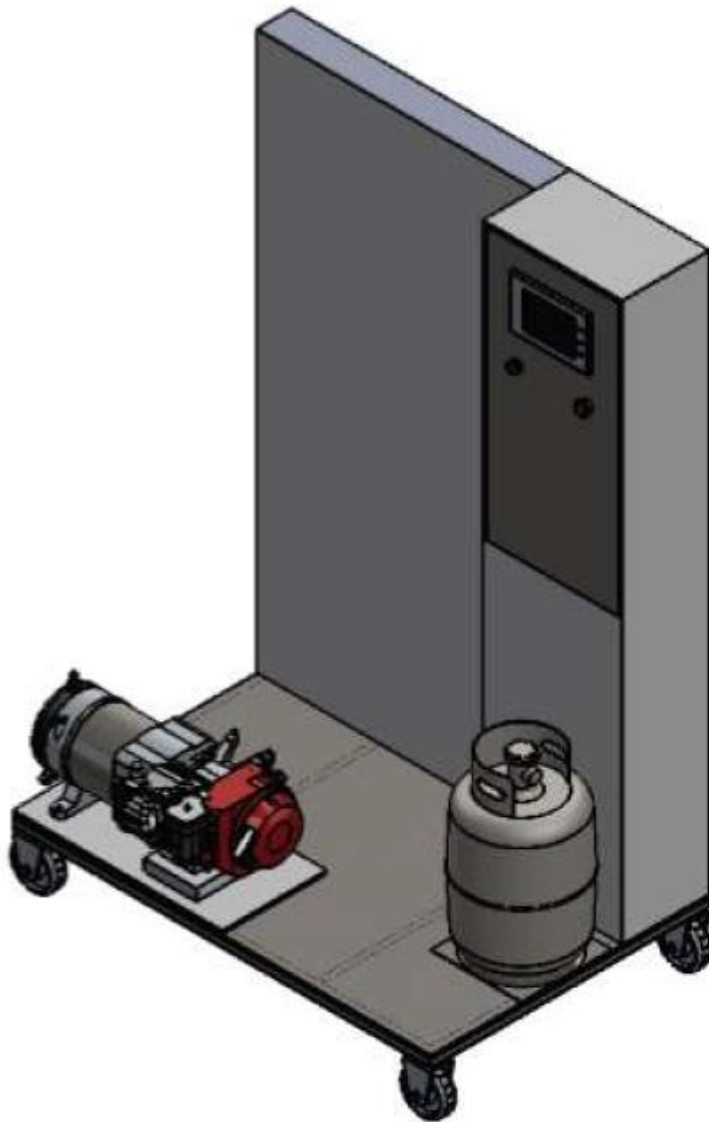


คู่มือปฏิบัติการ
ชุดสาธิตการทดลองพลังงานก๊าซธรรมชาติผลิตไฟฟ้า



รายการอุปกรณ์ชุดทดลอง



รายการอุปกรณ์

1. เครื่องยนต์ปั่นไฟ (generator)
2. ถังบรรจุก๊าซธรรมชาติ
3. มิเตอร์วัดปริมาตรก๊าซ (Gas volume meter)
4. หน้าจอแสดงผล (Display. panel)
5. ตู้ควบคุม

หลักการและทฤษฎี

ก๊าซธรรมชาติ ประกอบด้วยก๊าซหลายชนิด ได้แก่ ก๊าซมีเทน ก๊าซอีเทน ก๊าซโพรเพน และก๊าซบิวเทน เมื่อนำมาใช้ต้องแยกก๊าซออกจากกันเสียก่อน

- ก๊าซมีเทน ใช้ผลิตไฟฟ้า ใช้ในโรงงานอุตสาหกรรม และใช้กับรถยนต์ ซึ่งก็คือก๊าซCNG หรือ NGV
- ก๊าซอีเทน + โพรเพน ใช้เป็นวัตถุดิบในโรงงานปิโตรเคมี
- ก๊าซโพรเพน + บิวเทนใช้ในโรงงานปิโตรเคมีและอุตสาหกรรมอื่นๆ และใช้เป็นก๊าซหุงต้ม (LPG) ที่เรารู้จักนั่นเอง

