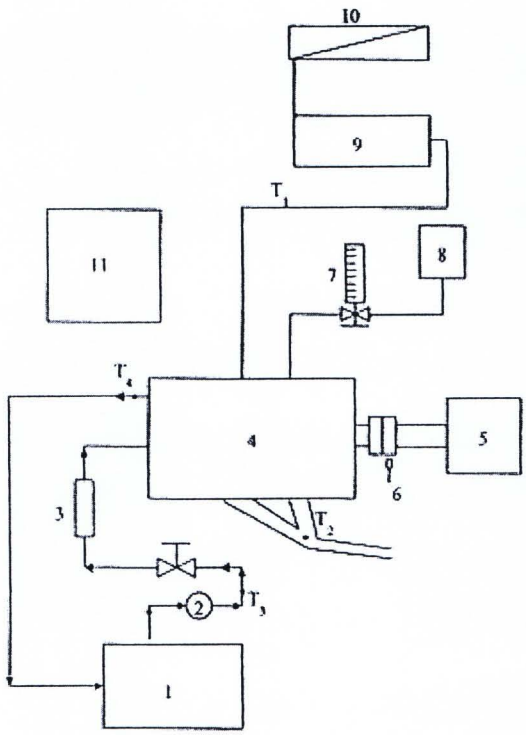
เครื่องมือและอุปกรณ์การทดสอบที่ใช้ในงานวิจัย ได้ติดตั้งที่อาคารภาควิชาวิศวกรรมเครื่องกล มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง วิทยาเขตชุมพร เครื่องมือทดสอบเป็นแท่นทดสอบ (Dynamometer) รุ่น **MT504** และเครื่องยนต์ที่ใช้ในการทดสอบเป็นเครื่องยนต์ที่ใช้แพร่หลายในประเทศไทย ซึ่งมีใช้ในรถบรรทุกขนาดเล็ก (Pick Up) คือ เครื่องยนต์ดีเซลยี่ห้อนิสสันรุ่น **TD 27** โดยมีรายละเอียดของเครื่องมือและอุปกรณ์ต่างๆดังนี้

1. ถังน้ำระบายความร้อน
2. ปั๊มน้ำ
3. มาตรวัดอัตราการไหลของน้ำเข้าเครื่องยนต์
4. เครื่องยนต์
5. ไดนาโมมิเตอร์
6. หัววัดความเร็วรอบ
7. กระบอกตวงน้ำมันเชื้อเพลิง
8. ถังน้ำมันเชื้อเพลิง

9. ถังลม (Air box)

10. มาโนมิเตอร์เอียง

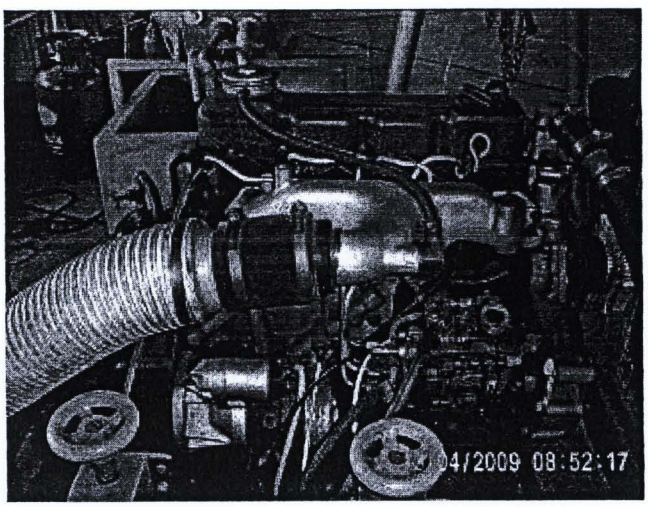
11. ตู้ควบคุมซึ่งมีจอความเร็วรอบ แรงบิด และอุณหภูมิ หน้าปัดไฟชาร์จ สวิตช์สตาร์ท และไฟแสดงการทำงานของอุปกรณ์ต่าง ๆ