ก๊าซหุงต้ม (Liquefied Petroleum Gas) มีชื่อทางการว่าก๊าซปิโตรเลียมเหลว หรือก๊าซแอลพีจี หมายถึง “ก๊าซไฮโดรคาร์บอนเหลว คือ โพรเพน โพรพิลีน บิวเทน หรือบิวทีลีนอย่างใดอย่างหนึ่งหรือหลายอย่างผสมกันก็ได้โดยก๊าซโพรเพนและบิวเทนเป็นสารไฮโดรคาร์บอนประเภทอิ่มตัวที่มีการเผาไหม้สมบูรณ์ เผาไหม้ดี ไม่เกิดเขม่าส่วนก๊าซโพรพิลีนและบิวทีลีนเป็นสารไฮโดรคาร์บอนไม่อิ่มตัวเมื่อเผาไหม้จะเกิดเขม่า หรือเผาไหม้ไม่สมบูรณ์อย่างไรก็ตามก๊าซปิโตรเลียมเหลวหรือแอลพีจีที่ใช้กันทั่วไปจะมีโพรเพน(C_3H_8) กับบิวเทน(C_4H_{10})เพียงสองอย่างเท่านั้นที่เป็นส่วนประกอบหลักโดยอาจมีอัตราส่วนระหว่าง โพรเพนกับบิวเทน ตั้งแต่ 20 : 80 ไปจนถึง 70 : 30

ก๊าซโพรเพนและบิวเทนในสภาพปกติ อนุกรมหมู่และความดันของบรรยากาศ จะอยู่ในสถานะก๊าซ เมื่ออัดก๊าซดังกล่าวด้วยความดันสูง หรือลดอุณหภูมิให้ต่ำลงเพียงพอก๊าซทั้งสองก็จะเปลี่ยนสถานะจากก๊าซ เป็นของเหลวซึ่งก๊าซแอลพีจีหรือก๊าซปิโตรเลียมเหลว จะมีที่มาจาก 2 แหล่ง ได้แก่

- 1) ได้จากกระบวนการกลั่นน้ำมันดิบในโรงกลั่นน้ำมันซึ่งจะได้ก๊าซโพรเพนและบิวเทนประมาณ 1-2%ของกระบวนการกลั่นน้ำมันดิบ (สัดส่วนของก๊าซโพรเพนประมาณ 20%และบิวเทน 80%)
- 2) ได้จากกระบวนการแยกก๊าซธรรมชาติซึ่งจะมีก๊าซโพรเพนและบิวเทนในก๊าซธรรมชาติประมาณ 6-10%ของกระบวนการแยกก๊าซธรรมชาติ(สัดส่วนของก๊าซโพรเพนประมาณ 60% และบิวเทน40%)

ทั้งนี้คุณภาพของก๊าซแอลพีจีขึ้นอยู่กับความหนาแน่นของก๊าซแอลพีจีด้วยโดยทั่วไป อนุกรมหมู่ 15.5 องศาเซลเซียสความหนาแน่นของก๊าซแอลพีจีมีค่าประมาณ 0.54 กิโลกรัมต่อลิตร (ซึ่งเป็นค่าความหนาแน่นเฉลี่ยของก๊าซแอลพีจีที่กรมธุรกิจพลังงานใช้เป็นค่าอ้างอิงสำหรับการคำนวณ)ซึ่งความหนาแน่นที่มีค่าน้อยกว่า 0.54 กิโลกรัมต่อลิตรจะเป็นก๊าซคุณภาพที่ต่ำกว่าก๊าซที่มีค่าความหนาแน่นที่สูงกว่า 0.54 กิโลกรัมต่อลิตรดังนั้น ก๊าซปิโตรเลียมเหลวในสถานะที่เป็นของเหลวจะเบากว่าน้ำ(ความหนาแน่นของน้ำเท่ากับ 1กิโลกรัมต่อลิตร)ถ้าเกิดมีก๊าซรั่วขึ้นในขณะที่อุณหภูมิโดยรอบในขณะนั้นต่ำมากและก๊าซปิโตรเลียมเหลวเกิดไหลลงไปในรางระบายน้ำ คุณดองก๊าซปิโตรเลียมเหลวก็จะลอยไปกับน้ำซึ่งอาจจะทำให้เกิดอัคคีภัยในท้องที่ห่างไกลจากบริเวณที่ก๊าซปิโตรเลียมเหลวรั่วออกไปได้นอกจากนี้อุณหภูมิยังมีผลต่อค่าความหนาแน่น คือ เมื่ออุณหภูมิเพิ่มขึ้น ความหนาแน่นของสารเมื่ออยู่ในสถานะของเหลวจะลดลง

ก๊าซ LPG ใช้เป็นก๊าซหุงต้ม มีลักษณะดังนี้

- ไม่มีสี ไม่มีกลิ่น แต่ผู้ผลิตเติมสารประกอบซัลเฟอร์ (เอธิลเมอร์แคปแทน : C_2H_5SH) ซึ่งมีกลิ่นฉุน เพื่อใช้เตือนภัยเมื่อเกิดก๊าซรั่ว สามารถละลายอย่างธรรมชาติได้ดี ใสน้ำประมาณ 10 เท่า
- ตัวก๊าซหุงต้ม (LPG) เองไม่เป็นพิษ แต่ถ้าเกิดเผาไหม้ไม่สมบูรณ์ ก็จะเกิดก๊าซคาร์บอนมอนอกไซด์ และถ้าสูดดมเข้าไปมากๆ ก๊าซจะเข้าไปแทนที่ออกซิเจนในร่างกาย จะทำให้มีเมื่อย เวียนศีรษะ และอาจเสียชีวิตได้
- LPG หนักกว่าอากาศ เมื่อเกิดก๊าซรั่ว จะลอยต่ำลงสู่พื้น (เบากว่าน้ำประมาณ 0.5 เท่า และหนักกว่าอากาศประมาณ 1.5-2 เท่า)
- ก๊าซหุงต้ม (LPG) เหลว 1 ลิตร ขยายตัวเป็นไอได้ประมาณ 250 ลิตร (250 เท่า) ดังนั้นควรบรรจุก๊าซในถังไม่เกิน 85 % ของปริมาตรถังเพื่อให้มีที่ว่างในการขยายตัวของก๊าซ
- จุดเดือดต่ำประมาณ -17 องศาเซลเซียส (1 atm, 14.7 psi) เมื่อออกสู่บรรยากาศภายนอกจะระเหยกลายเป็นไอทันทีเมื่อก๊าซรั่วไหลจะเห็นเป็นหมอก หรือ ควั่นสีขาวและเกล็ดน้ำแข็ง เนื่องจากความชื้นรอบๆ บริเวณได้รับความเย็นจัดขณะก๊าซระเหย
- ติดไฟได้เมื่อมีประกายไฟหรือแหล่งความร้อนที่อุณหภูมิประมาณ 500 องศาเซลเซียส
- ติดไฟง่าย มีอุณหภูมิของเปลวไฟสูง ประมาณ $1,900^{\circ}C$ เป็นเชื้อเพลิงที่ดี เหมาะกับงานที่ต้องการความร้อนสูงเช่น การหลอมโลหะ
- ก๊าซหุงต้ม (LPG) 1 ลิตร = 0.54 กก. หรือ 1 กก. = 1.85 ลิตร (สถานะของเหลว)
- ค่าออกเทนัมเบอร์ค่าประมาณ 100-115 ซึ่งสูงกว่าน้ำมันเบนซิน จึงสามารถใช้กับรถยนต์ได้
- ค่าความร้อนของการเผาไหม้
 - 11,700 – 11,900 กิโลแคลอรี/กิโลกรัม
 - 21,000 – 21,400 บีทียู/ปอนด์
 - 44,000 – 45,000 บีทียู/กิโลกรัม

คุณสมบัติของก๊าซแอลพีจีมีดังนี้

คุณสมบัติ		LPG
สถานะปกติ		ก๊าซ (หนักกว่าอากาศ)
จุดเดือด (องศาเซลเซียส)		-50 ถึง 0
อุณหภูมิจุดระเบิดในอากาศ (องศาเซลเซียส)		400
ช่วงติดไฟในอากาศ (ร้อยละโดยปริมาตร)	ค่าสูง	15
	ค่าต่ำ	1.5
ค่าออกเทน ¹ /	RON ² /	105
	MON ³ /	97

ที่มา: การปิโตรเลียมแห่งประเทศไทย

หมายเหตุ:

1. ค่าออกเทน (Octane number) หมายถึง หน่วยการวัดความสามารถ ในการต้านทานการน็อคของเครื่องยนต์
2. RON (Research Octane Number) เป็นค่าออกเทนที่มีประสิทธิภาพต่อต้านการน็อคในเครื่องยนต์หลายสูบที่ทำงานอยู่ในรอบของช่วงหมุนต่ำโดยใช้เครื่องยนต์ทดสอบมาตรฐานภายใต้สภาวะมาตรฐาน 600 รอบ ต่อนาที
3. MON (Motor Octane Number) เป็นค่าออกเทนที่มีประสิทธิภาพต่อต้านการน็อคในเครื่องยนต์หลายสูบในขณะทำงานที่รอบสูง โดยใช้เครื่องยนต์ทดสอบมาตรฐานภายใต้สภาวะมาตรฐาน 900 รอบต่อนาที