ภาพที่ 3.2 วงจรแท่นทดสอบ

ที่มา : ผู้วิจัย 5 พฤษภาคม 2552

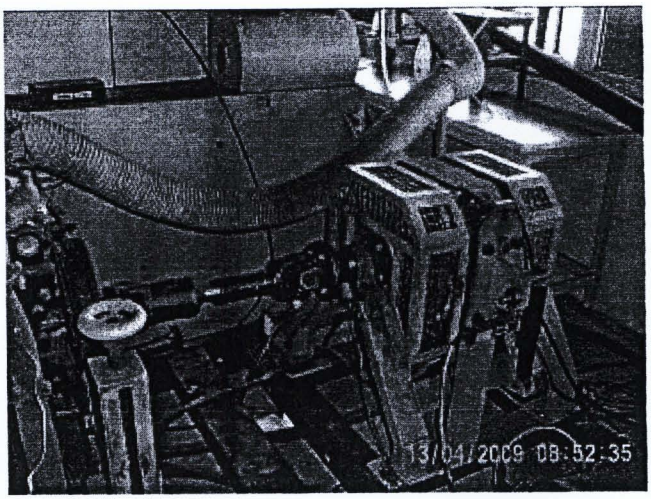
3.1 แท่นเครื่องยนต์



ภาพที่ 3.3 เครื่องยนต์ที่ใช้ในการทดลอง
ที่มา : ผู้วิจัย 5 พฤษภาคม 2552

แท่นเครื่องยนต์นี้ประกอบด้วยโครงเหล็กที่มีเสารองรับจำนวน 4 เสา เสาหน้าทั้งสองจะทำหน้าที่รองรับน้ำหนักส่วนใหญ่ของเครื่องยนต์ ส่วนเสาหลังทั้งสองจะทำหน้าที่รองรับส่วนหลังของตัวเครื่องยนต์เพื่อให้ได้ศูนย์กับตัวไดนาโมมิเตอร์ เสารองรับแท่นเครื่องแต่ละเสานี้สามารถปรับความสูงได้ด้วยสลักเกลียว ส่วนคานที่อยู่ในแนวนอนทั้งสองคาน (สำหรับรองรับส่วนหน้าและส่วนหลังของเครื่องยนต์) จะวางอยู่บนโครงที่เป็นฐานของแท่นเครื่องในลักษณะที่สามารถจะเลื่อนคานไปด้านหน้าและด้านหลังได้ คานทั้งสองนี้จะยึดติดกับโครงของฐานเครื่องด้วยสลักเกลียว ดังนั้นเสารองรับแต่ละเสาจึงสามารถปรับทิศทางการเคลื่อนที่ได้ถึงสามทิศทางเพื่อให้สามารถรองรับเครื่องยนต์แบบต่าง ๆ ได้ ทั้งเครื่องยนต์แบบ 4 สูบ และ 6 สูบ

3.2 ไดนาโมมิเตอร์



ภาพที่ 3.4 ไดนาโมมิเตอร์แบบกระแสไฟฟ้า (Eddy current)
ที่มา : ผู้วิจัย 5 พฤษภาคม 2552