ประสิทธิภาพของการผลิตไฟฟ้าจากพลังงานก๊าซหุงต้ม

ในการประเมินประสิทธิภาพของการผลิตไฟฟ้าจากพลังงานก๊าซหุงต้มจะประเมินจากสัดส่วนระหว่างพลังงานที่ได้จากก๊าซหุงต้ม กับ พลังงานไฟฟ้าที่ผลิตได้

ประสิทธิภาพของการผลิตไฟฟ้า = พลังงานที่ได้จากก๊าซหุงต้ม/พลังงานไฟฟ้าที่ผลิตได้

โดยที่

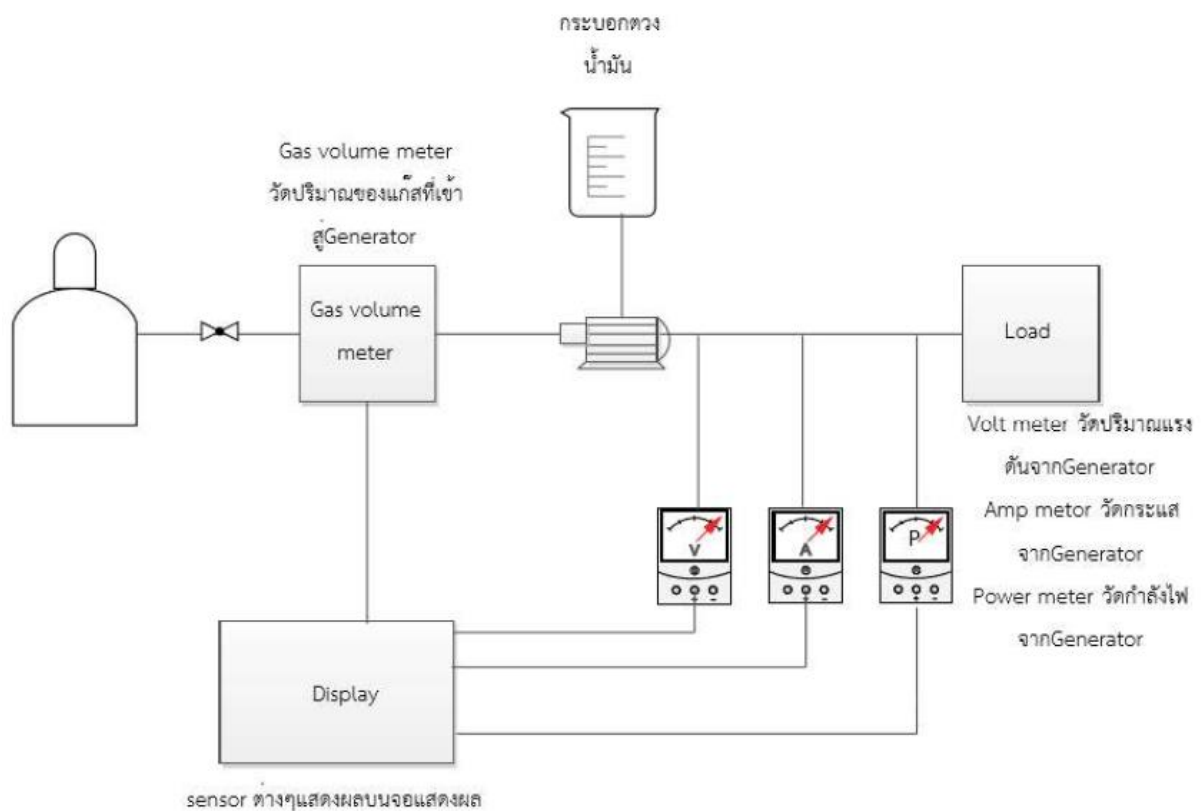
พลังงานที่ได้จากก๊าซหุงต้ม = (ปริมาณก๊าซหุงต้ม×ค่าความร้อนของก๊าซหุงต้ม)/1000

- พลังงานที่ได้จากก๊าซหุงต้มในหน่วย เมกะจูล (MJ)
- ปริมาณก๊าซหุงต้มในหน่วย ลบ.ม.
- ค่าความร้อนของก๊าซหุงต้ม คือ ค่าพลังงานความร้อนที่ได้จากการเผาก๊าซหุงต้มโดยค่าความร้อนของก๊าซหุงต้มมีค่าเท่ากับ 96.3 เมกะจูล/ลบ.ม. โดยอ้างอิงที่ 1 atm (11,800 กิโลแคลอรี/กิโลกรัมความหนาแน่น0.513 กิโลกรัมต่อ ลบ. ม.)