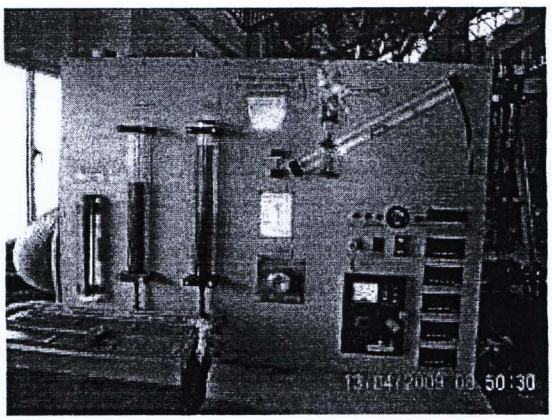
ไดนาโมมิเตอร์ที่ใช้ในชุดทดสอบ **MT** 504 นั้น สามารถใช้กับเครื่องยนต์ที่มีกำลังสูงถึง 150 **kw** ไดนาโมมิเตอร์นี้ตั้งอยู่บนแท่นเครื่องที่ตั้งอยู่กับที่ทางด้านหลังของแท่นเครื่องยนต์ ไดนาโมมิเตอร์ดังกล่าวต่อกับเครื่องยนต์ด้วยคัปลิง (Coupling) ที่ใช้ **universal joint** สองตัว ด้านหนึ่งของไดนาโมมิเตอร์จะต่อเข้ากับ **strain gauge** ที่ใช้สำหรับวัดแรงเพื่อคำนวณแรงบิดของเครื่องยนต์ ถ้าหากต้องการที่จะสอบเทียบแรงบิดของไดนาโมมิเตอร์ก็สามารถนำแขนที่ใช้สำหรับสอบแรงบิดมาต่อเข้ากับตัวไดนาโมมิเตอร์ได้โดยใช้ตุ้มน้ำหนักมาตรฐาน สำหรับการทดลองนี้ใช้แบบกระแสไฟฟ้า (Eddy current)

3.3 อุปกรณ์ประกอบสำหรับใช้กับแท่นทดสอบ

อุปกรณ์ประกอบต่าง ๆ มีดังนี้

1. แบตเตอรี่สำหรับสตาร์ทเครื่องยนต์
2. เครื่องสูบน้ำสำหรับจ่ายน้ำไปให้เครื่องยนต์
3. อุปกรณ์วัดความเร็วของเครื่องยนต์
4. เทอร์โมคัปเปิลสำหรับวัดอุณหภูมิของน้ำหล่อเย็นและก๊าซไอเสีย

3.4 แผงหน้าปัดสำหรับใช้ในการทดสอบ



ภาพที่ 3.5 แผงหน้าปัด
ที่มา : ผู้วิจัย 5 พฤษภาคม 2552

1. จากด้านหลังของแผงหน้าปัด

1.1 ถังน้ำมันเชื้อเพลิง

1.2 อุปกรณ์วัดอัตราการไหลของอากาศ มี 3 แบบ ดังต่อไปนี้

1.2.1 กล่อง **Air box** พร้อมแผ่นออริฟิซ (Orifice)

1.2.2 ท่อเวนจูรี (Venture tube)

1.2.3 เซ็นเซอร์วัดอัตราการไหลของลมแบบดิจิตอล (Digital air flow sensor) จากอุปกรณ์วัดอัตราการไหลจะถูกส่งต่อไปยังท่อรวมไอดีของเครื่องยนต์

2. จากด้านข้างของแผงหน้าปัด

2.1 มาโนมิเตอร์หลอดแก้วเอียง

มาโนมิเตอร์หลอดแก้วเอียงนี้ใช้ต่อกับกล่อง **Air box** หรือท่อเวนจูรี ความลาดชันของหลอดแก้วเอียงนี้สามารถปรับได้ตั้งแต่ 1:10, 1:5, 1:2 หลอดแก้วเอียงนี้มีสเกลถึง 400 **mm.** แต่ละช่อง 1 **mm.**

2.2 หลอดแก้วพร้อมสเกล

สำหรับวัดอัตราความสิ้นเปลืองน้ำมันเชื้อเพลิงด้วยนาฬิกาจับเวลา สำหรับอุปกรณ์วัดอัตราการไหลแบบดิจิตอลก็มีไว้ให้เป็นอุปกรณ์เพิ่มพิเศษ

2.3 วาล์วปีกผีเสื้อสำหรับควบคุมความเร็วของเครื่องยนต์

3. วาล์วควบคุมโหลดของไดนาโมมิเตอร์ สำหรับในกรณีที่ใช้ไดนาโมมิเตอร์แบบไฮดรอลิค

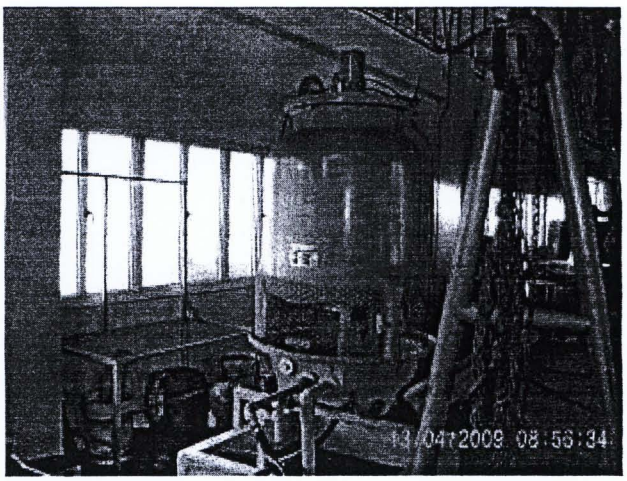
4. แผงหน้าปัดเครื่องมือวัดและควบคุมต่าง ๆ แผงหน้าปัดจะติดตั้งเครื่องมือวัดและควบคุมดังต่อไปนี้

1. หน้าปัดแสดงแรงบิดของไดนาโมมิเตอร์
2. หน้าปัดแสดงความเร็วรอบของเครื่องยนต์
3. หน้าปัดแสดงอุณหภูมิพร้อมสวิตช์เลือกตำแหน่งวัดอุณหภูมิ
4. มิเตอร์วัดกระแสไฟแบบหนีบคร่อมสาย
5. หลอดไฟสัญญาณแสดงความดันน้ำมันเครื่อง แสดงการจ่ายไฟของแบตเตอรี่ และแสดงการทำงานของเครื่องสูบน้ำ
6. สวิตช์ไฟต่าง ๆ เช่น สวิตช์ไฟกำลัง สวิตช์สำหรับสตาร์ทเครื่องยนต์ สวิตช์สตาร์ทเครื่องสูบน้ำ และสวิตช์ฉุกเฉิน

ในกรณีที่เป็นไดนาโมมิเตอร์แบบกระแสไฟ **Eddy current** แผงหน้าปัดจะใช้สำหรับติดตั้งเครื่องมือวัดและควบคุมดังต่อไปนี้

1. โหลดสวิตช์ (สายไฟกำลังและสายนิวตรัล)
2. มิเตอร์วัดกระแสไฟที่เป็นโหลด (Load current meter)
3. ลูกบิดสำหรับปรับโหลด
4. ลูกบิดเลือกตำแหน่งการใช้งานอัตโนมัติ (อุปกรณ์เพิ่มพิเศษ)

3.5 ระบบหล่อเย็น (Cooling System)