และ

พลังงานไฟฟ้าที่ผลิตได้ = กำลังไฟฟ้า (วัตต์) x เวลา (ชั่วโมง)

- พลังงานไฟฟ้าที่ผลิตได้ คือ พลังงานไฟฟ้าที่ผลิตได้จากเครื่องยนต์ ในหน่วย กิโลวัตต์-ชั่วโมง
- กำลังไฟฟ้า คือ กำลังไฟฟ้าที่ได้จากเครื่องยนต์ ในหน่วย วัตต์
- เวลา คือ จำนวนชั่วโมงที่ใช้ในการทดลอง (ชั่วโมง)



วัตถุประสงค์

- 1) เพื่อศึกษาการทำงานของชุดผลิตกระแสไฟฟ้าโดยพลังงานก๊าซหุงต้ม
- 2) เพื่อศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างพลังงานที่ได้จากก๊าซหุงต้ม กับพลังงานไฟฟ้าที่สามารถผลิตได้

วิธีการทดลอง

1. เดินเครื่องยนต์ปั่นไฟด้วยน้ำมันเชื้อเพลิงเป็นเวลา 2 นาที่ เพื่อให้เครื่องยนต์ปั่นไฟ พร้อมทำงานจ่ายกระแสไฟฟ้า
2. ปิดวาล์วจ่ายน้ำมันจากถังน้ำมัน รอให้เครื่องยนต์ใช้น้ำมันที่มีค้างอยู่ในคาบูเรเตอร์จนหมด รอประมาณ 15 วินาทีค่อยๆ เปิดวาล์วจ่ายก๊าซชีวภาพเข้าไปที่เครื่องยนต์ โดยต้องระวังไม่ให้เครื่องยนต์ดับ หลังจากน้ำมันในคาบูเรเตอร์หมด เครื่องยนต์จะเริ่มเกิดการสะดุด แล้วรีบเปิดวาล์วจ่ายก๊าซชีวภาพเข้าไปที่เครื่องยนต์ปั่นไฟ ปรับเพิ่มระดับการจ่ายก๊าซชีวภาพจนทำให้เครื่องยนต์ทำงานได้ราบเรียบ
3. ตั้งค่าโหลดทางไฟฟ้า พร้อมกับปรับวาล์วจ่ายก๊าซชีวภาพเพิ่มจนทำให้เครื่องยนต์ทำงานได้ราบเรียบ
4. เดินเครื่องยนต์ปั่นไฟเป็นเวลา 5 นาที่ แล้วจึงเริ่มบันทึกผลการทดลอง
5. ทำการบันทึกค่ามิเตอร์วัดปริมาตรก๊าซ แรงดันไฟฟ้ากระแสไฟฟ้าและกำลังไฟฟ้า โดยบันทึกข้อมูลเวลา พร้อมค่ามิเตอร์วัดปริมาตรก๊าซ แรงดันไฟฟ้ากระแสไฟฟ้าและกำลังไฟฟ้า
6. ตั้งค่าโหลดไฟฟ้าใหม่ และทำการทดลองซ้ำขั้นตอน 3 - 5

ตารางบันทึกผลการทดลอง

[illegible]

ตารางวิเคราะห์ผลการทดลอง

ครั้งที่	ผลต่างปริมาตร (ลบ.ม.)	จับเวลา (วินาที)	อัตราการ สิ้นเปลืองเชื้อเพลิง (ลบ.ม./วินาที)	ค่าความร้อน เชื้อเพลิง (เมกะจูล/ลบ.ม.)	กำลังของเชื้อเพลิง (วัตต์)	กำลังไฟฟ้า ที่จ่ายโหลด [แรงดัน x กระแส] (วัตต์)	ประสิทธิภาพระบบ ผลิตไฟฟ้า (%)

หมายเหตุ : อัตราการสิ้นเปลืองเชื้อเพลิง (ลบ.ม./วินาที) = ผลต่างปริมาตรก๊าซ (ลบ.ม.) / ผลต่างเวลา (วินาที)

กำลังของเชื้อเพลิง (วัตต์) = อัตราการสิ้นเปลืองเชื้อเพลิง (ลบ.ม./วินาที) x ค่าความร้อนเชื้อเพลิง (เมกะจูล/ลบ.ม.)

ประสิทธิภาพระบบผลิตไฟฟ้า (%) = [กำลังไฟฟ้าที่จ่ายโหลด (วัตต์) / กำลังของเชื้อเพลิง (วัตต์)] x 100

This image shows a full page of primary-ruled paper. It features ten sets of horizontal dashed lines, each set consisting of three parallel lines. These lines are evenly spaced vertically across the entire page, providing a guide for handwriting practice. The background is white, and there are no margins or additional markings.

[illegible]