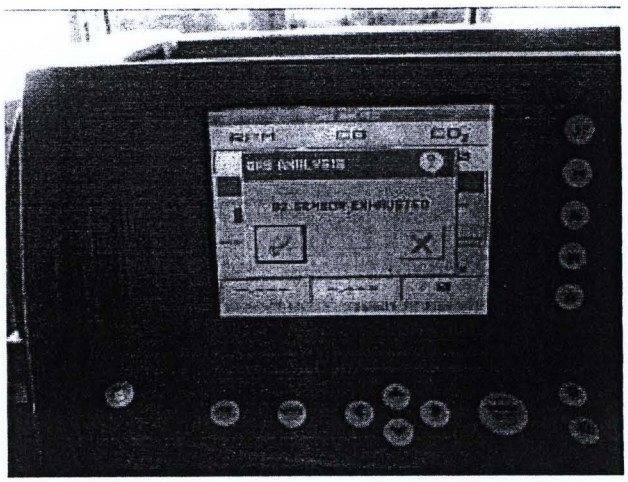


ภาพที่ 3.6 หอระบายความร้อน (Cooling tower)
ที่มา : ผู้วิจัย 5 พฤษภาคม 2552

ระบบหล่อเย็นที่ใช้กับไดนาโมมิเตอร์นั้นเป็นหอระบายความร้อน (Cooling tower) น้ำร้อนจากเครื่องยนต์ (และจากไดนาโมมิเตอร์ ในกรณีที่ใช้ไดนาโมมิเตอร์แบบไฮดรอลิค) จะถูกฉีดเป็นละอองน้ำเล็ก ๆ จากด้านบนของหอระบายความร้อน ในขณะเดียวกันพัดลมก็จะดูดลมจากด้านล่างขึ้นสู่ด้านบนของหอระบายความร้อน ดังนั้นความร้อนก็จะถูกระบายออกจากน้ำร้อนที่ระเหยไปในรูปของความร้อนแฝง

ข้อดีของการระบายความร้อนด้วยหอระบายความร้อนนี้ก็คือ จะทำให้อุณหภูมิของห้องที่เพิ่มขึ้นนั้น มีค่าน้อยที่สุดเมื่อเปรียบเทียบกับการระบายความร้อนด้วยรังผึ้ง (Radiator) ที่ใช้อากาศเป็นตัวพาเอาความร้อนไป และนี่ก็เป็นองค์ประกอบสำคัญที่ใช้ในการพิจารณาถ้าหากว่าจะต้องติดตั้งชุดทดลองนี้ในห้องที่ปิดมิดชิด

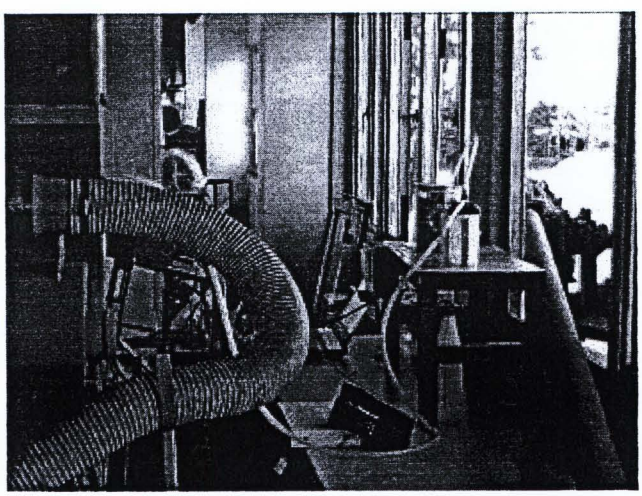
3.6 เครื่องมือวัดก๊าซ (Gas Analysis)



ภาพที่ 3.7 เครื่องมือวัดก๊าซ (Gas Analysis)

ที่มา : ผู้วิจัย 5 พฤษภาคม 2552

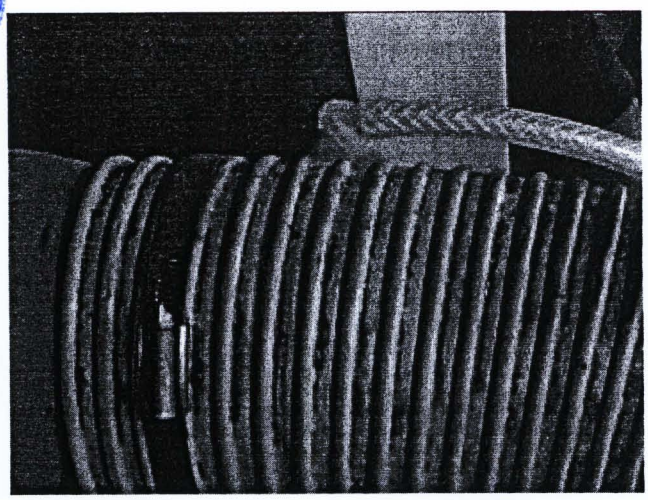
3.7 การติดตั้งเครื่องกำเนิดก๊าซกับเครื่องมือที่ใช้ในการทดลอง



ภาพที่ 3.8 การติดตั้งเครื่องกำเนิดก๊าซ

ที่มา : ผู้วิจัย 5 พฤษภาคม 2552

สำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ ห้องสมุดงานวิจัย



ภาพที่ 3.9 การติดตั้งท่อจ่ายก๊าซไฮโดรเจนเข้ากับท่อร่วมไอดีของเครื่องยนต์
ที่มา : ผู้วิจัย 5 พฤษภาคม 2552

4. วิธีการทดลอง

หลังจากติดตั้งเครื่องกำเนิดก๊าซเรียบร้อยแล้ว ทำการตรวจสอบน้ำมันเชื้อเพลิง น้ำมันเครื่องน้ำระบายความร้อนเรียบร้อยแล้วลำดับแรกใช้น้ำมันเชื้อเพลิงดีเซลอย่างเดียวหลังจากนั้นเดินปั๊มน้ำระบบระบายความร้อนเดินเครื่องยนต์ให้ได้อุณหภูมิการทำงานจากนั้นปรับความเร็วรอบตามที่กำหนดโดยเริ่มต้นที่ 1500 รอบต่อนาที ต่อจากนั้นเพิ่มภาระโหลดขึ้น จะตกลงต้องมีการปรับเพิ่มในทั้งสองส่วนจนได้ค่าที่ต้องการคือ 1500 รอบต่อนาที และภาระโหลดที่ 20 นิวตันเมตร (N-m) ต่อจากนั้นปิดวาล์วน้ำมันเชื้อเพลิงจากถัง พร้อมเปิดวาล์วเชื้อเพลิงกระบอกวัดจับเวลาตามที่กำหนด (5 นาที) จะได้ค่าการสิ้นเปลืองน้ำมันเชื้อเพลิง อุณหภูมิอากาศเข้า อุณหภูมิไอเสีย อุณหภูมิน้ำเข้าออก และใช้เครื่องวัดปริมาณก๊าซจากทำการทดลองซ้ำโดยเพิ่มรอบเครื่องยนต์ที่ 1750, 2000, 2250 และ 2500 รอบต่อนาที และภาระโหลดที่ 40, 60 นิวตันเมตร พร้อมจดบันทึกค่าต่าง ๆ ไว้ตามลำดับ เพื่อนำไปวิเคราะห์ข้อมูล

ขั้นตอนต่อไปใช้น้ำมันเชื้อเพลิงดีเซลร่วมกับก๊าซไฮโดรเจนโดยจ่ายกระแสไฟฟ้าให้กับเครื่องกำเนิดก๊าซไฮโดรเจนแล้วทำการทดลองตามขั้นตอนเดียวกับการใช้น้ำมันเชื้อเพลิงดีเซลเพียงอย่างเดียว จากวิธีการทดลองผู้วิจัยใช้ข้อมูลจากการทดลอง โดยใช้รูปแบบของตารางพร้อมกับคำบรรยายประกอบและ การนำข้อมูลเพื่อเปรียบเทียบพร้อมสรุปผล

5. สถานที่ที่ใช้ในการวิจัย

ผู้วิจัยทำการสร้างเครื่องให้กำเนิดก๊าซไฮโดนเจนและก๊าซออกซิเจนที่ฝ่ายวิศวกรรมสถาบันค้นคว้าและพัฒนาผลิตภัณฑ์อาหาร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ พร้อมทดสอบการทำงาน จากนั้นนำเครื่องให้กำเนิดก๊าซไฮโดนเจนและก๊าซออกซิเจนทดลองกับเครื่องยนต์บนแท่นทดสอบ ที่ภาควิชาวิศวกรรมเครื่องกล มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง วิทยาลัยเขตชุมพร